

**VARIACION DE LA ESTRUCTURA FITOPLANCTONICA EN  
PUERTO DON JUAN, BAHIA DE LOS ANGELES, BAJA CALIFORNIA**

**VARIATION OF THE PHYTOPLANKTON STRUCTURE IN  
PUERTO DON JUAN, BAHIA DE LOS ANGELES, BAJA CALIFORNIA**

Eduardo Santamaría del Angel  
Roberto Millán Núñez

Facultad de Ciencias Marinas  
Universidad Autónoma de Baja California  
Apartado Postal 453  
Ensenada, Baja California, México

*Ciencias Marinas* (1991), Vol. 17, No. 2, pp. 1-24.

**RESUMEN**

Se generó una serie de tiempo con muestras cada dos horas, en superficie y a 5 m a partir del 6 al 12 de agosto de 1986 en una estación fija en Puerto Don Juan (Bahía de los Angeles). Además, se realizaron arrastres subsuperficiales con una red cónica estándar de 75  $\mu$ m de luz de malla en flujo y reflujo del centro de la laguna hacia la boca. Se encontró una taxocenosis compuesta de 242 taxa, las cuales están repartidas en 86 géneros, 223 especies, 27 variedades y 6 formas. Puerto Don Juan tuvo abundancias cuyos valores son sumamente elevados para toda la estructura fitoplanctónica. En mareas vivas, la estructura fitoplanctónica se encontró homogéneamente distribuida en la columna de agua y, a medida que la amplitud de marea decreció, se detectaron diferencias entre las dos profundidades de estudio debido a la estratificación del medio ambiente. En el período de muestreo se encontró que las especies dominantes se mantienen en la laguna independientes de los cambios diarios, y que las no dominantes dependen de los cambios del medio ambiente. El mejor indicador de la fluctuación de la estructura fitoplanctónica lagunar a nivel taxonómico, está constituida al nivel género.

**ABSTRACT**

A time series with samplings every two hours was generated, on surface and at 5 m depth from august 6th to the 12th of 1986 in a fixed station at Puerto Don Juan (Bahía de los Angeles). Subsurface aimed trawlings were carried out with a conic standard mesh of 75 $\mu$ m of flux and reflux from the centre of the lagoon to the inner mouth. A taxocenosis composed of 242 taxa was found, which is divided in 86 genera, 223 species, 27 varieties and 6 forms. Puerto Don Juan presented abundances in values which are very high for the whole phytoplanktonic structure. During spring tides, the phytoplanktonic structure was found to be distributed homogeneously in the water column, and when the tide amplitude decreased some differences were detected between the two depths under study due to the stratification of the environment. During the sampling period it was found that the dominant species stayed in the lagoon even the daily changes, and the non dominants depended on the environment changes. The best indicator of the fluctuation in the lagoon phytoplanktonic structure in terms of taxonomic level is constituted at genus level.

## INTRODUCCION

En las últimas décadas, uno de los intereses en la investigación nacional, y muy probablemente mundial, ha sido el entender los patrones de fluctuación biótica que se dan en una laguna costera. En 1980, la UNESCO plantea que el problema para entender dichos patrones puede ser la heterogeneidad metodológica, la cual puede estimar erróneamente los parámetros de estudio. De esto, surge el llamado urgente, desde 1981, de homogeneizar e intercalibrar las metodologías de estudio para este tipo de cuerpos de agua (UNESCO, 1987).

Por otro lado, este esclarecimiento metodológico se debe de enfocar primero a los productores primarios, ya que van a ser éstos los que rijan el flujo de materia orgánica a niveles superiores.

Una de las muchas maneras de abordar este problema la propone UNESCO (1987), al plantear que se debe de examinar el espectro de diversidad a diferentes regímenes de muestreo, para así observar la variabilidad a corta y gran escala.

Muchos autores que han trabajado a una escala de muestreo mayor a un mes, no han encontrado ninguna relación bien definida entre las estructuras físico-química y fitoplanctónica (v.gr. Nienhuis, 1980; Martínez-Peñalver, 1982; Nienhuis y Guerrero-Caballero, 1985 entre muchos otros).

Algunos autores (v.gr. Margalef, 1978), explican lo anterior argumentando que cuando la intensidad de muestreo cae en intervalos mensuales, no se pueden detectar eventos sumamente importantes que se dan intersemanalmente, tales como las variaciones del prisma de mareas.

Los investigadores que trabajan en escalas menores a días, han reportado para los parámetros fitoplanctónicos, diferencias entre mareas altas y bajas (Riaux y Douvillé, 1980; Jegadeesan and Ayyakkannu, 1986), diferencias cada hora (Millán-Núñez y Alvarez-Borrego, 1978), además de diferencias diurnas y semi-diurnas (Alvarez-Borrego y Nájera de Muñoz, 1979; Frechette y Legendre, 1982), dando como consecuencia que existan diferencias dentro de un mismo ciclo de mareas (Blanco, 1985; Santamaría del Angel, 1989a).

El objetivo de la presente investigación es el de analizar la estructura fitoplanctónica en Puerto Don Juan (Bahía de los Angeles)

## INTRODUCTION

During the last decades, one of the main interests in national research, and probably world wide, has been to understand the biotic fluctuation patterns that are occurring in a coastal lagoon. In 1980, UNESCO proposed that the problem to understand these patterns could be the methodological heterogeneity, which could be estimating erroneously the study parameters. Due to this arises the urgent calling, from 1981, to homogenize and intercalibrate the methodologies for the study of these kind of water bodies (UNESCO, 1987).

Otherwise, this methodological enlightenment must be focused first to the primary producers because these take the flux of organic matter to superior levels.

One of the many different ways to approach this problem has been proposed by UNESCO (1987) suggesting that the diversity spectra must be examined at different sampling regimes, and so look for the variability at micro and macro scale.

Many authors that have been working with a sampling scale in more than a month, have not found any kind of relation well defined between the physico chemical and phytoplanktonic structure (e.g. Nienhuis, 1980; Martínez-Peñalver, 1982; Nienhuis y Guerrero-Caballero, 1985 among some others).

Some studies (e.g. Margalef, 1978) explain this arguing that when the intensity of sampling fall in monthly intervals, it will not be possible to detect very important events that occur during the week, like the tidal prism variations.

Researchers that are working on scales lesser than days, have reported for the phytoplanktonic parameters, differences between the high and low tides (Riaux and Douvillé, 1980; Jegadeesan and Ayyakkannu, 1986), each hour differences (Millán-Núñez and Alvarez Borrego, 1978), diurnal and semi-diurnal differences (Alvarez-Borrego and Nájera de Muñoz, 1979; Frechette and Legendre, 1982), giving as consequence the existence of differences in the same tidal cycle (Blanco, 1985; Santamaría del Angel, 1989a).

The purpose of this study is to analyze the phytoplanktonic structure in Puerto Don Juan (Bahía de los Angeles) for the summer of 1986, during the spring and neap tides period, in terms to establish if this structure has been

para verano de 1986, en un período de mareas vivas y muertas, con el fin de establecer si dicha estructura es afectada de una manera integral o en alguno de sus componentes y determinar cual es el nivel taxonómico fitoplanctónico que responde mejor a estos cambios.

## AREA DE ESTUDIO

Puerto Don Juan se localiza en la porción suroriental de Bahía de los Angeles (Fig. 1), entre las coordenadas 28°57'2" y 28°57'10" N y 113°27'20" y 113°26'20" O.

Su área es aproximadamente 1.7 km<sup>2</sup>, su longitud de 2.3 km y su profundidad alcanza hasta los 15 m en la boca. La mayor parte de la laguna cuenta con una pendiente abrupta, a excepción de las áreas con arena en su margen costero, en las cuales la pendiente se suaviza considerablemente.

## MATERIALES Y METODOS

La colecta de agua de mar se llevó a cabo mediante botellas Van Dorn, cada dos horas en dos profundidades (superficie y 5 m), del 6 al 12 de agosto de 1986, durante el período de mareas vivas y muertas (Fig. 2), en una estación fija localizada en la boca de la laguna (Fig. 1). Las muestras de fitoplancton fueron almacenadas en botellas plásticas oscuras Nalgene de 250 ml de capacidad y fijadas-preservadas con lugol con base de acetato de sodio, de acuerdo a la fórmula reportada por Descolas-Gros (1978).

Se realizaron dos arrastres subsuperficiales diarios (a excepción de los días 8 y 12), del centro de la laguna hacia la estación fija, con una red cónica estándar #20 (75 µm de luz de malla), en flujo (5) y reflujo (5) de marea. El tiempo de arrastre fue de dos y medio minutos debido a la gran abundancia fitoplanctónica durante el período de estudio. El material colectado mediante la red fue fijado-preservado con formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio (borax).

En el laboratorio se analizaron las muestras de red en un microscopio de contraste de fases Bausch & Lomb, modelo Baplan, contando 1,000 organismos por muestra, según el criterio de Mukai y Takimoto (1985).

Las muestras de agua se analizaron en un microscopio invertido con contraste de

afectado en una forma global o en algunos de sus componentes, y para determinar cuál es el nivel taxonómico fitoplanctónico que responde mejor a estos cambios.

## STUDY AREA

Puerto Don Juan is located in the southeastern portion of Bahía de los Angeles (Fig. 1), between parallels 28°57'2" and 28°57'10" N and 113°27'20" and 113°26'20" W meridians.

The area is approximately 1.7 km<sup>2</sup>, its length is 2.3 km and its depth reaches 15 m in the mouth. Most of the lagoon has a steep slope except for the sandy areas on the coastal border where the slope gets smoother.

## MATERIALS AND METHODS

The sea water samples were collected with Van Dorn bottles, every two hours, and at two levels (surface and 5 m depth), on August 6th and 12th of 1986, during the spring and neap tides period (Fig. 2), in a fixed station located in the mouth of the lagoon (Fig. 1). Phytoplankton samples were fixed in Nalgene dark plastic bottles of 250 ml capacity and these were preserved with lugol in sodium acetate, according with Descolas-Gros (1978) reported formula.

