

## DIATOMEAS BENTONICAS EN BAHIA SAN QUINTIN, B. C.

por

David Uriel Hernández Becerril

y

Saúl Alvarez Borrego

Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C.  
Espinoza No. 843  
Ensenada, B. C.

HERNANDEZ BECERRIL, D.U. y S. Alvarez Borrego, 1983. Diatomeas bentónicas en Bahía San Quintín. *Ciencias Marinas*. 9 (2): 121-131.

### RESUMEN

Se tomaron muestras mensuales de sedimento superficial de una localización de Bahía San Quintín, de febrero a abril de 1982, para estudiar la composición específica de diatomeas bentónicas, contenido de clorofila a y sus feopigmentos. Además, se midió temperatura y contenido de materia orgánica. Se reconocieron 75 taxa (géneros, especies y variedades). Las diatomeas pennales fueron 88 %. Las asociaciones principales fueron: *Navicula cancellata* - *Amphora coffaeiformis*; y *A. coffaeiformis* - *Cocconeis scutellum*. La variación en el contenido de clorofila a del sedimento no tuvo relación con la abundancia de diatomeas bénticas. Esta abundancia no varió significativamente en el período de muestreo. Los índices de diversidad y de equitabilidad mostraron una muy baja dominancia.

### ABSTRACT

Monthly surface sediment samples were taken from a locality of Bahía San Quintín, from February through April 1982, to study the specific composition of benthic diatoms, content of chlorophyll a and its phaeopigments. Also, temperature was measured and analysis were done for organic matter content. 75 taxa were recognized (genera, species and varieties). Pennate diatoms were 88%. The main associations were: *Navicula cancellata*-*Amphora coffaeiformis*; and *A. coffaeiformis* - *Cocconeis scutellum*. Sediment chlorophyll a content variation had no relation with abundance of benthic diatoms. This abundance did not change significantly during the sampling period. Diversity and equitability indices showed very low dominance.

### INTRODUCCION

En aguas costeras las diatomeas bentónicas son productores primarios importantes. De ellas se nutren directamente numerosos invertebrados bentónicos y peces fitófagos (Odum, 1970; McIntire y Moore, 1977). No existen datos publicados sobre diatomeas bentónicas de las lagunas costeras de Baja California. El objetivo de este trabajo fue el estudiar las diatomeas bentónicas de

una zona de Bahía San Quintín expuesta en marea baja, caracterizando las principales asociaciones y estimando las abundancias relativas, densidades de individuos e índices de diversidad y equitabilidad. Bahía San Quintín es una laguna costera de Baja California cuya macrovegetación dominante es el pasto marino *Zostera marina*.

En marea baja se tomaron muestras del sedimento por triplicado en una zona expuesta al aire con sedimento compuesto principalmente de arena fina y en una porción sin pasto marino (Fig. 1). Para ésto se utilizó un tubo de plástico de 10 cm de longitud y 1.5 cm de diámetro. Los núcleos fueron  $\sim 5$  cm de longitud, e inmediatamente después de muestrearlos se refrigeraban con hielo en lo oscuro. Aproximadamente cinco horas después, al llegar al laboratorio en Ensenada, los núcleos se congelaban. Los muestreos se realizaron el 5 de febrero, 5 de marzo y 6 de abril de 1982. El lugar del muestreo fue aproximadamente el centro de un bajo,  $\sim 20$  m de uno de los canales principales. En cada ocasión se midió la temperatura hundiendo un termómetro en el sedimento.

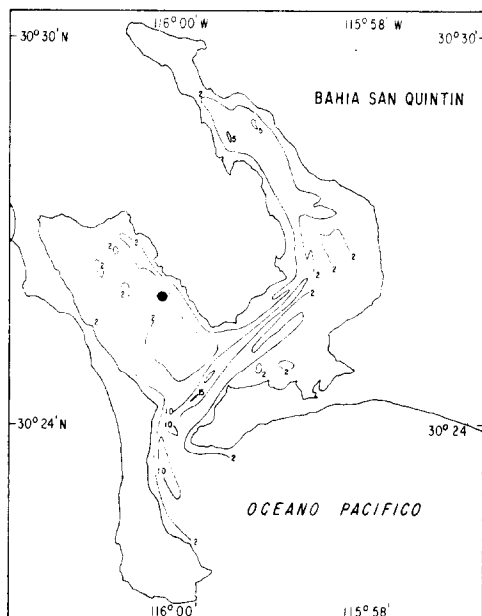


FIGURA 1. Localización del punto de muestreo (o).

