

CANTIDAD Y CALIDAD DE LA MATERIA ORGANICA PARTICULADA EN BAHIA CONCEPCION, EN LA TEMPORADA DE REPRODUCCION DE LA ALMEJA CATARINA *Argopecten circularis* (SOWERBY, 1835)

QUANTITY AND QUALITY OF THE PARTICULATE ORGANIC MATTER IN CONCEPCION BAY, DURING THE SPAWNING SEASON OF THE SCALLOP *Argopecten circularis* (SOWERBY, 1835)

Aída Martínez-López
Ismael Gárate-Lizárraga

Departamento de Plancton y Ecología Marina, CICIMAR, IPN
Apartado postal 592, La Paz, Baja California Sur

Recibido en agosto de 1993; aceptado en abril de 1994

RESUMEN

Se describe la variación espacial de la materia orgánica particulada (MOP), en términos de proteínas, carbohidratos y clorofilas, así como la abundancia específica del fitoplancton, para bahía Concepción durante el pico reproductivo de *Argopecten circularis*. La distribución de estas variables evidenció dos zonas de mayor concentración de partículas: una en el primer "tercio" de la bahía y la otra en la cabecera. Los valores altos de clorofila *a* se debieron al nanofitoplancton, el cual contribuyó en mayor proporción a la abundancia total. Las especies abundantes del microfitoplancton fueron *Chaetoceros curvisetus*, *Ch. lorenzianus*, *Ch. teres*, *Ch. cinctus* y *Lithodesmiun undulatum*. El cálculo de las contribuciones de materia orgánica particulada fitoplanctónica y no fitoplanctónica mostró que en superficie el mayor porcentaje de proteínas (69.5%) está dado por el fitoplancton, mientras que a 10 m correspondió al material orgánico particulado no fitoplanctónico o detrítico. Esto permite inferir una alta calidad de la MOP en la columna de agua, la cual constituye una fuente potencial de alimento para los diferentes estadios de la almeja catarina.

Palabras clave: materia orgánica particulada, microfitoplancton, nanofitoplancton, *Argopecten circularis*, bahía Concepción.

ABSTRACT

In this study we describe the spatial variability of the particulate organic matter (POM), expressed in terms of proteins, carbohydrates and chlorophylls, and the specific abundance of phytoplankton at Concepción Bay during the maximum reproductive peak of *Argopecten circularis*. The distribution of these variables shows two zones of high concentration of particles: one located in the first "third" of the bay and the other in the upper end. High values of chlorophyll *a* were due to the nanophytoplankton size class, which is the major contributor to the total phytoplankton abundance. The most abundant species of microphytoplankton were *Chaetoceros curvisetus*, *C. lorenzianus*, *C. teres*, *C. cinctus* and *Lithodesmiun undulatum*. The phytoplanktonic-POM and non-phytoplanktonic-POM contribution estimated at the surface shows that the highest protein percentage (69.5%) was due to phytoplankton, whereas at 10 m depth it corresponded to non-phytoplankton-POM or detritus. This indicates that a high quality POM in the water column represents a potential source of food for the different development stages of *A. circularis*.

Key words: particulate organic matter, microphytoplankton, nanophytoplankton, *Argopecten circularis*, Concepción Bay.

INTRODUCCION

La productividad biológica de los océanos y mares marginales es principalmente una función de pequeños organismos planctónicos, que constituyen las bases energéticas para la existencia de todos los niveles tróficos superiores (Finenko y Zaika, 1973). Sin embargo, en términos de productividad primaria, se ha encontrado que en algunos cuerpos de agua someros el fitoplancton *per se* tiene una importancia secundaria (Odum, 1973). Los productores primarios más importantes en tales sistemas son pastos de marismas (*Spartina*, etc.), pastos marinos (*Zostera*, *Thalassia*, etc.), manglares (*Rhizophora*, etc.), macroalgas y microflora bentónica.

La defoliación o fragmentación de esta vegetación circundante pasa a formar la mayor proporción del material particulado en estos ecosistemas, el cual es una importante fuente de energía para las bacterias y gran número de animales (Finenko y Zaika, 1973). Otra alternativa la constituye el microfítobentos, debido a que actúa como subsistema de producción y como fuente alterna de alimento (Valiela, 1984; Contreras, 1989).

Dado que una gran cantidad del material disperso en la columna de agua llega hacia el fondo del mar, la transferencia de energía y materia orgánica vía bentos es un componente vital de la producción secundaria marina (Birkett, 1973). El desplazamiento de energía y materia por el mecanismo descrito favorece principalmente a las poblaciones de los invertebrados bentónicos.

Estas poblaciones representan un alto porcentaje dentro de algunos cuerpos de agua costeros. En particular, bahía Concepción es una zona con alta producción de moluscos bivalvos como almejas catarina, voladora, chocolata, pata de mula y ostión (Félix Pico y Sánchez, 1976). De éstos, la almeja catarina (*Argopecten circularis*) es uno de los recursos pesqueros más importantes en el área (Félix-Pico, 1985). Esta se reproduce de noviembre a marzo, y su mayor pico de desove coincide con las temperaturas más bajas, en el mes de febrero (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993).

INTRODUCTION

The biological productivity of the oceans and marginal seas is mainly a function of small planktonic organisms, which constitute the energy bases for the existence of all higher trophic levels (Finenko and Zaika, 1973). However, in terms of primary productivity, it has been found that in some shallow bodies of water, the phytoplankton *per se* is of secondary importance (Odum, 1973). The most important primary producers in such systems are marsh grasses (*Spartina*, etc.), marine grasses (*Zostera*, *Thalassia*, etc.), mangroves (*Rhizophora*, etc.), macroalgae and benthic microflora.

The defoliation or fragmentation of this surrounding vegetation becomes the largest proportion of particulate matter in these ecosystems, which is an important source of energy for bacteria and many animals (Finenko and Zaika, 1973). Another alternative is the microphytobenthos, because it acts as a subsystem of production and as an alternate source of food (Valiela, 1984; Contreras, 1989).

Since a large amount of the dispersed material in the water column reaches the sea floor, the transfer of energy and organic matter via benthos is a vital component of the marine secondary production (Birkett, 1973). The translocation of energy and matter by the mechanism described mainly favours the populations of benthic invertebrates.

These populations represent a high percentage in some coastal bodies of water. In particular, Concepción Bay is an area with a high production of bivalve molluscs (Félix-Pico and Sánchez, 1976). The scallop *Argopecten circularis* is one of the most important fishery resources in the area (Félix-Pico, 1985). It reproduces from November to March, coinciding its maximum spawning peak with the lowest temperatures, in February (Villalejo-Fuerte and Ochoa-Báez, 1993).

The objective of the present study is to describe the spatial variability of the particulate organic biomass in terms of proteins, carbohydrates and chlorophylls, as well as the specific abundance (cells/l) of phytoplankton in February 1991, in order to determine the quantity and

El objetivo del presente trabajo fue describir la variación espacial de la biomasa orgánica particulada en términos de proteínas, carbohidratos y clorofilas, así como la abundancia específica (cel/l) del fitoplancton durante febrero de 1991, con el propósito de conocer la cantidad y calidad de las partículas que potencialmente pueden servir de alimento a esta especie durante la época de desove.

AREA DE ESTUDIO

Bahía Concepción se localiza en la costa occidental del golfo de California entre los 26° 33' y 26° 53' latitud N y 111° 42' y 112° 56' longitud O (Fig. 1). Mide aproximadamente 45 km de largo por 10 km en su parte más ancha, y tiene una extensión de 27,500 ha, con una profundidad máxima de 30 m en el canal central (Ramírez-Guillén, 1983; Cruz-Orozco *et al.*, 1991). El sedimento predominante es arenoso y fangoarenoso y la vegetación circundante está constituida principalmente por manglar (Contreras, 1989).

Las condiciones hidrográficas registradas en bahía Concepción durante 1975 y 1976 definen esta bahía como un sistema antiestuarino (Félix-Pico y Sánchez, 1976). La temperatura superficial media anual es de 24.9°C, con una media mínima de 17.5°C (enero) y una media máxima de 32.1°C (septiembre). La salinidad presenta una media anual de 35.3‰, con una media mensual mínima y máxima de 34.6 y 37.0‰, respectivamente. Las concentraciones de oxígeno disuelto observadas varían desde 5.95 ml/l en invierno hasta 5.40 ml/l en primavera (Félix-Pico y Sánchez, 1976).