Two daily subsurface trawlings were carried out (with exception of the days 8th and 12th), from the centre of the lagoon to the fixed station, with a standard conic mesh #20 (75 µm) on tidal flux (5) and reflux (5). The trawling time was two and a half minutes due to the phytoplanktonic abundance during the time of study. The collected material with a mesh was fixed and preserved with 4% formaldehyde and neutralized with sodium borate (borax).

The samples collected with a mesh were analyzed with a Bauch & Lomb phase contrasting microscope, Baplan model, counting thousands of organisms, according with Mukai and Takimoto (1985) criteria.

Sea water samples were analyzed with a phase contrasting inverted microscope (Carl Zeiss brand, model IM), according with Utermöhl method, settling these down for 24 h in 5 and 50 ml columns (Santamaría del Angel, 1989b). The counting order for all of the samples was randomly done.

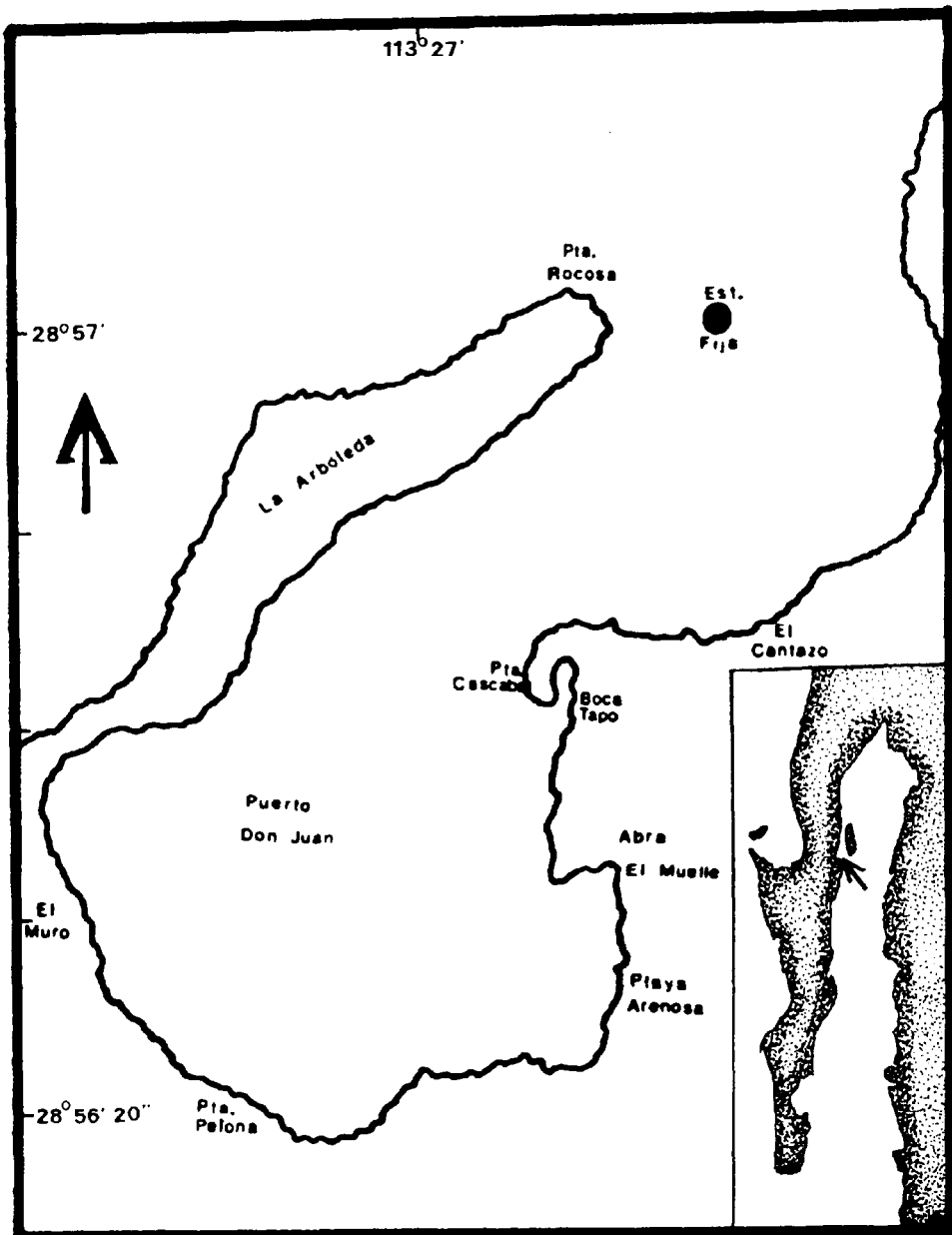


Figura 1. Ubicación del área de estudio.  
Figure 1. Study area location.

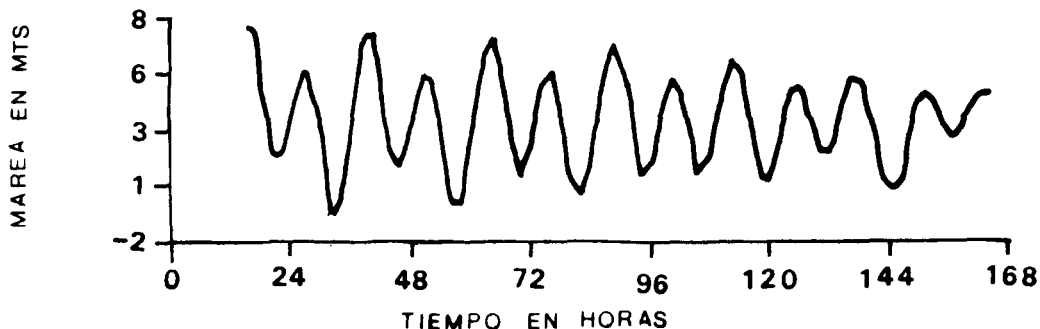


Figura 2. Amplitud de marea durante el período de estudio.  
Figure 2. Tide amplitude during study period.

fases (marca Carl Zeiss, modelo IM), conforme al método Utermöhl, sedimentando durante 24 h en columnas de 5 y 50 ml (Santamaría del Angel, 1989b). El orden de conteo para todas y cada una de las muestras fue dado al azar, para así evitar un sesgo por orden de conteo.

Para cada muestra se definieron cuatro parámetros (abundancia, número de taxa, número de géneros e índice de diversidad de Shannon y Weaver). Globalmente, se definieron cinco fracciones integrales (diatomeas centrales, diatomeas penadas, dinoflagelados, silicoflagelados y cianofitas). Se calculó, para cada muestra y cada fracción de ella, la abundancia relativa acumulativa, que fue útil para seleccionar los 10 taxa de mayor abundancia (fracciones dominantes) a los cuales se les calculó la abundancia, número de taxa y número de géneros.

Para probar diferencias estadísticamente significativas entre cada dos días, entre días y entre las mismas horas del día, se utilizó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Para detectar diferencias estadísticamente significativas entre las dos profundidades, cada 12 horas y entre mareas altas y bajas, se utilizó el estadístico de Wilcoxon para dos muestras independientes.

Se aplicó un análisis de componente principal con la transformación Z de los parámetros, con el fin de asociar bloques de

Four parameters were defined for each sample (abundance, number of taxa, number of genus and Shannon and Weaver diversity index). Also, globally were defined five integral fractions (central and pennate diatoms, dinoflagellates, silicoflagellates, and cyanophyta). For each sample and portion of it was calculated the cumulate relative abundance, that was useful for selecting the most abundant 10 taxa (dominant fractions), and for these were calculated abundance, number of taxa and number of genus.

The non parametric variance analysis of Kruskal-Wallis was used to prove the statistical significant differences between days and between the hours of a day.

Every 12 hours and with high and low tides, it was used Wilcoxon statistical method for two independent samples, to detect significant differences between the two depths under study.

An analysis of a principal component with a Z parameter transformation was used with the purpose of associate the variable blocks that reflexes the highest percent of variation for the lagoon phytoplanktonic structure.

## RESULTS AND DISCUSSION

The total abundances of phytoplankton, at Puerto Don Juan were as high as  $3.9 \times 10^9$  cel/l (Table 1), which are very extremely high

**Tabla 1.** Valores mínimos y máximos de los parámetros de las fracciones integrales y totales.  
**Table 1.** Minimum and maximum values for the total and integral fraction parameters.

	Superficie				5 metros			
	Abundancia	Taxa	Géneros	H'	Abundancia	Taxa	Géneros	H'
Diatomeas centrales	16.74 x 10 <sup>3</sup>	14	6	0.062	9.78 x 10 <sup>3</sup>	14	7	0.666
	a 5 x 10 <sup>6</sup>	a 44	a 19	a 3.72	a 431.04 x 10 <sup>3</sup>	a 42	a 18	a 3.684
Diatomeas penadas	7.72 x 10 <sup>3</sup>	12	7	0.012	16.26 x 10 <sup>3</sup>	18	8	0.07
	a 40 x 10 <sup>6</sup>	a 32	a 16	a 3.74	a 3 x 10 <sup>6</sup>	a 33	a 17	a 4.107
Dinoflagelados	1.2 x 10 <sup>3</sup>	8	7	1.802	940	8	6	1.621
	a 23.82 x 10 <sup>3</sup>	a 32	a 15	a 4.074	a 48.72 x 10 <sup>3</sup>	a 34	a 15	a 3.909
Silicoflagelados	1.84 x 10 <sup>3</sup>	2	1		600	2	1	
	a 32.2 x 10 <sup>3</sup>	a 6	a 3		a 42.44 x 10 <sup>3</sup>	a 6	a 3	
Cianofitas	65 x 10 <sup>6</sup>	2	1		21 x 10 <sup>6</sup>	2	1	
	a 573 x 10 <sup>6</sup>	a 4	a 2		a 384 x 10 <sup>7</sup>	a 4	a 2	
Total	66 x 10 <sup>6</sup>	46	26	0.034	21.3 x 10 <sup>3</sup>	34	28	0.072
	a 574 x 10 <sup>6</sup>	a 103	a 48	a 1.35	a 385 x 10 <sup>7</sup>	a 112	a 49	a 1.013

variables que reflejaran el mayor porcentaje de variación de la estructura fitoplanctónica lagunar.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En Puerto Don Juan, se encontraron abundancias totales de fitoplancton que llegaron hasta  $3.9 \times 10^9$  cel/l (Tabla 1), los cuales son valores extremadamente altos a comparación con otros resultados reportados para la zona. Gilmartin y Revelante (1978) reportan, para Bahía de los Angeles en verano de 1975, una abundancia de  $3.5 \times 10^6$  cel/l, donde el microplancton presentó una máxima de  $83 \times 10^3$  cel/l, y el nanoplancton de  $34 \times 10^5$  cel/l. Signoret y Santoyo (1980) mencionan una abundancia de  $17 \times 10^6$  cel/l para la Bahía de La Paz.