La preparación de las diatomeas y determinación de materia orgánica se hizo en cada caso utilizando uno de los tres núcleos. Esto se hizo siguiendo el método de Schrader (1972), tamizando en húmedo a través de un filtro de 125  $\mu\text{m}$  y aforando a 100 ml con agua destilada. Para cada preparación se tomaron 2 ml y el montaje se reali-

zó en Hyrax y sobre plancha caliente (Hasle y Fryxell, 1970). El conteo se realizó siguiendo el método de Edmonson (1974) utilizando cinco preparaciones de cada muestra y observando a 400 x, con un microscopio Karl Zeiss, modelo 473011-9901. La identificación se realizó siguiendo los trabajos de Schonfeldt (1907), Gemenhardt (1935), Zanon (1940), Wood (1963), Hendey (1964), Licea (1974) y Jiménez (1976).

Para la determinación de clorofila y feofitina a se usó un núcleo partido en dos réplicas. Para ésto se siguió el método espectrofotométrico de Lorenzen (1967), con ecuaciones modificadas por Plante-Cuny (1973) para reportar los datos en  $\mu\text{g}$  de pigmento por gramo de peso seco de sedimento. Las determinaciones se hicieron para el cm superficial de sedimento extrayendo los pigmentos de acuerdo con Tiejten (1968).

El índice de diversidad se estimó con la ecuación de Shanon-Wiener, utilizando  $\ln$ :

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde  $p_i$  es la abundancia relativa de la especie  $i$  ( $n_i/N$ ; donde  $N$  es el número total de individuos). El índice de equitabilidad usado es  $E = H'/H'_{\text{max}}$ , donde  $H'_{\text{max}} = 1/n$ , y  $S$  es el número de especies.

La temperatura *in situ* del sedimento disminuyó sucesivamente de febrero a abril, con 1°C de diferencia entre estos meses (Tabla 1). Ya que el muestreo se realizó aproximadamente a la misma hora en todos los casos, esta variación no puede atribuirse a cambios diurnos. Alvarez Borrego y Alvarez Borrego (1982) reportaron temperaturas para la columna de agua más bajas en abril que en marzo de 1980, debido a la incidencia de surgencias en abril. Además, en abril de 1982 los vientos fueron perceptiblemente más intensos que en febrero.

La concentración de clorofila a aumentó, y la de feopigmentos disminuyó, de febrero a abril. La razón de las absorvancias de la solución conteniendo los pigmentos antes y después de agregar ácido (Fo/Fa) (Lorenzen, 1967) también aumentó en concor-

TABLA I. Densidad de diatomeas, índice de diversidad, índice de equitabilidad, contenido de clorofila a y feopigmentos, y razón Fo/Fa, en el cm superficial de sedimento. Las concentraciones están dadas por gramo de peso de sedimento. Fo y Fa son la absorbancia en la solución de pigmentos, a 665 nm, antes y después de agregar el ácido, respectivamente.

	Densidad (Cels/gr)	Índice de diversidad	Índice de equitabilidad	Materia orgánica mg/gr	T °C	Clorofila a ug/gr	Feopigmentos Mg/gr	Razón Fo/Fa
FEBRERO	239 000	2.90	0.75	1.5	18.5	3.1	7.2	1.2
MARZO	243 000	3.17	0.79	1.0	18.0	3.7	4.9	1.3
ABRIL	203 000	3.11	0.80	1.5	17.5	5.7	1.7	1.5

dancia con lo anterior. La clorofila a y sus feopigmentos mostraron concentraciones del orden de  $10^{-3}$  con respecto a las de materia orgánica total. Esta casi no varió con el tiempo (Tabla I). La concentración de clorofila a no es un índice apropiado de la biomasa de microalgas bentónicas, ya que puede derivarse en parte de fitoplancton y macrofitas. La concentración mayor de feopigmentos en febrero se pudo haber debido a una mayor degradación de pastos marinos, misma que disminuyó hacia el comienzo de la primavera.

