

FITOPLANCTON DE INVIERNO DEL OCEANO PACIFICO MEXICANO

WINTER PHYTOPLANKTON OF THE MEXICAN PACIFIC OCEAN

Gilberto Gaxiola Castro
Sila Nájera de Muñoz
Saúl Alvarez Borrego

Centro de Investigación Científica
y de Educación Superior de Ensenada
División de Oceanología
Calle 17 y Ruiz
Ensenada, Baja California

Gaxiola Castro Gilberto, Nájera de Muñoz, S. y Alvarez Borrego, S. Fitoplancton de invierno del océano Pacífico mexicano. Winter Phytoplankton of the Mexican Pacific Ocean. Ciencias Marinas Vol. 13(4): Ciencias Marinas 13(4):129-135, 1987.

RESUMEN

Se presenta la distribución y composición del microfitorplancton de la zona eufótica, colectado durante enero de 1981 en el océano Pacífico oriental frente a las costas mexicanas. La mayor abundancia correspondió a las diatomeas *Coscinodiscus nitidus*, *Coscinodiscus* sp., *Chaetoceros* sp., *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Cerataulina bergonii*, *Nitzschia* sp. y *Thalassiothrix mediterranea*. Los dinoflagelados más abundantes fueron *Gymnodinium* sp. y *Peridinium* sp. La mayor diversidad del fitoplancton se encontró frente a la boca del Golfo de California.

ABSTRACT

The distribution and abundance of microphytoplankton from the euphotic zone collected during January 1981 in the eastern Pacific off Mexico is presented. The diatoms *Coscinodiscus nitidus*, *Coscinodiscus* sp., *Chaetoceros* sp., *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Cerataulina bergonii*, *Nitzschia* sp. and *Thalassiothrix mediterranea* were the most abundant species. *Gymnodinium* sp. and *Peridinium* sp. were the most abundant dinoflagellates. Stations off the mouth of the Gulf of California had the highest phytoplankton diversity.

INTRODUCCION

Existen pocos trabajos acerca de la distribución del fitoplancton en aguas oceánicas del Pacífico mexicano. La mayoría de ellos se han enfocado a la región de la Corriente de California y zonas de afloramientos costeros (Balech, 1959; Blasco, 1977). Desde el reporte de Cupp (1934), quien estudió muestras superficiales de fitoplancton colectadas entre Panamá y California, no se han publicado trabajos sobre la distribución del fitoplancton en esta zona del Océano Pa-

INTRODUCTION

Phytoplankton distribution data from Pacific waters off Mexico are very scarce. Most data are from the California Current region and coastal upwelling areas (Balech, 1959; Blasco, 1977). Since Cupp (1934), who studied surface phytoplankton samples collected from Panama to California, there have been no reports on the phytoplankton distribution in this area. The purpose of our study is to describe the distribution and abundance of the microphytoplankton (>20 μm) collected

céfico. Aquí se presenta la composición y abundancia de las principales especies del microfitorplancton ($>20 \mu\text{m}$) colectadas dentro de la zona eufótica en el área del Océano Pacífico mexicano.

MATERIALES Y METODOS

Del 8 al 26 de enero de 1981 se realizó un crucero en el Océano Pacífico, frente a las costas mexicanas (Fig. 1). Se colectaron muestras en doce estaciones hidrográficas, de cinco profundidades, que correspondieron a 100, 50, 25, 10 y 1% de la irradiancia medida por debajo de la superficie. La irradiancia se midió con un fotómetro submarino Kalhsico No. 268WA310. El muestreo se hizo con botellas Niskin de 7 litros. Se fijaron 250ml de muestra con 5ml de formaldehído al 20%, saturado con borato de sodio. Para el análisis del fitoplancton se colocaron 50ml de la muestra fijada en una cámara de sedimentación con rosa de bengala, dejándose en reposo por 24 horas. El conteo del fitoplancton se hizo por el método Uthermöhl (1958), con un microscopio invertido Carl Zeiss con 16 y 40x. Los resultados de los conteos se promediaron para las cinco profundidades, para tener un valor de abundancia del fitoplancton representativo de la zona eufótica de cada estación hidrográfica.

