



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA  
CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



PALEOECOLOGÍA DE UNA UNIDAD DE DIATOMITA DE  
LA FORMACION TORTUGAS, EN BAHÍA ASUNCIÓN,  
BAJA CALIFORNIA SUR.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
OCEANÓLOGO

PRESENTA

MARÍA AUXILIO ESPARZA ALVAREZ

ENSENADA, B. C., NOVIEMBRE DE 1994

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

PALEOECOLOGIA DE UNA UNIDAD DE DIATOMITA  
DE LA FORMACION TORTUGAS,  
EN BAHIA ASUNCION, BAJA CALIFORNIA SUR.

TESIS

que para obtener el título de

OCEANOLOGO

PRESENTA

María Auxilio Esparza Alvarez

Ensenada, Baja California, México. Noviembre de 1994.

## RESUMEN

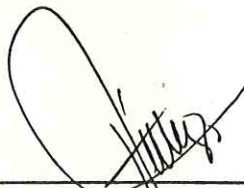
Con el fin de hacer una interpretación paleoecológica de la unidad de Diatomita del Mioceno tardío de la Formación Tortugas, en Arroyo Tiburón, Baja California Sur, México., se utilizaron distintos descriptores ecológicos. El análisis se realizó evaluando los cambios verticales en 22 mts. de columna estratigráfica mediante los índices de diversidad de Shannon, dominancia de Simpson y la similitud entre los niveles de muestreo mediante los índices de Morisita y de Jaccard. Así también se utilizaron los métodos gráficos de curvas de rarefacción y curvas de K-dominancia, e Índice de Valor Biológico. Se encontraron variaciones en la estructura de la comunidad debido probablemente a fluctuaciones ambientales manifestadas en cambios de diversidad y reemplazo de especies. De las 100 especies identificadas, las más abundantes y de mayor importancia biológica a través de toda la columna estratigráfica fueron: *Thalassionema nitzschioides* Grun, *Coscinodiscus marginatus* Ehr, *Denticula* sp., esporas de especies de *Chaetoceros*, *Melosira sulcata* Ehr, *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehr. Esta asociación esta integrada predominantemente por especies de aguas frías, marinas y costeras, siendo la especie más abundante *Thalassionema nitzschioides* Grun, característica de zona de surgencias, y la de mayor importancia biológica *Coscinodiscus marginatus* Ehr, la que sugiere mucha disolución y consecuentemente una pobre preservación de la asociación original. Mediante los descriptores ecológicos se pudieron identificar cuatro biotopos distintivos durante el depósito de la diatomita. En general las evidencias indican que durante el depósito de la diatomita predominó un ambiente costero de surgencias influenciado por una corriente de agua fría fluyendo cercana a la línea de costa.

PALEOECOLOGIA DE UNA UNIDAD DE DIATOMITA DE LA  
FORMACION TORTUGAS, EN BAHIA ASUNCION,  
BAJA CALIFORNIA SUR.

TESIS  
QUE PRESENTA

María Auxilio Esparza Alvarez

Aprobada por:



---

Presidente del Jurado  
M.C. Miguel Agustín Tellez Duarte



---

M.C. Guillermo Torres Moya  
Sinodal Propetario



---

OC. Héctor Manuel Atilano Silva  
Sinodal propetario

## DEDICATORIAS

A DIOS: Por la vida.

A MI MADRE: Por no dejarme claudicar.

A MI PADRE: Por infundirme la alegría de vivir.

A MIS HERMANOS: Francisco

María Luisa

Elodia, mi gran amiga

Cristóbal

Isaias

Por compartirlo todo.

A MI FAMILIA:

Francisco Becerril. Mi gran amor.

Javier Ulises y Karen del Mar. Unas de mis grandes razones de vivir y superarme.

A: Balbina Bobadilla, María de Jesús Alvarez e Irma Andrea Martínez, mi gran amiga.

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Marinas por mi formación profesional.

Al M.C. Miguel Agustín Tellez Duarte por dirigir este Trabajo, orientarme, corregirme y apoyarme, MIL GRACIAS.

A la OC.Jazmín Carbajal Manriquez por participar en el muestreo.

Al OC. Héctor Manuel Atilano Silva por ayudarme a la identificación de especies y donarme su tiempo y atención.

Al M.C. Eduardo Santa María por su ayuda y comentarios.

Al Dr. Timothy Baumgartner por facilitarme bibliografía y por sus observaciones.

Al Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, al personal del centro de computo.

A Sonia Maldonado por su amistad y ayuda económica durante la carrera, MIL GRACIAS.

Al Dr. John Minch por su ayuda económica durante la escritura de esta tesis ya que sin ella no habría sido posible seguir con este proyecto, MIL GRACIAS.

Al OC. Guillermo Avila por el préstamo de material y su gran amistad.

Al MC. Jorge Ledesma por su ejemplo y amistad.

A mis amigos OC. Jorge Reyes de la Gala, OC. Alberto Sánchez González y Miguel Angel Ramón Díaz por su orientación y ayuda en el uso de los procesadores de textos y hojas de calculo.

Al MC. Luis Antonio Cupul Magaña por permitirme usar su computadora.

A la Psicóloga Carmen Meza.

Y finalmente agradezco a todos aquellos que de alguna manera participaron en la realización de este trabajo.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION .....	1
II. ANTECEDENTES.....	4
III. OBJETIVO .....	6
IV. METODO .....	7
IV.1. Area de estudio. ....	7
IV.2. Método de campo. ....	7
IV.3. Método de laboratorio. ....	7
IV.3.(1) Montaje de placas. ....	8
IV.3.(2) Análisis de Muestras. ....	8
IV.4. Procesamiento de datos. ....	11
V. RESULTADOS .....	16
V.1. Columna estratigráfica. ....	16
V.2. Composición florística. ....	16
V.3. Índice de Valor Biológico. ....	23
V.4. Diversidad y Dominancia. ....	23
V.5. Presencia y abundancia de especies. ....	25
V.6. Índice de Similitud de Morisita. ....	27
V.7. Índice de Similitud de Jaccard. ....	28
V.8. Curvas de Rarefacción. ....	31
V.9. Curvas de K-dominancia. ....	31
VI. DISCUSIONES .....	35
VII. CONCLUSIONES .....	47
VIII. LITERATURA CITADA .....	49

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Fig. 1.</b> Localización del área de estudio. ....	9
<b>Fig. 2.</b> Columna estratigráfica de la diatomita en Arroyo Las Chivas, Bahía Asunción, Baja California Sur. ....	10
<b>Fig. 3. A.-</b> Índice de diversidad de Shannon para muestras y réplicas con respecto al nivel de muestro, <b>B.-</b> Índice de dominancia de Simpson para muestras y réplicas con respecto al nivel de muestreo, de la Diatomita de la Formación Tortugas, Bahía Asunción, Baja California Sur. ....	24
<b>Fig. 4.</b> Número de especies y abundancias totales para cada nivel de muestreo. ....	26
<b>Fig. 5.</b> Número de especies en muestra y réplica para cada nivel de muestreo. ....	26
<b>Fig. 6.</b> Dendrograma del Índice de Similitud de Morisita (Modo Q) para 12 muestras. ....	29
<b>Fig. 7.</b> Dendrograma del Índice de Similitud de Morisita (Modo Q) para 12 réplicas. ....	29
<b>Fig. 8.</b> Dendrograma de Índice de Similitud de Jaccard (Modo Q) para 14 muestras. ....	30
<b>Fig. 9.</b> Dendrograma del Índice de Similitud de Jaccard (Modo Q) para 14 réplicas. ....	30
<b>Fig. 10.</b> Curvas de rarefacción para Muestras de la Diatomita de la Formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur. ....	32
<b>Fig. 11.</b> Curvas de rarefacción para Réplicas de la Diatomita de la Formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur. ....	32
<b>Fig. 12.</b> Curvas de K-dominancia para las muestras de la Diatomita de la Formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur. ....	33
<b>Fig. 13.</b> Curvas de K-dominancia para las réplicas de la Diatomita de la Formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur. ....	33

## TABLAS

TABLA	Página
I. Listado taxonómico de la flora de la Diatomita de la Formación Tortugas de Bahía Asunción, Baja California Sur y su significado ambiental. ....	17
II. Abundancia total de especies en la columna estratigráfica de Arroyo las Chivas en Bahía Asunción, Baja California Sur. ....	19
III. Índice de Valor biológico (IVB) de las especies de diatomeas en Arroyo las Chivas, Bahía Asunción, Baja California Sur. ....	21

## I. INTRODUCCION:

Los microfósiles representan una de las herramientas más útiles en reconstrucciones paleoecológicas, al presentar una distribución vertical y horizontal definida por las características físico-químicas del medio ambiente que existió en el pasado. Además, son más abundantes y fáciles de preservar que los macrofósiles, razón por la cual proporcionan una alta resolución en reconstrucciones paleoecológicas de la zona de estudio. Para tales reconstrucciones se parte del principio de uniformismo aplicado a la paleoecología, enunciándose como: La ecología de los organismos del presente es la clave de los existentes en el pasado (Dodd y Stanton, 1981).

Los sedimentos laminados son los de mayor utilidad en estudios paleoceanográficos, por mostrar un registro casi continuo de eventos que se sucedieron en el tiempo y espacio, y aún de variaciones estacionales cuando los registros se encuentran bien preservados. Estos sedimentos se asocian a cuencas anóxicas con una capa de mínimo oxígeno que permite la preservación de los mismos en láminas o varvas por no existir bioturbación (Soutar, Johnson *et al.*, 1981; Donegan y Schrader, 1982; Baumgartner y Soutar, 1983; Karpuz y Jansen, 1992; Kemp y Baldauf, 1993). También nos reflejan las condiciones físico-químicas como: Un Ph bajo, poco oxígeno, baja concentración de carbonato de calcio, paleoprofundidad, paleotemperatura, paleosalinidad, paleocirculación, paleosurgencias, zonas de alta productividad, paleonutrientes, fenómenos Paleoceanográficos particulares como El Niño, cambios rápidos en

fenómenos Paleoceanográficos particulares como El Niño, cambios rápidos en el clima y en el nivel del mar (Mandra, 1969; Ciesielski y Weaver, 1974; Schrader, Curray et al., 1979; Barron, 1986; Perez y Casey, 1986; Barron y Baldauf, 1988; Karpuz y Jansen, 1992; Sancetta, 1992; Kemp y Baldauf, 1993).

Las diatomeas son uno de los grupos paleontológicos más importante en estudios paleoecológicos debido a que muchas especies presentan rangos específicos de temperatura y salinidad. Con dichos datos es posible realizar interpretaciones paleoclimáticas y en forma más general interpretaciones paleoambientales (Hajos, 1976; Kiozumi y Tanimura, 1985), considerando que las características estructurales de las comunidades de diatomeas de aguas superficiales se reflejan muy aproximadamente en los sedimentos del fondo oceánico especialmente cuando no hay bioturbación (Baumgartner et al., 1985; Kemp y Baldauf, 1993).

Para mayor confiabilidad de datos paleoceanográficos algunos autores recomiendan usar silicoflagelados conjuntamente con diatomeas, particularmente porque este grupo es sensible a cambios de temperatura (Mandra, 1972; Perez, 1985; Barron, 1986; Perez y Casey, 1986).

En la actualidad los estudios paleoceanográficos, y por ende los paleoecológicos, se han basado casi exclusivamente en núcleos de sedimentos obtenidos del piso oceánico. De estos se han podido obtener registros de la variaciones climáticas del orden de cientos de años y en el caso de regiones con alta razón de sedimentación la resolución puede ser mucho mayor (Baumgartner

et al., 1981; Baumgartner y Soutar, 1983; Baumgartner et al., 1985; Anderson y Vos, 1992; Kemp y Baldauf, 1993). Para la interpretación paleoecológica de las comunidades es necesario analizarlas cuantitativa y cualitativamente, facilitándose lo primero mediante el uso de descriptores ecológicos numéricos y gráficos. Dentro de los primeros, los índices de diversidad son de uso más común y dentro de los segundos las curvas de rarefacción (Sanders, 1968). Estas últimas nos proporcionan información de las características estructurales de las comunidades bajo la hipótesis de que la forma teórica de las curvas generadas está en función de si las comunidades se encuentran físicamente controladas o biológicamente acomodadas. Otro método gráfico, las curvas de k-dominancia, tienen la propiedad de poder visualizar la forma en como se encuentran distribuidos el número de individuos entre las especies (equitatividad), entre más se aproxime la curva a una recta la equitatividad es mayor (Lamshead, Pratt y Shaw, 1983).

## II. ANTECEDENTES:

En Baja California se han realizado numerosos estudios paleoceanográficos enfocados a los sedimentos laminados de las cuencas anóxicas del Golfo de California (Revelle, 1950; Round, 1968; Donegan y Schrader, 1982; Baumgartner y Soutar, 1983) y menos comunes de tipo ecológico (Atilano, 1987; Millán-Nuñez y Gaxiola, 1989). A lo largo de la Península de Baja California existen varias localidades importantes del mioceno con afloramientos diatomáceos, siendo los más conocidos los del área de La Misión (Minch, 1967) y San Felipe (Bohem, 1982). Particularmente en La Misión Demeré *et al.* (1984) realizaron un estudio paleoecológico utilizando el fitoplancton silicio de las diatomitas de la Mesa Los Indios, interpretando su origen como de aguas subtropicales de una plataforma interna. El trabajo anterior se basó sólo en la presencia de grupos de fitoplancton que se asocian a características ambientales antes mencionadas.

Otra localidad importante en la península de Baja California por sus abundantes depósitos de diatomita se localiza en Bahía Asunción. Applegate, Ferrusquilla y Espinoza (1980) describieron estos depósitos pertenecientes a la Formación Tortugas, correlacionándolos al miembro D de Helenes (1980). Moreno *et al.*, (1991) realizaron un estudio morfométrico de las esporas de resistencia en este mismo depósito debido a su abundancia, así mismo, hicieron un estudio bioestratigráfico basado en las diatomeas fósiles considerando que la secuencia del Valle de Diatomita en Bahía Asunción, Baja

California Sur fue depositada durante el Mioceno tardío en la porción media superior de la Subzona de la Zona *Denticulopsis hustedtii*- *Denticulopsis lauta* de Barron.

A la fecha no se ha realizado un estudio paleoecológico integral de estos depósitos, así como su relación con los existentes en otros sitios de la península.

### III. OBJETIVO:

Interpretar paleoecológicamente la unidad de diatomita de la formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur, mediante el estudio de las variaciones verticales en la estructura de las comunidades de diatomeas, utilizando descriptores ecológicos.

#### **IV. METODO :**

##### **IV. 1. Area de estudio:**

El área de estudio se encuentra localizada entre los  $114^{\circ}22'$  y  $114^{\circ}16'$  de longitud Oeste y los  $27^{\circ}09'$  a los  $27^{\circ}15'$  de latitud Norte a diez kilómetros del poblado de Bahía Asunción Baja California Sur en el arroyo Las Chivas, donde se presentan excelentes afloramientos de la Formación Tortugas (fig. 1). En esta área la diatomita tiene un espesor de aproximadamente 20 metros, subyaciendolas sedimentos clásticos de color amarillo cuyo contacto inferior no se encuentra expuesto.

##### **IV. 2. Método de Campo:**

En 1987 se levantó una columna estratigráfica tomando como base el contacto inferior de la diatomita con los sedimentos limo-arenosos que la subyacen. A partir de aquí se hizo un muestreo sistemático en todo su espesor a intervalos de 1.50m y donde se encontraron variaciones importantes a lo largo de la columna estratigráfica (fig. 2). Se tomaron muestras frescas de sedimento de 200 grs. aproximadamente en cada nivel estratigráfico hasta el contacto superior de la diatomita.

