

UNA APROXIMACION A LA ESTRUCTURA FLORISTICA  
DE LAS DIATOMEAS EPIFITAS DE *Zostera marina* Y SUS VARIACIONES  
TEMPORALES, EN BAHIA FALSA, SAN QUINTIN, B.C.

AN APPROXIMATION TO THE FLORISTIC STRUCTURE OF THE  
EPIPHYTIC DIATOMS OF *Zostera marina* AND ITS TEMPORAL  
VARIATIONS IN BAHIA FALSA, SAN QUINTIN, B.C.

Por/by

David A. Siqueiros Beltrones

Silvia E. Ibarra Obando

Daniel H. Loya Salinas

Centro de Investigación Científica y de Educación

Superior de Ensenada

Espinoza No. 843

Ensenada, B. Cfa., México

SIQUEIROS BELTRONES, D.A., S.E. Ibarra Obando y D.H. Loya Salinas. 1985. Una aproximación a la estructura florística de las diatomeas epifitas de *Zostera marina* y sus variaciones temporales, en Bahía Falsa, San Quintín, B.C. An approximation to the floristic structure of the epiphytic diatoms of *Zostera marina* and its temporal variations in Bahía Falsa, San Quintín, B.C., Ciencias Marinas II (3): 69-88 (20)

## RESUMEN

De julio a diciembre de 1982, se tomaron muestras mensuales de *Zostera marina* en Bahía Falsa, San Quintín, para analizar la estructura de las asociaciones de diatomeas epifitas. Se determinó un tamaño de muestra de 1000 frústulas o individuos en base al índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ). Los parámetros que definen la estructura de la asociación, se estimaron a partir del índice de diversidad de Shannon-Wiener y del complemento del índice de Simpson ( $D_s$ ), así como de los índices de equitabilidad ( $J'$ ) y dominancia (REDI). La similitud entre muestras se midió con los índices de Stander y de Jaccard (SIMI y JAC). También se calculó la amplitud de nicho temporal de la especie ( $B_i$ ) y el índice de valor biológico (IVB) de las más importantes. La diversidad de las muestras fue alta en general, con un valor máximo de  $H'$  de 4.15, para la muestra de noviembre y un mínimo de 3.42 en septiembre. Las muestras presentaron poca similitud en cuanto a presencia y ausencia de especies, pero una semejanza relativamente alta en cuanto a las especies de mayor abundancia relativa. Las especies más importantes según su valor de IVB fueron, *Navicula parva*, *Cocconeis seutellum*, *C. seutellum* var. *parva*, *C. dirupta* y *Nitzschia frustulum* var. *perminuta*. La especie con mayor amplitud de nicho temporal fue *Cocconeis placentula* var. *cuglypta*.

## ABSTRACT

During the second half of 1982, monthly samples of *Zostera marina* were taken in Bahía Falsa, San Quintín. The objective was to analyze the structure of the associations of epiphytic diatoms. A sample size of 1000 individuals or frustules was determined, based on tests using the Shannon-Wiener index. The association structure parameters were estimated from the Shannon-Wiener diversity index and the complement of Simpson's index ( $D_s$ ) and also from the equitability ( $J'$ ) and dominance (REDI) indexes. Similarity between samples was estimated with the Stander and Jaccard indexes (SIMI; JAC). Also, the species niche breadth was measured and the biological index value (BIV) of the most important ones. Sample diversity was generally high, with a maximum  $H'$  value of 4.15 for the November sample and a minimum of 3.42 in September.

Using presence-absence of species, samples showed little similarity, but were relatively similar when considering the relative abundance of the more important species. The most important species according to their BIV were, *Navicula parva*, *Cocconeis scutellum*, *C. scutellum* var. *parva*, *C. disrupta* and *Nitzschia frustulum* var. *perminuta*. The species with the wider niche breadth was *Cocconeis placentula* var. *euglypta*.

## INTRODUCCION

La importancia de las comunidades de pastos marinos es reconocida por su contribución a la producción primaria de las lagunas costeras. Una parte importante de dicha producción la aportan las microalgas epifitas, en donde las diatomeas forman la fracción más abundante (Penhale, 1977; Kentula, 1983). Por otra parte, debido a su capacidad colonizadora, las diatomeas epifitas pueden inhibir la fotosíntesis de algunos de los vegetales sobre los que se fijan. Sand-Jensen (1977) encontró que en *Zostera marina* la barrera de frústulas de diatomeas puede reducir la tasa fotosintética hasta en un 30 0/o. Esto, debido al efecto de sombra que ejercen, así como a una reducción de la tasa de difusión del carbono.

Además de la atención prestada al aspecto ecótico general de las diatomeas epifitas, su taxonomía ha sido incluida en trabajos de diversas partes del mundo, de los que se pueden citar los de Paragallo (1908), Hustedt (1959) y Cleve-Euler (1968), entre otros. Sin embargo, han sido pocos los esfuerzos por definir conjuntamente la composición de especies y la estructura de las asociaciones de diatomeas epifitas. Main y McIntire (1974), hicieron un análisis cualitativo y cuantitativo de la flora de diatomeas asociada con ciertas macrofitas, incluyendo *Z. marina*, en el Estuario de Yaquina en Oregon, E.U.A. También, Whiting (1983), calculó los parámetros de la estructura de las asociaciones de diatomeas epifitas de *Z. marina* en la Bahía de Netarts, Oregon. De esta manera, encontró un patrón estacional, definido por una flora de invierno y otra de otoño.

El presente trabajo está precedido por un análisis taxonómico de las diatomeas epifitas de *Z. marina* en Bahía Falsa (Si-

## INTRODUCTION

The sea grasses communities importance is known by its contribution to the primary productivity in coastal lagoons. An important portion of primary production is by epiphytic microalgae in which diatoms are the main fraction (Penhale, 1977; Kentula, 1983). On the other hand, by its colonization capacity, epiphytic diatoms can inhibit the photosynthesis of some of the plants they use. Sand-Jensen (1977) found that the frustulae barrier of the diatoms on *Zostera marina* can reduce the photosynthetic ratio dawn to 30%. That is due to the shade effect they produce, as well as to a reduction in the carbon diffusion rate.

Besides the attention paid to the general ecological aspect of the epiphytic diatoms, their taxonomy has been included in diverse works in the world, of which we can mention: Paragallo (1908), Hustedt (1959) and Cleve-Euler (1968), among others. However, the efforts to try to define jointly the species composition and the epiphytic diatoms associations structure are scarce. Main and McIntire (1974) made a qualitative and quantitative analysis of the associated diatoms flora with some macrophytes, including *Z. marina*, in Yaquina Bay, Oregon, U.S. Also Whiting (1983) calculated the structure parameters of the epiphytic diatom associations of *Z. marina* in Netarts Bay, Oregon. He found like this a seasonal pattern defined by one kind of flora in the winter and another one in autumn.

This paper is preceded by a taxonomic analysis of the epiphytic diatoms of *Z. marina* in Bahía Falsa (Siqueiros-Beltrones and Ibarra-Obando, in press). We try to take jointly the first step in the epiphyte diatoms association knowledge in the zone. The

queiros-Beltrones e Ibarra-Obando, en prensa). Conjuntamente, se pretende dar el primer paso en el conocimiento de las asociaciones de diatomeas epifitas en la zona. El objetivo de este estudio, es conocer la estructura de tales asociaciones a lo largo de seis meses, en base a la abundancia relativa, dominancia y diversidad de especies o heterogeneidad.

## AREA DE ESTUDIO

La Bahía de San Quintín, es un cuerpo de agua localizado entre los 30°24'N-30°30'N y 115°57'W-116°01'W (Fig. 1). Tiene forma de "Y", con una entrada de agua, permanente, en el extremo sur. Bahía Falsa corresponde al brazo oeste de la bahía. El área de trabajo corresponde a un bajo que se encuentra frente a Mina Vieja y en el que la abundancia de *Z. marina* es representativa de la bahía. En esta zona, el Grupo de Ecología Vegetal Bentónica del CICESE, realizó estudios sobre la biomasa y producción de *Z. marina*. Para ello, trazaron tres transectos de 100 metros de longitud, cada uno, en dirección NE-SO, con un declive de -0.95m a -0.65m, con respecto al nivel medio del mar. Estos delimitaban un área aproximada de 2000m<sup>2</sup>, en la que se hicieron los muestreos para el presente trabajo.

## MATERIALES Y METODOS

De julio a diciembre de 1982 se coleccionaron mensualmente, muestras de *Z. marina*. Estas consistieron de hojas de plantas en estado vegetativo, seleccionadas al azar, que se transportaron al laboratorio en frascos de vidrio sin ningún tratamiento. También, del 7 de julio al 13 de diciembre, se tomaron datos quincenales de temperaturas máximas y mínimas de los sedimentos. Los termómetros se enterraron a una profundidad de 30 cm en el punto inicial de cada uno de los transectos antes mencionados. Asimismo, a partir del 18 de agosto se tomaron las temperaturas máximas y mínimas del agua a 50 cm de profundidad, en una estación representada por una balsa instalada a 50 m de la zona de estudio.

objective of this paper is to know the association structure during six months, based on the relative abundance, dominance and diversity of species or heterogeneity.