Para calcular la diversidad, se usó el índice de Shannon y Weaver (1949):

$$H = - \sum_{i=1}^s (ni/N) \log_2 (ni/N)$$

donde ni es el número de individuos de la especie i , s es el número de especies en la muestra y N es el número total de individuos.

De las mismas estaciones se colectaron muestras para el análisis de fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos y clorofila a , y para generar curvas fotosíntesis-irradiancia (P-I) del fitoplancton. Estos resultados están reportados en Gaxiola-Castro y Alvarez-Borrego (1986).

from the euphotic zone in Pacific waters off Mexico.

MATERIALS AND METHODS

At twelve hydrographic stations (during 8-26 January 1981) we took phytoplankton samples from five depths corresponding to 100, 50, 25, 10 and 1% of the irradiance measured just below the sea surface (Fig. 1). Irradiance was measured with a submarine photometer, Kalhsico No. 268WA310. Samples were taken with 7-liter Niskin bottles. We preserved each 250ml sample with 5ml of 20% formaldehyde solution saturated with sodium borate. For the phytoplankton analysis, 50ml of the preserved sample was settled during 24 hours in a sedimentation chamber. The phytoplankton was counted according to the Uthermöhl (1958) technique, using an inverted Carl Zeiss microscope with 16x and 40x. Phytoplankton abundance from each station was averaged for the five depths in order to have a representative value for the euphotic zone.

The diversity index was calculated using Shannon and Weaver (1949) equation

$$H = - \sum_{i=1}^s (ni/N) \log_2 (ni/N)$$

where ni are the number of organisms of species i , s is the number of species, and N is the total number of organisms counted.

We also sampled for phosphate, nitrate, nitrite, silicate and chlorophyll a , and generated photosynthesis-irradiance (P-I) curves. These data were reported by Gaxiola-Castro and Alvarez-Borrego (1986).

RESULTS AND DISCUSSION

In general diatoms were more abundant than dinoflagellates (Table I). In the California Current region (D,F,G,H), diatoms were mainly represented by *Coscinodiscus nitidus* and *Chaetoceros* sp (Table I). *Coscinodiscus* sp has been reported as very dominant in coastal waters off Baja California (Smayda, 1975) and southern Gulf of California (Round,