MATERIAL Y METODOS

Del 1 al 5 de febrero de 1991 se muestrearon seis estaciones en el canal central de bahía Concepción, B.C.S. (Fig. 1), bajo condiciones de refluo de marea. Las muestras para el recuento de células, la determinación de clorofila *a*, carbohidratos y proteínas fueron recolectadas en superficie y a 10 m de profundidad, mediante botellas Van Dorn. La temperatura del agua se registró con un termómetro Kahlsico.

quality of the particles that may potentially serve as food for this species during the spawning season.

STUDY AREA

Concepción Bay (26°33'-26°53' N, 111°42'-112°56' W) is located on the west coast of the Gulf of California (Fig. 1). It is approximately 45 km long by 10 km in its widest part, and has an area of 27,500 ha and a maximum depth of 30 m in the central channel (Ramírez-Guillén, 1983; Cruz-Orozco *et al.*, 1991). The sediment is predominantly sandy and muddy sand and the surrounding vegetation is mainly composed of mangroves (Contreras, 1989).

The hydrographic conditions recorded at Concepción Bay during 1975-1976 define this bay as an antiestuarine system (Félix-Pico and Sánchez, 1976). Mean annual surface temperature is 24.9°C, with a minimum mean of 17.5°C (January) and a maximum mean of 32.1°C (September). Salinity presents an annual mean of 35.3‰, with a mean monthly minimum and maximum of 34.6 and 37.0‰, respectively. The concentrations of dissolved oxygen range from 5.95 ml/l in winter to 5.40 ml/l in spring (Félix-Pico and Sánchez, 1976).

MATERIAL AND METHODS

From 1-5 February 1991, six stations were sampled in the central channel of Concepción Bay, B.C.S. (Fig. 1), during ebb tide. The samples for cell counts and the determination of chlorophyll *a*, carbohydrates and proteins were collected at the surface and 10 m depth with Van Dorn bottles. Water temperature was recorded with a Kahlsico thermometer.

For the quantification of the phytoplankton, 250 ml of water were taken in glass flasks and fixed with formal at a final concentration of 4%, neutralized with sodium borate. The samples were analysed following the Utermöhl method (Hasle, 1978), using 5-ml sediment chambers, in this way evaluating the total phytoplankton abundance and by size fractions: nanophytoplankton (organisms < 20 µm) and microphytoplankton (organisms > 20 µm).

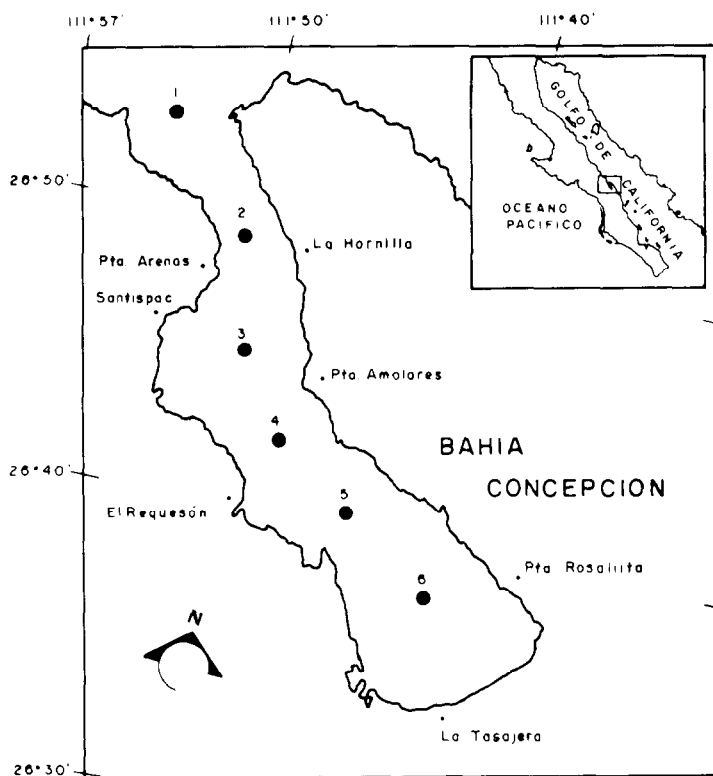


Figura 1. Localización del área de estudio y estaciones de muestreo.
Figure 1. Location of the study area and sampling stations.

Para la cuantificación del fitoplancton, se tomaron 250 ml de agua en frascos de vidrio y se fijaron con formol a una concentración final de 4%, neutralizado con borato de sodio. El análisis de las muestras se realizó con el método de Utermöhl (Hasle, 1978), utilizando cámaras de sedimentación de 5 ml. De esta manera se evaluó la abundancia fitoplanctónica total y por fracciones de tamaño, el nanofitoplancton (organismos < 20 μm) y el microfitoplancton (organismos > 20 μm).

Para la determinación taxonómica del microfitoplancton, se consultaron los trabajos de Cupp (1943), Hendey (1964), Licea-Durán (1974), Sournia (1974), Sournia (1967), Taylor (1976) y Murray y Schrader (1983).

Para determinar los pigmentos fotosintéticos y la biomasa orgánica particulada como carbohidratos y proteínas, se filtraron 500 ml de

For the taxonomic determination of the microphytoplankton, the works of Cupp (1943), Hendey (1964), Licea-Durán (1974), Sournia (1967), Taylor (1976) and Murray and Schrader (1983) were used.

To determine the photosynthetic pigments and particulate organic biomass such as carbohydrates and proteins, 500 ml of water were passed through Whatman GF/F filters, which were frozen at -20°C until further analysis in the laboratory. The spectrophotometric method was used to quantify the pigments and particulate organic matter. In the first case, the trichromatic equations developed by Jeffrey and Humphrey (1975) were used. In the second, the carbohydrates were obtained according to the method of Dubois *et al.* (1956), consisting of the formation of furfurals in the presence of a strong acid (sulphuric acid), and the proteins

agua en filtros tipo Whatman GF/F, los cuales se congelaron a -20°C hasta su análisis en el laboratorio. La cuantificación de pigmentos y materia orgánica particulada se efectuó con el método espectrofotométrico. En el primer caso, se utilizaron las ecuaciones tricromáticas desarrolladas por Jeffrey y Humphrey (1975). En el segundo, los carbohidratos se obtuvieron según el método de Dubois *et al.* (1956), que estriba en la formación de furfural en presencia de un ácido fuerte (ácido sulfúrico), y las proteínas se determinaron con el método de Lowry *et al.* (1951), consistente en una extracción alcalina en presencia de cobre, que permite la formación de enlaces cromogénicos con la proteína.

Los cálculos de los porcentajes de material orgánico particulado de origen fitoplanctónico (MOPF) y no fitoplanctónico o detritico (MOPNF) se hicieron de acuerdo con lo propuesto por Lancelot van Beveren (1980). Dicho método consiste en hacer el análisis de regresión y correlación de la clorofila *a* contra las proteínas o carbohidratos. La pendiente de la ecuación representa la estimación de la MOPF por unidad de clorofila *a*, mientras que la intersección en el eje de las abscisas representa una estimación atribuible a la MOPNF. Una vez obtenida la ecuación de regresión, el cálculo de MOPF y MOPNF se realiza mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{MOPF} &= b * \text{chlor}/p * 100, \\ \text{MOPNF} &= 100 - \text{MOPF} \end{aligned}$$

donde *b* es la pendiente de la ecuación de regresión; *p*, el valor medio del parámetro bioquímico (proteína o carbohidrato) y *chlor*, el valor medio de la concentración de clorofila *a*.

Con el propósito de conocer el grado de semejanza entre las estaciones en ambos niveles, se utilizó un método de clasificación mediante el análisis de grupos (*cluster analysis*). A partir de la matriz de similitud (índice de Morisita), se aplicó el método de pares promediados (Sneath y Sokal, 1973) para construir los dendogramas, el cual agrupó las muestras en términos de la composición de especies y abundancia de las mismas.

Además, se hizo un análisis de componentes principales para resumir la información y obtener las asociaciones de especies presentes.

were determined by Lowry *et al.*'s (1951) method, consisting of an alkaline extraction in the presence of copper, which allows the formation of chromogenic bonds with the protein.