Para las lagunas costeras en el lado oeste de la Baja California, Nienhuis y Guerrero-Caballero (1985) reportan, para Bahía Magdalena, solamente para el microplancton una abundancia de  $1.5 \times 10^6$  cel/l. Millán-Núñez *et al.* (1982) encuentran  $2 \times 10^6$  cel/l para la Bahía de San Quintín. Millán-Núñez *et al.* (1981), para el estero de Punta Banda, reportan  $1.1 \times 10^6$  cel/l; Millán-Núñez y Millán-Núñez (1987) reportan para el mismo estero una abundancia de  $9 \times 10^3$  cel/l.

Sanders y Kuenzler (1979) clasifican sus valores de abundancias en bajas ( $10^6$  cel/l), abundancias altas ( $10^8$  cel/l) y abundancias raras ( $10^9$  cel/l); asimismo, Bruno *et al.* (1980) mencionan conteos normales ( $1.5 \times 10^5$  cel/l) y altos ( $6.4 \times 10^7$  cel/l) en Long Island. Cabe aclarar que si bien estos trabajos no se realizaron en la misma zona ni en la misma época, se han tomado los valores más altos que ellos reportan para dar una idea de las diferentes abundancias encontradas en ecosistemas lagunares.

Los grupos fitoplanctónicos más abundantes en Puerto Don Juan son las cianofitas (Tabla 1) y las nanoflageladas (Fig. 8c). Glove *et al.* (1985) reportan para latitudes altas, una abundancia de estos dos grupos de  $130 \times 10^6$  cel/l en sus estaciones más costeras y mencionan que a medida que se van alejando de la costa, estos valores decrecen. Estep *et al.* (1986) reportan una concentración media de  $6.6 \times 10^6$  cel/l en la región oceánica. Braun *et al.* (1985) mencionan que

values if we compare these with other results reported for the same area. Gilmartin and Revelante (1978) reported for Bahía de los Angeles on the summer of 1975, an abundance of  $3.5 \times 10^6$  cel/l, where the microplankton presented a maximum value of  $83 \times 10^3$  cel/l and values of  $34 \times 10^5$  cel/l for the nanoplankton. Signoret and Santoyo (1980) mentioned an abundance of  $17 \times 10^6$  cel/l for La Paz.

Nienhuis and Guerrero-Caballero (1985) reported for the western coastal lagoons, of Bahía Magdalena, microplankton abundance values of  $1.5 \times 10^6$  cel/l. Millán-Núñez *et al.* (1982) found values of  $2 \times 10^6$  cel/l for San Quintín bay. Millán-Núñez *et al.* (1981) also reported a value of  $1.1 \times 10^6$  cel/l for Punta Banda estuary; Millán-Núñez and Millán-Núñez (1987) reported for the same estuary an abundance of  $9 \times 10^3$  cel/l.

Sanders and Kuenzler (1979) clasify their results in low ( $10^6$  cel/l) and high abundances values ( $10^8$  cel/l) and some rare abundance values ( $10^9$  cel/l); likewise, Bruno *et al.* (1980) mentioned for Long Island, normal ( $1.5 \times 10^5$  cel/l) and high values ( $6.4 \times 10^7$  cel/l). These studies did not were carried out in the same area and neither at the same time, we have taken the highest values they reported for a better understanding of the different abundances that have been found in similar lagoon ecosystems.

The more abundant phytoplanktonic groups at Puerto Don Juan are the cyanophyta (Table 1) and the nanoflagellates (Fig 8c). For higher altitudes Glove *et al.* (1985) reported an abundance of these two groups of  $130 \times 10^6$  cel/l at their coastal stations and mentioned that in the way they are getting far from the coast, these values decrease. Estep *et al.* (1986) reported a concentration of  $6.6 \times 10^6$  cel/l in the ocean. Braun *et al.* (1985) mentioned that these two groups could be the 72% to 99% of the total abundance. In the same way, Glove *et al.* (1985) reported an 88% to 98% of the total abundance.

In this study, the dominant fractions of cyanophyta and nanoflagellates were 99% of the total abundance (Table 2).

For the summer of 1975 Gilmartin and Revelante (1978) reported for Bahía de los Angeles that the 49% of chlorophyll *a* belong to nanoplankton, which was constituted by the 25% of small pennate diatoms. The

**Tabla 2.** Valores calculados y críticos del estadígrafo de Wilcoxon para muestras independientes para probar diferencias entre las dos profundidades.

**Table 2.** Critical and calculated values from Wilcoxon statistic for independent samples to prove the differences between the two depths under study.

	6 Ago.	7 Agosto		8 Agosto		9 Agosto		10 Agosto		11 Agosto		12 Ago.
	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h
<b>Valores críticos</b>												
Alfa 10% *	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	66.105
Alfa 5% **	26.52	26.52	26.52	26.52	26.52	26.52	26.52	26.52	26.52	26.52	26.52	63.108
<b>Fracción integral</b>												
Abundancia	44.34	36.42	33.45	32.46	45.33	42.36	29.49	51.27	38.40	34.44	40.38	74.97
No. de taxa	30.48	28.50	28.50	27.51	32.45	38.39	38.39	30.48	26.52	24.53	21.56	68.113
No. de géneros	25.52	24.54	22.55	24.54	34.44	33.45	40.38	35.43	31.47	26.52	21.56	69.112
Diversidad	48.30	43.35	31.47	46.32	34.44	29.49	41.37	31.47	41.37	36.42	35.43	82.89
<b>Diatomeas centrales</b>												
Abundancia	44.34	42.36	31.47	45.33	34.44	36.42	27.51	52.26	33.45	41.37	47.31	90.81
No. de taxa	32.46	25.53	30.48	33.45	33.45	42.36	33.45	33.45	30.48	31.47	28.50	69.102
No. de géneros	30.48	22.56	22.56	28.50	41.37	35.43	45.33	36.42	28.50	27.51	23.55	69.102
Diversidad	31.47	45.33	38.40	38.40	42.36	42.36	48.30	27.51	44.34	30.48	31.47	69.102
<b>Diatomeas penadas</b>												
Abundancia	49.29	23.55	38.48	25.53	32.45	43.35	41.37	41.37	37.41	38.40	21.57	72.99



Tabla 2 (Cont.)

	6 Ago.		7 Agosto		8 Agosto		9 Agosto		10 Agosto		11 Agosto		12 Ago.
	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	14-24 h	2-12 h	2-12 h
<b>Diatomeas penadas</b>													
No. de taxa	29.49	29.49	25.53 **	29.49	33.45	33.45	38.40	36.42	32.46	35.43	43.35		82.89
No. de géneros	30.48	33.45	29.49	26.52 **	36.42	31.47	41.37	42.36	37.41	33.45	31.47		81.90
Diversidad	26.52 **	24.51 **	29.49	33.45	34.44	31.47	37.41	29.49	26.52 **	28.50 *	31.47		84.87
<b>Dinoflagelados</b>													
Abundancia	32.46	31.47	35.43	28.50 *	32.46	42.36	39.39	28.50 *	27.51 *	27.51 *	22.56		56.114 **
No. de taxa	34.44	31.47	34.44	32.46	28.50 *	43.35	34.44	32.46	29.49	21.57 **	21.57 **		56.114 **
No. de géneros	32.46	32.46	36.42	32.46	28.50 *	42.36	36.42	38.40	36.42	24.54 **	25.53 **		60.110 **
Diversidad	43.35	38.40	34.44	41.37	39.39	46.32	45.33	40.38	51.27 *	27.51 *	40.38		83.87
<b>Silicoflagelados</b>													
Abundancia	44.34	39.39	42.36	50.28 *	38.40	48.30	39.39	46.32	42.36	43.35	41.37		79.92
No. de taxa	33.45	41.37	26.52 **	28.50 *	31.47	32.46	36.42	37.41	40.38	39.39	29.49		59.112 **
No. de géneros	36.42	37.41	27.51 *	24.54 **	27.51 *	24.54 **	35.43	32.46	30.48	42.36	26.52 **		78.93
<b>Cianofitas</b>													
Abundancia	42.36	36.42	33.45	32.46	45.33	42.36	29.49	48.30	38.40	34.44	42.36		75.96
No. de taxa	42.36	45.33	30.48	42.36	39.39	39.39	33.45	33.45	42.36	45.33	42.36		94.77
No. de géneros	42.36	45.33	36.42	42.36	39.39	39.39	33.45	36.42	42.36	42.36	39.39		94.77

estos dos grupos pueden llegar a ocupar del 72% al 99% de la abundancia total. Asimismo, Glove *et al.* (1985) reportan el 88% al 98% de la abundancia total.

En este trabajo, las fracciones dominantes de las cianofitas y las nanoflageladas ocuparon el 99% de la abundancia total (Tabla 2).

Gilmartin y Revelante (1978) reportan para Bahía de los Angeles en verano de 1975 que el 49% de la clorofila *a* perteneció al nanoplancton, el cual estaba constituido en un 25% por pequeñas diatomeas penadas. La dominancia de las cianofitas y nanoflageladas sobre el resto de la estructura fitoplanctónica, es aparentemente muy común en el medio natural. Esta dominancia, sobre todo la de las cianofitas, parece estar relacionada ante todo con su capacidad de tolerar, sobrevivir y crecer en condiciones ambientales extremas y sobre todo, para soportar grandes fluctuaciones en períodos cortos de tiempo (diurnos) y en espacios limitados (como las capas superficiales del agua) (Shilo, 1980).