Se identificaron un total de 75 taxa en los tres muestreos (géneros, especies y variedades), mismos que se enlistan en la Tabla II. 88% de las taxa corresponden al grupo de las diatomeas pennales y 12% al de las centrales. Las especies mas abundantes fueron: *Navicula cancellata*, *Amphora coffaeiformis*, *Cocconeis scutellum*, *C. disrupta* y *Opephora pacifica*. La composición específica varió muy poco de muestreo a muestreo. Lo mas notable fue la variación de la abundancia relativa. Cabe hacer notar que no todas las especies de diatomeas se reportan ya que el tamizado para eliminar arena excluyó también a las diatomeas mayores de 125  $\mu$ m. La mayoría de las especies centrales reportadas en la Tabla II pertenecen al fitoplancton nerítico. Solo hay algunas bentónicas: *Coscinodiscus lineatus*, que es epifita (Licea, 1974); *Cyclotella striata*; *C. kutzingiana*; *Melosira sulcata*; y *Biddulphia alternans*. La gran mayoría de las diatomeas pennales son propias del bentos y muchas de ellas son quizá epifitas de *Zostera marina* (McIntire y Moore, 1977).

Las asociaciones principales fueron: *Navicula cancellata* - *Amphora coffaeiformis*; y *A. coffaeiformis* - *Cocconeis scutellum*; con *Cocconeis disrupta* y *Opephora pacifica* como subdominantes.

La densidad no varió significativamente de febrero a abril (Tabla I). Esto implica una baja relación entre la variación de clorofila a y la abundancia de diatomeas bénticas. La diversidad fue alta y varió muy poco en los muestreos. El índice de equitabilidad muestra muy baja dominancia (Tabla I). McIntire y Overton (1971) hicieron un estudio de diatomeas bentónicas en el estuario del río Yaquina, Oregón, mediante la colonización de sustratos artificiales. En su estación mas cercana al mar encontraron índices de diversidad calculados con la ecuación de Shanon-Wiener de 2.34 a 2.85, y con 11 a 42 taxa presentes. En nuestro caso los índices variaron de 2.90 a 3.17, con 48 a 55 taxa (Tabla II).

## RECONOCIMIENTOS

Se agradece a la Dra. Silvia Ibarra Obando la oportunidad de haber participado en sus viajes de muestreo a Bahía San Quintín. A la Dra. Adriana Jorajuria por haber permitido el uso del microscopio Karl Zeiss. Y al Ocean. Gilberto Gaxiola Castro por su ayuda en los análisis de laboratorio. Para la realización de la etapa final de este trabajo se contó con el apoyo de CONACYT mediante proyecto de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico No. PCCBNA-020120.

TABLA II. Lista de las taxa de diatomeas identificadas y su abundancia relativa para cada muestreo (abundancia relativa  $n_i/N$  multiplicada por 100). En la parte superior se indican las fechas de muestreo.