The percentages of phytoplanktonic particulate organic matter (PPOM) and non-phytoplanktonic or detritic particulate organic matter (NPPOM) were calculated according to that proposed by Lancelot van Beveren (1980). This method consists in carrying out an analysis of regression and correlation of chlorophyll *a* versus the proteins or carbohydrates. The slope of the equation represents the estimate of PPOM per unit of chlorophyll *a*, whereas the intersection in the axis of the abscissae represents the estimate of NPPOM. Once the regression equation is obtained, PPOM and NPPOM are calculated with the following expressions:

$$\begin{aligned} \text{PPOM} &= b * \text{chlor}/p * 100, \\ \text{NPPOM} &= 100 - \text{PPOM} \end{aligned}$$

where *b* is the slope of the regression equation, *p* the mean value of the biochemical parameter (protein or carbohydrate) and *chlor* the mean value of the concentration of chlorophyll *a*.

In order to determine the degree of similarity between the stations in both levels, a method of classification was applied, using cluster analysis. From the similarity matrix (Morisita index), the averaged pair method (Sneath and Sokal, 1973) was applied to construct the dendograms, which grouped the samples in terms of species composition and abundance.

Moreover, a principal components analysis was done to summarize the information and obtain the assemblages of species present. This analysis was done on the original matrix, obtained from the abundance of each species, transformed by $X \rightarrow \ln(X + 1)$, where *N* is the number of cells/5 ml. Thirty-two species were included in the analysis, which were obtained by eliminating those species that appeared at less than 10% of the stations, according to Matta and Marshall (1984) and Figueiras and Neill (1987).

RESULTS

Differences were observed in the distribution of temperature in the water column; it was

Dicho análisis se efectuó sobre la matriz original, obtenida a partir de la abundancia de cada especie, transformada según $X \rightarrow \ln(X + 1)$, donde N es el número de células/5 ml. El número de especies incluidas en el análisis fue 32, el cual resultó de la eliminación de aquellas especies que aparecieron en menos del 10% de las estaciones, de acuerdo con Matta y Marshall (1984) y Figueiras y Neill (1987).

RESULTADOS

Se observaron diferencias en la distribución de la temperatura en la columna de agua, que fue ligeramente más fría a 10 m que en la superficie y con temperaturas máximas en las estaciones 4 y 5 en ambos niveles (Fig. 2). A 10 m, la temperatura varió desde 17.4°C en la boca, hasta 18°C en las estaciones 4 y 5.

En general, la distribución de las variables consideradas (abundancia fitoplanctónica total, clorofila *a*, proteínas y carbohidratos en superficie) mostró dos zonas de mayor concentración de partículas: una en el primer "tercio" de la bahía, entre punta Arenas y la Hornilla, y otra hacia la cabecera de la misma; la primera zona presentó las concentraciones mayores (Fig. 3). A 10 m, la MOP tuvo altas concentraciones en las estaciones 2, 3 y 4, en tanto que la abundancia fitoplanctónica mostró un patrón diferente, con valores mayores en las estaciones 1, 4 y 6 (Fig. 4).

slightly colder at 10 m than at the surface and maximum temperatures were recorded at stations 4 and 5 in both levels (Fig. 2). At 10 m, temperature ranged from 17.4°C at the mouth to 18°C at stations 4 and 5.

In general, the distribution of the variables considered (total phytoplankton abundance, chlorophyll *a*, proteins and carbohydrates at the surface) showed two zones of high concentration of particles: one in the first "third" of the bay, between Punta Arenas and La Hornilla, and the other in the upper end; the former presented higher concentrations (Fig. 3). At 10 m, POM presented high concentrations at stations 2, 3 and 4, whereas the phytoplankton abundance presented a different pattern, with higher values at stations 1, 4 and 6 (Fig. 4).

With regard to the quality of POM, the proteins were found to be the principal constituent in both levels. However, this was clearer at the surface, at the three stations near the mouth and at station 6 (table 1), presenting the highest correlation ($r = 0.717$, $p < 0.05$) with the chlorophylls in this level.

The analyses of regression PROT/CHL*a* for both levels considered showed significantly different slopes ($p < 0.05\%$), in addition to a high variability in the ordinate at the origin ($Y = 87.93 + 83.29$ CHL*a* for the surface and $Y = 320.17 + 5.74$ CHL*a* for 10 m). The slopes presented greater similarity in the CH/CHL*a* regression ($Y = 107.40 + 26.43$ CHL*a* at the sur-

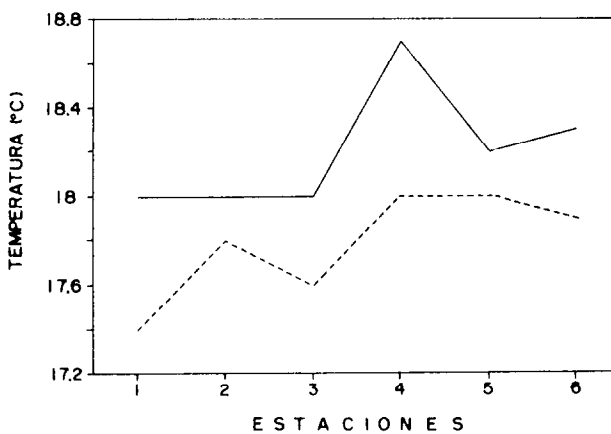


Figura 2. Distribución espacial de la temperatura en superficie (---) y a 10 m (—).

Figure 2. Spatial distribution of temperature at the surface (---) and 10 m (—).

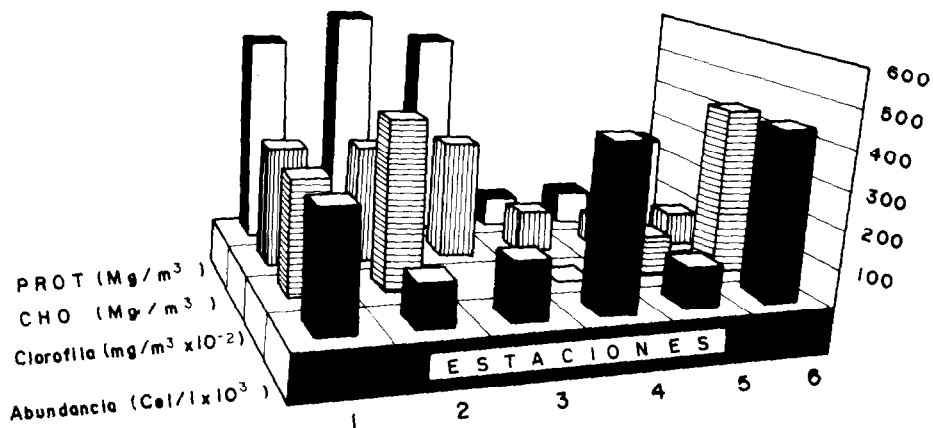


Figura 3. Variación espacial de la abundancia fitoplanctónica, clorofila *a*, carbohidratos y proteínas en superficie.

Figure 3. Spatial variation of the phytoplankton abundance, chlorophyll *a*, carbohydrates and proteins at the surface.

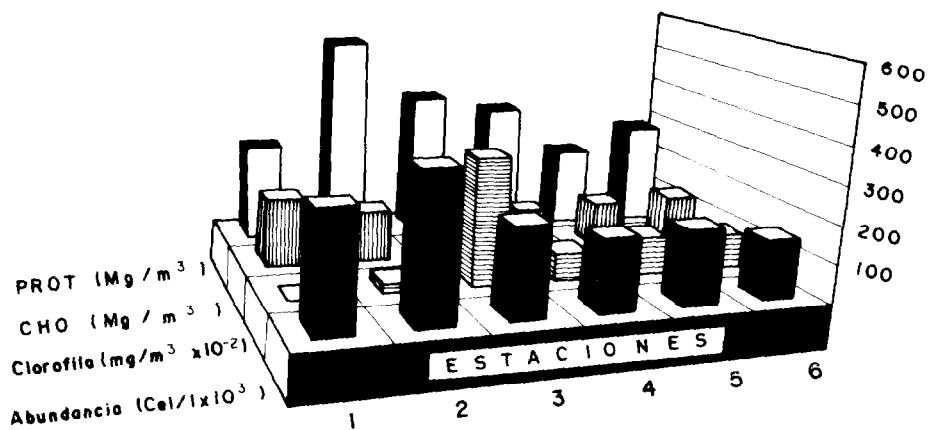


Figura 4. Variación espacial de la abundancia fitoplanctónica, clorofila *a*, carbohidratos y proteínas a 10 m.

