



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

Ecología

Estudio de diatomeas planctónicas de la clase Bacillariophyceae de la Bahía  
de Acapulco

## TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

Hidrobiólogo. David Alejandro González Rivas

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS: Dra. María Esther Meave del Castillo  
Posgrado en Ciencias Biológicas

COTUTOR DE TESIS: Dr. Enrique Cantoral Uriza.  
Facultad de Ciencias

COMITÉ TUTOR: Dr. Eberto Novelo Maldonado  
Facultad de Ciencias



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
FACULTAD DE CIENCIAS  
Ecología

Estudio de diatomeas planctónicas de la clase Bacillariophyceae de la Bahía  
de Acapulco

## TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

Hidrobiólogo. David Alejandro González Rivas

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS: Dra. María Esther Meave del Castillo  
Facultad de Ciencias

COTUTOR DE TESIS: Dr. Enrique Cantoral Uriza.  
Facultad de Ciencias

COMITÉ TUTOR: Dr. Eberto Novelo Maldonado  
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/550/14

ASUNTO: Oficio de Jurado

**Dr. Isidro Ávila Martínez**  
**Director General de Administración Escolar, UNAM**  
**Presente**

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **7 de abril de 2014** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en el campo de conocimiento de **Ecología** del (la) alumno (a) **GONZÁLEZ RIVAS DAVID ALEJANDRO** con número de cuenta **300520158** con la tesis titulada "**Estudio de diatomeas planctónicas de la clase Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco**", realizada bajo la dirección del (la) **DRA. MARÍA ESTHER MEAVE DEL CASTILLO**:

Presidente: DR. GUSTAVO ALBERTO MONTEJANO ZURITA  
Vocal: DRA. ALEJANDRINA GRACIELA AVILA ORTIZ  
Secretario: DR. EBERTO NOVELO MALDONADO  
Suplente: DRA. HILDA PATRICIA LEÓN TEJERA  
Suplente: M. EN C. MARÍA GUADALUPE FIGUEROA TORRES

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**Atentamente**  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 9 de octubre de 2014

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga  
Coordinadora del Programa

MCAA/MJFM/ASR/ipp



## Agradecimientos

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología por apoyo con la beca de número de registro 419362

A los miembros del Comité Tutor:

Tutora principal de tesis: Dra. María Esther Meave del Castillo

Cotutor de tesis: Dr. Enrique Cantoral Uriza.

Comité tutor: Dr. Eberto Novelo Maldonado

## Agradecimientos Personales

A Mis Padres. Selva y David por su apoyo incondicional su paciencia infinita

A Mis Hermanas Sofía y María por siempre estar presentes.

A María Esther y Maru por su apoyo y enorme paciencia dentro del laboratorio y fuera de este

Al Dr. Cantoral y al Dr. Novelo por su tutela, cercanía y su ayuda en todo momento

Dedicada a mis padres que siempre me han impulsado a seguir estudiando, y cuya paciencia y apoyo siempre me ha alentado a seguir adelante, por ser los mejores seres humanos que conozco y por ser las personas que más admiro en este Mundo.



## Índice

Resumen.....	10
Abstract.....	12
Introducción.....	14
Evolución de las Diatomeas.....	15
Clasificación de las Diatomeas.....	17
Características básicas Bacillariophyceae.....	19
Papel de las diatomeas en los ecosistemas.....	23
Antecedentes.....	25
Justificación del Proyecto.....	28
Objetivos.....	25
Metodología.....	28
Trabajo de colecta.....	28
Trabajo de la laboratorio.....	28
Trabajo de gabinete.....	29
Ubicación y características del área de estudio.....	30
Resultados.....	33
Discusión.....	39
Conclusiones.....	45
Perspectivas.....	45
Características de familias, géneros y taxa de diatomeas de la clase Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco.....	46
Anexo1.....	47
Bacillariaceae Ehrenberg ( <i>sensu</i> Hasle y Syvertsen, 1997).....	47
<i>Bacillaria</i> Gmelin 1871.....	47
<i>Nitzschia</i> Hassall 1846.....	48
<i>Psammodictyon</i> D. G. Mann 1990.....	61
<i>Pseudo-nitzschia</i> H. Peragallo 1900.....	62
Catenulaceae Mereschkowsky.....	67
<i>Amphora</i> Ehrenberg ex Kützing 1844.....	67
<i>Halamphora</i> (Cleve) Levkov 2009.....	72
Cocconeidaceae Kützing.....	77

<i>Cocconeis</i> Ehrenberg 1837 .....	77
Diploneidaceae D. G. Mann.....	83
<i>Diploneis</i> Ehrenberg ex Cleve 1894 .....	83
Sellaphoraceae Mereschkowsky. ....	89
<i>Fallacia</i> Stickle et D.G. Mann. 1990 .....	89
Pleurosigmataceae Mereschkowsky .....	92
<i>Gyrosigma</i> Hassall 1845 .....	92
<i>Pleurosigma</i> W. Smith 1852 .....	93
Lyrellaceae D.G. Mann.....	102
<i>Lyrella</i> Karajeva 1978 .....	102
<i>Petroneis</i> Stickle 1990 .....	105
Mastogloiaceae Mereschkowsky .....	108
<i>Mastogloia</i> Thwaites ex W.Smith 1856.....	108
Naviculaceae Kützing .....	111
<i>Navicula</i> Bory de St.-Vincent 1822.....	111
<i>Haslea</i> Simonsen 1974.....	112
<i>Trachyneis</i> Cleve 1894 .....	113
Pinnulariaceae D.G. Mann.....	116
<i>Oestrupia</i> Heiden ex Hustedt 1935.....	116
Stauroneidaceae D.G. Mann .....	117
<i>Craticula</i> Grunow 1867 .....	117
Surirellaceae Kützing .....	121
<i>Petrodictyon</i> D. G. Mann 1990 .....	121
<i>Surirella</i> Turpin 1828.....	122
Anexo 2 .....	126
Referencias .....	132

## Resumen

El presente trabajo tiene como propósito identificar las especies raras de diatomeas y complementar la ficoflora de los taxa pertenecientes a la clase *Bacillariophyceae* de la bahía de Acapulco obtenidos de muestreos mensuales de fitoplancton durante el periodo comprendido de febrero del 2010 a junio del 2011.

El fitoplancton es un conjunto de microorganismos fotosintéticos que viven parcial o permanentemente dentro de la columna de agua, en los ambientes marinos se considera a que tres grupos son principales Dinophyta (Dinoflagelados), Prymnesiophyta (Cocolitoforidos) y Bacillariophyta (Diatomeas)

Dentro de este último grupo pertenecen aproximadamente el 40% de todas las especies descritas de fitoplancton, a su vez las diatomeas son las responsable del 40 al 45% de la producción total de carbono orgánico en los océanos, lo que representa entre el 20 y 25% a nivel mundial.

Si bien estas microalgas de vida planctónica, se encuentran representadas en todos los océanos, Round *et al* 1990 establecieron 3 clases para Bacillariophyta; *Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, y *Bacillariophyceae*. Además estimaron que existe más de 10000 especies de diatomeas, aunque Hasle y Sylvertsen 1997 indican que solo entre 1400 y 1800 especies netamente fitoplanctónicas marinas. Como características distintivas, poseen además de los pigmentos fotosintéticos clorofila a y c, pigmentos accesorios como  $\beta$ -carotenos, diatoxantina, diadinoxantina, fucoxantina. Además la célula flagelada solo se encuentra en el gameto masculino de las diatomeas céntricas, posee un solo flagelo que presenta en su ultra estructura una configuración 9+ 0. Otra característica relevante es la pared celular que esta constituida de sílice (frústula) y es en las características morfológicas y morfométricas de la frústula en la que se basa su determinación taxonómica.

El presente trabajo se enfoca en identificar las especies raras de diatomeas y complementar la ficoflora de los taxa pertenecientes a la clase *Bacillariophyceae* de la bahía de Acapulco obtenidos de muestreos mensuales de fitoplancton durante el periodo comprendido de febrero del 2010 a junio del 2011. La Bahía de Acapulco, se ubica en región del Pacífico tropical mexicano y aun cuando existen diversos estudios para el Pacífico mexicano los estudios sobre fitoplancton marino para la Bahía de Acapulco son escasos, entre ellos se pueden mencionar los de Meave et al 2003, 2012 y Meave 2012 y Rojas-Herrera et al 2012a, 2012b Estudios previos reportaron 274 taxa de diatomeas de las cuales solo cerca del 33% pertenecen a las clases *Fragilariophyceae* y *Bacillariophyceae* resto a la clase *Coscinodiscophyceae*.

En este trabajo se identificaron un total de 55 taxa (especie, variedades y formas) de diatomeas, obtenidas a partir del estudio de las muestras de fitoplancton colectadas en la Bahía de Acapulco colectadas durante 2010 y 2011. Los taxa se distribuidos en 11 familias y 20 géneros; dentro de estos 55 taxas identificados. 33 de ellos corresponden a nuevos registros para la Bahía de Acapulco. (Considerando los trabajos y publicaciones de Meave et al. 2003, Meave et al. 2011 y Meave et al. 2012a y Meave et al. 2012b junto con Rojas-Herrera et al 2012a, 2012b) Además es de destacar que 5 de ellos son registros nuevos para el Pacífico mexicano Estos nuevos registros corresponden a especies que se encontraron de manera rara en la bahía de Acapulco, lo cual muestra que se trata de una zona megadiversa.

## Abstract

The present work aims to identify the rare species of diatoms and complement the phycoflora of taxa belonging to the class Bacillariophyceae Acapulco Bay obtained from monthly sampling of phytoplankton during the period February 2010 to June 2011.

Phytoplankton are a group of photosynthetic microorganisms living partially or permanently within the water column, in the marine environments there are considered three main groups Dinophyta (dinoflagellates), Prymnesiophyta (coccolithophores) and Bacillariophyta (Diatoms)

Within this latter group includes approximately 40% of all described species of phytoplankton, at the same time diatoms are responsible for 40 to 45% of total production of organic carbon in the oceans, which represents between 20 and 25 % worldwide.

This planktonic microalgae are represented in all oceans, Round et al 1990 established 3 classes for Bacillariophyta; Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae and Bacillariophyceae. They also estimated that there are over 10,000 species of diatoms, although Sylvertsen and Hasle 1997 indicate that only between 1400 and 1800 fitoplantónicas purely marine species.

Diatoms possess photosynthetic pigments like chlorophyll a and c, in addition to these pigmentes also possess accessory pigments such as  $\beta$ -carotene, diatoxantina, diadinoxantina, fucoxanthin.

Another characterisitic is that the flagellated cell is only found in the male gamete of centric diatoms and has a single flagellum posing in her ultra structure 9 + 0 configuration Other important feature is the cell wall that is composed of silica (frustule) and is morphological and morphometric features of the frustule in which taxonomic determination is based.

This work focuses on identifying rare species of diatoms and phycoflora complement of taxa belonging to the class Bacillariophyceae Acapulco Bay obtained from monthly sampling of phytoplankton during the period February 2010 to June 2011 The Acapulco Bay is located in region of the Mexican tropical Pacific and although various studies for the Mexican Pacific studies on marine phytoplankton to Acapulco Bay are few among them may be mentioned Meave et al 2003, 2012 and Meave 2012 and Rojas-Herrera et al 2012a, 2012b

Previous studies reported 274 diatom taxa of which only about 33% belong to other classes Bacillariophyceae Fragilariophyceae and the Coscinodiscophyceae class.

In this study a total of 55 taxa (species, varieties and forms) of diatoms, obtained from the study of phytoplankton samples collected in the Bay of Acapulco collected during 2010 and 2011 taxa are distributed in 11 families were identified and 20 genera; 55 taxa within these identified. 33 of them are new records for the Bay of Acapulco. (He Considering the work and publications of Meave et al., 2003, Meave et al., 2011 and Meave et al. 2012a and Meave et al. 2012b with Rojas-Herrera et al 2012a, 2012b) It is also noteworthy that 5 of them are new records for the Mexican Pacific new records correspond to species found oddly in the bay of Acapulco, which shows that it is a mega-diverse area.

## Introducción

Se entiende por plancton al conjunto de organismos que pasan toda o parte de su ciclo de vida suspendidos en la columna de cualquier cuerpo de agua, separando a esta comunidad en zooplancton y fitoplancton de acuerdo a si su tipo de nutrición heterótrofas o autótrofas respectivamente. Reynolds (2006) define al fitoplancton como un conjunto de microorganismos fotosintéticos que viven parcial o totalmente dentro de la columna de agua. La importancia de esta comunidad radica en la productividad primaria. Aunque Field *et al.* (1998) estiman que el fitoplancton marino representa menos del 1% de la biomasa fotosintética de la Tierra, sin embargo este es responsable de más del 45% de la toda la producción primaria a nivel global.

Dentro del conjunto de microalgas marinas Simon *et al.* (2009) y Falkowski *et al.* (2004), consideran tres grupos algales principales: Diniophyta (Dinoflagelados) (Fig. 1), Prymnesiophyta (Cocolitoforidos) (Fig. 2) y Bacillariophyta (Diatomeas) (Fig. 3), siendo este último grupo el que presenta el mayor número de especies. Falkowski *et al.* (2004) estiman que aproximadamente el 40% de las especies descritas para el fitoplancton marino son diatomeas. Dentro de todos los grupos eucariotas que se encuentran en el fitoplancton marino, las diatomeas son el más exitoso, tanto por el número de especies como la cantidad de biomasa y producción primaria generada.

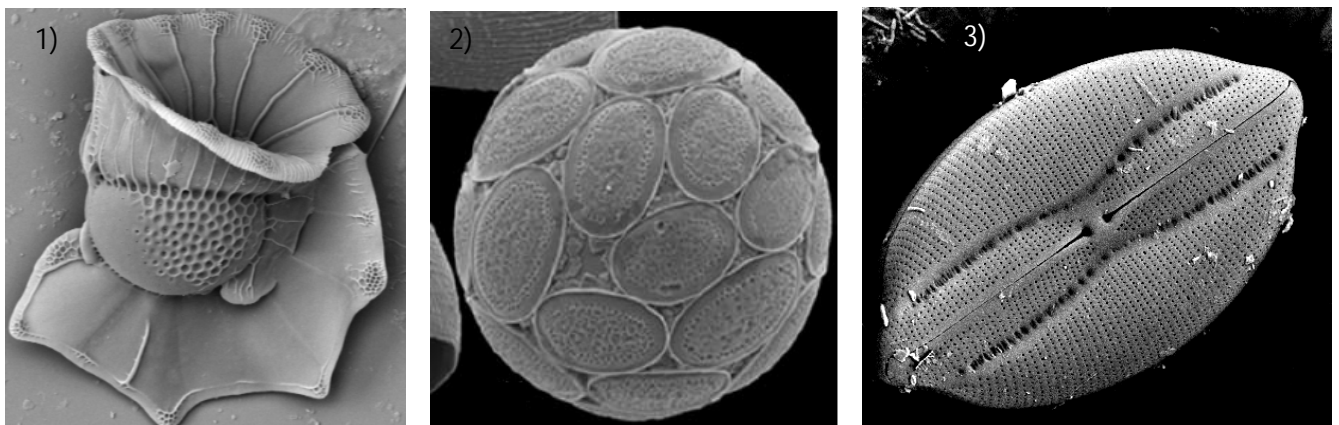


Fig1-3. Ejemplos de: 1) Dinoflagelado (*Ornithocercus magnificus*). 2) Cocolitoforido *Pontosphaera japonica* (De Vargas *et al.*, 2011), 3) Diatomea (*Lyrella lyra*)

Las diatomeas son microorganismos eucariotas en su mayoría unicelulares, aunque también se les puede encontrar formando pseudofilamentos o colonias, habitan tanto ecosistemas dulceacuícolas, salobres, marinos, hipersalinos e incluso ambientes húmedos terrestres y extremos (Hobbs *et al.*, 2009). Dentro de los ambientes acuáticos, también pueden formar parte bentos (adheridas a un sustrato) o ticoplanctónicas (resuspendidas del bentos por los movimientos de agua). Sin embargo aunque los organismos ticoplanctónicos se encuentran dentro de la columna de agua, éstos no presentan adaptaciones propias de los organismos planctónicos como son prolongaciones de la valva en forma de espinas o cuernos, formar filamentos, membranas o mucilagos etc. (Williams y Kociolek, 2011), por esa razón puede considerarse como microflora ocasional.

### **Evolución de las Diatomeas**

Sims *et al.* (2006) plantearon la hipótesis de que las primeras diatomeas o Ur-diatomeas se desarrollaron en ambientes marinos someros como formas ticoplanctónicas. Un periodo estimado del origen de las diatomeas basado en un reloj molecular de cuatro genes, infieren que las diatomeas surgieron durante el periodo Jurásico hace aproximadamente 210 a 144 millones de años, lo anterior es sustentado por evidencias fósiles de diatomeas céntricas con una antigüedad de 180 millones de años (Medlin *et al.*, 1997).

Posteriormente durante el Cretáceo, hace 75 millones de años, se estima que surgen las primeras diatomeas pennadas (diatomeas con simetría bilateral), estudios moleculares indican que las diatomeas con rafe surgieron de diatomeas pennadas con un sencillo esternón fechando su origen a principios del Cenozoico (Sims *et al.*, 2006).

Diversos autores sugieren que los cloroplastos de las diatomeas pudieron haber tenido su origen a partir de un alga verde y que más tarde sería intercambiado por plástidos pertenecientes a las algas rojas. Petersen *et al.* (2006) han sugerido que las diatomeas surgieron a partir de una segunda endosimbiosis donde el huésped eucarionte fue un alga roja, ya que sus cloroplastos no almacenan carbohidratos como ocurre en las algas verdes (Seckbach y Kociolek,



2011). A su vez Medlin *et al.* (1997) proponen que el linaje de las algas rojas se pudo ver favorecido, a partir de las grandes extinciones, durante las erupciones volcánicas del periodo Pérmico-Triásico y debido a la gran cantidad de hierro liberado al ambiente como producto de la actividad volcánica, que proporcionó un nicho para una rápida diversificación de los organismos con plástidos pertenecientes a las algas rojas.

## Clasificación de las Diatomeas

Hoek *et al.* (1995) considera que las diatomeas pertenecen a la División *Heterokontophyta*, también denominada Ochrophyta o Stramenopilas por (Graham y Wilcox, 2000)

En 1990, Round, Crawford y Mann establecieron una clasificación que la fecha sigue siendo aceptada, basada en características citológicas y morfológicas, como son presencia o ausencia de rafe, simetría de las valvas, tipo de reproducción; esta clasificación ubica a las diatomeas dentro de la división Bacillariophyta, la cual se divide en tres clases ( Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae y Bacillariophyceae), y 45 órdenes, esta clasificación fue revolucionaria ya la anterior dividía el grupo en dos órdenes: Centrales y Pennales.

Medlin y Kaczmarska (2004) establecieron una nueva clasificación, basada en análisis moleculares y citológicos. A partir del análisis de secuencia SSU rRNA obtenida de 100 taxa representativos de los principales órdenes, propusieron una nueva clasificación para el grupo Bacillariophyta separándolo también en tres clases Bacillariophyceae, Mediophyceae y Coscinodiscophyceae pero con contenido distinto a las de Round *et al.* (1990). A grandes rasgos estos autores agrupan las clases de Fragilariophyceae y Bacillariophyceae en una sola con el nombre de Bacillariophyceae, mientras que la clase que Round *et al.* (1990) reconocen como Coscinodiscophyceae es dividida en dos: Coscinodiscophyceae y Mediophyceae, esta última más relacionada con Bacillariophyceae filogenéticamente que con Coscinodiscophyceae (Fig. 4).

Fig. 4

Clasificación de Round et al. (1990)

Clasificación de Medlin y Kaczmarska (2004)

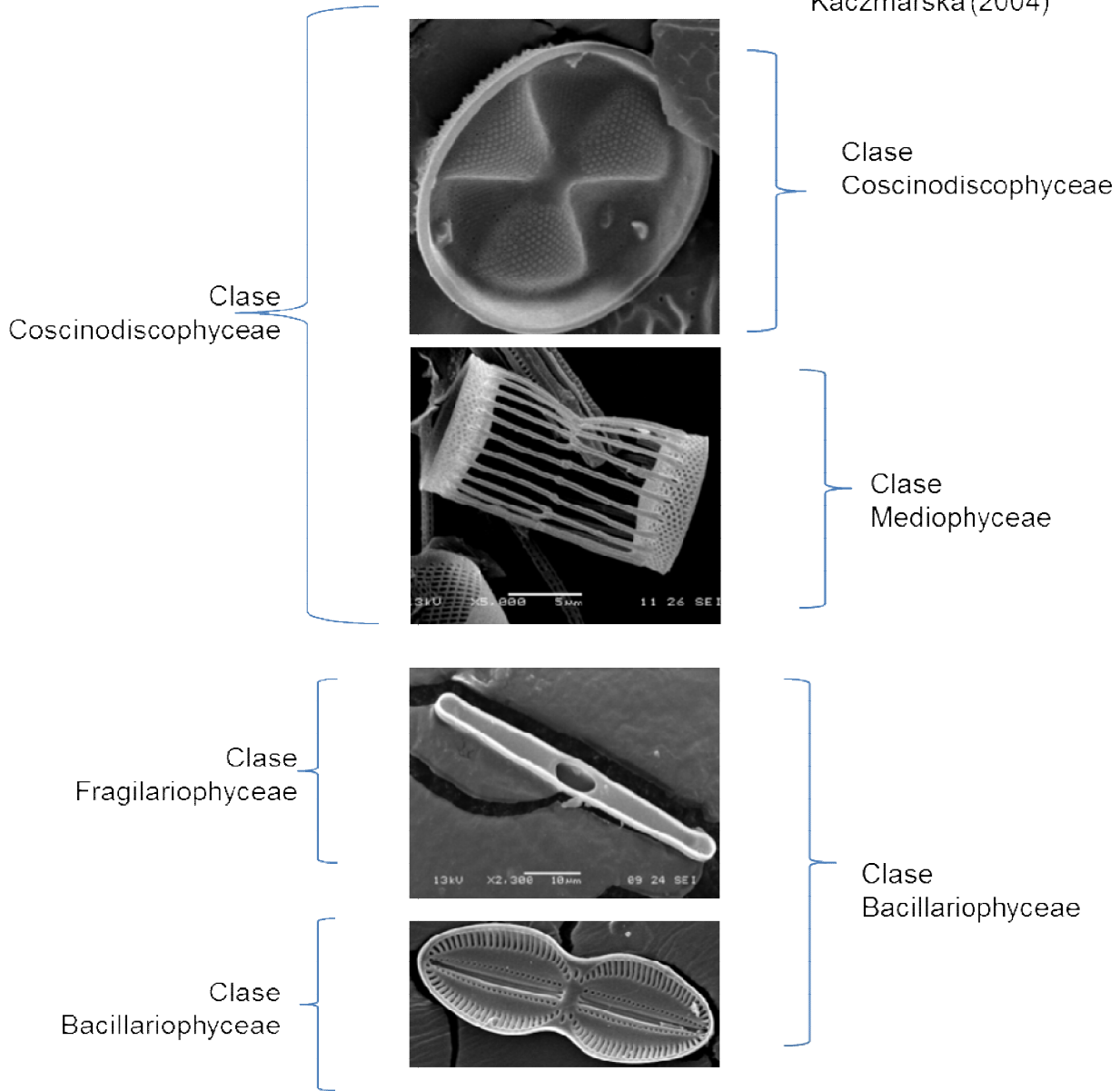


Fig. 4 Esquema de las Clases de Bacillariophyta y como se diferencia entre la clasificación de Round et al. (1990) y Medlin y Kaczmarska (2004)

## Características básicas Bacillariophyceae

Una característica citológica importante, que ha llevado a muchos autores a considerarlo como una División independiente: Bacillariophyta (Round *et al.*, 1990), es que la células flageladas, sólo se encuentran en los gametos masculinos de las diatomeas céntricas, los cuales poseen un solo flagelo (Medlin, 2011). Que presenta una ultra estructura 9+0 en lugar de la típica 9+2 el resto de los flagelos eucarionte, otro rasgo distintivo es su pared celular de las diatomeas está constituida por dióxido de silicio, denominada frústula.

La frústula presenta ornamentaciones formadas por diversos poros, areolas, procesos (reforzados o labiados), apéndices (cuernos o espinas), presencia o ausencia de rafe. Estos caracteres junto con los caracteres de tipo morfométricos (densidad de estrías, fíbulas, poros, y dimensiones de los 3 ejes que caracterizan las células de las diatomeas: eje apica, transapical y pervaval), son la base para la determinación taxonómica de las morfoespecies. Es por ello, que para su correcta determinación es necesario hacer una limpieza del contenido celular de la frústulas, usando ácidos y otros agentes oxidantes, dejando las frústulas vacías para poder evidenciar fácilmente todos los caracteres morfológicos de la valva que son necesarios para la correcta determinación usando un microscopio de contraste de fases.

Además la frústula de las diatomeas está compuesta por dos valvas de sílice que se denominan epivalva e hipovalva (Fig. 5b), siendo la hipovalva la más pequeña; estas dos valvas presentan además una serie de bandas que las circundan y las mantiene unidas formando el cingulo, que se aprecia bien cuando la diatomea está en vista conectiva (Fig.5b). Otra de las características de las Bacillariophyceae es la presencia de una fisura longitudinal que corre a través de la valva llamada rafe, ubicada central o excéntricamente y generalmente interrumpida por un nódulo central (Fig.5a).

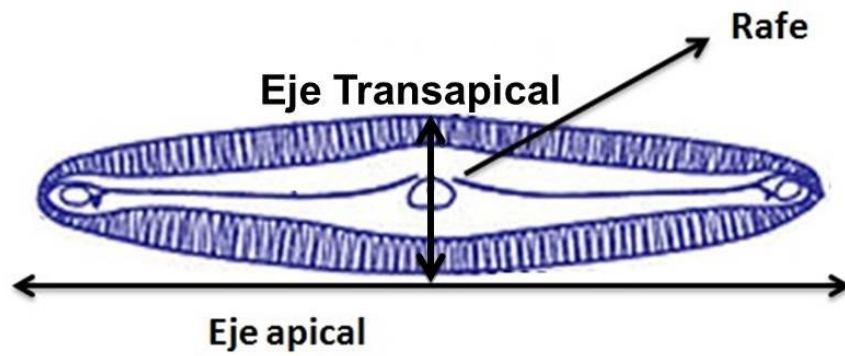
Las diatomeas poseen pigmentos fotosintéticos como son las clorofilas a y c, además de otros pigmentos accesorios como:  $\beta$ -caroteno, diatoxantina, diadinoxantina y fucoxantina que le otorgan el distintivo color dorado a este grupo Bacillariophyta (Hoek *et al.*, 1995).

En relación a su ultraestructura, las diatomeas poseen los mismos organelos que la mayoría de las células fotosintéticas eucariotas (Fig.7), dicha ultraestructura se caracteriza a grandes rasgos por un núcleo, retículo endoplásmico, mitocondrias, cloroplastos, y vacuolas, la célula está rodeada por una membrana orgánica (plasmalema) que permite el flujo de nutrientes del medio hacia el interior (Duke y Reimann, 1977). La frústula de sílice es formada por las vesículas que depositan sílice SDV (por sus siglas en inglés) dentro del protoplasma. La célula nueva es liberada hacia el exterior una vez que el silicalema y el plasmalema se han unido.

Durante la división celular vegetativa, las valvas se abren y cada una de ellas forma una valva complementaria funcionando como epiteca, esto ocasiona una reducción periódica del tamaño en cada reproducción vegetativa, en uno de los linajes, ya que las células hijas que se originan a partir de la hipoteca son cada vez más pequeñas. Si la división vegetativa continúa, algunas células llegan a ser tan pequeñas que no pueden dividirse más, activado una señal que inicia o induce la reproducción sexual del organismo y por este mecanismo las células restablecen su tamaño original y la capacidad de iniciar de nuevo la división vegetativa (Fig. 8).

Fig. 5

a) Vista apical



b) Vista conectiva

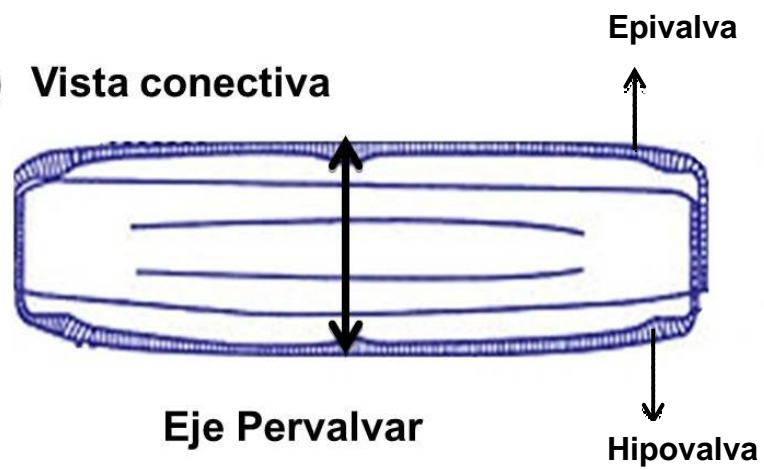


Fig.5. a) Vista apical y b) vista conectiva y ejes de una diatomea pennada modificado de Cupp (1943).

Fig.7

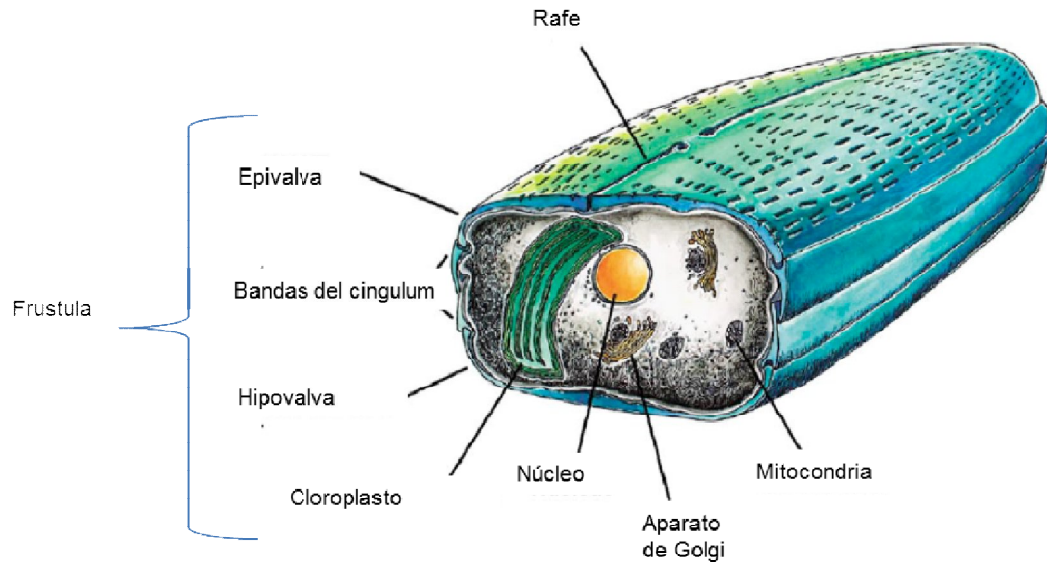


Fig. 7. Esquema de los organelos de una diatomea pennada modificado de Falciatore y Bowler (2002).