##### **IV. 3. Método de Laboratorio:**

Se utilizó la metodología descrita por Schrader (1974) con algunas modificaciones, la cual propone un método estándar para limpiar sedimentos marinos expuestos. En sí el método consiste en los siguientes pasos:

- 1.- Pesar un gramo de sedimento.

- 2.- Añadir agua destilada y pirofosfato de sodio al 5% como dispersante.
- 3.- Ponerlo en ultrasonido 15 min.
- 4.- Añadirle ácido clorhídrico al 63% y peróxido de hidrógeno al 36% para eliminar carbonatos y materia orgánica.
- 5.- Adicionar agua destilada agitar y dejar asentar para después decantar, repitiendo esto último 5 veces para eliminar ácido y sales que contenga la muestra.
- 6.- Por último se tamiza en húmedo en tamices de apertura de malla  $4\Phi$  (0.063 mm), se seca y se tamiza nuevamente para tener bien separada la fracción  $4\Phi$ .

#### **IV. 3. (1) Montaje de Placas:**

La fracción  $4\Phi$  se montó en placas por el método de asentamiento que tiene por objetivo obtener una distribución aleatoria de los microorganismos (Schrader, 1974). Para cada muestra se obtuvo una réplica para confirmar que el conteo sea estadísticamente confiable.

#### **IV.3. (2) Análisis de Muestras:**

Se hizo el conteo de las diatomeas mediante inspección de placas en un microscopio óptico compuesto Marca Bausch & Lomb utilizando campo brillante y objetivos plan 10/0.25, 20/0.40, 40/0.65 y 100/1.25 con oculares 10x y en un microscopio compuesto Zeiss modelo estándar 14 con objetivos plan 10/0.220

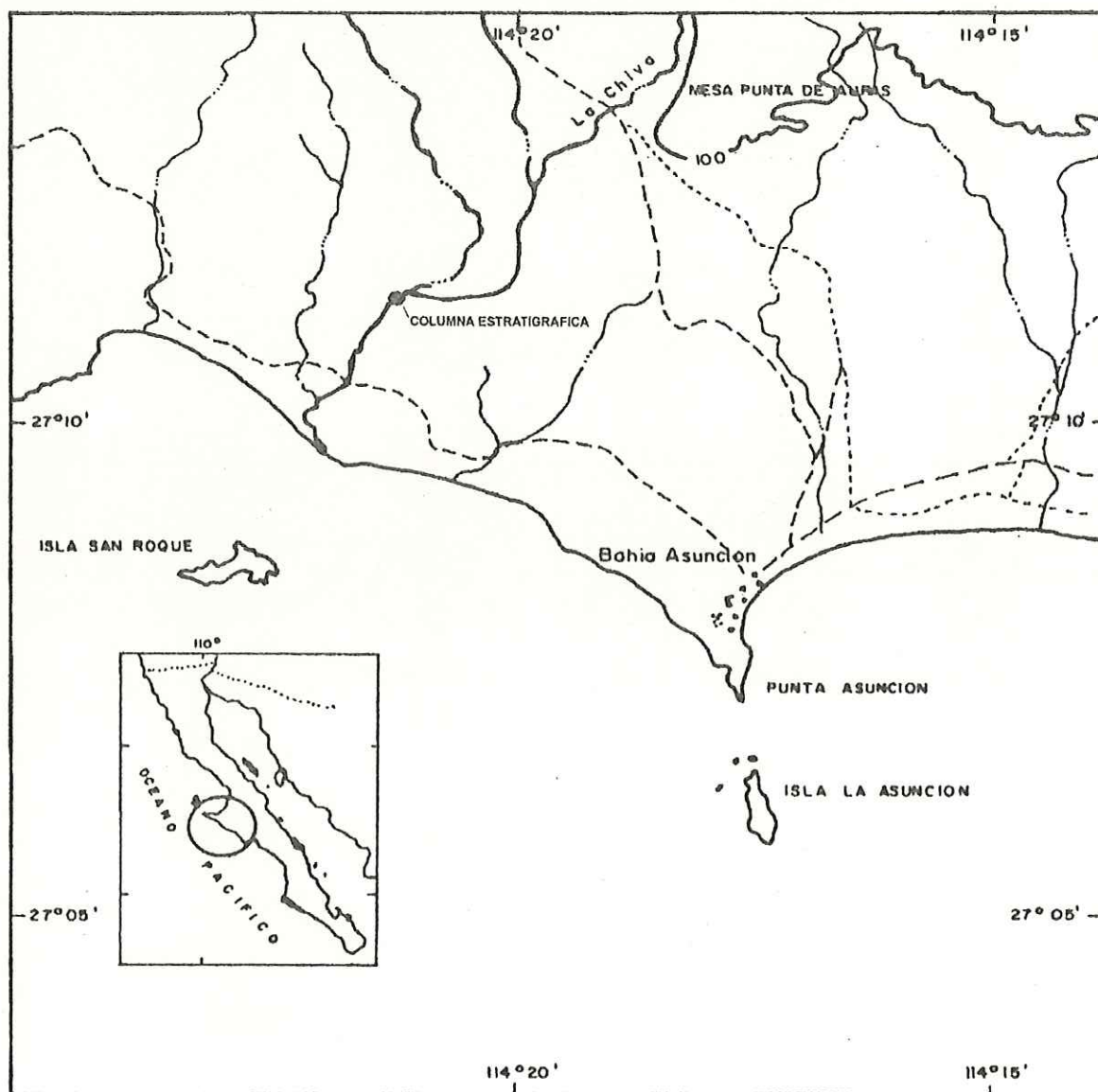


Fig. 1. Localización del área de estudio y la ubicación de la columna estratigráfica.

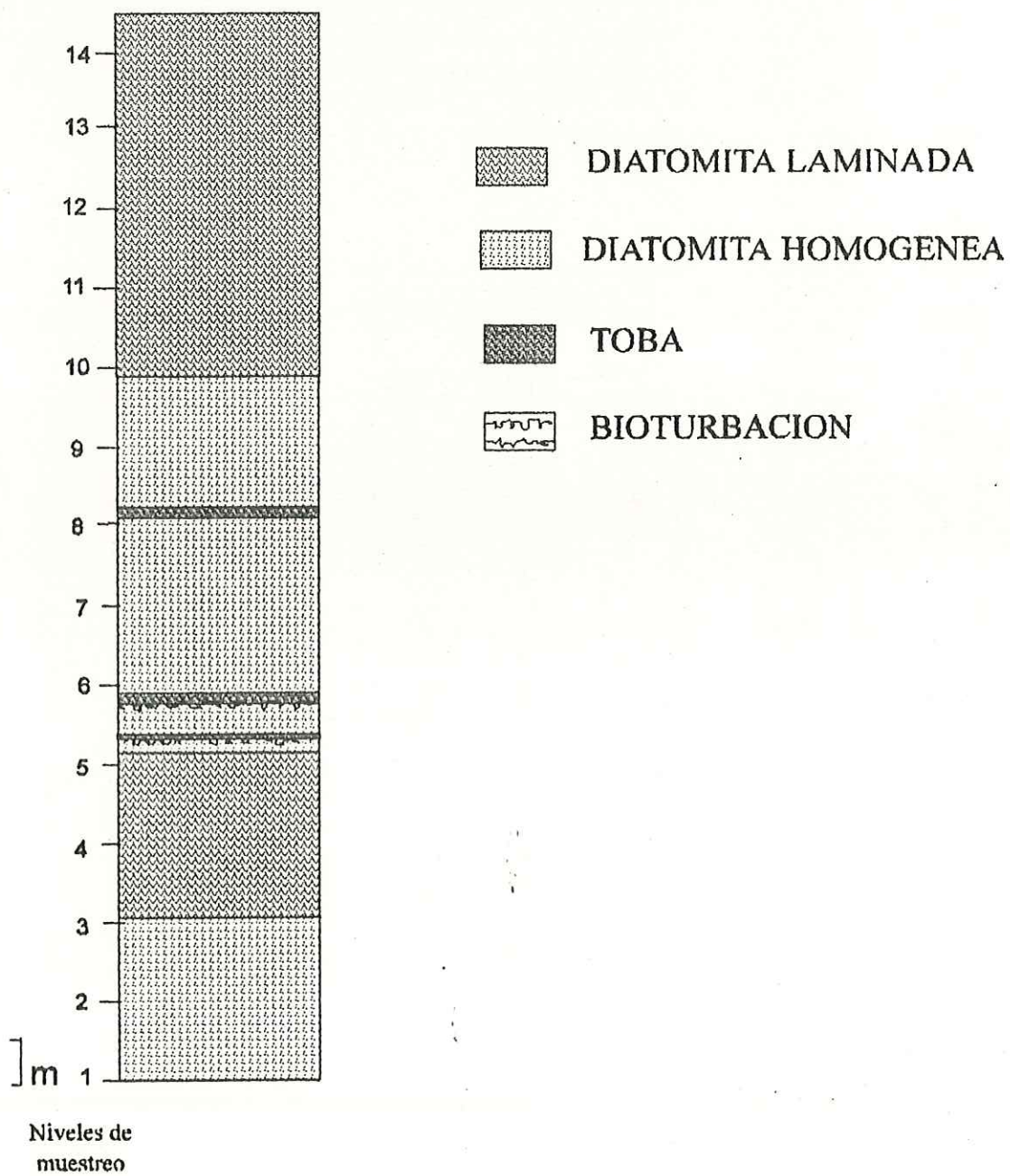


Fig. 2. Columna estratigráfica de la diatomita en Arroyo Las Chivas, Bahía Asunción, Baja California Sur.

Planachromat 100/1.25 y oculares kpl-w 10x. El conteo se realizó mediante transectos horizontales de izquierda a derecha contando toda la placa y anotando coordenadas para la ubicación posterior de los organismos identificados.

La identificación taxonómica se realizó utilizando principalmente los trabajos de Heiden y Kolbe (1928); Hustedt (1930 y 1959), Cupp (1943), Hendey (1964), Cleve- Euler (1968), Schrader (1973), Simonsen (1974) y Hasle y Fryxel (1977). Se elaboró una lista florística comprendiendo genero, especie y variedad hasta donde fue posible.

#### **IV.4. Procesamiento de datos:**

Una vez identificado y cuantificados los microorganismos se hizo un análisis de los cambios estructurales de las comunidades a lo largo de la columna estratigráfica, para poder hacer interpretaciones paleoecológicas mediante los siguientes descriptores ecológicos:

##### **Indice de diversidad de Shannon-Wiener.**

Requiere muestras de especies obtenidas al azar de una agregación mayor, considerando el número de especies presentes y su abundancia (Brower y Zar, 1979). Se define como:

$$H = -\sum P_i \log P_i$$

Donde:

$P_i = n_i/N$  = Proporción del número total de individuos que ocurren en la especie  $i$ .

$n_i$  = Número de individuos de cada especie.

$N$  = Número total de individuos en la muestra.

### **Índice de Dominancia de Simpson:**

Considera el número de especies, el número total de individuos y la proporción total de ocurrencia de la especie. Este índice es relativamente más sensible a las especies abundantes en la muestra e insensible a especies raras, siendo relativamente imperceptible al tamaño de muestra (Brower y Zar, 1979; Magurran, 1988), es definido como:

$$D = \sum (n_i (n_i - 1) / N (N - 1))$$

Donde:

$n_i$  = Número de individuos de la  $i$ -ésima especie.

$N$  = Número total de individuos de todas las especies de la muestra.

### **Índice de Valor Biológico:**

Este expresa la importancia relativa de las especies dentro de una serie de muestras. Para cada estación las muestras se jerarquizan por abundancia otorgándose un máximo de puntos a la especie más abundante de cada muestra. El índice de valor biológico depende de la abundancia relativa y

acumulativa de todas las muestras, proporcionándonos el valor final de IVB para cada especie (Sanders, 1960).

El reconocimiento de las especies dominantes según el Índice de Valor Biológico, ha sido utilizado principalmente para comunidades bentónicas, sin embargo Sanders (1960) menciona que es útil determinar las especies más constantes y abundantes de una comunidad, aún cuando poco se conoce de su aplicación en comunidades plantónicas, este puede ser aplicable a comunidades en donde sus componentes biológicos puedan arreglarse de acuerdo a su rango de abundancia (Portillo, 1989).

#### **Índice de similitud de Morisita:**

Este índice está altamente influenciado por la abundancia de especies y tamaño de muestra, basándose en el índice de dominancia de Simpson (Brower y Zar, 1979; Magurran, 1988), definido como:

$$IM = \frac{2 \sum x_i \cdot y_i}{(I_1 + I_2) N_1 N_2}$$

Donde:

$I_1 = \frac{x_i(x_i - 1)}{N_1(N_1 - 1)}$   $x_i$  = Número de individuos en especie  $i$  en la comunidad 1.

$N_1$  = Número total de individuos en la comunidad 1 ( $N_1 = \sum x_i$ ).

$I_2 = \frac{y_i(y_i - 1)}{N_2(N_2 - 1)}$  donde  $y_i$  y  $N_2$  tienen el mismo significado.

Los valores de similitud fueron graficados en dendrogramas para visualizar con mayor claridad las agrupaciones de mayor semejanza.

**Índice de Similitud de Jaccard:**

Es un índice cualitativo utilizado para determinar el grado de semejanza entre asociaciones de especies (presencia-ausencia) que ocurren en diferentes estaciones (Brower y Zar, 1979; Clifford y Stephenson, 1975 en Magurran, 1988), se expresa como:

$$C_j = J / (a+b-j)$$

Donde:

$C_j$  = Coeficiente de Jaccard

J = Número de especies encontradas en ambas muestras.

a = Número de especies encontradas en la muestra 1.

b = Número de especies encontradas en la muestra 2.

El índice puede presentar o tener valores de 0 a 1. Siendo cero cuando no hay especies en común en las muestras comparadas, y uno cuando son iguales.

Como complemento y con fines comparativos, también se utilizaron los siguientes métodos gráficos:

**Curvas de rarefacción de Sanders (1968):**

Es un método empírico independiente del tamaño de muestra que considera el número de especies y el número de individuos por especie. La información que proporcionan estas curvas sobre las comunidades estudiadas dependerán de la forma que adquiere la curva la cual teóricamente esta

relacionada con la importancia de las interacciones biológicas o del rigor físico del medio (Coull, 1972).

**Curvas de K-dominancia:**

Se construyen considerando el porcentaje acumulativo del número de individuos por especies en orden decreciente de abundancia. Este método permite estimar si las comparaciones de diversidad mediante índices numéricos son válidas, que ocurre cuando las curvas no se cruzan (Lambhead, Plat, y Shaw, 1983).

## V. RESULTADOS:

### V.1. Columna estratigráfica:

La columna estratigráfica levantada midió en total 22 m. de espesor de sedimentos diatomáceos, a lo largo de la cual se colectaron 14 muestras (fig. 2). En la base la diatomita se encontró en contacto con sedimentos clásticos amarillentos y a lo largo de su espesor se alternan sedimentos diatomáceos masivos alternados con diatomita laminada. Ocasionalmente se presentaron intercalaciones de capas finas de Toba.

### V.2. Composición florística:

Se identificaron un total de 100 especies de diatomeas a lo largo de la columna estratigráfica, las cuales se muestran en la Tabla I. En asociación a ellas se encontraron espículas de esponjas en trece muestras y pelets fecales en siete. Estas asociaciones fueron consistentes en muestras y réplicas.

