

Coccinodiscophyceae de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe,
Baja California, México

Nombres válidos, legítimos y correctos en ficología
¿Cuándo se deben usar?



COMITÉ EDITORIAL

EDITOR EJECUTIVO:

Dr. Eberto Novelo

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
enm@ciencias.unam.mx

EDITORES ADJUNTOS:

Dr. Abel Sentfies

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México
asg@xanum.uam.mx

Dr. Juan Manuel Lopez-Bautista

Universidad de Alabama, United States of America
jlopez@biology.as.ua.edu

ASISTENTE EDITORIAL:

M. en C. Alejandra Mireles Vázquez

Fac. Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
alemiciencias@gmail.com

EDITORES ASOCIADOS (COMITÉ EDITORIAL TEMÁTICO)

[Florística, Taxonomía, Filogenia y sistemática, Biogeografía y distribución:](#)

Dr. Erasmo Macaya

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Chile
emacaya@oceanografia.udec.cl

M. en C. Gloria Garduño Solórzano

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México
ggs@servidor.unam.mx

Dr. Luis E. Aguilar Rosas

Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California
aguilarl@uabc.edu.mx

Dra. Visitación Conforti

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, Argentina
conforti@bg.fcen.uba.ar

[Biología celular y Bioquímica, Fisiología y Ecofisiología:](#)

Dra. Pilar Mateo Ortega

Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid, España
pilar.mateo@uam.es

[Algas tóxicas y FANs:](#)

Dra. Marina Aboal Sanjurjo

Facultad de Biología, Universidad de Murcia, España
maboal@um.es

Dr. Yuri Okolodkov

Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, México
yuriokolodkov@yahoo.com

[Ecología de poblaciones y comunidades algales :](#)

Dra. Ligia Collado Vides

School of Environment, Arts and Society, Florida International University, United States of America
Ligia.ColladoVides@fiu.edu

Dra. Rosaluz Tavera

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
r_tavera@ciencias.unam.mx

[Ficología aplicada y biotecnología:](#)

Dra. Eugenia J. Olguín Palacios

Instituto de Ecología, Centro CONACYT
eugenia.olguin@inecol.mx

Dra. Marcia G. Morales Ibarra

División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana – Cuajimalpa, México
mmorales@correo.cua.uam.mx

[Nomenclatura](#)

Dr. Francisco F. Pedroche


Depto. Ciencias Ambientales, División CBS, UAM-Lerma
e-mail:fpedroche@correo.ler.uam.mx

Esta publicación es financiada totalmente por el Editor Ejecutivo. No recibe subsidios ni pagos.

CINTILLO LEGAL

Cymbella Revista de investigación y difusión sobre algas. -Vol. 7 Núm 1, enero – abril 2021, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México, a través del Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía de la Facultad de Ciencias, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Col. Copilco, Del. Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, Tel. (55) 56225430, <http://cymbella.mx/>, enm@ciencias.unam.mx. Editor responsable: Dr. Eberto Novelo Maldonado. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2016-112410454200. ISSN: 2448-8100. Responsable de la última actualización de este número, Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía de la Facultad de Ciencias, Dr. Eberto Novelo Maldonado, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Col. Copilco, Del. Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, fecha de la última modificación, 20 de octubre de 2021.

Los artículos firmados son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la opinión de los Editores ni de la Sociedad Mexicana de Ficología. El material publicado puede reproducirse total o parcialmente siempre y cuando exista una autorización de los autores y se mencione la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.



El primer número del volumen 7 de *Cymbella* ofrece dos textos florísticos que muestran, nuevamente, la necesidad de seguir estudiando las algas de nuestro país, ambos señalan novedades florísticas, 29 primeros registros de Coscinodiscophyceae en la Isla Guadalupe y el otro anota 238 taxones de los cuales 25 son registros nuevos para el Golfo de México y 27 para las otras costas mexicanas. Lo que hace un total de 267 registros de taxones en las costas de México. Estos registros son resultado de la insistencia de los colegas en conocer y difundir la flora mexicana. *Cymbella* es el medio de difusión para la florística y ese tipo de trabajos siempre serán bienvenidos.

No podemos exigir que se conserven los ecosistemas si no somos capaces de mostrar lo que contienen. Si una de nuestras responsabilidades como ficólogos es la conservación de la diversidad algal, esa tarea empieza con el registro y documentación de la riqueza biológica nacional y regional. Y ese conocimiento y registro, a pesar de ser fundamentales son difícilmente aceptados en otras publicaciones. Y parte causal de la reticencia a publicar este tipo de trabajos es la confusión entre lo moderno y lo antiguo, o eufemísticamente lo tradicional. Esta falsa dicotomía es producto de una visión dividida de las necesidades: las personales o las nacionales. No se trata de criticar, ambas son necesarias, pero lo que es falso es que una sea mejor que la otra. Así como los colegas necesitan publicar en revistas con un factor de impacto alto, también es necesario conocer lo que no aceptan las revistas de ese tipo. Esta falsa dicotomía tiene muchas expresiones, desde la que opone la "taxonomía tradicional" contra la taxonomía moderna o contemporánea (es decir, con biología molecular), hasta las consideraciones de las etapas consecutivas del conocimiento taxonómico (taxonomías alfa, beta y gama) y finalmente las que consideran que existe una crisis en la taxonomía por el cambio de "paradigmas" en la forma como conocemos la biodiversidad. En los enfoques polifásicos, polifacéticos o de taxonomía integral existe la intención de recuperar parte de lo que es la taxonomía como disciplina integrativa, pero los estándares impuestos por las revistas implican siempre la utilización, como fase final e indiscutible, el análisis de secuencias y las relaciones filogenéticas moleculares como criterio de modernidad.