Fig.8

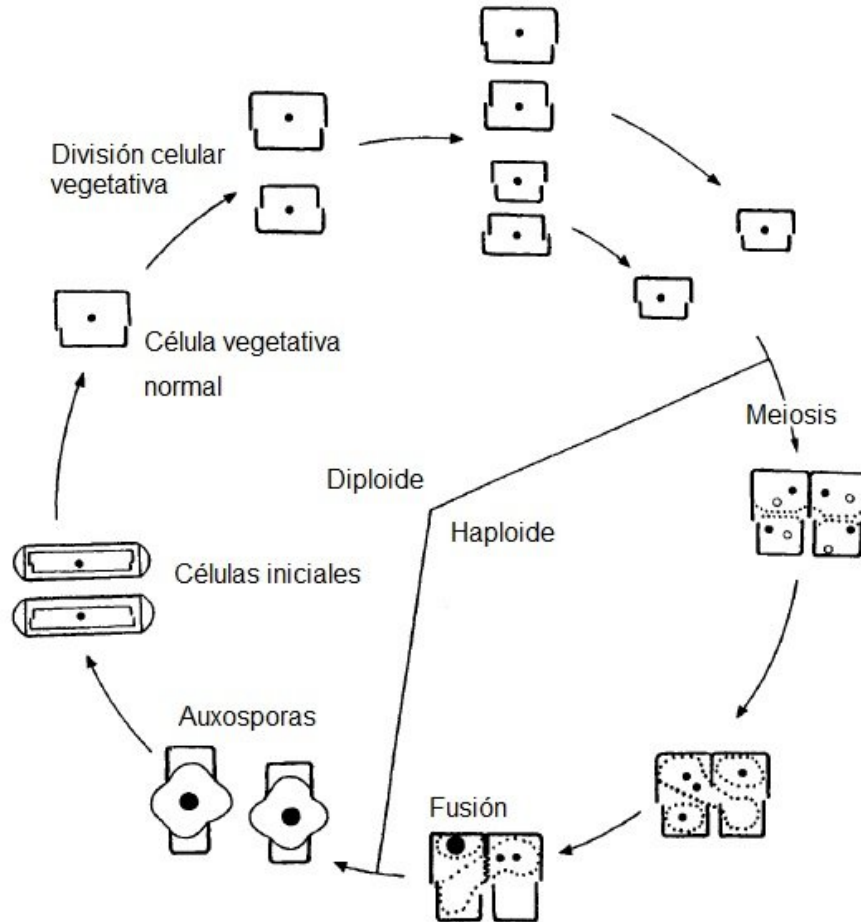


Fig.8. Esquema del ciclo de vida de una diatomea pennada modificado de Hasle y Syvertsen (1997).

## Papel de las diatomeas en los ecosistemas

Se estima que Bacillariophyta exhibe una diversidad de entre 10,000 a 12,000 especies, distribuidas en 1,200 géneros. Dentro de los ambientes marinos costeros las diatomeas conforman el grupo microalgal más abundante, por lo que son consideradas las principales productoras primarias en estos sitios, ya que fijan grandes cantidades de dióxido de carbono y sintetizan carbohidratos, constituyendo la principal fuente de alimentación del zooplancton marino (Seckbach y Kociolek, 2011). Se ha estimado que las diatomeas son las responsables del 40 al 45% de la producción total de compuestos de carbono orgánico en los océanos y del 20 a 25% a nivel mundial, lo que es equivalente al total de toda la producción de oxígeno producido por los bosques tropicales del planeta (Trainer *et al.*, 2011). Además actúan como sumideros de carbono en los océanos, ya que sus frústulas de sílice actúan como lastre y permiten una rápida sedimentación dentro de los océanos, teniendo relevancia dentro de los ciclos biogeoquímicos del sílice y del carbono.

Al crecimiento exponencial del fitoplancton se le denomina florecimiento algal y aunque en el caso de las diatomeas la mayoría son considerados benéficos por incrementar la producción primaria, existen los denominados FAN (florecimientos algales nocivos) que causan efectos perjudiciales en los ecosistemas, tales como daño físico a peces debido a la presencia de espinas o quetas las cuales lesionan sus branquias, o también pueden generar toxinas que pueden afectar a invertebrados, peces, aves y mamíferos. (Ferrario *et al.*, 2002). Otro efecto nocivo de un FAN es la anoxia en la columna de agua, debido al consumo de oxígeno por la respiración y o por la actividad bacteriana que descomponen la alta biomasa algal.

A diferencia de otros grupos microalgales capaces de producir una gama muy amplia de toxinas sintetizadas por distintos géneros, para las diatomeas sólo se han identificado tres géneros capaces de producir la toxina llamada Ácido Domoico *Pseudo-nitzschia* con (14 especies), *Amphora* (1 especie) y *Nitzschia*, (1 especie) esta neurotoxina produce una intoxicación conocida como Síndrome



Amnésico por Consumo de Mariscos (ASP por sus siglas en inglés) El género de mayor relevancia y peligrosidad por la cantidad de especies capaces de sintetizarla, así como su distribución cosmopolita es *Pseudo-nitzschia*.

## Objetivos

1. Crear un listado florísticos y describir a las especies de diatomeas Bacillariophyceae en la bahía de Acapulco, haciendo énfasis en las de forma de vida planctónica.
2. Elaborar una colección de laminillas y fotomicrografías de especies de diatomeas de la clase Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco.

## Justificación del Proyecto

Existen pocos antecedentes de estudios de diatomeas en la bahía de Acapulco entre los cuales podemos nombrar a (Meave *et al.*, 2011), (Rojas-Herrera *et al.*, 2012b). El presente estudio forma parte del proyecto de investigación CONABIO HJ014.

A pesar de la importancia ecológica de la bahía, los datos indican que podría faltar información de estudios de la flora de diatomea pennadas, ya que estudios previos Meave *et al.* (2012) reportan 641 taxa de microalgas planctónicas pertenecientes a 8 divisiones algales; de los cuales para Bacillariophyta fueron identificados 193 taxa, de éstos 64 pertenecen a 27 géneros de las clases Fragilariophyceae y Bacillariophyceae, lo que representa únicamente el 33% del total de Bacillariophyta reportadas para Acapulco.

Por ello es que este estudio contribuyó a complementar la ficoflora de la Bahía de Acapulco, además que permitirá conocer los momentos en los que determinadas especies de diatomeas Bacillariophyceae planctónicas o ticoplanctónicas son abundantes en la columna de agua y los factores ambientales que se relacionan con su abundancia

## Antecedentes

El primer estudio sobre diatomeas marinas en el Pacífico mexicano fue realizado por Mann en 1907 al estudiar muestras, de dos localidades pertenecientes al Golfo de California y dos más en las costas de Baja California (Meave *et al.*, 2003). A partir de este trabajo continuaron los estudios de fitoplancton para el Pacífico mexicano en su mayoría hecho por investigadores extranjeros, no fue sino hasta la década de los ochenta cuando se empezó a estudiar y se formaliza la investigación por especialistas mexicanos.

El litoral del Pacífico mexicano tiene una extensión de 4,054km de longitud y por su composición de su flora fitoplanctónica lo han dividido en 5 regiones: Región 1, costa oeste de Baja California caracterizada como templada y con importantes surgencias, Región 2, Golfo de California es una zona sub tropical, sin influencia importante de ríos y con una flora plánctica de diatomeas afinidad subtropical. Región 3, Zona de transición templada tropical ubicada de Mazatlán a Cabo Corrientes Jalisco corresponde a una región influenciada por la descarga de ríos y con una flora representada por elementos tanto tropicales como templados. Región 4, Pacífico tropical mexicano, caracterizada como una zona muy amplia, con poca productividad y alta diversidad de especies. Región 5, Golfo de Tehuantepec caracterizada por presentar a fin de año importantes surgencias que otorgan una alta productividad a esta región (Meave *et al.*, 2003). A su vez estas regiones se caracterizan por la dominancia de su ficoflora, mientras que en las porciones templada a subtropical dominan las diatomeas, para la porción tropical los dinoflagelados llegan a tener una mayor relevancia en particular para la parte central del Pacífico tropical mexicano (Meave *et al.*, 2012). Además se encontró que la mayoría de las especies de microalgas son escasas o raras y que Acapulco tiene una alta riqueza fitoplanctónica equiparable a las reportadas para el Golfo de California o de Tehuantepec (Meave *et al.*, 2012).

## Metodología

### Trabajo de colecta

Se revisaron muestras de la colección de fitoplancton marino y salobre del Laboratorio de Fitoplancton Marino y salobre del Departamento de Hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa provenientes de muestreos mensuales de fitoplancton durante el periodo comprendido de febrero de 2010 a junio de 2011 (Fig. 9), de 6 sitios de muestreo; Sinfonía, Caleta, Muelle, Centro, Puerto Marques y la Naval (Tabla. 1) en este último con un mayor enfoque, ya que trabajos previos indicaron que en esta localidad es donde está mejor representada la ficoflora de la bahía (comunicación personal Dra. Meave).

Las muestras fueron obtenidas con una red de arrastre de fitoplancton con una apertura de poro de 54 $\mu$ m, a partir de arrastres horizontales, y fijadas con formalina neutralizada al 4%.

### Trabajo de la laboratorio.

Una porción de las muestras seleccionadas, fue procesada con agentes oxidantes y ácidos para quitar la materia orgánica de las frústulas según el método de Hasle y Fryxell (Alveal *et al.*, 1995) consistente en el uso de permanganato de potasio, ácido sulfúrico y ácido oxálico. Parte del material procesado fue utilizado para elaborar laminillas permanentes, montando las muestras en resina sintética (Hycel); y fue revisada en un microscopio óptico con contraste de fases (Leica DMLB) con cámara digital incorporada. Otra porción fue colocada en tachuelas porta muestras cubiertas con película de carbón, las cuales se cubrieron con una delgada capa de oro para su observación al microscopio electrónico de barrido (JEOL JSM5900LV); una tercera porción se colocó en rejillas de cobre de 200 poros cubiertas con Formvar o película de carbón, para su observación al microscopio electrónico de transmisión (JEOL 2100F).

### **Trabajo de gabinete**

Con base en las micrografías obtenidas, se evaluaron los caracteres morfológicos y morfométricos para identificar a las diatomeas pennadas que se presentan en las descripciones, a partir de literatura específica, como son estudios hechos dentro del Pacífico mexicano y complementados con estudios de otras zonas geográficas. Como referencia la literatura consultada se elaboraron tablas con las medidas morfométricas definidas por varios autores para las distintas especies identificadas en el presente trabajo. Dichas medidas fueron (Eje apical, eje transapical, densidad de estrías, de fíbulas, de costillas, etc.)

## Ubicación y características del área de estudio

La Bahía de Acapulco se localiza en la plataforma del estado de Guerrero, México, entre los 99° 50' 52" y los 99° 56' N y 16° 47' y 16° 51' 40" O (Fig. 10); tiene una forma semicircular, con una longitud aproximada de 7 km y una anchura promedio de 10 km. En su interior las profundidades varían entre los 10 y los 30 metros (Flaman-Swaner 1991 en: Meave *et al.*, 2011).

La Bahía de Acapulco es uno de los principales sitios turísticos del estado de Guerrero, siendo una de las ciudades con mayor importancia para el turismo nacional. El desarrollo urbano, en los últimos años y su importancia regional, expone a la bahía a una gran presión antropogénica. El municipio de Acapulco cuenta con una población de cerca de 800,000 habitantes (INEGI 2010), pero el aumento de la población turística desde las década de los años 70 de 10,000 a casi 4 millones y medio de turistas anualmente (Valenzuela-Valdivieso y Coll-Hurtado 2009), someten a la bahía a distintas presiones ambientales; desde descargas ilegales y legales de aguas negras, hasta el escurrimiento de arroyos en época de lluvias que arrastran distintos materiales; fertilizantes, hojas, ramas, basura, plásticos, detergentes, etcétera. Este ingreso de energía hacia la bahía, en parte es drenado fuera de la ella por la dinámica de las corrientes y también es aprovechada por el fitoplancton.

El relieve costero de la bahía es montañoso, a partir del cual en época de lluvia surgen un conjunto de arroyos que drenan hacia ella, y que son el principal medio de transporte de materia orgánica y basura de la zona urbana hacia la zona costera (Mayo-Vera 2004, en: Meave *et al.*, 2011).



Fig.10 Ubicación de Bahía de Acapulco Guerrero (Meave, 2011)



Tabla 1) Tabla de Material de herbario, Periodo de Muestreo y lugar de colecta.

FpM	Fecha	Estación
2117	06/03/2010	Caleta
2135	06/03/2010	Pto. Marqués
2152	06/03/2010	Naval
2384	04-05/06/2010	Naval
2388	04-05/06/2010	Caleta
2466	10/07/2010	Pto. Marqués
2475	10/07/2010	Centro
2459	11/07/2010	Oceánica
2626	04/08/2010	Naval
2627	05/08/2010	Naval
2690	10/09/2010	Naval
2752	09/10/2010	Naval
2799	19 y 20/11/2010	Sinfonía
2814	19 y 20/11/2010	Naval
2820	20 y 20/11/2010	Muelle
2883	6 y 5/12/2010	Naval
2942	14y 15/1/2011	Naval
2943	14y 15/1/2011	Naval
3035	13/02/2011	Sinfonía
3049	13/02/2011	Bocana
3056	13/02/2011	Pto. Marqués
3072	13/02/2011	Naval
3087	13/02/2011	Muelle

Fig. 9b)

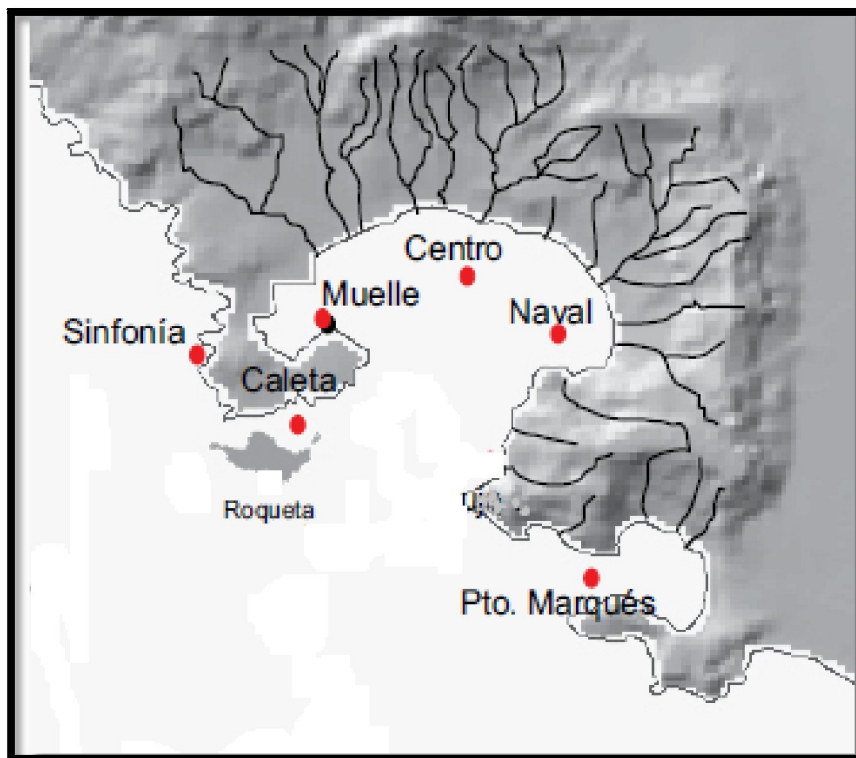


Fig. 9) Mapa de la Bahía de Acapulco con las estaciones de muestro modificado de (Meave *et al.*, 2012)

## Resultados

En este trabajo se identificaron un total de 54 taxa (especie, variedades y formas) Tabla 4 de diatomeas de la Clase Bacillariophyceae, a partir del estudio de las muestras de fitoplancton colectadas en la Bahía de Acapulco colectadas durante 2010 y 2011. Los taxa pertenecen a 11 familias y 21 géneros; el listado por orden taxonómico de familia y genero siguiendo el esquema de clasificación de Round *et al.* (1990) es presentado en la Tabla 2. Con el número de taxa específicos o infraespecíficos indicando entre paréntesis. Mientras que en la Tabla 3. Se presenta el listado de los taxa identificados en orden alfabético en este trabajo. La Tabla 4 corresponde al listado por orden alfabético de las especies, variedades y formas encontradas en la Bahía de Acapulco, indicando la localidad y época del año en la que se encontró cada uno de los taxa. Fue interesante observar que 34 de los taxa de Bacillariophyceae correspondieron a nuevos registros para la Bahía de Acapulco, (marcados con un asterisco en la Tabla 3) considerando los trabajos y publicaciones de (Meave, 2011), Meave *et al.* (2012) Rojas-Herrera *et al.* (2012a), Rojas-Herrera *et al.* (2012b), es de destacar que cinco de ellos fueron nuevos registros para el Pacífico mexicano Todos los nuevos registros corresponden a especies que se encontraron de manera rara en la Bahía de Acapulco y de los cuales en algunos caso se observó un solo ejemplar, por ello fue necesario un esfuerzo intensivo en la observación y búsqueda dentro de las preparaciones oxidadas, se confirmó la presencia de tres especies del *Pseudo-nitzschia* en la Bahía de Acapulco de las cuales dos de ellas son potencialmente tóxicas *Pseudo-nitzschia punges*, *P. pseudodelicatissima*. A su vez se creó un acervo de 887 micrografías de microscopía óptica, y 333 de micrografías de microscopia de barrido de las especies descritas en este trabajo.

Tabla 2 Familias y géneros identificados en el presente trabajo. Entre paréntesis el número de familias y el número de especies por género

Familias (12)	Géneros (21) con 54 taxa
1.- Catenulaceae Mereschkowsky	1.- <i>Amphora</i> Ehrenberg ex Kützing (7)
	2.- <i>Halmphora</i> (Cleve) Levkov (1)
2.- Cocconeidaceae Kützing	3.- <i>Cocconeis</i> Ehrenberg (4)
3.- Diploneidaceae D. G. Mann	4.- <i>Diploneis</i> Ehrenberg ex Cleve (5)
4.- Sellaphoraceae Mereschkowsky	5.- <i>Fallacia</i> Stickle et D.G. Mann (1)
5.- Pleurosigmataceae Mereschkowsky	6.- <i>Gyrosigma</i> Hassall (1)
	7.- <i>Pleurosigma</i> W. Smith (5)
6.- Lyrellaceae D.G. Mann	8.- <i>Lyrella</i> Karajeva (4)
	9.- <i>Petroneis</i> A.J. Stickle et D.G. Mann (1)
7.- Mastogloiaceae Mereschkowsky	10.- <i>Mastogloia</i> Thwaites ex W. Smith (2)
8.- Naviculaceae Kützing	11.- <i>Navicula</i> Bory de Saint-Vincent (1)
	12.- <i>Haslea</i> Simonsen (2)
	13.- <i>Trachyneis</i> Clave (1)
9.- Bacillariaceae Ehrenberg	14.- <i>Bacillaria</i> Gmelin (1)
	15.- <i>Nitzschia</i> Hassall (10)
	16.- <i>Psammodictyon</i> D.G. Mann (1)
	17.- <i>Pseudo-nitzschia</i> H. Peragallo (3)
10.- Pinnulariaceae D.G. Mann	18.- <i>Oestrupia</i> Heiden ex Hustedt (1)
11.- Stauroneidaceae D.G. Mann	19.- <i>Craticula</i> Grunow
12.- Surirellaceae Kützing	20.- <i>Petrodictyon</i> D.G. Mann (1)
	21.- <i>Surirella</i> Turpin (2)

Tabla 4 Listado por orden alfabético de las especies, variedades y formas encontradas en la Bahía de Acapulco, indicando la localidad y época del año

Taxa por orden alfabético (54 taxa)	
<i>Amphora</i> (cf) <i>crassa</i> var. <i>punctata</i>	<i>Mastogloia rostrata</i>
<i>Amphora bigibba</i> var. <i>capitata</i>	<i>Navicula</i> cf. <i>directa</i> var. <i>remota</i>
<i>Amphora egregia</i>	<i>Nitzschia angularis</i>
<i>Amphora obtusa</i> var. <i>oceanica</i>	<i>Nitzschia bicapitata</i>
<i>Amphora ostrearia</i>	<i>Nitzschia clarissima</i> *
<i>Amphora spectabilis</i>	<i>Nitzschia distans</i>
<i>Bacillaria longa</i>	<i>Nitzschia fluminensis</i>
<i>Cocconeis dirupta</i>	<i>Nitzschia lorenziana</i>
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	<i>Nitzschia sícula</i>
<i>Cocconeis pediculus</i>	<i>Nitzschia sigma</i>
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	<i>Nitzschia ventricosa</i>
<i>Craticula halophila</i>	<i>Nitzschia vidovichii</i>
<i>Diploneis bombus</i>	<i>Oestrupia powellii</i>
<i>Diploneis bombus</i> var. <i>densestriata</i> *	<i>Pleurosigma decorum</i>
<i>Diploneis crabro</i>	<i>Pleurosigma formosum</i>
<i>Diploneis papula</i> *	<i>Petrodictyon gemma</i>
<i>Diploneis smithii</i>	<i>Petroneis marina</i>
<i>Fallacia nummularia</i>	<i>Pleurosigma marinum</i>
<i>Gyrosigma balticum</i>	<i>Pleurosigma nicobaricum</i>
<i>Halamphora turgida</i>	<i>Pleurosigma normanii</i>
<i>Haslea</i> sp1	<i>Psammodictyon panduriforme</i>
<i>Haslea</i> sp2	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>
<i>Lyrella clavata</i>	<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>
<i>Lyrella implana</i>	<i>Pseudo-ntzschia pungens</i>
<i>Lyrella irrorata</i>	<i>Surirella fastuosa</i>
<i>Lyrella lyra</i>	<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>recedens</i>
<i>Mastogloia capitata</i> var. <i>lanceolata</i> *	<i>Trachyneis aspera</i>

Analizando la riqueza por géneros se puede observar que el género más diverso fue *Nitzschia* con diez taxa, lo que representa el 19% de la flora de diatomeas pennadas del presente estudio, seguido de *Amphora* con siete especies que representan el 18% hasta llegar a *Psuedo-nitzschia* con tres especies y que representa el 8%. En la Fig. 12 se observan los géneros con tres o más taxa identificados.

Fig. 11

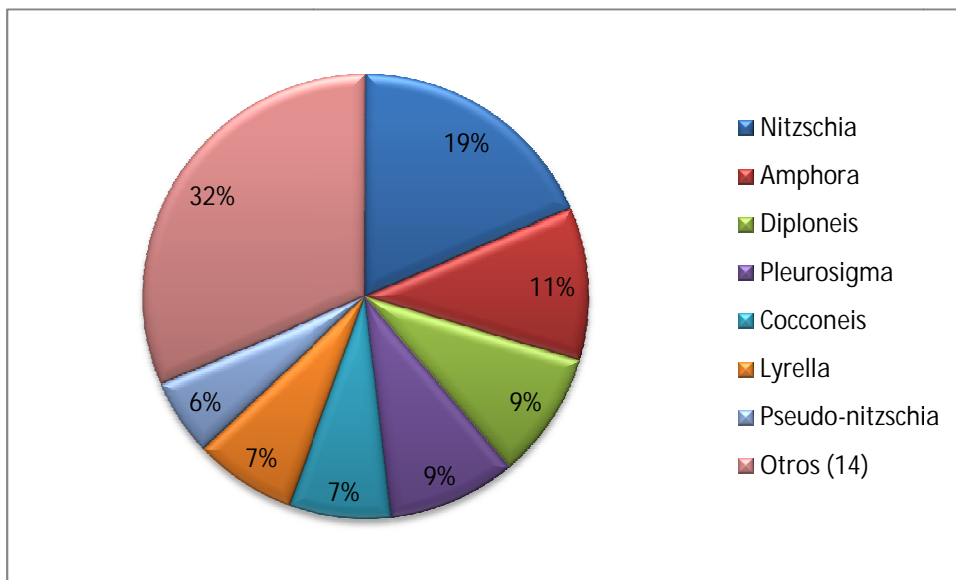


Fig11. Géneros más diversos y su porcentaje. La fracción de otros indica los géneros con solo un taxa representado en este trabajo.

Tabla 4 taxa identificados en el presente trabajo, con asterisco se marca a las especies que constituyen nuevos registros para el Pacífico mexicano, además la época en la que se encontró, la forma de vida y la localidad

<b>Taxa</b>	<b>Temporada</b>	<b>Forma de Vida</b>	<b>Localidad</b>
<i>Amphora bigibba</i> var. <i>interrupta</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Amphora crassa</i> var. <i>punctata</i> **	Lluvias	Planctónico*	Naval
<i>Amphora decussata</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Marina
<i>Amphora egregia</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Marina
<i>Amphora optusa</i> var. <i>oecania</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Amphora ostrearia</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Amphora spectabilis</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Bacillaria</i> cf. <i>longa</i>	Lluvias, Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval, Pto. Marqués
<i>Cocconeis disrupta</i> var. <i>flexa</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Cocconeis disrupta</i> , <i>cocconeis pediculus</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Craticula halophila</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Diploneis bombus</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Diploneis bombus</i> var. <i>densestriata</i> **	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Diploneis cabro</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Diploneis papula</i> **	Lluvias	Planctónico *	Naval
<i>Diploneis smithii</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Marina
<i>Fallacia nummularia</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Sinfonia
<i>Gyrosigma balticum</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Halamphora turgida</i> **	Lluvias	Planctónico *	Naval
<i>Lyrella clavata</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Lyrella implana</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Lyrella irrorata</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Lyrella lyrera</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Mastogloia capitata</i> var. <i>lanceolata</i> ++	Lluvias	Planctónico *	Caleta
<i>Mastogloia rostrata</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Navicula</i> cf. <i>directa</i> var. <i>remota</i>	Lluvias	Planctónico	Naval
<i>Nitzschia angularis</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Nitzschia bicapitata</i>	Lluvias, Secas Frias	Planctónico	Naval
<i>Nitzschia clarissima</i>	Secas Frias	Planctónico *	Naval
<i>Nitzschia distans</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Nitzschia fluminensis</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Nitzschia lorenziana</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Marina
<i>Nitzschia sicula</i> ,	Lluvias	Planctónico	Bocana
<i>Nitzschia sigma</i>	Secas Frias	Planctónico	Naval
<i>Nitzschia ventricosa</i>	Lluvias	Planctónico	Naval
<i>Nitzschia vidovichii</i>	Lluvias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Oestrupia powellii</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Petrodictyon gemma</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval

<i>Petronis marina</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Pleurosigma nicobaricum</i>	Lluvias	Planctónico	Caleta
<i>Pleurosigma normanii</i>	Secas Frias	Planctónico	Naval
<i>Pleurosigma decorum</i>	Lluvias	Planctónico	Naval
<i>Pleurosigma formosum</i>	Lluvias	Planctónico	Naval, Pto. Marqués
<i>Pleurosigma marinum</i>	Secas Frias	Planctónico	Naval
<i>Psammodictyon panduriforme</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>		Planctónico	Caleta
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>		Planctónico	Naval
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	Lluvias	Planctónico	Naval
<i>Surirella fastuosa</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>recedens</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<i>Trachyneis aspera</i>	Secas Frias	Ticoplanctónico	Naval
<b>Taxa</b>	Temporada		Forma de vida

## Discusión

En relación a la proporción de los géneros con mayor riqueza de diatomeas pennadas con respecto a los trabajos florísticos publicados previamente (Meave *et al.*, 2012) se observa que la diversidad de los géneros cambio, ya que en el estudio realizado por estos autores los géneros más diversos eran *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Thalassiosira*, *Nitzschia* y *Coscinodiscus* Fig.12 Al considerar los nuevos registros descritos en este trabajo junto con el trabajo citado previamente, resulta interesante ver que la distribución de dominancia de la diversidad de especies entre las diatomeas céntricas y las pennadas, cambia a una alternancia entre pennadas y centrales. (Fig. 13)

Fig12

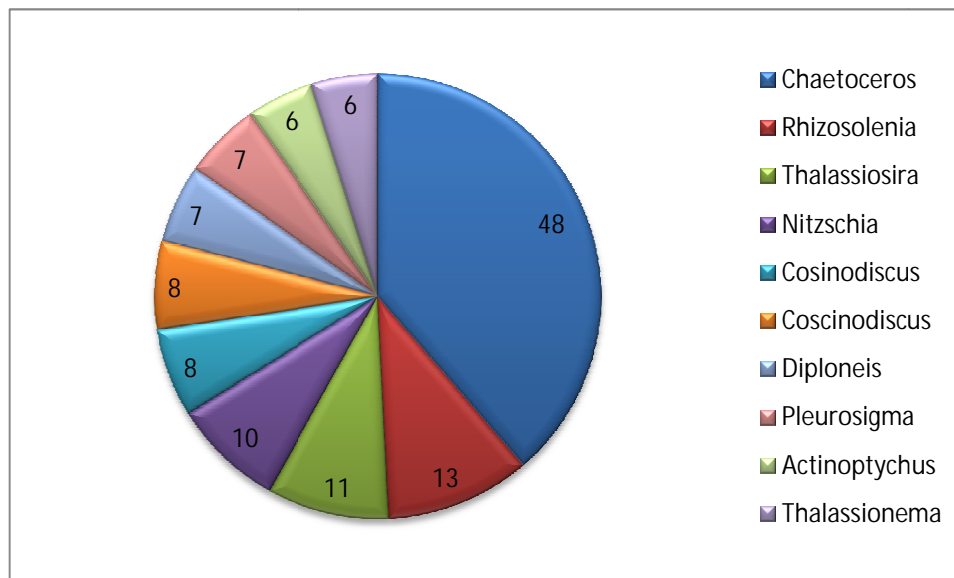


Fig. 12. Géneros más diversos, y número de taxa por cada género de acuerdo (Meave *et al.*, 2012)



Fig13

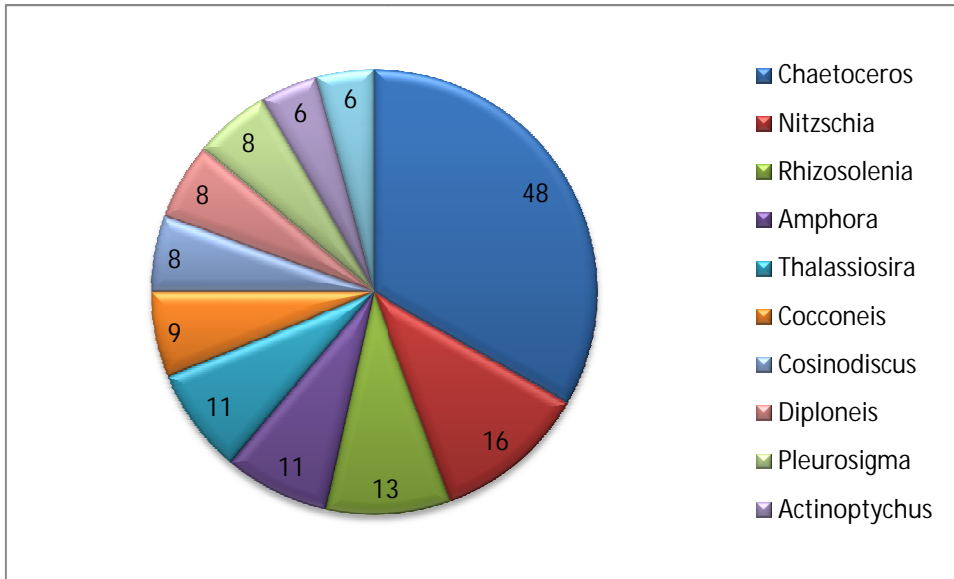


Fig. 13. Géneros más diversos, y número de taxa por cada género tomado en cuenta (Meave *et al.*, 2012) en el presente trabajo.