En la TABLA II se muestra la abundancia total de especies considerando todos los niveles de muestreo. Las especies más abundantes en la columna estratigráfica fueron: *Thalassionema nitzchioides* Grun. (21.42%), *Coscinodiscus marginatus* Ehr. (17.54%), *Denticula* sp. (5.43%), esporas de *Chaetoceros* sp. (5.31%), *Melosira sulcata* (Ehr.) Kutz. (4.39%). Y las menos abundantes o raras fueron: *Thalassiosira oestrupii* (Ost) Pros-Lau (0.02%), *Hemiaulus cf. polimorphus* Grun. (0.02%), *Nitzchia bilobata* Grun. (0.02%), *Rhaphidodiscus marylandiscus* Chr (0.02%),

TABLA I. LISTA DE ESPECIES ENCONTRADAS EN LA DIATOMITA DE BAHIA ASUNCION, B. C. S. Y SU SIGNIFICADO AMBIENTAL.

NOMBRE DE LA ESPECIE	SIGNIFICADO AMBIENTAL
<i>Actinocyclus curvulatus</i> Janish.	Planctónica marina, Kiozumí, 1973. Pacífico tropical, Schrader y Fenner, 1976.
<i>Actinocyclus ehrenbergii</i> Ralfs.	Delicada, Barron, 1985; de agua tropical a subtropical, raramente encontrada en el subboreal, Gombos, 1975; encontrada en sedimentos del Neogeno, todos sobre el norte del Pacífico, Schrader, 1973.
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow.	Aguas cálidas, Barron, 1985; tropical a subtropical Gombos, 1975. Plantónica, Barron y Keller, 1983.
<i>Actinocyclus ingens</i> Rattray.	Planctónica marina, Kiozumí, 1973. Diatomea delicada, aguas frías, Barron, 1985.
<i>Actinocyclus oculatus</i> Jouse.	Encontrada en sedimentos del Pacífico de aguas templadas y aguas frías, Schrader, 1973; planctónica marina, Kiozumí, 1973.
<i>Actinoptychus aff splendens</i> (Shadb) Ralfs.	Ticopelágica, bentónica, Kiozumí, 1973; aguas cálidas, Schrader y Fenner, 1976; litoral, Andrews, 1980.
<i>Actinoptychus cf splendens</i> (Shadb) Ralfs.	Ticopelágica, bentónica, Kiozumí, 1973; litoral, Andrews, 1980.
<i>Actinoptychus undulatus</i> (Bail) Ralfs.	Diatomeas del litoral marino, Schrader, 1973.
<i>Amphora</i> sp.	Género de agua dulce o marina, Vinyard, 1979. Aguas frías, Barron, 1985.
<i>Arachnoidiscus ehrenbergii</i> Bail.	Aguas someras, Schrader, 1973.
<i>Asteromphalus robustus</i> Castracane.	Plantónica marina, Kiozumí, 1973. Aguas subantárticas, Schrader y Fenner, 1976.
<i>Biddulphia aurita</i> (Lyngb) Brebisson et Godey.	Plantónica marina, Kiozumí, 1973.
<i>Biddulphia calamus</i> Brun et Tempere.	
<i>Biddulphia rigida</i> A Schem.	
<i>Biddulphia</i> sp.	
<i>Chaetoceros debilis</i> Cleve (espora).	Encontrada en sedimentos pelágicos, Schrader, 1973.
<i>Chaetoceros subsecundus</i> Husted.	Encontrada en sedimentos pelágicos, Schrader, 1973.
<i>Chaetoceros</i> sp. Ehr.	Forma de aguas frías, Schrader y Fenner, 1976. Encontrada en sedimentos pelágicos, Schrader, 1973.
Esporas de especies de <i>Chaetoceros</i> .	
<i>Cladogramma dublum</i> Lohman.	
<i>Cladogramma</i> sp. Ehr.	
<i>Clyphodiscus stellatus</i> Crev.	
<i>Cocconeis costata</i> Greg.	Ticopelágica, bentónica, Kiozumí, 1973.
<i>Cocconeis disculus</i> (Schum) Cleve.	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	Presentes en sedimentos hemipelágicos, Schrader, 1973. Diatomeas de agua dulce, Kiozumí, 1973.
<i>Cocconeis aff placentula</i> Ehr.	
<i>Cocconeis scutulium</i> Ehr.	Ticopelágica y bentónica, Kiozumí, 1973.
<i>Cocconeis</i> sp.	Este género es característico del litoral marino ó biofacies de agua dulce, Schrader, 1973.
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehr.	Forma fuertemente silidificada, Atilano, 1987; cosmopolita y nerítica, (Heidey, 1937) Schrader y Fenner, 1976; Gombos, 1975; Barron, 1984.
<i>Coscinodiscus bullatus</i> Janish.	Aguas frías, Antártico, Schrader y Fenner, 1976.
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehr.	
<i>Coscinodiscus endoy</i> Kan.	Plantónica marina, Kiozumí, 1973.
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Grev.	Latitudes altas, Gombos, 1975.
<i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehr.	Plantónica, Gombos, 1975, Barron y Keller, 1983; fuertemente silidificada, nerítica, Barron, 1985. Cosmopolita, aguas cálidas, subtropicales, Schrader y Fenner, 1976.
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	Aguas frías y templadas, Schrader, 1973; planctónica marina, Kiozumí, 1973, Barron, 1983; forma robusta de latitudes altas, Barron, 1985.
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehr.	Aguas frías, Gombos, 1975; Forma fuertemente silidificada, cosmopolita, oceánica, Atilano, 1987; Barron, 1984.
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.	Plantónica marina, Kiozumí 1973; Aguas templadas, Barron 1984; Aguas cálidas, forma marina, nerítica-oceánica. Gombos, 1975; Hajos 1976.
<i>Coscinodiscus</i> sp. Ehr.	
<i>Coscinodiscus stellaris</i> Roper.	Planctónica marina, Kiozumí, 1973.
<i>Coscinodiscus tabularis</i> Grunow.	Plantónica marina, Kiozumí, 1973, Barron y Keller, 1983; Antártica, subantártica, aguas frías, acasionalmente encontrada con asociaciones subtropicales, Gombos, 1975.
<i>Coscinodiscus vetustissimus</i> Pan.	Latitudes bajas, Barron, 1985.
<i>Denticula</i> sp.	Plantónica marina, Kiozumí, 1973; Aguas frías Gombos, 1975, Mioceno, Barron, 1985.
<i>Diplepis</i> sp. Ehr.	Bentónica, Kiozumí, 1973; característica del litoral marino, Schrader, 1973.
<i>Dicladia pylea</i> Hanna y Crant.	

- Grammatophora angulosa* Ehr. Aguas costeras, Andrews, 1980.  
*Grammatophora marina* (Lygb) Kutz. Litoral, Andrews, 1980.  
*Grammatophora oceanica* (Ehr) Grun.  
*Grammatophora* sp. Ehr. 1839. Litoral marino, bentónica, Schrader, 1974.  
*Hantzschia* sp.  
*Hemiaulus cf. polymorphus* Grun. Forma frágil, aguas cálidas, Barron, 1984.  
*Hemiaulus* sp. Schrader.  
*Hyalodiscus scoticus* (Kutz) Grun. Zona de rompiente, Andrews, 1980.  
*Isthmia nervosa* Kutz. Característica del litoral marino, aguas someras, Schrader, 1973.  
*Lithodesmium californicum* Grun Brun et Temp.  
*Lithodesmium minusculum* Grun.  
*Lithodesmium* sp. Ehr.  
*Lithodesmium undulatum* Ehr. Ticopelágica y bentónica, Kiozumi, 1973; nerítica, aguas templadas, Schrader y Fenner, 1976.  
*Macrora stella* (Azp) Hanna. No es diatomea, es usada como guía fósil para el Mioceno medio, Schrader, 1973.  
*Melosira clavigera* Grun.  
*Melosira sulcata* (Ehr) Kutz. Ticopelágica y bentónica, Kiozumi, 1973; litoral marino, Schrader, 1974.  
*Melosira* sp.  
*Nitzschia bilobata* Grun. Forma delicada, Barron, 1984.  
*Nitzschia pseudonana* Hasle. Delicada, Barron, 1984; cosmopolita, (Hasle, 1965) Schrader y Fenner, 1976.  
*Nitzschia reinholdii* Kan y Koiz. Plantónica marina, Kiozumi, 1973. Forma delicada de aguas frías Barron y Keller, 1983 y 1985; aguas templadas y cálidas, Schrader, 1973.  
*Pseudaliscus radiatus* (Jw Bailey) Rattray. Aguas costeras, Andrews 1980.  
*Pseudoporosira corolla* (A Shm). Hajos.  
*Rhaphidodiscus marylandicus* Christian. Ticopelágica y bentónica, Kiozumi, 1973.  
*Rhaphoneis cocconeoides* Schrader. Aguas templadas, Schrader, 1973.  
*Rhaphoneis margaritalimbata* Mertz.  
*Rhaphoneis miocenica* Schrader.  
*Rhaphoneis sachalinensis* Shesh por.  
*Rhaphoneis surirella* Grun. Ticopelágica y bentónica, Kiozumi, 1973.  
*Rhaphoneis* sp. Ehr.  
*Rhizosolenia curvirostris* Jouse. Aguas frías, Schrader, 1973; plantónica marina, Kiozumi, 1973.  
*Rhizosolenia praebarboi* Schr. Planctónica, Barron y Keller, 1983; aguas frías, Barron, 1985.  
*Rhizosolenia styliformis* Brigh. Plantónica marina, Kiozumi, 1973; cosmopolita, Schrader y Fenner, 1976. Tropical, subtropical, raramente encontrada al sur boreal, Gombos, 1975.  
*Rhizosolenia* sp. Ehr. Plantónica marina, Kiozumi, 1973.  
*Rouxia naviculoides* Schr nov sp.  
*Rouxia* sp. Brun y Her 1893. Plantónica, Barron y Keller, 1983.  
*Stephanodiscus astroae* (Ehr) Grunow.  
*Stephanopyxis californica* Schr. nov sp. Aguas templadas, Schrader, 1973.  
*Stephanopyxis dimorfa* Schr. nov sp. Aguas templadas, Schrader, 1973.  
*Stephanopyxis grunowii* Grove y Sturt.  
*Stephanopyxis kulminii* Schr. nov sp.  
*Stephanopyxis* sp.  
*Stephanopyxis turris* (Crev et Arn) Ralfs. Plantónica marina, Kiozumi, 1973, Andrews 1980.  
*Synedra joeseana* Shesh. Por. Plantónica marina, Kiozumi 1973, Barron y Keller, 1983; aguas cálidas, Barron, 1985.  
*Thalassionema hiroakiensis* (Kan) Schr. Resistente a la disolución, nerítica, Andrews 1980.  
*Thalassionema liniatum* Jouse.  
*Thalassionema nitzschioides* Grun. Planctónica marina, Kiozumi, 1973; cosmopolita, Schrader y Fenner, 1976. Tropical, subtropical, dominancia probablemente sugiere surgencia, Gombos, 1975; Barron y Keller, 1983, Barron, 1984.  
*Thalassiosira nordeskioldii* Cleve. Plantónica marina, Kiozumi, 1973.  
*Thalassiosira oestrupii* (Ost) Prosk. Laur. Plantónica marina, Kiozumi, 1973; tropical, subtropical, Gombos, 1975; Schrader, 1973. cosmopolita, Andrews, 1980.  
*Thalassiosira poroseriata* (Ramfiell) Hasle. Cosmopolita, aguas frías latitudes 52° y 42°, Schrader y Fenner, 1976.  
*Thalassiosira praeconvexa* Burekle. Aguas frías, Barron, 1984.  
*Thalassiosira punctata* Jouse.  
*Thalassiosira* sp.  
*Thalassiosira symmetrica* Sim. Fryx. et Has. Tropical-subtropical, Barron, 1974.  
*Thalassiothrix longissima* Clev et Grun. Dominancia de esta especie probablemente surgencias Gombos, 1975; aguas frías, Schrader, 1973, plantónica marina, Kiozumi, 1973, Andrews, 1980, Barron y Keller, 1983.  
*Triceratium* sp. Ehr. Plantónica, Barron y Keller, 1983.  
*Xiphospira* sp.

TABLA II. ABUNDANCIA TOTAL DE ESPECIES EN LA COLUMNA ESTRATIGRAFICA EN  
 ARROYO LASCHIVAS EN BAHIA ASUNCION.  
 OA: ORDEN DE APARICION DE ESPECIES. AT: ABUNDANCIA TOTAL.  
 AR: ABUNDANCIA RELATIVA. A: ABUNDANCIA ACUMULATIVA.

OA	ESPECIE	AT	AR	A
1	<i>Talassionema nitzschioides</i> Grun	935	21.420	21.420
2	<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	766	17.549	38.969
3	<i>Denticula</i> sp.	237	5.430	41.399
4	<i>Chaetoceros</i> sp. (espora)	232	5.315	49.714
5	<i>Melosira sulcata</i> (Ehr) Kutz.	192	4.399	54.112
6	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehr.	176	4.032	58.444
7	<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.	170	3.895	62.039
8	<i>Talassionema hirosakiensis</i> (Kan) Schr.	161	3.888	65.727
9	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehr.	157	3.597	69.324
10	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brigh.	102	2.337	71.661
11	<i>Actinopterychus undulatus</i> (Bail) Ralfs.	93	2.131	73.791
12	<i>Stephanopyxis Grunowii</i> Grove et Sturt.	66	1.512	75.303
13	<i>Thalassiosira</i> sp.	56	1.283	76.586
14	<i>Stephanopyxis turris</i> (Grev et Arn) Ralfs	51	1.168	77.755
15	<i>Chaetoceros subsecundus</i> Hust.	50	1.145	78.900
16	<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehr.	43	0.985	79.885
17	<i>Rhizosolenia curvirostris</i> Jouse.	41	0.939	80.825
18	<i>Thalassiosira praeconveza</i> Bur.	37	0.848	81.672
19	<i>Lithodesmium</i> sp.	37	0.848	82.520
20	<i>Stephanopyxis californica</i> Schr. nov. sp.	37	0.848	83.368
21	<i>Cocconeis costata</i> Grey.	36	0.825	84.192
22	<i>Melosira clavigera</i> Grun.	36	0.825	85.071
23	<i>Biddulphia calamus</i> Brun et Temp.	34	0.779	85.796
24	<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehr.	34	0.779	86.575
25	<i>Rhaphoneis miocenica</i> Schr.	29	0.664	87.239
26	<i>Lithodesmium californicum</i> Grun brun et Temp.	28	0.641	87.881
27	<i>Grammatophora</i> sp.	28	0.641	88.522
28	<i>Cocconeis</i> aff <i>Placentula</i> Ehr.	27	0.619	89.411
29	<i>Actinopterychus</i> cf <i>splendens</i> (Shadb) Ralfs.	23	0.527	89.668
30	<i>Chaetoceros</i> sp.	22	0.504	90.172
31	<i>Thalassiosira symmetrica</i> Sim.	21	0.481	90.653
32	<i>Grammatophora angulosa</i> Ehr.	20	0.458	91.111
33	<i>Rhaphoneis margaritalimbata</i> Mertz.	20	0.458	91.569
34	<i>Biddulphia aurita</i> (Lyngb) Breb et God.	19	0.435	92.004
35	<i>Cladogramma dubium</i> Loh.	17	0.389	92.394
36	<i>Talassionema liniatun</i> Jouse.	15	0.344	92.737
37	<i>Hemiaulus</i> sp. Schr.	14	0.321	93.058
38	<i>Actinocyclus ingens</i> Ratt.	14	0.321	93.379
39	<i>Lithodesmium minusculum</i> Grun.	13	0.298	93.677
40	<i>Synedra joeseana</i> Shes Por.	13	0.275	93.952
41	<i>Actinocyclus ehernbergii</i> Ralfs	12	0.275	94.227
42	<i>Rhizosolenia</i> sp. Schr.	12	0.275	94.501
43	<i>Cladograma</i> sp.	12	0.275	94.776
44	<i>Rhaphoneis sachalinensis</i> Shes Por.	11	0.252	95.028
45	<i>Rhaphoneis cocconeides</i> Schr.	11	0.252	95.280
46	<i>Stephanopyxis Kulminii</i> Schr. nov sp.	11	0.252	95.532
47	<i>Grammatophora marina</i> (Lyg) Kutz.	11	0.252	95.784
48	<i>Thalassiosira poroseriata</i> (Ram) Has.	10	0.229	96.013
49	<i>Rouxia naviculoides</i> Schr.	9	0.206	96.220
50	<i>Rhaphoneis surirella</i> Grun.	9	0.206	96.426