La abundancia máxima de diatomeas, tanto centrales como penadas, encontradas en este trabajo fue de 5 y  $40 \times 10^6$  cel/l respectivamente, y para dinoflagelados  $48 \times 10^5$  cel/l (Tabla 1). Alvarez-Borrego y Nájera de Muñoz (1979) reportan la abundancia general de diatomeas de  $3.22 \times 10^5$  cel/l para la Bahía de San Quintín y para el estero de Punta Banda  $4 \times 10^5$  cel/l; en cuanto a los dinoflagelados, reportan para el estero de Punta Banda 50 cel/l y 44 cel/l para la bahía de San Quintín. Arredondo-Gómez (1983) reportó para el estero del Cardón  $2.2 \times 10^5$  diatomeas/l y  $3.8 \times 10^5$  dinoflagelados/l. Lo anterior puede ser un apoyo a la aseveración de que Puerto Don Juan es un cuerpo extremadamente abundante en fitoplancton, basándose únicamente en el volumen de fitoplancton colectado por medio de red (aproximadamente más de un litro de volumen drenado en sólo dos y medio minutos de arrastre).

El índice de diversidad total se encontró en la superficie con un intervalo de 0.034 a 1.35 bits/cel, y para 5 m, 0.077 a 1.013 bits/cel (Tabla 1). En general, los valores se ajustan a los valores de baja diversidad típicos para estos cuerpos costeros. Jacobs (1980) menciona que la heterogeneidad ambiental temporal, puede incrementar o reducir la

dominance of cyanophyta and nanoflagellates over the rest of the phytoplanktonic structure, is apparently very common on the environment. This dominance could be related with their capacity to survive, to grow up and to tolerate the extreme environmental conditions and mostly because they support big fluctuations on short time periods (diurnal) and limited spaces (like the surface water layers) (Shilo, 1980).

The highest abundance values for diatoms (central and pennate) found for this study were 5 and  $40 \times 10^6$  cel/l respectively, and for the dinoflagellates  $48 \times 10^5$  cel/l (Table 1). Alvarez-Borrego and Nájera-Muñoz (1979) reported a general diatom abundance of  $3.22 \times 10^5$  cel/l for San Quintín bay, and for Punta Banda estuary the values are  $4 \times 10^5$  cel/l; and for the dinoflagellates, the values reported for Punta Banda estuary are 50 cel/l and 44 cel/l for San Quintín bay. Arredondo-Gómez (1983) reported for Cardón estuary values of  $2.2 \times 10^5$  diatoms/l and  $3.8 \times 10^5$  dinoflagellates/l. This supports the assumption that Puerto Don Juan is a body with an extremely high phytoplankton abundance, and this is based only on the phytoplankton volume collected with a mesh (more than a liter of volume approximately drained in only two and a half minutes of trawling).

The total diversity index was found on surface with an interval of 0.034 to 1.35 bits/cel, and for 5 m depth, 0.077 to 1.013 bits/cel (Table 1). In general, these values fit with the typical low diversity values for this kind of coastal bodies. Jacobs (1980) mentioned that the temporal environmental heterogeneity, could increase or reduce the phytoplankton diversity, according with the length and severity of the environmental variation.

Gilmartin and Revelante (1978) reported 3.45 bits/cel for Bahía de Los Angeles. Nienhuis (1980) reported for La Paz 0.35 to 4.12 bits/cel, and for the open sea of the gulf of California, 1.01 to 4.54. Signoret and Santoyo (1980) reported for La Paz 0.35 bits/cel.

If we analyze the microplanktonic taxa, we obtain high diversity values. Gilmartin and Revelante (1978) reported, for the Gulf of California, a high microplanktonic diversity in the deep coastal lagoons, due mainly to the

diversidad del fitoplancton, según la duración y rigurosidad de la variación ambiental.

Gilmartin y Revelante (1978) reportan 3.45 bits/cel para Bahía de Los Angeles. Nienhuis (1980), para La Paz, reporta 0.35 a 4.12 bits/cel y para el mar abierto del Golfo de California, 1.01 a 4.54. Signoret y Santoyo (1980) reportan para La Paz 0.35 bits/cel.

Si analizamos los taxa microplanctónicos, se obtiene una alta diversidad. Gilmartin y Revelante (1978) reportan, para el golfo de California, una alta diversidad microplanctónica en las lagunas costeras profundas, debido principalmente a la abundancia y variedad de formas comunes en el golfo.

Millán-Núñez y Millán-Núñez (1987) calcularon para el estero de Punta Banda los índices de diversidad durante la marea alta y baja; solamente para diatomeas fue de 2.04-1.75 bits/cel, respectivamente, y para los dinoflagelados de 0.45-0.49 bits/cel. En este trabajo, los valores mínimos y máximos de diversidad (Tabla 1) oscilan entre 0.012 y 4.107 para las diatomeas. La diferencia de estos valores se debe a que en la presente investigación se consideraron dos grupos de diatomeas (centrales y pennadas), además de utilizar como unidad de diversidad la especie. Para los dinoflagelados, los valores fueron entre 1.6-4.07 bits/cel (Tabla 1), que son casi diez veces mayores a los reportados por Millán-Núñez y Millán-Núñez (1987). Se observa en ambos trabajos, que los géneros de los dinoflagelados son relativamente pocos, y en este trabajo, estos géneros están representados por varias especies, lo que da como consecuencia un aumento en la diversidad.

En las series de tiempo para las abundancias y el número de taxa de las distintas fracciones (Figs. 3-8), se observa que en los dos primeros tercios, las series superficiales y de 5 m son similares, debido al medio homogeneizado por la condición de mareas vivas, pero hacia el último tercio se hace más notoria la diferencia entre ambas series debido a la estratificación de la columna de agua a medida que la amplitud de marea decrece, lo que se refleja en que las especies más pesadas tienden a sedimentarse, y algunos taxa se ubican en la profundidad óptima en función de la luz, observándose diferencias estadísticamente significativas para las dos profundidades en base a las "fracciones integrales" (Tabla 2). Para las "fracciones dominantes", no se encontraron diferencias con base en las abun-

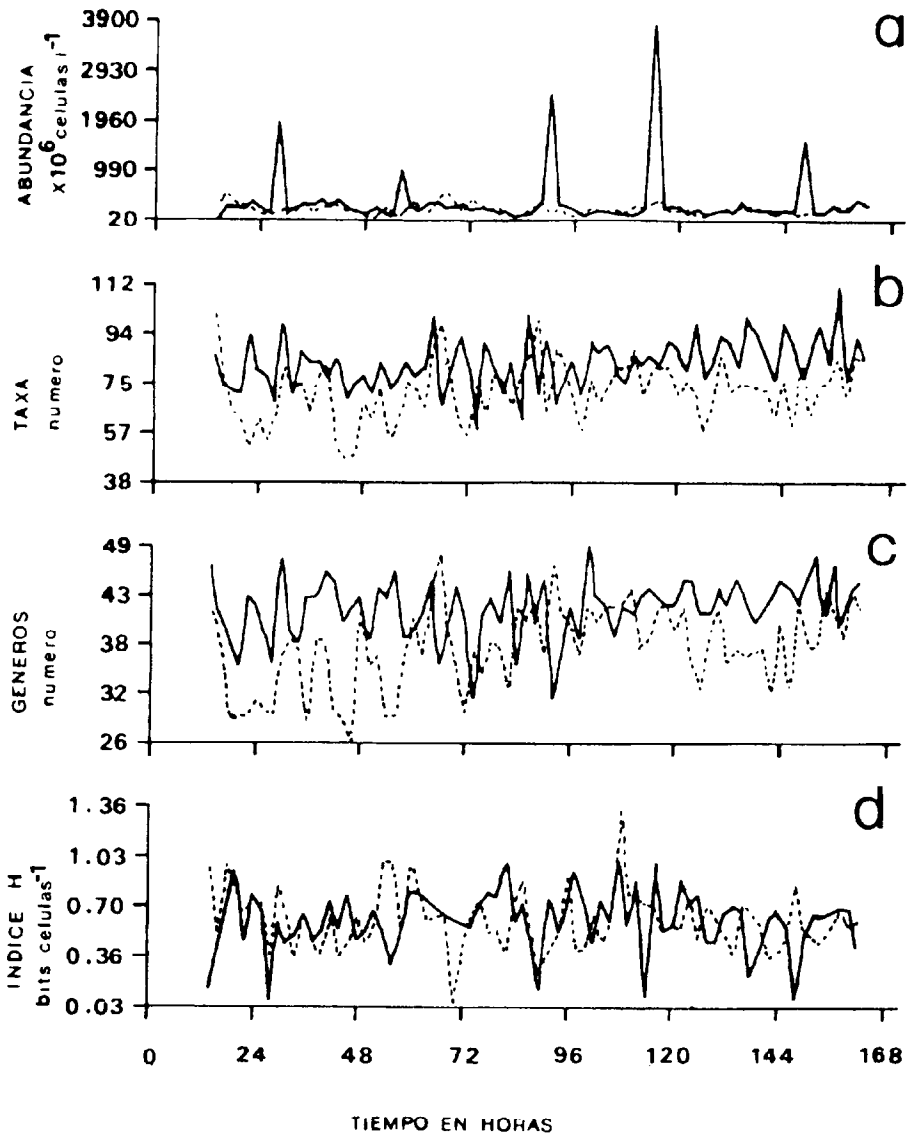
abundance and form varieties in the gulf.

Millán-Núñez and Millán-Núñez (1987) calculated the diversity index for Punta Banda estuary during the high and low tides; for diatoms only, the values are 2.04-1.75 bits/cel, respectively, and for dinoflagellates values are 0.45-0.49 bits/cel. In this study, the maximum and minimum diversity values (Table 1) have a range between 0.012 and 4.107 for diatoms. The difference in these values is mainly due because in this research we considered two groups of diatoms (central and pennate), and also because we used the species diversity as the unit. For dinoflagellates, the values range between 1.6 and 4.07 bits/cel (Table 1), these are almost ten times higher than those reported by Millán-Núñez and Millán-Núñez (1987). We observed in both studies, that the genus of dinoflagellates are relatively few, and in this study, these genus are represented by several species, which gives as a consequence an increase in the diversity.