Tradicionalmente se considera que las diatomeas céntricas dominan dentro de los ambientes marinos planctónicos, y que solo pocas especies de diatomeas pennadas son exclusivamente planctónicas ejemplos de éstas serían los géneros *Pseudo-nitzschia*, *Fragilariopsis*, *Talassionema* (Kooistra *et al.*, 2011). Aunque la gran mayoría de las diatomeas pennadas dentro de los ambientes marinos están asociadas a zonas costeras y son caracterizadas por distintos autores dentro del Pacífico mexicano como ticoplanctónicas (Meave *et al.*, 2003). Al utilizar este término podemos distinguir y diferenciar aquellas microalgas que no pertenecen netamente a la columna de agua. Sims *et al.* (2006) indican que las diatomeas pennadas al evolucionar por sus características morfológicas rápidamente colonizaron el bentos donde se diversificaron, por ello no es de extrañarse de que la gran mayoría de ellas sean bentónicas o ticoplanctónicas.

Si bien es cierto que el caracterizar la forma de vida como ticoplanctónicas crea controversia y es criticada por distintos autores, Reynolds (2006) indica que dentro de la definición del plancton se establece que puede pasar parte de su ciclo de vida o su totalidad dentro de la columna de agua, por lo que el término ticoplancton sería redundante. Es importante resaltar que para la fitoflora del Pacífico mexicano la caracterización ticoplanctónica es usada por la mayoría de los autores que trabajan esta zona, así como hacer énfasis en que al caracterizar a los organismos como ticoplanctónicos indica que existen distintos factores que permiten que estos organismos se incorporen a la columna de agua formando momentáneamente parte de la comunidad fitoplanctónica. Estos factores tan diversos pueden ser: poca profundidad, surgencias y corrientes, causas antropogénicas como son el turismo que puede influir (re suspendiendo los organismos provocado por lanchas, motos acuáticas, buceo, aumentó en las aguas de descarga, etc.) e incluso la forma en que se llevó a cabo el muestreo, etc.

Lo anterior aumenta la diversidad de diatomeas en la columna de agua, pero además no excluye que puede haber una enorme diversidad bentónica en la

zona de muestreo. Chapin III *et al.* (2000) sostienen que una mayor diversidad de especies provee una mayor seguridad en la estabilidad del ecosistema en relación a los cambios ambientales, a su vez una mayor diversidad de especies tiene un efecto de resistencia en la resiliencia de los ecosistemas (Chapin III *et al.*, 2000). Meave *et al.* (2012), Suponen que la gran diversidad de microalgas presentes sumado con el papel que juegan las corriente marinas que entran y salen de la bahía mantiene una alta capacidad de resiliencia dentro de esta.

Los resultados obtenidos de esta tesis muestran que existen nuevos registros de especies de microalgas, tanto para la bahía como para el Pacífico mexicano. Además, de que la Bahía de Acapulco contiene una enorme diversidad y puede ser considerado como una zona megadiversa

Es sobresaliente que solo dos épocas climáticas de acuerdo a Meave *et al.*, (2012) lluvias que comprende de mayo a octubre, secas frías que abarca de noviembre a marzo, además de que en solo dos sitios de colecta “La Naval y Muelle” provienen cerca del 75% de los taxa descritos de este trabajo. Específicamente para el periodo de lluvias los meses con mayor número de taxa fueron junio y agosto, donde el sitio de colecta con mas taxa fue La Naval 22 taxa, mientras que para el periodo de secas frías los meses fuero enero y febrero y los dos sitios con mayor número de taxa fueron La Naval y Muelle con 17 taxa entre los dos.

Es importante enfatizar que la taxonomía de las diatomeas al igual que la de muchos otros grupos microalgales es una taxonomía dinámica, que constantemente está siendo modificada a todos los niveles desde división a hasta especie, esto se debe en parte a los criterios de identificación que utiliza el investigador. (Mann, 1999) Hace énfasis en esta problemáticas al cuestionar los criterios que siguió Lange-Bertalot junto con otros autores, distintas publicaciones. Mann argumenta que los criterios taxonómicos usados para identificar las distintas especies así como para agrupar o mover los taxa a otros géneros no siempre fueron los mismos y que esto puede llevar a errores o interpretaciones

taxonómicas erróneas al reinstaurar especies, géneros u otras categorías, o al crear sinonímias entre especies cuando no están bien fundamentadas. Un ejemplo claro de esto lo podemos ver con *Pleurosigma decorum* y *P. formosum* estas dos especies fueron encontradas dentro de la Bahía de Acapulco aunque es complicado determinar su distribución ya que en 1894 Cleve considero a *P. decorum* como sinonímia de *P. formosum* sin embargo actualmente las dos están aceptadas como especies diferentes pero existen complicaciones en determinar su distribución (Sar et al., 2013).

Otro ejemplo parecido es el caso de *Ceratoneis* y *Cylindrotheca*, que al estudiar la especie lectotipo Ehrenberg Jahn y Kusber (2005) utilizando técnicas de microscopia de luz concluyeron que el género *Cylindrotheca* era el género identificado por Ehrenberg como *Ceratoneis* y dado que *Ceratoneis* tiene prioridad sobre *Cylindroteca* reinstauraron el género trasladando las especies de *Cylindrotheca* a *Ceratoneis*. Posteriormente (Medlin y Mann, 2007), argumenta que es necesario conservar el género *Cylindrotheca*, por motivos taxonómicos, ecológicos y referenciales. En el caso particular de este trabajo podríamos colocar a *Bacillaria longa* antes *Nizschia longa*, donde toda la literatura para el pacífico mexicano se encuentra bajo el nombre de *N. longa*.

Otro ejemplo es el de *Mastogloia capitata* var. *lanceolata* que fue movida de un género a otro e identificada con distintos nombres por distintos autores (Lobban et al., 2012b) pero que además no existe registro dentro de Algaebase o Index Nominum Algarum. Otro caso similar es el de *Amphora wisei* y *Amphora turgida*, donde las dos están consideradas como especies cosmopolita por Witkowski et al. (2000) posteriormente en el 2009 Levkov coloca a *A. turgida* dentro del género *Halamphora*. Aunque la literatura es escasa para estas dos especies que muestran características morfológicas muy semejantes, al estudiarlas surge la duda de si son dos especies o si es la misma especie identificada dentro de dos géneros distintos.

Esta problemática existe también con *Nitzschia longissima* f. *costata* y *Nitzschia ventricosa* (Moreno et al., 1996, Meave et al., 2003, López et al., 2010, Al-Yamani y Saburova, 2011b), estas dos especies existen y son aceptadas como registros válidos por distintos autores así como Algaebase. Pero a su vez son usadas como sinónima una de la otra, aunque en el caso de este trabajo se optó por *N. ventricosa*, ya que este nombre tiene preferencia sobre *N. longissima* f. *costata*.

Es importante resaltar que no se pudieron identificar plenamente las especies de *Haslea* ya que sus características morfométricas no concordaban con las características morfométricas de las 12 especies encontradas en la literatura, cabe destacar que de acuerdo a *algaebase* (Guiry y Guiry, 2014) existen 16 especies, por lo que se podrían ser algunas de las 4 especies de las cuales fue imposible encontrar referencias sobre su morfología, también cabe la posibilidad de que se trate de una nueva especie.

## Conclusiones

- Los resultados de este trabajo indican que existe una mayor cantidad de especies de Bacillariophyceae que las que se habían reportado dentro de la bahía. Además de los nuevos registros (33) para la bahía de Acapulco, se pudieron encontrar cinco nuevos registros para el Pacífico mexicano.
  - Se creó una base de fotomicrografías, que permite comparar y consultar las características de las especies mencionadas en futuros estudios.
  - Dentro en esta misma zona Meave et al., (2012) reportaron 8 morfotipos diferentes, lo que sugiere la necesidad de hacer más estudios enfocados solo a este género dentro de la bahía.
- Considerando todo lo anterior, este trabajo ayuda a tener un mayor conocimiento de la ficoflora de Bacillariophyceae de la bahía de Acapulco, el cual puede ser utilizado para estudios posteriores sobre diatomeas planctónicas pennadas.

## Perspectivas

Dada las dificultades que presenta la identificación precisa de muchos de los géneros y especies trabajados, se requiere realizar estudios de identificación específicos sobre géneros particulares como son *Pseudo-nitzschia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Cocconeis*, *Amphora*, *Diploneis* y *Haslea*. Utilizando distintas técnicas de biología molecular que proporcionen más datos para la identificación especialmente en el caso de nuevas especies.

## **Características de familias, géneros y taxa de diatomeas de la clase Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco**

En el presente estudio se siguió la clasificación de Round *et al.* (1990). Las descripciones de las familias se agruparon de acuerdo con el trabajo de Novelo (2012), mientras que para la descripción de los géneros se tomó como base a Round *et al.* (1990) al menos que se indique lo contrario

Para la mayoría de los taxa se incluye una tabla con los valores de máximos y mínimos de los caracteres morfométricos reportados en la literatura, y al final de la tabla se incluye los caracteres observados en dicho trabajo.

A continuación se anexan las diagnosis, las tablas y las láminas de las especies descritas en esta tesis y su distribución mundial. Anexo 1

A su vez se presenta una tabla por familia resumiendo las características morfométricas descritas en el presente trabajo con las de la literatura, indicando con un (\*) donde se amplió el rango morfométrico de dichas características.

La distribución mundial de las especies se encuentra en el anexo , al final de cada familia.

## Anexo1

### Bacillariaceae Ehrenberg (*sensu* Hasle y Syvertsen, 1997)

Células solitarias o formando cadenas; rectangulares o fusiformes en vista cingular; valvas alargadas aunque con contorno variado; rafe generalmente excéntrico, corriendo a lo largo del margen de la valva, con puentes desilíce (fíbulas) que lo cruzan en la parte interna; generalmente dos cloroplastos laminares, hacia cada polo de la célula.

La familia Bacillariaceae contiene 13 géneros, algunos solo son representantes fósiles: *Bacillaria* Gmelin, *Hantzschia* Grunow, *Psammodictyon* D. G. Mann, *Tryblionella* W. Smith, *Cymbellonitzschia* F. Husted, *Gomphotheca* N. I. Hendeby et P. A. Sims, *Nitzschia* Hassall, *Denticula* F. T. Kützing, *Fragilariopsis* Hustedt, *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo, *Cylindrotheca* L. Rabenhorst, *Neodenticula* Akiba et Yanagisawa, y *Cymbellonitzschia* Hustedt (Round. et al., 1990).

### *Bacillaria* Gmelin 1871

Células alargadas formando colonias móviles unidas por estructuras rígidas en forma de joroba desarrolladas en el rafe-esternon; por lo general dos cloroplastos; de ambientes marinos, salobres y raramente dulceacuícolas, de forma de vida planctónica y ticoplanctónica; valvas lineal a lineal-lanceolada, polos rostrados; estrías uniseriadas raramente biseriadas, areolas pequeñas redondeadas ocluidas por el himen; rafe central continuo de polo a polo, fíbulas en forma de costilla arqueadas.

*Bacillaria* cf. *longa* (Grunow) De Toni (Fig.14)

Referencia: Moreno et al. (1996) Lám. 26, Figs. 18-19; Stidolph et al. (2012) Lám. 25, Fig. 84. Peragallo (Péragallo y Péragallo, 1897) Lám. 72, Fig. 5

Forma de vida: Ticoplanctónica marina.

Localidades de colecta: Naval y Puerto Marqués.

Material de herbario: FpM2626, FpM2883, FpM3056.



Distribución: Pacífico Mexicano (Meave *et al.*, 2003), Galapagos (Stidolph *et al.*, 2012). Mapa de distribución 1 (Fig. 31)

Descripción: Valva lineal, lanceolada; ápices capitados; rafe central; fibulas en patrón irregular. Eje apical 83-167  $\mu\text{m}$ , eje transapical 7-10  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de fibulas de 5-7/10  $\mu\text{m}$ ; estrías 16-20/10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: La especie muestra una gran plasticidad morfológica, que se puede apreciar en las obras de Moreno *et al.* (1996) y Stidolph *et al.* (2012)

Tabla 5. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportada y observadas para *Bacillaria longa*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías en 10 $\mu$	Densidad de Fibulas en 10 $\mu$	Referencias
165-320		12-13	4-5	Péragallo y Péragallo (1897), Moreno <i>et al.</i> (1996), Stidolph <i>et al.</i> (2012)
83-167	7-10	16-20	5-7	Este estudio

### *Nitzschia* Hassall 1846

Células solitarias o formado cadenas, valva lineal, lanceolada elíptica o sigmoide, polos rostrados o capitados; rafe desde ligero hasta completamente excéntrico, se presenta en las dos valvas ya sea en el mismo lado como en *Hantzschia* o por lo general en lados opuestos. Tipo de fibulas diversas.

*Nitzschia angularis* W.Smith (Fig. 15)

Referencias: Moreno *et al.*, 1996, Lám. 26, Fig. 8. Witkowski *et al.*, 2000, Lám. 199.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval

Material de herbario: FpM2943.

Distribución: Golfo de California, (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009) Atlántico Europeo, Mediterráneo, Mar Báltico, (Witkowski *et al.*, 2000), Brasil, Australia, Nueva Zelanda (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 1.(Fig. 31)

Descripción: Valva lineal, lanceoladas; ápices agudos; rafe excéntrico, bordeado por dos líneas gruesas paralelas; estrías no visibles. Eje apical 83  $\mu\text{m}$ , eje transapical 11  $\mu\text{m}$ , con una densidad de fíbulas de 5/10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: A diferencia de las descripción de Witkowski *et al.* (2000) no se observó el ensanchamiento en la parte central que se menciona para la especie, pero coincide con la morfología y las características presentadas por Moreno *et al.* (1996).

Tabla 6. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportada y observadas para *Nitzschia angularis*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referenciass
21-200	4-15	2.5-7	30	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
83	11	5-10		Este estudio

*Nitzschia bicapitata* Cleve (Fig. 16-17)

Referencias: Moreno *et al.* (1996) Lám. 26, Fig10. Hasle y Syvertsen (1997) Lám. 73.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2942, FpM2690

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Australia (McCarthy, 2013) Mapa de distribución 1(Fig. 104)

Descripción: Valva lanceolada; ápices capitados; rafe excéntrico, nódulo central presente; presenta con una hilera de poros por estría. Eje apical 12  $\mu\text{m}$ , eje transapical 3.6  $\mu\text{m}$ , con una densidad de fíbulas de 16-18/10  $\mu\text{m}$ ; estrías paralelas a los ápices, con una densidad de estrías de 34-36/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 7 Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportada y observadas para *Nitzschia. bicapitata*

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
6-30	2.5-5.5	12-19	18-35	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Hasle y Syvertsen, 1997)
12	3.6	16-18	34-36	Este estudio

*Nitzschia clarissima* H.Peragallo *et* M.Peragallo (Fig. 18-20)

Referencia: Pérágallo y Pérágallo (1897) Lám. 72, Fig. 5

Forma de vida: Plantónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2942.

Distribución: Francia y México (Nuevo registro). Mapa de distribución 1(Fig. 31)

Descripción: Valva lanceolada; ápices agudos; rafe excéntrico; estrías rectas paralelas a los ápices. Eje apical 242.5  $\mu\text{m}$ , eje transapical 7  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de fíbulas de 12/10  $\mu\text{m}$ , y una densidad de estrías de 30-32/10  $\mu\text{m}$ .

Comentario:Pérágallo y Pérágallo (1897), coloca a *Nitzschia clarissima* dentro del grupo de *Bacillaria* además hace hincapié que tiene semejanza con *Bacillaria longa*.

Tabla 8. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportada y observadas para *Nitzschia clarissima*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
60-300	2.5-5.5	12-19	18-35	(Pérágallo y Pérágallo, 1897)
242.5	7	10-12	30-32	Este estudio

*Nitzschia distans* Gregory (Fig.21).

Referencias: Witkowski *et al.* (2000), Lám. 203; López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 37.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Mat de herbario FpM2384.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Europa, Mar Báltico (Witkowski *et al.*, 2000). Mapa de distribución 1 (Fig. 31)

Descripción: Valva lanceolada; ápices agudos aplanados; rafe excéntrico estrías no visibles. Eje apical 114  $\mu\text{m}$ , eje transapical 8  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de fíbulas de 2-3/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 9. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Nitzschia distans*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
38-220	3.8-15	1.5-4	25-30	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000, López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010),
114	8	2-3		

*Nitzschia fluminensis*. Grunow (Fig.22).

Referencias: Witkowski *et al.* (2000), Lám. 202; López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 37.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, costera.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2690.

Distribución: Pacífico mexicano (López-Fuerte *et al.*, 2010), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Mediterráneo (Witkowski *et al.*, 2000), Golfo Pérsico (Al-Kandari *et al.*, 2009), Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 1 (Fig. 31)

Descripción: Valvas lanceoladas; ápices agudos, lanceolados; rafe excéntrico; fíbulas fuertemente silificadas que se extienden casi como costillas hacia las estrías; estrías rectas, con una hilera de poroides circulares. Eje apical 156  $\mu\text{m}$ , eje transapical 8  $\mu\text{m}$ , con una densidad de fíbulas de 4/10  $\mu\text{m}$  y una densidad de estrías de 10-11/10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: Es una especie con una amplia distribución, aunque Witkowski *et al.* (2000) la clasifican como una especie de aguas cálidas.

Tabla 10. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Nitzschia fluminensis*

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
111.5-130	11-15	4-7	14-16	(López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
156	8	4	10-11	Este estudio

*Nitzschia lorenziana* Grunow (Fig. 23-24).

Referencias: Witkowski *et al.* (2000), lam 210, 211, 212. Al-Yamani y Saburova (2011a), Lám. 73.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, costera, salobre. Aguas continentales.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2384.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Golfo Pérsico (Al-Kandari *et al.*, 2009), (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 1. (Fig. 31)

Descripción: Valva sigmoidea, lanceolada; ápices agudos, capitados; rafe excéntrico; fíbulas fuertemente silificadas, estrías no visibles. Eje apical 210-280  $\mu\text{m}$ , eje transapical 3-4  $\mu\text{m}$ , con una densidad de fíbulas de 7-8/10  $\mu\text{m}$ ;

Observaciones: Witkowski *et al.* (2000) también la ubican en aguas continentales ricas en electrolitos.

Tabla 11. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Nitzschia lorenziana*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
37-200	3-13	6-10	13-19	(López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000), (Al-Kandari <i>et al.</i> , 2009)
210-280	3-4	7-8		Obseervado

*Nitzschia sicula* (Castracane) Hustedt. Fig. 25.

Referencias: Moreno *et al.* (1996), Lám. 27, Fig. 3-4. Hasle y Syvertsen (1997), Lám. 74, 75.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, costera.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario FpM2627.

Distribución: Golfo de California (Moreno *et al.*, 1996), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Mediterráneo, Islas Canarias (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 1. (Fig. 31)

Descripción: Valva lanceolada; ápices capitados; rafe excéntrico, fíbulas fuertemente silificadas; estrías paralelas a los ápices, una hilera de poros por estría. Eje apical 18  $\mu\text{m}$ , eje transapical 4  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de fíbulas 7/10  $\mu\text{m}$ , y una densidad de estrías de 14/10  $\mu\text{m}$ .

Observaciones no existe registro en Index Nominum Algarum (Silva, 2014) pero si está registrada en Algaebases (Guiry y Guiry, 2014).

Tabla 12. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Nitzschia sicula*

Eje Apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Fíbulas en 10µm	Densidad de Estrías en 10µm	Referencias
23-121	5-8	7.5-14		(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Hasle y Syvertsen, 1997)
18	4	7	14	Este estudio

*Nitzschia sigma* (Kützting) W. Smith. (Fig. 26-27)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897) lam 74; Moreno *et al.* (1996), Lam 27, Fig. 6. López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 37.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, salobre.

Localidad de colecta; Marina.

Material de herbario: FpM3087.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Australia (Mc Carthy. 2013), Inglaterra, Islas Canarias, Brasil, Argentina (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 1 (Fig. 31)

Descripción: Valva lanceolada; ápices agudos ligeramente capitados; rafe excéntrico; fíbulas muy silificadas; estrías no visibles. Eje apical 220 µm, eje transapical 10 µm, con una densidad de fíbulas de 7-8/10 µm.

Comentario: Witkowski *et al.* (2000) estiman que son varias especies agrupadas en un solo taxón.

Tabla 13. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Nitzschia sigma*.

Eje Apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Fíbulas en 10µm	Densidad de Estrías en 10µm	Referencias
35-230	4-26	5-13	19-38	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
220	10	7-8		Este estudio

*Nitzschia ventricosa* Kitton. (Fig.28-29).

Referencias: Moreno *et al.* (1996), Lam 26, Fig. 22. Witkowski *et al.* (2000), Lám. 204.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, Costera.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM 2626

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Islas Canarias, Brasil, (Guiry y Guiry, 2014), Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 1. (Fig. 31)

Descripción: Valva lanceolada, área central amplia, nódulo central presente; rafe excéntrico; las fíbulas se prolongan en costillas hasta el margen de la valva. Eje apical 170  $\mu\text{m}$ , eje transapical 7  $\mu\text{m}$ , con una densidad de fíbulas de 8-10/10  $\mu\text{m}$  y una densidad de estrías 11/10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: Reportada como *Nitzschia longissima* f. *costata* en el Pacífico mexicano. Existen problemas en nombrar esta especie, ya que los dos nombres están reconocidos como válidos, y por ello es identificada y tratada como diferentes especies.

Tabla 14. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Nitzschia ventricosa*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
230-650	7-20	3-10	26-27	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
170	7	8-10	11	Este estudio



*Nitzschia vidovichii* Grunow. (Fig.30)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), , Lám. 72; Moreno *et al.* (1996), Lám. 27, Fig. 8. Witkowski *et al.* (2000), Lám. 201; Stidolph *et al.* (2012), Lám. 25.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, hipersalina, salobre.

Localidad de colecta: Naval.

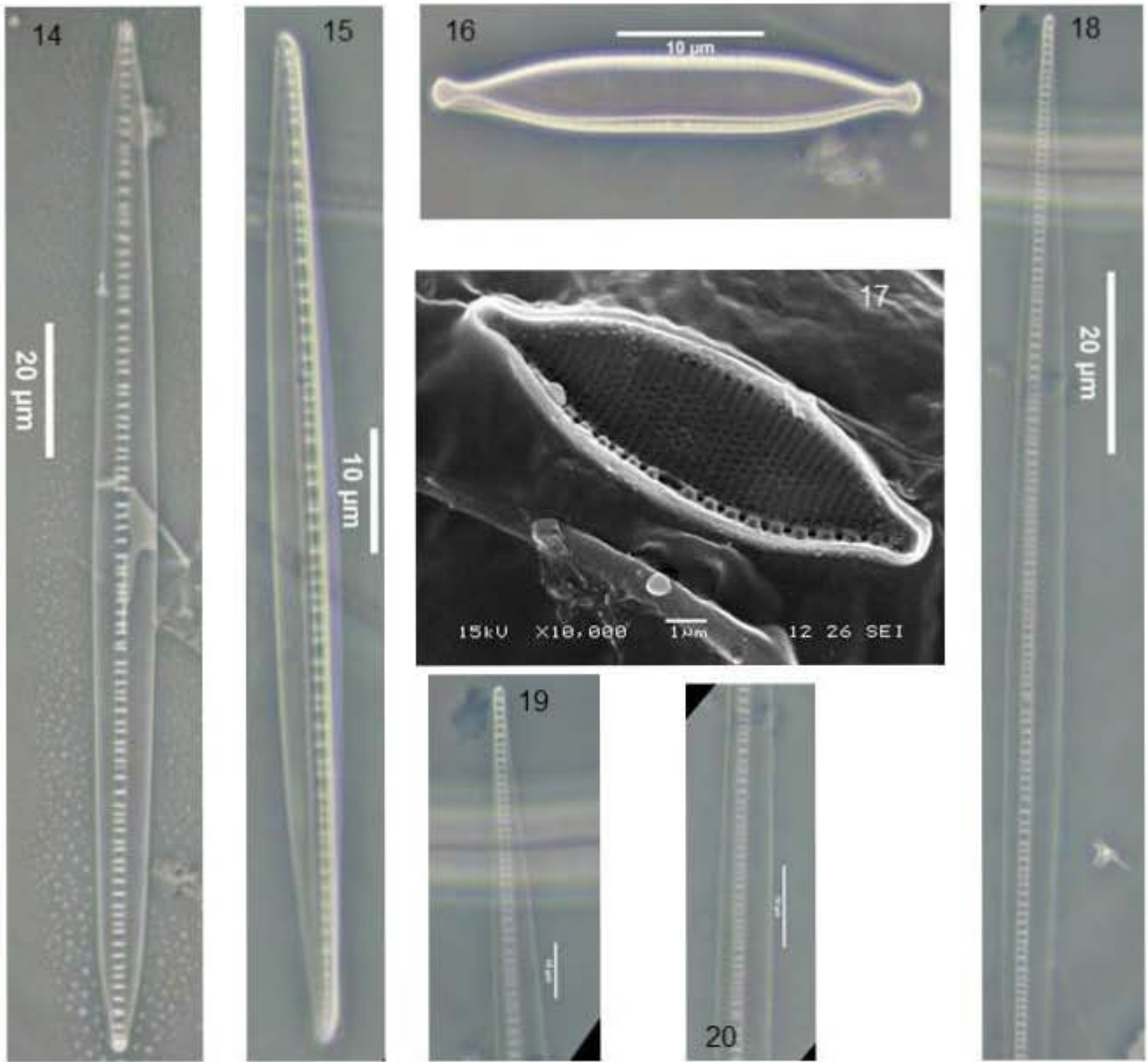
Material de herbario: FpM2626.

Distribución: Golfo de California (*Meave et al., 2003*), Islas Canarias, Brasil (*Guiry y Guiry, 2014*), Australia (*McCarthy, 2013*). Mapa de distribución 1 (Fig. 31)

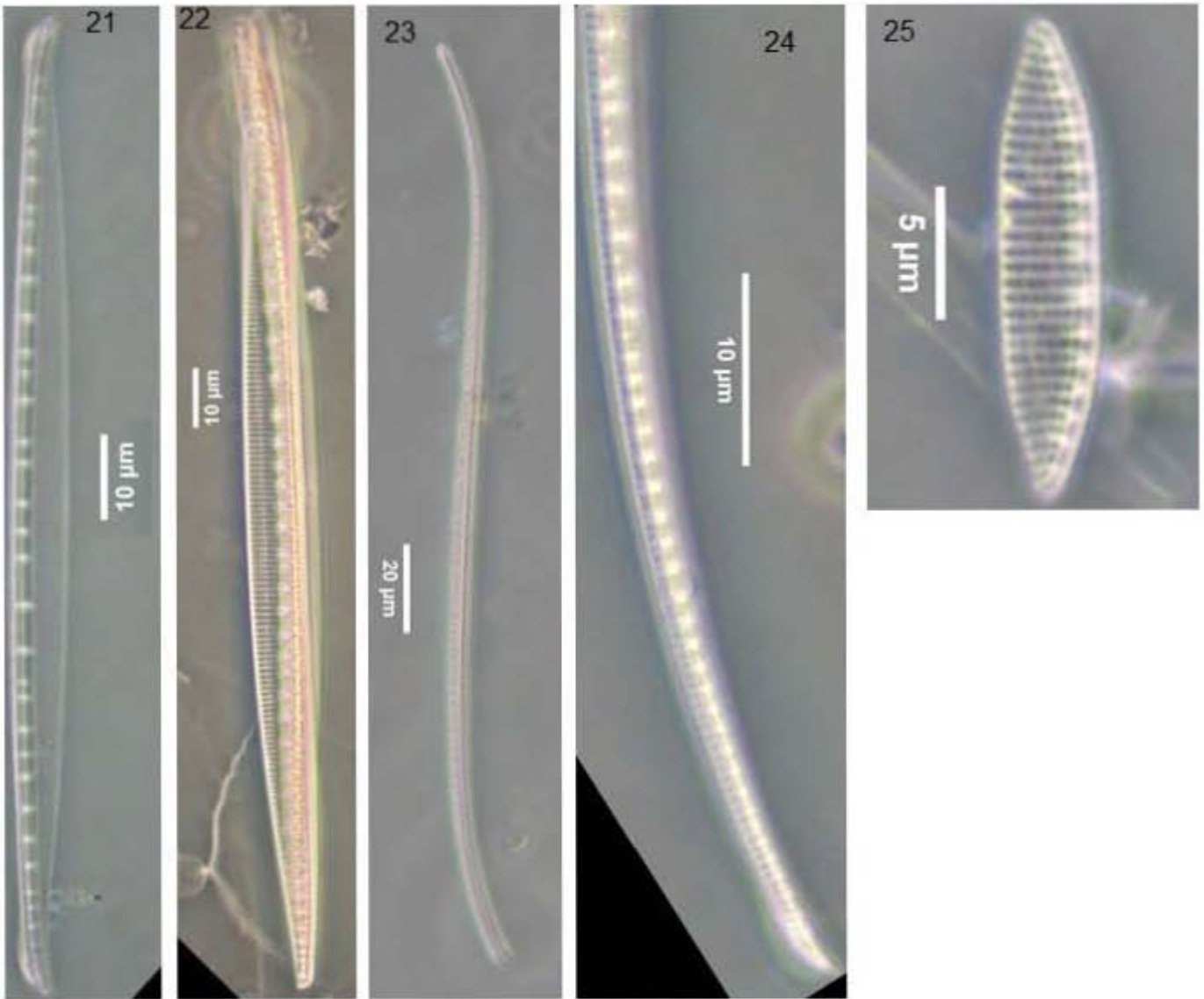
Descripción: Valva lanceolada; ápices capitados; rafe céntrico; nódulo central cóncavo; estrías no visibles. Eje apical 78  $\mu\text{m}$ , eje transapical 8  $\mu\text{m}$ , con una densidad de fíbulas de 7-8/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 15. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Nitzschia vidovichii*

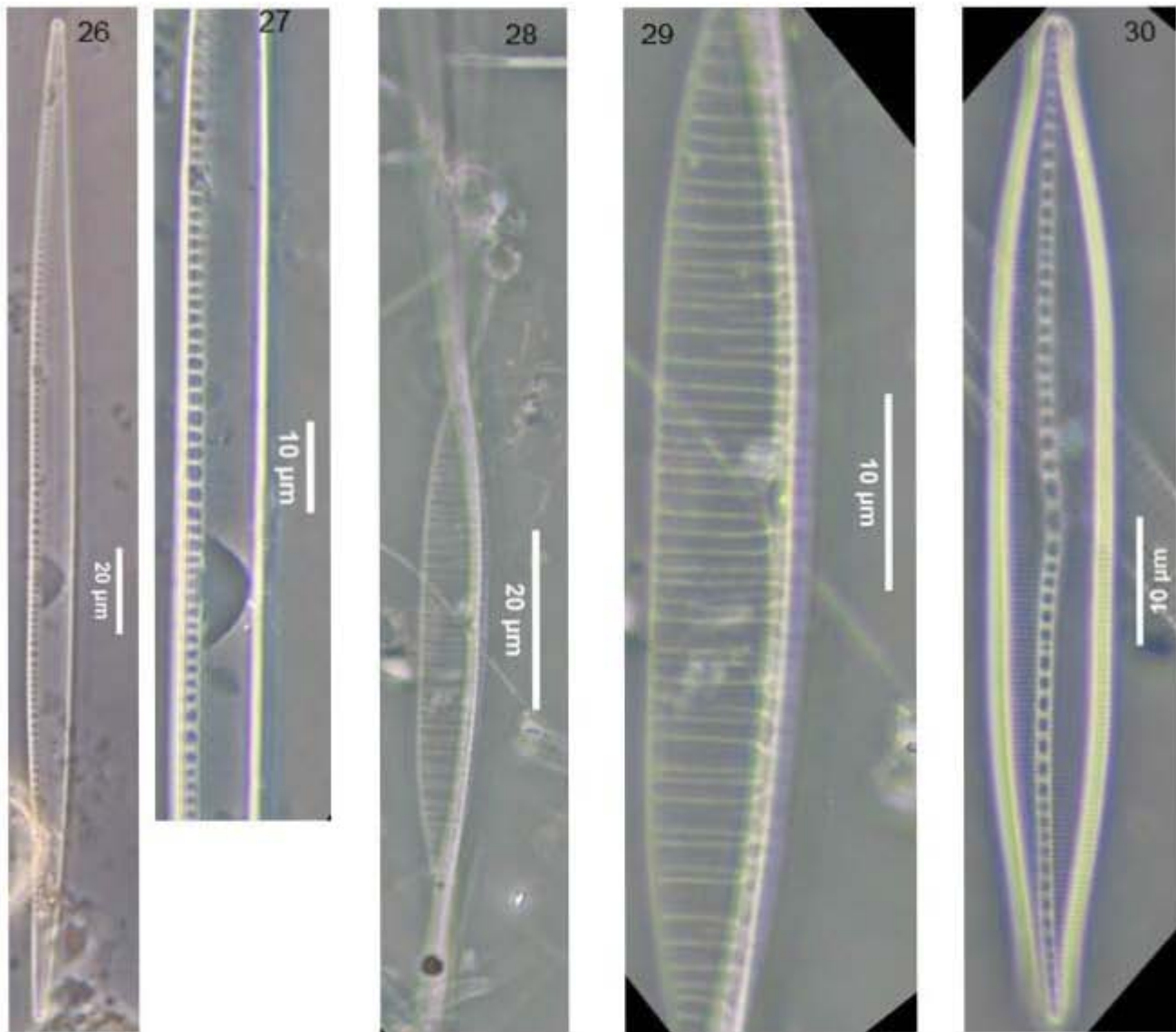
Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
88-140	7-9	5-8	24-28	(Pérágallo y Pérágallo, 1897), (Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
78	8	7-8		Este estudio.