51	<i>Stephanopyxis dimorpha</i> Schr.	9	0.206	96.632
52	<i>Coscinodiscus endoy</i> Kan.	7	0.160	96.792
53	<i>Pseudoporosira corolla</i> (A. Schm) n. comb. Haj.	7	0.160	96.953
54	<i>Actinocyclus oculatus</i> Jouse.	7	0.160	97.113
55	<i>Cocconeis scutulum</i> Ehr.	6	0.137	97.250
56	<i>Rouxia</i> sp.	6	0.137	97.388
57	<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grun.	6	0.137	97.525
58	<i>Macrora stella</i> (Azp) Han.	6	0.137	97.663
59	<i>Thalassiosira punctata</i> Jouse.	5	0.115	97.777
60	<i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehr.	5	0.115	97.892
61	<i>Hantzschia</i> sp.	5	0.115	98.006
62	<i>Isthmia nervosa</i> Kut.	4	0.092	98.098
63	<i>Actinocyclus curvulatus</i> Jan.	4	0.092	98.190
64	<i>Rhizosolenia praebarboi</i> Schr.	4	0.092	98.281
65	<i>Cocconeis</i> sp.	4	0.092	98.373
66	<i>Chaetoceros dedilis</i> Clev. (espora)	4	0.092	98.465
67	<i>Rhizosolenia</i> sp.	4	0.092	98.556
68	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	4	0.092	98.648
69	<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kut) Grun.	4	0.092	98.739
70	<i>Stephanodiscus astreae</i> (Ehr) Grun.	3	0.069	98.808
71	<i>Diploneis</i> sp.	3	0.069	98.877
72	<i>Thalassiosira nordeskioldii</i> Clev.	3	0.069	98.946
73	<i>Diocladia pylea</i> Han et Grant.	3	0.069	99.014
74	<i>Pseudaliscus radiatus</i> (Jw Bail) Mann.	3	0.069	99.083
75	<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Grev.	3	0.069	99.152
76	<i>Cocconeis disculus</i> (Schum) Clev.	3	0.069	99.220
77	<i>Nitzschia Pseudonana</i> Has.	3	0.069	99.289
78	<i>Thalassiothrix longissima</i> Clev et Grun.	2	0.046	99.335
79	<i>Coscinodiscus stellaris</i> Roper.	2	0.046	99.381
80	<i>Actinoptychus splendens</i> (Shadb) Ralfs.	2	0.046	99.427
81	<i>Coscinodiscus vetustissimus</i> Pan.	2	0.046	99.472
82	<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehr) Grun.	2	0.046	99.518
83	<i>Rhaphoneis</i> sp.	2	0.046	99.564
84	<i>Coscinodiscus</i> sp.	2	0.046	99.610
85	<i>Biddulphia</i> sp.	1	0.023	99.633
86	<i>Stephanopyxis</i> sp.	1	0.023	99.665
87	<i>Coscinodiscus tabularis</i> Grun.	1	0.023	99.679
88	<i>Arachnoidiscus ehrenbergii</i> Bail.	1	0.023	99.701
89	<i>Asteromphalus robustus</i> Cast.	1	0.023	99.724
90	<i>Biddulphia rigida</i> A Schem.	1	0.023	99.747
91	<i>Coscinodiscus bullatus</i> Jan.	1	0.023	99.770
92	<i>Clyphodiscus stellatus</i> Grev.	1	0.023	99.793
93	<i>Thalassiosira oestrupii</i> (Ost) Pros Laur.	1	0.023	99.816
94	<i>Amphora</i> sp.	1	0.023	99.890
95	<i>Nitzschia reinholdii</i> Kan et Kuiz.	1	0.023	99.862
96	<i>Hemialus cf polimorphus</i> Grun.	1	0.023	99.885
97	<i>Nitzschia bilobata</i> Grun.	1	0.023	99.908
98	<i>Rhaphidodiscus marylandicus</i> Chr.	1	0.023	99.931
99	<i>Melosira</i> sp.	1	0.023	99.953
100	<i>Triceratium</i> sp.	1	0.023	99.976
101	<i>Xiphospira</i> sp.	1	0.023	99.999

TABLA III. INDICE DE VALOR BIOLÓGICO (IVB) DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS EN ARROYO LAS CHIVAS, BAHIA ASUNCION, B. C. S. OA: ORDEN DE APARICION.

OA	ESPECIE	IVB
1	<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.	1315
2	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	1091
3	<i>Chaetoceros</i> sp. (espora)	1022
4	<i>Denticula</i> sp.	718
5	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehr.	709
6	<i>Melosira sulcata</i> (Ehr.) Kut.	666
7	<i>Actinopterychus undulatus</i> (Bail) Ralfs.	629
8	<i>Stephanopyxis grunowii</i> Grun et Sat.	619
9	<i>Chaetoceros subsecundus</i> Hus.	616
10	<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya).Schr.	614
11	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehr.	600
12	<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.	563
13	<i>Thalassiosira</i> sp.	539
14	<i>Grammatophora</i> sp.	514
15	<i>Melosira clavigera</i> Grun.	511
16	<i>Rizosolenia styliiformis</i> Brig.	500
17	<i>Thalassiosira praeconvexa</i> Bur.	473
18	<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehr.	427
19	<i>Lithodesmium californicum</i> Grun Brun et Tem	414
20	<i>Grammatophora angulosa</i> Ehr.	391
21	<i>Stephanopyxis turris</i> (Grey et Arn) Ralfs.	346
22	<i>Lithodesmium</i> sp.	345
23	<i>Biddulphia calamus</i> Brun. et Tem.	345
24	<i>Cocconeis costata</i> Greg.	340
25	<i>Stephanopyxis californica</i> Schr. nov sp.	339
26	<i>Cladogramma dubium</i> Lohman	329
27	<i>Thalassiosira symmetrica</i> Sim.	296
28	<i>Actinopterychus cf splendens</i> (Sabd) Ralfs	286
29	<i>Rhaphoneis sachalinensis</i> Shesh Por.	279
30	<i>Rhaphoneis miocenica</i> Schr.	270
31	<i>Synedra joeseana</i> Shesh. Por.	246
32	<i>Biddulphia aurita</i> (Lyngb) Bre. et God.	245
33	<i>Lithodesmium minusculum</i> Grun.	242
34	<i>Cladogramma</i> sp.	236
35	<i>Rhizosolenia curvirostris</i> Jouse.	215
36	<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehr.	214
37	<i>Actinocyclus ingens</i> Ratt.	209
38	<i>Rhaphoneis margaritalimbata</i> Mertz.	206
39	<i>Stephanopyxis dimorfa</i> Schr. nov sp.	203
40	<i>Thalassiosira poroseriata</i> (Ramf) Has.	201
41	<i>Hantzschia</i> sp.	199
42	<i>Grammatophora marina</i> (Lygb) Kutz.	197
43	<i>Chaetoceros</i> sp.	186
44	<i>Actinocyclus oculatus</i> Jouse.	181
45	<i>Cocconeis aff placentula</i> Ehr.	176
46	<i>Rhizosolenia</i> sp.	168
47	<i>Rhizosolenia praebarboi</i> Schr.	168
48	<i>Rhaphoneis cocconeides</i> Schr.	167
49	<i>Coscinodiscus endoy</i> Kan.	160
50	<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grun.	150
51	<i>Actinocyclus ehrenbergii</i> Ralfs.	143
52	<i>Thalassionema liniatum</i> Jouse.	140

53	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	130
54	<i>Hemiaulus</i> sp. Schr.	127
55	<i>Pseudaliscus radiatus</i> (Jw BailMann.	125
56	<i>Cocconeis disculus</i> (Schm) Clev.	124
57	<i>Macrora stella</i> (Azp) Han.	123
58	<i>Isthmia nervosa</i> Kutz.	122
59	<i>Stephanopyxis Kulminii</i> Schr. nov sp.	121
60	<i>Rouxia</i> sp.	119
61	<i>Rhaphoneis surirella</i> Grun	117
62	<i>Thalassiosira punctata</i> Jouse.	117
63	<i>Cocconeis</i> sp.	113
64	<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Grev.	108
65	<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kutz) Grun.	91
66	<i>Coscinodiscus</i> sp.	90
67	<i>Coscinodiscus stellaris</i> Roper.	89
68	<i>Rhaphoneis</i> sp.	89
69	<i>Rouxia naviculoides</i> Schr. nov sp.	86
70	<i>Actinoptych splendens</i> (Shadb) Ralfs.	84
71	<i>Stephanopyxis astreae</i> (Ehr) Grun.	84
72	<i>Nitzschia pseudonana</i> Has.	83
73	<i>Chaetoceros debilis</i> Clev. (espora)	82
74	<i>Cocconeis scutulum</i> Ehr.	80
75	<i>Actinocyclus curvulatus</i> Jan.	78
76	<i>Diocladia pylea</i> Han et Grant.	78
77	<i>Diploneis</i> sp.	77
78	<i>Thalassiosira nordeshioldii</i> Clev.	76
79	<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehr) Grun.	73
80	<i>Pseudoporostra corolla</i> (A Schm) n.com. Has.	73
81	<i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehr.	71
82	<i>Thalassiothrix longissima</i> Clev. et Grun.	68
83	<i>Triceratium</i> sp.	51
84	<i>Melosira</i> sp.	50
85	<i>Coscinodiscus vetustissimus</i> Pant.	46
86	<i>Biddulphia</i> sp.	44
87	<i>Clyphodiscus stellatus</i> Grev.	44
88	<i>Arachnodiscus ehrenbergii</i> Bail.	44
89	<i>Asteronphalus robustus</i> Cast.	44
90	<i>Coscinodiscus bullatus</i> Jan.	44
91	<i>Amphora</i> sp.	44
92	<i>Thalassiosira oestrupii</i> (Ost) Pros. Laur.	44
93	<i>Nitzschia reinholdii</i> Kan et Kutz.	43
94	<i>Xiphospira</i> sp.	40
95	<i>Coscinodiscus tabularis</i> Grun.	40
96	<i>Biddulphia rigida</i> A Shem.	40
97	<i>Nitzschia bilobata</i> Grun.	40
98	<i>Rhaphidodiscus marylandicus</i> Chr.	39
99	<i>Stephanopyxis</i> sp.	37
100	<i>Hemiaulus cf polimorphus</i> Grun.	33

*Melosira* sp. (0.02%), *Triceratium* sp. (0.02%), *Xiphospira* sp. (0.02%).

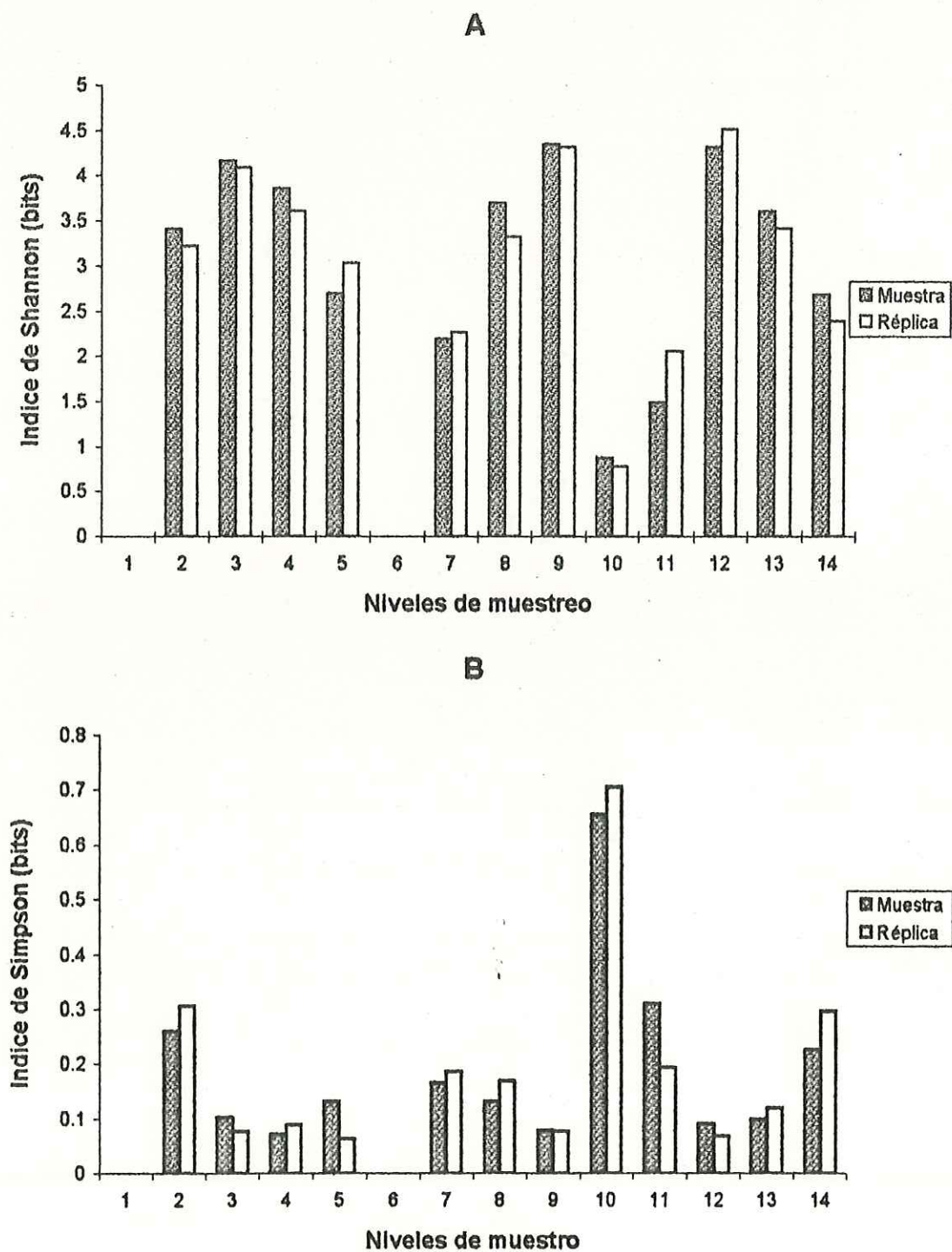
### V.3. Índice de valor biológico :

En la Tabla III se muestran los resultados del Índice de Valor Biológico. De acuerdo a este índice las especies con mayor importancia biológica considerando todas las muestras, fueron: *Coscinodiscus marginatus* Ehr., *Thalassionema nitzchioides* Grun., *Chaetoceros* sp. (espora), *Denticula* sp., *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehr., *Melosira sulcata* (Ehr.) Kutz., y de menor importancia biológica *Amphora* sp., *Thalassiosira oestrupii* (Ost) Pros-Lau., *Nitzschia reinholdii* Kan. y Kuiz, *Xiphospira* sp., *Coscinodiscus tabularis* Grun, y *Biddulphia rigida* A Schem.

### V.4. Diversidad y Dominancia:

En la figura 3 ( a y b ) se muestra la distribución de la diversidad y dominancia de las especies a lo largo de la columna estratigráfica.