	5-II-82	5-III-82	6-IV-82
<i>Achnanthes dispar</i> Cleve	0.239	1.202	0.753
<i>A. delicatula</i> (Kutzing) Grunow	1.196	0.200	0.367
<i>A. longipes</i> Agardh		0.200	
<i>Amphiprora alata</i> (Ehrenbert) Kutzing	0.717	0.200	1.102
<i>Amphora coffaeiformis</i> (Agardh) Kutzing	14.354	17.234	18.566
<i>A. costata</i> Grunow	4.067	3.206	0.551
<i>A. decussata</i> Grunow	0.478	0.400	
<i>A. dubia</i> Grégory	1.913	3.406	
<i>A. spectabilis</i> Grégory	0.478		0.239
<i>A. graeffi</i> var. <i>minor</i> Peragallo			2.573
<i>A. granulata</i> Grégory	2.631	1.603	3.125
<i>A. hyalina</i> Kutzing			2.205
<i>A. laevis</i> Grégory	4.306	0.200	0.367
<i>A. ostrearia</i> (Brébison) Kutzing	0.239		
<i>A. proteus</i> Grégory	1.196		0.919
<i>A. robusta</i> Grégory	2.392	0.801	0.919
<i>Amphora</i> sp. <i>a</i>	0.478		
<i>Amphora</i> sp. <i>b</i>		0.200	
<i>Biddulphia alternans</i> (Bailey) V. Heurck	0.478	0.801	
<i>B. aurita</i> (Lynsbye) Brébison			0.183
<i>B. mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	1.196	0.801	
<i>Cocconeis disrupta</i> Grégory	3.827	8.416	5.330
<i>C. distans</i> Grégory	0.717	1.603	2.389
<i>C. maxima</i> (Grunow) Peragallo	0.239	1.803	2.573
<i>C. paniformis</i> Brun	2.631	2.204	1.102
<i>C. pseudomarginata</i> Grégory	1.674	4.408	
<i>C. scutellum</i> Ehrenberg	3.827	13.026	4.411
<i>C. sublitoralis</i> Hendey	3.110	2.805	0.367
<i>Cocconeis</i> sp. <i>a</i>			2.941
<i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg			0.367
<i>C. lineatus</i> Ehrenberg		0.601	0.183
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg		0.200	0.183
<i>Cyclotella kutzingiana</i> Thwaites		0.200	
<i>C. striata</i> (Kutzing) Grunow		0.200	0.367
<i>Dimerogramma marinum</i> Ralfs	0.239	1.002	
<i>Diploneis lineata</i> (Donkin) Cleve		0.200	0.183
<i>D. notabilis</i> (Greville) Cleve	0.239		
<i>D. splendida</i> (Greville) Cleve	0.196	1.002	0.183

BENTHIC DIATOMS IN SAN QUINTIN

TABLA II. (Continuación)

	5-II-82	5-III-82	6-IV-82
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow		0.601	0.367
<i>Eunotogramma marinum</i> (W. Smith) Peragallo		0.200	
<i>Gramatophora marina</i> (Lyngbye) Kutzing		0.200	0.183
<i>Gyrosigma attenuatum</i> Kutzing		0.200	
<i>G. spenceri</i> W. Smith	0.717	0.601	1.470
<i>Melosira sulcata</i> (Ehrenberg) Kutzing			0.183
<i>Navicula cancellata</i> Donkin	20.574	7.214	20.955
<i>N. clavata</i> Grégory	1.196	0.400	
<i>N. clementis</i> Grunow	1.196	2.805	4.227
<i>N. cruciculoides</i> Brockmann		0.801	0.735
<i>N. digito-radiosa</i> (Grégory) Ralfs		2.004	
<i>N. directa</i> (W. Smith) Ralfs	0.956	0.200	
<i>N. florinae</i> Moller		0.801	
<i>N. forcipata</i> Greville	0.956	1.002	0.551
<i>N. granulata</i> Bailey	0.239	0.601	0.551
<i>N. hyalina</i> Donkin	0.239		
<i>N. pennata</i> Schmidt	4.545	2.404	1.838
<i>Navicula sp. a</i>	0.956		0.367
<i>Navicula sp. b</i>	0.239	0.200	
<i>Navicula sp. c</i>	4.545	1.002	0.183
<i>Nitzschia angularis</i> W. Smith	0.239	0.200	
<i>N. distans</i> Grégory			1.286
<i>N. laevissima</i> Grunow	0.239		
<i>N. longa</i> Grunow	0.239		
<i>N. minutissima</i> W. Smith	0.239		0.367
<i>N. panduriformis</i> Grégory	0.239		
<i>Opephora marina</i> (Grégory) Petit	1.674	2.004	2.757
<i>O. pacifica</i> (Grunow) Petit	5.023	3.807	8.272
<i>Plagiogramma wallichianum</i> Greville			0.183
<i>Pleurosigma formosum</i> W. Smith			0.183
<i>Raphoneis amphiceros</i> Ehrenberg	0.478	0.601	0.551
<i>R. surirella</i> (Ehrenberg) Grunow	0.239	1.002	1.838
<i>Surirella recedens</i> A. S.	0.239	0.200	
<i>Synedra vaucheriae</i> Kutzing		0.400	
cf. <i>Achnanthes sp.</i>	0.956	0.801	0.183
cf. <i>Amphipleura sp.</i>		0.200	0.551
cf. <i>Fragilaria sp.</i>		0.200	