Para tratar de explicar a un grupo de estudiantes la importancia de conocer la estructura, la biología

reproductiva, la ultraestructura y las filogenias moleculares como una unidad necesaria en la descripción de las especies, usé como método didáctico una analogía relacionada con la historia de la música. Reconocemos y disfrutamos de la música antigua, la barroca, la clásica, etc., así en el trabajo taxonómico, requerimos y reconocemos de los conocimientos de los autores de los siglos XVIII al actual. Y curiosamente, hay cierta correspondencia

con el avance entre los patrones en la composición usados por los grandes músicos y las fases por las que ha pasado el conocimiento de las algas. Como un mero ejercicio para el gozo en reconocer los aportes históricos podríamos hacer la siguiente comparación, en la columna izquierda los periodos musicales, en el centro las fechas aproximadas y en la derecha los principales grupos de caracteres de los sistemas taxonómicos usados en la ficología:

Periodo barroco	≈ 1750	Morfología del talo adulto
Periodo clásico	≈ 1800	Tipos de reproducción
Periodo romántico	≈ 1860	Ciclos de vida
Periodo postromántico	≈ 1900	Bioquímica estructural
Periodo impresionista	≈ 1950	Distribución y extensión de caracteres
Periodo moderno	≈ 1980	Ultraestructura y bioquímica metabólica
Periodo contemporáneo	≈ actual	Biología molecular

Disfrutamos de las grandes obras musicales, sin necesidad de un orden cronológico estricto, pues podemos pasar de Bach, a Ravel, a Stravinsky y a Pärt, así podemos hacer la taxonomía, de lo morfológico macro, a los ciclos de vida y a la biología molecular. Y así como ya no podemos llamar “música clásica” a toda la gama de músicas no “populares” que existen, tampoco podemos llamar taxonomía tradicional a todo lo que no es biología

molecular; todo elemento es valioso y necesario. Como podemos reconocer las grandes diferencias y los aportes de cada autor musical, así podremos reconocer y valorar cada elemento que constituye esas obras de arte que llamamos algas. Incluimos el mapa de visitas a la revista según Google Analytics de los últimos 12 meses. ¡La siguiente meta es aumentar el tono del azul en todo el mundo!



Primeros registros de diatomeas marinas de la Clase Coscinodiscophyceae de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, Baja California, México

First records of marine diatoms of the Class Coscinodiscophyceae from the Isla Guadalupe Biosphere Reserve, Baja California, Mexico

Francisco Omar López Fuerte¹, David A. Siqueiros Beltrones^{2*} & Ricardo Yabur³

¹Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al Sur, km. 5.5. La Paz. C.P. 23080, Baja California Sur, México.

²Departamento Plancton y Ecología Marina, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Av. Instituto Politécnico Nacional S/N, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz. C.P. 23096, Baja California Sur, México.

³Universidad Olmeca, Carretera Villahermosa-Macuspana km 14, Poblado Dos Montes, C.P. 86280, Centro, Tabasco, México.

Correspondencia: *dsiquei@gmail.com

López Fuerte, F.O., D.A. Siqueiros Beltrones & R. Yabur. 2021. Primeros registros de diatomeas marinas de la Clase Coscinodiscophyceae de la Reserva de la biosfera Isla Guadalupe, Baja California, México. *Cymbella* 7 (1): 5-17. <http://cymbella.mx>

RESUMEN

Hasta ahora no se habían publicado registros de diatomeas marinas de la Clase Coscinodiscophyceae para la región de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe en el noroeste del Pacífico mexicano. Así, se presenta el primer estudio florístico de diatomeas de este grupo recolectadas alrededor de Isla Guadalupe. Este comprende la identificación de 29 taxones, comprendidos dentro de 21 géneros: *Actinocyclus* con cuatro taxones, *Bacteriastrum* (3) y *Chaetoceros* (3) fueron los mejor representados; mientras que 18 de estos presentaron solo un solo taxón. Como se esperaba, todos los taxones registrados son formas comunes en el sistema de la corriente de California, pero también para el golfo de California.

Palabras clave: Fitoplancton, holoplancton, Pacífico Oriental, ticiplancton

ABSTRACT

Records of marine diatoms of the class Coscinodiscophyceae had not been hitherto published from the Guadalupe Island Biosphere Reserve region in the northwestern Mexican Pacific. Thus, the first floristics on for this group collected off Guadalupe Island is here provided. It comprises 29 identified taxa, included in 21 genera. *Actinocyclus* (4), *Bacteriastrum* (3) and *Chaetoceros* (3) comprised the higher number of taxa, while 18 were represented by only one taxon. As expected, all the recorded taxa are common to the California Current system, but also from the Gulf of California.

Key words: Phytoplankton, holoplankton, Eastern Pacific, tychoplankton

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sobre biodiversidad del componente marino en torno a las islas oceánicas del Pacífico norte de las costas mexicanas son escasas y/o están dirigidas principalmente hacia grupos taxonómicos carismáticos (mamíferos, tortugas, elasmobranquios) o de importancia comercial como langostas y abulones; estos últimos se relacionan fundamentalmente con diatomeas al alimentarse de estas, principalmente durante sus fases tempranas de vida (Siqueiros Beltrones & Valenzuela-Romero 2004).