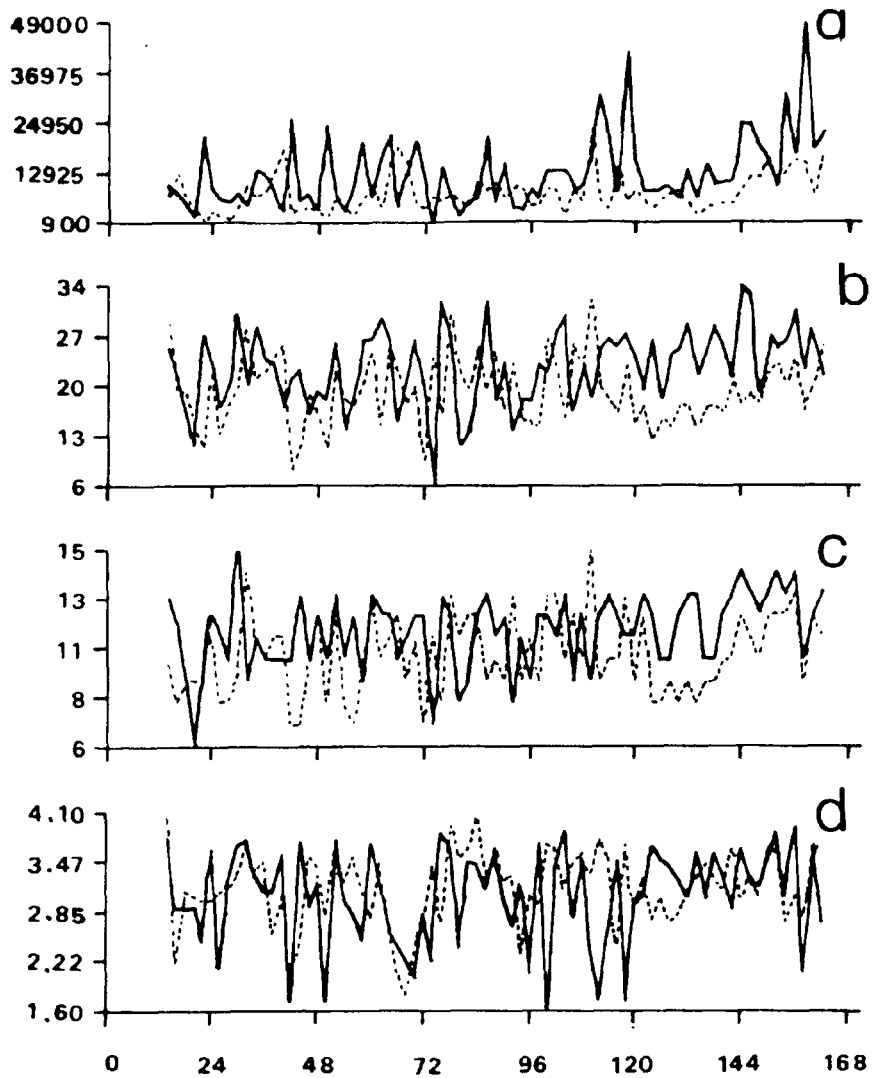
It can be observed on the time series, for the different fractions of the abundances and the number of taxa (Figs. 3-8), that in the first two thirds, the subsurface series and at 5 m depth are similar, this is due mainly to the spring tide condition that homogenizes the environment, but in the last third it is more obvious the difference between both series due to the water column stratification, because when the tide amplitude decreases, the heavier species tend to settle down, and in some taxa these can be located on the most favourable depth in terms of the light, and it can be observed very significant differences for the two depths due to the "integral fractions". (Table 2). For the "dominant fractions", we did not find differences in terms of the abundance for both depths. Most of the statistical differences, for the whole statistical methods applied, could be reflexed mainly on diatoms, because this group is usually associated with hydrological phenomena of the water mass (Descolas-Gros, 1978) (Tables 2 and 3).

Hernández-Becerril and Alvarez-Borrego (1983) studied the picoplanktonic diatoms of San Quintín bay, and they found that the 88% of these are constituted by pennate diatoms and the 12% are central diatoms.

Mukai (1987) found that the phytoplanktonic composition exhibit great differences between their climatic stations, also it



**Figura 3.** Series de tiempo de los parámetros totales: (a) abundancia, (b) número de taxa, (c) número de géneros y (d) índice de diversidad de Shannon y Weaver. Superficie (---), 5 m (—).  
**Figure 3.** Time series of the total parameters: (a) abundance, (b) number of taxa, (c) number of genus and (d) Shannon and Weaver diversity index. Surface (---), 5 m (—).



**Figura 4.** Series de tiempo de los parámetros de los dinoflagelados: (a) abundancia, (b) número de taxa, (c) número de géneros y (d) índice de diversidad de Shannon y Weaver. Superficie (---), 5 m (—).

**Figure 4.** Time series of the dinoflagellates parameters: (a) abundance, (b) number of taxa, (c) number of genus and (d) Shannon and Weaver diversity index. Surface (---), 5 m (—).

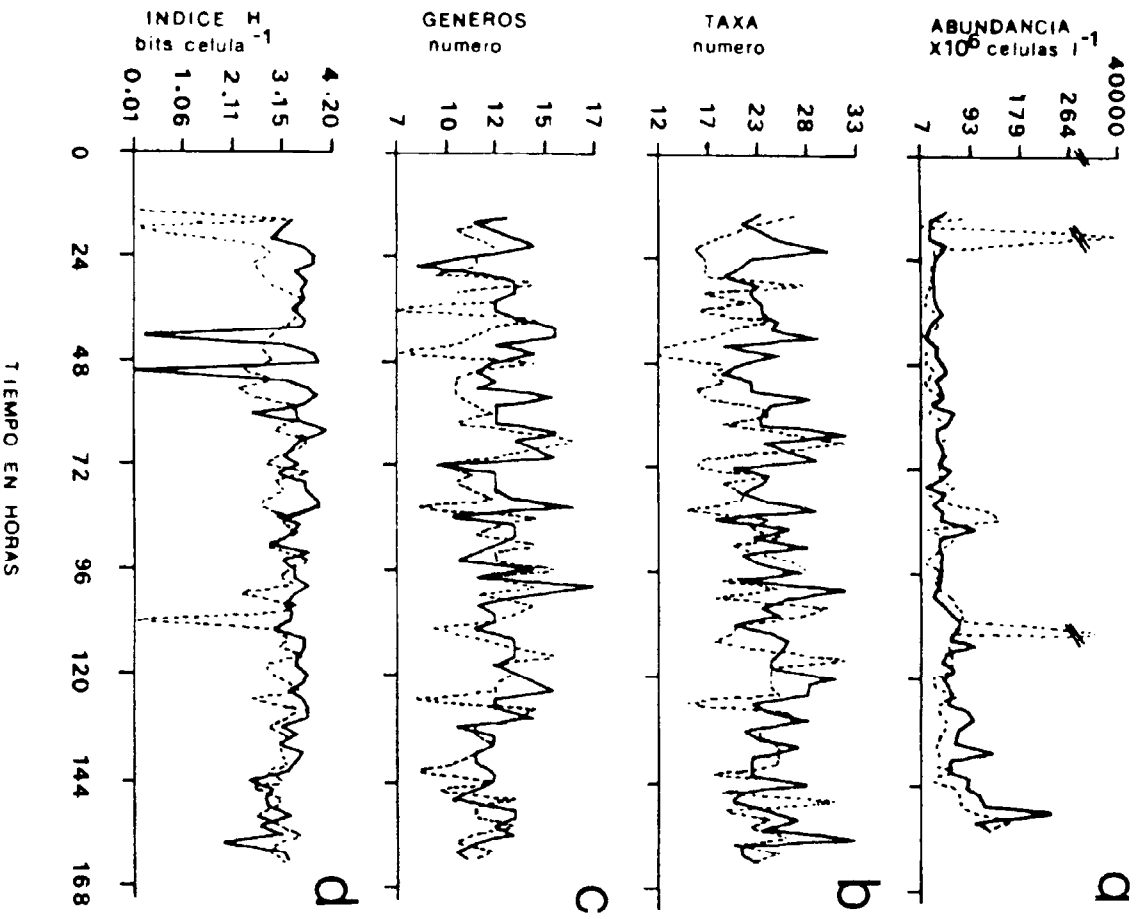
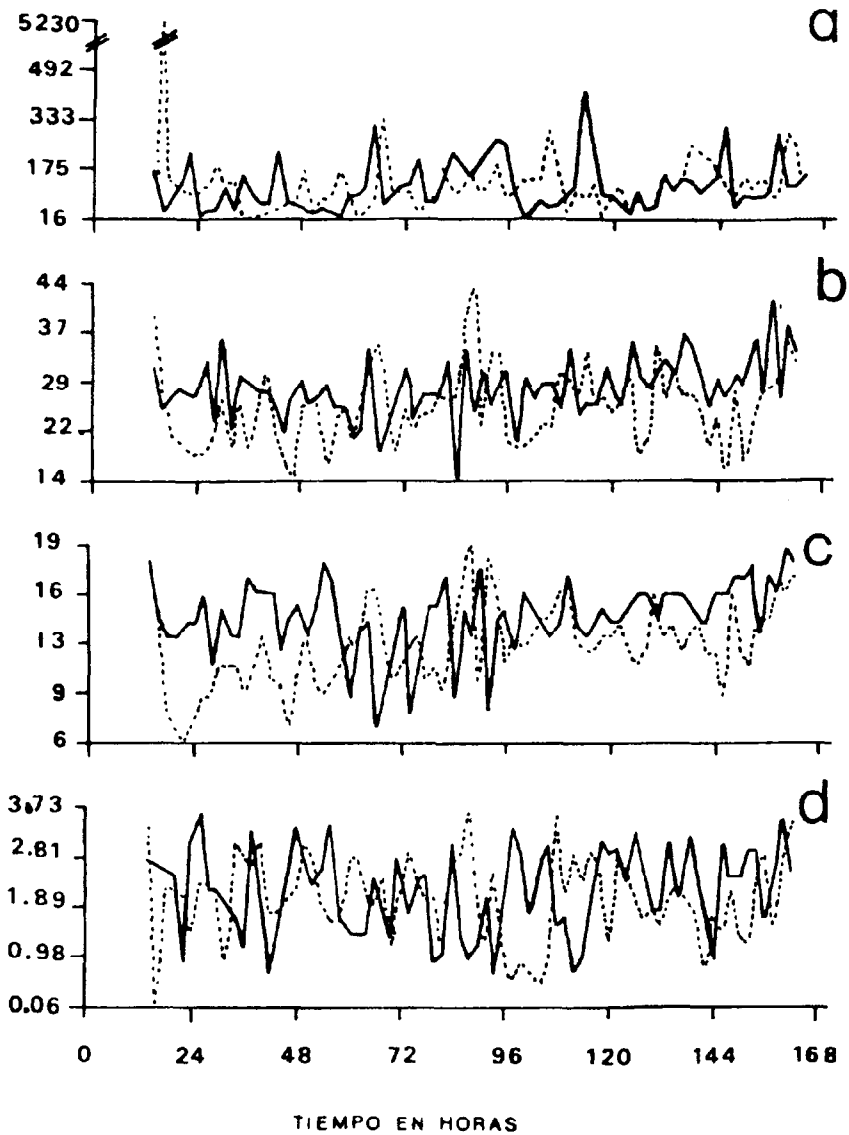