La diversidad calculada con el índice de Shannon se puede observar en la figura 3a, donde los valores máximos de diversidad corresponden a las muestras M3 (4.16), M9 (4.16) y M12 (4.32) y un comportamiento similar lo mostraron las réplicas respectivas R12 (4.51), R9 (4.32) y R3 (4.08). La mínima diversidad es presentada por la muestra M10 (0.86) y la correspondiente réplica R10 (0.77).



**Fig. 3. A.-** Índice de diversidad de Shannon para muestras y réplicas con respecto al nivel de muestro, **B.-** Índice de dominancia de Simpson para muestras y réplicas con respecto al nivel de muestreo, de la Diatomita de la Formación Tortugas, Bahía Asunción, Baja California Sur.

En la figura 3 (b) se muestra la dominancia calculada mediante el índice de Simpson. Presenta el valor máximo en la muestra M10 (0.65) y en la réplica R10 (0.70); la menor dominancia es observada en las muestras M4 (0.07), M9 (0.07) y M12 (0.09) y a las réplicas R3 (0.07), R5 (0.06), R9 (0.07) y R12 (0.06).

En las gráficas de la figura 3 (a y b) se puede visualizar que para muestras y réplicas el comportamiento de los índices es muy similar. Por otro lado se probó estadísticamente mediante pruebas T para el índice de Shannon, las cuales indicaron que las diferencias de las medias entre muestra y réplica no fueron significativas ( $\alpha$  0.05). En la misma figura 3 se presenta la ausencia de datos de las muestra M1 y M6 y sus réplicas R1 y R6, debido a que M1 y R1 corresponden al contacto inferior (arenisca amarillenta-diatomita) y la M6 y R6 se localizaron muy próximas a una capa de toba. Debido a esto el número de especies fue muy bajo y se consideró insuficiente para el análisis estadístico.

#### V.5. Presencia y abundancia de especies:

La figura 4 muestra el número de especies y su abundancias totales. La diferencia entre las especies y el número de individuos es notable en las muestras 2, 8, 9, 12, 13 y 14; las muestras que presentan mayor número de individuos son: la M2 y M12., y el menor número de individuos se dan en las muestras M1 y M6.

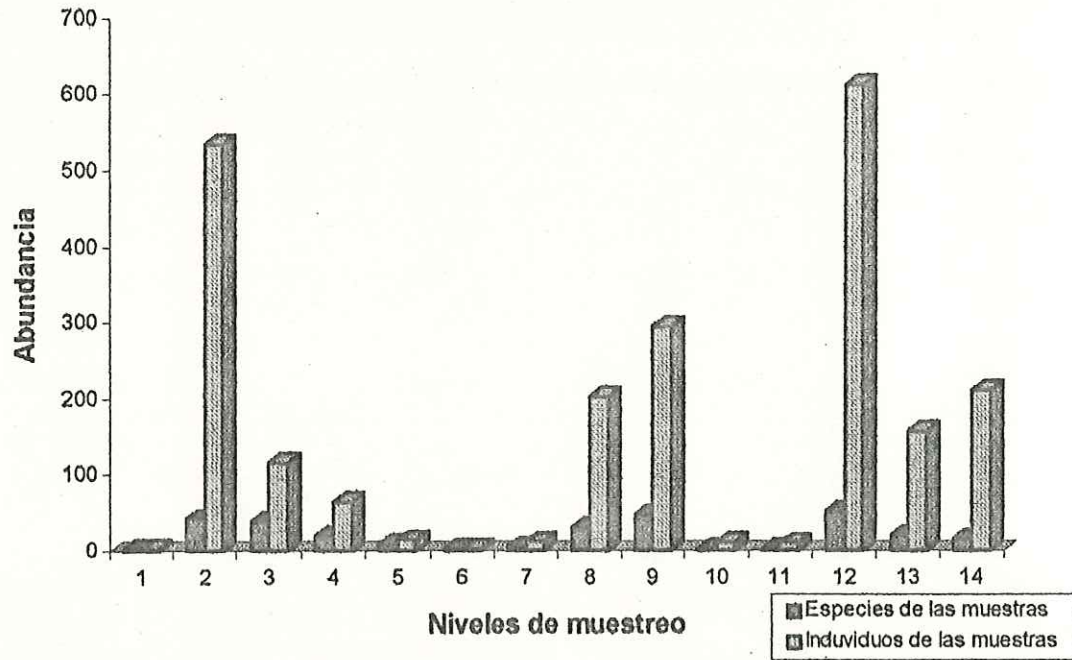


Fig. 4. Número de especies y abundancias totales para cada nivel de muestreo.

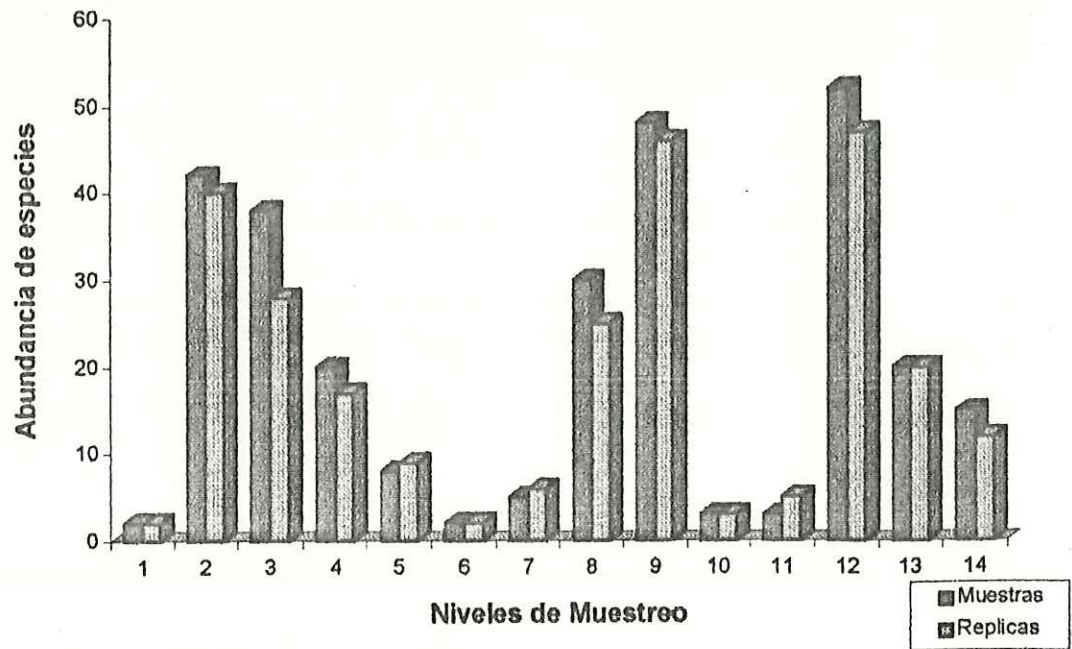


Fig. 5. Número de especies en muestra y réplica para cada nivel de muestreo.

En cuanto a número de especies los valores máximos se presentan en las muestras M12 con 56, M9 con 48 y M2 con 43 especies. El menor número de especies lo tuvieron las muestras M1 y M6 con dos especies.

La figura 5 muestra el número de especies en la muestra y réplica respectiva, observándose aproximadamente el mismo patrón de distribución.

#### V.6. Índice de similitud de Morisita

El dendrograma correspondiente al índice de similitud cuantitativo de Morisita se muestra en las figuras 6 y 7 para las muestras y réplicas respectivamente, excluyéndose las muestras y réplicas 1 y 6. Para el caso de las muestras (figura 6) se pueden reconocer 4 grupos:

El primer grupo lo conforma por si sola la muestra M2, con una similitud de 0.132.

El segundo grupo se encuentra formado por las muestras M9, M12, M7, M5 y M3.

El tercer grupo esta integrado por las muestras M14, M8, M13 y M4, y por último en el cuarto grupo se encuentran las muestras M11 y M10 con una similitud de 0.525.

La mayor similitud fue de 1.0 presentada por las muestras M5 y M3 indicando con esto que son prácticamente idénticas.

El dendrograma correspondiente a las réplicas (figura 7) muestra variación con respecto al de las muestras, en este se presentan los grupos integrados de la siguiente manera:

Como en las muestras en el primer grupo y separado de las demás se encuentra la réplica R2 con la menor similitud de 0.13.

El grupo dos se presentó sin variaciones, al grupo tres se le integro la réplica R11 y al cuatro se le anexo la réplica R4 con una similitud de 0.39.

Las similitudes de 1.0 fueron presentadas por las agrupaciones de las réplicas R14 - R11 y R5 - R3 que son las de mayor similitud.

#### **V.7. Índice de similitud de Jaccard**

El dendrograma mediante el índice de similitud de Jaccard (cualitativo) para muestras es mostrado en la figura 8, observándose que el valor de mayor similitud (0.538) corresponde al grupo de las muestras M12 y M9. El resto de los grupos tienen valores de similitud menores. Se observa que existen 4 grupos; El primero corresponde a la muestra M1 que es el contacto inferior de la diatomita, El grupo dos lo integran las muestras M4, M14, M13, M3, M12, M9, M8, M2; al grupo tres corresponden las muestra M7, M5 y al grupo cuatro las M10 y M6.

Con respecto a las réplicas (figura 9), los agrupamientos son semejantes a los de las muestras. El dendrograma presenta 4 grupos:

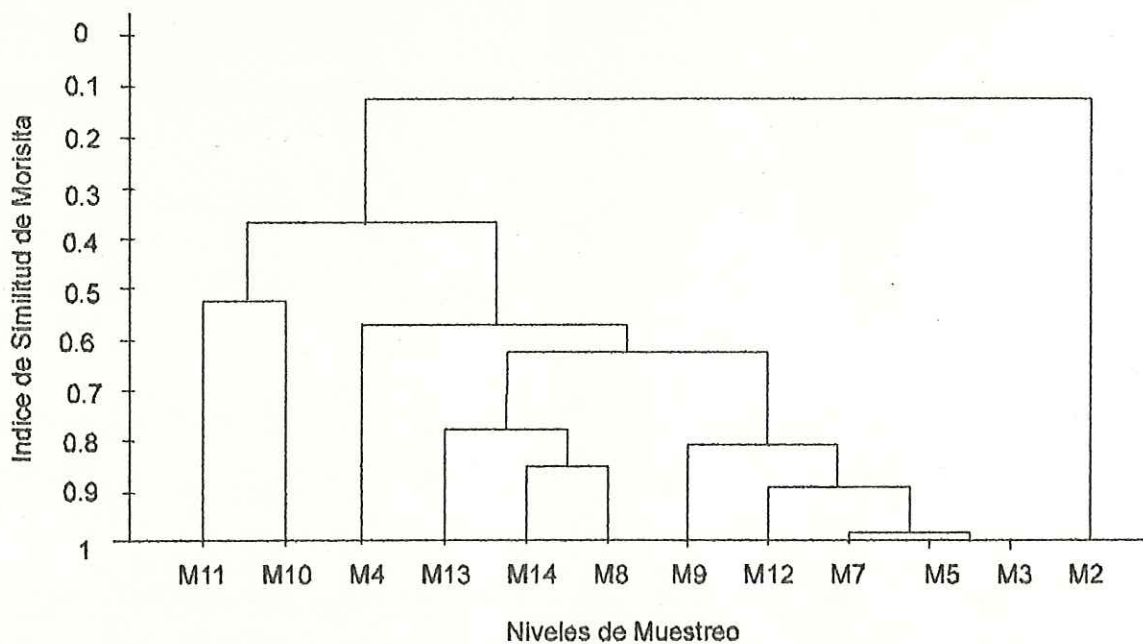


Fig. 6. Dendrograma del Indice de Similitud de Morisita (Modo Q) para 12 muestras.

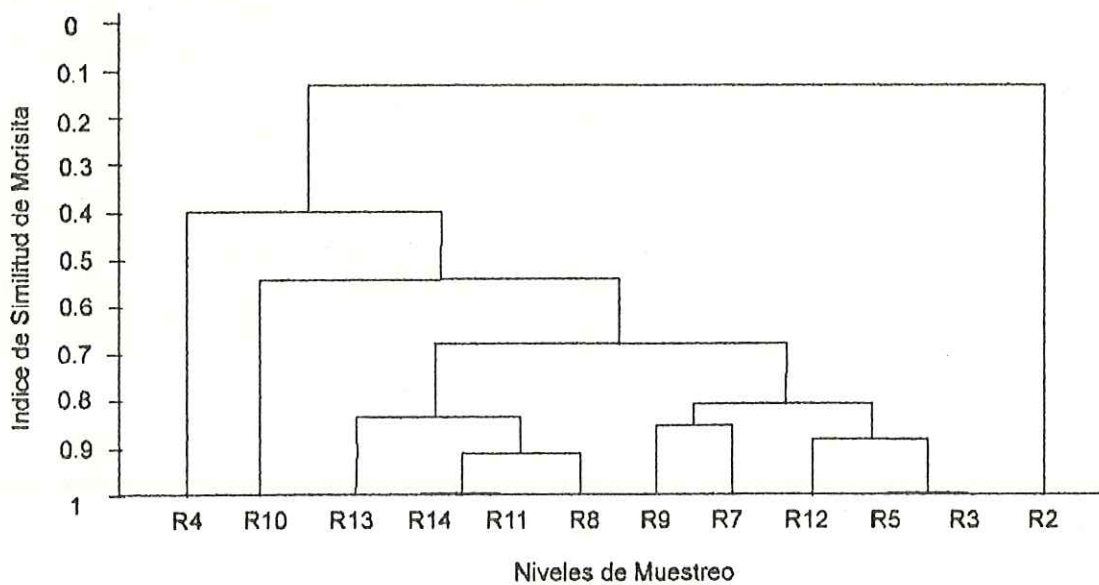


Fig. 7. Dendrograma del Indice de Similitud de Morisita (Modo Q) para 12 replicas.

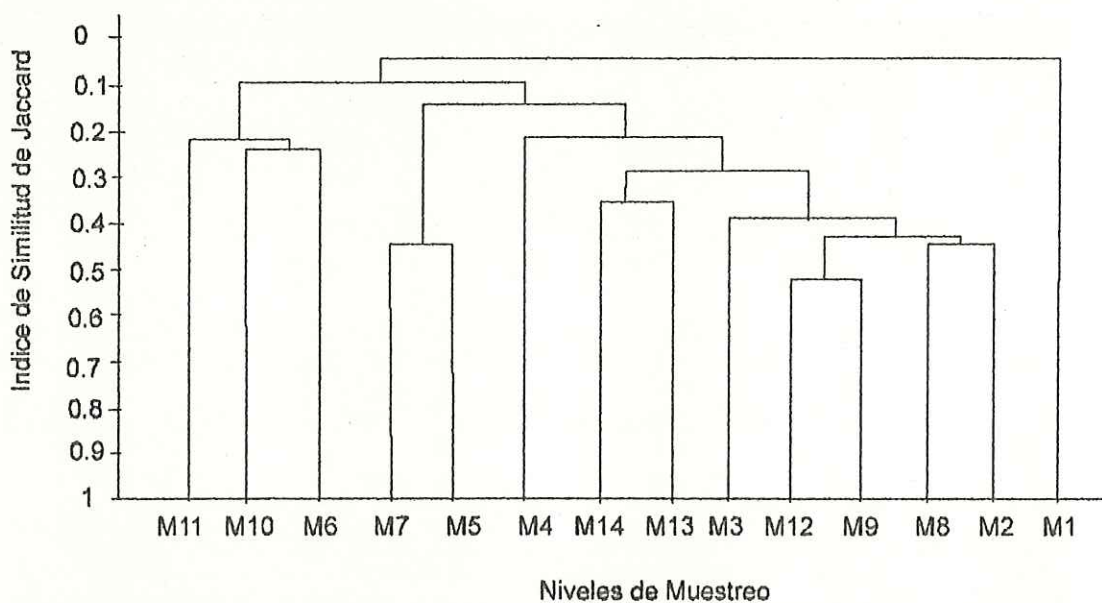


Fig. 8. Dendrograma de Indice de Similitud de Jaccard (Modo Q) para 14 muestras.