Al igual que otras islas ubicadas al noroeste del Pacífico mexicano la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe (RBIG) es en su tipo único como ecosistema y presenta un considerable número de endemismos de distintos grupos taxonómicos (Aguirre-Muñoz *et al.* 2003; García-Gutiérrez *et al.* 2005). No obstante, e independientemente de la importancia ecológica de la RBIG, taxocenosis marinas como las de diatomeas no han sido prácticamente estudiadas, y se desconocen incluso sus aspectos fundamentales como su composición específica, debido principalmente a las dificultades propias derivadas de su distancia del continente. Así, solo se cuenta con un estudio sobre diatomeas bentónicas de la RBIG (López Fuerte *et al.* 2015), el cual muestra que las taxocenosis incluyen tanto componentes de aguas templadas como tropicales, sin una afinidad mayor, y sin visos de endemismo como se ha observado para otros grupos taxonómicos. De acuerdo con lo anterior, la hipótesis de rigor propone que la taxocenosis de las diatomeas de la Clase Coscinodiscophyceae alrededor de la RBIG estará conformada por taxones comunes de la corriente de California, principal sistema de influencia en la región.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este estudio fue realizar el primer registro florístico de diatomeas de la Clase Coscinodiscophyceae en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, proporcionando a su vez la línea base para estudios de índole ecológica y biogeográfica en torno a este grupo taxonómico.

ÁREA DE ESTUDIO

La reserva de la biosfera Isla Guadalupe se localiza en el océano Pacífico Oriental, aproximadamente a

256 km de la costa oeste de la península de Baja California, México (Fig. 1). Su posición geográfica (29° N y 118° O) la sitúa en la porción sur del sistema de la Corriente de California, la cual se caracteriza por temperaturas superficiales que fluctúan entre los 15- 20 °C y 20-22 °C durante el invierno y el verano, respectivamente (Lynn & Simpson 1987). La forma alargada con orientación norte-sur de la isla definen una barrera contra el flujo de dicha corriente (Gallo-Reynoso *et al.* 2005). Su origen volcánico oceánico y su localización remota le confieren una biodiversidad particular con indicios de endemismos (Aguirre-Muñoz *et al.* 2003; García-Gutiérrez *et al.* 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los taxones registrados provienen de muestras de algas, rocas y conchas de caracoles recolectados por López Fuerte *et al.* (2015) en lo que hasta el momento era el primer registro de diatomeas (bentónicas) para la RBIG. Así, las fechas y procedimientos de recolecta, limpieza y montaje de las diatomeas se pueden consultar en dicha referencia. Asimismo, los montajes se inspeccionaron con microscopía óptica a 1000× y se capturaron imágenes mediante una cámara digital Nikon CoolPix® 7100.

Para las identificaciones taxonómicas a nivel específico se utilizaron Schmidt *et al.* (1874-1959), Peragallo & Peragallo (1897-1908), Sournia *et al.* (1979), Priddle & Fryxell (1985), Moreno *et al.* (1996), Hasle & Syvertsen (1996). La lista taxonómica se actualizó siguiendo los recursos electrónicos www.algaebase.org (Guiry & Guiry 2021) y www.marinespecies.org (WoRMS Editorial Board, 2021). El sistema de clasificación que se siguió fue el propuesto por Round *et al.* (1990).

RESULTADOS

La revisión taxonómica redituó 29 taxones de diatomeas planctónicas, ticoplanctónicas y algunas formas registradas comúnmente como epífitas, pertenecientes a 21 géneros, 12 familias y 10 órdenes de la Clase Coscinodiscophyceae. Los géneros mejor representados fueron *Actinocyclus* con 4 taxones y *Bacteriastrum* y *Chaetoceros*, ambos con tres especies; mientras que 18 géneros estuvieron representados por un solo taxón.