Figure 4. Spatial variation of the phytoplankton abundance, chlorophyll *a*, carbohydrates and proteins at 10 m.

En cuanto a la calidad de la MOP, se encontró que en ambos niveles el principal constituyente fueron las proteínas, aunque esto fue más evidente en superficie, en las tres estaciones cercanas a la boca y en la estación 6 (tabla 1) y, en ese mismo nivel, se presentó la correlación más alta ($r = 0.717$, $p < 0.05$) con las clorofilas.

El análisis de regresión PROT/CHL_a de los dos niveles considerados muestran pendientes significativamente diferentes ($p < 0.05\%$), además de una alta variabilidad en la ordenada en el origen ($Y = 87.93 + 83.29\text{CHL}_a$, para superficie, y $Y = 320.17 + 5.74\text{CHL}_a$, para 10 m). En la regresión de CHO/CHL_a las pendientes son más parecidas entre sí ($Y = 107.40 + 26.43 \text{CHL}_a$, en superficie, y $Y = 131.40 + 14.39 \text{CHL}_a$, a 10 m), sin diferencias significativas ($p < 0.05\%$) entre las dos profundidades.

El cálculo de los porcentajes de MOPF y MOPNF mostró que dentro de la bahía, el mayor porcentaje de proteínas en superficie (69.5%) fue dado por el fitoplancton, mientras que a 10 m la mayor contribución, tanto de proteínas como de carbohidratos, correspondió al MOPNF o detritico. Al comparar los dos niveles, se aprecia notablemente, que en ambos tipos de MOP la mayor variabilidad la presentan las proteínas.

El estado fisiológico de la MOPF, calculado a través de las pendientes de las regresiones, presenta un cociente PROT/CHO de 3.15 en superficie y de 0.39 a 10 m, lo que indica, en el segundo caso, una limitación en el crecimiento del fitoplancton.

face and $Y = 131.40 + 14.39 \text{CHL}_a$ at 10 m), with no significant differences ($p < 0.05\%$) between both depths.

The calculation of the percentages of PPOM and NPPOM showed that, in the bay, the greatest percentage of proteins at the surface (69.5%) was due to the phytoplankton, whereas at 10 m, the greatest contribution of both proteins and carbohydrates corresponded to NPPOM. When both levels are compared, it is clearly seen that the proteins present the greatest variability in both types of POM.

The physiological state of PPOM, calculated using the regression slopes, presents a quotient PROT/CH of 3.15 at the surface and of 0.39 at 10 m, which in the second case indicates a limitation in phytoplankton growth.

The high chlorophyll values were mainly due to small cells, as shown by the phytoplankton abundance data, since in both levels the nannophytoplankton fraction is the major contributor to the total abundance (Fig. 5), whereas the microphytoplankton is only dominant at the stations in the mouth. The concentrations of the latter size fraction at the stations in the mouth (zone 1) are approximately two times greater at the surface than those found at 10 m. This difference between levels was not observed in the second zone.

Of the total of microphytoplankton species (table 2), taxonomically the diatoms were the best represented group (74.6%), followed by the dinoflagellates (21.1%); the silicoflagellates and euglenophytes constituted 4.23% (Fig. 6). Regarding the abundance, the first

Tabla 1. Valores promedio de clorofila *a*, proteínas, carbohidratos y contribución de partículas de origen fitoplanctónico y no fitoplanctónico a la materia orgánica particulada.

Table 1. Average values of chlorophyll *a*, proteins and carbohydrates, and contribution of particles of phytoplanktonic and non-phytoplanktonic origin to the particulate organic matter.

Nivel	MOPF (%)		MOPNF (%)		Cociente PROT/CHO	Valores promedio (mg/m ³)		
	PROT	CHO	PROT	CHO		PROT	CHO	CHL _a
0 m	69.50	37.68	30.5	62.32	3.15	341.5	193.7	2.46 ± 1.91
10 m	1.72	10.29	92.28	84.71	0.39	325.0	146.4	0.98 ± 1.14

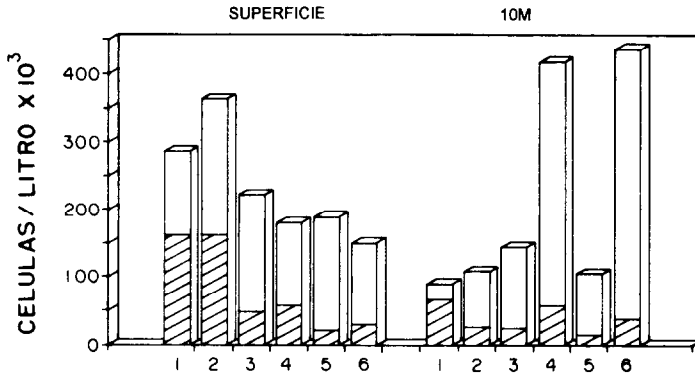


Figura 5. Distribución de la abundancia fitoplanctónica por fracciones de tamaño: nanofitoplancton (□) y microfítoplancton (▨).

Figure 5. Distribution of the phytoplankton abundance by size fractions: nanophytoplankton (□) and microphytoplankton (▨).

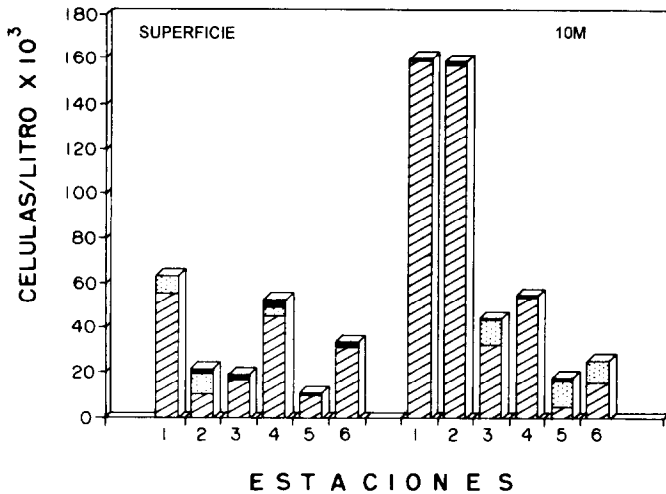


Figura 6. Distribución de la abundancia de diatomeas (▨), dinoflagelados (▩) y otros (■).

Figure 6. Distribution of the abundance of diatoms (▨), dinoflagellates (▩) and other (■).

Los valores altos de clorofila fueron originados principalmente por células pequeñas, según lo muestran los datos de abundancia fitoplanctónica, ya que en ambos niveles el nanofitoplancton es la fracción que contribuye en mayor proporción a la abundancia total (Fig. 5), mientras que el microfítoplancton sólo es dominante en las estaciones de la boca. Las concentraciones de esta última fracción de tamaño, en las estaciones de la boca (zona 1) son

group presented the highest concentrations at all the stations, in particular at stations 1 and 2 at 10 m. The other groups were more abundant at the surface at the stations near the mouth, whereas in the interior of the bay they were more abundant at 10 m.

In the analysis of classification carried out, the area was divided into three subareas (Fig. 7). Subarea I comprises the stations at the mouth. Subarea II, apart from showing a hori-

Tabla 2. Lista de las especies microfitoplanctónicas observadas en bahía Concepción, durante febrero de 1991.

Table 2. List of the species of microphytoplankton observed in Concepción Bay, in February 1991.

Especies	Estaciones											
	Superficie						10 m de profundidad					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Diatomeas												
<i>Amphora</i> sp.	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Bacillaria paxillifer</i>	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	10
<i>Cerataulina pelagica</i>	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	0	0	0	0	0	30	24	0	0	0	0
<i>Chaetoceros brevis</i>	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros cinctus</i>	30	0	0	0	0	0	36	35	0	0	0	3
<i>Chaetoceros compressus</i>	42	0	0	0	0	0	70	32	0	16	0	0
<i>Chaetoceros costatus</i>	0	0	0	0	0	0	22	0	44	0	0	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	130	0	43	0	0	40	395	225	46	75	7	12
<i>Chaetoceros debilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0
<i>Chaetoceros densus</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
<i>Chaetoceros didymus</i>	0	0	0	0	0	0	24	39	0	0	0	0
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros lorentzianus</i>	19	0	0	0	0	0	58	121	7	63	0	0
<i>Chaetoceros radicans</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0
<i>Chaetoceros teres</i>	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	0	0	0	0	0	0	50	74	0	0	0	0
<i>Chaetoceros vanheruckii</i>	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis</i> sp	0	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0
<i>Coscinodiscus centralis</i>	6	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus</i> sp	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
<i>Ditylum brighwellii</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
<i>Eucampia zodiacus</i>	0	0	44	82	0	106	0	8	11	82	0	33
<i>Eunotia luna</i>	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragillaria islandica</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guinardia flaccida</i>	0	0	0	12	0	0	11	25	11	0	4	0
<i>Hemialus sinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0
<i>Leptocylindrus danicus</i>	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	2	4	0	0	0	0	47	12	9	0	0	6
<i>Mastogloia exigua</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Navicula cancellata</i>	0	0	0	0	44	0	0	4	0	2	0	0
<i>Navicula directa</i>	8	27	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Nitzschia angularis</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia lanceolata</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 2 (Cont.)