## STUDY AREA

Bahía de San Quintín is a water body located between 30°24'N, 30°30' N and 115°57' W, 116°01' W (Fig. 1). It has a Y-like form, with permanent communication with the sea in its southern portion. Bahía Falsa corresponds to the western arm of the bay. The working zone corresponds to a mudflat located in front of Mina Vieja, in which *Z. marina* abundance is representative of the bay. In this zone, the Ecología Vegetal Bentónica group of CICESE studied the biomass and the production of *Z. marina*. For this, three transects were placed, approximately 100 m long each, in NE-SW direction, with a slope of -0.95 m to -0.65 m in relation to the mean sea level. Those transects delimited a 2000 m<sup>2</sup> area approximately, in which the sampling for this work was made.

## MATERIAL AND METHODS

From July to December 1982, *Z. marina* samples were collected monthly. These samples consisted of leaves from shoots in vegetative stage, selected at random, and transported to the laboratory in glass jars without any treatment. Also, from July 7 to December 13, maximal and minimal temperature data from sediment were measured semi-monthly. The thermometers were buried 30 cm deep in sediment in the initial point of each transect. Also, from August 18, maximal and minimal water temperature was measured 50 cm deep, in a station located on a raft, 50 m off the study area.

*Z. marina* leaves of each sample were processed in the laboratory, eliminating all the organic matter with concentrated nitric acid in a Kjeldall apparatus. Clean frustules of present diatoms were thus obtained and 5 permanent preparations were made for the microscopic analysis. As mounting medium, Cumar R-9 (Holmes et al., 1981) was used.

UNA APROXIMACION A LA ESTRUCTURA FLORISTICA

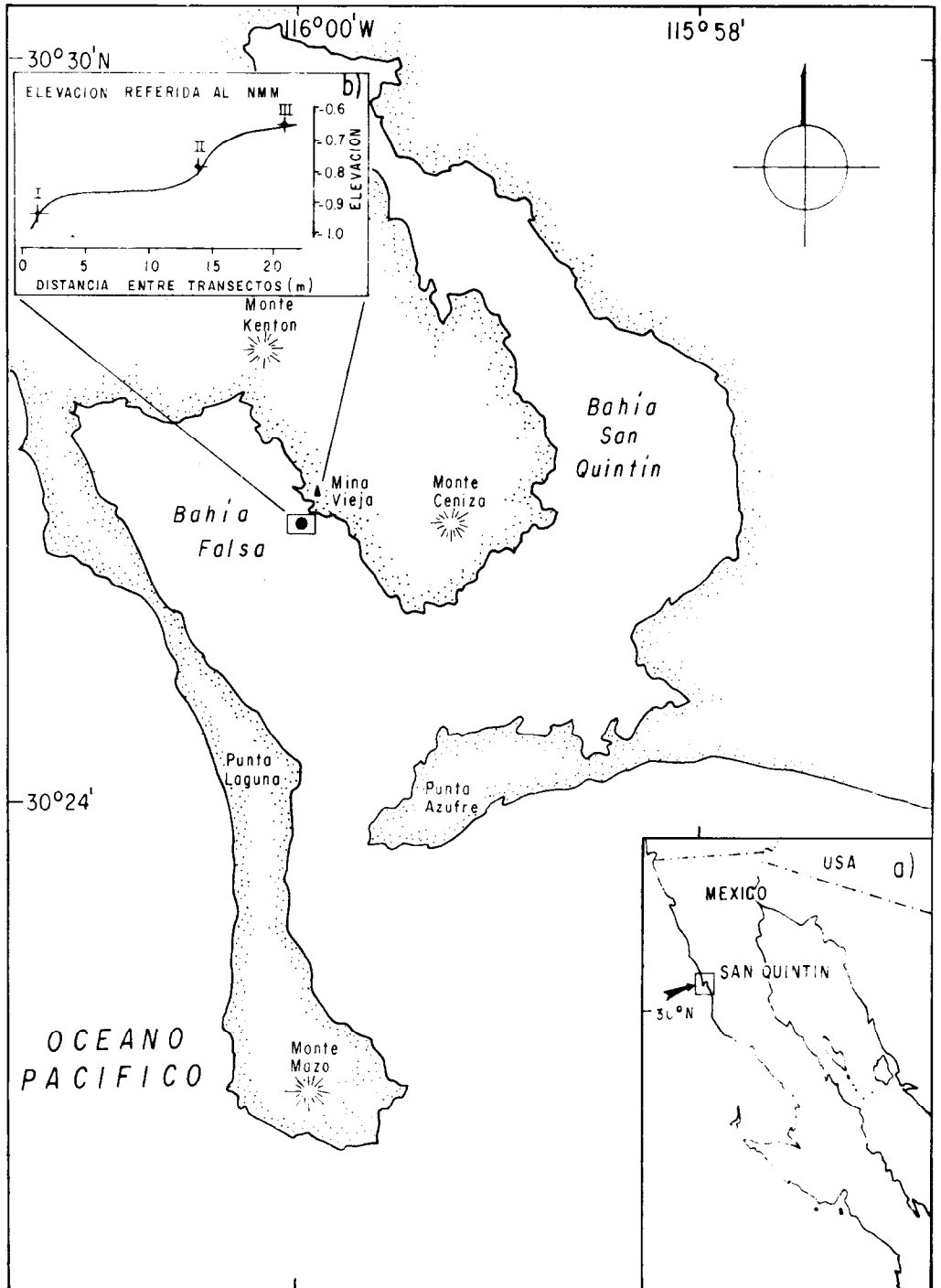


FIG. 1. Localización del área de trabajo (●) en la Bahía de San Quintín. Esta zona corresponde a un banco fangoso frente a Mina Vieja cubierto de *Zostera marina*. b) Perfil de los transectos colocados a diferente altura respecto al nivel medio del mar. Localization of work area (●) in Bahía San Quintín. This zone corresponds to a mudflat in front of Mina Vieja, covered by *Zostera marina*. b) Profile of the transects situated at different height with respect to mean sea level.

Las hojas de *Z. marina* de cada muestra, se procesaron en el laboratorio, quemándose toda la materia orgánica con ácido nítrico concentrado en un aparato de digestión Kjeldall. Así, se obtuvieron las frústulas limpias de las diatomeas presentes en las zonas de *Z. marina* y por cada muestra se elaboraron 5 preparaciones permanentes para su análisis al microscopio. Como medio de montaje se utilizó Cumar R-9 (Holmes *et al.*, 1981).

#### Tamaño de muestra

El tamaño de muestra (N) o número de individuos (frústulas) por preparación, que se contaron para el cálculo de los índices ecológicos, se determinó según el criterio de McIntire y Overton (1971). Primeramente se hicieron conteos de 300, 400, 500 y 1000 individuos y se calcularon valores preliminares del índice de heterogeneidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para cada número de individuos, para cada muestreo (mes). A los valores de  $H'$ , se les practicó un análisis de varianza de dos vías no paramétrico, siguiendo el método de Wilson (1956). Para esto se utilizó el programa de la biblioteca ESIMSL del Centro de Cómputo del CICESE. El análisis detectó diferencias significativas entre los valores de  $H'$ , según el tamaño de muestra, más no en cuanto al mes de colecta (Tabla I). Al no haber diferencias significativas entre las muestras, se aplicó un análisis de varianza de una vía, considerando como réplicas los valores de cada mes. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, y un análogo no paramétrico de la prueba a posteriori de la mínima diferencia significativa (Sokal y Rohlf, 1980). Se encontró que los valores de  $H'$ , para un tamaño de muestra de 1000 individuos, difieren significativamente de los otros tres, que a su vez, no presentan diferencias significativas entre sí (Tabla II).

En base al análisis anterior, se realizaron conteos de 1000 individuos por preparación, para determinar las abundancias de las distintas especies observadas (véase apéndice) y con éstas se estimaron los componentes de la estructura taxonómica de las asociaciones. Se consideró la riqueza de especies (S) por muestra, se calcularon la domi-

#### Sample size

The sample size (N) or number of individuals (frustules) by preparation used for the ecological indexes calculation, was determined according to McIntire and Overton (1971) criteria. First, sets of 300, 400, 500 and 1000 individuals were counted and preliminary values of the heterogeneity index of Shannon-Wiener ( $H'$ ), for each number of individuals, for each month, were calculated. Non parametric two way variance analysis was applied to  $H'$  values after the method of Wilson (1956).

The ESIMSL program from the computer center of CICESE was used for this. Significant differences were detected in  $H'$  values, according to the sample size, but not to the month of the sampling (Table I). Because the differences between the samples were not significant, one way variance analysis was applied, using the monthly values as a replicates.