Figuras 14-20. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco. Fig.14) *Bacillaria* cf. *longa* (Grunow) De Toni. Fig. 15) *Nitzschia angularis* W.Smith. Fig. 16-17) *Nitzschia bicapitata* Cleve. Fig 18-20) *Nitzschia clarissima* H.Peragallo et M.Peragallo. Todas las figuras en vista valvar.



Figuras 21-25. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco Fig. 21) *Nitzschia distans* Gregory. Fig. 22) *Nitzschia fluminensis*. Grunow. Fig. 23-24) *Nitzschia lorenziana* Grunow. Fig. 25) *Nitzschia sicula*(Castracane) Hustedt. Todas las figuras en vista valvar.



Figuras 26-30. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco Fig. 26-27.) *Nitzschia sigma* (Kützinger) W. Smith. Fig. 28-29) *Nitzschia ventricosa* Kitton. Fig. 30) *Nitzschia vidovichii* Grunow. Todas las figuras en vista valvar.

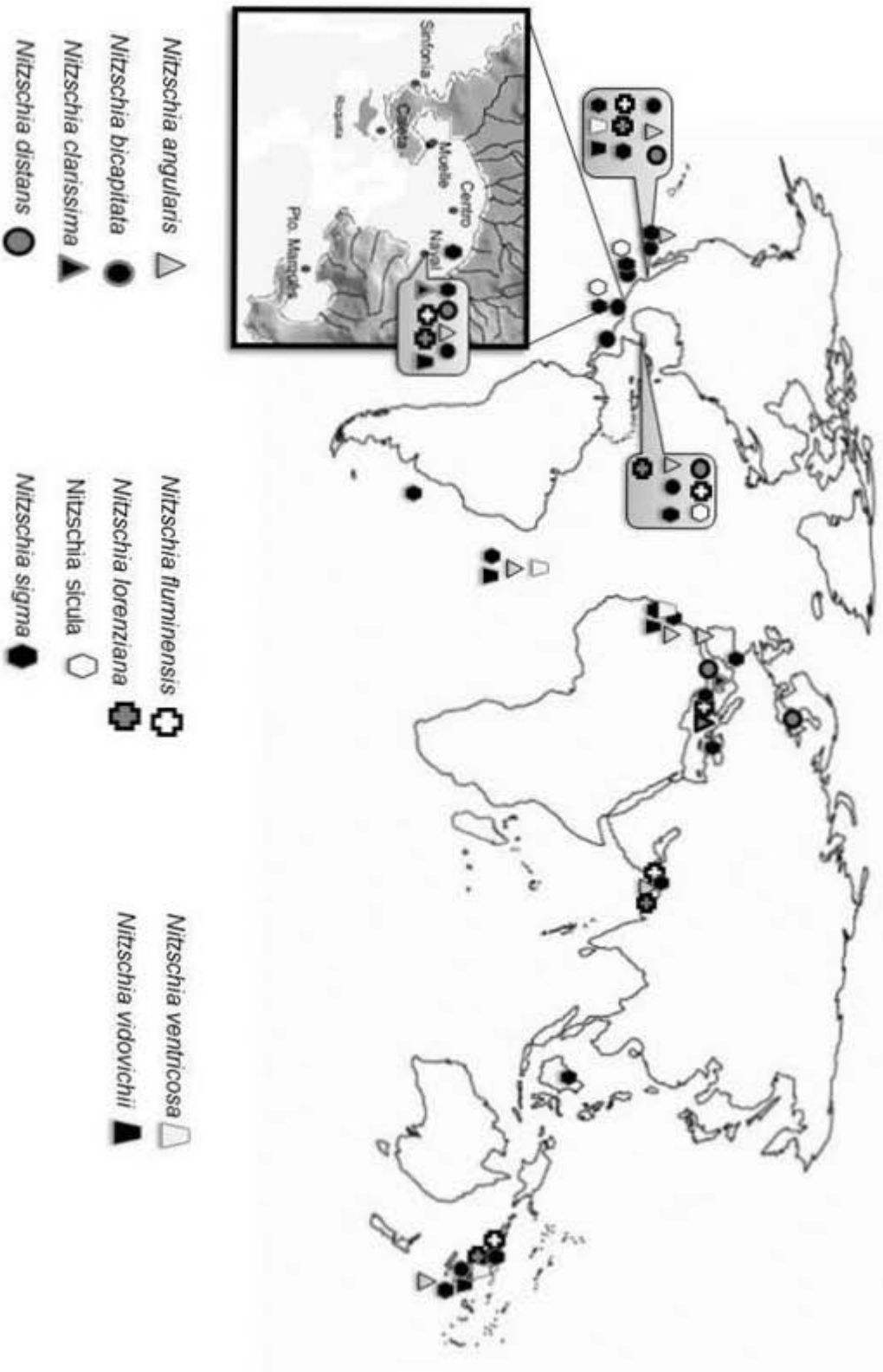


Fig. 31

## *Psammodictyon* D. G. Mann 1990

Células solitarias, valva panduriforme o casi lineal, con ápices apiculados o redondeados, manto delimitado de un lado por el rafe; rafe submarginal y casi imperceptible del otro; estrías transapicales son uni o multiseriadas conteniendo poroides simples. Se diferencia de *Nitzschia* y *Tryblionella* por la combinación de las estructuras de la valva, rafe y fíbulas.

*Psammodictyon panduriforme* (W.Gregory) D.G. Mann. (Fig.32).

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), lam 70. Moreno *et al.* (1996), Lám. 29, Fig. 9. López-Fuerte *et al.* (2010), lam 38. Stidolph *et al.* (2012), lams.40, 45, 48.

Forma de vida: ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval

Material de herbario: FpM3072.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Samoa, Filipinas (Stidolph *et al.*, 2012) Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 2. (Fig. 38)

Descripción: Valva elíptica ligeramente constreñida al centro; rafe marginal; estrías paralelas al centro ligeramente radiadas hacia los ápices; areolas hexagonales. Eje apical 67  $\mu\text{m}$ , eje transapical 33  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de fíbulas de 6/10  $\mu\text{m}$  y densidad de estrías de 14/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 16. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Psammodictyon panduriforme*

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referenciass
50-500	13-35	7-10	11-15	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
67	33	6	14	Este estudio

## *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo 1900

Células solitarias o por lo general formando cadenas escalonadas, débilmente silificadas, valvas planas a ligeramente curvadas; rafe excéntrico, sin canopea, con presencia o ausencia de pseudonódulo central; estrías de una a varias hileras de poroides. Las bandas cingulares son estriadas (Hasle, 1994).

Existen cerca de 40 especies reconocida de *Pseudo-nitzschia*, de las cuales cerca de la mitad son potencialmente tóxicas (Trainer *et al.*, 2012).

*Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Clave) Hasle. (Fig. 33-34).

Referencias (Hasle *et al.*, 1996), fig 3-6, 30-37. Hernández-Becerril (1998), fig 17-20. Quijano-Scheggia *et al.* (2008), fig 3.

Localidad de colecta: Naval

Material de herbario FpM 2626.

Forma de Vida: Planctónica, marina.

Distribución Cosmopolita, (Trainer *et al.*, 2012). Mapa de distribución 2. (Fig. 38)

Descripción: Células solitarias o formando cadena escalonadas; valva lanceolada, ápices agudos; ausencia de nódulo central; mismo número de estrías que de fíbulas, estrías biseriadas. Eje apical 99-126  $\mu\text{m}$ , eje transapical 2.8-3  $\mu\text{m}$  con una densidad de estrías y de fíbulas de 14-16/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 17. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Pseudo-nitzschia pungens*

Eje Apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Fíbulas en 10µm	Densidad de Estrías en 10µm	Referencias
74-160	2.9-4.5	9-16	9-16	(Hasle <i>et al.</i> , 1996), (Fryxell <i>et al.</i> , 1997), (Hernández-Becerril, 1998), (Stonik <i>et al.</i> , 2001), (Stehr <i>et al.</i> , 2002), (Quijano-Scheggia <i>et al.</i> , 2008)
99-126	2.8-3	14-16	14-16	Este estudio.

*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle. (Fig.35-36).

Referencias: Hasle *et al.* (1996), fig 26-29, 76-81; Stonik *et al.* (2001), fig 2  
Lundholm *et al.* (2003), fig 1; Stehr *et al.* (2002), Fig 2.

Forma de vida: Planctónica, marina.

Distribución Cosmopolita, (Trainer *et al.*, 2012) Mapa de distribución 2. (Fig. 38)

Descripción: Células solitarias o formando cadena escalonadas; valva lanceolada, ápices agudos; presencia de nódulo central; mismo número de estrías que de fíbulas, estrías biseriadas. Eje apical 57-64 µm, eje transapical 2-2.4 µm, con una densidad de estrías 40/10 µm y de fíbulas de 26/10 µm.

Tabla 18. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*

Eje Apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Fíbulas en 10µm	Densidad de Estrías en 10µm	Referencias
54-140	0.9-2.5	28-46	14-26	(Hasle <i>et al.</i> , 1996), (Fryxell <i>et al.</i> , 1997), (Stonik <i>et al.</i> , 2001), (Stehr <i>et al.</i> , 2002), (Lundholm <i>et al.</i> , 2003).
57-64	2-2.4	50	26	Este estudio.



*Pseudo-nitzschia subfraudulenta* (Hasle) Hasle. Fig.37.

Referencias; Hasle *et al.* (1996) fig 64; Hasle y Syvertsen (1997), Lám. 70;

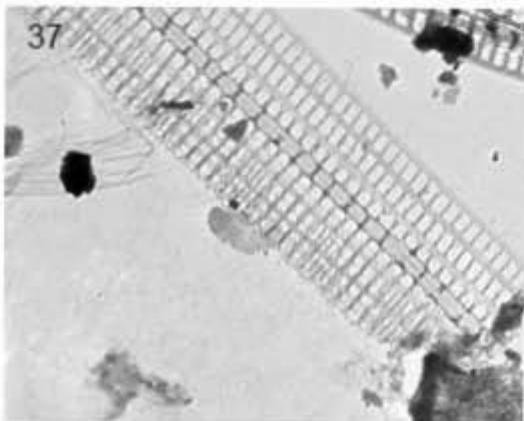
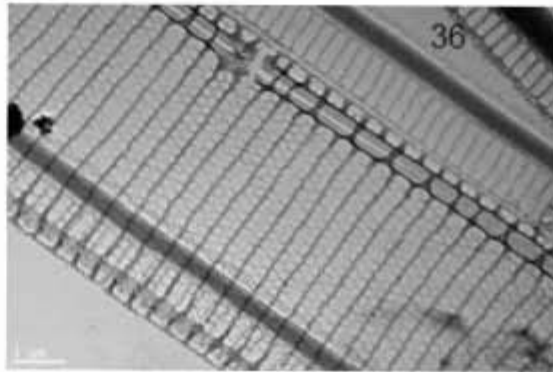
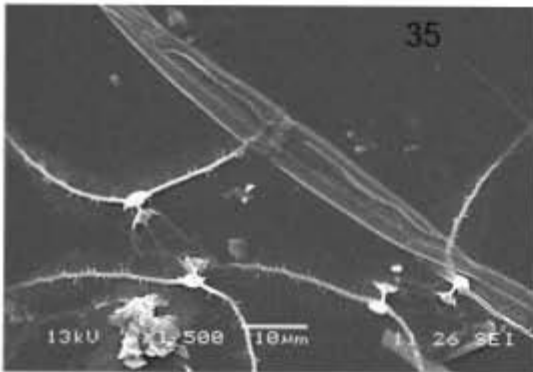
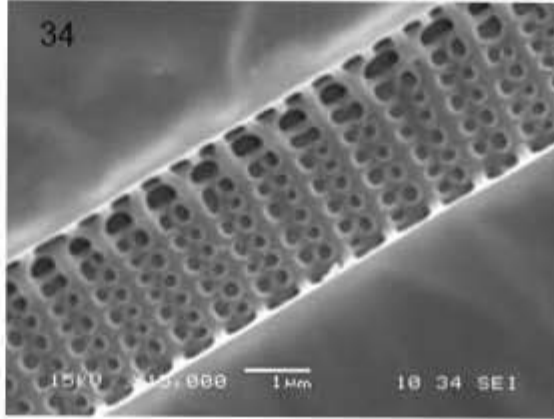
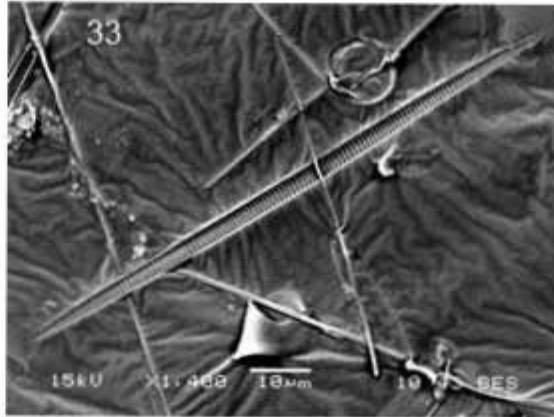
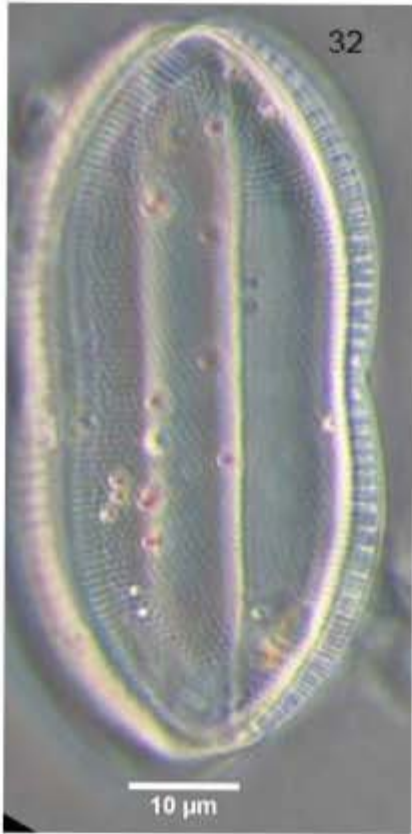
Forma de vida: Planctónica, marina.

Distribución: Pacífico mexicano (Moreno-Gutiérrez, 2008), Europa(Moschandreou y Nikolaidis, 2010), , Asia (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 2. (Fig. 38)

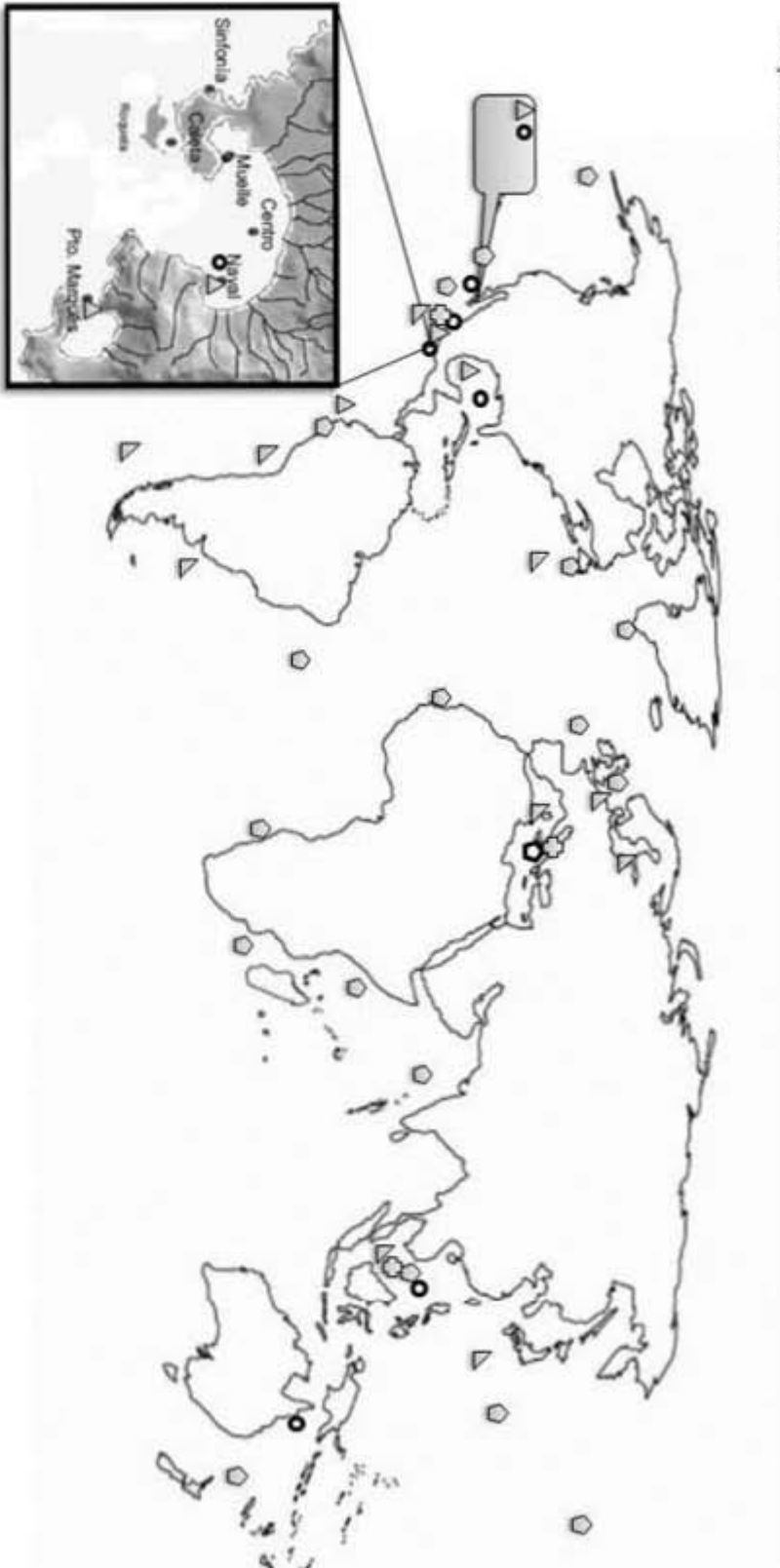
Descripción: Células solitarias o formando cadena escalonadas; valva lanceolada, ápices agudos; presencia de nódulo central; tiene el mismo número de estrías que de fíbulas, estrías uniseriadas. Eje apical 65-106  $\mu\text{m}$ , eje transapical 4.3-5  $\mu\text{m}$ , con una densidad de estrías 28/1  $\mu\text{m}$  y de fíbulas de 16/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 19. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Pseudo-nitzschia subfraudulenta*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Fíbulas en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
65-106	4-7	23-26	14-17	(Hasle y Syvertsen, 1997), (Moreno-Gutiérrez, 2008)
65-106	4.3-5	28	16	Este estudio.



Figuras 32-37. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco. (Fig.32) *Psammodictyon panduriforme* (W.Gregory) D.G. Mann. (Fig. 33-34) *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Clave) Hasle. Fig. 35-36) *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle. Fig. 37) *Pseudo-nitzschia subfraudulenta* (Hasle) Hasle. Todas las figuras en vista valvar.



*Bacillaria longa* ▽

*Psammodycion panduriforme* ○

*Pseudo-nitzschia pungens* ▹

*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ▸

*Pseudo-nitzschia subfraudulenta* ◻

Fig. 38

## Catenulaceae Mereschkowsky

Solitarias, rara vez formando cadenas. Valvas semilanceoladas, lunadas, elípticas, polos alargados o no; rafe excéntrico, recto o biarqueado, a veces con fíbulas, terminaciones proximales internas rectas, fisuras terminales ausentes o amplias y curvas, facia dorsal presente o ausente. La familia Catenulaceae contiene 3 géneros *Catenula* Mereschkowsky, *Amphora* Ehrenberg ex Kützing, *Undatella* Paddock.

### *Amphora* Ehrenberg ex Kützing 1844

Células solitarias; valvas asimétricas, algunas veces constreñidas cerca de los ápices; rafe excéntrico sobre el margen ventral; estrías uniseriadas o biseriadas; areolas desde simples hasta con estructuras loculadas.

*Amphora bigibba* var. *capitata* R. Hagelstein. (Fig. 39)

Referencias; Moreno *et al.* (1996), Lam 8, Fig.5a-5b .

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2626.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), 2003), Atlántico (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 3. (Fig. 52)

Descripción: Valva elíptica constreñida al centro; ápices capitados rostrados; rafe central recto; nódulo central visible, estrías lineares, punteadas, ligeramente radiadas. Eje apical 20  $\mu\text{m}$ , eje transapical 2.5  $\mu\text{m}$ , con una densidad de estrías de 20/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 20. Intervalos máximos y minios de medias reportadas y observadas para *Amphora bigibba* var. *capitata*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
21-25	3-4	21-25	(Moreno <i>et al.</i> , 1996)
20	2.5	20	Este estudio

*Amphora decussata* Grunow. (Fig. 40-41)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), lam 49; López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 34; Stidolph *et al.* (2012), Lám. 24.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Sinfonía.

Material de herbario: FpM. 2799.

Distribución: Golfo de California Meave *et al.* (2003), Pacífico Stidolph *et al.* (2012), Atlántico Guiry y Guiry (2014), Australia (McCarthy, 2013), Golfo Pérsico (Al-Kandari *et al.*, 2009), Mapa de distribución 3. (Fig. 52)

Descripción: Valva elíptica; ápices lanceolados; nódulo central estrecho; área hialina central, paralela a los ápices, que corre del nódulo central a los márgenes; en microscopía óptica las estrías se observan onduladas, paralelas al rafe, en MEB las estrías son oblicuas. Eje apical 66-76  $\mu\text{m}$ , eje transapical 9-14  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de estrías de 14/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 21. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Amphora decussata*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
50-92	10-17.8	11-17	(Pérágallo y Pérágallo, 1897, López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
66-76	9-14	14	Este estudio

*Amphora egregia* Ehrenberg (Fig. 42)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), lam 46; Stidolph *et al.* (2012), Lám. 12.

Forma de vida: Ticoplacntónica, marina, estuario.

Localidad: Naval. Material de herbario F.p.M. 3072.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Stidolph *et al.*, 2012), Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 3. (Fig. 52)

Descripción: Valva elíptica; ápices rostrados; rafe ventral ligeramente curvado; nódulo central presente; interestrías fuertemente silificadas, estrías paralelas. Eje apical 123  $\mu\text{m}$ , eje transapical 16  $\mu\text{m}$  densidad de 6/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 22. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Amphora egregia*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
60-170	14-30	4-6	(Pérágallo y Pérágallo, 1897)
123	16	6	Este estudio

*Amphora obtusa* var. *oceanica* (Castracane) Cleve. (Fig. 43)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), lam 48 Stidolph *et al.* (2012), Lám. 2, 17, 24.

Forma de vida: Ticoplantónica, marina, manglar

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2883.

Distribución: Pacífico mexicano (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2011), Atlántico (Stidolph *et al.*, 2012). MD. Mapa de distribución 3 (Fig. 52)

Descripción: Valva elíptica, con ápices convexos no sobresalientes; rafe central curvo en dirección al margen de la valva; nódulo central prominente; estrías

paralelas en los polos de la valva. Eje apical 100  $\mu\text{m}$ , eje transapical 24  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de 16-18/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 23. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Amphora obtusa* var. *oceanica*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
100-250		15-16	(Péragallo y Péragallo, 1897, López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
100	24	16-18	Este estudio

*Amphora ostrearia* Brébisson (Fig. 44)

Referencias: Péragallo y Péragallo (1897), Lám. 48. López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 34, Fig. 20.

Forma de vida: Ticoplancónica, estuarino.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2814.

Distribución: Golfo de California (López-Fuerte *et al.*, 2010), África (Stidolph *et al.*, 2012), Australia (McCarthy, 2013), Golfo Pérsico (Al-Kandari *et al.*, 2009). Mapa de distribución 3. (Fig. 52)

Descripción: Valva elíptica; ápices agudos; nódulo central estrecho unido a una o dos interesarías fuertemente silificadas, que corre del nódulo central a los márgenes; Rafe sigmoidal ligeramente más amplio en el centro; estrías paralelas al centro, levemente convergentes en los ápices. Eje apical 66  $\mu\text{m}$ ; eje transapical 9  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de 13/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 24. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Amphora ostrearia*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
35-88	13	11-12	(Péragallo y Péragallo, 1897, López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
66	9	13	Este estudio

*Amphora spectabilis* Gregory (Fig. 45-47)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 48. Witkowski *et al.* (2000), Lám. 166-167. López-Fuerte *et al.* (2010), Lam 36, Fig. 1-2. Stidolph *et al.* (2012). Lám. 2, 17, 34.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, estuarina.

Localidad de colecta: Marina.

Material de Herbario: FpM3087.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003) Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Atlántico (Stidolph *et al.*, 2012), Ártico, Mar Báltico (Witkowski *et al.*, 2000), Australia (McCarthy, 2013), Golfo Pérsico (Al-Kandari *et al.*, 2009). Mapa de distribución 3 (Fig. 52)

Descripción: Valva elíptica, con ápices curvos no protuberantes, rafe central curvo; nódulo central pequeño; en microscopia de luz se pueden observar 2 tipos de estrías, paralelas al lado ventral rafe, y radiales hacia el lado dorsal de la valva. Eje apical 50  $\mu\text{m}$ , eje transapical 9  $\mu\text{m}$ ; densidad de estrías 7/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 25. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Amphora spectabilis*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
61-140	15-20	8-9	(Pérágallo y Pérágallo, 1897, Witkowski <i>et al.</i> , 2000, López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
50	9	7	Este estudio

*Amphora (cf) crassa var punctata* Grunow (Fig. 48-49)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897) Lam 46.

Forma de vida: Planctónica marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM. 2626 (Nuevo registro) Mapa de distribución 3 (Fig. 52)



Descripción: Valva ovalada; ápices planos; nódulo central estrecho; estrías ligeramente oblicuas casi paralelas. Eje apical 16  $\mu\text{m}$ , eje transapical 6  $\mu\text{m}$ ; amplias levemente redondeadas con una densidad de estrías de 10/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 26. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Amphora crassa* var *punctata*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
-	-	-	(Péragallo y Péragallo, 1897)
16	6	10	Este estudio

### ***Halamphora* (Cleve) Levkov 2009**

Solitarias. Frústulas simétricas en el eje apical, elípticas o linear elípticas, polos alargados, rostrados a capitados; bandas cingulares más amplias dorsalmente que ventralmente, en bandas intercalares ornamentadas o lisas, más o menos evidentes, sin delimitación entre la cara valvar y el manto; valvas lunadas, repisa o borde en el lado dorsal del rafe; rafe ventral, recto, arqueado o sinuoso, terminaciones proximales curvadas dorsal o ventralmente, fascia dorsal ausente; estrías dorsales radiales o paralelas, las ventrales, cuando son evidentes, pueden ser paralelas, radiales o convergentes.

*Halamphora turgida* (Gregory) Levkov (Fig. 50-51)

Referencias: Witkowski *et al.* (2000) lam 167.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina. Nuevo registro para el Pacífico mexicano.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2384.

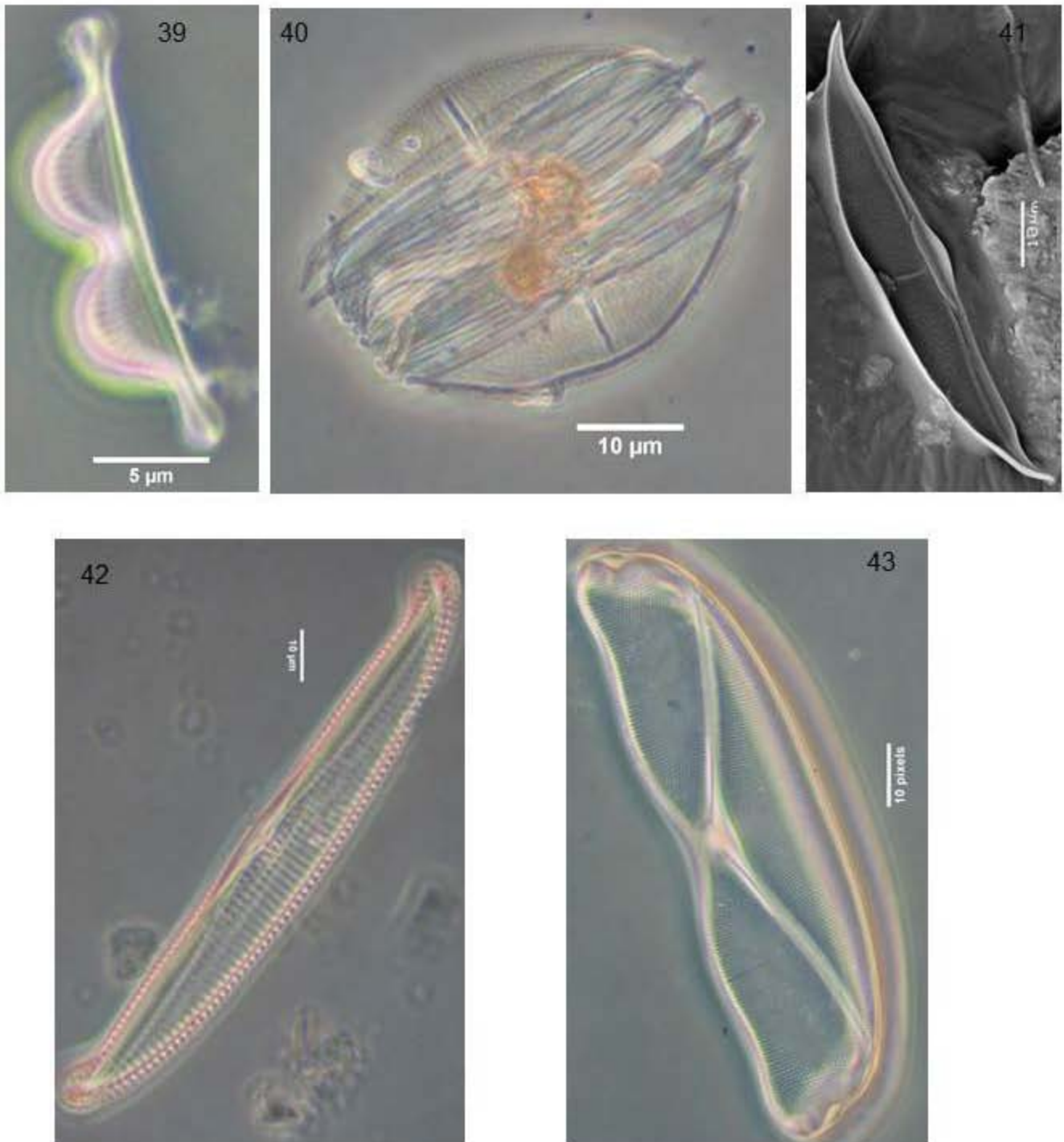
Distribución: Pacífico mexicano (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2011). Mapa de distribución 3 (Fig. 52)

Descripción: Valva elíptica, con ápices capitados; rafe ventral ligeramente curvo casi recto; estrías rectas paralelas en los polos, en MEB se pueden observar dos hileras de poros por estría; Eje apical 13  $\mu\text{m}$ , eje transapical 9  $\mu\text{m}$ ; densidad de estrías 14/10  $\mu\text{m}$ .