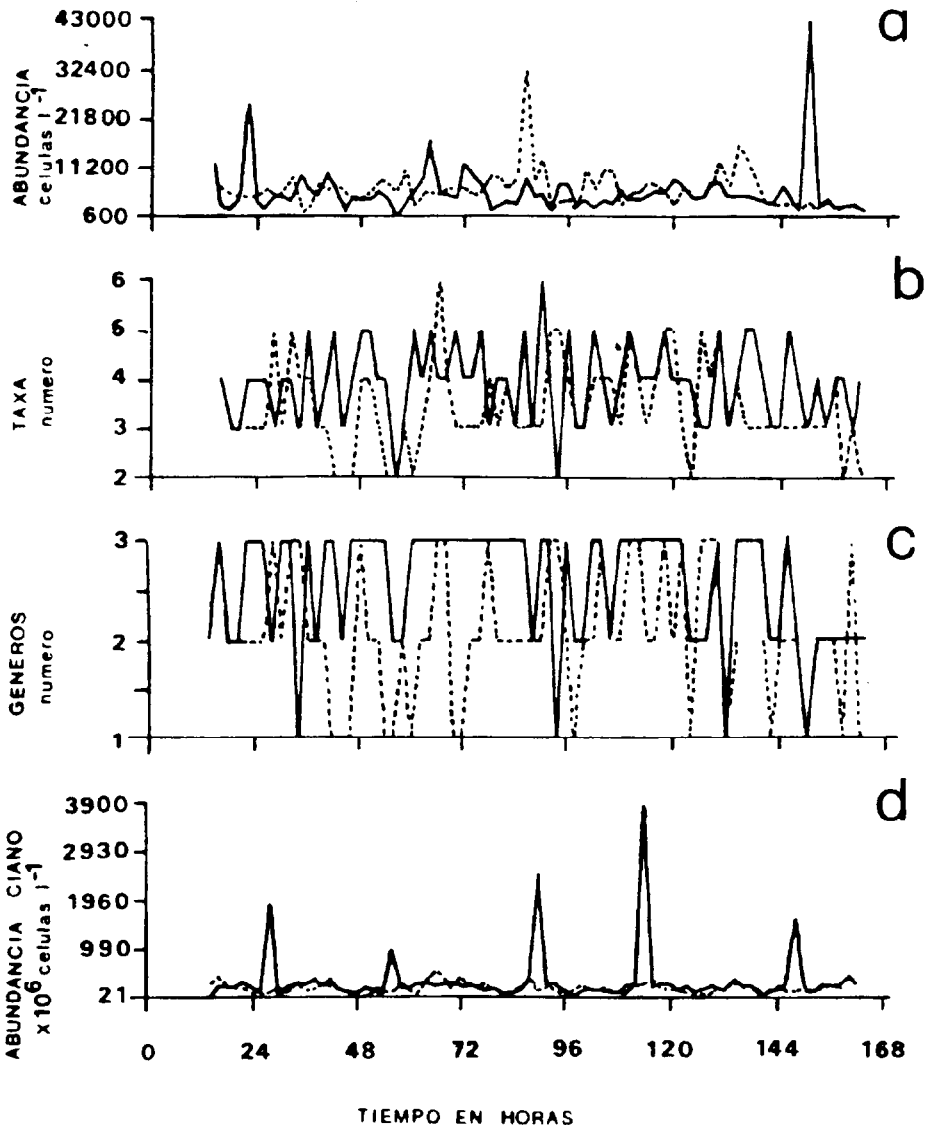
Figura 5. Series de tiempo de los parámetros de las diatomeas centrales: (a) abundancia, (b) número de taxa, (c) número de géneros y (d) índice de diversidad de Shannon y Weaver. Superficie (---), 5 m (—).

Figure 5. Time series of the central diatoms parameters: (a) abundance, (b) number of taxa, (c) number of genus and (d) Shannon and Weaver diversity index. Surface (---), 5 m (—).



**Figura 6.** Series de tiempo de los parámetros de las diatomeas penadas: (a) abundancia, (b) número de taxa, (c) número de géneros y (d) índice de diversidad de Shannon y Weaver. Superficie (---), 5 m (—).

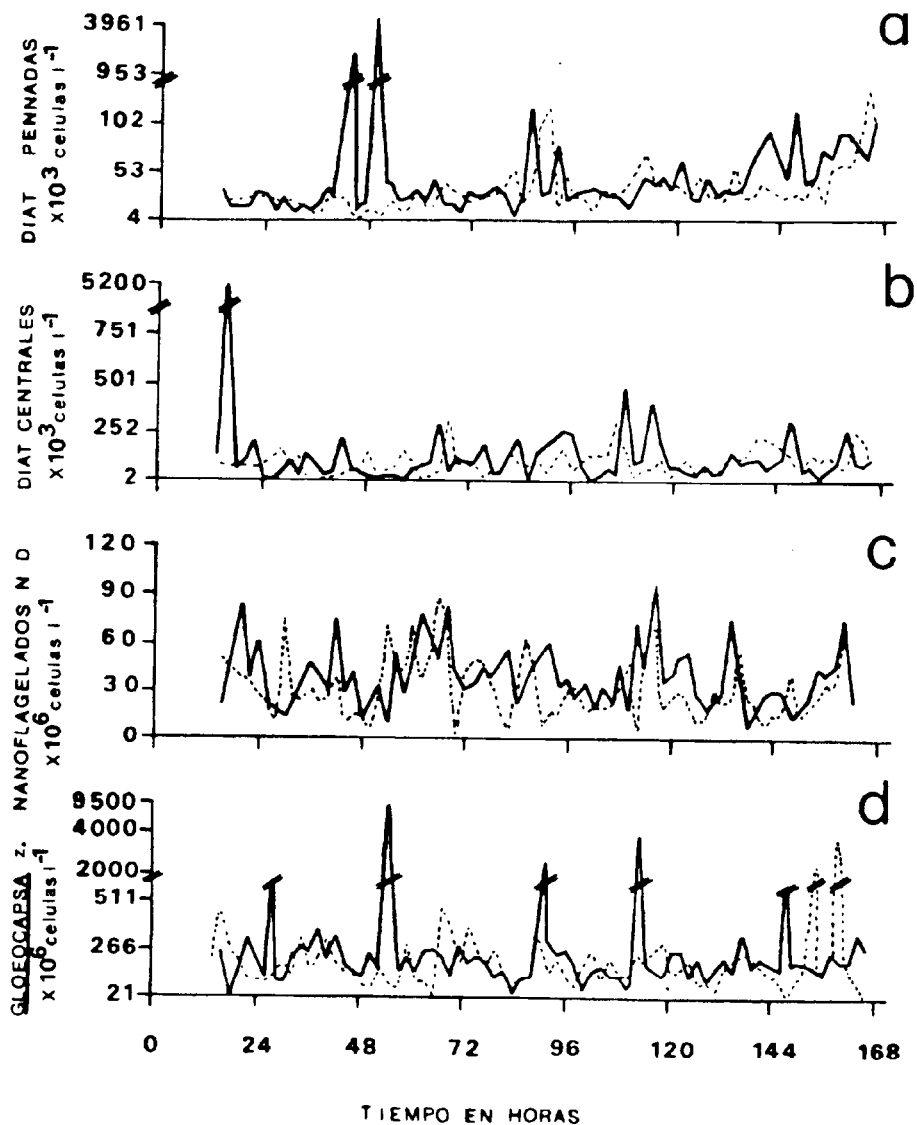
**Figure 6.** Time series of the pennate diatoms parameters: (a) abundance, (b) number of taxa, (c) number of genus and (d) Shannon and Weaver diversity index. Surface (---), 5 m (—).



**Figura 7.** Series de tiempo de los parámetros de los silicoflagelados: (a) abundancia, (b) número de taxa, (c) número de géneros y (d) índice de diversidad de Shannon y Weaver. Superficie (---), 5 m (—).

**Figure 7.** Time series of the silicoflagellates parameters: (a) abundance, (b) number of taxa, (c) number of genus and (d) Shannon and Weaver diversity index. Surface (---), 5 m (—).





**Figura 8.** Series de tiempo de los parámetros de las fracciones dominantes: (a) abundancia, (b) número de taxa, (c) número de géneros y (d) índice de diversidad de Shannon y Weaver. Superficie (---), 5 m (—).

**Figure 8.** Time series of the dominant fraction parameters: (a) abundance, (b) number of taxa, (c) number of genus and (d) Shannon and Weaver diversity index. Surface (---), 5 m (—).

dancias para las dos profundidades. La mayoría de las diferencias estadísticamente significativas, para todos los estadísticos aplicados, se reflejan principalmente en las diatomeas, dado que este grupo suele estar asociado a fenómenos hidrológicos de la masa de agua (Descolas-Gros, 1978) (Tablas 2 y 3).

Hernández-Becerril y Alvarez-Borrego (1983) revisaron las diatomeas fitoplanctónicas en la bahía de San Quintín, encontrando que el 88% lo constituyen diatomeas penadas y el 12% centrales.