TABLE I. Análisis de varianza de Wilson (no paramétrico), para los valores de  $H'$ . Factor 1: Muestra o mes. Factor 2: Tamaño de muestra (TM).

Wilson's variance analysis (non parametric) for  $H'$  values. Factor 1: sample or month. Factor 2: sample size (TM).

Fuente de variación	g.l.	Valor de $J_i^2$	Probabilidad
Mes	5	8.000	0.1562 ns
TM	3	9.333	0.0252 (*)
Interacción	15	6.666	0.9662 ns

ns: no significativo

\* : significativo a un nivel del 50/o.

Kruskal-Wallis test was used, as well as a non parametric analogue for the after-test of the minimal significant difference (Sokal and Rohlf, 1980).

UNA APROXIMACION A LA ESTRUCTURA FLORISTICA

TABLA II. Prueba de Kruskal-Wallis sobre los diferentes valores de H' calculados con base en tamaños de muestra distintos y prueba de comparaciones múltiples usando la mínima diferencia significativa (MSD).

Kruskal-Wallis' test on the different H' values calculated from different sample sizes and multiple comparison test using the minimal significative difference (MSD).

Prueba de Kruskal-Wallis

H<sub>0</sub>=No existen diferencias significativas entre los valores de H' calculados para tamaños de muestra distintos.

Valor del estadígrafo H=8.50  
Grados de libertad = 3

Valor tabulado de  $J_i^2 = 7.31$  a 5 0/o de significancia.  
H<sub>0</sub> es rechazada a un nivel de significancia del 5 0/o.

Prueba de comparaciones múltiples (MSD)

Pareja	Discrepancia observada	Decisión al 5 0/o de sig.
3-4	10,500	*
1-4	10,000	*
2-4	8,167	*
2-3	2,333	NS
1-2	1,833	NS
1-3	0,500	NS
1:300 individuos		3:750 individuos
2:500 individuos		4:1000 individuos
*: significativa al 5 0/o		Mínima diferencia
NS: no significativa		Significativa: 7.31

nancia y la equitabilidad, así como la heterogeneidad, como una representación global de los anteriores y como sinónimo de diversidad. También, se midieron la similitud entre muestras, el índice de valor biológico y la amplitud de nicho temporal.

Indices utilizados.

Para determinar la diversidad de especies se utilizaron el índice de Shannon-Wiener (H') y el complemento del índice de Simpson (Ds):

It was determined that H' values for a 1000 individuals sample size had significant differences with the other three sizes, which did not have significant differences among themselves (Table II).

Based on the former analysis, counts of 1000 individuals for each preparation were made to determine the observed species abundance (see appendix) and using this, the taxonomic structure components of the associations were estimated. Species richness (S) by sample was considered, dominance

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i \quad y$$

$$D_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N-1)}$$

en donde  $p_i = n_i/N$ ,  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y  $N$  es el número total de individuos en la muestra (Brower y Zar, 1979).

Con la  $J'$  de Pielou (1969), se hizo la estimación de la equitabilidad:

$$J' = H' / H'_{max}$$

en donde  $H'_{max} = \log_2 S$ . Se considera el valor de  $J'$  como el grado de aproximación de la heterogeneidad observada a la heterogeneidad máxima posible en la muestra.

Como una medida de la dominancia se utilizó el índice de redundancia (McIntire y Overton, 1971):

$$REDI = \frac{H'_{max} - H'}{H'_{max} - H'_{min}}$$

en donde:  $H'_{min} = -[\log_2 N - (N-S + 1/N) \log_2 (N-S-1)]$

El índice REDI tiene un valor mínimo de cero, cuando todas las especies son igualmente comunes (ausencia de dominancia) y un máximo de uno, cuando una sola especie comprende la gran mayoría de los individuos y el resto de las especies están representadas por un solo individuo.

La amplitud de nicho temporal de una especie, se obtuvo mediante la expresión (Levins, 1968):

$$B_i = \exp \left[ - \sum_{r=1}^Q (n_{ir}/N_i) \log_e (n_{ir}/N_i) \right]$$

and evenness were calculated, as well as heterogeneity, as a global representation of the former and as a diversity synonym. Also sample similarity, biologic value index and temporal niche breath were measured.

### Indexes used

The Shannon-Wiener ( $H'$ ) index and Simpson's index complement ( $D_s$ ) were used to determine the species diversity.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i \quad \text{and}$$

$$D_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N-1)}$$

where  $p_i = n_i/N$ ,  $n_i$  means number of individuals of  $i$  species and  $N$  is the total number of individuals in the sample (Brower and Zar, 1979).

Pielou's (1969)  $J'$  index was used to determine the evenness:

$$J' = H' / H'_{max}$$

where  $H'_{max} = \log_2 S$ .  $J'$  values is considered the approximation degree between the heterogeneity observed and the maximal possible heterogeneity in the sample.

Redundance index (McIntire and Overton, 1971) was used as dominance measurement.

$$REDI = \frac{H'_{max} - H'}{H'_{max} - H'_{min}}$$

where  $H'_{min} = -[\log_2 N - (N-S + 1/N) \log_2 (N-S-1)]$

en donde  $n_{ir}$  = número de individuos del taxón  $i$  en la muestra  $r$  y  $N_i$  = la sumatoria de los individuos del taxón  $i$  encontrados en todas las especies (o meses)  $Q$ . El valor de  $B_i$  proporciona un índice de la capacidad de un taxón para existir en los diferentes sitios o temporada que se consideren. Su valor oscila entre 1 y  $Q$ .

El índice de valor biológico (IVB) (Sanders, 1960), es una expresión de la dominancia de las especies dentro de una serie de muestras. Para el cálculo se consideraron las 14 especies más abundantes en cada muestra, o sea, el 85% del total de individuos (véase Escofet, 1983; Siqueiros-Beltrones, 1984).

La similitud entre muestras se determinó por medio de los índices de Stander (1970) y el de Jaccard (Clifford y Stephenson, 1975). El primero considera las abundancias relativas de las especies y está expresado por:

$$SIMI = \frac{\sum_{i=1}^S P_{1i} P_{2i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^S P_{1i}} \sqrt{\sum_{i=1}^S P_{2i}}}$$

en donde  $P_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$  en las muestras y  $S$  es el número total de especies en las muestras ponderadas. El segundo, sólo considera presencia y ausencia de especies y se expresa por:

$$JAC(1,2) = \frac{a}{a + b + c}$$

en donde  $a$  es el número de especies que las muestras uno y dos tienen en común,  $b$  es el número de especies en la muestra uno (no presentes en la dos) y  $c$  es el número de especies en la muestra dos (no presentes en la uno).

Todos los análisis de la estructura de las asociaciones, se hicieron utilizando la Biblioteca de Programas de Ecología (LIPREC), de la Sección de Ecología del Bentos y Contaminación del CICESE.

REDI index has a minimal value of Zero, when all the species are equally common (absence of dominance), and a maximal value of one when only one species includes the great majority of individuals and the other species are represented by only one individual. The temporal niche breadth of a species was obtained using Levin's (1968) expression:

$$B_i = \exp\left[-\sum_{r=1}^Q (n_{ir}/N_i) \log_e(n_{ir}/N_i)\right]$$

where  $n_{ir}$  = number of individuals of taxon  $i$  in  $r$  sample, and  $N_i$  = the sum of individuals from taxon  $i$  found in all the species (or months)  $Q$ .  $B_i$  value provides an index of the capacity of one taxon to exist in the different localities or period of time considered. Its value oscillates between 1 and  $Q$ . The biologic value index (BVI) (Sanders, 1960) is an expression of the species dominance in a series of samples. For the calculation we considered the 14 more abundant species, that is to say, the 85% of the total of individuals (See Escofet, 1983; Siqueiros-Beltrones, 1984).

Sample similarity was determined using Stander (1970) index and Jaccard (Clifford and Stephenson, 1975) index. The first one considers the species relative abundance and is represented by:

$$SIMI = \frac{\sum_{i=1}^S P_{1i} P_{2i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^S P_{1i}} \sqrt{\sum_{i=1}^S P_{2i}}}$$

where  $P_i$  is the proportional abundance of the  $i$  species in the samples and  $S$  is the total number of species in the pondered samples. The second considers only presence or absence of species and is represented by:

$$JAC(1,2) = \frac{a}{a + b + c}$$



## RESULTADOS

Aunque no se obtuvieron todos los datos de temperaturas máxima y mínima, los valores que se presentan (Tabla III) dan una idea acerca de las fluctuaciones de esta variable durante los meses de colecta.

La temperatura mínima registrada para los sedimentos correspondió al mes de diciembre (5.0 °C), pero en general las temperaturas mínimas oscilaron entre 14.4 °C y 17.7 °C. La temperatura máxima se leyó el 15 de octubre (32.2 °C) y en septiembre, octubre y diciembre, se leyeron valores por arriba de los 29 °C. Los valores más bajos de temperatura mínima del agua se leyeron en septiembre (12.2 °C) y en noviembre (11.1 °C). Las temperaturas máximas medidas son en general elevadas, siendo la mayor para el mes de octubre (27.7 °C).