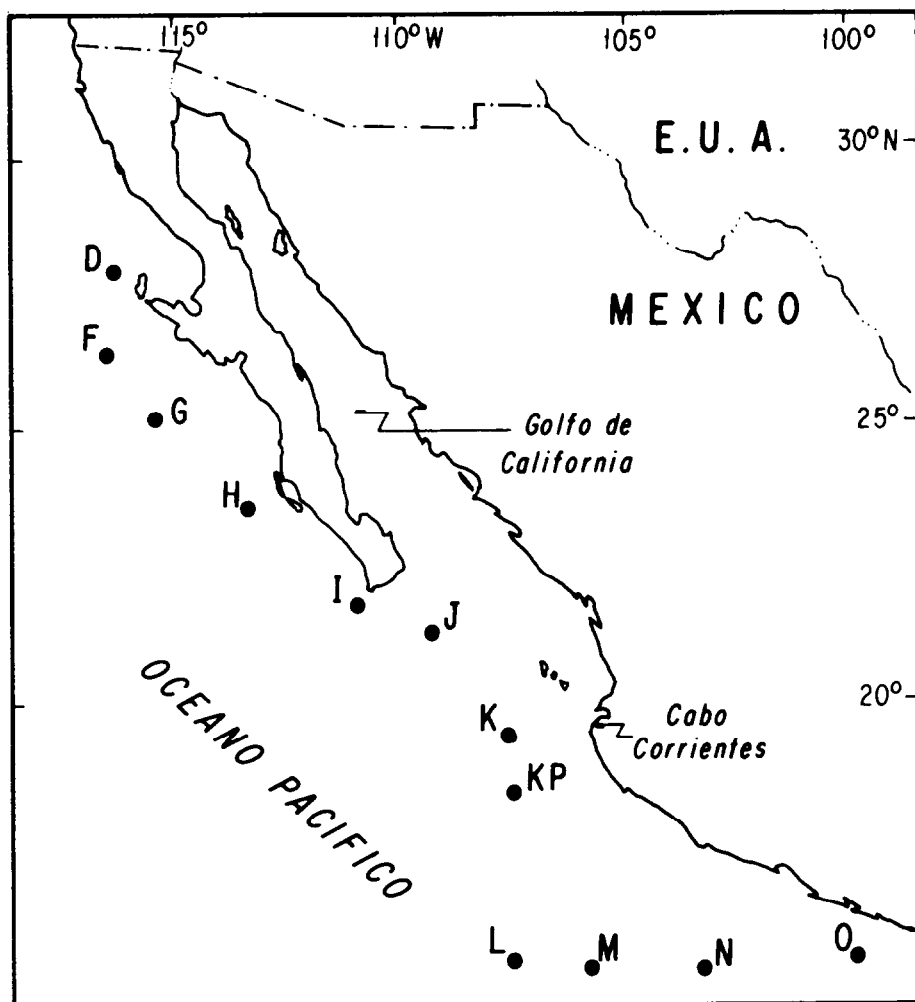


Figura 1. Localización de las estaciones muestreadas.

Figure 1. Localization of the sampling stations.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En general hubo una mayor abundancia de diatomeas que dinoflagelados (Tabla I). En la región de la Corriente de California (D,F,G,H) las diatomeas estuvieron representadas principalmente por *Coscinodiscus nitidus* y *Chaetoceros* sp. (Tabla I). *Coscinodiscus* sp. ha sido reportada como muy dominante en aguas costeras de Baja California (Smayda, 1975) y en la región sur del Golfo de California (Round, 1967; Nienhuis, 1982). *Chaetoceros* sp. es una especie euritérmica

1967, Nienhuis, 1982). *Chaetoceros* sp is an eurythermic species (Smayda, 1958), and we found its highest abundance in the area near the entrance to the Gulf of California. This genus appears to be part of the phytoplankton developing in the Gulf (Round, 1967).

Gymnodinium sp and *Peridinium* sp were the most abundant dinoflagellates, although their abundance was lower than that of diatoms (Table I). *Gymnodinium* sp was more frequent in the California Current region

Tabla I. Abundancia (no. células.1⁻¹) y composición de los principales taxa en la zona eufótica. Los números dentro de los paréntesis indican el intervalo de las profundidades muestreadas. En la parte inferior se muestra el índice de diversidad para cada estación.

Table I. Abundance (No. cell.1⁻¹) and composition of the main taxa in the euphotic zone. The numbers between brackets indicate the range of the depths sampled. The diversity index for each station is shown on the lower part.