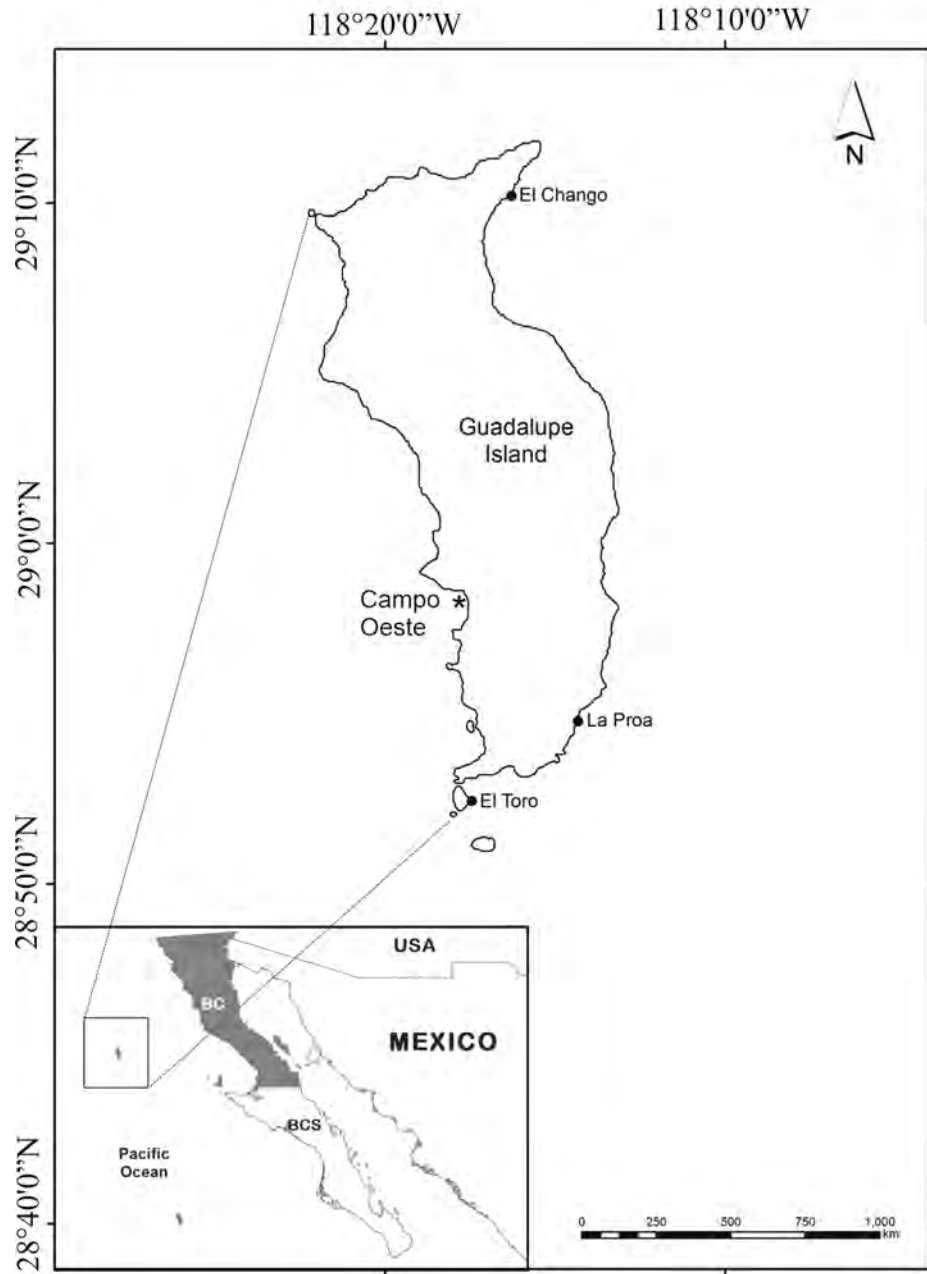


Figura 1. Ubicación y sitios de muestreo en Isla Guadalupe, Baja California, México.

LISTADO FLORÍSTICO DE DIATOMEAS DE LA CLASE COSCINODISCOPHYCEAE EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA ISLA GUADALUPE

Coscinodiscophyceae Round & Crawford

Coscinodiscales Round & Crawford

Coscinodiscaceae Kützing

Coscinodiscus Ehrenberg

Coscinodiscus radiatus Ehrenberg (Fig. 5a)

Hemidiscaceae Hendey emend. Simonsen

Actinocyclus Ehrenberg

Actinocyclus cuneiformis (Wallich) Gómez, Wang & Lin (Fig. 4c-d)

Actinocyclus octonarius* var. *octonarius Ehrenberg (Fig. 6d)

Actinocyclus octonarius* var. *ralfsii (W. Smith) Hendey (Fig. 6a-b)

Actinocyclus subtilis (W. Gregory) Ralfs (Fig. 6c)

Actinoptychus Ehrenberg

Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg (Fig. 6e)

Roperia Grunow ex J. Pelletan

Roperia tessellata (Roper) Grunow ex Pelletan (Fig. 5b)

Asterolamprales Round & Crawford

Asterolampraceae Smith

Asterolampra Ehrenberg

Asterolampra marylandica Ehrenberg (Fig. 3d)

Asteromphalus Ehrenberg

Asteromphalus flabellatus (Brébisson) Greville (Fig. 3c)

Chaetocerotales Round & Crawford

Chaetocerotaceae Ralfs

Bacteriastrum Shadbolt

Bacteriastrum delicatulum Cleve (Fig. 2b)

Bacteriastrum furcatum Shadbolt (Fig. 2a)

Bacteriastrum hyalinum Lauder (Fig. 2c)

Chaetoceros Ehrenberg

Chaetoceros convolutus Castracane (Fig. 2e)

Chaetoceros lorenzianus Grunow (Fig. 3a-b)

Chaetoceros peruvianus Brightwell (Fig. 2d)

Eupodiscales Nikolaev & Harwood

Odontellaceae Sims, Williams & Ashworth

Amphitetras Ehrenberg

Amphitetras antediluviana Ehrenberg (Fig. 6f-g)

Odontella Agardh

Odontella obtusa Kützing (Fig. 7a)

Biddulphiales Krieg

Biddulphiaceae Kützing

Biddulphia Gray

Biddulphia biddulphiana (J. E. Smith) Boye (Fig. 7b-e)
Biddulphiopsis Stosch & Simonsen

Biddulphiopsis titiana (Grunow) Stosch & Simonsen (Fig. 5e-f)
Stephanodiscales Nikolaev & Harwood
Stephanodisceae Glezer & Makarova
Cyclotella (Kützing) Brébisson

Cyclotella meneghiniana Kützing (Fig. 5g-h)
Thalassiosirales Glezer & Makarova
Thalassiosiraceae Lebour
Detonula Schütt ex De Toni