TABLA III. Valores de temperatura máxima y mínima en los sedimentos y del agua, para los meses de colecta en Bahía Falsa, San Quintín.

Maximum and minimum temperature values of the sediments and the water for the collection months in Bahía Falsa, San Quintín.

Fecha	T °C sedimentos		T °C Agua	
	Max	Min.	Max.	Min.
Julio 7	19.9	14.4	----	----
Julio 19	21.0	14.4	----	----
Agosto 3	24.2	14.4	----	----
Agosto 18	23.3	17.7	22.2	19.9
Septiembre 1	29.9	12.2	----	----
Septiembre 15	23.3	17.7	24.4	12.2
Octubre 5	29.4	16.1	26.6	17.7
Octubre 15	32.2	16.6	27.7	17.7
Noviembre 1	----	----	25.5	11.1
Noviembre 14	23.3	16.6	22.2	16.6
Noviembre 28	----	----	25.5	13.3
Diciembre 13	29.4	5.0	----	----

### Estructura de las asociaciones.

Se contaron un total de 6069 frústulas, de las cuales un 95 % estuvo representado por sólo 25 taxa y 5 % fueron cuantifica-

where a = number of species common both in samples one and two, b = number of species in sample one (not present in sample two), and c = number of species present in sample two (not present in sample one).

All the structure association analysis were made using the Biblioteca de Programas de Ecología (LIPREC) of the Sección de Ecología del Bentos y Contaminación of the CICESE.

## RESULTS

Although all the maximal and minimal temperature data were not obtained, the presented values (Table III) give an idea about the fluctuations during the study months.

The minimal temperature registered for sediment was 5°C corresponding to December, but in general, minimal temperatures oscillate between 14.4°C and 17.7°C. The maximal (32.2°C) temperature was obtained in October 15, and values higher than 29°C were registered in September, October and December. The lowest minimal water temperature values were obtained in September (12.2°C) and November (11.1°C). The maximal temperatures measured are generally high values, corresponding the highest to October (27.7°C).

### Associations structure

A total of 6069 frustules were counted, of which 95% was represented only by 25 taxa and 5% were quantified with 15 individuals or less. The highest number of species (S) found was 63 in July and October samples where the majority were rare species. September and December samples were the poorest with 33 and 41 taxa respectively. The abundance of the respective taxon can be seen in the appendix.

The calculated indexes used to estimate the parameter of epiphytic diatoms associations of *Z. marina* in Bahía Falsa can be seen in Table IV.

dos con 15 individuos o menos. El mayor número de especies (S) encontrado fue de 63, para las muestras de julio y octubre, en donde la mayoría son especies raras. Las muestras de septiembre y diciembre fueron las más pobres, con 33 y 41 taxa, respectivamente. En el apéndice se pueden observar las abundancias de cada taxón en las diferentes muestras.

Los índices calculados para estimar los parámetros que definen las asociaciones de diatomeas epifitas de *Z. marina* en Bahía Falsa, se pueden apreciar en la Tabla IV.

La máxima diversidad de especies fue calculada para la muestra de noviembre, con  $H' = 4.15$  y  $D_s = 0.91$ , en donde también se midió la menor dominancia ( $REDI = 0.33$ ) y la mayor equitabilidad ( $J' = 0.708$ ). En las muestras de julio y octubre, aunque se tuvo el mayor número de especies, se tienen también los valores más altos de REDI (0.42 y 0.44, respectivamente), es decir, máxima dominancia, así como una equitabilidad ( $J'$ ) menor que en las demás muestras. Esto implica una distribución menos uniforme que en las otras muestras, de los individuos entre las especies presentes. En la muestra de septiembre se presentó una diversidad relativamente alta ( $H' = 3.42$  y  $DS = 0.858$ ). No obstante el bajo número de especies en la muestra, existió poca dominancia ( $REDI = 0.35$ ) y el segundo valor más alto de  $J'$ , lo que repercutió en los índices de diversidad. La muestra de diciembre tuvo una  $J'$  más baja y un valor igual de REDI, pero un mayor número de taxa que la de septiembre. Debido a esto, sus valores de  $H'$  y  $D_s$  fueron mayores (3.63 y 0.883, respectivamente). Probablemente, la diferencia se debió principalmente a la existencia de más especies importantes (comunes y abundantes), que a especies raras en la muestra de diciembre, ya que el complemento del índice de Simpson es poco sensible a la inclusión de especies raras (Peet, 1974), tal y como se puede inferir al comparar las muestras de septiembre y octubre.

Según el índice de Jaccard (Tabla V), las muestras tienen entre sí una similitud relativamente baja, es decir, pocas especies en

TABLA IV. Valores calculados para los diferentes índices utilizados para definir la estructura de la asociación de diatomeas epifitas de *Z. marina* en Bahía Falsa.

Values calculated for the different indexes used to define the epiphytic diatoms structure of *Z. marina* in Bahía Falsa.

Muestra	N	S	H'	Ds	J'	REDI
Julio	1006	63	3.78	0.863	0.633	0.42
Agosto	1012	50	3.66	0.877	0.649	0.39
Septiembre	1012	33	3.42	0.858	0.678	0.35
Octubre	1006	63	3.65	0.858	0.611	0.44
Noviembre	1009	58	4.15	0.910	0.708	0.33
Diciembre	1019	41	3.63	0.883	0.657	0.35
Total	6064					
Media	1011	51	3.71	0.875	0.661	0.346

The maximal species diversity was calculated for the November sample with  $H'$  values of 4.15 and  $D_s = 0.91$ , were also the minimal dominance ( $REDI = 0.33$ ) and the highest evenness ( $J' = 0.708$ ) were measured. In July and October samples, although the major number of species were obtained, we had also the highest REDI values (0.42 and 0.44 respectively), that is, maximal dominance and  $J'$  values smaller than in the other samples. This implies a less uniform distribution of the individuals among the present species than in other samples. In the September sample, a relatively high diversity was observed ( $H' = 3.42$  and  $D_s = 0.858$ ). Notwithstanding the low number of species in the sample, not much dominance was observed ( $REDI = 0.35$ ) and the second higher values of  $J'$ ; this affected on the diversity indexes. The December sample had a lower  $J'$  values and an equal value of REDI, but a higher number of taxa than the September one. Due to this, its  $H'$  and  $D_s$  values were higher (3.63 and 0.833 respectively). Probably the difference was mainly due to the existence of more important species (common and abundant), than to rare

común. El máximo grado de similitud se dio entre las muestras de septiembre y diciembre (54.2 0/0) y el mínimo se presentó entre las muestras de septiembre y octubre. Estos valores de similitud, relativamente bajos, pueden deberse a variaciones de tipo temporal.

species in the December sample, since the complement of the Simpson's index is not very sensitive to the inclusion of rare species (Peet, 1974), as can be inferred comparing the September and October samples.

TABLA V. Valores del Índice de Similitud de Jaccard para las 15 posibles comparaciones entre las muestras  
Jaccard's similarity index values for the 15 possible comparisons among samples.

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Julio	---					
Agosto	0.468	---				
Septiembre	0.412	0.482	---			
Octubre	0.355	0.468	0.315	---		
Noviembre	0.391	0.459	0.400	0.458	---	
Diciembre	0.405	0.492	0.542	0.368	0.470	---

TABLA VI. Valores del Índice de Similitud de Stander para las 15 posibles comparaciones entre las muestras.  
Stander's similarity index values for the 15 possible comparisons among samples.

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
JULIO	---					
AGOSTO	0.859	---				
SEPTIEMBRE	0.715	0.928	---			
OCTUBRE	0.752	0.865	0.699	---		
NOVIEMBRE	0.674	0.875	0.775	0.856	---	
DICIEMBRE	0.724	0.915	0.813	0.920	0.911	---

El índice de Stander (Tabla VI), muestra un grado de similitud relativamente alto, muy por arriba de lo que sugiere el índice de Jaccard. Ahora, la máxima semejanza ocurrió entre las muestras de agosto y septiembre (0.928) y la mínima entre julio y noviembre (0.674). La diferencia sigue siendo grande entre septiembre y octubre

According to Jaccard's index (Table V), the samples have a relatively low similarity among them, that is, few species in common. The maximal similarity degree was between the September and December samples (54.20/0) and the minimal one between September and October. These relatively low similarity values can be due to temporal variations.

Stander's index (table VI) shows a relatively high similarity degree, much higher than the Jaccard's index suggests. Now, the maximal similarity occurred between August and September samples (0.928) and the minimal between July and November (0.674). The difference is still high between September and October (0.699) and the similarity between September and December is lower than the average value, in spite of having the highest number of species in common, according to Jaccard's index.