TAXA	ESTACION					
	D(0-46)	F(0-24)	G(0-58)	H(0-34)	I(0-34)	J(0-40)
DIATOMEAS						
<i>Chaetoceros H. sp</i>	819		1257		1310	2947
<i>Chaetoceros P. sp</i>						1310
<i>Coscinodiscus nitidus</i>	3885	5655	2258	1308	2300	
<i>Coscinodiscus sp</i>	164	208			164	
<i>Rhizosolenia setigera</i>						
<i>Rhizosolenia alata</i>	164			327		
<i>Rhizosolenia robusta</i>			164			
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>						
<i>Rhizosolenia bergonii</i>						
<i>Rhizosolenia imbricata</i>						
<i>Rhizosolenia hebetata</i>						
<i>Rhizosolenia sp</i>		164	160			982
<i>Nitzschia seriata</i>				327		2128
<i>Nitzschia closterium</i>						
<i>Nitzschia longissima</i>						
<i>Nitzschia pungens</i>						
<i>Nitzschia sp</i>	656		480	164		
<i>Thalassiotrix fraunfeldii</i>						655
<i>Thalassiotrix delicatula</i>						164
<i>Thalassiotrix mediterranea</i>						
<i>Thalassiotrix sp</i>						
<i>Hemiaulus sinensis</i>						
<i>Hemiaulus hauckii</i>						
<i>Bacteriastrum sp</i>		164				
<i>Navicula sp</i>		164				
<i>Carataulina bergonii</i>						
<i>Planktoniella sol</i>						
<i>Lauderia annulata</i>						
<i>Thalassiosira aestivalis</i>						
DINOFLAGELADOS						
<i>Pyrophacus horologicum</i>						
<i>Peridinium sp</i>	1295	492	324	164	164	327
<i>Torodinium robustum</i>						
<i>Prorocentrum sp</i>		164	164			
<i>Dinophysis sp</i>		164			164	
<i>Ceratium furca</i>		819				
<i>Ceratium breve</i>			164			
<i>Ceratium claviger</i>						
<i>Ceratium sp</i>	647	492				164
<i>Oxatouxum sp</i>				186		819
<i>Podolompas sp</i>	164					
<i>Amphidinium sp</i>						
<i>Gyrodinium sp</i>	164					
<i>Gymnodinium sp</i>	484	491	156			
DIVERSIDAD (H')	2.74	2.31	2.50	2.06	1.89	3.05

Continuación.
Continued

TAXA	ESTACION	K(0-60)	KP(0-38)	L(0-41)	M(0-77)	N(0-45)	0(0-77)
DIATOMEAS							
<i>Chaetoceros H. sp</i>		1669					327
<i>Chaetoceros P. sp</i>							
<i>Coscinodiscus nitidus</i>			164	160			
<i>Coscinodiscus sp</i>			327	344	164	164	164
<i>Rhizosolenia setigera</i>		654					
<i>Rhizosolenia alata</i>							
<i>Rhizosolenia robusta</i>							
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>		1547	1146				
<i>Rhizosolenia bergonii</i>		164					
<i>Rhizosolenia imbricata</i>			335				
<i>Rhizosolenia hebetata</i>						164	
<i>Rhizosolenia sp</i>							
<i>Nitzschia seriata</i>		4198	838				
<i>Nitzschia closterium</i>		344	168				
<i>Nitzschia longissima</i>		164				164	
<i>Nitzschia pungens</i>			168				
<i>Nitzschia sp</i>		1801	2292		164		
<i>Thalassiotrix fraunfeldii</i>		819					
<i>Thalassiotrix delicatula</i>							
<i>Thalassiotrix mediterranea</i>		328	5402			327	
<i>Thalassiotrix sp</i>				320			
<i>Hemiaulus sinensis</i>		654					
<i>Hemiaulus hauckii</i>		842					
<i>Bacteriastrum sp</i>			491				
<i>Navicula sp</i>							
<i>Carataulina bergonii</i>		2619				186	
<i>Planktoniella sol</i>		164					
<i>Lauderia annulata</i>			655				
<i>Thalassiosira aestivalis</i>			655				
DINOFLAGELADOS							
<i>Pyrophacus horologicum</i>						164	
<i>Peridinium sp</i>		1507	164	327			
<i>Torodinium robustum</i>		327				328	
<i>Prorocentrum sp</i>		164		164	164		
<i>Dinophysis sp</i>							
<i>Ceratium furca</i>							
<i>Ceratium breve</i>							
<i>Ceratium claviger</i>				164			
<i>Ceratium sp</i>							
<i>Oxatouxum sp</i>			491	667	819		
<i>Podolompas sp</i>		164					
<i>Amphidinium sp</i>						2500	164
<i>Gyrodinium sp</i>		1801	983	327			
<i>Gymnodinium sp</i>		164	164	327	164	491	164
DIVERSIDAD (H')		3.83	3.34	2.52	2.55	2.62	2.24

(Smayda, 1958) y se encontró su mayor abundancia en el área cercana a la boca del Golfo de California. Este género parece ser parte de una flora remanente del golfo (Round, 1967).