Detonula pumila (Castracane) Gran (Fig. 3e)
Planktoniella Schütt

Planktoniella sol (Wallich) Schütt (Fig. 4b)
Thalassiosira Cleve emend. Hasle

Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve (Fig. 5c-d)
Rhizosoleniales Silva
Rhizosoleniaceae De Toni
Guinardia Peragallo

Guinardia flaccida (Castracane) H. Peragallo (Fig. 3g)
Rhizosolenia Brightwell

Rhizosolenia debyana H. Peragallo (Fig. 4a)
Hemiaulales Round & Crawford
Hemiaulaceae Heiberg
Hemiaulus Ehrenberg

Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck (Fig. 3f)
Melosirales Crawford
Hyalodisceae Crawford
Podosira Ehrenberg

Podosira stelligera (J. W. Bailey) A. Mann (Fig. 4e-f)
Melosiraceae Kützing
Melosira Agardh

Melosira nummuloides C. Agardh (Fig. 4g)

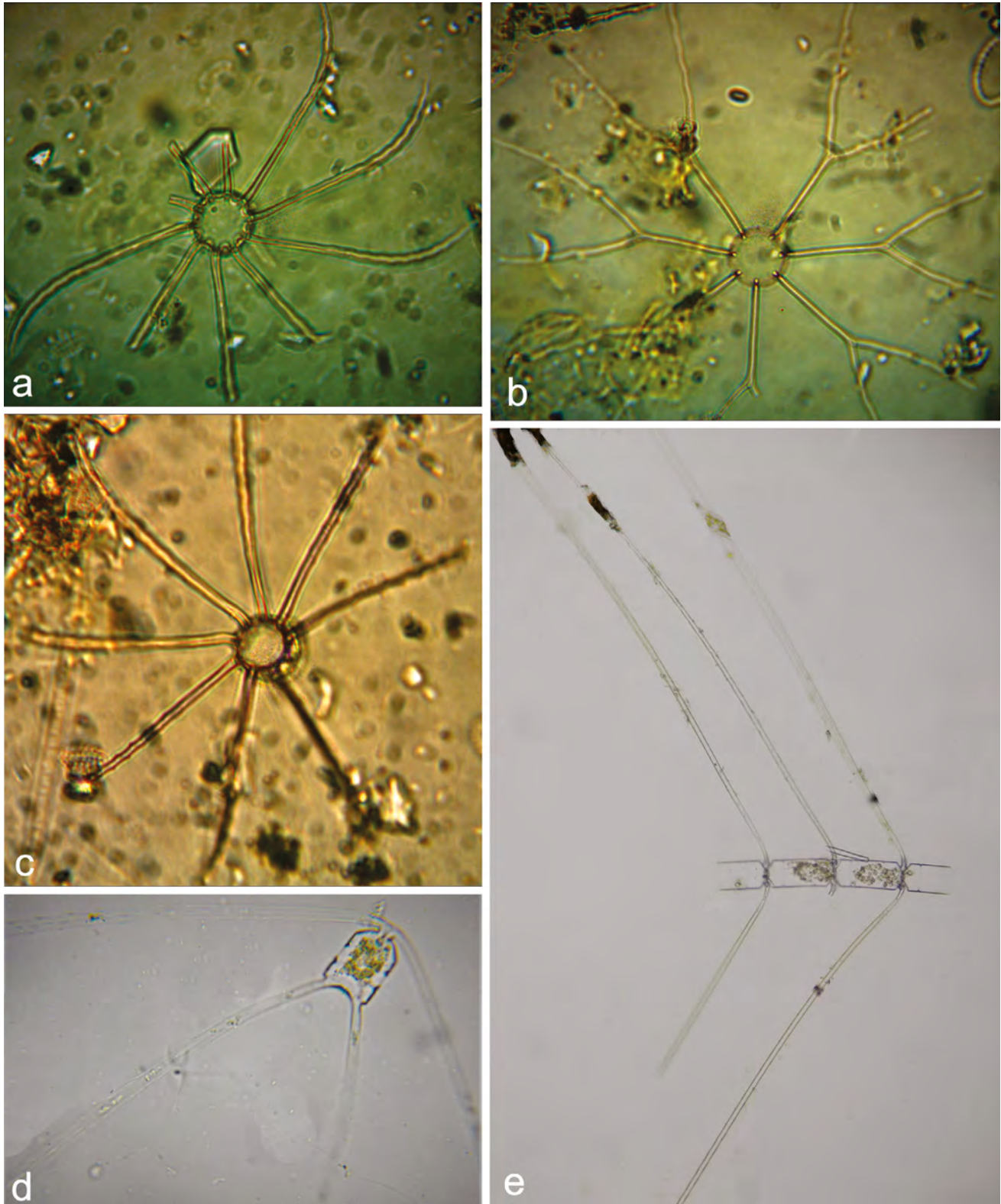


Figura 2. a-c) Especímenes limpios y montados en laminillas permanentes. d-e) Especímenes vivos mostrando restos de los cloroplastos. a) *Bacteriastrum furcatum*, b) *Bacteriastrum delicatulum*, c) *Bacteriastrum hyalinum*, d) *Chaetoceros peruvianus*, e) *Chaetoceros convolutus*.