Especies	Estaciones											
	Superficie						10 m de profundidad					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Nitzschia longissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0
<i>Nitzschia seriata</i>	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	4
<i>Odontella aurita</i>	0	2	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paralia sulcata</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
<i>Pleurosigma formosum</i>	0	0	0	0	6	0	0	1	6	3	1	6
<i>Pleurosigma</i> sp	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Proboscia alata</i>	0	2	0	26	0	0	0	2	12	26	3	7
<i>Pseudosolenia calcar avis</i>	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhabdonema adriaticum</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia cleveii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>Surirella eximia</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Surirella</i> sp	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira eccentricus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	0	0	0	0	0	0	9	7	6	0	0	0
<i>Triceratium fавus</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Dinoflagelados												
<i>Alexandrium catenella</i>	0	48	0	2	0	0	0	0	51	0	32	53
<i>Ceratium fusus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Ceratium trichoceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Gonyaulax</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Gymnodinium</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Gymnodinium sanguineum</i>	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	7	3	5	0	0	0	2	0
<i>Oxytoxum</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Prorocentrum micans</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Protoperidinium divergens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Protoperidinium inflatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Protoperidinium quinquecorne</i>	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium steinii</i>	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium tripos</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>Pselodinium jaubanii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Euglenofitas												
<i>Eutreptia</i> sp	0	17	15	12	0	2	0	9	2	7	12	0
Silicoflagelados												
<i>Distephanus pulchra</i>	0	0	0	11	0	10	0	0	0	0	0	0

aproximadamente dos veces más grandes en superficie que las encontradas a 10 m. En tanto que en la segunda zona no se observó esta diferencia entre niveles.

Del total de especies del microfitoplancton (tabla 2), las diatomeas fueron el grupo taxonómicamente mejor representado (74.6%), seguido de los dinoflagelados (21.1%); los silicoflagelados y euglenofitas contribuyeron con un 4.23% (Fig. 6). En relación con la abundancia, el primer grupo presentó las mayores concentraciones en todas las estaciones, particularmente en la 1 y 2, a 10 m. En cuanto al resto de los grupos, éstos fueron más abundantes en superficie en las estaciones cercanas a la boca; por el contrario, a 10 m, lo fueron hacia el interior de la bahía.

En el análisis de clasificación realizado, la zona se dividió en tres subáreas (Fig. 7). La subárea I comprende las estaciones de la boca de la bahía. La subárea II, además de evidenciar una división horizontal del área, hace una separación de los dos niveles de muestreo entre las estaciones más internas y representa el nivel de 10 m, mientras que la subárea III corresponde al nivel superficial de las mismas estaciones. La estación 5 de superficie no quedó incluida en ninguna subárea, ya que estuvo compuesta principalmente por *Navicula cancellata*, especie de origen bentónico.

El método de ordenación resumió en los dos primeros componentes principales (CI y CII) el 42% de la varianza total, con 27.9% para el primero y 14.1% para el segundo. El CI fue definido como el gradiente de distribución de las especies de la boca hacia el interior de la bahía, mientras que el CII fue identificado como la abundancia de las especies.

La representación gráfica de estos dos componentes permitió la separación de cuatro grupos de especies (Fig. 8). Los grupos A y B representan a la subárea I del análisis anterior. El primero se caracterizó por el dominio de las diatomeas *Chaetoceros curvisetus*, *Ch. lorenzianus*, *Ch. teres*, *Ch. cinctus* y *Lithodesmiun undulatum*, mientras que las especies del segundo, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira eccentrica*, *Guinardia flaccida*, *Hemiaulus sinensis* y *Ch. compressus* sólo estuvieron presentes a 10 m, con abundancias relativas bajas.

zonal division of the area, separates the two sampling levels at the innermost stations and represents the 10 m level, whereas subarea III corresponds to the surface level of the same stations. Surface station 5 was not included in any subarea since it was mainly composed of *Navicula cancellata*, a species of benthic origin.

The first two principal components (CI and CII) contained 42% of the total variance, the first 27.9% and the second 14.1%; CI was defined as the gradient of the distribution of the species from the mouth to the inner bay, whereas CII was defined as the abundance of the species.

The graphic representation of these two components allowed the separation of four groups of species (Fig. 8). Groups A and B represent subarea I of the previous analysis. The first was characterized by the predominance of the diatoms *Chaetoceros curvisetus*, *C. lorenzianus*, *C. teres*, *C. cinctus* and *Lithodesmiun undulatum*, whereas the species of the second, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira eccentrica*, *Guinardia flaccida*, *Hemiaulus sinensis* and *C. compressus*, only occurred at 10 m with low relative abundances.

Group C comprised the species that were more frequent at 10 m but more abundant in the interior of the bay, the most important being *Alexandrium catenella*, *Proboscia alata* and *Pleurosigma formosum*, which are characteristic of coastal bodies and correspond to subarea II. Finally, group D was composed of tycho-planktonic species such as *Eucampia zodiacus*, *Odontella aurita*, *Navicula directa*, *Coscinodiscus centralis* and *Distephanus pulchra*, which were more frequent at the surface and correspond to subarea III.

DISCUSSION

According to the results of the present study, the variability in the spatial distribution of PPOM and NPPOM indicates, on the one hand, the existence of zones of particle accumulation and, on the other, the bay's interaction with the Gulf of California.

The highest concentrations of PPOM and NPPOM may be explained if the bay's general

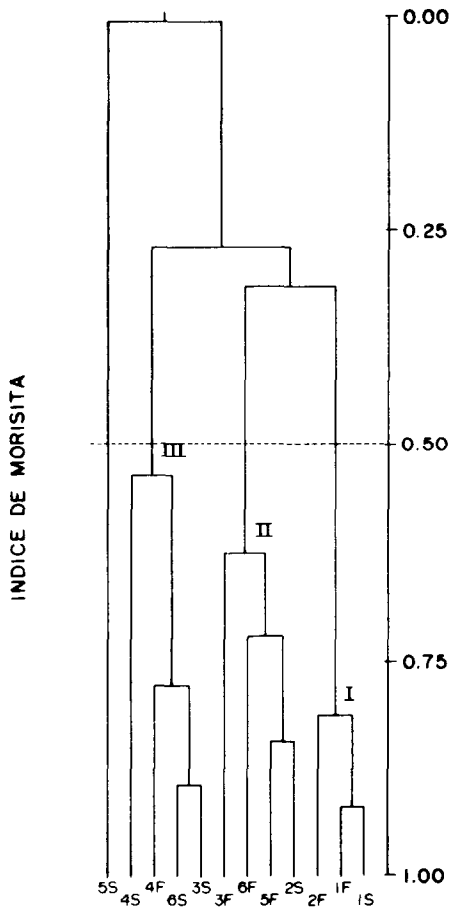


Figura 7. Similitud entre las estaciones usando el índice de Morisita: S, superficie y F, 10 m.

Figure 7. Similarity between the stations using the Morisita index: S, surface; F, 10 m.