Los dinoflagelados más abundantes fueron *Gymnodinium sp.* y *Peridinium sp.*,

and tropical waters with low salinity. Blasco (1977) reported high abundance of this genus in the coastal areas off Baja California, associated with low salinity surface water of the California Current. Apparently, salinity is more important in restricting the distribution of phytoplankton than in controlling its abundance (Smayda, 1958); and temperature and

aunque con valores menores que las diatomeas (Tabla I). *Gymnodinium* sp. fue más frecuente en las estaciones de la Corriente de California y en aguas tropicales con baja salinidad. Blasco (1977) reportó altos valores de este género para la región costera de Baja California y asoció las abundancias con agua de baja salinidad de la superficie de la Corriente de California. Parece que la salinidad es más importante en limitar la distribución del fitoplancton que en gobernar su abundancia (Smayda, 1958); y en cierta forma la temperatura y salinidad reflejan la historia reciente de la comunidad fitoplanctónica en la columna de agua (Venrick, 1971). *Peridinium* sp. es un dinoflagelado tolerante a cambios de temperatura y salinidad y con una amplia distribución oceánica (Round, 1967), y se encontró presente en casi todas las estaciones muestreadas, excepto L, N y O. Este género ha sido considerado como el más representativo de los dinoflagelados tropicales; sin embargo, se ha reportado en áreas subtropicales y templadas (Smayda, 1958).

Las abundancias fitoplanctónicas más altas se encontraron en las estaciones J, K y KP (Tabla I). La contribución mayor fue debida a las diatomeas *Chaetoceros* sp., *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Cerataulina bergonii*, *Nitzschia* sp. y *Thalassiotrix mediterranea* (Tabla I). Los valores de diversidad (H') más altos, superiores a 3.00 (Tabla I), correspondieron a la zona de transición (J, K, KP), fuera del Golfo de California. Nienhius (1982) reportó altos valores de diversidad (2.50) para la región de la boca del Golfo. Esta alta diversidad parece estar relacionada con la mezcla del agua con diferentes características que ocurren en esta zona del océano Pacífico. La diversidad puede ser debida a la mezcla del fitoplancton contenido en los cuerpos de agua y/o a que se dan condiciones apropiadas para el desarrollo de distintas especies por la mezcla de diferentes masas de agua.

Hemiaulus hauckii y *Planktoniella sol* pueden usarse como especies indicadoras debido a su rango estrecho de distribución geográfica (Tabla I). Venrick (1971) clasificó a *Hemiaulus hauckii* como una especie característica del océano Pacífico central, asociada

salinity somehow show the phytoplankton community history in the water column (Venrick, 1971). *Peridinium* sp is a dinoflagellate that tolerates ample temperature and salinity changes, with a wide oceanic distribution (Round, 1967), and it was present at almost all the stations sampled, except L, N and O. This genus has been considered as the most representative tropical dinoflagellate species; however it has been reported for subtropical and temperate areas (Smayda, 1958).

Highest phytoplankton abundances were found for stations J, K and KP (Table I). Most abundant diatoms were *Chaetoceros* sp., *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Cerataulina bergonii*, *Nitzschia* sp and *Thalassiotrix mediterranea* (Table I). The highest diversity index values (H') (higher than 3.00) (Table I) were found in the transition area (J,K, KP) off the entrance to the Gulf of California. Nienhius (1982) reported high diversity values (2.50) for phytoplankton from the mouth of Gulf of California. These high diversity values seem to be related to mixing of waters of different characteristics, which meet in this area of the Pacific Ocean. These high diversity values are possibly due to mixing of phytoplankton assemblages in the water masses, or to many phytoplankton species finding appropriate conditions to grow in this region.