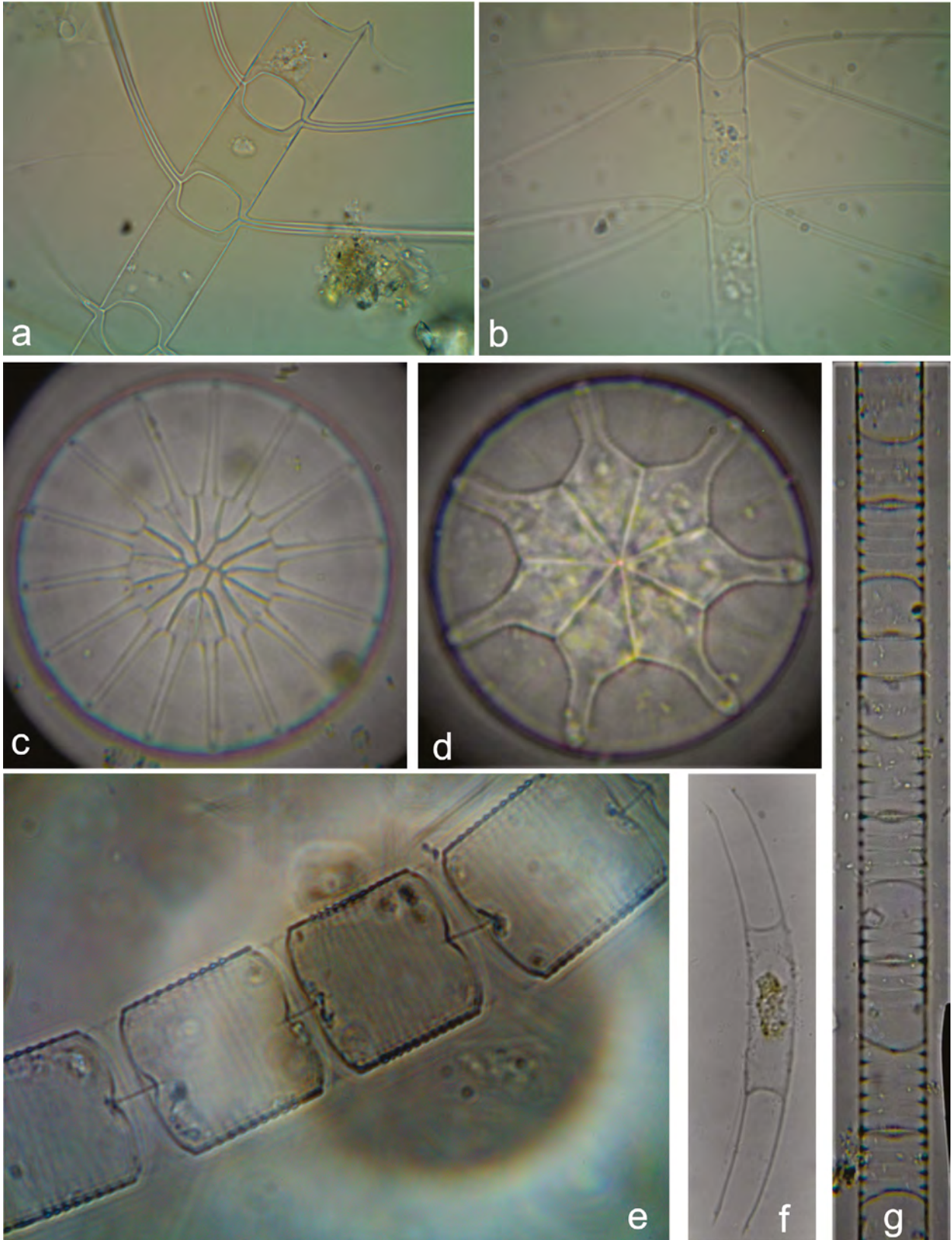


Figura 3. a-g) Especímenes limpios y montados en laminillas permanentes. **a-b)** *Chaetoceros lorenzianus*, **c)** *Asteromphalus flabellatus*, **d)** *Asterolampra marylandica*, **e)** *Detonula pumila*, **f)** *Hemiaulus hauckii*, **g)** *Guinardia flaccida*.