El grupo C se caracterizó por presentar especies que fueron más frecuentes a 10 m, pero más abundantes en el interior de la bahía; entre ellas sobresalen *Alexandrium catenella*, *Proboscia alata* y *Pleurosigma formosum*, las cuales son características de cuerpos costeros y corresponden a la subárea II. Finalmente, el grupo D estuvo constituido por especies ticooplanctónicas como *Eucampia zodiacus*, *Odontella aurita*, *Navicula directa*, *Coscinodiscus centralis* y *Distephanus pulchra*, que fueron más frecuentes en superficie y corresponden a la subárea III del análisis anterior.

pattern of circulation is considered. During ebb tide (condition under which the sampling was carried out), a tendency to form eddies is observed in the area off Santispac and El Remate (Godínez-Orta, 1992); this may lead to an accumulation of organic particles at the stations nearest these areas. The high concentrations of organic biomass in the first third of the bay are possibly due to the inflow of particles from the gulf toward the interior (Martínez-López *et al.*, 1992), which are trapped in this region of the bay as a result of the tide amplitude and pattern of circulation during ebb tide (Fig. 9).

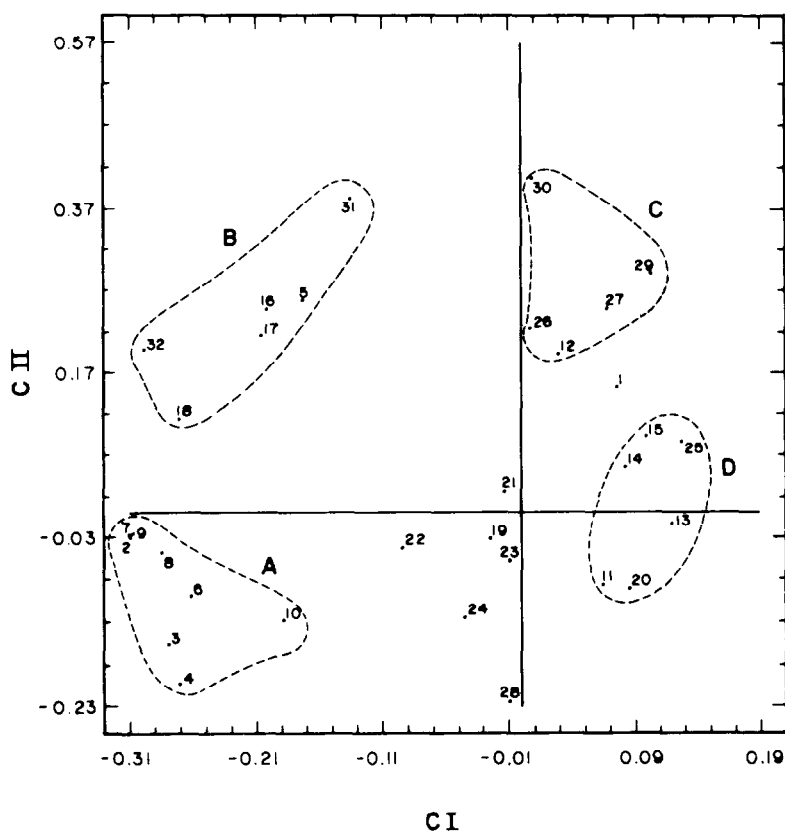


Figura 8. Representación de las especies microfitoplanctónicas dentro de los dos primeros componentes: 1) *Amphora* sp., 2) *Chaetoceros affinis*, 3) *Ch. cinctus*, 4) *Ch. compressus*, 5) *Ch. costatus*, 6) *Ch. curvisetus*, 7) *Ch. didymus*, 8) *Ch. lorenzianus*, 9) *Ch. tortissimus*, 10) *Cocconeis* sp., 11) *Coscinosicus centralis*, 12) *Coscinosdiscus* sp., 13) *Distephanus pulchra*, 14) *Eucampia zodiacus*, 15) *Eutreptia* sp., 16) *Guinardia flaccida*, 17) *Hemiaulus sinensis*, 18) *Lithodesmiun undulatum*, 19) *Navicula cancellata*, 20) *N. directa*, 21) *Nitzschia longissima*, 22) *Bacillaria paxillifer*, 23) *Nitzschia seriata*, 24) *Noctiluca scintillans*, 25) *Odontella aurita*, 26) *Pleurosigma formosum*, 27) *Proboscia alata*, 28) *Prorocentrum micans*, 29) *Alexandrium catenella*, 30) *Protopteridinium tripos*, 31) *Thalassiosira eccentricus*, 32) *Thalassionema frauenfeldii*.

Figure 8. Representation of the microphytoplanktonic species in the first two components (listed above).

DISCUSION

De acuerdo con los resultados del presente trabajo, la variabilidad en la distribución espacial de la MOPF y la MOPNF señala, por un lado, la existencia de zonas de acumulación de partículas y, por otro, la interacción de la bahía con el golfo de California.

The greater contribution to POM of particles with chlorophyll at the surface (69.5%), particularly in the first third of the bay, reflects the prevailing conditions in the adjacent oceanic area. This concurs with that found in other similar bodies of water (Farfán and Alvarez-Borrego, 1983). However, an inverse situation was observed at 10 m, where NPPOM dominated (92.28%). This pattern may be explained

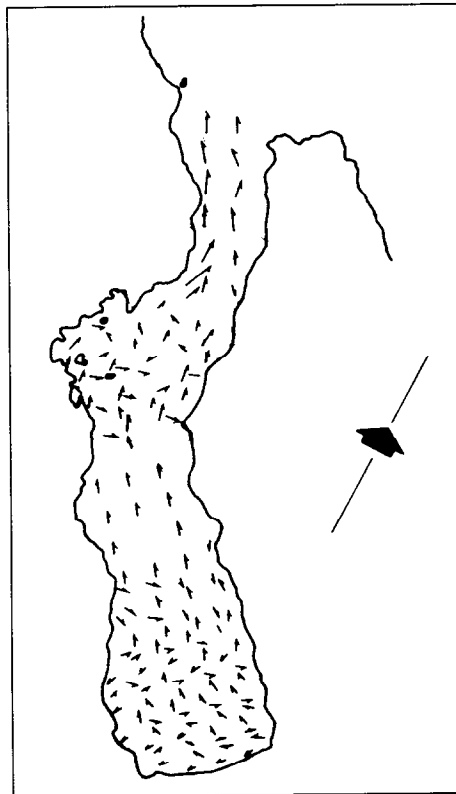


Figura 9. Patrón de circulación durante el refluo.
Figure 9. Circulation pattern during ebb tide.

Las mayores concentraciones de MOPF y MOPNF pueden ser explicadas si consideramos el patrón general de circulación de la bahía, donde durante el refluo (condición en la que se realizó el muestreo) se puede observar una tendencia a formar giros en el área ubicada frente a Santispac y el Remate (Godínez-Orta, 1992), lo que posiblemente esté generando acumulación de partículas orgánicas en las estaciones más cercanas a estas áreas. La ubicación de altas concentraciones de biomasa orgánica en el primer tercio de la bahía, es posiblemente resultado de la entrada de partículas desde el golfo hacia el interior de ésta (Martínez-López *et al.*, 1992). Dichas partículas, debido a la amplitud de marea y al patrón de circulación durante el refluo (Fig. 9), quedan atrapadas en esta región de la bahía.

if we consider that the surface water which enters from the gulf has a more oceanic character than the water of the bay, which because of its origin, may contain more non-phytoplanktonic particles (detritus and bacteria).

The results of the cluster and grouping analyses also reflected the prevailing conditions in the area. Thus, the formation of a group of species at the mouth of the bay, mainly composed of oceanic diatoms such as *Chaetoceros curvisetus*, *C. lorenzianus*, *C. teres* and *C. cinctus*, clearly denotes the influence of Gulf water; this concurs with that found by Martínez-López *et al.* (1992) for the same period. The separation of the two levels observed in the second and third parts of the bay, with the variables mentioned, was also evinced in the specific composition of the phytoplankton, which was

La mayor contribución a la MOP de partículas con clorofila en superficie (69.5%), particularmente en el primer tercio de la bahía, refleja las condiciones imperantes en la zona oceánica adyacente, lo cual concuerda con lo encontrado en otros cuerpos de agua similares (Farfán y Alvarez-Borrego, 1983). Sin embargo, a 10 m se observó una situación inversa, en la que el MOPNF dominó en un 98.28%. Este patrón podemos explicarlo si consideramos que el agua de superficie que entra del golfo tiene carácter más oceánico que el agua de la bahía, la cual, por su origen, puede contener mayor cantidad de partículas no fitoplanctónicas (detritus y bacterias).