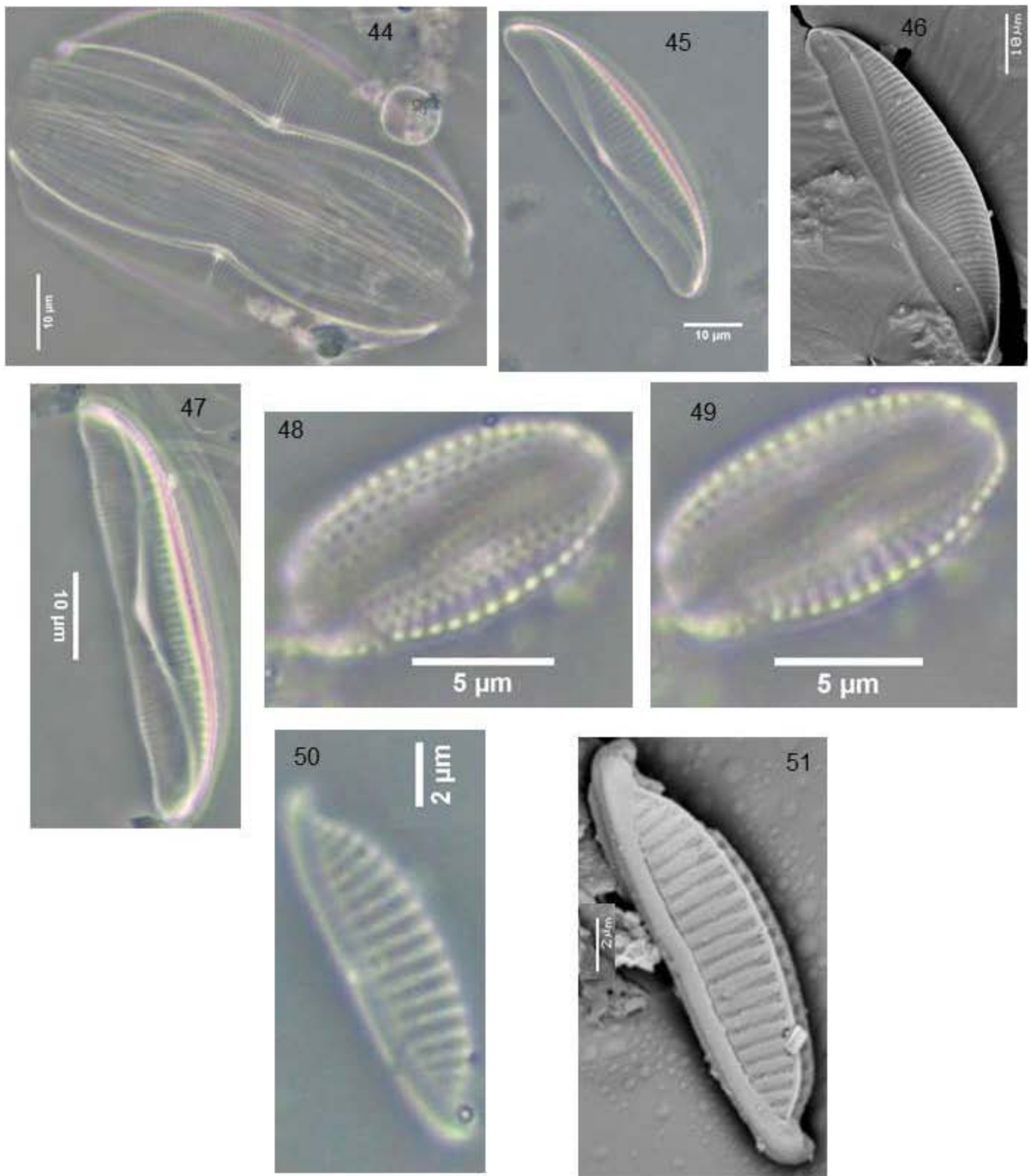
Observación: (Witkowski *et al.*, 2000) la clasifican como una especie cosmopolita, además existe una gran semejanza entre *Amphora wisei* (Salah) Simonseny *Amphora turgida* Gregory, lo que podría confundir los reportes de las dos especies. El carácter que se tomó para discernir entre una especie y otra fue el eje transapical reportado en la literatura, en el 2009 Levkov la ubica al género *Halamphora*

Tabla 27. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Halamphora turgida*.

Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
17-30	15-20	13	(Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
13	9	14	Este estudio



Figuras 39-43. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco (Fig. 39) *Amphora bigibba* var. *capitata* R. Hagelstein. Fig. 40-41) *Amphora decussata* Grunow. Fig. 42) *Amphora egregia* Ehrenberg. Fig. 43) *Amphora obtusa* var. *oceanica* (Castracane) Cleve. Todas las figuras en vista valvar.



Figuras 44-51. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco Fig. 44) *Amphora ostrearia* Brébisson. Fig. 45-47) *Amphora spectabilis* Gregory. Fig. 48-49) *Amphora* cf. *crassa* var. *punctata* Grunow. Fig. 50-51) *Halamphora turgida* (Gregory) Levkov. Todas las figuras en vista valvar.



Fig. 52

- Amphora digibba* var. *capitata* ◐
- Amphora decussata* ▴
- Amphora egregia* ▲
- Amphora obtusa* var. *oceanica* ◑

- Amphora ostrearia* ◑
- Amphora spectabilis* ▽
- Amphora* (cf) *crassa* var. *punctata* ◐
- Halamphora turgida* ◑

## Cocconeidaceae Kützing

Células solitarias, frústulas curvas en los ejes apical, transapical o ambos; bandas cingulares sin poros, valvocópula cerrada, generalmente compleja; esternones de ambas valvas similares, angostos, centrales o excéntricos; valvas ampliamente elípticas a casi circulares; frústulas hererovalvares, una valva convexa con rafe recto, terminaciones proximales ligeramente expandidas en un poro, las distales rectas; otra valva cóncava, rafe ausente; estrías uniseriadas, diferentes en cada valva, gruesas o finas; areolas redondas a cuadradas, tipo poroides, cerradas por hímenes, con perforaciones lineares.

La familia Cocconeidaceae contiene 5 géneros; *Cocconeis* Ehrenberg, *Campyloneis* Grunow, *Anorthoneis* Grunow, *Bennettella* Holmes, *Epipellis* Holmes.

### *Cocconeis* Ehrenberg 1837

Células solitarias; heterovalvares; monorafidas (una valva con rafe, la otra sin rafe pero con un área hialina correspondiente al esternón), la valva sin rafe por lo general es más compleja en su morfología que la valva con rafe; valva elípticas o casi circulares,; rafe central; estrías uniseriadas o multiseriadas, poroides redondeados

*Cocconeis dirupta* var. *flexella* (Janisch y Rabenhorst) Grunow. (Fig. 53-54).

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 3; Hustedt (1959); Moreno *et al.* (1996) Lám. 15. López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 17; Stidolph *et al.* (2012), Lám. 22.

Forma de vida Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2690.

Distribución: Golfo de California (López-Fuerte *et al.*, 2010), Galápagos (Stidolph *et al.*, 2012), Australia (McCarthy, 2013), Brasil (Guiry y Guiry, 2014), Mar Adriático (Witkowski *et al.*, 2000). Mapa de distribución 4 (Fig. 61)

Descripción: Valva ovalada, valva sin rafe, (pseudorafe) ligeramente sigmoidal estrecho; rafe sigmoidal, con un área hialina estrecha transapicalmente que se proyecta casi hasta el margen de la valva; estrías radiales uniseriadas. Eje apical 30  $\mu\text{m}$ , Eje transapical 22  $\mu\text{m}$ ; densidad de estrías 26/10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: Witkowski *et al.* (2000) comentan que la diferencia entre *C. dirupta* Gregory y *C. dirupta* var *flexella* (Janisch y Rabenhorst) Grunow es que el esternón de esta última es sigmoidal.

Tabla 28. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Cocconeis dirupta* var. *flexella*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
15-60	10-28	18-27	(Péragallo y Péragallo, 1897, Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
30	22	26	Este estudio

*Cocconeis pediculus* Ehrenberg. (Fig. 55-56)

Referencias (Hustedt, 1959), Moreno *et al.*, 1996, Lám.16.

Forma de vida: Ticoplantónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2626.

Distribución: Golfo de California (Moreno *et al.*, 1996) México (Novelo, 2012), Estados Unidos, Hawaii, Europa, Argentina (Guiry y Guiry, 2014) Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 4 (Fig. 61)

Descripción: Valvas ovaladas, valva con pseudorafe recto amplio, ligeramente más amplio al centro y hacia los ápices; rafe recto; estrías radiadas al margen, areolas

amplias semicirculares. Eje apical 20  $\mu\text{m}$ , Eje transapical 13  $\mu\text{m}$ ; densidad de estrías del margen de la valva 15-16/10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: Esta especie se encuentra tanto en aguas marinas como dulce y se ha reportado en ambientes continentales, marinos costeros.

Tabla 29. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Cocconeis pediculus*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
15-59	10-37	15	(Hustedt, 1959), (Moreno <i>et al.</i> , 1996),
20	13	15-16	Este estudio

*Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow. (Fig. 57-58)

Referencias Hustedt (1959), (Moreno *et al.*, 1996), Lám. 16.

Forma de vida: Ticoplanctónica marina.

Localidad: Naval.

Material de herbario: FpM2942.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), México (Novelo, 2012), España (Rovira *et al.*, 2012), Estados Unidos, Hawaii, Inglaterra, Rumania, Brasil, Asia, (Guiry y Guiry, 2014), Australia (McCarthy, 2013), Mapa de distribución 4 (Fig. 61)

Descripción: Valva ovalada, valva con psuedorafe recto estrecho; rafe recto, estrías radiadas al margen. Eje apical 20  $\mu\text{m}$ , Eje transapical 19  $\mu\text{m}$ , densidad de estrías 20-22/10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: Esta especie se encuentra tanto en aguas marinas como dulce y se ha reportado en ambientes continentales, marinos costeros.



Tabla 30. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Cocconeis placentula* var. *euglypta*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías en 10µm	Referencias
9-68	7-40	15-24	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Potapova y Spaulding, 2013)
20	19	20-22	Este estudio

*Cocconeis* cf. *dirupta* W. Gregory (valva sin rafe) (Fig. 59-60).

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897) Lám. 3; Hustedt (1959); López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 17; Stidolph *et al.* (2012), Lám. 18.

Forma de vida: ticoplanctónica, marina.

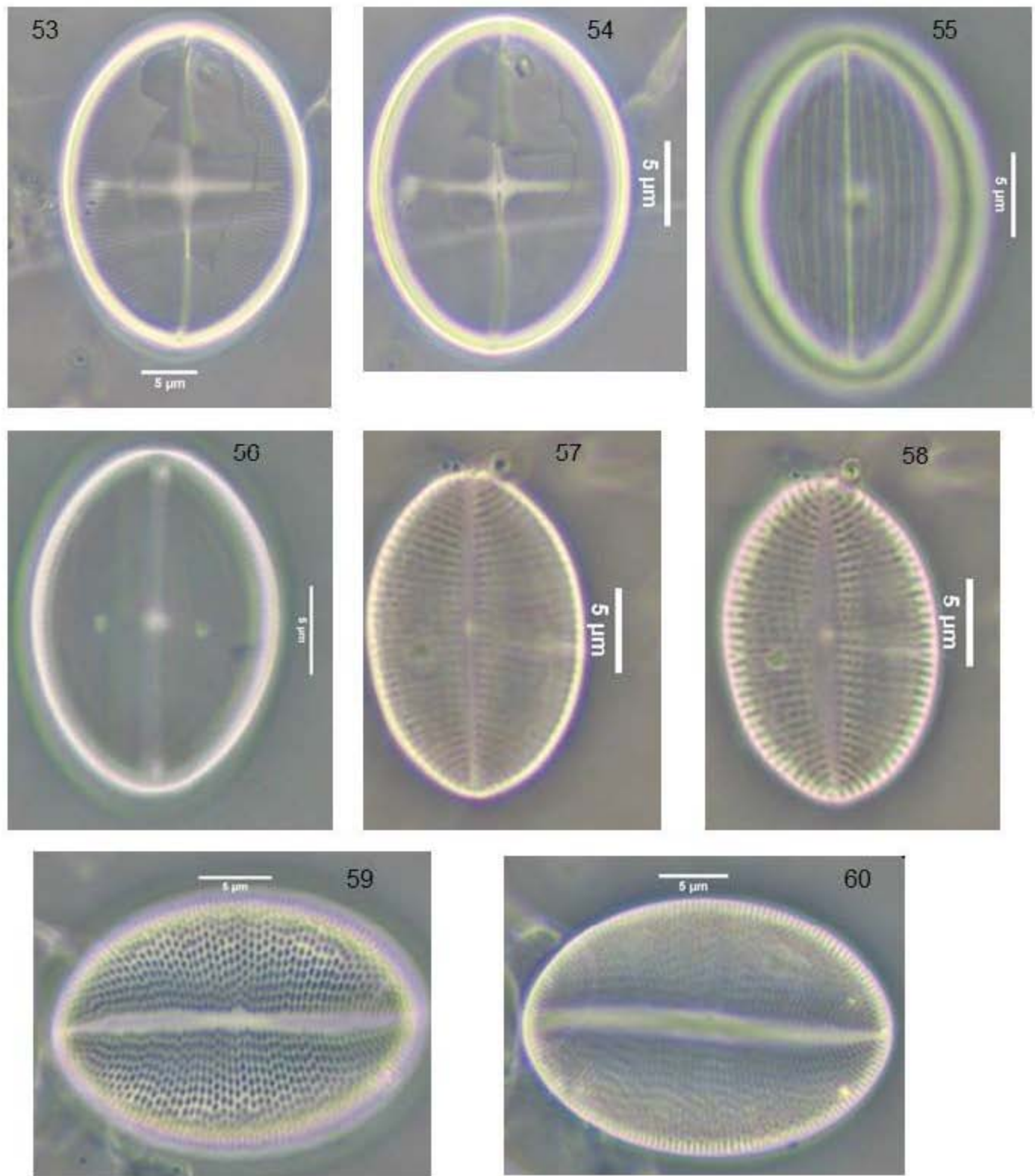
Localidad: Naval. Material de herbario: F.p.M. 2626.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Atlántico (Stidolph *et al.*, 2012), Australia (McCarthy, 2013), Brasil, Singapur (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 4 (Fig. 61)

Descripción: Valva ovalada, valva sin rafe, pseudorrafe recto, ligeramente sigmoidal amplio; estrías radiales uniseriadas compuestas por areolas cuadradas. Eje apical 26 µm, eje transapical 19 µm; densidad de estrías 22-24/10 µm.

Tabla 31. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Cocconeis* cf. *dirupta*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías en 10µm	Referencias
15-65	9-52	18-27	(Hustedt, 1959), (Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
26	19	22-24	Este estudio



Figuras 53-60. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco Fig. 53-54) *Cocconeis dirupta* var. *flexella* (Janisch y Rabenhorst) Grunow. Fig. 55-56) *Cocconeis pediculus* Ehrenberg. Fig. 57-58) *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow. Fig. 59-60) *Cocconeis* cf. *dirupta* W. Gregory. Todas las figuras en vista valvar.



Fig. 61

- Cocconeis dirupta* var. *flexella* ●
- Cocconeis placentula* var. *euglypta* ▲
- Cocconeis pediculus* ■
- Cocconeis d. dirupta* ○

## Diploneidaceae D. G. Mann

Células Solitarias. Frústulas simétricas en los ejes apical y transapical; bandas cingulares sin poros, valvocópula amplia, las otras angostas; valvas elípticas a linear-elípticas o panduriformes, polos obtusos redondeados; costillas marginales ausentes, canales longitudinales internos paralelos al rafe con porosexternos; esternón angosto; rafe recto; terminación proximal interna recta o curva, expandida en el exterior, fisuras terminales curvas o dobladas; estrías 1-seriadas, loculadas, no visible el límite marginal; areolas abiertas en el exterior, con cribas complejas internas, foramen externo circular, elíptico o reniforme.

La familia contiene 2 géneros: *Diploneis* y *Raphidodiscus*.

### *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve 1894

Células solitarias, naviculoides; valvas lineales a elípticas o panduriformes, con polos redondeados, mantos curvado u ondulado; rafe central, de cada lado del rafe existe un canal con poroides longitudinales; estrías muy complejas, que cambian de estructuras a lo largo de la valva con areolas loculadas.

*Diploneis bombus* (Ehrenberg) Ehrenberg. (Fig. 62)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 15; Stidolph *et al.* (2012), Lám. 3, 11, 17.

Forma de vida: Ticoplanctónica, estuarino.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM3072.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Portugal (Stidolph *et al.*, 2012), Australia (McCarthy, 2013), Inglaterra, Rumania, Islas Canarias, Brasil, Asia (Guiry y Guiry, 2014). MD 3. Mapa de distribución 5 (Fig. 68)

Descripción: Valva elíptica, constreñida al centro; ápices convexos; nódulo central semicuadrado; rafe central contenido por dos áreas hialinas estrechas que surgen del nódulo central; costillas en dos direcciones, paralelas a los ápices y paralelas a los márgenes. Eje apical 79  $\mu\text{m}$ , eje transapical 17  $\mu\text{m}$ ; densidad de costillas 10/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 32. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Diploneis bombus*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
30-150	12-47	6-9	(Hustedt, 1959), (Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
79	17	10	Este estudio

*Diploneis bombus var. densestriata* (A. Schmidt) Cleve. (Fig. 63)

Referencias: (Péragallo y Péragallo, 1897), Lam 18.

Localidad de colecta: Naval

Material de herbario: FpM.3072. Nuevo registró para el Pacífico mexicano.

Distribución: Asia (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 5 (Fig. 68)

Descripción: Valva panduriforme, una parte de la valva es más pequeña que la otra; ápices convexos; nódulo central semicuadrado; rafe central contenido por dos áreas hialinas estrechas que surgen del nódulo central; costillas paralelas a los ápices ligeramente radiadas. Eje apical 32  $\mu\text{m}$ , Eje transapical 11  $\mu\text{m}$ ; densidad de costillas 11/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 33. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Diploneis bombusvar. densestriata*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías en 10µm	Referencias
30-150	12-47	6-9	(Hustedt, 1959), (Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
79	17	10	Este estudio

*Diploneis crabro* (Ehrenberg) Ehrenberg. (Fig. 64)

Referencias: López-Fuerte *et al.* (2010), Peragallo y Peragallo (1897-1908), Stildolph *et al.*, 2012.

Forma de vida: Ticoplanctónica, estuarino

Localidad de colecta: Bocana.

Material de herbario: FpM3049.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Portugal, Ecuador, Filipinas, Samoa (Stidolph *et al.*, 2012), Australia (McCarthy, 2013), Islas Canarias, Brasi,Asia (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 5 (Fig. 68)

Descripción: Valva panduriforme; ápices convexos; nódulo central semicuadrado, con dos estrías que lo constriñen del centro hacia los márgenes de la valva; rafe central, costillas en dos direcciones, paralelas a los ápices y a los márgenes. Eje apical 57 µm, eje transapical 14 µm; densidad de costillas 9/10 µm.

Tabla 34. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Diploneis crabro*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías en 10µm	Referencias
14-200	15-60	3-9	(Witkowski <i>et al.</i> , 2000), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
57	14	9	Este estudio

*Diploneis papula* (A.W.F. Schmidt) Cleve. (Fig.65)

Referencias: Peragallo y Peragallo (1897-1908), Lám. 19; Stidolph *et al.*, 2012, Lám. 2, 23.

Forma de vida: Ticoplanctónica marina, dulce acuícola\*.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM 2626. Nuevo registro para el Pacífico mexicano.

Distribución Portugal, Ecuador (Krayesky *et al.*, 2009, Stidolph *et al.*, 2012), Australia (McCarthy, 2013)\*, Inglaterra, Islas Canarias (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 5(Fig. 68)

Descripción: Valva elíptica, ápices convexos, nódulo central cuadrado, rafe central, contenido por dos áreas hialinas que corren del margen del nódulo central hacia los ápices, paralelos a los márgenes de la valva, costillas paralelas a los ápices. Eje apical 27  $\mu\text{m}$ , eje transapical 11  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de costillas de 15/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 35. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Diploneis papula*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
20-30	9-10	10-14	(Péragallo y Péragallo, 1897), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
27	11	15	

*Diploneis smithii* (Brébisson) Cleve. (Fig. 66)

Referencias:Péragallo y Péragallo (1897), lam 19; (López-Fuerte *et al.*, 2010), lam 19; (Stidolph *et al.*, 2012), Lám. 23, 32, 42.

Forma de vida: Ticoplanctónico, marino.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM3072.

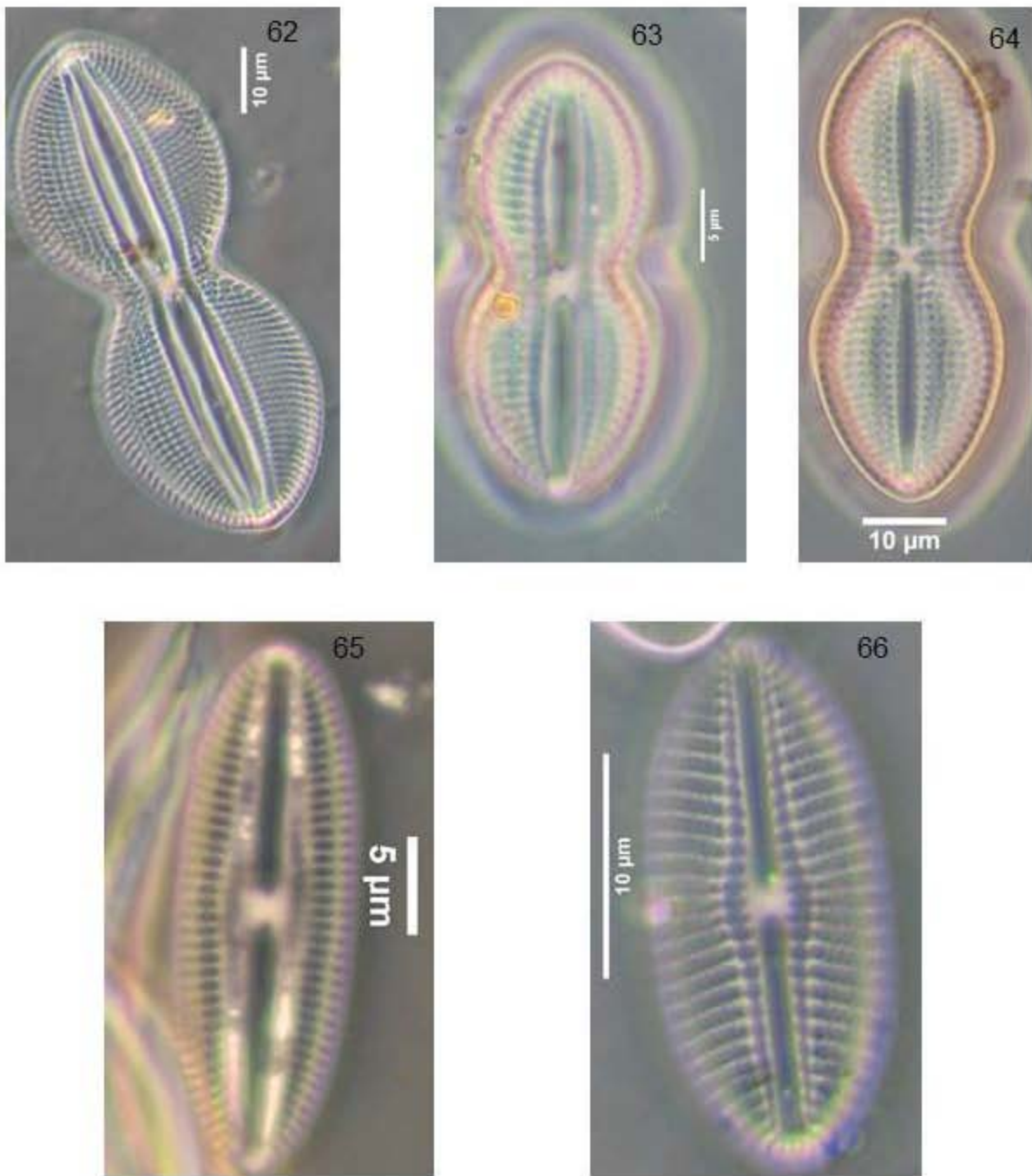
Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Ecuador, Indonesia, Filipinas (Stidolph *et al.*, 2012), Inglaterra, Rumania, Islas Canarias, Brasil, Japón (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 5 (Fig. 68)

Descripción: Valva elíptica, márgenes rectos con ápices convexos; nódulo central cuadrado, rafe central, contenido por dos áreas hialinas que corren del margen del nódulo central hacia los ápices agrandada al centro: costillas paralelas a los ápices ligeramente radiadas. Eje apical 29  $\mu\text{m}$ , eje transapical 11  $\mu\text{m}$ , con una densidad de costillas de 12-13/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 36. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Diploneis smithii*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrias en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
25-200	14-75	5-15	(Witkowski <i>et al.</i> , 2000, López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
29	11	12-13	





Figuras 52-66. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco Fig. 62) *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Ehrenberg. Fig. 63) *Diploneis bombus* var. *densestriata* (A. Schmidt) Cleve. Fig. 64) *Diploneis crabro* (Ehrenberg) Ehrenberg, Fig. 65) *Diploneis papula* (A.W.F. Schmidt) Cleve. Fig. 66) *Diploneis smithii* (Brébisson) Cleve. Todas las figuras en vista valvar

## Sellaphoraceae Mereschowsky.

Células Solitarias. Frústulas simétricas en los ejes apical y transapical; bandas cingulares apenas abiertas, con poros, costillas marginales ausentes; valvas lineares, lanceoladas o elípticas, ápices no prolongados, polos redondeadosobtusos o agudos, superficie plana o con depresiones en forma de H (o lira); rafe recto, terminaciones proximales internas dilatadas en poros rectos, fisurasterminales curvas; área axial cubierta por un conopeo poroso o no; estrías uniseriadas, ligeramente radiales a rectas, cercanas y paralelas entre sí; areolas tipo poroide con hímenes internos, sin formar ondulaciones; ocasionalmente unengrosamiento silíceo polar; esternón angosto o amplio, recto.

La familia contiene 4 géneros; *Sellaphora* Mereschowsky *Fallacia* Stickle, *Rossia* Voigt, *Caponea* Podzorski.

### *Fallacia* Stickle et D.G. Mann. 1990

Valvas naviculoides, lineal, lanceoladas a elípticas, por lo general con polos redondeados; rafe central; estrías uniseriadas, raramente biseriadas, interrumpidas por un área hialina en forma de lira. Se diferencia de *Lyrella* por la presencia de canopeo y el arreglo de sus cloroplastos.

*Fallacia nummularia* (Greville) D.G. Mann. Fig.67.

Referencias: (Moreno *et al.*, 1996), Lám. 21, Fig. 2. López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 21.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, estuarino.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2384.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Pacífico mexicano (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2011), Australia (McCarthy, 2013), Mediterráneo (Witkowski *et al.*, 2000). Mapa de distribución 5 (Fig.108)

Descripción: Valva elíptica casi circular; ápices redondeados; rafe central con terminaciones en gancho hacia el margen y bifurcadas en el centro del área hialina en forma de lira; estrías paralelas al centro, y radiada hacia los márgenes. Eje apical 26  $\mu\text{m}$ , eje transapical 21  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de estrías de 16/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 37. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Fallacia nummularia*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
28.54	23-33	11	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
26	21	16	Este estudio

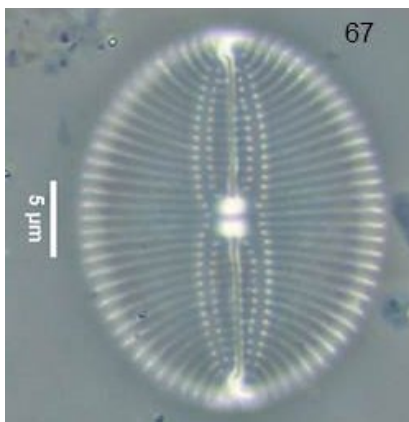
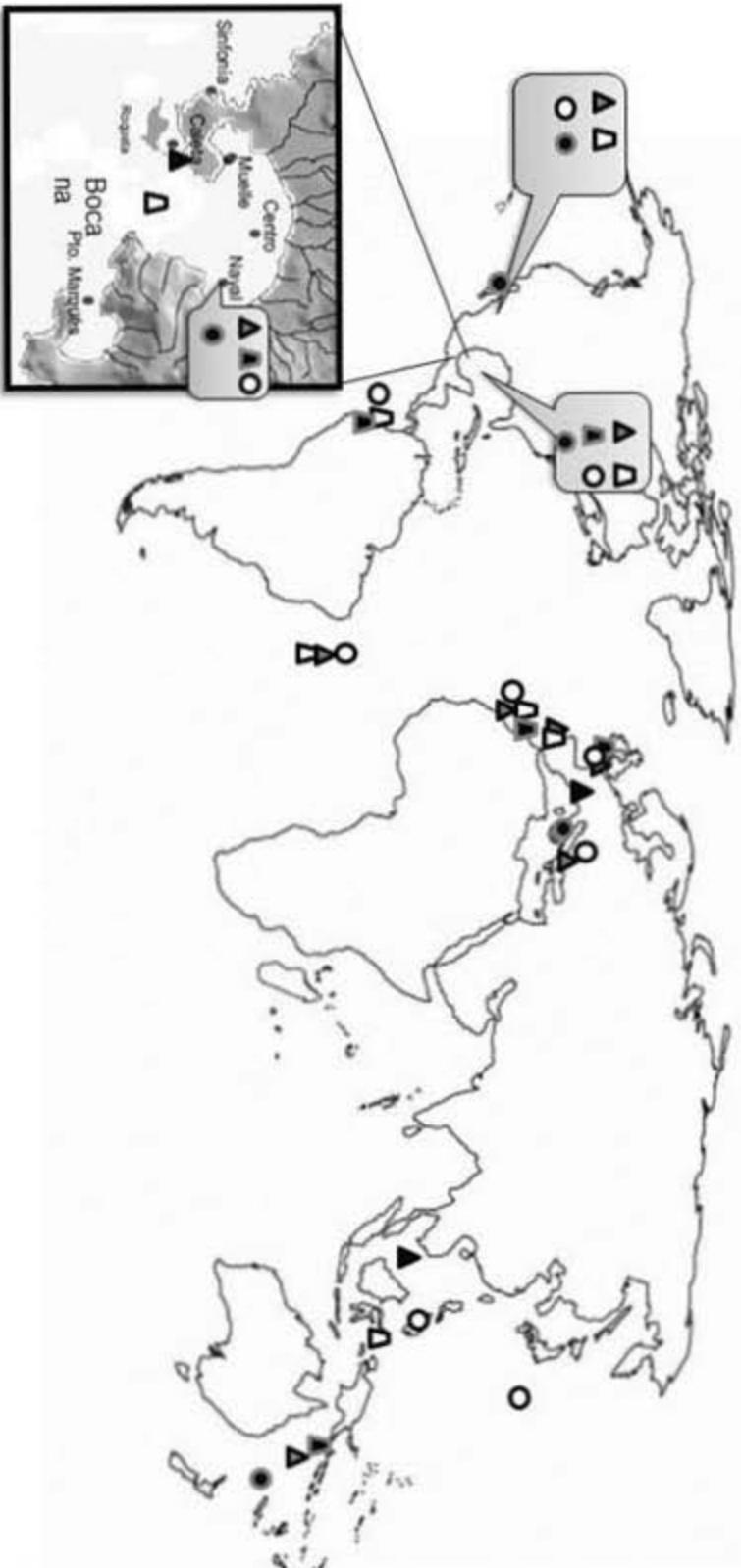


Fig. 67) *Fallacia nummularia* (Greville) D.G. Mann



*Diploneis borbuis* ▲  
*Diploneis borbuis* var. *Densestrata* ▲  
 (Nuevo Registro Pacifico Mexicano)

*Diploneis crabro* ▢

*Diploneis papula* ▲  
 (Nuevo Registro Pacifico Mexicano)

*Diploneis smithii* ○

*Fallacia nummularia* ●

Fig. 68

## Pleurosigmataceae Mereschkowsky

Células Solitarias. Frústulas simétricas en el eje transapical, sigmoide o dorsoventral en el eje apical; bandas cingulares abiertas, con poros; valvas lanceoladas, arqueadas, sigmoides, polos agudos, rostrados o prolongados, sin canales longitudinales; rafe sigmoide, extremos proximales internos rectos o flexionados, fisuras terminales curvas hacia el mismo lado de la valva; estrías rectas, uniseriadas, con apariencia decusada, perpendicular u oblicua al rafe; areolas alineadas en 2 direcciones respecto del rafe, pequeñas, redondas, loculadas, poros externos circulares, elípticos hasta alargados transapicalmente; esternón delgado.