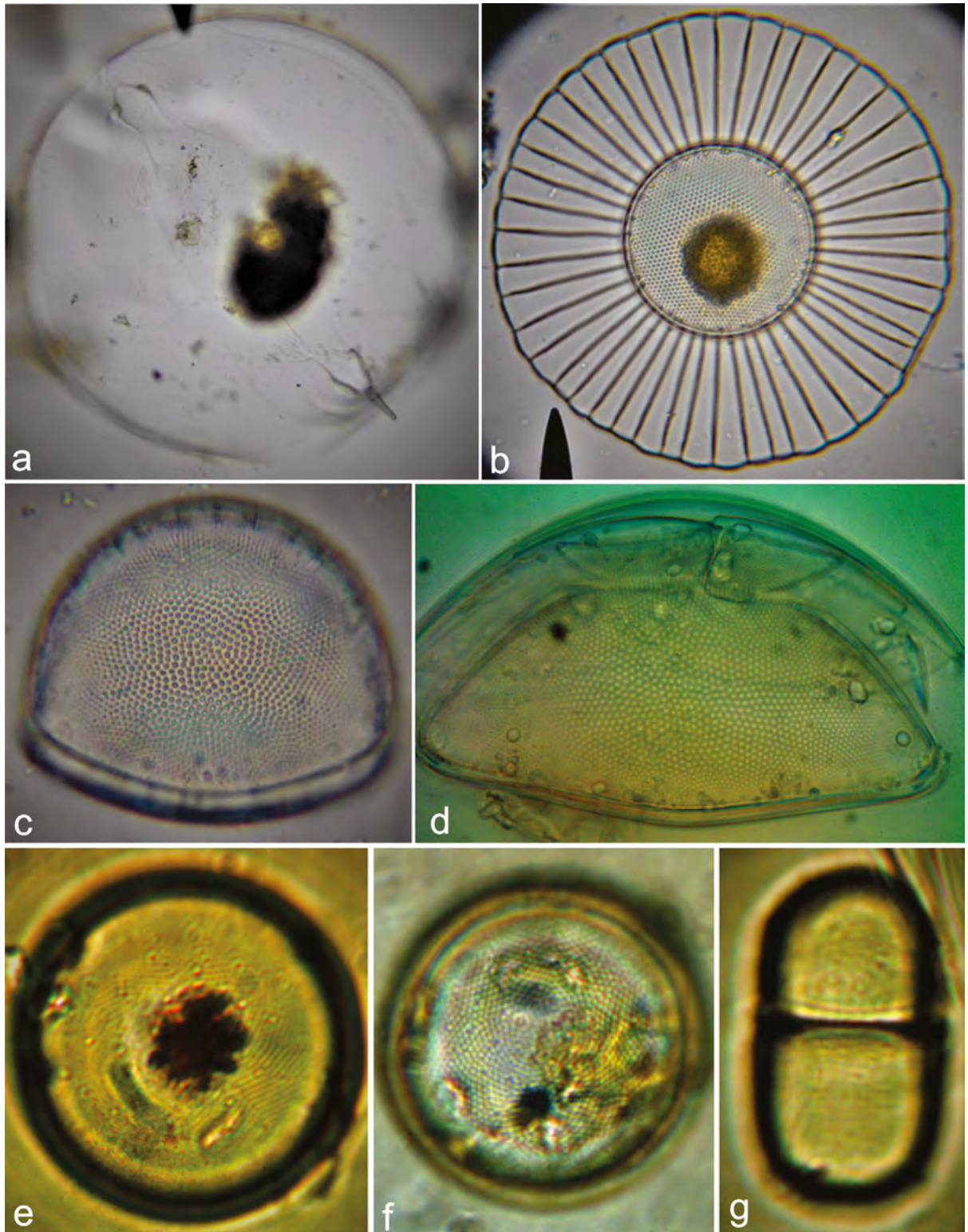


Figura 4. e-g) Especímenes limpios y montados en laminillas permanentes. **b)** Especímen vivo mostrando restos de los cloroplastos. **a)** *Rhizosolenia debyana*, **b)** *Planktoniella sol*, **c-d)** *Actinocyclus cuneiformis*, **e-f)** *Podosira stelligera*, **g)** *Melosira nummuloides*.