De igual manera, los resultados de los análisis de agrupamiento y ordenación reflejaron también las condiciones que dominaban en el área. Así, la formación de un grupo de especies en la boca de la bahía constituido principalmente por diatomeas oceánicas como *Chaetoceros curvisetus*, *Ch. lorenzianus*, *Ch. teres* y *Ch. cinctus* denota claramente la influencia del agua del golfo, lo cual concuerda con lo encontrado por Martínez-López *et al.* (1992), para el mismo periodo. La separación de los dos niveles observada en el segundo y tercer tercio de la bahía, con las variables mencionadas, también se manifestó en la composición específica del fitoplancton, que estuvo constituido principalmente por especies neríticas y ticoplanctónicas, características de estos cuerpos de agua.

Los valores del descriptor del estado fisiológico de la comunidad fitoplanctónica (PROT/CHO) indican suficiencia nutritiva en todas las estaciones de superficie, excepto en la estación 4, donde el cociente PROT/CHO fue el más bajo (0.74) y el de CHO/CHLa fue el más elevado (107.5). Del análisis mencionado, se calculó para superficie una concentración de 83.29 mg PROT/l en el nivel cero de clorofila *a*, la cual resulta elevada comparada con la de 32 mg PROT/l registrada por Lechuga *et al.* (1989) para el área central del golfo de California.

El hecho de que en esta temporada se presenten simultáneamente porcentajes elevados de proteínas tanto del fitoplancton como de partículas no fitoplanctónicas o detritus permite inferir una alta calidad de la MOP suspendida en

mainly composed of neritic and tychoplanktonic species, characteristic of these bodies of water.

The values of the parameter that describes the physiological state of the phytoplanktonic community (PROT/CH) indicate nutritional sufficiency at all the surface stations, except at station 4, where the quotient of PROT/CH was the lowest (0.74) and that of CH/CHLa the highest (107.5). A concentration of 83.29 mg PROT/l was calculated for the surface at level zero of chlorophyll *a*, which is high compared to the 32 mg PROT/l reported by Lechuga-Deveze *et al.* (1989) for the central area of the Gulf of California.

The fact that high percentages of protein occurred simultaneously in this season, in both the phytoplankton and non-phytoplanktonic particles or detritus, indicates a high quality POM suspended in the water column, which is extremely important if it is considered potential food for organisms of different trophic levels (Riley and Chester, 1989), in particular for benthic invertebrates.

The importance of the quality of POM is further magnified if its participation in the reproductive season of *A. circularis* in Concepción Bay is considered. This species reproduces from November to March, with a maximum peak in February (Villalejo-Fuerte and Ochoa-Báez, 1993). These authors assume a transfer of energy in biomass between the adductor muscle and the gonad during the reproductive process; therefore, the muscular yield is found to decrease in winter.

It is assumed that to have enough energy for both the reproductive process and increase in muscular yield, main product of exploitation of this species (Félix-Pico *et al.*, 1989), there must be appropriate food conditions. According to Broom and Mason (1978) and Bayne and Newell (1983), seasonal growth of pectinids is mainly influenced by food, which is abundant during this season, as shown by our results.

The absence of selection mechanisms in the gills of these organisms (Beninger *et al.*, 1988) allows them to present a wide spectrum in the size (from 10 to 950 μm) of the particles that make up part of their diet (Mikulich and Tsikhon-Lukamina, 1981), such as phytoplank-

la columna de agua, lo cual es extremadamente importante si consideramos ésta como alimento potencial para los organismos de diversos niveles tróficos (Riley y Chester, 1989), en particular para los invertebrados bentónicos.

La importancia de la calidad de la MOP se magnifica si consideramos la participación de ésta en la temporada de reproducción de la almeja catarina (*Argopecten circularis*) dentro de bahía Concepción, la cual ocurre de noviembre a marzo, con un pico máximo en febrero (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Báez, 1993). Estos autores asumen una transferencia energética en biomasa entre el músculo aductor y la gónada durante el proceso reproductivo, por lo que se observa que el rendimiento muscular disminuye en invierno.

Es de suponerse que para contar con la energía suficiente tanto para el proceso reproductivo como para aumentar el rendimiento muscular, producto principal de explotación de esta especie (Félix-Pico *et al.*, 1989), deben de presentarse condiciones de alimento adecuadas, ya que, de acuerdo con Broom y Mason (1978) y Bayne y Newell (1983) el crecimiento estacional de los pectínidos está influenciado principalmente por el alimento, el cual según nuestros resultados fue abundante durante esta temporada.

La ausencia de mecanismos de selección en las branquias de estos organismos (Beninger *et al.*, 1988) les permite presentar un espectro amplio en el tamaño (de 10 a 950 μm) de las partículas que pueden formar parte de su dieta (Mikulich y Tsikhon-Lukamina, 1981), tales como fitoplancton, fitobentos, detritus y organismos asociados a éste como las bacterias y, en algunas ocasiones, una abundancia relativamente alta de huevos de almeja (Bricelj y Shumway, 1991).

Es notable que en el nivel de muestreo más próximo al fondo, el detritus representó la principal fuente de partículas para estos organismos. Sin embargo, otro posible suplemento en su alimentación lo constituye la flora ticoplanctónica encontrada en algunas estaciones de la bahía, en particular los géneros de diatomeas como *Melosira*, *Licmophora*, *Pleurosigma* y *Navicula*, de los cuales se ha encontrado evidencia en el contenido estomacal de diversas especies de pectínidos (Davis y Marshall; 1961; Sakai, 1979;

ton, phyto-benthos, detritus and associated organisms like bacteria and, in some cases, a relatively high abundance of scallop eggs (Bricelj and Shumway, 1991).

It is notable that detritus represented the main source of particles for these organisms in the sampling level nearest the bottom. However, another possible supplement in their nutrition is the tycho-plankton flora found at some stations of the bay, in particular the genera of diatoms such as *Melosira*, *Licmophora*, *Pleurosigma* and *Navicula*, of which there is evidence of their presence in the stomach content of several pectinid species (Davis and Marshall, 1961; Sakai, 1979; Bricelj and Shumway, 1989). However, in view of the absence of an evaluation of the benthic microflora, it is not possible to infer their relative importance in the diet of these molluscs.

On the other hand, it is important to consider the veliger larval stage of these organisms, whose permanence in the plankton is approximately 15 days (Maeda-Martínez *et al.*, 1993), since it is a decisive factor for the success of this resource.

The development and favourable growth of these larvae depend on the net gain of energy from the food ingested, composed mainly of phytoplankton and possibly of aggregates of bacteria and detritus (Bayne, 1983). It has been reported that the size of the ingested particles in this larval stage does not exceed 20 μm . In this study, the high concentrations of nanoplankton represented a source of food for larvae, not only of *A. circularis* but also of other molluscs of commercial importance.

Hence, it is clear that studies on the distribution and abundance of POM, as well as on the feeding habits of the different species of scallop caught in Concepción Bay, become more important when it is considered that the success of a fishery depends on the quality of the spawning products, as well as on the survival of the larvae, which is determined by the size, quantity and quality of the particles that serve as food.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the *Dirección de Estudios Profesionales y de Investigación* of the

Bricelj y Shumway, 1989). Sin embargo, debemos considerar que la ausencia de una evaluación de la microflora bentónica impide inferir su importancia relativa en la dieta de estos moluscos.

Por otra parte, es importante considerar el estadio larvario veliger de estos organismos, cuya permanencia en el plancton es de aproximadamente 15 días (Maeda-Martínez *et al.*, 1993), ya que es determinante para el éxito de este recurso.

El desarrollo y crecimiento favorable de estas larvas dependen de la ganancia neta de la energía del alimento ingerido, constituido principalmente por fitoplancton y posiblemente de agregados de bacterias y detritus (Bayne, 1983). Se ha informado que el tamaño de las partículas ingeridas en este estadio larval no sobrepasa las 20 μm . En este trabajo, las altas concentraciones de nanofitoplancton pudieron representar una fuente de alimento para las larvas no sólo de almeja catarina sino también de otros moluscos de importancia comercial.

De acuerdo con lo anterior, es evidente que los estudios de distribución y abundancia de la materia orgánica particulada, así como de los hábitos alimenticios de las diferentes especies de almejas que se capturan en bahía Concepción, cobran mayor importancia cuando se considera que el éxito de una pesquería depende de la calidad de los productos de desove, además de la sobrevivencia de las larvas, lo cual está principalmente en función del tamaño, cantidad y calidad de las partículas que le sirven de alimento.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Estudios Profesionales y de Investigación del Instituto Politécnico Nacional el apoyo económico para la realización del proyecto Dinámica de Nutrientes y Plancton en Bahía Concepción, B.C.S. (DEPI 903371) y, a René Rebollar Prudente, la realización de las figuras.