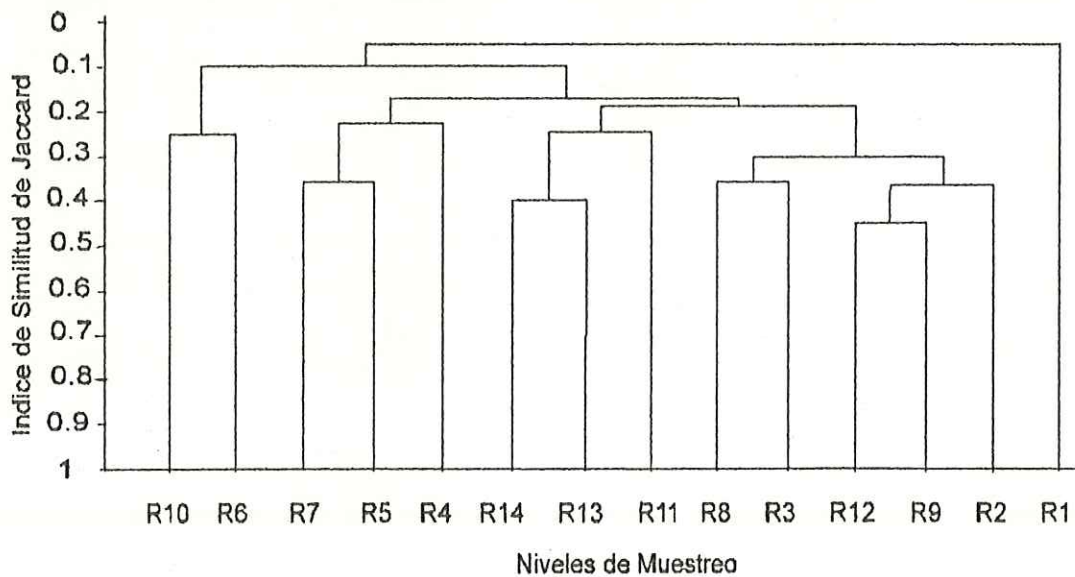


Fig. 9. Dendrograma del Indice de Similitud de Jaccard (Modo Q) para 14 replicas.

El primero se mantiene igual, al segundo se le integra la réplica R11 y al tercero la réplica R4 . El cuarto grupo es integrado por la réplica R10 y R6 solamente.

El valor máximo de similitud fue de 0.43 perteneciente a la agrupación de las réplicas R9 y R12.

#### **V.8. Curvas de Rarefacción:**

La figura 10 muestra las curvas de rarefacción de las 14 muestras, donde las M1, M5, M6, M7, M10 y M11 no son apreciables debido a los pocos organismos por especie; las curvas correspondientes a las muestras M3, M12, M9 y M2 son las menos inclinadas representando las muestra de mayor diversidad. Las muestras M8, M4, M13 y M14 decrecen gradualmente su inclinación.

La figura 11 muestra las curvas de rarefacción de las réplicas. Las curvas correspondientes a las réplicas R1, R5, R6, R7, R10 y R11 no son apreciables por el bajo número de especies y número de individuos por especie. En el resto de curvas se puede observar una disminución gradual en la inclinación en el siguiente orden: R9, R12, R2, R3, R8, R4, R13 y R14. Las más erectas y que representan mayor diversidad fueron las curvas R9, R12, y R2.

#### **V.9. Curvas de K-dominancia:**

La figura 12 muestra las curvas de k-dominancia correspondientes a las muestras de los diferentes niveles de muestreo, donde la curva M2 intercepta a la mayoría de las curvas, por encontrarse casi horizontal.

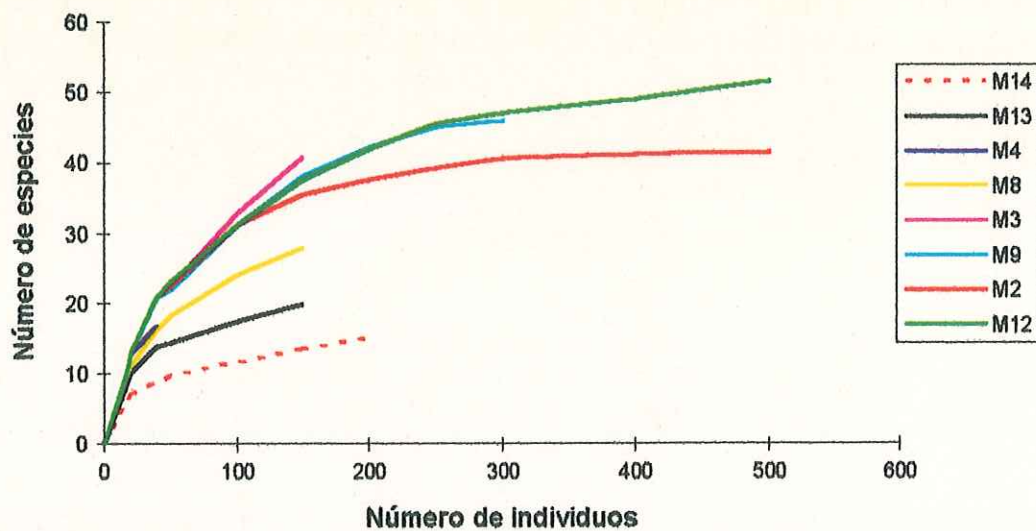


Fig. 10. Curvas de rarefacción para muestras de la Diatomita de la Formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur.

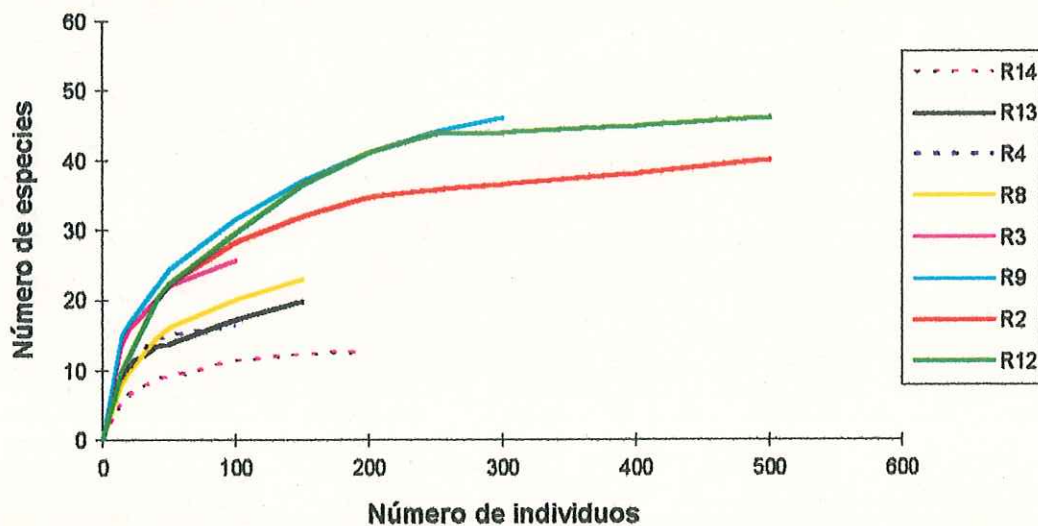


Fig. 11. Curvas de rarefacción para réplicas de la Diatomita de la Formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur.

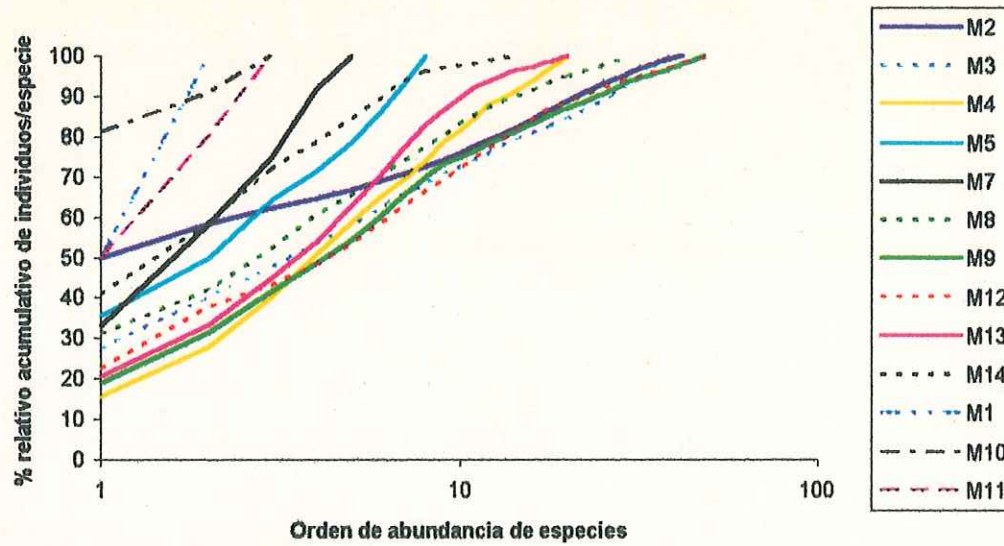


Fig. 12. Curvas de K-dominancia para las muestras de la Diatomita de la Formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur.

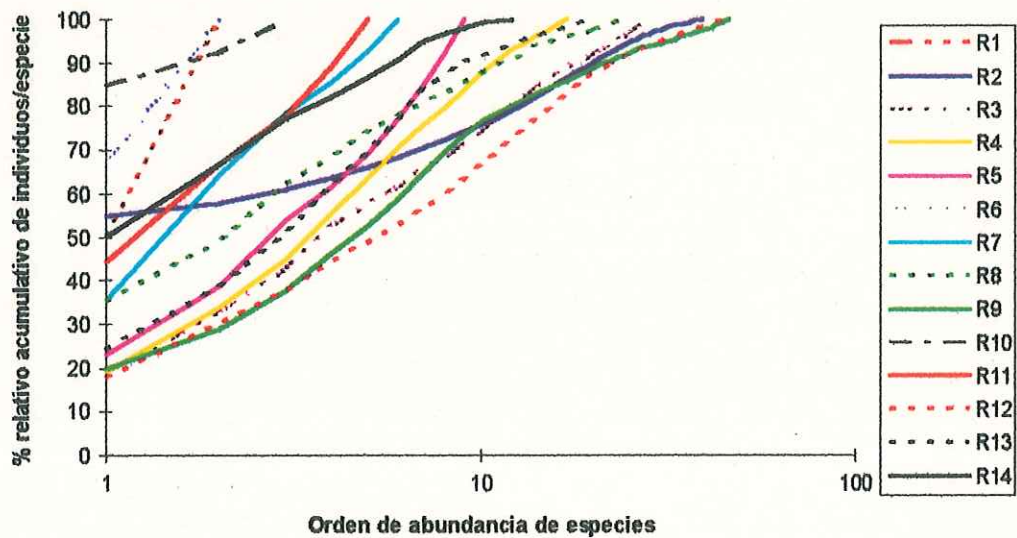


Fig. 13. Curvas de K-dominancia para las réplicas de la Diatomita de la Formación Tortugas en Bahía Asunción, Baja California Sur.

Las curvas presentan dos agrupamientos el primero esta cargado hacia las ordenadas y corresponde a las curvas M1, M6, M10, M11, M7 y M5 de menor diversidad, el segundo grupo de mayor diversidad corresponde a las curvas M14, M13, M4, M8, M2, M9, M3 y M12 que están más inclinadas hacia el eje de las abscisas.

En general se observa que las curvas tienen un comportamiento simétrico, exceptuando a las M2, M13 ,M7 y M10 ya que las demás corren casi paralelas presentando entrecruzamientos muy leves.

La figura 13 muestra las curvas de K-dominancia para las réplicas las cuales presentan un comportamiento similar al de la figura 12, donde diez de las curvas son interceptadas por la curva R2.

## VI. DISCUSIONES:

Los cambios litológicos en la columna estratigráfica reflejan distintas condiciones ambientales durante el depósito de la diatomita, dado que en la columna se presentan estratos intercalados de lodo diatomáceo homogeneizado con diatomita laminada.

En general en los sedimentos predominan diatomeas, espículas de esponjas, silicoflagelados, radiolarios, pelets fecales y gran cantidad de material silicio compuesto por fragmentos de todos estos grupos. Esta fragmentación puede atribuirse a factores químicos y mecánicos que afectan a la asociación muerta, es decir, a los procesos tafonómicos como agregación de frustulas, efectos de las corrientes subsuperficiales y mezcla vertical entre otros (Gombos, 1975). La presencia de abundantes pelets fecales se puede interpretar como producto del pastoreo que se llevo a cabo sobre la alta productividad primaria de las aguas superficiales (Schrader et al. 1980). La alta productividad se infiere dado que en la actualidad se considera que solamente del 1 a 5% de los esqueletos de organismos producidos en las aguas superficiales son preservados en los sedimentos (Calvert, 1974).

El contacto inferior de la columna estratigráfica corresponde a sedimentos de lodos diatomáceos homogeneizados por bioturbación. Muy posiblemente estos fueron depositados muy cerca de la zona de mínimo oxígeno en donde las condiciones aún eran aeróbicas (Schrader et al., 1980).

Las capas de diatomita laminada involucran la interacción de depositación estacional de material terrígeno y productos de surgencias (Schrader *et al.*, 1980). Sin embargo, esta interpretación no es posible establecerla a detalle en este estudio, dado que el muestreo fue cada 1.50 mts. y la composición de láminas individuales no fue analizada. Continuo a estas capas se encontró otro estrato homogéneo similar al de la primera capa, con cenizas volcánicas interestratificandas. Los contactos inferiores se encuentran bioturbados por organismos bentónicos, excepto en la última toba. Esta característica sugiere que ocurrieron condiciones aeróbicas durante el evento volcánico.

Los sedimentos laminados de la última capa se interpretan de la misma manera que en el segundo estrato y por lo tanto, la sección estratificada representa alternancia de condiciones aeróbicas y anaeróbicas durante la depositación. Cabe mencionar que a través de la columna estratigráfica la ausencia de foraminíferos y microfósiles calcáreos se debió probablemente a que fueron disueltos durante la diagénesis.

A través de toda la columna estratigráfica la flora indica diferentes medios acuáticos (oceánico, costeros, litoral y de agua dulce), climas y temperaturas. Asociadas a estas encontramos espículas de esponjas (en 13 de las muestras) y pelets (en 7 muestras); lo que sugiere en general que el depósito corresponde a aguas de cuencas someras de menos de 500 mts. Este rango batimétrico es más claramente indicado por la abundancia de especies planctónicas litorales y

bentónicas como *Melosira sulcata* (Ehr.) Kut., *Grammatophora* sp., *Melosira clavigera* Grun., *Lithodesmium californicum* Grun Brun et Tem., y el género *Cocconeis* las cuales se presentan en 10 de las 14 muestras analizadas. Las especies anteriores sugieren que la asociación fue depositada en aguas someras de menos de 100 mts., debido a que estas formas viven en el fondo o cerca del fondo y requieren que la luz penetre a esa profundidad (Abbott, 1980). Sin embargo este intervalo es variable siendo menor o mayor alcanzando los 200 mts dependiendo de la latitud, variaciones estacionales, abundancia de aporte de sedimento continental y cantidad de producción primaria. La abundante presencia de especies de aguas frías (*Thalassionema nitzschioides* Grun., *Coscinodiscus marginatus* Ehr., *C. oculus-iridis*, Ehr. *C. radiatus* Ehr. *Denticula* sp., esporas de *Chaetoceros* y *Thalassiotrix longissima* Clev et Grun. en menor abundancia) indican la existencia de condiciones de surgencias.(Abbott, 1980; Barron y Keller, 1983).