(0.699) y la similitud entre septiembre y diciembre cae por debajo del promedio, a pesar de tener el mayor número de especies en común, según el índice de Jaccard.

El valor más alto de  $B_i$  (véase apéndice) fue de 5.9, para *Cocconeis placentula* var. *euglypta*. Esta especie ocurrió de manera común pero no abundante. Su valor de  $B_i$  ofrece una idea de su regularidad en las muestras analizadas, sugiriendo que fue poco afectada por las variaciones medioambientales durante el período trabajado. También, *Amphora salina* y *Gomphonema valentinica*, especies comunes pero poco abundantes, tuvieron valores altos de  $B_i$  (5.62 y 5.49, respectivamente), mientras que especies abundantes como *Nitzschia frustulum* var. *perminuta* y *Cocconeis dirupta*, fueron un poco más bajos (5.30 y 5.34, respectivamente). Esto es consecuencia de la relativa irregularidad con que aparecieron en las muestras. De las especies más abundantes, fue *Cocconeis scutellum* la que se distribuyó más equitativamente, con un  $B_i$  de 5.77.

Las especies más importantes según su IVB fueron también las más abundantes (Tabla VII). De las 25 especies más abundantes, 24 fueron consideradas para el cálculo del IVB y su orden de importancia fue casi igual al orden de sus abundancias totales.

## DISCUSION

El número total de taxa registrados (235) en las muestras analizadas (Siqueiros-Beltrones e Ibarra-Obando, en prensa), fue mayor que en otros trabajos de Bahía Falsa. Jacobs y Noten (1980), reportan 199 taxa en muestras de *Z. marina* de Roscoff, Francia, para un ciclo anual y Whiting (1983), reporta solamente 127 taxa en muestras de *Z. marina* en la Bahía de Netarts, Oregon. La diversidad también fue alta en general, alcanzando un valor promedio ( $H' = 3.71$ ) más alto que los encontrados previamente en estudios similares. McIntire y Overton (1971) y Main y McIntire (1974), obtuvieron valores promedio de  $H'$  de 3.34 y 3.37, respectivamente, para el estuario de la Bahía de Yaquina, Oregon. Whiting

The highest value of  $B_i$  (see appendix) was 5.9 for *Cocconeis placentula* var. *euglypta*. This species occurred commonly but was not abundant. Its  $B_i$  value gives an idea of its regularity in analysed samples, suggesting that it was little affected by environmental variations during the study period. Also *Amphora salina* and *Gomphonema valentinica*, common but not very abundant species, had high  $B_i$  values (5.65 and 5.49 respectively) while abundant species like *Nitzschia frustulum* var. *perminuta* and *Cocconeis dirupta* had lower  $B_i$  values (5.30 and 5.34 respectively). This is a consequence of the relative irregularity of its occurrence in the samples. Among the more abundant species was *Cocconeis scutellum* which had a more equitable distribution, with a  $B_i$  value of 5.77.

TABLA VII. Índice de Valor Biológico para las especies más importantes según su abundancia y frecuencia de aparición, utilizando el 85% de la información, para las muestras de julio a diciembre de 1982, en B. Falsa.

Biological value index for the most important species according to their abundance and occurrence frequency, using 85% of the information, for the samples from July to December 1982, in B. Falsa.

	NOMBRE DE LA ESPECIE	IVB
1	<i>Navicula parva</i>	76
2	<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i>	72
3	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perminuta</i>	71
4	<i>Cocconeis dirupta</i>	71
5	<i>Cocconeis scutellum</i>	70
6	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	46
7	<i>Cocconeis diminuta</i>	39
8	<i>Navicula disserta</i>	32
9	<i>Amphora perpusilla</i>	27
10	<i>Amphora salina</i>	24
11	<i>Navicula cincta</i>	22
12	<i>Cocconeis</i> No. 2	18
13	<i>Gomphonema valentinica</i>	18
14	<i>Cocconeis fluviatilis</i>	16
15	<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	13
16	<i>Navicula directa</i>	10
17	<i>Gomphonema gracilis</i>	10
18	<i>Amphora pediculus</i>	9
19	<i>Cocconeis molesta</i> var. <i>crucifera</i>	9
20	<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i>	5
21	<i>Cocconeis stauroneiformis</i>	5
22	<i>Nitzschia microcephala</i> var. <i>bicapitellata</i>	4
23	<i>Nitzschia marginata</i>	2
24	<i>Nitzschia frustulum</i>	2

(1983), reportó un valor promedio de  $H'$  de 2.89, para las diatomeas epifitas de *Z. marina* en la Bahía de Netarts, Oregon. Tanto en la Bahía de Yaquina como en la de Netarts, se tiene un ambiente estuarino y se sabe que en este tipo de ambientes el aporte de agua dulce afecta la composición específica de las diatomeas bentónicas (McIntire y Overton, 1971; Main y McIntire, 1974). Por otra parte, en estas dos localidades las temperaturas son generalmente bajas. En la Bahía de Yaquina se registran valores máximos de 17.5 °C, en el verano (McIntire y Overton, 1971) y en la Bahía de Netarts, hasta de 18 °C (Whiting, 1983).

Las diatomeas son organismos oportunistas y responden rápidamente a las perturbaciones relativamente menores de las condiciones físicas (McIntire y Overton, 1971). Goldman y Carpenter (1974), indican que una temperatura elevada, dentro de su rango de 20–30 °C, en general estimula el crecimiento de las diatomeas, acelerando el proceso de sucesión y resultando en una mayor riqueza de especies. En Bahía Falsa, las temperaturas máximas registradas, tanto de los sedimentos como del agua, fueron elevadas y dentro del rango señalado por Goldman y Carpenter (1974). Probablemente, la alta diversidad medida en las muestras, así como la gran riqueza de especies observada, se debe a que las condiciones de vida en esta zona resultan más propicias para un mayor número de especies.

Cabe mencionar que los autores citados anteriormente, utilizaron un tamaño de muestra de 500 individuos. Esto podría repercutir en el valor de  $H'$ , ya que este índice da cierta importancia a las especies raras (Peet, 1974) y estas tienen más probabilidad de ser incluidas con un tamaño de muestra mayor. Al comparar los valores de  $H'$  (Tabla IV) calculados para las muestras de septiembre ( $S = 33$ ) y octubre ( $S = 63$ ), se puede observar que, aunque en la segunda existió mayor dominancia (REDI) y menor equitabilidad ( $J'$ ), su  $H'$  es mayor. Se puede pensar que la diferencia en el número de especies raras, es la causa principal de tal diferencia. Por otra parte, el complemento del índice de Simpson ( $D_s$ ), es menos sensible a

The more important species according to their BVI values were also the more abundant ones (Table VII). From the 25 more abundant species, 24 were considered for the BVI calculation and their order of importance was near their total abundance order.

## DISCUSSION

The total number of registered taxa (235) in the analysed samples from Bahía Falsa (Siqueiros-Beltrones and Ibarra-Obando, in press) was higher than in other works in Bahía Falsa. Jacobs and Noten (1980) report 199 taxa in *Z. marina* samples from Roscoff, France, in an annual cycle, and Whiting (1983) reports only 127 taxa in *Z. marina* samples from Netarts Bay, Oregon. The diversity was also high in general, having mean values of  $H' = 3.71$ , higher than the previously reported ones in similar papers. McIntire and Overton (1971) and Main and McIntire (1974) found mean values of  $H'$  of 3.34 and 3.37 respectively, from Yaquina Bay samples, Oregon. Whiting (1983) reports mean values of  $H'$  of 2.89 for epiphytic diatoms of *Z. marina* in Netarts Bay, Oregon. As well in Yaquina Bay as in Netarts Bay, an estuarine environment is present and it is known that in this kind of environment the fresh water apport affects the specific composition of the benthic diatoms (McIntire and Overton, 1971; Main and McIntire, 1974). On the other hand, in these two localities the temperature values are generally very low. In Yaquina Bay, maximal values of 17.5 °C were registered in summer (McIntire and Overton, 1971), and in Netarts Bay up to 18 °C (Whiting, 1983).

Diatoms are opportunistic organisms and have a rapid response to the relatively minor perturbation of the physical conditions (McIntire and Overton, 1971). Goldman and Carpenter (1974) show that a high temperature, in a 20°C–30°C range, usually stimulates the diatoms growth, accelerating succession processes and resulting in a larger species richness. In Bahía Falsa, the maximal registered temperatures, as well in sediment as in water, were high and fell into the range marked by Goldman and Carpenter (1974). Probably the high diversity measured in the samples, as well as the great

la inclusión de especies raras (Peet, 1974) y al comparar las muestras de septiembre y octubre no se observa diferencia alguna en los respectivos valores de este índice. McIntire y Overton (1971) calcularon también  $D_s$  para sus muestras y obtuvieron un valor promedio de 0.721, mientras que en este trabajo el valor promedio fue 0.875. Al determinar el tamaño de muestra se encontró que 1000 era más adecuado que 500, quizá debido a la gran riqueza de especies de diatomeas epífitas en Bahía Falsa. Esto, aunado a la información proporcionada por el complemento del índice de Simpson, permite hacer la comparación con los trabajos citados anteriormente. De esta manera, se puede concluir que en Bahía Falsa existe una mayor riqueza de especies, así como una heterogeneidad (diversidad) más alta que en las bahías de Yaquina y Netarts y que las diferencias en el valor de  $H'$  son debidas, principalmente, a un mayor número de especies importantes.