La familia Pleurosigmataceae contiene 5 géneros: *Pleurosigma*, *Toxonidea*, *Donkinia*, *Gyrosigma*, *Rhoicosigma*.

### *Gyrosigma* Hassall 1845

Células solitarias o en tubos de mucílago; valvas sigmoideas, lineales a lanceoladas, con polos rostrados; rafe central sigmoideo; estrías en dos direcciones longitudinales y trasversales.

*Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst. (Fig.69-71)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 34; Moreno *et al.* (1996), Lám. 22. López-Fuerte *et al.* (2010), Lam 33.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, estuarino.

Localidad de colecta: Naval:

Material de herbario: FpM2626.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Australia (McCarthy, 2013), Inglaterra, Rumania, Brasil, Asia (Guiry y Guiry, 2014) Mapa de distribución 6 (Fig.87)

Descripción: Valva lineal sigmoidea hacia los ápices; ápices lanceolados ligeramente curvos; rafe sigmoideal; estrías en dos direcciones apical y transapicalmente; areolas redondas. Eje apical 187  $\mu\text{m}$ , eje transapical 24  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de estrías de 16-17  $\mu\text{m}$ .

Tabla 38. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Gyrosigma balticum*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
180-400	10-32	14-17	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
187	24	16-17	Este estudio

### ***Pleurosigma* W. Smith 1852**

Valva casi aplanadas, por lo general sigmoideas o casi rectas de contorno lanceolado; rafe central recto o sigmoideo; areolas en tres direcciones, uno transversalmente y dos oblicuos (modificado de Hasle y Syvertsen. 1997).

*Pleurosigma decorum* W.Smith. (Fig. 72-74)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 30; Moreno *et al.* (1996), Lám. 5.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval:

Material de herbario: FpM2626.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Argentina (Sar *et al.*, 2013), España, Islas Canarias (Guiry y Guiry, 2014), Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 6 (Fig.87).

Descripción: Valva lineal, lanceolada; ápices sigmoideos; nódulo central pequeño y redondo; rafe central sigmoideo; areolas en tres direcciones. Eje apical 220  $\mu\text{m}$ ,

eje transapical 26  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de 14 estrías oblicuas en 10  $\mu\text{m}$ , y de estrías transversas 16 en 10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: Cleve en 1894 enlistó a *Pleurosigma decorum* W.Smith como sinónimo de *P. formosum* W. Smith, y su criterio fue seguido por varios autores, de allí que es complicado determinar su distribución fehacientemente (Sar *et al.*, 2013).

Tabla 39. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Pleurosigma decorum*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías transversales en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías oblicuas en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
158-272	20-46	15-19	15-17	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Sar <i>et al.</i> , 2013)
220	26	16	14	Este estudio

*Pleurosigma formosum* W.Smith. (Fig.75-77)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 30; (Moreno *et al.*, 1996), Lám. 28.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad: Naval.

Material de Herbario: F.P.M. 2384.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Rumania, Islas Canarias, Brasil, Asia (Guiry y Guiry, 2014), Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 6 (Fig.87)

Descripción: Valva lanceolada; ápices agudos rectos; nódulo central redondo; rafe central sigmoideo; areolas en tres direcciones. Eje apical 307  $\mu\text{m}$ , eje transapical 40  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de estrías oblicuas de 9-10 en 10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 40. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Pleurosigma formosum*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías transversales en 10µm	Densidad de Estrías oblicuas en 10µm	Referencias
250-500	32-46		10-14	(Moreno <i>et al.</i> , 1996)
307	40		9-10	Este estudio

*Pleurosigma marinum* Donkin. (Fig. 78-80)

Referencias: Moreno *et al.* (1996), Lám. 5.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de Herbario: FpM2883.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Australia (McCarthy, 2013), Asia (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 6 (Fig. 87)

Descripción: Valva romboidal; ápices rectos aplanados; rafe central sigmoideo en dos direcciones de cada lado del nódulo central, terminaciones del rafe en forma de gancho; areolas en tres direcciones Eje apical 97 µm, eje transapical 24 µm; con una densidad de 16-18 estrías oblicuas en 10 µm, y de estrías transapicales de 16 en 10 µm.

Comentario: Existe una gran semejanza con *P. nicobaricum*, de acuerdo al esquema de Peragallo y Peragallo (1897-1908), el criterio de diferenciación fue la forma de rafe mientras que en *P. marinum* es sigmoideo en dos direcciones de cada lado del nódulo central, en *P. nicobaricum* es completamente recto.

Tabla 41. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Pleurosigma marinum*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías transversales en 10µm	Densidad de Estrías oblicuas en 10µm	Referencias
100-180	20-30		18-23	(Moreno <i>et al.</i> , 1996)
97	24	16	16-18	Este estudio



*Pleurosigma nicobaricum* Grunow. (Fig.81-83)

Referencias: *Péragallo y Péragallo (1897)*

Forma de vida: Ticoplanctónica marina.

Localidad de colecta: Naval.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Islas Canarias (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 6 (Fig. 87)

Descripción: Valva romboidal; ápices rectos aplanados; rafe central recto, nódulo central recto ligeramente expandido, terminaciones del rafe en forma de gancho; areolas en tres direcciones Eje apical 85  $\mu\text{m}$ , eje transapical 13.5  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de 24 estrías oblicuas en 10  $\mu\text{m}$ , y de estrías transapicales de 14 en 10  $\mu\text{m}$ .

Comentario: Las referencias son escasas, y el artículo que lo reporta sólo indica su presencia no existen ni esquemas ni fotos.

Tabla 42. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Pleurosigma nicobaricum*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías transversales en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías oblicuas en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
40-140	20-34		21-22	(Péragallo y Péragallo, 1897)
85	13.5	14	24	Este estudio

*Pleurosigma normanii* Ralfs. (Fig.84-86)

Referencias: Moreno *et al.* (1996), Lam 29. (Hasle y Syvertsen, 1997), Lám. 62; (López-Fuerte *et al.*, 2010) *et al.*, 2010, Lám. 33.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad: Naval.

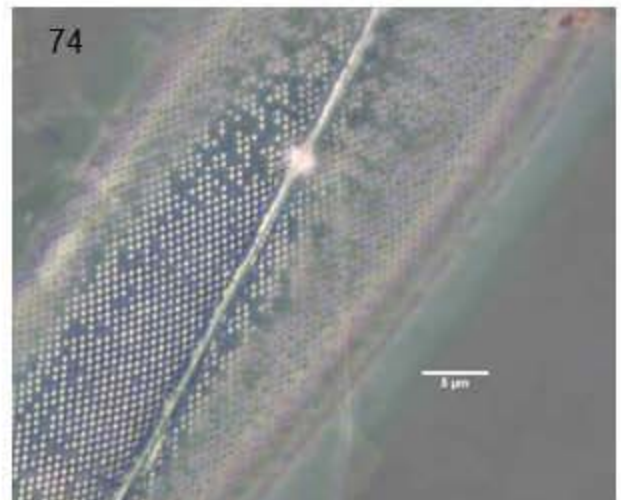
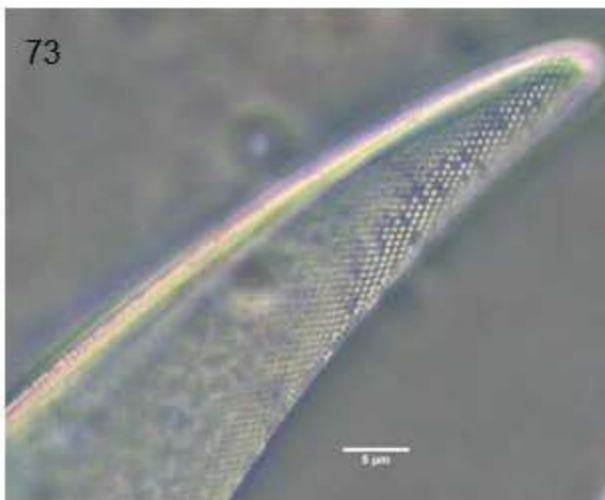
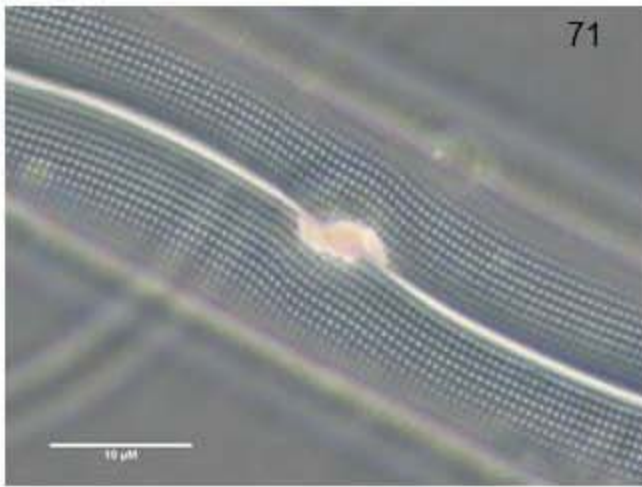
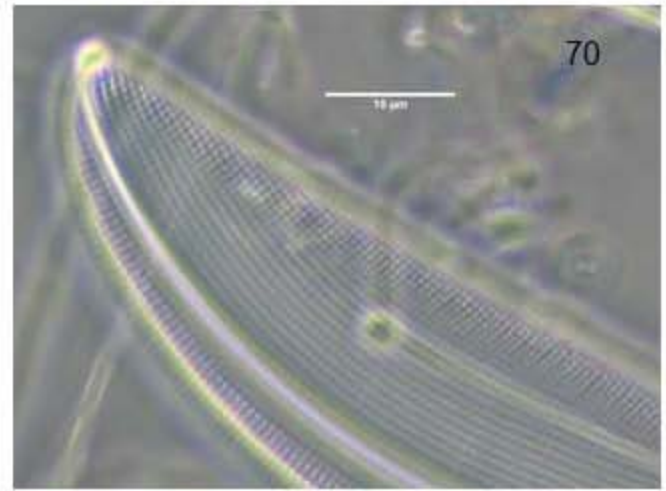
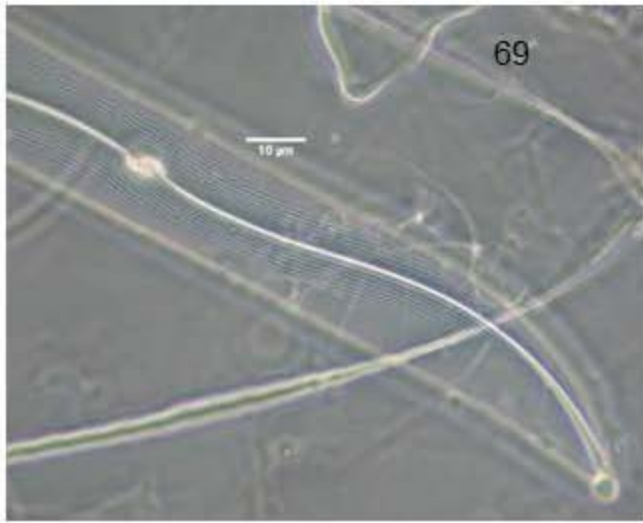
Material de Herbario: FpM2883

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Estados Unidos (Kim *et al.*, 2004), Brasil, Islas Canarias, Asia (Guiry y Guiry, 2014) Argentina (Sar *et al.*, 2013), Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 6. (Fig. 87)

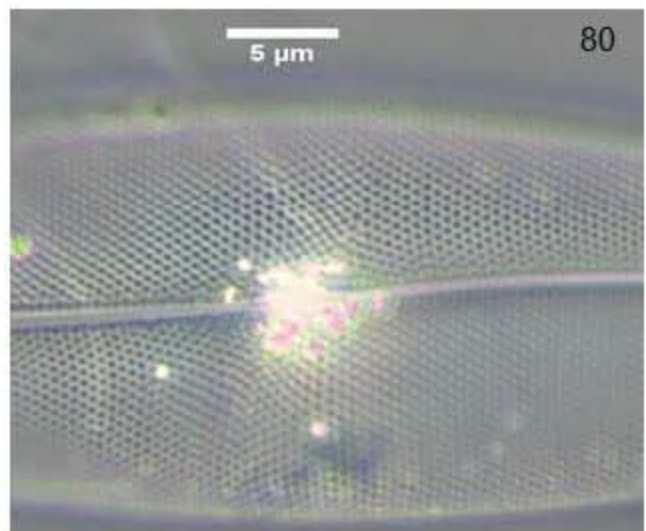
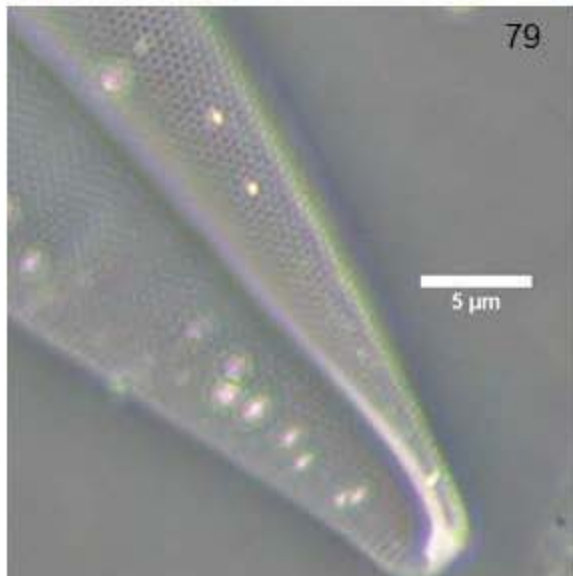
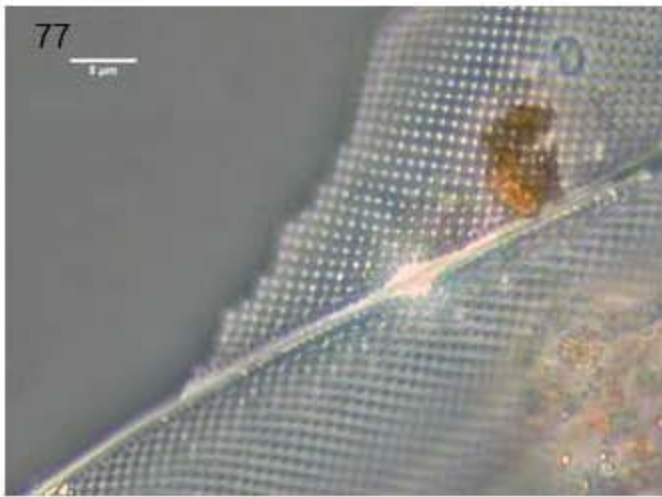
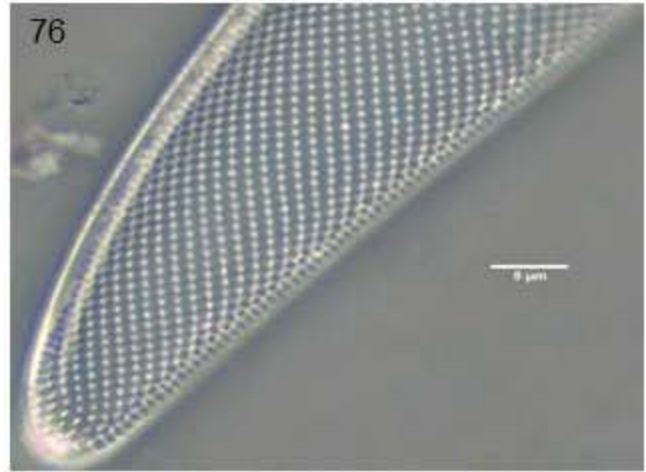
Descripción: Valva lineal, lanceolada; ápices sigmoideos; rafe central sigmoideo, nódulo central pequeño rectangular; areolas en tres direcciones. Eje apical 165  $\mu\text{m}$ , eje transapical 39  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de 16 estrías oblicuas en 10  $\mu\text{m}$ , y de estrías transapicales 18 en 10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 43. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Pleurosigma normanii*.

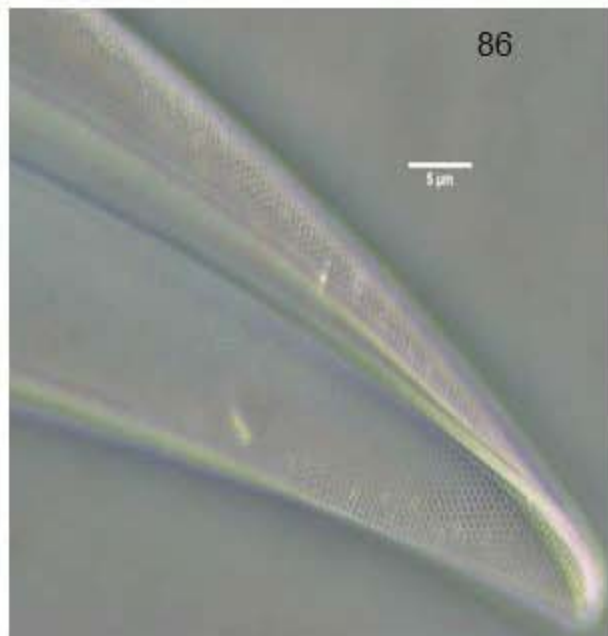
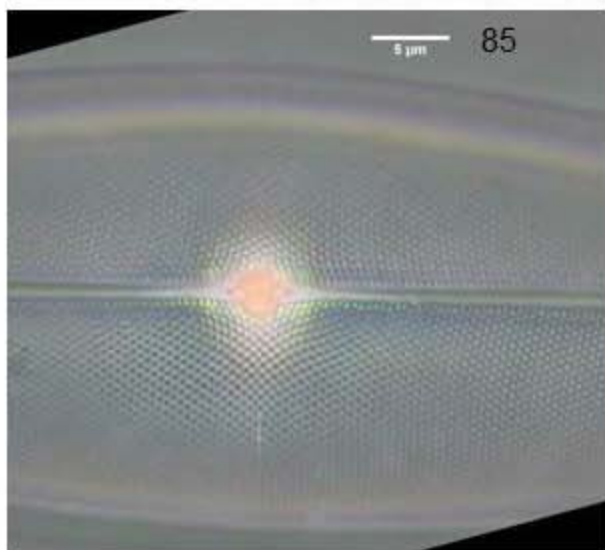
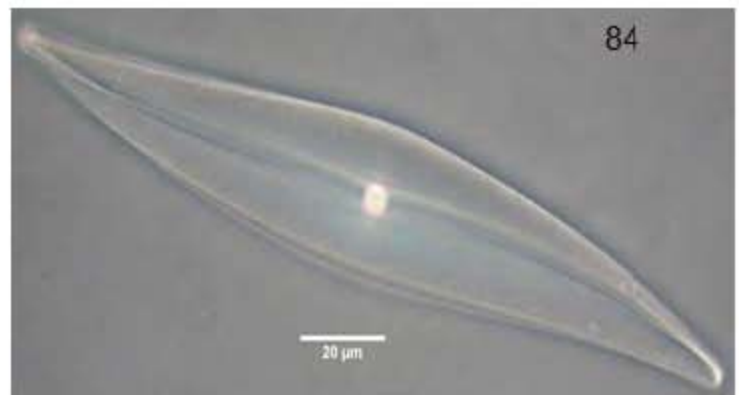
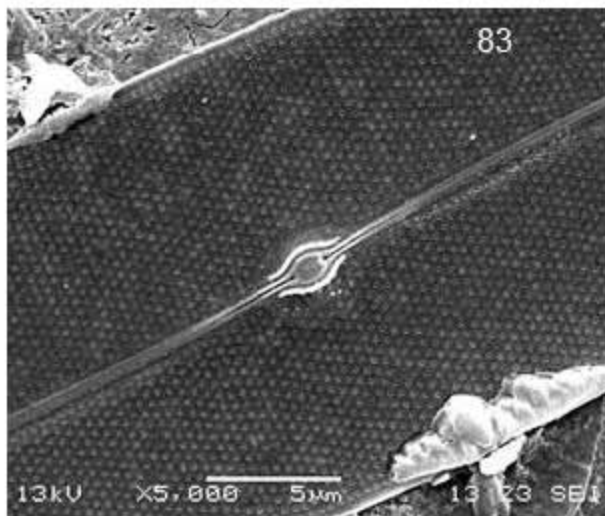
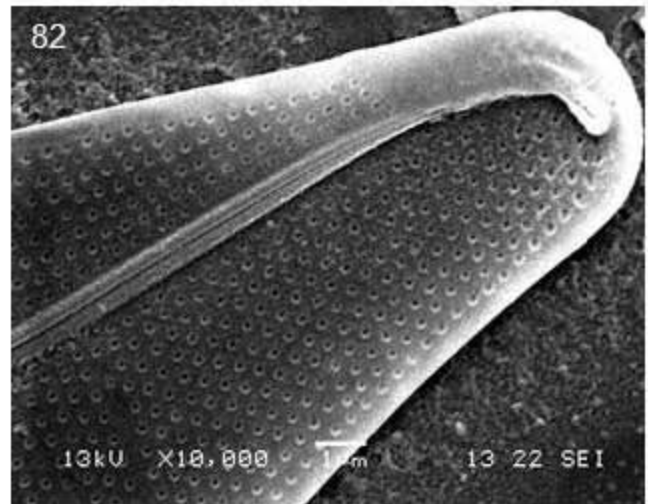
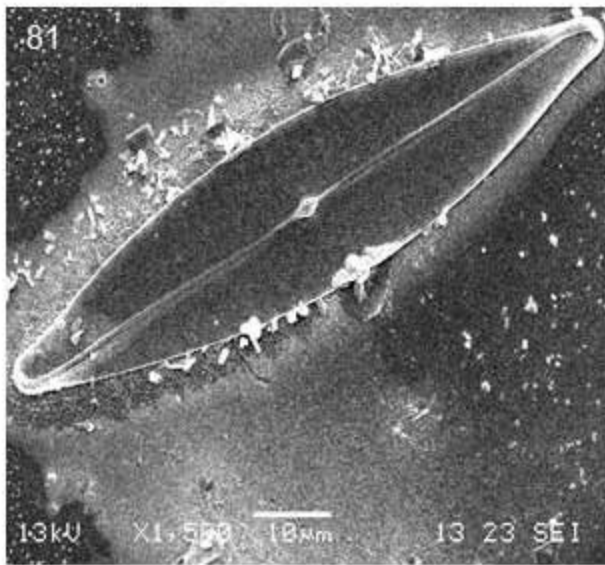
Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías transversales en 10 $\mu\text{m}$	Densidad de Estrías oblicuas en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
115-230	20-41	11-24	16-19	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Hasle y Syvertsen, 1997), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010, Sar <i>et al.</i> , 2013)
165	39	18	16	Este estudio



Figuras 69-74. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco. Fig.69) *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst, Fig. 70) *G. balticum*, apice. Fig. 71) *G. balticum*. centro. Fig. 72) *Pleurosigma decorum* W.Smith, Fig. 73) *P. decorum* apice, Fig. 74) *P. decorum* centro. Todas las figuras en vista valvar.



Figuras 75-80. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco. Fig. 75) *Pleurosigma formosum* W.Smith, Fig. 76) *P. formosum* apice. Fig. 77) *P. formosum* centro. Fig. 78) *Pleurosigma marinum* Donkin, Fig. 79) *P. marinum* apice, Fig. 80) *P. marinum* centro.<sup>99</sup>  
 Todas las figuras en vista valvar.



Figuras 81-86. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco Fig. 81) *Pleurosigma nicobaricum* Grunow, Fig. 82) *P. nicobaricum* apice, Fig. 83) *P. nicobaricum* centro. Fig. 84) *Pleurosigma normanii* Ralfs, Fig. 85) *P. normanii* centro, Fig. 86) *P. normanii* apice. Todas las figuras en vista valvar.

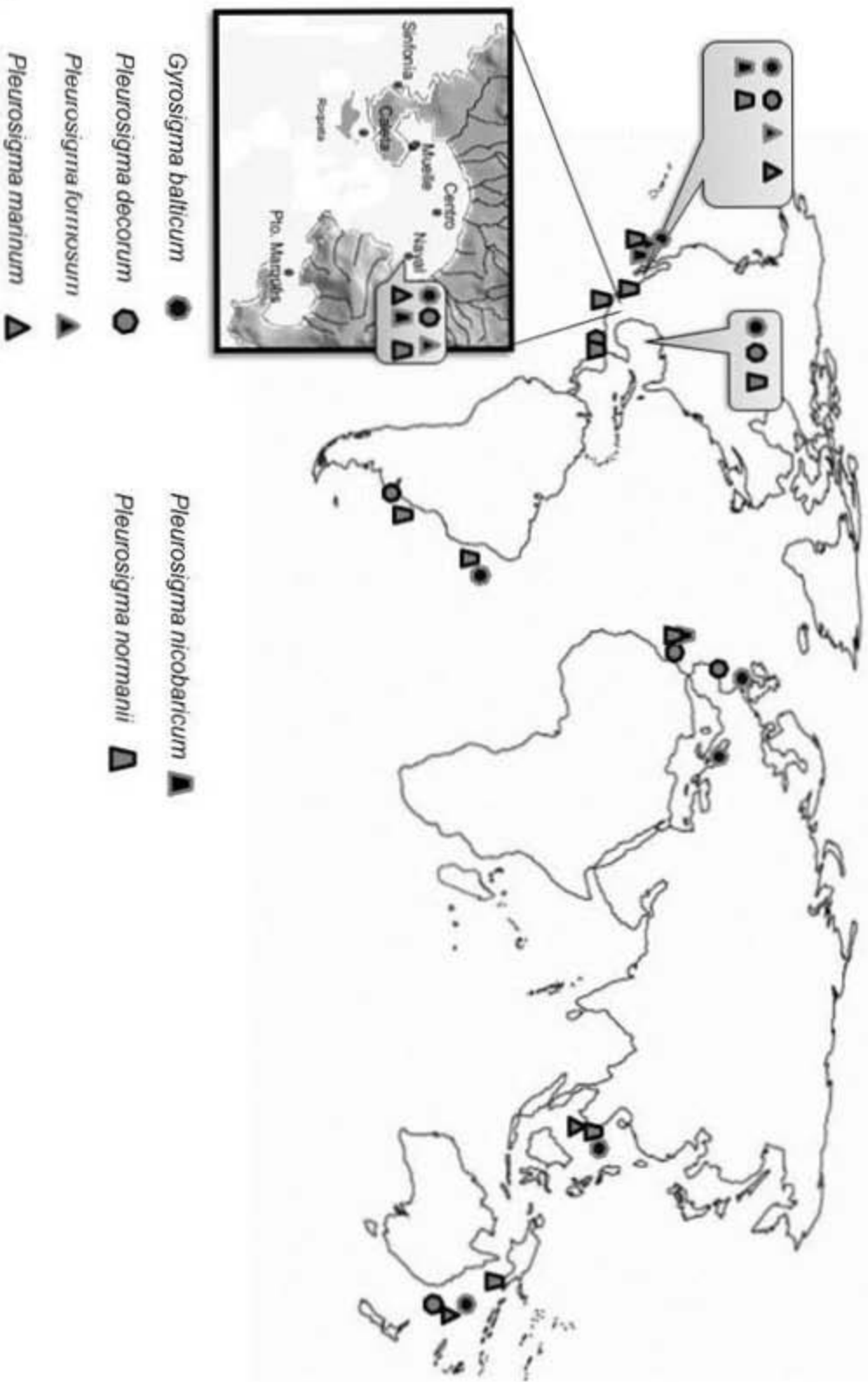


Fig. 87

## Lyrellaceae D.G. Mann

### *Lyrella* Karajeva 1978

Células solitarias; valva fuertemente silificada, por lo general lineales a lanceoladas; manto ligeramente curvo; rafe central; estrías gruesas, uniseriadas conteniendo poroides redondeados, las estrías están interrumpidas por un área hialina en forma de lira, que por lo general se encuentra ligeramente sumida.

*Lyrella clavata* (Gregory) D.G. Mann. (Fig. 88)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Moreno *et al.* (1996), Lám. 23; (Stidolph *et al.*, 2012), Lám. 52.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Caleta

Material de Herbario: FpM2388

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Mediterráneo, Noruega (Witkowski *et al.*, 2000), Islas Canarias, Brasil, Asia, Nueva Zelanda (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 7 (Fig 93).

Descripción: Valva elíptica, ápices redondeado, ligeramente capitados; rafe central, con estrías sobre su margen transversales e interrumpidas por un área hialina en forma de lira; Eje apical 40  $\mu\text{m}$ , eje transapical 26  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de estrías 9/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 44. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Lyrella clavata*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías transversales en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
30-110	20-60	8-14	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
40	26	9	Este estudio

*Lyrella lyra* (Ehrenberg) Karajeva. (Fig. 89)

Referencias: Moreno *et al.* (1996), Lám. 23;López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 22.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de Herbario: FpM3072.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Mar Báltico (Witkowski *et al.*, 2000), Islas Canarias, Brasil, Asia (Guiry y Guiry, 2014) Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 7 (Fig. 93)

Descripción: Valva elíptica, ápices convexos; rafe central, área hialina en forma de lira Eje apical 54  $\mu\text{m}$ , eje transapical 32  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de estrías de 14-15/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 45. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Lyrella lyra*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías en 10 $\mu\text{m}$	Referencias
50-210	23-73	6-16	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (Witkowski <i>et al.</i> , 2000),(López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
54	32	14-15	Este estudio

*Lyrella implana* Moreno. (Fig. 90)

Referencias: Moreno *et al.* (1996), Lam 23.

Forma de vida: Ticoplanctónica marina, dulceacuícola.

Localidad de colecta: Naval.

Material de Herbario: FpM3072.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución 7 (Fig. 93).



Descripción: Valva elíptica, ápices convexos; rafe central, área hialina en forma de lira; Eje apical 59  $\mu\text{m}$ , eje transapical 31  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de estrías de 10/10  $\mu\text{m}$ .

Observaciones: Esta especie sólo ha sido descrita para el Golfo de California y Australia.