Mukai (1987) encontró que la composición fitoplanctónica exhibe grandes diferencias entre sus estaciones climáticas, además de remarcar que las especies dominantes fueron buenos indicadores de la variación del medio. Por lo contrario, Smetacek (1985) menciona que en escala de días las especies dominantes se mantienen independientes de los cambios día con día. En este trabajo se encontró que las especies dominantes no se ven afectadas por los cambios diarios, y que las especies características (o no dominantes) van a ser las que respondan rápidamente a los cambios del medio, lo que concuerda por lo reportado por Smetacek (1985).

El mejor indicador de la fluctuación de la estructura fitoplanctónica lagunar a nivel taxonómico, lo constituye el nivel género, ya que la mayoría de las diferencias son en cuanto al número de géneros (22 diferencias en la Tabla 2 y 10 en la Tabla 3, contra 16 diferencias en la Tabla 2 y 9 diferencias en la Tabla 3 que presentaron el número de taxa). Lo anterior concuerda con lo reportado por Mukai (1987).

En la Tabla 3, para la abundancia de cianofitas, se observa que para las dos profundidades existen diferencias estadísticamente significativas entre las mismas horas del día para los días de muestreo. Shilo (1980) menciona que este grupo tiende a concentrarse en la superficie siempre y cuando las fuerzas hidrodinámicas no homogenizan la columna de agua; este patrón podría explicar el porqué de los pulsos de alta abundancia que se observan en las Figuras 7d y 8d. En las nanoflageladas, no se encontró tal diferencia (Fig. 8c), ya que son rápidamente homogeneizadas en el medio por las corrientes de marea.

Existen autores que mencionan que en el medio oceánico, donde existe poca fluctuación ambiental, las nanoflageladas dominan mientras que en zonas de mezcla turbulenta el

has been remarked that the dominant species were good indicators of the environmental variation. Opposed to this, Smetacek (1985) mentioned that in the scale of days the dominant species are independent of the daily changes. In this study, it was found that the dominant species are not affected by daily changes, and the characteristic species (non dominants) are going to be the ones that respond faster to the environmental changes, which is not according with what Smetacek (1985) reported.

The best indicator of the lagoon phytoplanktonic structure in terms of taxa, is constituted at a genus level, because most of the differences are in terms of the number of genus (22 differences in Table 2 and 10 in Table 3, against 16 differences in Table 2 and 9 in Table 3 that presented the number of taxa). This agrees with what Mukai (1987) reported.

It can be observed in Table 3, for cyanophyta abundance, that the two depths mentioned show significant statistical differences between the same time for the sampling days. Shilo (1980) mentioned that this group tends to concentrate on the surface only when the hydrodynamical forces do not homogenize the water column, this pattern could explain the pulses of high abundance that can be observed in Figures 7d and 8d. This difference was not found with nanoflagellates (Fig. 8c); however, in terms of the number of taxa, microplankton was higher.

Several authors have mentioned that in the ocean, where the environmental fluctuation is low, nanoflagellates dominates, while in other turbulent zones of mixing microplankton dominates (Parson and Takahashi, 1973). In this study, we found a higher nanoflagellates abundance, however, in terms of the number of taxa, microplankton was higher.

The obtained results for the principal component analysis (PCA) do not show a clear pattern for the surface (Table 4), and a well defined pattern for 5 m depth (Table 5) (diatoms and dinoflagellates parameters are together). Elliot's (1982) results show that in the upper layers wind stress is a combined effect and that this is balanced with the friction force and the slope, even when these wind processes were minimum, the interphase water-air creates considerable friction effects, that could be affecting to see the real patterns

**Tabla 3.** Valores calculados y críticos del análisis de varianza de una vía no paramétrico de Kruskal-Wallis para probar diferencias entre las mismas horas del día, diferencias entre los días y cada dos días.

**Table 3.** Calculated and critical values of Kruskal-Wallis one way non parametric variance analysis to prove the differences between the same hours of the day, differences between days and every two days.

	Superficie			5 Metros		
	Mismas horas, diferentes días	Días	2 Días	Mismas horas, diferentes días	Días	2 Días
<b>Valores críticos</b>						
Alfa 10% *	17.3	10.6	4.61	17.3	10.6	4.61
Alfa 5% **	19.7	12.6	5.99	19.7	12.6	5.99
Alfa 1% ***	24.7	16.6	9.21	24.7	16.6	9.21
Grados de libertad	11	6	2	11	6	2
<b>Fracción integral</b>						
Abundancia	25.765 ***	4.648	0.029	22.181 **	5.523	0.480
No. de taxa	19.465 *	9.231	8.305	8.492	11.614 *	12.300 ***
No. de géneros	9.666	19.152	16.180 ***	10.987	6.844	5.738
Diversidad	12.375	7.634	1.460	4.605	5.349	6.308 **
<b>Diatomeas centrales</b>						
Abundancia	12.660	7.98	2.828	21.455 **	9.232	8.346 **
No. de taxa	29.170 ***	6.951	8.276 **	7.919	12.593 *	8.818 **
No. de géneros	18.403 *	20.381 ***	19.691	16.116	16.756 **	11.698 ***
Diversidad	19.531 *	2.934	1.34	8.581	10.211	4.601
<b>Diatomeas penadas</b>						
Abundancia	17.332 *	27.057 ***	15.194 ***	12.002	32.590 **	34.340 ***
No. de taxa	7.884	12.700	13.424 ***	8.533	3.715	2.068
No. de géneros	5.386	5.272	5.060 *	6.288	3.195	1.011
Diversidad	7.921	7.680	5.018	8.099	13.010 **	3.652

**Tabla 3 (Cont.)**

	Superficie			5 Metros		
	Mismas horas, diferentes días	Días	2 Días	Mismas horas, diferentes días	Días	2 Días
<b>Dinoflagelados</b>						
Abundancia	11.472	16.261 **	7.854	9.226	22.236 ***	13.249 ***
No. de taxa	14.107	8.367	1.378	6.049	9.101	6.821 ***
No. de géneros	2.720	11.980 *	3.681	4.674	11.931 *	7.329 **
Diversidad	7.922	7.560	0.430	10.206	7.372	1.094
<b>Silicoflagelados</b>						
Abundancia	14.090	18.158 ***	4.510	10.060	7.792	0.354
No. de taxa	3.507	7.550	2.565	8.773	9.930	0.338
No. de géneros	6.349	5.353	0.308	5.570	11.259 *	3.519
<b>Cianofitas</b>						
Abundancia	26.652 ***	4.002	0.332	21.647 **	6.093	0.304
No. de taxa	4.151	5.010	2.285	4.271	2.813	1.435
No. de géneros	4.916	4.525	2.332	4.825	2.236	0.533

microplancton es el que domina (Parsons y Takahashi, 1973). En este trabajo, se encontró mayor abundancia de las nanoflageladas; sin embargo, en cuanto al número de taxa, el microplancton fue mayor.

Los resultados obtenidos por el análisis de componente principal (ACP), no marcan un patrón establecido o coherente para la superficie (Tabla 4), y sí bien definido para 5 m (Tabla 5) (se unen los parámetros de las diatomeas y los dinoflagelados). Los resultados de Elliot (1982) marcan que en las capas superiores el esfuerzo del viento es un efecto combinado y balanceado entre la fuerza de fricción y la pendiente; esto da idea de que en la superficie, aun cuando los procesos del viento fueron mínimos, la interface agua-aire crea efectos de fricción considerables, los cuales pueden enmascarar los verdaderos patrones de la asociación natural de los parches superficiales.

of natural association with the surface patches.

The PCA parameters of the "dominant fractions", do not show any kind of coherent pattern, that is why we omitted to include the corresponding table. This comes to reinforce the idea that the dominant fractions are independent of daily variations, however this is not enough for explaining the lagoon phytoplankton ecology.

Whereas the phytoplankton has been patchy distributed and that the size of this depends directly on the magnitude of the hydrodynamical processes (Harris, 1980), it has been proposed that coastal lagoons have an infinity of small patches.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Secretaría de Educación Pública (SEP), 85-01-119

**Tabla 4.** Coeficientes de correlación entre las variables transformadas de las fracciones integrales vs. los componentes calculados para superficie.

**Table 4.** Correlation coefficients between the transformed variables of the integral fractions vs. surface calculated components

	1	2	3	4	5	6	7
Abundancia dinoflagelados	0.656	0.136	0.078	0.122	-0.35	-0.396	0.172
Abundancia cianofitas	0.606	-0.227	-0.097	-0.156	-0.063	-0.391	-0.004
Taxa diatomeas centrales	0.75	-0.078	-0.306	-0.363	-0.025	-0.148	-0.089
Taxa diatomeas penadas	0.757	-0.256	0.058	0.045	0.036	0.235	0.354
Géneros diatomeas centrales	0.757	0.002	0.097	0.224	0.159	0.028	0.065
Géneros diatomeas penadas	0.577	-0.35	0.13	0.029	0.047	0.284	0.406
Taxa dinoflagelados	0.476	0.656	-0.136	0.299	-0.139	-0.191	-0.094
Taxa cianofitas	0.165	-0.65	-0.325	-0.544	-0.233	-0.074	-0.248
Géneros dinoflagelados	0.426	0.563	0.095	0.534	0.149	0.004	0.012
Géneros cianofitas	0.097	-0.665	-0.324	0.556	-0.19	0.057	-0.265
H' dinoflagelados	-0.082	0.704	0.313	0.14	0.006	0.245	0.337
Abundancia diatomeas penadas	-0.135	0.025	-0.748	0.079	0.38	-0.214	0.388
H' diatomeas centrales	0.235	0.001	-0.632	-0.219	-0.24	0.29	-0.124
H' diatomeas penadas	0.318	-0.18	0.744	-0.026	-0.399	0.152	-0.22
Abundancia silicoflagelados	0.132	0.004	0.04	-0.488	0.228	0.329	-0.267
Marea	0.332	-0.042	-0.241	-0.511	-0.153	-0.258	-0.285
Taxa silicoflagelados	0.489	0.088	0.219	0.266	0.631	0.115	-0.1
Géneros silicoflagelados	0.564	0.076	0.017	0.194	0.623	0.171	-0.231
Abundancia diatomeas centrales	0.206	-0.344	0.166	-0.033	-0.104	-0.649	-0.305

**Tabla 5.** Coeficientes de correlación entre las variables transformadas de las fracciones integrales vs. los componentes calculados para 5 m.