Hemiaulus hauckii and *Planktoniella sol* may be used as indicators of water masses due to their narrow geographic distribution range (Table I). Venrick (1971) classified *Hemiaulus hauckii* as characteristics of the central Pacific Ocean, associated with high surface temperature. This species has been reported in warm waters of the California coast during an El Niño event (Balech, 1959). We only found it at station K (24°C and 34.3‰). Station K was hydrographically very different from other stations with higher nutrient and chlorophyll concentrations (Gaxiola-Castro and Alvarez-Borrego, 1986). *Planktoniella sol* is a representative species of tropical waters, although its distribution range extends to subtropical and temperate regions (Smayda, 1958). We only found this species in station K, with low abundance.

con altas temperaturas superficiales. Esta especie ha sido reportada en aguas cálidas de la costa de California en un evento de El Niño (Balech, 1959). En este trabajo solamente se encontró en la estación K (24°C y 34.3°/oo); la cual tuvo características diferentes a todas las muestreadas, con una alta concentración de nutrientes y clorofila (Gaxiola-Castro y Alvarez-Borrego, 1986). *Planktoniella sol* es una especie representativa de condiciones tropicales, aunque su rango de distribución se extiende hacia el subtrópico y zonas templadas (Smayda, 1958). Esta especie se encontró solamente en la estación K, con una baja abundancia.

AGRADECIMIENTOS

A Alberto Zirino de NOSC por la invitación a participar en el crucero VARIFRONT II y a Manuel de J. Acosta Ruiz por la ayuda durante el muestreo. A Daniel Loya y Delia Hungar Sierra por la rápida obtención de los índices. Este trabajo contó con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología bajo proyecto PCCBCNA-021069.

LITERATURA CITADA

- Balech, E. (1959) The Changes in the Phytoplankton Population off the California Coast. CALCOFI Rep., 6:127-132.
- Blasco, D. (1977) Red Tide in the Upwelling Region of Baja California. Limnol. Oceanogr., 22: 25-263.
- Cupp, E.E. (1934) Analysis of Marine Phytoplankton Diatom Collections Taken from the Canal Zone to California during March, 1933. Trans. amer. Microsc. Soc., 53: 22-29.
- Gaxiola-Castro, G., Alvarez-Borrego, S. (1986) Photosynthesis Irradiance Relationship for Winter Phytoplankton in Pacific Waters off Mexico. Oceanol. Acta, 9: 497-501.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Alberto Zirino for his invitation to participate in the VARIFRONT II cruise. We also thank Manuel de Jesús Acosta-Ruiz for his help during field work. We thank Daniel Loya and Delia Hungar for the calculations of the diversity index. This work was supported by the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, under project PCCBNA-021069.

The author translated this paper into English.

- Nienhuis, H.J. (1982) Phytoplankton Characteristics in the Southern Part of the Gulf of California. CIBCASIO Trans., 6: 152-182.
- Round, F.E. (1967) The Phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its Composition, Distribution and Contribution to Sediments. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 1; 76-97.
- Shannon, C.E., Weaver, W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. Univ. of Illinois Press, Urbana. 117p.
- Smayda, T.J. (1958) Biogeographical Studies of Marine Phytoplankton. Oikos, 9: 158-191.
- Smayda, T.J. (1975) Net Plankton and the Greater than 20-micron Phytoplankton Size Fraction in Upwelling Waters off Baja California. Fish. Bull., 73: 38-50.
- Venrick, E.L. (1971) Recurrent Groups of Diatom Species in the North Pacific. Ecol., 52; 614-625.
- Utermöhl, H. (1958) Zur Vervollmnnung der Quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Ang. Limnol., 17, 47.