Tabla 46. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Lyrella implana*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$	Referencias
60-61	40-41	9-10	(Moreno <i>et al.</i> , 1996)
59	31	10	Este estudio

*Lyrella irrorata* (Greville) D.G.Mann. (Fig. 91)

Referencias: (Moreno *et al.*, 1996), Lám. 23.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Marina.

Material de Herbario: FpM3087.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Manzanillo (Meave, 2009). Mapa de distribución 7(Fig. 93)

Descripción: Valva elíptica, ápices redondeados, protuberantes; rafe central, área hialina en forma de lira. Eje apical 40  $\mu\text{m}$ , eje transapical 29  $\mu\text{m}$ ; con una densidad de estrías de 9/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 47. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Lyrella irrorata*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$	Referencias
80-170	33-60	5-10	(Moreno <i>et al.</i> , 1996),
40	29	9	Este estudio

## *Petroneis* Stickle 1990

Células solitarias; valvas amplias, fuertemente silificadas de forma lineal a elíptica; manto curvo; ápices rostrados; rafe central; estrías uniseriadas, por lo general semi-radiadas, poroides redondeados a alargados.

*Petroneis marina* (Ralfs) D.G. Mann. (Fig.92)

Referencias: Witkowski *et al.* (2000), Lám. 102; (Jones *et al.*, 2005), Fig. 4-6.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

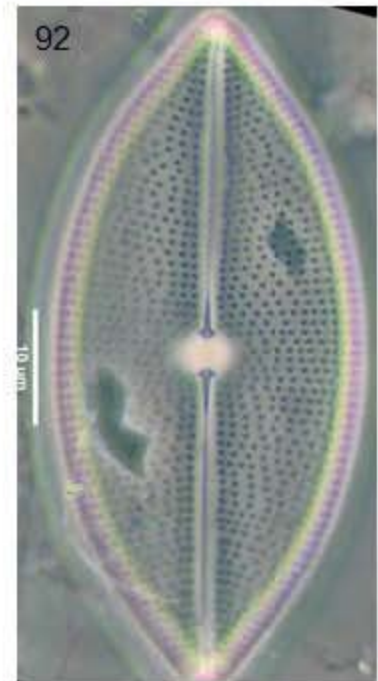
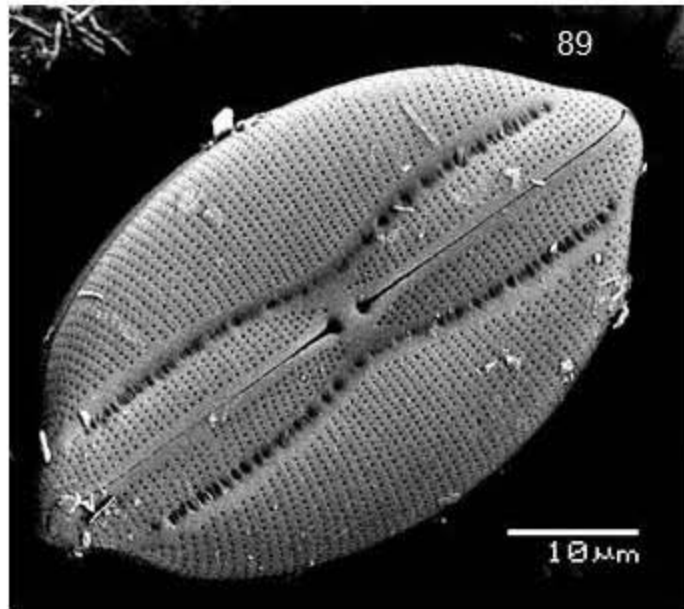
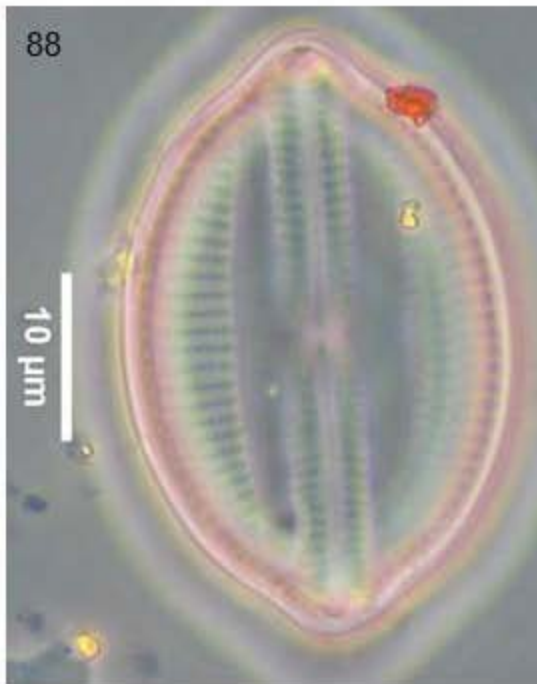
Material de Herbario: FpM2942

Distribución: Pacífico mexicano (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2011), Australia (McCarthy, 2013), Inglaterra (Jones *et al.*, 2005), España, Francia, Brasil (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución7 (Fig. 93)

Descripción: Valva elíptica; ápices convexos, rafe central; nódulo central redondo ligeramente constreñido en el centro, areolas redondas; estrías paralelas apicalmente. Eje apical 86  $\mu\text{m}$ , eje transapical 35  $\mu\text{m}$  con una densidad de 12-13 estrías/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 48. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Petroneis marina*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$	Referencias
40-108	22-34	10-13	(Witkowski <i>et al.</i> , 2000)
86	35	12-13	Este estudio



Figuras 88-92. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco 88) *Lyrella clavata* (Gregory) D.G. Mann. 89) *Lyrella lyra* (Ehrenberg) Karajeva. 90) *Lyrella implana* Moreno. 91) *Lyrella irrorata* (Greville) D.G.Mann. 92) *Petroneis marina* (Ralfs) D.G. Mann. Todas las figuras en vista valvar.

Mapa de distribución 7

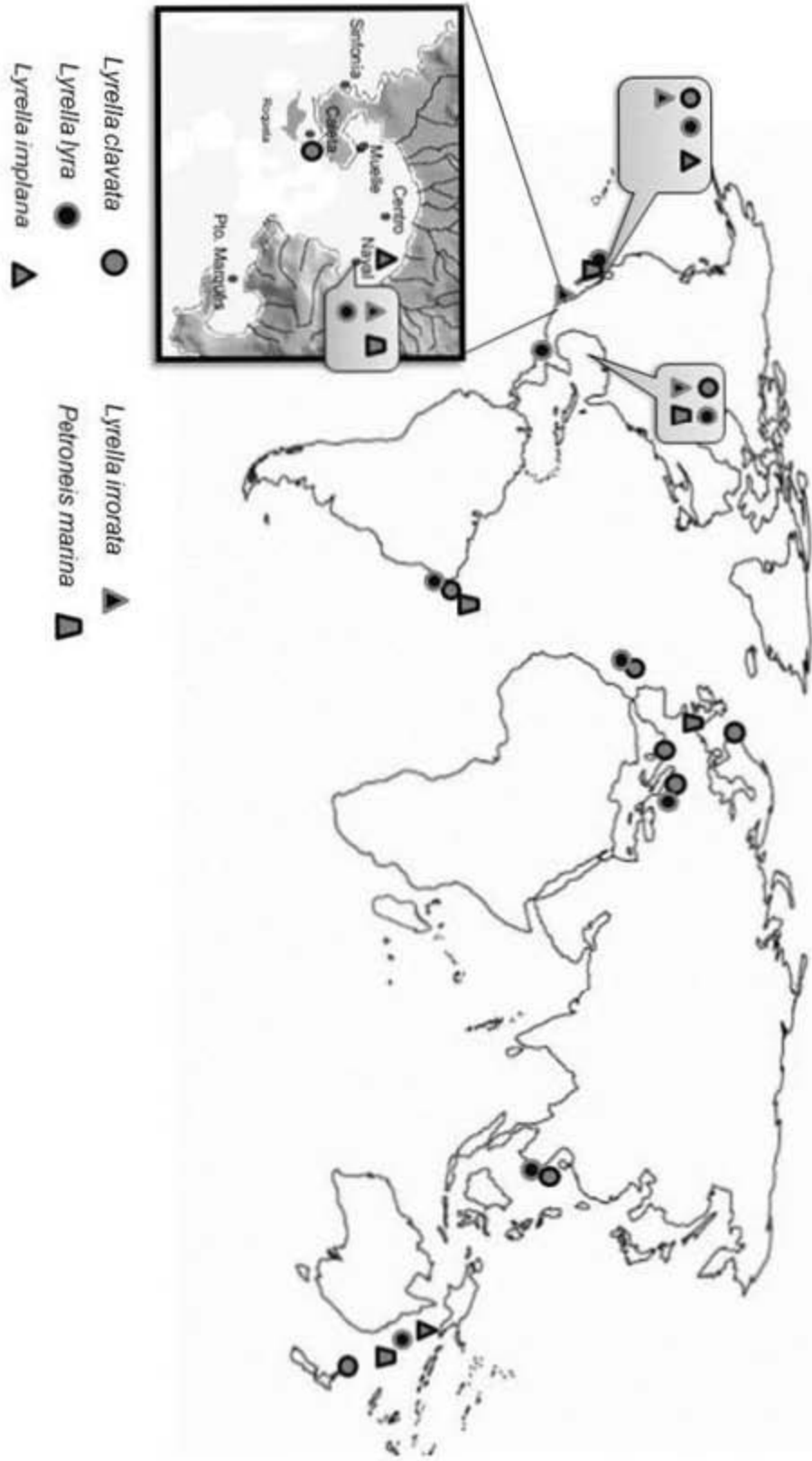


Fig. 93

## Mastogloiaceae Mereschkowsky

Células solitarias o en cadenas; valvas naviculoides, lanceoladas lineal-lanceolada; la primera banda cingular con cámaras internas; rafe central; areolas con criba y velos.

La familia Mastogloiaceae contiene 2 géneros *Aneumastus* y *Mastogloia*

### *Mastogloia* Thwaites ex W.Smith 1856

Solitarias o formando colonias; valvas isopolares a ligeramente heteropolares, lineales a elípticas, manto plano a curvado; rafe central; estrías uniseriadas o biseriadas, algunas veces son interrumpidas por un esternón en forma de lira, estructuras de las areolas extremadamente compleja; las bandas cingulares poseen de una a varias cámaras denominadas partecta.

*Mastogloia capitata* var. *lanceolata* (Wallich) Hustedt. (Fig. 94)

Referencia: Lobban *et al.* (2012a), lam 24.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

Material de Herbario: FpM2690 (Nuevo registro para el Pacífico mexicano)

Distribución: Guam (Lobban *et al.*, 2012a) Mapa de distribución 8 (Fig. 107)

Descripción: Valva lanceolada; ápices agudos ligeramente constreñidos; rafe central; anillo pertectal con dos partecta en cada lado; estrías no visibles. Eje apical 43 µm, eje transapical 5 µm.

Observaciones: Lobban *et al.* (2012a) indican una estriación de 32 /10  $\mu\text{m}$ ; Wallichen 1860 la identificó como *Stigmaphora lanceolata*, cuyos registros existen en la base de datos Algaebase e Index Nominun Algarum, posteriormente Hustedt 1959 la clasifica como *Mastogloia capitata* var. *lanceolata*. Aunque no existe registro como tal dentro de las bases de datos nombradas, Lobban y colaboradores identifican a *M. capitata* var. *lanceolata* en arrecifes coralinos de Guam, además estos mismo autores sugieren que esta especie puede ser confundida con *Haslea howeana* cuando se observa al microscopio y el anillo pertectal se ha separado.

Tabla 49. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Mastogloia capitata* var. *lanceolata*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$	Referencias
45	7	32	(Lobban <i>et al.</i> , 2012a)
43	5		Este estudio

*Mastogloia rostrata* (Wallich) Hustedt. (Fig. 95-97)

Referencia: Moreno *et al.* (1996), Lám. 24.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

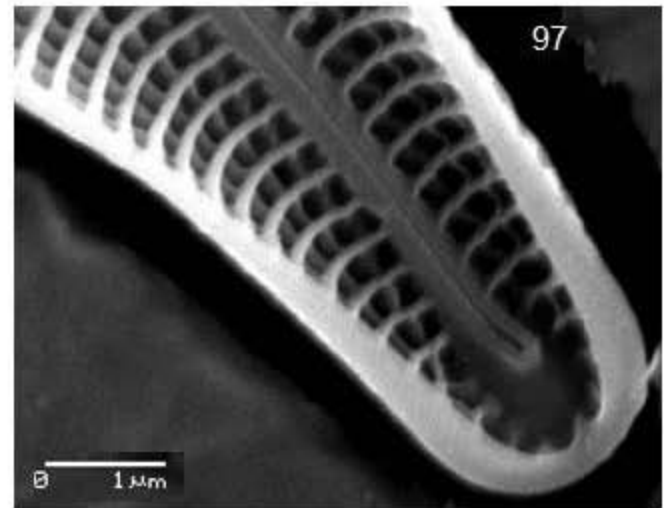
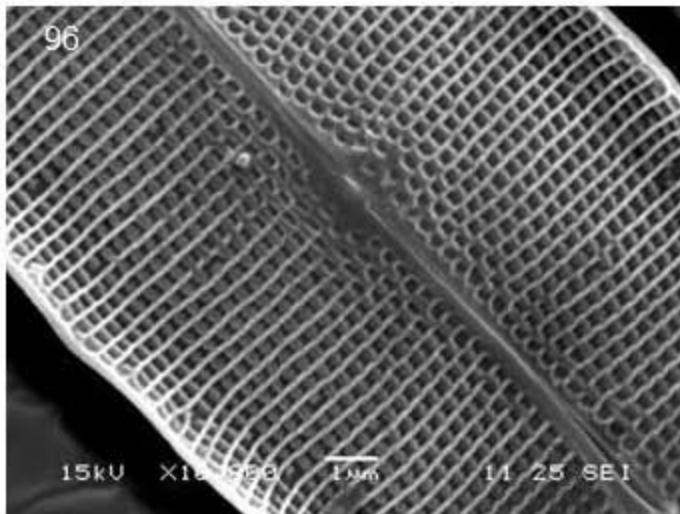
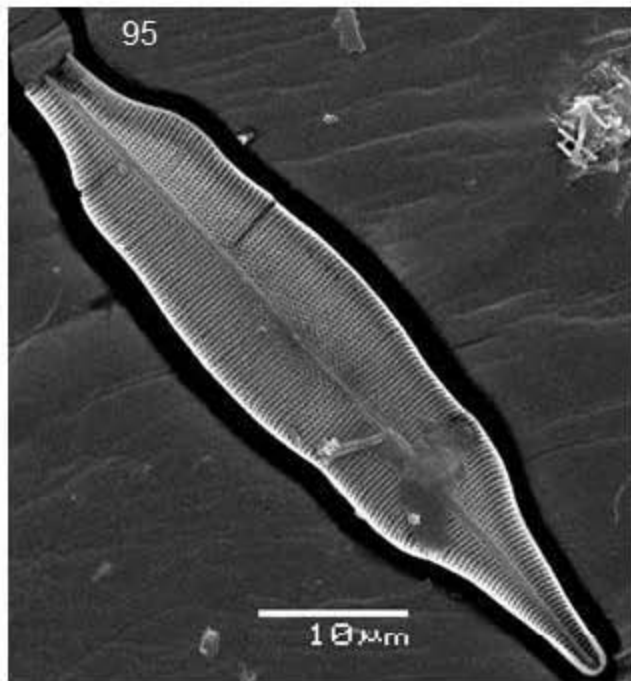
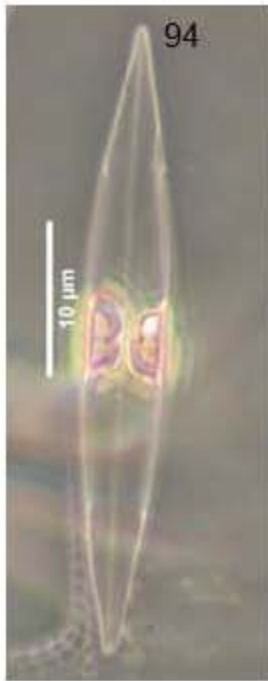
Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Asia (Lobban *et al.*, 2012a).

Mapa de distribución 8 (Fig. 107)

Descripción: Valva lanceolada; ápices extendidos, rostrados, anillo partectal con dos partecta en cada lado; estrías paralelas al eje apical, areolas rectangulares. Eje apical 58  $\mu\text{m}$ , eje transapical 10.9  $\mu\text{m}$ , con una densidad de estrías de 26-28/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 50. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Mastogloia Mastogloia rostrata*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$	Referencias
60-79	10-11	27-28	(Moreno <i>et al.</i> , 1996)
58	10.9	26-28	Este estudio



Figuras 94-97. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco. Fig. 94) *Mastogloia capitata* var. *lanceolata* (Wallich) Hustedt. Fig. 95) *Mastogloia rostrata* (Wallich) Hustedt, Fig. 96) *M. rostrata*. centro, Fig. 97) *M. rostrata*. Apice. Todas las figuras en vista valvar.

## Naviculaceae Kützing

Células solitarias o cadenas; valva lineal, lanceolada o elíptica, rafe a nivel de la valva, por lo general recto; diferentes patrones de estriación; con o sin presencia de estauro

La familia contiene 4 géneros: *Navicula*, *Trachyneis*, *Haslea*, y *Cymatoneis*.

### *Navicula* Bory de St.-Vincent 1822

Solitarias; valva lanceolada a lineal, plana o curva usualmente curva en el manto; ápices agudos, rostrados o capitados; rafe central; estrías enseriadas, pocas veces biseriadas; estauro presente o no;

*Navicula* cf. *directa* var. *remota* (Grunow) Cleve. (Fig.98)

Referencia: Lange-Bertalot (1993),

Forma de vida: Ticoplanctónica marina, salobre, agua continentales.

Localidad: Naval.

Material de Herbario: FpM2384.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003). Mapa de distribución 8. (Fig.107)

Descripción: Valva lanceolada ápices agudos, rafe central; al centro presenta una estría más corta, las estrías son paralelas en los ápices. Eje apical 87  $\mu\text{m}$ , eje transapical 13  $\mu\text{m}$ , con una densidad de estrías de 5-6/10  $\mu\text{m}$ .



Tabla 51. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Navicula cf. directa var. remota*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de estrías 10µm	Referencias
-	-	-	(Lange-Bertalot, 1993)
87	13	5-6	Este estudio

### *Haslea* Simonsen 1974

Solitarias o en tubos de mucilago en forma bentónica, células pobremente silificadas, células fusiformes en vista valvar y conectiva, ápices lineales a lanceolados, estrías transversales y longitudinales formado un ángulo recto, Rafe central con poros cercanos y pequeños.

*Haslea* sp. 1. (Fig. 99-101)

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad: Naval.

Distribución: Pacífico tropical mexicano.

Descripción: Valva lineal lanceolada; ápices lanceolados ligeramente curvos; rafe recto; nódulo central pequeño, estrecho; estrías en dos direcciones, apical y transapicalmente; areolas redondas. Eje apical 60-190 µm, eje transapical 10-20 µm, con una densidad de estrías de 22-26/10 µm transapicalmente y de 48-50 µm longitudinalmente.

Comentario: Las medidas de eje apical y transapical, así como de estrías longitudinales y transapicales, no concuerdan con ninguna de las especies a las que se tuvieron acceso en la literatura

*Haslea* sp. 2 (Fig. 102)

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad: Naval.

Distribución: Pacífico tropical mexicano

Descripción: Valva lineal lanceolada; ápices lanceolados ligeramente convexos; rafe recto; nódulo central pequeño, interestrías al centro fuertemente silificadas; estrías no visibles. Eje apical 123  $\mu\text{m}$ , eje transapical 22  $\mu\text{m}$ .

### *Trachyneis* Cleve 1894

Solitarias; valvas lineales a lineal-elípticas con ápices agudos a redondos; rafe central; estauro más desarrollado de un lado de la valva que del otro; estrías alveoladas uniseriadas.

*Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Cleve. (Fig. 103-104)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), lam 29; Moreno *et al.* (1996), Lám. 34. (López-Fuerte *et al.*, 2010), Lám. 32.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Naval.

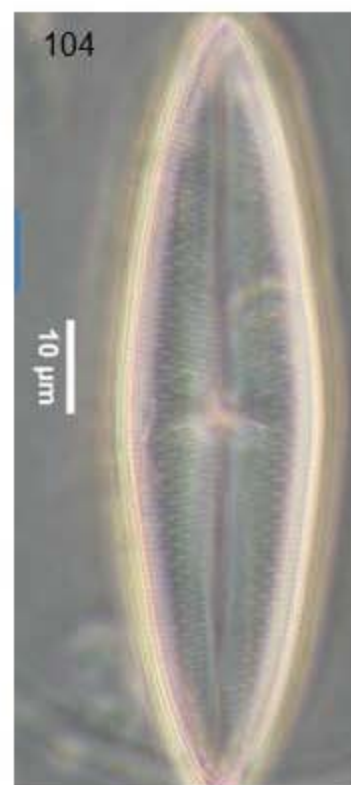
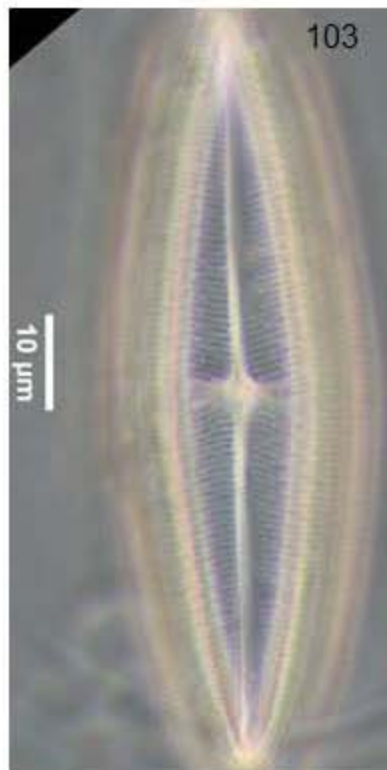
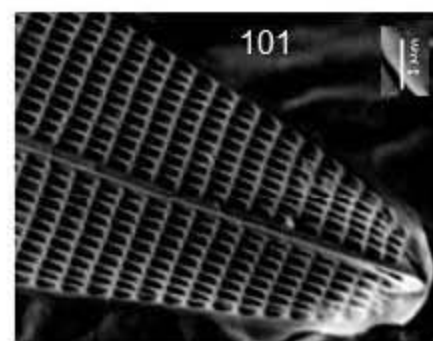
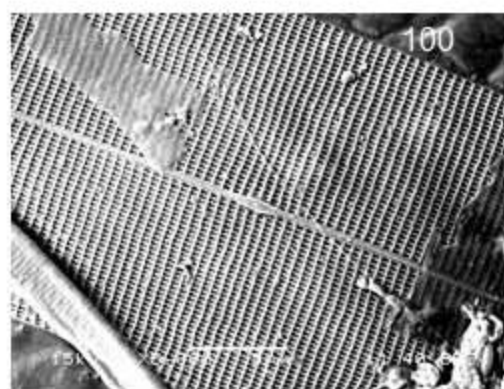
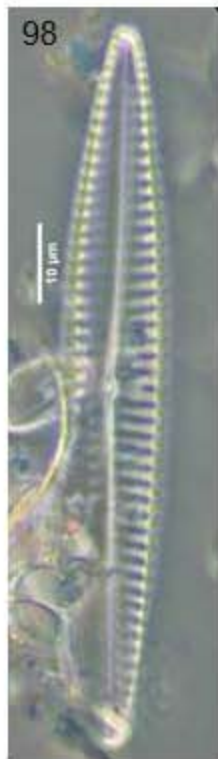
Material de herbario: FpM3072.

Distribución: Golfo de California (López-Fuerte *et al.*, 2010), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Estados Unidos, Rumania, Islas Canarias, Antártida, Asia (Guiry y Guiry, 2014), Australia (McCarthy, 2013), Mapa de distribución 8. (Fig. 107)

Descripción: Valva lanceolada a elíptica; ápices semiagudos; rafe central, con un estauro que se amplía hacia los márgenes, estrías alveoladas, irregulares. Eje apical 87  $\mu\text{m}$ , eje transapical 26  $\mu\text{m}$ , con una densidad de estrías de 12/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 52. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Trachyneis aspera*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$	Referencias
54-300	11-40	7-14	(Péragallo y Péragallo, 1897), (Moreno <i>et al.</i> , 1996), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
87	13	5-6	Este estudio



Figuras 98-103. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco. Fig. 98) *Navicula* cf. *directa* var. *remota* (Grunow) Cleve. Fig. 99) *Haslea* sp.1 Fig. 100) *Haslea* sp.1 centro, Fig. 101) *Haslea* sp.1 apice. Fig. 102) *Haslea* sp. 2. Fig. 103-104) *Trachyneis aspera* 115 (Ehrenberg) Cleve. Todas las figuras en vista valvar.

## Pinnulariaceae D.G. Mann

Solitarias, rara vez en cadenas cortas; valvas lineares, lanceoladas o elípticas, polos redondeados obtusos, capitados o subcapitados; rafe sinuoso, reverso o reverso-lateral, extremos proximales internos dilatados en poros, flexionados; estrías generalmente multiseriadas, loculadas, alveoladas, poros externos de los alveolos circulares, elípticos hasta alargados transapicalmente; esternón amplio.

La familia contiene 4 géneros *Pinnularia*, *Diatomella*, *Oestrupia* y *Dimidiata*.

### *Oestrupia* Heiden ex Hustedt 1935

Solitarias; valvas lineales, lanceoladas a elípticas a veces ligeramente constreñidas, manto a menudo convexo; rafe recto a veces elevado sobre la valva; área central variable en amplitud en cada lado del rafe; estrías transversales punteadas gruesas, interrumpidas por costillas de sílice en varios segmentos. La presencia de costillas de sílice en el manto es lo que la distingue de *Caloneis* y *Pinnularia* (Guiry y Guiry, 2014).

*Oestrupia powellii* (Lewis) Heiden. (Fig. 105)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 14; Lopez-Fuerte *et al.* (2010), Lam 30

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina.

Localidad de colecta: Marina.

Material de herbario: FpM3087.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003) Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Galápagos (Stidolph *et al.*, 2012). Mapa de distribución 8. (Fig. 107)

Descripción: Valva rómbica; con ápices convexos; rafe central; área central hialina en forma de rombo; dos hileras de estrías unas centrales rodeando al rafe y unas marginales separadas por una fina área hialina. Eje apical 80  $\mu\text{m}$ , eje transapical 18  $\mu\text{m}$ ; Densidad de estrías 8 estrías en 10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 53. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Oestrupia powellii*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de estrías 10µm	Referencias
59-90	14-18.5	10	(Lopez-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
80	18	8	Este estudio

## Stauroneidaceae D.G. Mann

Solitarias, rara vez cadenas. Frústulas simétricas en los ejes apical, transapical y perivalvar; valvas lanceoladas, generalmente con estauro intermedio, valvas internas frecuentes (craticula); rafe recto; terminaciones proximales internas rectas, externas curvas a un mismo lado; fisuras terminales curvadas al mismo lado; área axial angosta, área central extendida formando un estauro amplio o apenas visible; estrías 1-seriadas; areolas alineadas sólo perpendicularmente al eje apical circulares a elípticas, ocluidas con hímenes internos; esternón delgado, con o sin costillas internas delgadas.

La familia contiene 2 generos *Stauroneis* y *Craticula*

### *Craticula* Grunow 1867

Células solitarias. Valvas simetría en los ejes apical, transapical y perivalvar, naviculoides, lanceoladas, ápices alargados, rostrados o no, polos agudos, romos o redondeados, en condiciones de estrés se forman valvas internas con esternón amplio y estriación radial (craticula); área axial estrecha; área central pequeña, redonda; rafe filiforme recto, fisuras proximales breves, las terminales bifurcadas; no existen engrosamientos en el esternón cercanos al rafe; estrías 1-seriadas, paralelas; areolas redondas, pequeñas, alineadas longitudinalmente lo que da la apariencia de dos sistemas de estrías

*Craticula halophila*(Grunow) D.G. Mann.

(Fig. 106)

Referencias: Novelo (2012)fig 139

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, salobre, aguas continentales.

Localidad de colecta: Naval.

Material de Herbario:FpM2883.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009) Centro de México, Península de Yucatán (Novelo, 2012), Rumania, Islas Canarias, Asia, Australia (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 8. (Fig. 107)

Descripción: Valva lanceolada, nódulo central estrecho; márgenes al centro amplios, ápices achatados; Eje apical 19  $\mu\text{m}$ , eje transapical 8  $\mu\text{m}$ ; densidad de estrías 14-15 en  $\mu\text{m}$ .

Tabla 54. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Craticula halophila*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$	Referencias
17-32	4-7	15-22	(Kociolek, 2011), (Novelo, 2012)
19	8	14-15	Este estudio



Figuras 105-106. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco. Fig. 105) *Oestrupia powellii* (Lewis) Heiden. Fig. 106). *Craticula halophila* (Grunow) D.G. Mann. Todas las figuras en vista valvar.



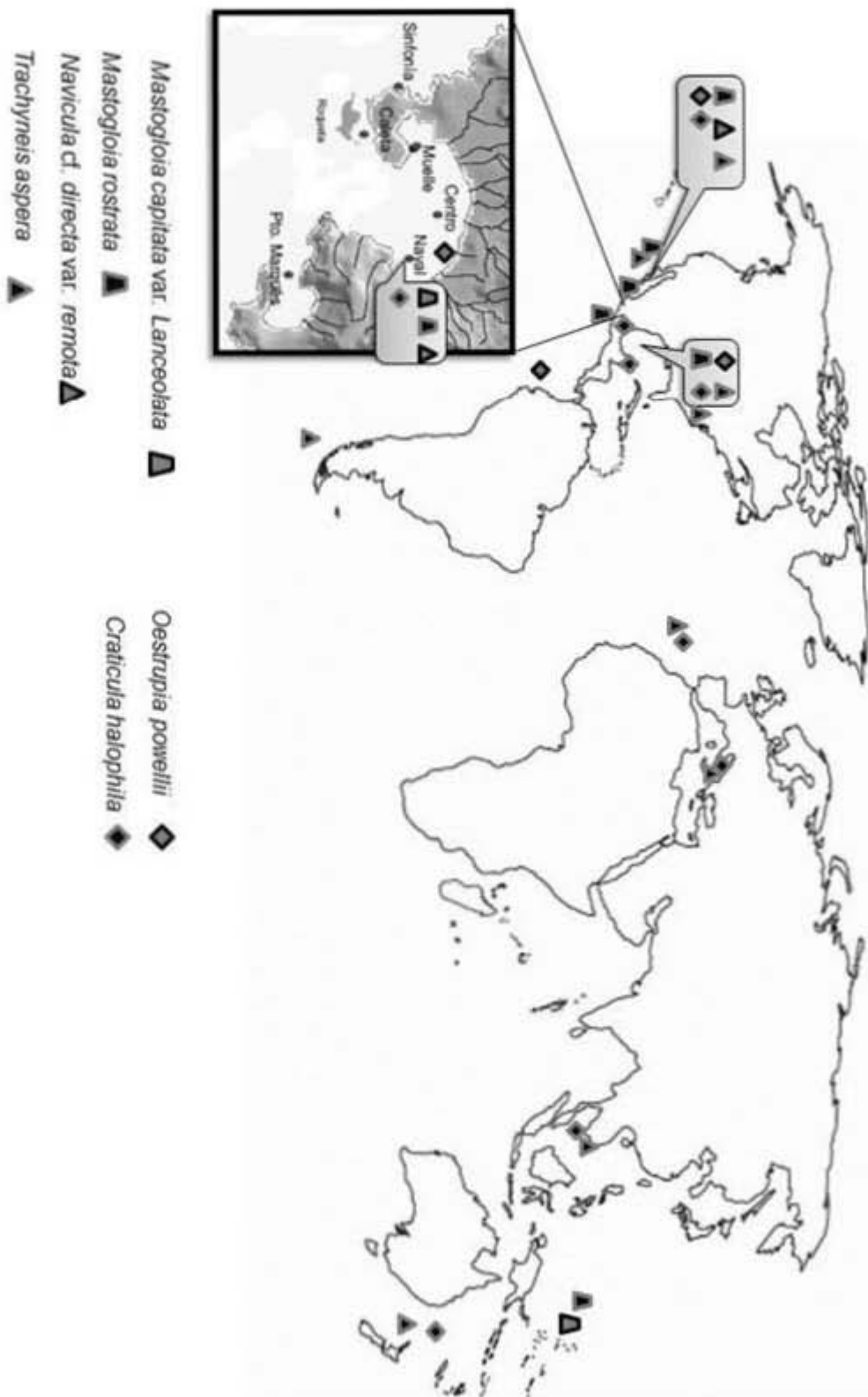


Fig. 107

## Surirellaceae Kützing

Solitarias; valvas lanceoladas, circulares, elípticas, panduriformes, polos agudos, redondeados, nunca alargados, superficie plana o con ondulaciones longitudinales, transversales o circulares; rafe siempre con carinas y fíbulas; estrías multiseriadas; areolas simples.