Moreno et al., (1991) realizaron un estudio morfométrico de las esporas de resistencia del genero *Chaetoceros* en la diatomita de Bahía Asunción debido a su gran abundancia. Similarmente, en este estudio las esporas de *Chaetoceros* fueron muy abundantes, dado que ocupó el tercer sitio en importancia por el índice de valor biológico. Lo anterior obedece a que durante una surgencia hay afloramiento intermitentes a las . aguas superficiales de gran cantidad de nutrientes y partículas de sedimento en suspensión, y dentro de estos

sedimentos se trasladan las esporas en reposo. Esto representa una ventaja adaptativa, ya que incrementa la oportunidad de que una especie se desarrolle cuando las condiciones sean otra vez favorables para el crecimiento (Atilano, 1987), ya que su germinación inmediata en condiciones óptimas amortigua las fluctuaciones de los ecosistemas de surgencias costeras (Braarud, 1945; Davis *et al.*, 1980).

La formación de esporas ha sido reconocida en estudios de poblaciones naturales en respuesta a pobres condiciones de crecimiento cerca del pico de máxima abundancia o al final de una aparición estacional de una especie (Atilano, 1987). Garrison (1981) demostró el potencial de las esporas para funcionar como un estado de sobrevivencia, formándose en condiciones de baja concentración de nutrientes en las aguas superficiales. Hargraves y French (1975 a, b; 1977) sugieren que las esporas son resistentes a la ingestión de pastoreadores ó a la dispersión de área, y por ello podemos considerarlas como de gran importancia paleoceanográfica al ser tan específicas las condiciones de su formación. Por otro lado, Hardy y Gunder (1935) aseveran que las esporas podrían servir para retener poblaciones en la columna de agua, si la circulación de agua profunda regresa esporas al área de origen por inyección a aguas superficiales. Esto es, Las esporas que sedimentan de aguas superficiales hacia el agua subsuperficial regresan a la superficie por surgencia (Garrison, 1980).

Considerando la asociación total el reconocimiento de las especies dominantes según el índice de valor biológico nos indican las condiciones ambientales predominantes durante el depósito de la diatomita de Bahía Asunción. Las especies de mayor importancia biológica son las diatomeas de aguas frías (*Coscinodiscus marginatus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros* sp. (espora), *Denticula* sp., *Coscinodiscus oculus-iridis*) y de y litorales marinos (*Melosira sulcata*). Estas especies son las mismas que presentaron la mayor abundancia relativa, variando solo el orden en que aparecen. Todas las especies son comunes en el Mioceno Medio a Tardío en sedimentos del Noreste del Pacífico, y la presencia dominante de especies de latitudes altas a medias indica predominantemente la influencia de la corriente de California y el intercambio de masas de aguas superficiales de latitudes altas a medias (Barron y Keller, 1983; Pérez, A.M. y Casey, 1986).

Las especies de menor importancia biológica en toda la columna estratigráfica fueron: *Amphora* sp. género que corresponde a masas de aguas dulce o marinas y aguas frías subantárticas (Schrader y Fenner, 1976); *Nitzschia reinholdii* es una forma planctónica delicada de aguas frías, templadas y cálidas (Schrader, 1973; Barron y Keller, 1983 y 1985); *Xiphosphira* sp., *Coscinodiscus tabularis* y *Thalassiosira ostrupii* que son formas planctónicas cosmopolitas de aguas subtropicales (Gambos, 1975; Schrader, 1973 y Andrews, 1980). Todas estas especies a excepción de *Amphora* sp., son

diatomeas en su mayoría de aguas subtropicales correlacionables con la latitud media a la que se depositó el material, pero su menor importancia biológica es debida a la gran influencia de aguas superficiales correspondientes a la corriente de California, sistema de surgencias y posiblemente en forma esporádica aguas más cálidas (condición Niño) que fueron parte de la dinámica oceánica para el Mioceno tardío (Barron, 1980, 1981; Barron y Keller, 1983). En general se observó que existieron reemplazos en el orden de importancia de especies a lo largo de la columna estratigráfica que denotan fluctuaciones ambientales, más no cambios abruptos que llevaran a un cambio total en la composición de especies.

La especie más adundante fue *Thalassionema nitzschioides* Grun. (21% de la abundancia relativa). Esta especie es cosmopolita y su dominancia es característica de zona de surgencias (Gombos (1975), Schrader y Fenner, (1976); Barron y Keller, (1983); Barron, (1985)). Por ello, estas evidencias florísticas y sus abundancias relativas caracterizan zonas de surgencias intensas. Aunado a esto, tenemos la dominancia de especies de aguas frías oceánicas de la zona boreal del Norte del Pacífico como: *Coscinodiscus marginatus* Ehr., *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehr., *Coscinodiscus radiatus* Ehr., *Denticula* sp. y *Stephanopyxis grunowii* Grun et Sat., que corresponden a la corriente de California para estas latitudes y a una comunicación abierta entre las masas de aguas superficiales de latitudes altas y medias. Las especies

características de latitudes bajas como: *Rhizosolenia styliformis* Brig., *Thalassiosira oestrupii* (Ost.) Pros-Láu., *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs. y *Hemiaulus cf polimorphus* Grun., fueron raras y su presencia corresponde a una probable condición El Niño. En este aspecto, mediante el análisis de radiolarios Perez, et al., 1986 encontró que ocurre un evento de agua caliente a los once millones de años en el depósito de diatomita de Arroyo Tiburón. Con ello, se refuerza la posible condición El Niño al final del Mioceno Tardío y la influencia de aguas superficiales de latitudes bajas, o sea un desplazamiento hacia el norte de la corriente Norecuatorial. Por otro lado, todas las especies corresponden a asociaciones de diatomeas de aguas superficiales para el Mioceno medio y tardío (Kiozumi, 1973, Schrader, 1973; Gambos, 1975 y Andrews, 1980, Barron, 1985, Moreno et al., 1991).

La segunda especie más abundante, *Coscinodiscus marginatus* Eh., es una forma altamente silicificada comúnmente asociada a una alta disolución en la columna de agua y por ello representa una pobre preservación de la asociación florística total (Abbott, 1980). Barron (1985) menciona que la forma robusta de esta especie corresponde a altas latitudes, y por ello a aguas frías de bajas salinidades, lo cual explica su preservación. Sin embargo, no obstante su abundancia, la alta diversidad y preservación de formas frágiles de diatomeas y silicoflagelados no indican una alta disolución en la diatomita de Bahía Asunción.

La presencia de *Melosira sulcata* (Ehr.) Kutz., la cual corresponde a aguas muy próximas a la costa (Abbott, 1980), sugiere que esta especie fue transportada de las zonas más someras en la cuenca de depositación. *Melosira* sp. es un género de especies robustas que en éste depósito se encuentra fosilizada formando cadenas, por su resistencia al pastoreo. Sin embargo, en algunos individuos se dificultó su identificación. Otras especies menos abundantes fueron: *Nitzschia bilobata* Grun. que es una forma delicada (Baron, 1984). *Rhapidodiscus marylandicus* Chr., es una especie índice para el Mioceno medio, ticopelágica y bentónica (Kiozumi, 1973). La mayoría de las especies de menor abundancia son formas frágiles difíciles de preservar, o especies raras dentro de la asociación de masas de agua superficiales en una cuenca somera, o son especies difíciles de identificar debido a la forma de preservación y por lo que sólo se llegó a género.

Durante el depósito de la diatomita se presentaron variaciones en la estructura de la comunidad que fueron manifiestos por los diferentes descriptores ecológicos. Los dendrogramas con los Índices de similitud de Morisita y Jaccard agruparon cinco biotopos distintivos por las preferencias ambientales de las especies dominantes. Las agrupaciones formadas pertenecen a regiones con condiciones que pueden ser altamente heterogéneos dentro de la región pero relativamente similares entre las regiones. Los biotopos identificados fueron de surgencias, aguas frías costeras, aguas frías

indistintamente si fueron de surgencias o costeras, aguas frías oceánicas y aguas turbias. Los dendrogramas del Índice de Jaccard y Morisita mostraron diferencias en las agrupaciones. A su vez, el Índice de diversidad de Shannon manifestó variaciones en diversidad en las cuales sus tres picos máximos correspondieron a las muestras M3, M9 y M12, las cuales forman parte del biotopo correspondiente a condiciones de surgencias del índice de Morisita, el cual también incluye las muestras M7 y M5. Sin embargo, estas últimas muestras forman un biotopo de aguas turbias que se discriminan en el dendrograma de similitud del Índice de Jaccard. Estas presentaron la mayor abundancia de material terrígeno y por lo tanto, una pobre penetración de luz. Todas las agrupaciones mencionadas tienen la característica de que *T. nitzschoides* Grun. es la especie más abundante, ocupando el primer y segundo lugar. Cinco muestras (M3, M12, M9, M8, y M2) forman un subgrupo dentro del biotopo de aguas frías en el índice de Jaccard. Este subgrupo también se puede observar en las curvas de rarefacción que de acuerdo a Sanders (1968) corresponden a comunidades biológicamente acomodadas, o sea, en condiciones ambientales que propiciaron la coexistencia de varias especies. El biotopo de aguas frías del índice de similitud de Jaccard incluyó también a las muestras M4, M14 y M13, que junto con la M8 presentaron diversidad intermedia según el Índice de Shannon y se agruparon en el biotopo de aguas frías costeras del índice de similitud de Morisita, debido a la presencia especies

bentónicas y litorales siendo la más abundante *Melosira sulcata* (Kiozumi, 1973; Barron, 1980, 1981). Las muestras del biotopo de aguas frías en las curvas de rarefacción tanto en muestras y réplicas se inclinaron hacia las abscisas indicando condiciones ambientales más rigurosas, y por lo tanto comunidades físicamente controladas (Sanders 1968).

Los mínimos de diversidad del Índice de Shannon y máximos de dominancia del Índice de Simpson correspondieron al biotopo de aguas frías oceánicas del Índice de similitud de Morisita y de Jaccard. Este último también incluye la M6. La característica de estas muestras es la escasez de material terrígeno y especies. La asociación florística (*Coscinodiscus marginatus*, esporas de *Chaetoceros*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Coscinodiscus radiatus*) representa condiciones ambientales más rigurosa que los demás biotopos. Esto probablemente corresponde a un evento de relajación en la dinámica de la cuenca en el cual no existió ya influencia del aporte continental y solo tuvimos la presencia de aguas frías (Schrader et al., 1980; Barron y Keler, 1983).

La M2 formo un biotopo aparte en el Índice de similitud de Morisita, en esta muestra la especie dominante fue *Thalassionema nitzschiodes*, la cual abunda en aguas frías ricas en nutrientes. El resto de la asociación se encuentra integrada por especies diferentes ambientes, preferentemente aguas frías.

En el último biotopo del Índice de Similitud de Jaccard M1 presentó la menor similitud con el resto de las muestras, explicándose porque fue tomada en

el contacto inferior de la diatomita y las especies presentes probablemente fueron transportadas y no corresponden a este nivel.

Las réplicas del dendrograma del Índice de Similitud de Morisita presentan agrupaciones muy semejantes excepto para el biotopo que corresponde a aguas frías costeras, donde se incluye a la R11.

Similarmente, en el Índice de Similitud de Jaccard se formaron los mismos grupos, variando solo en el biotopo de aguas frías que incluye a la réplica R11, y en el biotopo de aguas turbias por material terrígeno que agrupa la réplica R4, ya que esta presenta más especies comunes con estas muestras, el biotopo de aguas frías oceánicas nos agrupó solamente a las réplicas R10 y R6. Estas agrupaciones destacan la importancia de las abundancias relativas de las especies en las interpretaciones paleoecológicas.

Por lo anterior, podemos observar que el Índice de Jaccard nos da menos resolución en la formación de biotopos ya que no separó condiciones de surgencias, Sin embargo, este índice nos permite visualizar cuales muestras presentan similitud por las especies que se encuentran presentes en ella sean abundantes o raras. Por ello, el índice de similitud de Morisita nos agrupó biotopos más congruentes con las preferencias ambientales de las especies dominantes, por lo tanto, reflejan agrupaciones más cercanas a la estructura de la comunidad original.

En las curvas de K-dominancia es notable que la M2 y R2 interceptan al resto de las curvas y por lo tanto no puede ser comparada en términos de diversidad con las demás curvas de acuerdo a Lambhead, Platt y Shaw (1983). Esto coincide con la muestra menos similar a todas en el índice de similitud de Morisita, y a su vez es una de las que presentan mayor diversidad. En contraste, el grupo de menor diversidad de muestras y réplicas no fue apreciable en las curvas de rarefacción lo que las hace en este caso menos informativas.

El segundo grupo es el de las curvas que tienen mayor diversidad. Sin embargo, estas curvas se cruzan. Estos entrecruzamientos pueden considerarse que no son de mucha importancia ya que los valores de diversidad son muy próximos. A excepción de tres muestras (M7, M13 y M2) el resto presentan los mismo patrones de diversidad mostrados en las curvas de rarefacción y los valores del Índice de diversidad de Shannon. Por lo tanto, las las curvas de rarefacción, K-dominancia y el Índice de diversidad de Shannon pueden considerarse que conjuntamente reflejan aproximadamente los cambios de diversidad que experimentó la comunidad fitoplanctónica a lo largo del tiempo.

## CONCLUSIONES:

1. El uso conjunto de índices de diversidad y descriptores gráficos se complementan para hacer interpretaciones más precisas de la estructura de paleocomunidades, y por lo tanto de las características ecológicas del pasado. Los índices de diversidad permitieron hacer una comparación rápida de la estructura de la comunidad, sin embargo, los métodos gráficos visualizan más claramente la forma como se dieron los cambios.

2. A través de la columna estratigráfica de la Formación Tortugas en Bahía Asunción la comunidad fitoplanctónica reflejó variaciones en las condiciones ambientales, predominando eventos de surgencias, aguas frías costeras y aguas frías oceánicas, y muy raramente la influencia de aguas cálidas.

3. Las muestras que corresponden a eventos de surgencias presentaron una alta diversidad y las curvas de rarefacción condiciones ambientales óptimas para la coexistencia de muchas especies.

4. Las muestras que correspondieron a aguas frías costeras presentaron una diversidad intermedia, y en las curvas de rarefacción por su posición más cercana al eje de las abscisas indicaron mayor rigor ambiental que las de surgencias.

5. La asociación florística que caracterizó eventos de surgencias fueron: *Thalassionema nitzschiodes* Grun., *Coscinodiscus marginatus* Ehr.,

*Coscinodiscus oculus-iridis* Ehr., *Coscinodiscus radiatus* Ehr. *Denticula* sp y esporas de *Chaetoceros* y en menor abundancia especies planctónicas litorales y bentónicas.

6. Debido a la presencia de especies bentónicas y planctónicas litorales como *Melosira sulcata* (Ehr.) Kutz. y *Melosira clavigera* Grun. se infiere que la diatomita se depositó en una cuenca somera de aproximadamente 200m.

7. Las especies de mayor importancia biológica fueron: *C. marginatus* Ehr. *Thalassionema nitzchioides* Grun. *Chaetoceros* sp. (espora) , *Denticula* sp., *C. oculus-iridis* Ehr. y *Melosira sulcata* (Ehr.) Kut. las cuales nos tipifican condiciones ambientales predominantes de aguas frías someras.