La utilización conjunta del índice de valor biológico (IVB) y amplitud de nicho ( $B_i$ ), proporciona una información más completa sobre las especies que aparecieron en las muestras. Mientras que el IVB considera fuertemente la abundancia de las especies en cualquier muestra, el valor de  $B_i$  agrega información sobre la distribución de las especies y su tolerancia a las variaciones medioambientales. Según esto, las especies más importantes (abundantes) para las muestras analizadas son, coloniales como *Navicula parva* y *Nitzschia frustulum* var. *perminuta*, o pioneras, como lo es *Cocconeis scutellum* y quizá también *C. scutellum* var. *parva* y *C. dirupta*. El hecho de que *C. placentula* var. *euglypta* haya tenido el valor más alto de  $B_i$ , resulta interesante. Se sabe que esta especie es abundante en estuarios y que tolera amplios rangos de salinidad (Amspoker, 1977; Whiting, 1983), pero en Bahía Falsa fue poco abundante. Posiblemente, las condiciones de vida en esta zona, propicien la competencia con otras especies que no tienen éxito en un ambiente estuarino.

Al utilizar información binaria (presencia y ausencia de especies), con el índice de Jaccard, se encontró que la similitud en

species richness observed, is due to the fact that life conditions in our study zone are more favorable for a larger number of species.

It should be said that the authors previously mentioned used a 500 individuals sample size. This could affect the  $H'$  values, since this index gives a certain importance to rare species (Peet, 1974) and these have more probability to be included in a larger sample size. Comparing  $H'$  values (Table IV) calculated for the September ( $S=33$ ) and October ( $S=63$ ) samples, it can be observed that, although in the second one there exists a larger dominance (REDI) and a lesser equitability ( $J'$ ), its  $H'$  value is higher. It seems that the difference in the number of rare species is the principal factor for that difference. On the other hand, the complement of Simpson's index ( $D_s$ ) is less sensitive to the rare species inclusion (Peet, 1974) and comparing September and October samples no difference is observed in  $D_s$  values. McIntire and Overton (1971) calculated also  $D_s$  index for their samples and obtained a mean value for 0.721, while in this work the mean  $D_s$  value was 0.875. Determining the sample size, we found that 1000 individuals was better than 500, due maybe to the high epiphytic diatoms species richness in Bahía Falsa. Joined to the information provided by the complement of Simpson's index, this permits us to compare with the work previously mentioned. In this way it can be concluded that in Bahía Falsa there exists a larger species richness and a higher heterogeneity (diversity) than in Yaquina and Netarts Bays, and that the  $H'$  value differences are due principally to a larger number of important species.

The joined utilization of Biological Value Index (BVI) and niche breadth ( $B_i$ ) provides more complete information about the species present in the sample. While the BIV takes into account strongly the abundances of the species in any sample,  $B_i$  value adds information about the species distribution and their tolerance to environmental variations. According to this, the more important (abundant) species for the samples analysed were colonials like *Navicula parva* and *Nitzschia frustulum* var.

tre muestras fue generalmente baja. Por otro lado, manejando la importancia de las especies según sus abundancias relativas (con el índice de Stander), el promedio de porcentaje de similitud fue alto. Lo que se tiene es, una presencia más o menos constante de las especies dominantes a lo largo de los seis meses y las diferencias principales son en cuanto a presencia o ausencia de especies raras.

Los resultados obtenidos con el índice de Jaccard, pueden indicar variaciones debidas a una progresión estacional, o una respuesta a fluctuaciones de período corto de las variables medioambientales. Se podría esperar que los eventos de surgencia, tuvieran un efecto de este tipo sobre las diatomeas. Alvarez-Borrego y Alvarez-Borrego (1982), reportan una temperatura mínima de 11 °C para la boca de la Bahía de San Quintín, asociándolo a un evento de surgencia. Para este trabajo se registraron temperaturas de 12.1 °C (septiembre) y 11.1 °C (octubre), que pudieran deberse a eventos de este tipo. Sin embargo, no se pueden descartar las variaciones debidas a diferencias en la distribución espacial de las especies. Según el tiempo de exposición, las condiciones medioambientales pueden afectar la composición taxonómica de las diatomeas bentónicas (McIntire y Overton, 1971).

En un estudio sobre la producción de *Z. marina* en Bahía Falsa, Huerta-Tamayo (en preparación) se encontró que no había diferencias significativas en la producción de esta planta a lo largo de los seis meses, pero sí hubo diferencias debidas a la altura de los transectos.

Whiting (1983), sugiere que la variación estacional en la estructura florística de las diatomeas epifitas de *Z. marina* en la Bahía de Netarts, se debió a una combinación de los efectos producidos por variables medioambientales y la dinámica de crecimiento del hospedero. En Bahía Falsa, se observó que *Z. marina* presentó variaciones espacio-temporales, en cuanto al tamaño y número de hojas por planta, así como en el número de plantas en estadio vegetativo por

*perminuta*, or pioneers like *Cocconeis scutellum* and maybe also *C. scutellum* var. *parva* and *C. dirupta*. It is interesting that *C. placentula* var. *euglypta* had the highest  $B_j$  value. It is known that this species is abundant in estuaries and tolerates wide salinity ranges (Amspoker, 1977; Whiting, 1983) but it was not very abundant in Bahía Falsa. Possibly the life conditions in this zone propitiate the competition with other species that are not successful in an estuarine environment.

Using binary information (species presence or absence) with the Jaccard's index, it was found that the sample similarity was generally low. On the other hand, handling the importance of the species according to its relative abundance (with Stander's index), the main percentage of similarity was high. We found a more or less constant presence of the dominant species during the six months, and the principal differences were about the presence or absence or rare species.

The results we obtained with Jaccard's index can be considered as seasonal progression variations indicator, or a short period fluctuation response of the environmental variables. We could expect that the upwellings affect diatoms in this way. Alvarez-Borrego and Alvarez-Borrego (1982) report a minimal temperature value of 11°C in the opening of Bahía de San Quintín, associating it with an upwelling event. For this work, temperatures of 12.1°C (September) and 11.1°C (October) were registered, which may be due to this kind of event. However, variations due to spatial distribution of species cannot be neglected. According to the exposition time, environmental conditions can affect the taxonomical composition of benthonic diatoms (McIntire and Overton, 1971).

In a study on the *Z. marina* production in Bahía Falsa, Huerta-Tamayo (in preparation) found that no significant differences in this plant production exist during the six month period, but there are differences due to the transect height.

unidad de área (Poumian-Tapia, en preparación). Sin embargo, no se pudo hallar alguna relación entre el patrón seguido por el hospedero y las variaciones observadas en la estructura de las asociaciones de diatomeas epífitas. Una de las razones fue la diferencia en el procedimiento de los muestreos, ya que para el trabajo citado, se colectó considerando la altura de los transectos. Además, tales muestras se vieron afectadas por marcados incrementos en la biomasa de macroalgas flotantes y epífitas (Ibarra-Obando y Aguilar-Rosas, en prensa). Las muestras para el estudio de diatomeas en este trabajo, no estaban afectadas por las macroalgas.

### CONCLUSIONES

1. Las asociaciones de diatomeas epífitas de *Z. marina*, de julio a diciembre en Bahía Falsa, Baja California, se caracterizaron por presentar una alta heterogeneidad (diversidad), según los índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_s$ ).
2. Durante el estudio se observó la presencia mas o menos constante de las especies más abundantes y las diferencias principales entre las muestras, fueron en cuanto a presencia o ausencia de especies raras.
3. No se observó una relación entre el patrón de producción y morfología seguido por el hospedero y la estructura de las asociaciones de diatomeas epífitas.
4. Dada la gran riqueza de especies en la zona, un tamaño de muestra de 1000 individuos fue más adecuado que un tamaño de muestra menor (500, 400, 300).
5. La utilización de varios índices, permite obtener una mayor información y ofrece alternativas interesantes para la interpretación de los resultados.

### AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer al biólogo Jon Elorduy sus valiosos comentarios sobre este trabajo. A los M. en C. Claudia Farfán y Tim Baumgartner, cuya crítica constructiva sirvió para dar mejor forma al estudio realizado. Al Dr. Alejandro Chagoya por

Whiting (1983) suggests that seasonal variations in the floristic structure of the epiphytic diatoms of *Z. marina* in Netarts Bay was due to a combination of effects produced by environmental variables and the dynamics of the host's growth. In Bahía Falsa, it was observed that *Z. marina* had spatial-temporal variations in the size and number of leaves by plant, as well as in the number of plants in vegetative stage, by unit area (Poumian-Tapia, in preparation). However, we could not find any relation between the host's pattern and the variations observed in the epiphytic diatoms association structure. One of the reasons was the difference in the sampling system, as for the work we mention, samples were collected considering for the transect height. Besides, those samples were affected by marked increments in the macroalgae floating biomass and epiphytes (Ibarra-Obando and Aguilar-Rosas, in press). The samples for this work were not affected by macroalgae.

### CONCLUSIONS

1. Epiphytic diatoms associations of *Z. marina* from July to December in Bahía Falsa, Baja California, are characterized by a high heterogeneity (diversity), according to Shannon-Wiener ( $H'$ ) and Simpson ( $D_s$ ) indexes.
2. During the work, a more or less constant presence of the more abundant species was observed and the principal differences among samples were the presence or absence of rare species.
3. A relation between the production and morphology pattern of the host and the epiphytic diatoms associations structure was not observed.
4. A 1000 individuals sample size was more adequate than a lesser sample size (500, 400, 300), given the great species richness in the zone.
5. The utilization of several indexes provides more information and offers interesting alternatives for the interpretation of results.



el apoyo prestado en el análisis estadístico. Y a la Odontóloga Ramona Sánchez por su imprescindible ayuda en la elaboración del escrito.

La fase final de este trabajo recibió el apoyo de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico del CONACyT, mediante el proyecto número PCCBCNA-020120.

## LITERATURA CITADA

- ALVAREZ-Borrego, J. y S. Alvarez Borrego. 1982. Temporal and spatial variability of temperature in two coastal lagoons CalCOFI, Rep.23:188-197.
- AMSPOKER, M.C. 1977. The distribution of intertidal diatoms associated with the sediments of Yaquina Bay Estuary, Oregon. Ph.D. Thesis O.S.U. 172 p.
- BROWER, J.E. y J.H. Zar 1979. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Pub. Dubuque, Iowa. 194 p.
- CLEVE-Euler, A. 1968. Die diatomeen von Schweden und Finnland. En Verlag von Kramer. Bibliotheca Phycologica Band 5. Wheldon and Wesley N.Y. USA. 1a. reimpression Vol. I-V. 963 p.
- CLIFFORD, H.T. y W. Stephenson 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, N.Y., 54 p.
- ESCOFET, A. 1983. Community ecology of a sandy beach from Patagonia (Argentina, South America). Tesis de Maestría. Universidad de Washington. 122 p.
- GOLDMAN, J.C. y E.J. Carpenter. 1974. A kinetic approach to the effect of temperature on algal growth. Limnol. Oceanogr. 19 (5): 756-766.
- HOLMES, R.W., C.J. Wilson y M.C. Amspoker. 1981. Techniques for preparing permanent preparations of cleaned and uncleaned diatoms using Cumar R-9, a cumarone-indene resin. Bacillaria. (4): 21-27.
- HUERTA-Tamayo, R. Producción aérea de *Zostera marina* en Bahía Falsa, San Quintín de junio a diciembre de 1982. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Marinas, UABC. Ensenada, B.C. (en preparación).
- HUSTEDT, F. 1959. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. In Rabenhorst, L. Kryptogamen-Flora. Band VII, P.I-II. Johnson. Rep. Co. N.Y. 845 p.
- IBARRA-Obando, S.E. y R. Aguilar-Rosas. Macroalgas flotantes y epifitas asociadas con *Zostera marina* en Bahía San Quintín (B.C., México), durante verano otoño 1982: biomasa y composición taxonómica (en prensa).
- JACOBS, R.P.W.M. and T.M.P.A. Noten. 1980. The annual pattern of the diatoms in the epiphytes of eelgrass (*Zostera marina* L.) at Roscoff, France. Aquat. Bot. 8:355-370.
- KENTULA, M.E. 1983. Production of a *Zostera marina* L. bed in Netarts Bay, Oregon. Ph. D. Thesis. Oregon State University. Corvallis, Oregon. 178 p.
- LEVINS, R. 1968. Evolution in changing environments. Monographs in population biology 2. Princeton University Press, Princeton. 120 p.
- MAIN, S. y C.D. McIntire. 1974. The distribution of epiphytic diatoms in Yaquina Estuary, Oregon USA. Bot. Mar. 17:88-99.

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank Biol. Jon Elrduy for his valuable comments about this work; M.C. Claudia Farfán and M. C. Timothy Baumgartner, whose constructive critique was used to conform the study realized; Dr. Alejandro Chagoya for the statistical analysis support, and Odont. Ramona Sánchez for her essential help in the manuscript realization.

The last phase of this work was partially supported by Dirección Adjunta de Desarrollo Científico of CONACyT, through project No. PCCBCNA-020120.

Sergio Pou translated this paper into English.

- McINTIRE, C.D. y W.S. Overton. 1971. Distributional patterns in assemblages of attached diatoms from Yaquina Estuary, Oregon. Ecol. 52:758-777
- PEET, R.K. 1974. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. and syst. 5:285-307.
- PENHALE, P. 1977. Macrophyte biomass and productivity in an eelgrass (*Zostera marina* L.) Community. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 26 :211-224.
- PERAGALLO, H. y M. Peragallo 1908. Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins. Ed M.J. Tempere, France. 491 p.
- PIELOU, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, New York. 286 p.
- POUMIAN-Tapia, M. Determinación de biomasa aérea de *Zostera marina* en la Bahía de San Quintín, B.C. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Marinas, UABC. Ensenada, B.C. (en preparación).
- SAND-JENSEN, K. 1977. Effects of epiphytes on eelgrass photosynthesis. Aquat. Bot. 3 : 55-63.
- SANDERS, H.L. 1960. Benthic studies in Buzzard's Bay, III. The structure of soft-bottom community. Limnol. Oceanogr., 5: 138-153.
- SIQUEIROS-Beltrones, D.A. 1984. Ecología y taxonomía de las diatomeas epifitas de *Zostera marina* en Bahía Falsa, San Quintín, B.C. Tesis de maestría, CICESE. Ensenada, B.C. México. 85 p.
- SIQUEIROS-Beltrones, D.A. e Ibarra-Obando, S.E. Lista florística de las diatomeas epifitas de *Zostera marina* en Bahía Falsa, San Quintín. (en prensa).
- SOKAL, R.R. y F.J. Rohlf. 1980. Biometry. 2a. ed. W.H. Freeman and Co. San Francisco, 859 p.
- STANDER, J.M. 1970. Diversity and similarity of benthic fauna off Oregon. M. S. Thesis. Oregon State University, Corvallis, Oregon. 72 p.
- WHITING M. C. 1983. Distributional patterns and taxonomic structure of diatoms assemblages in Netarts Bay, Oregon. Ph. D. Thesis O.S.U., Corvallis, Oregon 138 p.
- WILSON, K. V. 1956. A distribution-free test of analysis of variance hypothesis. Psychol. Bull. 53 (1): 96-101.

APENDICE  
APPENDIX

TOTAL DE DIATOMEAS CUANTIFICADAS EN LAS MUESTRAS DE BAHIA  
FALSA, SUS ABUNDANCIAS EN CADA MUESTRA (MES) Y SU AMPLITUD  
DE NICHO TEMPORAL (Bi).

TOTAL OF DIATOMS COUNTED IN THE BAHIA FALSA SAMPLES, THEIR  
ABUNDANCES IN EACH SAMPLE (MONTH) AND THEIR TEMPORAL  
NICHE AMPLITUDE (Bi).