## DIATOMEAS BENTONICAS EN SAN QUINTIN

### LITERATURA CITADA

- ALVAREZ BORREGO, J. and S. Alvarez Borrego. 1982. Temporal and spatial variability of temperature in two coastal lagoons. CalCoFI Rep. 23: 188-197.
- EDMONSON, W. T. 1974. A simplified method for counting phytoplankton. In: Vollenweider, R. A. (Ed.). A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments, 2nd Ed. IBP Handbook No. 12. Blackwell Sci. Pub. Oxford. Pp. 14-16.
- GEMEINHARDT, K. 1935. Diatomeen von der wertkuste Norwegens. Ber. Deutschs. Bot. Gessell. 53: 42-142.
- HASLE, G. R. and G. A. Fryxell. 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. Trans. Amer. Microsc. Soc. 89 (4): 469-474.
- HENDEY, N. I. 1964. An Introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Par. IV and V. Bacillariophyceae. Fish Inv. London 1-317 pp..
- JIMENEZ, R. S. 1976. Diatomeas y silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Inst. Oceanogr. de la Armada. Guayaquil, Ecuador. 1-73.
- LICEA, S. D. 1974. Sistemática y distribución de diatomeas de la laguna de Agiabampo, Son./Sin., México. An. Centro Cienc. Mar y Limnol. U.N.A.M. 1 (1): 99-156.
- LORENZEN, C. J. 1967. Determination of chlorophyll and pheophytin spectrophotometric equation. Limnol. Oceanogr. 12: 343-346.
- McINTIRE, C. D. and W.M. Moore. 1977. Marine littoral diatoms -Ecological considerations. In: Werner, D. (Ed.). The biology of diatoms. Blackwell Sci. Pub. Oxford pp. 33-371.
- McINTIRE, C. D. and W.S. Overton. 1971. Distributional patterns in assemblages of attached diatoms for Yaquina Estuary, Oregon. Ecol. 52: 758-77.
- PLANTE-CUNY, M. R. 1973. Recherches sur la production primaire benthique en milieu tropical. I. Variations de la production primaire et des teneurs en pigments photosynthétiques sur quelques fonds sableux, valeur des resultants obtenus par la méthode du <sup>14</sup>C. Cah. ORSTOM, ser. Oceanogr. 9 (3): 317-348.
- ODUM, W. E. 1970. Utilization of the direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet *Mugil cephalus*. In: Steel, J. H. (Ed.). Marine food chains. Oliver and Boyd. Edimburgh. p.p. 222-240.
- SCHONFELDT, VON H. 1970. Diatomaceae Germaniae. Die Deutschen Diatomeen des süßwassers und des Brackwassers. Verlag von W. Junk. Berlin.
- SCHRADER, H. J. 1972. Proposal for a standardized method of cleaning diatoms marine sediments. Nova Hedwigia 45: 403-409.
- TIEJTEN, J. H. 1968. Chlorophyll and phaeopigments in estuarine sediments. Limnol. Oceanogr. 13: 189-192.
- WOOD, E. J. F. 1963. A study of the diatom flora of freshwater sediments of the South Texas Bays and adjacent waters. Publ. Inst. Mar. Sci. Texas 9: 237-310.
- ZANON, V. 1940. Diatomee di Rovigno. Terzo contributo alla flora diatomologica dell' Adriatico. Thallasia 3 (9): 1-72.

# BENTHIC DIATOMS IN SAN QUINTIN BAY, B. C.

by

David Uriel Hernández Becerril  
and  
Saúl Alvarez Borrego

Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C.  
Espinoza No. 843  
Ensenada, B.C.

HERNANDEZ-BECERRIL, D.U. and S. Alvarez-Borrego, 1983. Benthic diatoms in San Quintin Bay. *Ciencias Marinas*, 9(2): 121-131.