8. Las especies de menor importancia biológica fueron: *Amphora* sp. *Nitzschia reinholdii* Kan et Kutz. *Xiphospira* sp. *Coscinodiscus tabularis* Grun *Thalassiosira oestrupii* (Ost) Pros. Laur., *Hemialus cf polimorphus* Grun., las cuales nos indican la influencia de condiciones ambientales de aguas cálidas .

## LITERATURA CITADA:

Abbott, W. H., 1980. Diatoms and Stratigraphically Significant Silicoflagellates from Atlantic Margin Coring Project and other Atlantic Margin sites. *Micropaleontology*, 26(1) 49-80. pls 1-6.

Anderson, N. J. and Vos, P., 1992. Learning from the past: Diatom as Paleocological indicators of Changes in Marine Environments. *The other North Sea: Proceedings of a Symposium*. 26(1):19-30.

Anderws, G. W., 1980. Neogene Diatoms from Petersburg, Virginia: *Micropaleontology*. 26(1):17-48. Pls. 1-6.

Andrews, G. W., 1986. Miocene diatoms from Richmond, Virginia. *J. Paleontol.* 60(2):497-538.

Applegate, S. P., Ferrusquilla, U. I., Espinoza, A.L. (1980). Preliminary observation on the geology and paleontology of the Arroyo Tiburon area, Bahía de Asunción, Baja California Sur, México. Univ. Nal. Auto. México.

Atilano, S.H.M., 1987. Composición y Estructura de la Comunidad de Fitoplancton Silíceo en el Golfo de California, en Marzo de 1983. Univ. Autónoma de B. C., Facultad de Ciencias Marinas. Tesis. p.161

Baldauf, J. 1984. A High Resolution Miocene Pliocene Diatom Biostratigraphy for the Eastern Equatorial Pacific. *Init. Repts. DSDP*, Oct. 1985. pp. 457-4746.

Barron, J. A., 1980. Lower Miocene to Quaternary Diatom Biostratigraphy of DSDP Leg 57, off Northeastern Japan. In: *Scientific Party, Init. Repts. DSDP*, 56,57(2): 641-685.

-----, 1981. Late Cenozoic Diatom Biostratigraphy and paleoceanography of the middle-latitude Eastern North Pacific, DSDP Leg 63. *Int. Reports for the DSDP*. 63:507-538.

Barron, J. A., 1984. Late Eocene to Holocene Diatom Biostratigraphy of the Equatorial Pacific Ocean. *Initial Repts. DSDP*, Oct. 1985, pp. 413-456.

-----, 1985. Diatom Paleoceanography and paleoclimatology of the Central and Eastern Equatorial Pacific Between 18 and 6.2 Ma. *Int. Repts. DSDP*, 85. 935- 945.

Barron, J. A., 1986. Updated diatom biostratigraphy for the Monterey Formation or California. In Siliceous microfossil and microplankton studies of the Monterey Formation and modern analogs. Pacific Section S.E.P.M. 45:105-119.

Barron, J. A. and Baldauf, J.G., 1988. Tertiary Cooling Steps and Paleoproductivity as Reflected by Diatoms and Biosiliceous Sediments. Productivity of the Ocean: Present and Past. Report of the Dahlem Workshop on Productivity of the Ocean and Past, Berlin 1988, April 24-29. Berger, W.H.; Smetacek, V.S.; Wefer, G., eds. Chichester UK Wiley- Interscience Publ. 1989.no.44. 341-354.

Barron, J. A. and G. Keller, 1983. Paleotemperature oscillations in middle and late Miocene of the Northeastern Pacific. *Micropaleontology*, 26(2):150-181.

Baumgartner, T.R., A. Soutar, J. Cowen, P. Moreno-Hentz, J. Michalelson and K.W. Brulad, 1981. Detailed chronologies in the laminated sediments of the Guaymas Slope. Geol. Soc. America Reunión sec. Cordillera, Hermosillo, Sonora, Abstracts with Program (44).

Baumgartner, T.R. y Soutar, 1983. Conservación del registro del clima reciente en sedimentos laminados del Golfo de California; Origen, Evolución, Aguas, Vida Marina y Recursos. Ayala-Castañares, editor, U.N.A.M.

Baumgartner, T.R., V. Ferreira-Bartrina, H.J. Schrader y A. Soutar, 1985. A 20-year varve record of siliceous phytoplankton variability in central Gulf of California. *Marine Geology*, 64:113-129.

Bohem, M.C., 1982. Biostratigraphy, Lithostratigraphy and Paleoenvironments of Miocene-Pliocene San Felipe Marine Sequence, Baja California Norte, México : Stanford Univ., Unpub. M.S. Thesis, p 326.

Braarund, T., 1945. Experimental Studies on Marine Planktonic Diatoms. *Avh. Nor. Vidensk. Akad. Oslo Mat. Naturvidensk. Kl.* 10:1-16.

Brower, J.E. and J.H. Zar, 1979. Field and Laboratory Methods For General Ecology, Wm C. Brow Co. Pub. Dubuque. Iowa. p 194.

Calvert, S.E., 1964. Factors affecting distribution of laminate diatomaceous sediments in the Gulf of California. In Tj. H. Van Andel, and G.G., Shor Jr., eds., *Marine Geology of The Gulf of California*. American Association of Petroleum Geologists. Memoir 3:311-330.

-----, 1974. Deposition and Diagenesis of Silica in Marine Sediments. Spec. Publi. Int. Assn Sediment. 1:273-299.

Ciesielsk and Weaver, F. M. , 1974. Souther Ocean Pliocene Paleoetemperature Based on Silicoflagelates from Deep Sea Cores. Antarctic Journal of the U.S. pp 295-297.

Cleve-Euler, A., 1968. Die Diatomeen Von Schweden Und Finnland. In Verlag Kramer. Bibliotheca Phycologica Ban 5. Wheldon and Wesley N.Y., U.S.A. the reimpression v. I-V. 963 p.

Coull, B.C. 1972. Species diversity and Fuanal Affinities of Meiobenthic Copepoda in the Deep Sea. Marine Biology. 14:48-51

Cupp, E.E., 1943. Marine Palnkton Diatoms of The West Coast of North America. University of California Press. 5(1):1- 238, Pls. 1-5, 168 Text. Figures.

Davis, C.O., J.T. Hollibaugh, D.L.R. Seibert, W.H. Thomas and P.j. Harrison, 1980. Formation of Reting Spores by Leptocylindrus danicus (Bacillariophyceae) in controlled ecosystem experymnt. J. Phycol. 16:296-302.

Deneré, J. A., Roeder, M.A., Chandler, R.M. and Minch, J.A., 1984. Paleontology of the Middle Miocene los Indios Member of the Rosarito Beach Formation, Northwestern Baja California, México. Miocene & Cretaceous Depositional Environments, NW Baja California, México. Pacific Section AAPG.

Donegan, D. and H. Scharder, 1982 . Biogenic and Abiogenic Components of Laminated Hemipelagic Sediments in Central Gulf of California. Marine Geology . Vol.48, 215-237 p.

Doodd, J.R. and Stanton, Jr., R.J., 1981. Paleoecology , Concepts and Aplication. Waley Intescience publications. pp17.

Garrison, D.L., 1980. Studies of Coastal Phytoplankton Populations in Monterrey Bay. California. Ph. D. Dissertation. Univ. of California, Santa Cruz. p. 142.

-----, 1981. Monterrey Bay Phytoplankton. II. Resting Spore Cycles in Coastal Diatom Populations. J. Plankton Res. 3:173-156.

Gombos, A.M., JR., 1975. Fossil Diatoms from Leg 7, Deep Sea Driling Project. Micropaleontology. 21(3):306-333.

Hajos, M., 1976. Upper Eocene and Lower Oligocene Diatomaceae, Archaemonadaceae and Silicoflagellates in Southwestern Pacific Sediments, DSPP, leg 29. En Initial Reports DSPP. V(35):817-83.

Hardy, A.C. and E.R. Gunder, 1935. The plankton of the South Georgia Whaling grounds and adjacent waters 1926-7. Discovery Report. 11:1-486.

Hargraves, P.E. and F. French, 1975a. Survival characteristics of marine Diatom Resting Spores. (Abstract). J. Phycol. 11(supl),6.

-----, 1975b. Observations on the Survival of diatom resting Spores. Nova Hedwigia Beih. 53:229-238.

-----, 1977. Resistance of Diatom Resting Spores to Grazing. Phycol. Soc. Amer. Ann. Meeting, Santa Barbara, California (Abstract).

Hasle, G.R. and G.A. Fryxell, 1977. The genus Thalassiosira: Some species with a linear areola array. Nova Hedwigia, Beih; 54:15-66.

Heiden, H. and R.W. Kolbe, 1928. Die marine Diatomeen der deutschen Subpolar-Expedition 1901-1903. Dtsch. Subpol. Exped. 8 (Bot.), 450-715.

Helenes, E. J., 1980. Stratigraphy, depositional environments and foraminifera of the Miocene Tortugas Formation, Baja California Sur, México: Bol. Soc. Geol. Mexicana, 14(1,2):47-67.

Hendey, N.I., 1964. An Introductory Account of the Small Algae of British Coastal Waters. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty, Stationery Office, London, 317 p.

Hustedt, F., 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs Und Der Schweiz Mit Beruecksichtigung Der Ubrigen Lander Europas Sowie Dre Angrenzenden Meeresgebiete. In: L. Rabenhorst (Editor), Kryptogamenflora Von Deutschland, Osterreich Und Der Schweiz, 7: Part 1. Akademie Verlag, Leipzig, 920p.

-----, 1959. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs Und Der Schweiz Mit Beruecksichtigung Der Ubrigen Lander Europas Sowie Der Angrenzenden Meeresgebiete. In: L. Rabenhorst (Editor), Kryptogamenflora Von Deutschland, Osterreich Und Der Schweiz, 7: Part 2. Akademie Verlag, Leipzig, 845p.

Karpuz, N., and Jansen, e., 1992. A High-resolution Diatom Record of the last Deglaciation from the Norwegian Sea: Documentation of Rapid Climatic Changes. *Paleoceanography*, Aug. 1992, 7(4):499-520.

Kemp, A. E.S., y Bauldauf, J.G., 1993. Vast Neogene Laminated Diatom Mat Deposits from the Eastern Equatorial Pacific. *Ocean . Nature*. Mar. 1993, 362(6416):141-144.

Kiozumi, I., 1973. The Late Cenozoic Diatoms of sites 183- 193 Leg 19 DSDP. *Init. Repots. Deep Sea Driling Project*. 19:805-856.

Kiozumi, I., and Tanimura, 1985. Neogene Diatom Biostratigraphy of the Middle Latitude Western North Pacific. *Deep Sea Drilling Project leg 86. Initial Report DSDP 86:269-300*, November 1985.

Lambhead, P.J.D., Platt, H.M. and Shaw, K.M., 1983. The detection of differences among assemblages of marine benthic species bases on an assessment of dominance and diverdity. *J.Natural Hist*. 17(6):859-874.

Magurran, A.E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. Great Britain. pp:179.

Mandra, Y.T., 1969. Silico Flagellates: a new tool for the study of Antarctic Tertiary Climates. *Antartic Journal of the U.S.*, IV(5):172-174.

Mandra, Y.T., 1972 *Paleoecology and Taxonomy of Silicoflagellates from an Upper Miocene Diatomite Near San Felipe, Baja California, México. Occasional Papers of the California. Academy of Sciencies*. No. 99, pp:1-35.

Millán-Nuñez, E., 1989. Spatial Variability of Phytoplankton in the Gulf of California during the El Niño 1983. *Nova Hedwigia* 49 1-2, 113-119.

Minch, J. A., 1967. Stratigraphy Structure of the Tijuana Rosarito Beach Area, Northwestern Baja California, México. *Geological Society of America Bulletin*. 78:1155-1178.

Moreno, L. y Carreño, A. L., 1991. Análisis morfométrico de *Chaetocetos barronii* nov. sp. III Congreso Nacional de Paleontología. Sociedad Mexicana de Paleontología, A.C. (nov. 1991). pp. 118.

Moreno, L. y Carreño, A. L., 1991. Estudio Bioestratigráfico Basado en las Diatomeas fósiles del Valle de Diatomita, Bahía Asunción, Baja California Sur. III

Congreso Nacional de Paleontología. Sociedad Mexicana de Paleontología, A.C. (nov. 1991). pp. 119.

Perez-Guzman A.M., 1985. Radiolarian biostratigraphy of the late Miocene in Baja California and the tres Marias Island, México. *Micropaleontology*. 31(4):320-334.

Perez-Guzman A.M. and Casey, R. E. 1986. Paleooceanographic reconstructions from radiolarian bearing Baja California and adjacent sections. in *Siliceous microfossil and microplankton studies of the Monterey Formation and modern analogs*. Pacific Section S.E.P.M 45:55-68.

Portillo, L.A., 1989. Distribución, Abundancia y Diversidad del Ictioplanton de Primavera y Verano de 1988 en el Estero de Sacramento, Sonora, México. Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Ciencias. UABC. Ensenada, Baja California, México. pp. 55.

Revelle , R.R., 1950. Sedimentation and Aceanography: Survey of Field Observations, pt. of 1940 E>W. Scripps cruise to the Gulf of California. *Pacific Science* 12:21-45

Round, F.E., 1968. The Phytoplankton of the Gulf of California. Part II. The distribution of phytoplankton diatoms in cores. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2:64-86.

Sancetta, C., 1992. Primary Production in the Glacial North Atlantic an North Pacific Oceans. *Geol. Obs. Columbia Univ., Palisades, NY 10964, USA, Nature*, Nov. 1992., 360(6401):249-251.

Sanders, H.L., 1960. Benthic Studies in Buzzards Bay III. The structure of the Sof Bottom Community. *Limnol. Oceanogr.* 5:138-153.

-----, 1968. Marine Benthic Diversity: A Comparative Study. *Am. Nat.* 102: 243-282.

Schrader, H., 1973. Cenozoic Diatoms from the Northeast Pacific, DSDP. Leg. 18. Init. Report of the Deep Sea Driling Project. 18:673.

Schrader, H., 1974 . Proposal for a Standardised Method of Cleaing Diatom-bearing deep-sea and land-exposed marine sediments: *Nova Hedw., Beihtft.*, 45:403.

-----, 1974. Cenozoic Marine Planktonic Diatom Stratigraphy of the Tropical Indian Ocean. Initial Reports of the DSDP. 24:887-967.

Schrader, H., K. Kets, J. Curray, D. Moore, E. Aguayo, M. P. Aubry, G. Einsele, D. Fornari, J. Gieskes, J. Gerrero, M. Kastner, M. Lyle, Y. Matoba, A. Molina-Cruz, J. Niemit, J. Rueda, A. Sanders, B. Simoneit and V. Vaquier., 1980. Lamine Diatomaceous Sediments from the Guaymas Basin Slope (Central Gulf of California):250 000 Year Climate Record. American Association for the Advancement of Science. Reprint Series. 14 March 1980. 207:1207-1209.

Schrader, H.J.and Fenner, J., 1976. Norwegian Sea Cenozoic Diatom Biostratigraphy and Taxonomy. Initial Reports of the DSDP. 38:921-1099.

Simonsen, R., 1974. The diatom Plankton of the Indian Ocean Expedition of RV "Meteor" 1964-1965. "Meteor" Forschungsergeb., Reihe D, 19:1-65.

Soutar, A., SR Johnson and T.R. Baumgartner, 1981. In Search of modern analogs to the Monterey Formation. In: The Monterey Formation and Related Siliceous Rocks of California Soc. of Econom. Paleont. and Mineralog., 123-147p.