La familia está compuesta por 7 generos; *Hydrosilicon*, *Petrodictyon*, *Plagiodiscus*, *Stenopterobia*, *Surirella*, *Campylodiscus* y *Cymatopleura*.

### Petrodictyon D. G. Mann 1990

Solitarias; valva ovalada manto ligeramente ondulado, rafe periférico a lo largo del margen de la valva; estrías uniseriadas, conteniendo poroides relativamente grandes y cuadrados, costillas transapicales fusionadas en el centro de la valva formando un esternón longitudinal estrecho.

*Petrodictyon gemma* (Ehrenberg) D.G. Mann. (Fig.108)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 68; Moreno *et al.* (1996), Lám. 32. López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 43;

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, estuarino.

Localidad de colecta: Naval.

Material de herbario: FpM2883.

Distribución: Golfo de California (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México (Krayesky *et al.*, 2009), Islas Canarias, Estados Unidos, Brasil (Guiry y Guiry, 2014), Australia (McCarthy, 2013). Mapa de distribución9. (Fig.111)

Descripción: Valva ovalada; área hialina estrecha; rafe marginal; las costillas abarcan desde el margen de la valva hasta el área hialina, con presencia de estrías muy finas entre costilla y costilla. Eje apical 86  $\mu\text{m}$ , eje transapical 35  $\mu\text{m}$ , con una densidad de costillas de 3-4/10  $\mu\text{m}$ .

Tabla 55. Intervalos máximos y mínimos de medias morfométricas reportadas y observadas para *Petrodictyon gemma*.

Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de costillas 10 $\mu\text{m}$	Referencias
70-201	38-69	2-3	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
89	35	3-4	Este estudio

### *Surirella* Turpin 1828

Solitarias. Frústulas isopolares o heteropolares y en forma de cuña aunque a veces también panduriformes; valvas fuertemente silificadas, manto a menudo cóncavo, plano o con ondulaciones, valvas ornamentada con costillas o gránulos; rafe periférico a todo lo largo de la valva; estrías frecuentemente multiseriadas, conteniendo poroides pequeños y redondeados, a menudo interrumpidos en un esternón estrecho en medio de la valva.

*Surirella fastuosa* Ehrenberg. (Fig.109)

Referencias: Pérágallo y Pérágallo (1897), Lám. 68; Moreno *et al.* (1996), Lám. 31.; López-Fuerte *et al.* (2010) Lam 41-42; Stidolph *et al.* (2012).

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, salobre.

Localidad de colecta: Caleta.

Material de herbario: FPM2117.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Golfo de México, Portugal, Australia, Ecuador, Indonesia, China, Filipinas. (Stidolph *et al.*, 2012), Rumania (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución9. (Fig. 111)

Descripción: Valva elíptica ligeramente constreñida al centro; área central hialina lineal lanceolada; rafe marginal; costillas largas desde el margen valvar hasta el área central hialina; Eje apical 112.5 µm, eje transapical 70 µm, con una densidad de costillas de 4/10 µm.

Tabla 56. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Surirella fastuosa*.

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de costillas 10µm	Referencias
108-115	68-72	1-3	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
112.5	70	4	Este estudio

*Surirella fastuosa* var. *recedens* (A. Schmidt) Cleve (Fig. 110)

Referencias; Moreno *et al.* (1996), Lám. 31;López-Fuerte *et al.* (2010), Lám. 43.

Forma de vida: Ticoplanctónica, marina, salobre.

Localidad de colecta: Caleta.

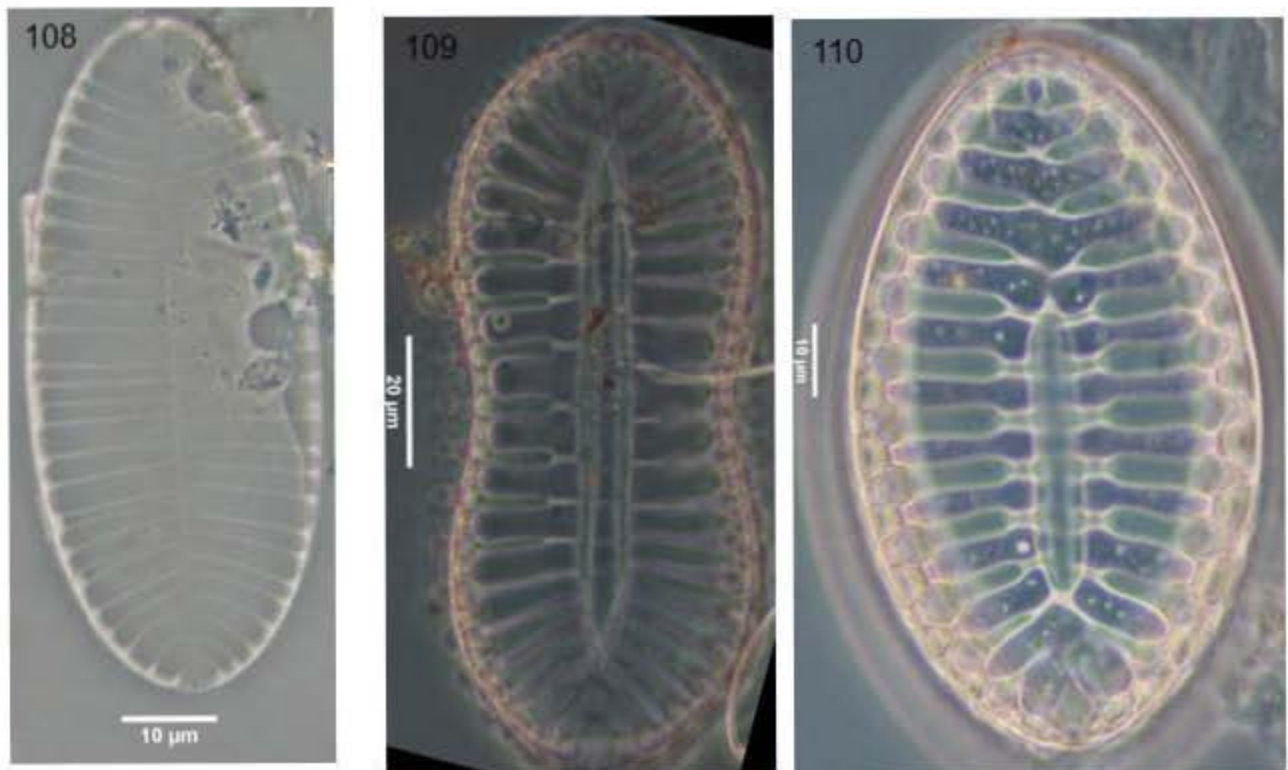
Material de herbario: FpM2117.

Distribución: Pacífico mexicano (Meave *et al.*, 2003), Asia, Australia (Guiry y Guiry, 2014). Mapa de distribución 9. (Fig. 111)

Descripción: Valva ovalada; área central hialina lanceolada; rafe marginal; costillas largas desde el margen valvar hasta el área central hialina; Eje apical 117 µm, eje transapical 75 µm, con una densidad de costillas de 2-3/10 µm.

Tabla 57. Intervalos máximos y minios de medias morfométricas reportadas y observadas para *Surirella fastuosa*. var. *recedens*

Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de costillas 10µm	Referencias
108-115	68-72	1-3	(Moreno <i>et al.</i> , 1996), (López-Fuerte <i>et al.</i> , 2010)
117	75	2-3	Este estudio



Figuras 108-110. Bacillariophyceae de la Bahía de Acapulco. Fig. 108) *Petrodictyon gemma* (Ehrenberg) D.G. Mann. Fig. 109) *Surirella fastuosa* Ehrenberg. Fig. 110) *Surirella fastuosa* var. *recedens* (A. Schmidt) Cleve. Todas las figuras en vista valvar.



*Petrodictyon gemma* ●

*Surirella fastuosa* ●

*Surirella fastuosa* var. *recedens* ◆

Fig. 111

## Anexo 2

### Bacillariaceae Ehrenberg

Tabla 58. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Bacillariaceae

Taxon	Eje Apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Fíbulas en 10µm	Densidad de Estrías en 10µm
<i>Nitzschia angularis</i>	21-200	4-15	2.5-10*	30
<i>Nitzschia. bicapitata</i>	6-30	2.5-5.5	12-19	18-36*
<i>Nitzschia clarissima</i> **	242.5	2.5-7	10-19	18-35
<i>Nitzschia distans</i>	38-220	3.8-15	1.5-4	25-30
<i>Nitzschia fluminensis</i>	111.5-156-	8-15*	4-7	10-16*
<i>Nitzschia lorenziana</i>	37-280*	3-13	6-10	13-19
<i>Nitzschia sicula</i>	18-121	4-8*	7-14	14*
<i>Nitzschia sigma</i>	35-230	4-26	5-13	19-38
<i>Nitzschia ventricosa</i>	230-650	7-20	3-10	11-26*
<i>Nitzschia vidovichii</i>	78-140	7-9	5-8	24-28
<i>Psammodictyon panduriforme</i>	50-500	13-35	7-10	11-15
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	74-160	2.8-3	9-16	9-16
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>	54-140	.09-2.5	28-50*	14-26
<i>Pseudo-nitzschia subfraudulenta</i>	65-106	4-7	23-28*	14-17

### Catenulaceae Mereschkowsky

Tabla 59. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Catenulaceae

Taxon	Eje Apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$
<i>Amphora bigibba</i> var. <i>capitata</i> .	21-258	2.5-4*	20-25*
<i>Amphora decusata</i>	50-92	9-17.8*	11-17
<i>Amphora egregia</i> .	60-170	14-30	4-6
<i>Amphora obtusa</i> var. <i>oceanica</i>	100-250	24*	15-18*
<i>Amphora ostrearia</i>	35-88	9-13*	11-13*
<i>Amphora spectabilis</i>	50-140*	9-20*	7-9*
<i>Amphora crassa</i> var. <i>punctata</i> **	16*	6*	10*
<i>Halamphora turgida</i>	13-30*	9-20*	13-14*

### Cocconeidaceae Kützing

Tabla 60. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Cocconeidaceae

Taxon	Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de Estrías en 10 $\mu\text{m}$
<i>Cocconeis dirupta</i> var. <i>flexella</i>	15-60	10-28	18-27
<i>Cocconeis pediculus</i>	15-59	10-37	15
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	9-68	7-40	15-24
para <i>Cocconeis</i> cf. <i>dirupta</i>	15-65	9-52	18-27



## Diploneidaceae D. G. Mann

Tabla 61. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Diploneidaceae

Taxon	Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías en 10µm
<i>Diploneis bombus</i>	30-150	12-47	6-10*
<i>Diploneis bombus</i> var. <i>densestriata</i>	30-150	12-47	6-10*
<i>Diploneis crabro</i>	14-200	15-60*	3-9
<i>Diploneis papula</i> **	20-30	9-11	10-15
<i>Diploneis smithii</i>	25-200	11-75*	5-15

## Sellaphoraceae Mereschkowsky.

Tabla 62. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Sellaphoraceae

Taxon	Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías en 10µm
<i>Fallacia nummularia</i>	28-54	21-33*	11-16*

## Pleurosigmataceae Mereschowsky

Tabla 63. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Pleurosigmataceae

Taxon	Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías transversales en 10µm	Densidad de Estrías oblicuas en 10µm
<i>Gyrosigma balticum</i>	180-400	10-32	14-17	-
<i>Pleurosigma decorum</i>	158-272	20-46	15-19	14-17
<i>Pleurosigma formosum</i>	250-500	32-46		9-14
<i>Pleurosigma marinum</i>	97-180*	20-30	16*	16-23*
<i>Pleurosigma nicobaricum</i>	40-140	13.5-34*	14*	21-24*
<i>Pleurosigma normanii</i>	115-230	20-41	11-24	16-19

## Lyrellaceae D.G. Mann

Tabla 64. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Lyrellaceae

Taxon	Eje apical (µm)	Eje Transapical (µm)	Densidad de Estrías transversales en 10µm
<i>Lyrella clavata</i>	30-110	20-60	8-14
<i>Lyrella lyra</i>	50-210	23-73	6-16
<i>Lyrella implana</i>	59-61	31-40	9-10
<i>Lyrella iirrorata</i>	40-170*	29-60	5-10
<i>Petroneis marina</i>	40-108	22-35	10-13

### Mastogloiaceae Mereschkowsky

Tabla 65. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Mastogloiaceae

Taxon	Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$
<i>Mastogloia capitata</i> var. <i>lanceolata</i>	43-45*	5-7	32
<i>Mastogloia rostrata</i>	58-79*	10-11	26-28*

### Naviculaceae Kützing

Tabla 66. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Naviculaceae

Taxon	Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$
<i>Navicula directa</i> cf. var. <i>remota</i>	87	13	5-6
<i>Trachyneis aspera</i>	54-300	11-40	5-14

### Pinnulariaceae D.G. Mann

Tabla 67. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Pinnulariaceae

Taxon	Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$
<i>Oestrupia powellii</i>	59-90	14-18.5	8-10*

## Stauroneidaceae D.G. Mann

Tabla 68. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Stauroneidaceae

Taxon	Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de estrías 10 $\mu\text{m}$
<i>Craticula halophila</i>	17-32	4-8	15-22

## Surirellaceae Kützing

Tabla 69. Intervalos de la literatura citada previamente y los reportados en el presente trabajo para la familia Surirellaceae

Taxon	Eje apical ( $\mu\text{m}$ )	Eje Transapical ( $\mu\text{m}$ )	Densidad de costillas 10 $\mu\text{m}$
<i>Petrodictyon gemma</i>	70-201	35-69*	2-4*
<i>Surirella fastuosa</i>	108-115	68-72	1-4*
<i>Surirella fastuosa</i> . var. <i>recedens</i>	108-117*	68-75*	1-3

## Referencias

- AL-KANDARI, M., AL-YAMANI, F. Y. & AL-RIFAIE, K. 2009. Diatoms. *In: AL-KANDARI, M., AL-YAMANI, F. Y. & AL-RIFAIE, K. (eds.) Marine Phytoplankton Atlas of Kuwait's Waters*. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research.
- AL-YAMANI, F. Y. & SABUROVA, M. A. 2011a. *Illustrated Guide on the Benthic Diatoms of Kuwait's Marine Environment*, Kuwait, Kuwait Institute for Scientific Research,.
- AL-YAMANI, F. Y. & SABUROVA, M. A. 2011b. *Illustrated guide on the benthic diatoms of Kuwait's Marine Environment*, Kuwait, Kuwait Institute for Scientific Research.
- ALVEAL, K., FERRARIO, M. E., OLIVEIRA, E. C. & E., S. 1995. *Manual de métodos ficológicos*, Chile, Universidad de Concepción.
- CUPP, E. E. 1943. *Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America*, University of California Press.
- CHAPIN III, F. S., ZAVALA, E. S., EVINER, V. T., NAYLOR, R. L., VITOUSEK, P. M., REYNOLDS, H. L., HOOPER, D. U., LAVOREL, S., SALA, O. E., HOBBIE, S. E., MACK, M. C. & DIAZ, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234-242.
- DE VARGAS, C., AUBRY, M.-P., PROBERT, I. & YOUNG, J. 2011. Origin and Evolution of Coccolithophores: From Coastal Hunters to Oceanic Farmers. *In: FALKOWSKI, P. & KNOLL, A. H. (eds.) Evolution of Primary Producers in the Sea*. Elsevier Science.
- DUKE, E. L. & REIMANN, B. E. F. 1977. The Ultrastructure of the Diatom Cell. *In: WERNER, D. (ed.) The Biology of Diatoms*. University of California Press.
- FALCIATORE, A. & BOWLER, C. 2002. Revealing the molecular secrets of marine diatoms. *Annual Review of Plant Biology*, 53, 109-130.
- FALKOWSKI, P. G., KATZ, M. E., KNOLL, A. H., QUIGG, A., RAVEN, J. A., SCHOFIELD, O. & TAYLOR, F. J. R. 2004. The Evolution of Modern Eukaryotic Phytoplankton. *Science*, 305, 354-360.
- FERRARIO, M. E., SAR, E. A. & SALAS, E. 2002. Floraciones algales nocivas en el Cono Sur americano. *In: SAR, E. A., FERRARIO, M. E. & REGUERA, B. (eds.) Floraciones algales nocivas en el Cono Sur americano*
- Instituto Español de Oceanografía.
- FIELD, C. B., BEHRENFELD, M. J., RANDERSON, J. T. & FALKOWSKI, P. 1998. Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science*, 281, 237-240.
- FRYXELL, G. A., VILLAC, M. C. & SHAPIRO, L. P. 1997. The occurrence of the toxic diatom genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) on the West Coast of the USA, 1920–1996: a review. *Phycologia*, 36, 419-437.
- GRAHAM, L. E. & WILCOX, L. W. 2000. *Algae*, Prentice Hall.
- GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M. 2014. *AlgaeBase* [Online]. National University of Ireland, Galway. Available: <http://www.algaebase.org>.

- HASLE, G. R. 1994. PSEUDO-NITZSCHIA AS A GENUS DISTINCT FROM NITZSCHIA (BACILLARIOPHYCEAE)1. *Journal of Phycology*, 30, 1036-1039.
- HASLE, G. R., LANGE, C. B. & SYVERTSEN, E. E. 1996. A review of Pseudo-nitzschia, with special reference to the Skagerrak, North Atlantic, and adjacent waters. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 50, 131-175.
- HASLE, G. R. & SYVERTSEN, E. E. 1997. Marine diatoms. In: TOMAS, C. R. (ed.) *Identifying Marine Phytoplankton*. Elsevier Science.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. 1998. Species of the planktonic diatom genus Pseudo-nitzschia of the Pacific coasts of Mexico. *Hydrobiologia*, 379, 77-84.
- HOBBS, W. I. O., WOLFE, A., INSKEEP, W. P., AMSKOLD, L. A. & KONHAUSER, K. O. 2009. Epipelagic diatoms from an extreme acid environment: Beowulf Spring, Yellowstone National Park, USA. *Nova Hedwigia*, Suppl. 135, 71-83.
- HOEK, C., MANN, D. & JAHNS, H. M. 1995. *Algae: An Introduction to Phycology*, Cambridge University Press.
- HUSTEDT, F. 1959. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: RABENHORST, L. (ed.) *Kryptogamenflora*. New York: Johnson Rep. Co.
- JAHN, R. & KUSBER, W.-H. 2005. REINSTATEMENT OF THE GENUS CERATONEIS EHRENBERG AND LECTOTYPIFICATION OF ITS TYPE SPECIMEN: C. CLOSTERIUM EHRENBERG. *Diatom Research*, 20, 295-304.
- JONES, H. M., SIMPSON, G. E., STICKLE, A. J. & MANN, D. G. 2005. Life history and systematics of Petroneis (Bacillariophyta), with special reference to British waters. *European Journal of Phycology*, 40, 61-87.
- KOCIOLEK, P. J. 2011. *Diatoms of the United States* [Online]. Available: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/craticula\\_halophila](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/craticula_halophila).
- KOOISTRA, W., GERSONDE, R., MEDLIN, L., K. & MANN, D. 2011. The origin and evolution of the Diatoms: Their adaptation to a planktonic existence. In: FALKOWSKI, P. & KNOLL, A. H. (eds.) *Evolution of Primary Producers in the Sea*. Elsevier Science.
- KRAYESKY, D. M., MEAVE, D. C., M. E., ZAMUDIO-RESENDIZ, M., NORRIS, J. N. & S., F. 2009. Diatoms (Bacillariophyta) of the Gulf of Mexico. In: FELDER, D. L. & CAMP, D. K. (eds.) *Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota: Biodiversity*  
Texas A&M University Press.
- LANGE-BERTALOT, H. 1993. *85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa*, J. Cramer.
- LOBBAN, C. S., SCHEFTER, M., JORDAN, R. W., ARAI, Y., SASAKI, A., THERIOT, E. C., ASHWOETH, M., RUCK, E. C. & PENNESI, C. 2012a. Coral-reef diatoms (Bacillariophyta) from Guam: new records and preliminary checklist, with emphasis on epiphytic species from farmer-fish territories. *Micronesica*, 43, 237-479.
- LOBBAN, C. S., SCHEFTER, M., JORDAN, R. W., ARAI, Y., SASAKI, A., THERIOT, E. C., ASHWORTH, M., RUCK, E. C. & PENNESI, C. 2012b.

- Coral-reef diatoms (Bacillariophyta) from Guam: new records and preliminary checklist, with emphasis on epiphytic species from farmer-fish territories. *Micronesica*, 43, 237-479.
- LÓPEZ-FUERTE, F. Q., SIQUEIROS-BELTRONES, D. A. & NAVARRO, J. N. 2010. *BENTHIC DIATOMS ASSOCIATED WITH BENTHIC DIATOMS ASSOCIATED WITH MANGROVE ENVIRONMENTS IN THE MANGROVE ENVIRONMENTS IN THE NORTHWEST REGION OF MÉXICO*, Comité editorial de CICIMAR-Oceánides.
- LÓPEZ, F., F. O., SIQUEIROS, B., D. A. & NAVARRO, J. N. 2010. *Benthic diatoms associated with mangrove environments in the northwest region of México*, México, CICIMAR-Oceánides.
- LUNDHOLM, N., MOESTRUP, Ø., HASLE, G. R. & HOEF-EMDEN, K. 2003. A STUDY OF THE PSEUDO-NITZSCHIA PSEUDODELICATISSIMA/CUSPIDATA COMPLEX (BACILLARIOPHYCEAE): WHAT IS P. PSEUDODELICATISSIMA? 1. *Journal of Phycology*, 39, 797-813.
- MANN, D. G. 1999. The species concept in diatoms. *Phycologia*, 38, 437-495.
- MCCARTHY, P. M. 2013. *ensus of Australian Marine Diatoms*. Australian Biological Resources Study, Canberra [Online]. Available: [http://www.anbg.gov.au/abrs/Marine\\_Diatoms/index.html](http://www.anbg.gov.au/abrs/Marine_Diatoms/index.html).
- MEAVE, D. C., M. E. 2009. Dinoflagelados y Diatomeas del Pacífico tropical mexicano. Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa.
- MEAVE, D. C., M. E. 2011. Diversidad y dinámica del fitoplancton marino en la bahía de Acapulco, Guerrero. *Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HJ014*. México D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa.
- MEAVE, D. C., M. E., ZAMUDIO-RESENDIZ, M., CASTILLO, A. J., GUERRA MARTÍNEZ., J. & BARBOSA-LEDEZMA, L. 2003. Biodiversidad de Diatomeas (Bacillariophyta) en la columna de agua del Pacífico Mexicano. *In: BARREIRO-GUEMES, M. T., MEAVE DEL CASTILLO, M. E., SIGNORET POLLON, M. & M., F. T. (eds.) Planctología mexicana*. Sociedad Mexicana de Planctología.
- MEAVE, D. C., MARÍA ESTHER., ZAMUDIO-RESENDIZ, M. E. & CASTILLO-RIVERA, M. 2012. Riqueza fitoplanctónica de la Bahía de Acapulco y zona costera aledaña, Guerrero, México. *Acta botánica mexicana*, 405-487.
- MEDLIN, L. 2011. A Review of the Evolution of the Diatoms from the Origin of the Lineage to Their Populations. *In: SECKBACH, J. & KOCIOLEK, P. (eds.) The Diatom World*. Springer Netherlands.
- MEDLIN, L., KOOISTRA, W. C. F., POTTER, D., SAUNDERS, G. & ANDERSEN, R. 1997. Phylogenetic relationships of the 'golden algae' (haptophytes, heterokont chromophytes) and their plastids. *In: BHATTACHARYA, D. (ed.) Origins of Algae and their Plastids*. Springer Vienna.
- MEDLIN, L. K. & KACZMARSKA, I. 2004. Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia*, 43, 245-270.

- MEDLIN, L. K. & MANN, D. G. 2007. (1783) Proposal to conserve the name *Cylindrotheca* against *Ceratoneis* (Bacillariophyceae). *Taxon*, 56, 953-955.
- MORENO-GUTIÉRREZ, S. P. 2008. *Estudio morfológico y taxonómico de diatomeas planctónicas del género Pseudonitzschia Peragallo (Bacillariophyceae) en el Golfo de Tehuantepec, México*. licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.
- MORENO, J. L., LICEA, S. & SANTOYO, H. 1996. *Diatomeas del Golfo de California*, Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- MOSCHANDREOU, K. K. & NIKOLAIDIS, G. 2010. The genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) in Greek coastal waters. *Botanica Marina*.
- NOVELO, E. 2012. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *BACILLARIOPHYTA Hustedt*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- PÉRAGALLO, H. & PÉRAGALLO, M. 1897. *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins, par H. et M. Peragallo*, Grez-sur-Loing, M. J. Tempère.
- PETERSEN, J., TEICH, R., BRINKMANN, H. & CERFF, R. 2006. A "Green" Phosphoribulokinase in Complex Algae with Red Plastids: Evidence for a Single Secondary Endosymbiosis Leading to Haptophytes, Cryptophytes, Heterokonts, and Dinoflagellates. *Journal of Molecular Evolution*, 62, 143-157.
- POTAPOVA, M. & SPAULDING, S. 2013. *Diatoms of the United States*. [Online]. Available: [http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/cocconeis\\_placentula](http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/cocconeis_placentula).
- QUIJANO-SHEGGIA, S., ANDREE, K. B., CAMP, J., FLO ARCAS, E., FORTUÑO ALÓS, J. M., GARCÉS, E., LENNING, K. V. & SAMPEDRO, N. 2008. Identification and characterisation of the dominant *Pseudo-nitzschia* species (Bacillariophyceae) along the NE Spanish coast (Catalonia, NW Mediterranean). *Identificación y caracterización de las especies de Pseudo-Nitzschia dominantes (Bacillariophyceae) en la costa NE de España (Cataluña, Mediterráneo NO)*.
- REYNOLDS, C. S. 2006. *The Ecology of Phytoplankton*, Cambridge University Press.
- ROJAS-HERRERA, A., VIOLANTE-GONZÁLEZ, J., GARCÍA-IBÁÑEZ, S., SEVILLA-TORRES, V. M. G., GIL-GUERRERO, J. S. & FLORES-RODRÍGUEZ, P. 2012a. Temporal variation in the phytoplankton community of Acapulco Bay, Mexico. *Microbiology Research*, 3.
- ROJAS-HERRERA, A. A., VIOLANTE-GONZÁLEZ, J., SEVILLA-TORRES, V. M. G., GUERRERO, G., FLORES-RODRÍGUEZ, P. & RENDÓN-DIRCIO, J. A. 2012b. Species composition and abundance of phytoplankton communities in Acapulco Bay, Mexico *International Research Journal of Microbiology*, 3, 307-316.
- ROUND, F. E., CRAWFORD, R. M. & MANN, D. G. 1990. *The Diatoms: Biology & Morphology of the Genera*, Cambridge University Press.
- ROVIRA, L., TROBAJO, R., LEIRA, M. & IBÁÑEZ, C. 2012. The effects of hydrological dynamics on benthic diatom community structure in a highly



- stratified estuary: The case of the Ebro Estuary (Catalonia, Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 101, 1-14.
- SAR, E. A., STERRENBURG, F. A., LAVIGNE, A. S. & SUNESEN, I. 2013. Diatomeas de ambientes marinos costeros de Argentina: Especies del género *Pleurosigma* (Pleurosigmataceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48, 17-51.
- SECKBACH, J. & KOCIOLEK, J. P. 2011. *The Diatom World*, Springer London, Limited.
- SILVA, P. 2014. *Index Nominum Algarum* [Online]. University of California, Berkeley. Available: <http://ucjeps.berkeley.edu/CPD/>.
- SIMON, N., CRAS, A.-L., FOULON, E. & LEMÉE, R. 2009. Diversity and evolution of marine phytoplankton. *Comptes Rendus Biologies*, 332, 159-170.
- SIMS, P. A., MANN, D. G. & MEDLIN, L. K. 2006. Evolution of the diatoms: insights from fossil, biological and molecular data. *Phycologia*, 45, 361-402.
- SIQUEIROS-BELTRONES, D. A., LOPEZ-FUERTE, F. Q., HERNÁNDEZ-ALMEIDA, O. U. & ARGUMEDO-HERNÁNDEZ, U. 2011. MICROALGAS ASOCIADAS A SISTEMAS DE MANGLAR. In: FÉLIX-PICO, E. F., SERVIERE-ZARAGOZA, E., RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R. & LUZ, L. (eds.) *Los Manglares de la Península de Baja California*. Mexico: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste,.
- STEHR, C. M., CONNELL, L., BAUGH, K. A., BILL, B. D., ADAMS, N. G. & TRAINER, V. L. 2002. MORPHOLOGICAL, TOXICOLOGICAL, AND GENETIC DIFFERENCES AMONG PSEUDO-NITZSCHIA (BACILLARIOPHYCEAE) SPECIES IN INLAND EMBAYMENTS AND OUTER COASTAL WATERS OF WASHINGTON STATE, USA1. *Journal of Phycology*, 38, 55-65.
- STIDOLPH, S. R., STERRENBURG, F., A. S., SMITH, S. & KRABERG, A. 2012. *Stuart R. Stidolph Diatom Atlas*, U.S. Geological
- Surve.
- STONIK, I. V., ORLOVA, T. Y. & SHEVCHENKO, O. G. 2001. Morphology and Ecology of the Species of the Genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyta) from Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*, 27, 362-366.
- TRAINER, V., HICKEY, B. M. & BATES, S. S. 2011. Toxic Diatoms Oceans and human health, risks and remedies from the seas. In: WALSH, P. J., SMITH, S., FLEMING, L., SOLO-GABRIELE, H. & GERWICK, W. H. (eds.) *Oceans and Human Health: Risks and Remedies from the Seas*. Elsevier Science.
- TRAINER, V. L., BATES, S. S., LUNDHOLM, N., THESEN, A. E., COCHLAN, W. P., ADAMS, N. G. & TRICK, C. G. 2012. Pseudo-nitzschia physiological ecology, phylogeny, toxicity, monitoring and impacts on ecosystem health. *Harmful Algae*, 14, 271-300.
- WILLIAMS, D. M. & KOCIOLEK, J. P. 2011. An Overview of Diatom Classification with Some Prospects for the Future. In: SECKBACH, J. & KOCIOLEK, J. P. (eds.) *The Diatom World*. Springer London, Limited.
- WITKOWSKI, A., LANGE-BERTALOT, H. & METZELTIN, D. 2000. *Diatom Flora of Marine Coasts: I*, A.R.G. Gantner.