## INTRODUCTION

Benthic diatoms are important primary producers in coastal waters. Numerous benthic invertebrates and phytophagous fishes eat directly on them (Odum, 1970; McIntire and Moore, 1977). There are no published data on benthic diatoms of Baja California coastal lagoons. The objective of this work was to study the benthic diatoms of an intertidal area of Bahia San Quintin, characterizing the main associations and estimating relative abundances, species densities, and diversity and equitability indices. Bahia San Quintin is a coastal lagoon of Baja California which dominant macrovegetation is the seagrass *Zostera marina*.

Sampling was done on February 5th, March 5th and April 6th, 1982. The sampling site was approximately in the middle of a shallow area,  $\approx 20$  m from one of the main channels. Each time, during low tide, we took three sediment samples in a portion exposed to the air (Fig. 1). This area had no seagrass, and the sediment was mainly composed of fine sand. We used a 10 cm length, 1.5 cm diameter, plastic tube. The cores were  $\approx 5$  cm length and we put them in the dark in a box with ice, immediately after sampling. Temperature was measured sinking a thermometer in the sediment. Approximately five hours after sampling, in

the Ensenada laboratory, we froze the cores.

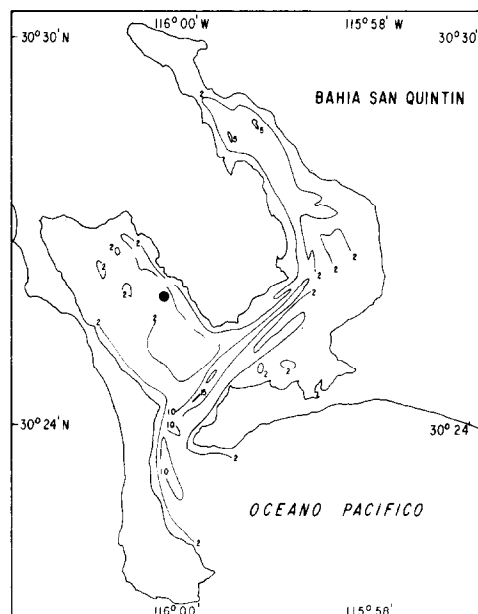


FIGURE 1. Sampling point location (o).

One of the cores from each sampling was used for organic matter analysis and the

BENTHIC DIATOMS IN SAN OUINTIN

diatoms preparations. The latter were done following Schrader (1972), with wet sifting through a 125 µm filter and adjusting the volume to 100 ml with distilled water. For each preparation we used 2 ml with Hyrax and over hot plate (Hasle and Fryxell, 1970). The counting was done following Edmonson (1974), using five preparations from each sample and observing at 400 x, with a Karl Zeiss microscope, model 473011-9901. Identification was done following Schonfeldt (1907), Gemenhardt (1935), Zanon (1940), Wood (1963), Hendeby (1964), Licea (1974) and Jimenez (1976).

For chlorophyll and phaeophytin a analysis we used a core cut longitudinally into two replicates. We used the spectrophotometric method of Lorenzen (1967), with equations modified by Plante-Cuny (1973) to report data in µg of pigment per gram of sediment dry weight. Determinations were made for the 1 cm of surface sediment, extracting pigments according to Tiejten (1968).

The diversity index was estimated with the Shanon-Wiener equation, using ln:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

where  $p_i$  is the relative abundance of species  $i$  ( $p_i = n_i/N$ ; where  $N$  is the total number of organisms). We used the equitability index  $E = H'/H'_{max}$ , where  $H'_{max} = \ln S$ , and  $S$  is the number of species.

The sediment *in situ* temperature decreased from February through April, with 1°C difference between these two months (Table I). Sampling was done approximately at the same hour in all cases. Thus, this temperature variation can not be due to diurnal changes. Alvarez Borrego and Alvarez-Borrego (1982) reported lower water column temperature for April than for March, 1980, due to upwelling waters entering the bay in April. Furthermore, in April of 1982 winds were more intense than in February.

Chlorophyll a concentration increased, and that of phaeopigments decreased, from February through April. The absorbance ratio of the solution containing the pigments, before and after acidifying, (Fo/Fa) (Lorenzen, 1967) also increased from February through April, in accordance with the pigment variation. Chlorophyll and phaeophytin a had concentrations of about  $10^{-3}$  times those of total organic matter. The latter almost did not vary with time (Table I). Chlorophyll a concentration is not an appropriate index of benthic microalgae biomass, because it can come partly from phytoplankton and macrophytes. The greater phaeopigment concentration in February could be due to a greater seagrass degradation, which decreased towards the beginning of spring.