**Table 5.** Correlation coefficients between the transformed variables of the integral fractions vs. calculated components for 5 m.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Taxa diatomeas penadas	0.573	0.2	0.406	0.079	0.126	0.064	0.038	-0.042
Abundancia diatomeas centrales	0.607	0.279	0.219	-0.021	-0.018	-0.328	0.212	-0.155
Abundancia dinoflagelados	0.578	0.091	-0.202	-0.049	-0.287	-0.114	0.129	-0.268
Taxa diatomeas centrales	0.443	-0.410	0.042	-0.128	0.224	0.211	0.010	-0.014
Taxa dinoflagelados	0.404	-0.382	0.190	0.036	0.228	-0.065	0.008	-0.038
Géneros diatomeas centrales	0.400	-0.459	-0.05	-0.217	0.185	0.164	0.039	-0.031
Géneros dinoflagelados	0.290	-0.427	0.199	0.008	-0.247	0.109	0.074	-0.056
H' diatomeas centrales	-0.454	-0.492	-0.285	-0.14	0.162	0.381	0.191	0.134
H' dinoflagelados	-0.212	-0.598	0.218	-0.147	0.082	-0.04	-0.081	0.2
Abundancia diatomeas penadas	0.139	0.225	-0.632	-0.087	-0.35	0.086	-0.037	0.111
Géneros diatomeas penadas	0.334	0.274	0.377	0.095	0.12	0.09	-0.042	0.095
H' diatomeas penadas	-0.199	-0.209	0.588	0.103	0.454	0.031	0.012	-0.059
Taxa cianofitas	-0.129	0.37	0.575	0.896	-0.113	0.074	0.089	-0.088
Géneros cianofitas	-0.092	0.352	0.593	1.00	-0.081	0.072	0.1	-0.104
Géneros silicoflagelados	0.105	0.259	-0.287	-0.121	-0.383	0.034	-0.013	-0.032
Marea	0.235	0.029	-0.103	-0.003	-0.298	-0.034	0.245	0.139
Taxa silicoflagelados	0.459	0.175	-0.349	-0.189	-0.475	0.009	0.069	-0.05
Abundancia cianofitas	0.546	0.606	0.276	0.097	-0.683	-0.91	0.991	-0.88
Abundancia silicoflagelados	0.232	-0.022	0.245	0.061	0.111	0.012	0.047	0.358

Los ACP de los parámetros de las "fracciones dominantes", no ofrecen ningún patrón coherente, por lo que omitimos la tabla correspondiente. Lo anterior viene a reforzar la idea de que las especies dominantes son independientes de la variación diaria; sin embargo, éstas por sí solas son insuficientes para explicar la ecología del fitoplancton lagunar.

Considerando que el fitoplancton se distribuye en parches y que el tamaño de éste depende directamente de la magnitud de los procesos hidrodinámicos (Harris, 1980), se propone que las lagunas costeras cuentan con infinidad de pequeños parches.

#### AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó dentro del proyecto "Potencial productivo de las lagunas costeras de Baja California" de la Facultad de Ciencias (FCM) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), bajo el patrocinio otorgado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) bajo el registro 85-01-119.

#### LITERATURA CITADA

- Alvarez Borrego, S. y Nájera de Muñoz, S. (1979). Series de tiempo de fitoplancton en dos lagunas costeras de Baja California. *Ciencias Marinas*, 6: 75-88.
- Arredondo Gómez, F. (1983). Variación cuantitativa y cualitativa del fitoplancton del estero del Cardón, Baja California Sur (noviembre 1978 a junio de 1979). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., 72 pp.
- Blanco, J. (1985). Algunas características del fitoplancton de Lorbé (Ría de Ares y Betanzos) en primavera. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 2: 17-26.
- Braun, J.G., Orzaiz, I., de Armas, J.D. y Real, F. (1985). Productividad y biomasa del ultraplankton, nanoplankton y fitoplankton de red en aguas de las Islas Canarias. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 2: 192-204.
- Bruno, F.S., Staker, R.D. and Sharma, G.M. (1980). Dynamics of phytoplankton productivity in Peconic Bay Estuary, Long Island. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 10: 247-263.
- register. It was realized through the project "Potencial productivo de las lagunas costeras de Baja California" at the Facultad de Ciencias Marinas of UABC.
- English translation by Ana Luz Quintanilla M.
- 
- Descolas-Gros, C. (1978). Role de certaines especes de diatomees dans la structure des communautés phytoplanctoniques. Theses do doctoral de 3er. cycle, Univ. de Paris VI, 85 pp.
- Elliot, A.S. (1982). Wind-driven flow in a shallow estuary. *Oceanol. Acta*, 5: 7-10.
- Estep, K.W., Davis, P.C., Keller, M.D. and Sieburth, J.M. (1986). How important are oceanic algal nanoflagellates in bacterivory? *Limnol. Oceanogr.*, 31: 646-650.
- Frechette, M. and Legendre, L. (1982). Phytoplankton photosynthetic response to light in an internal tide dominated environment. *Estuaries*, 5: 287-293.
- Gilmartin, M.N. and Revelante, N. (1978). The phytoplankton of the barrier island lagoons of the Gulf of California. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 7: 29-47.
- Glove, H.E., Smith, A.E. and Shapiro, L. (1985). Diurnal variations in photosynthetic rates; comparisons of ultraphytoplankton with a large phytoplankton size fraction. *J. Plankton Res.*, 7: 519-535.
- Harris, G.P. (1980). Temporal and spatial scales in phytoplankton ecology. Mechanisms, methods, models and management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 877-900.
- Harris, G.P. (1986). *Phytoplankton Ecology, Structure, Function and Fluctuation*. Chapman and Hall (eds.), N.Y., 384 pp.
- Hernández Becerril, D.U. y Alvarez Borrego, S. (1983). Diatomeas bentónicas en la bahía de San Quintín, B.C. *Ciencias Marinas*, 9(2): 121-131.
- Jacobs, J. (1980). Diversidad, estabilidad y madurez en ecosistemas influidos por las actividades humanas. Conceptos unificadores en ecología. En: W.H. van Dobben y R.H. Lower-McConnell (eds.), *Brume, Barcelona*, 397 pp.

- Jegadeesan, P. and Ayyakkannu, K. (1986). Phytoplankton studies in Vettar backwaters (Coleroon estuarine complex) of the coasts of Southeast India. *Ciencias Marinas*, 12(1): 33-49.
- Margalef, R. (1978). Some examples, Chap. 2.2, pp. 17-31. In: A. Sournia (ed.), *Phytoplankton Manual*. UNESCO, Paris, 337 pp.
- Martínez-Peñalver, R. (1982). Abundancia del fitoplancton en el embalse San Juan de la Sierra del Rosario, en los años 1971-1974. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 7: 65-76.
- Millán Núñez, E., Ortíz Cortez, F.J. y Alvarez Borrego, S. (1981). Variabilidad temporal y espacial de nutrientes y fitoplancton en una laguna costera, a fines del verano. *Ciencias Marinas*, 7(1): 103-128.
- Millán Núñez, E. y Millán Núñez, R. (1987). Composición y variabilidad fitoplanctónica a finales de primavera, 1985 en el estero de Punta Banda, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 13(4): 21-34.
- Millán Núñez, R. y Alvarez Borrego, S. (1978). Series de tiempo de clorofilas *a*, *b* y *c*, y sus feofitinas en las bocas de dos lagunas costeras. *Ciencias Marinas*, 5(2): 41-52.
- Millán-Núñez, R., Alvarez-Borrego, S. and Nelson, D.M. (1982). Effects of physical phenomena on the distribution of nutrients and phytoplankton productivity in a coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 15: 317-335.
- Mukai, T. (1987). Effects of micro-scale *in situ* environmental gradients concerning water qualities on the structure of the phytoplankton community in a coastal embayment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 25: 447-458.
- Mukai, T. and Takimoto, K. (1985). Effects of environmental gradients concerning water qualities on the structure of the phytoplankton community in a coastal sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 20: 169-181.
- Nienhuis, H.J. (1980). Some aspects of the phytoplankton ecology of ensenada of La Paz, B.C.S., Mexico. *Mem. Cibcasio Simp.*, 6: 152-186.
- Nienhuis, H.J. and Guerrero-Caballero, R. (1985). A qualitative analysis of the annual phytoplankton cycle of the Magdalena lagoon complex (Mexico). *J. Plankton Res.*, 7: 427-441.
- Parson, T.R. and Takahashi, M. (1973). Environmental control of phytoplankton cell size. *Limnol. Oceanogr.*, 18: 511-515.
- Riaux, C. and Douvillé, J.L. (1980). Short-term variation in phytoplankton biomass in a tidal estuary in North Brittany. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 10: 85-92.
- Sanders, J.G. and Kuenzler, E.J. (1979). Phytoplankton population dynamics and productivity in a sewage-enriched tidal creek in North Carolina. *Estuaries*, 2: 87-96.
- Santamaría del Angel, E. (1989a). Análisis estadístico del efecto de las variaciones ambientales sobre la estructura de California en el verano de 1986. Cuarta Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología. La Paz, B.C.S., 27-29 de abril.
- Santamaría del Angel, E. (1989b). El fitoplancton en lagunas costeras. Mesa redonda sobre el análisis de la metodología para el estudio del plancton. Cuarta Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología. La Paz, B.C.S., 27-29 de abril.
- Shilo, M. (1980). Factores implicados en la dinámica de las proliferaciones de algas en la naturaleza. En: W.H. van Dobben y R.H. Lower-McConnell (eds.), *Conceptos Unificadores en Ecología*. Brume, Barcelona, 397 pp.
- Signoret, M. y Santoyo, H. (1980). Aspectos ecológicos del plancton de la bahía de La Paz, Baja California Sur. *An. Centro Cienc. del Mar. y Limnol., UNAM*, 7: 217-248.
- Smetacek, V. (1985). The annual cycle of Kiel Bight plankton; a long-term analysis. *Estuaries*, 8: 145-157.
- UNESCO (1987). Research on coastal marine systems. Review and recommendations for UNESCO programme 1987-1989. Report of the fourth meeting of the UNESCO/SCOR/IABO consultive panel on coastal systems. Dakar, 15-17 December, 1986. UNESCO Technical Papers in Marine Science, Paris, No. 52, 47 pp.