REFERENCIAS

Bayne, B.L. (1983). Physiological ecology of marine molluscan larvae. In: N.H. Verdonk, J.A.M. van den Biggelaar and A.S.

Instituto Politécnico Nacional for financial support of the project "Dinámica de nutrientes y plancton en bahía Concepción, B.C.S." (grant No. DEPI 903371), and René Rebollar for the figures.

English translation by Christine Harris.

-
- Tomba (eds.), **The Mollusca**, Vol. 3(1). Academic Press, New York, pp. 299-343.
- Bayne, B.L. and Newell, R.C. (1983). Physiology. A.S.M. Saleuddin and K.M. Wilbur (eds.), **The Mollusca**, Vol 4(1). Academic Press, New York, pp. 407-515.
- Beninger, P.G., Le Pennec, M. and Salaun, M. (1988). New observations of the gills of *Placopecten magellanicus* (Mollusca: Bivalvia), and implications for nutrition. **Mar. Biol.**, 98: 61-70.
- Birkett, L. (1973). Experimental determinations of food conversion and its application to ecology. In: J.H. Steele (ed.), **Marine Food Chains**, pp. 261-264.
- Bricelj, V.M. and Shumway, S. (1989). Physiology: Energy acquisition and utilization. In: S.E. Shumway (ed.), **Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture**. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 21, pp. 305-346.
- Broom, M.J. and Mason, J. (1978). Growth and spawning in the pectinid *Chlamys opercularis* in relation to temperature and phytoplankton concentration. **Mar. Biol.**, 47: 277-285.
- Contreras, E.F. (1989). **Las lagunas costeras mexicanas**. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca, 121 pp.
- Cruz-Orozco, R., Godínez-Orta, L. Nava-Sánchez, E.H. y Solís-Núñez, S.L. (1991). Algunos aspectos geológicos de Bahía Concepción, B.C.S. **Oceanotas**, No. 2.
- Cupp, E.E. (1943). Marine plankton diatoms of the west coast of North America. **Bull. Scripps Inst. Oceanogr.**, 5(1): 1-237.
- Davis, R.L. and Marshall, N. (1961). The feeding of the bay scallop *Aequipecten irradians*. **Proc. Nat. Shellfish Assoc.**, 52: 25-29.
- Dubois, M.K., Guilles, A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, U.F. (1956).

- Colorimetric methods for the determination of sugar and related substances. **Anal. Chem.**, 28: 350-356.
- Farfán, B.C. and Alvarez-Borrego, S. (1983). Variability and fluxes of nitrogen and organic carbon at the mouth of a coastal lagoon. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, 17: 599-612.
- Félix-Pico, E. (1985). Cultivo de *Argopecten circularis* en Baja California Sur, México. **5th International Pectinid Workshop**, La Coruña, Spain, 12 pp.
- Félix-Pico, E. y Sánchez, R.S. (1976). Tercer informe final del programa de orientación técnica para el aprovechamiento de los recursos naturales existentes y prácticas de maricultura en Bahía Concepción y ensenada de La Paz. **Secretaría de Recursos Hidráulicos**, 20 pp.
- Félix-Pico, E., Tripp-Quezada, A. y Sing-Cabaniillas, J. (1989). Antecedentes en el cultivo de *Argopecten circularis* (Sowerby), en Baja California Sur, México. **Inv. Mar. CICIMAR**, 4(1): 73-92.
- Figueiras, F.G. y Neill, F.X. (1987). Composición del fitoplancton de la Ria de Pontevedra (NO de España). **Invest. Pesq.**, 51(3): 371-409.
- Finenko, Z.Z. and Zaika, V.E. (1973). Particulate organic matter and its role in the productivity of the sea. In: J.H. Steele (ed.), **Marine Food Chains**, pp. 32-45.
- Graham, H.D. and Bronikovsky, N. (1944). The genus *Ceratium* in the Pacific and Atlantic Oceans. Sci. Res. Cruise VII, Carnegie, during 1928-1929. Biology-V. **Carnegie Inst. Wash. Publ.**, 565 pp.
- Godínez-Orta, L. (1992). Informe interno anual del proyecto "Dinámica de nutrientes y plancton en bahía Concepción, B.C.S." Departamento de Plancton, **CICIMAR**, 41 pp. + 65 figs y 4 tablas.
- Hasle, G.R. (1978). Using the inverted microscope. In: A. Sournia (ed.), **Phytoplankton Manual**, Paris, pp. 191-196.
- Hendey, N.I. (1964). An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V. Bacillariophyceae (diatoms). **Fish. Invest. Ser. IV**: HMSO London, 317 pp.
- Jeffrey, S.W. and Humphrey, G.F. (1975). New spectrophotometric equations for determining chlorophylls *a, b, c1* and *c2* in algal phytoplankton and higher plants. **Biochem. Physiol. Pflanz. B.P.P.**, 1967: 191-194.
- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. (1951). Protein measurement with folin reagent. **J. Biol. Chem.**, 193: 265-275.
- Lancelot van Beveren, C. (1980). A statistical method to estimate the biochemical composition of phytoplankton in the southern bight of the North Sea. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, 10: 467-478.
- Lechuga-Deveze, C., Ayala-Rocha, B. y Gárate-Lizárraga, I. (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. del Mar y Limnol.**, UNAM, 16(1): 147-156.
- Licea-Durán, S. (1974). Sistemática y distribución de diatomeas de la Laguna de Agiabampo, Son./Sin., México. **An. Ins. Cienc. Mar. y Limnol.**, UNAM, 1: 99-157.
- Maeda-Martínez, A.N., Reynoso-Granados, T., Solís-Marín, F., Leija-Tristán, A., Auriolles-Gamboa, D., Salinas-Savala, C., Lluch-Cota, D., Ormat-Castro, P. and Félix-Pico, E. (1993). A model to explain the formation of catarina scallop, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), beds in Magdalena Bay, Mexico. **Aquaculture and Fisheries Management**, 24: 399-415.
- Martínez-López, A., Gárate-Lizárraga, I. y Romero-Ibarra, N. (1992). Variación espacio-temporal de la biomasa orgánica particulada en Bahía Concepción durante 1991. **IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés**. (Resumen), pp. 96.
- Matta, J.F. and Marshall, H.G. (1984). A multivariate analysis of phytoplankton assemblages in the western North Atlantic. **J. Plank. Res.**, 6(4): 663-675.
- Mikulich, L.V. and Tsikhon-Kukanina, A. (1981). Food of the scallop. **Oceanology**, 21(5): 633-635.

- Murray, Y. and Schrader (1983). Distribution of silicoflagellates in plankton and core tope samples from the Gulf of California. **Mar. Micropaleont.**, 7: 517-539.
- Odum, E. (1973). Utilization of the direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet *Mugil cephalus*. In: J.H. Steele (ed.), **Marine Food Chains**, pp. 222-240.
- Riley, J.P. y Chester, R. (1989). **Introducción a la química marina**. A.G.T. Editor S.A., 459 pp.
- Ramírez-Guillén, P.A. (1983). Sistemática, ecología y biogeografía de los crustáceos anomuros de Bahía Concepción, B.C.S. Tesis profesional, UANL, 78 pp.
- Sakai, K. (1979). Scallop culture in Japan. In: M.G. Mottet (ed.), **A Review of the Fishing Biology of Scallops**. Wash. Dept. Fish. Tech. Rep., 39: 101-187.
- Sneath, P.H.A. and Sokal, R. (1973). **Numerical Taxonomy**. Freeman, San Francisco, Ca., 159 pp.
- Sournia, A. (1967). Le genere *Ceratium* (Peridinien planctonique) dans le canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. **Vie Millieu, Serie A**, 18: 375-499.
- Taylor, F.G. (1976). Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R.V. "Anton Bruun" 1963-1964. **Bibliotheca Bot.**, 132: 1-234, pl. 1-46.
- Valiela, I. (1984) **Marine Ecological Processes**. Springer-Verlang, N. Y., 549 pp.
- Villalejo-Fuerte, M. y Ochoa-Báez, R.I. (1993). El ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en relación con la temperatura y el fotoperiodo en Bahía Concepción B.C.S., México. **Ciencias Marinas**, 19(2): 181-202.