A total of 75 taxa were identified from the three samplings (genera, species and varieties) (Table II). 88% of the taxa were pennate diatoms and 12% were centric. The most abundant species were: *Navicula cancellata*, *Amphora coffaeiformis*, *Cocco-*

TABLE I. Diatom density, diversity index, equitability index, organic matter content of sediment, T°C, chlorophyll a and phaeopigments, and Fo/Fa ratio, in the surface cm of sediment. Fo and Fa are the absorbance of the pigment solution, at 665 nm, before and after adding acid, respectively.

	Densidad (Cels/gr)	Indice de diversidad	Indice de equitabilidad	Materia orgánica mg/gr	T°C	Clorofila a ug/gr	Fo/pigmentos Mg/gr	Razón Fo/Fa
FEBRERO	239 000	2.90	0.75	1.5	18.5	3.1	7.2	1.2
MARZO	243 000	3.17	0.79	1.0	18.0	3.7	4.9	1.3
ABRIL	203 000	3.11	0.80	1.5	17.5	5.7	1.7	1.5



TABLE II. List of identified diatoms' taxa and their relative abundance for each sampling (relative abundance is 100 n<sub>i</sub>/N). Sampling dates are shown on the upper part.

	5-II-82	5-III-82	6-IV-82
<i>Achnanthes dispar</i> Cleve	0.239	1.202	0.753
<i>A. delicatula</i> (Kutzing) Grunow	1.196	0.200	0.367
<i>A. longipes</i> Agardh		0.200	
<i>Amphiprora alata</i> (Ehrenbert) Kutzing	0.717	0.200	1.102
<i>Amphora coffaeiformis</i> (Agardh) Kutzing	14.354	17.234	18.566
<i>A. costata</i> Grunow	4.067	3.206	0.551
<i>A. decussata</i> Grunow	0.478	0.400	
<i>A. dubia</i> Grégory	1.913	3.406	
<i>A. spectabilis</i> Grégory	0.478		0.239
<i>A. graeffi</i> var. <i>minor</i> Peragallo			2.573
<i>A. granulata</i> Grégory	2.631	1.603	3.125
<i>A. hyalina</i> Kutzing			2.205
<i>A. laevis</i> Grégory	4.306	0.200	0.367
<i>A. ostrearia</i> (Brébison) Kutzing	0.239		
<i>A. proteus</i> Grégory	1.196		0.919
<i>A. robusta</i> Grégory	2.392	0.801	0.919
<i>Amphora</i> sp. <i>a</i>	0.478		
<i>Amphora</i> sp. <i>b</i>		0.200	
<i>Biddulphia alternans</i> (Bailey) V. Heurck	0.478	0.801	
<i>B. aurita</i> (Lynsbye) Brébison			0.183
<i>B. mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	1.196	0.801	
<i>Cocconeis disrupta</i> Grégory	3.827	8.416	5.330
<i>C. distans</i> Grégory	0.717	1.603	2.389
<i>C. maxima</i> (Grunow) Peragallo	0.239	1.803	2.573
<i>C. paniformis</i> Brun	2.631	2.204	1.102
<i>C. pseudomarginata</i> Grégory	1.674	4.408	
<i>C. scutellum</i> Ehrenberg	3.827	13.026	4.411
<i>C. sublitoralis</i> Hendeby	3.110	2.805	0.367
<i>Cocconeis</i> sp. <i>a</i>			2.941
<i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg			0.367
<i>C. lineatus</i> Ehrenberg		0.601	0.183
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg		0.200	0.183
<i>Cyclotella kutzingiana</i> Thwaites		0.200	
<i>C. striata</i> (Kutzing) Grunow		0.200	0.367
<i>Dimerogramma marinum</i> Ralfs	0.239	1.002	
<i>Diploneis lineata</i> (Donkin) Cleve		0.200	0.183
<i>D. notabilis</i> (Greville) Cleve	0.239		
<i>D. splendida</i> (Greville) Cleve	0.196	1.002	0.183