	J	A	S	O	N	D	Bi
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl	37	32	21	41	32	37	5.90
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	72	143	120	109	154	178	5.77
<i>Navicula parva</i> (Menegh.) A. Cleve	158	197	234	210	72	180	5.70
<i>Amphora salina</i> Wm. Smith	19	14	11	12	24	8	5.62
<i>Gomphonema valentinica</i> Kikolajev	8	9	23	15	14	7	5.49
<i>Cocconeis</i> # 2	7	11	14	18	18	4	5.45
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i> (Hantz.) Grun	11	7	8	5	8	2	5.42
<i>Cocconeis fluviatilis</i> Wallace	16	11	19	7	17	5	5.42
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i> Grunow ex Cl.	68	124	74	305	187	182	5.37
<i>Cocconeis dirupta</i> Gregory	100	160	240	55	132	81	5.34
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	15	7	6	4	15	15	5.33
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perminuta</i> Grun.	298	153	80	167	88	93	5.30
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i> (Jan.) Rbh.	6	13	24	7	13	4	5.03
<i>Cocconeis diminuta</i> Pant.	20	11	69	15	32	42	4.94
<i>Amphora tenerrima</i> Aleem y Hustedt	2	3	2	2	2	0	4.91
<i>Nitzschia microcephala</i> var. <i>bicapitellata</i> A. Cl.	7	11	2	2	7	2	4.76
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kutz.) Grun.	0	5	5	8	9	3	4.71
<i>Navicula cancellata</i> var. <i>subapiculata</i> Grun.	2	2	1	0	1	1	4.70
<i>Raphoneis</i> # 8	1	2	0	1	1	2	4.67
<i>Amphora exigua</i> Greg.	2	2	0	4	2	1	4.64
<i>Navicula directa</i> (W. Sm.) Ralfs	15	7	11	10	0	4	4.59
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	0	15	8	24	14	31	4.55
<i>Amphora</i> # 13	5	2	6	0	2	4	4.55
<i>Navicula agnita</i> Hust.	2	4	2	1	0	2	4.51
<i>Amphora perpusilla</i> Grun.	7	17	12	10	65	16	4.30
<i>Amphora pediculus</i> var. <i>minor</i> (Kutz.) Grun.	3	9	7	4	30	5	4.21
<i>Mastogloia pumilla</i> # 2 (Grun.) Cl.	0	3	0	3	3	2	3.95
<i>Gomphonema exigum</i> Kutz.	3	3	0	0	3	2	3.92
<i>Navicula disserta</i> Hust.	30	2	0	30	35	68	3.90
<i>Navicula complanata</i> Grun.	1	2	0	2	1	0	3.80
<i>Climacosphenia moniliger</i> Ehr.	1	2	0	1	2	0	3.75
<i>Caloneis linearis</i> (Grun.) Boyer	1	3	2	0	2	0	3.75
<i>Navicula diversistriata</i> Hust.	2	2	0	4	1	0	3.64
<i>Nitzschia marginata</i> Hust.	0	2	0	9	2	2	3.15
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kutz.) Grun.	3	0	0	3	3	0	3.00
<i>Navicula directa</i> var. <i>remota</i> Cl.	1	0	1	0	1	0	3.00
<i>Achnantes hauckiana</i> var. <i>rostrata</i> Schulz.	1	1	0	1	0	0	3.00
<i>Amphiprora paludosa</i> Wm. Sm.	4	3	3	0	0	0	2.97
<i>Gyrosigma tenuissimum</i> var. <i>genuinum</i> (Wm. S.) Cl.	3	2	0	0	2	0	2.94
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantz.	0	1	0	2	2	0	2.89
<i>Navicula amophyla</i> var. <i>intermedia</i> Grun.	1	0	0	2	1	0	2.88
<i>Navicula</i> # 3	1	0	0	0	2	2	2.88
<i>Nitzschia actinactroides</i> (Lemm.) V. Goor.	1	0	2	0	0	2	2.87
<i>Mastogloia pumilla</i> # 1 (Grun.) Cl.	0	0	0	5	4	2	2.85

	J	A	S	O	N	D	Bi
<i>Plagiogramma van heurckii</i> Grun.	2	0	1	0	0	1	2.82
<i>Navicula apta</i> Hust.	2	1	0	1	0	0	2.79
<i>Fragilaria aequalis</i> Heib	1	3	0	0	0	3	2.73
<i>Cocconeis stauroneiformis</i> (van Heurck) Okuno	4	0	1	0	3	20	2.40
<i>Synedra tabulata</i> var. <i>fasciculata</i> (Kutz.) Grun	0	0	1	1	5	0	2.20
<i>Nitzschia insignis</i> Greg.	1	0	0	1	0	0	2.00
<i>Mastogloia pusilla</i> var. <i>capitata</i> Hust.	0	0	0	2	2	0	2.00
<i>Achnantes minutissima</i> Kutz.	0	1	1	0	0	0	2.00
<i>Grammatophora marina</i> (Lyng.) Kutz.	0	1	0	1	0	0	2.00
<i>Eunotogramma variabilis</i> Grun.	0	1	0	1	0	0	2.00
<i>Cocconeis disculoides</i> Hust.	0	1	0	1	0	0	2.00
<i>Cocconeis</i> # 4	0	0	0	0	2	2	2.00
<i>Amphipleura rutilans</i> (Trent.) Cl.	0	0	0	2	3	0	1.94
<i>Nitzschia sigma</i> var. <i>sigmatella</i> Grun.	0	0	0	2	0	1	1.92
<i>Navicula</i> # 9	1	0	0	2	0	0	1.92
<i>Achnantes lanceolata</i> var. <i>dubia</i> Grun.	1	0	0	2	0	0	1.92
<i>Amphora</i> # 3	0	0	0	0	2	1	1.90
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.:	1	2	0	0	0	0	1.89
<i>Nitzschia macilentata</i> Greg.	0	0	0	1	2	0	1.86
<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>reversa</i> Sm.	0	0	0	2	4	0	1.86
<i>Nitzschia socialis</i> Greg.	0	0	0	1	4	0	1.62
<i>Trachyneis aspera</i> var. <i>intermedia</i> (Grun) Cl.	0	0	1	0	0	0	1.00
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cl.	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Synedra dalmatica</i> Kutz.	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Synedra investiens</i> Wm. Sm.	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Stauroneis spicula</i> Hickie	0	0	0	2	0	0	1.00
<i>Surirella spiralis</i> Kutz.:	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Striatella hyalina</i> A. Cl.	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Rhopalodia musculus</i> Kutz.	0	0	0	0	1	0	1.00
<i>Rhopalodia gibba</i> v. <i>veniricosa</i> (Kutz.) H y M Per	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Raphoneis</i> # 7	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Raphoneis surirella</i> # 4 Grun.	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Raphoneis surirella</i> # 1 Grun.	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Raphoneis amphiceros</i> var. <i>rhombica</i> Grun.	0	1	0	0	0	0	1.00
<i>Pleurosigma paradoxum</i> Peragallo	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Pleurosigma intermedium</i> Wm. Sm.	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Pleurosigma delicatulum</i> var. <i>genuinum</i> Wm. Sm.	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Opephora pacifica</i> (Grun.) Petit	3	0	0	0	0	0	1.00
<i>Oestrupia musca</i> (Greg.) Hust.	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Nitzschia subtilis</i> Grun.	0	0	0	0	0	1	1.00
<i>Hantzschia amphioxys</i> Sm.	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Nitzschia longissima</i> (Breb.) Ralfs.	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Nitzschia laevis</i> Hust.	0	1	0	0	0	0	1.00
<i>Nitzschia fonticola</i> Grun.	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Nitzschia dissipata acula</i> (Hutz.) v. H.	0	0	0	0	1	0	1.00
<i>Nitzschia cursoria</i> Donk.	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Navicula scopulorum</i> Brebisson ex Kutz.	0	0	0	0	4	0	1.00
<i>Navicula pseudocomoides</i> Hendey.	0	0	0	0	1	0	1.00
<i>Navicula praetexta</i> Ehr.:	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Navicula diploneoides</i> Hust.	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Navicula cancellata</i> Donkin	0	0	0	0	0	1	1.00
<i>Navicula</i> # 6	0	0	0	0	1	0	1.00
<i>Navicula britannica</i> Hust. y Al.	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Diatoma hiemale</i> (Lyng.) Heib.	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Licmophora flabellata</i> (Grev.) Agardh	1	0	0	0	0	0	1.00
<i>Grammatophora serpentina</i> (Ralfs) Ehr.	0	0	0	0	0	1	1.00
<i>Achnantes subsessilis</i> Ehr.	1	0	0	0	0	0	1.00

UNA APROXIMACION A LA ESTRUCTURA FLORISTICA

	J	A	S	O	N	D	Bi
<i>Navicula patrickae</i> Hust.	0	0	0	0	1	0	1.00
<i>Eunotogramma laeve</i> Grun.	2	0	0	0	0	0	1.00
<i>Diploneis subcincta</i> (A.S.) Cl.	0	2	0	0	0	0	1.00
<i>Diploneis peterseni</i> Hust.	0	1	0	0	0	0	1.00
<i>Cocconesis molesta</i> var. <i>crucifera</i> Per.	41	0	0	0	0	0	1.00
<i>Campylodiscus thuretti</i> Breb.	0	0	0	0	1	0	1.00
<i>Biddulphia pulchella</i> Kutz	0	0	0	5	0	0	1.00
<i>Amphora ovalis</i> var. <i>affinis</i> f. <i>minor</i> (Kutz.) v. H.	0	0	0	0	4	0	1.00
<i>Amphora decussata</i> Grun.	0	0	0	0	1	0	1.00
<i>Amphora</i> # 2	0	1	0	0	0	0	1.00
<i>Amphora</i> # 1	0	0	0	1	0	0	1.00
<i>Diploneis</i> # 1	0	0	0	0	1	0	1.00
<i>Achnantes clevei</i> Grun.	0	0	0	2	0	0	1.00
<i>Achnantes arctica</i> Cl.	1	0	0	0	0	0	1.00