BENTHIC DIATOMS IN SAN QUINTIN

TABLE II (continued)

	5-II-82	5-III-82	6-IV-82
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow		0.601	0.367
<i>Eunotogramma marinum</i> (W. Smith) Peragallo		0.200	
<i>Gramatophora marina</i> (Lyngbye) Kutzing		0.200	0.183
<i>Gyrosigma attenuatum</i> Kutzing		0.200	
<i>G. spenceri</i> W. Smith	0.717	0.601	1.470
<i>Melosira sulcata</i> (Ehrenberg) Kutzing			0.183
<i>Navicula cancellata</i> Donkin	20.574	7.214	20.955
<i>N. clavata</i> Grégory	1.196	0.400	
<i>N. clementis</i> Grunow	1.196	2.805	4.227
<i>N. cruciculoides</i> Brockmann		0.801	0.735
<i>N. digito-radiosa</i> (Grégory) Ralfs		2.004	
<i>N. directa</i> (W. Smith) Ralfs	0.956	0.200	
<i>N. florinae</i> Moller		0.801	
<i>N. forcipata</i> Greville	0.956	1.002	0.551
<i>N. granulata</i> Bailey	0.239	0.601	0.551
<i>N. hyalina</i> Donkin	0.239		
<i>N. pennata</i> Schmidt	4.545	2.404	1.838
<i>Navicula sp. a</i>	0.956		0.367
<i>Navicula sp. b</i>	0.239	0.200	
<i>Navicula sp. c</i>	4.545	1.002	0.183
<i>Nitzschia angularis</i> W. Smith	0.239	0.200	
<i>N. distans</i> Grégory			1.286
<i>N. laevisissima</i> Grunow	0.239		
<i>N. longa</i> Grunow	0.239		
<i>N. minutissima</i> W. Smith	0.239		0.367
<i>N. panduriformis</i> Grégory	0.239		
<i>Opephora marina</i> (Grégory) Petit	1.674	2.004	2.757
<i>O. pacifica</i> (Grunow) Petit	5.023	3.807	8.272
<i>Plagiogramma wallichianum</i> Greville			0.183
<i>Pleurosigma formosum</i> W. Smith			0.183
<i>Raphoneis amphicerus</i> Ehrenberg	0.478	0.601	0.551
<i>R. surirella</i> (Ehrenberg) Grunow	0.239	1.002	1.838
<i>Surirella recedens</i> A. S.	0.239	0.200	
<i>Synedra vaucheriae</i> Kutzing		0.400	
cf. <i>Achnanthes sp.</i>	0.956	0.801	0.183
cf. <i>Amphipectus sp.</i>		0.200	0.551
cf. <i>Fragilaria sp.</i>		0.200	

*neis scutellum*, *C. disrupta* y *Opephora pacifica*. The species composition changed little from sampling to sampling; although relative abundance changed notably. Not all diatom species are reported, because sifting to eliminate sand also excluded diatoms larger than 125  $\mu\text{m}$ . Most centric species reported in Table II are from neritic phytoplankton; there are only some benthic species: *Coscinodiscus lineatus*, which is epyphyte (Licea, 1974); *Cyclotella striata*; *C. kutzingiana*; *Melosira sulcata*; y *Bidulphia alternans*. Most of the pennate diatoms are benthic and many of them perhaps are epyphytes of *Zostera marina* (McIntire and Moore, 1977).

The main associations were: *Navicula cancellata* - *Amphora coffaeiformis*;

and *A. coffaeiformis* - *Cocconeis scutellum*; with *Cocconeis disrupta* and *Opephora pacifica* as subdominants.

Density did not change significantly from February through April (Table I). This indicates a low correlation between chlorophyll a and abundance of benthic diatoms. Diversity was high and changed little from sampling to sampling. The equitability index shows a very low dominance (Table I). McIntire and Overton (1971) studied the benthic diatoms of the Yaquina river estuary, Oregon, using artificial substrates. In their sampling location closest to the sea, they found Shanon-Wiener diversity indices of 2.34 to 2.85, with 11 to 42 taxa. In our case, this index varied from 2.90 to 3.17, with 48 to 55 taxa (Table II).