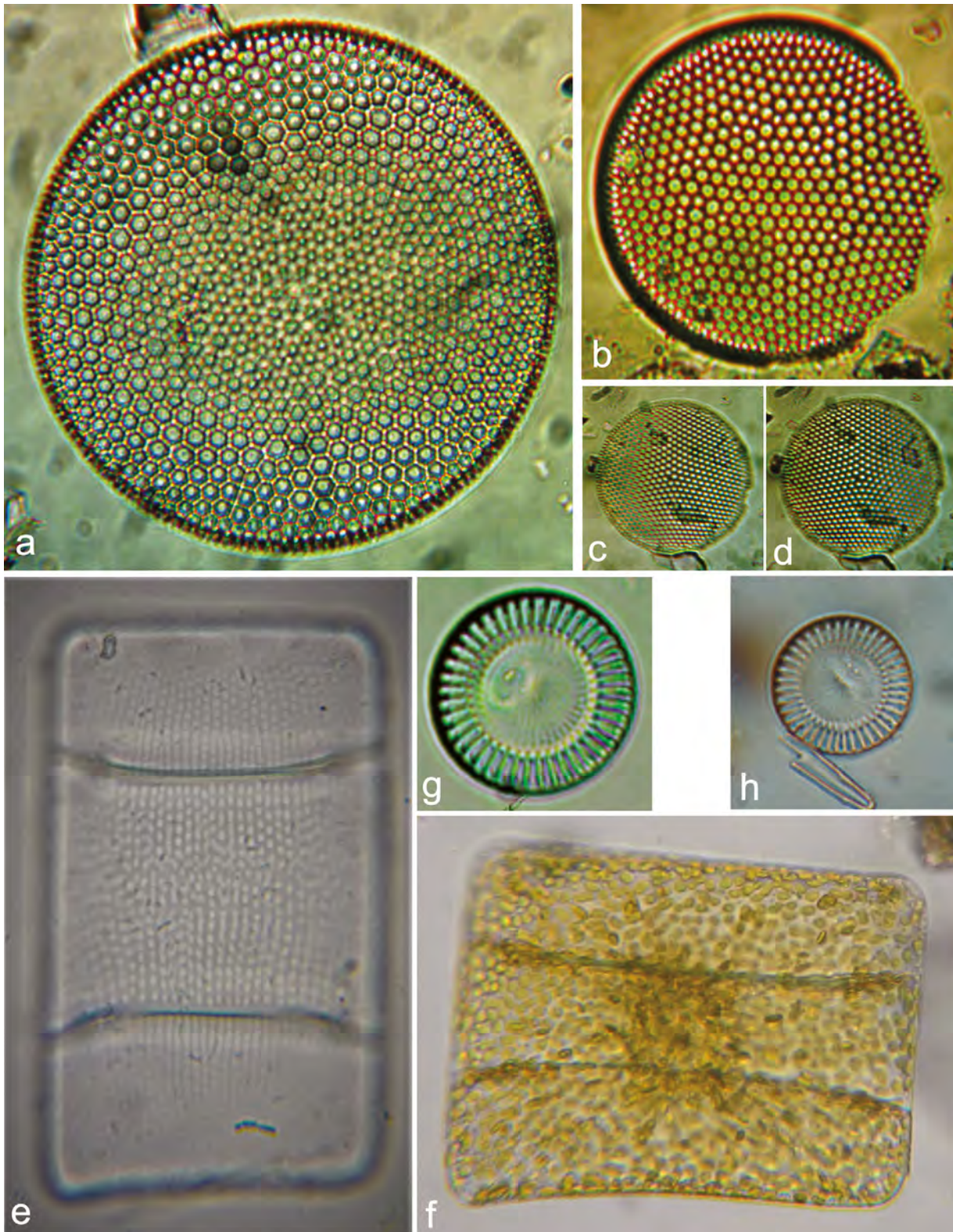


Figura 5. a-d, g-h) Especímenes limpios y montados en laminillas permanentes. **f)** Especímen vivo mostrando múltiples cloroplastos. **a)** *Coscinodiscus radiatus*, **b)** *Roperia tessellata*, **c-d)** *Thalassiosira eccentrica*, **e-f)** *Biddulphiopsis titiana*, **g-h)** *Cyclotella meneghiniana*.

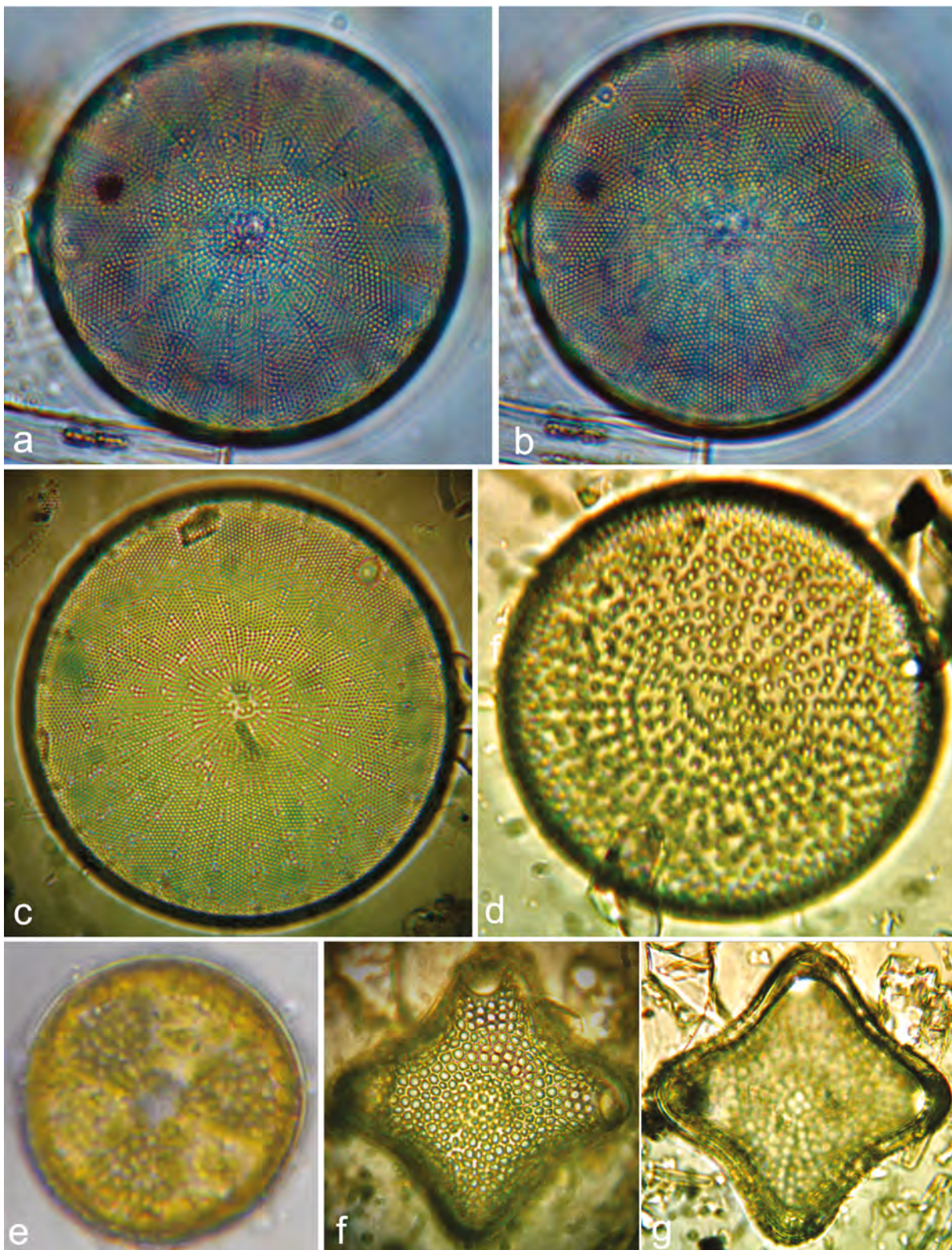


Figura 6. a-d, f-g) Especímenes limpios y montados en laminillas permanentes. **e)** Espécimen vivo mostrando múltiples cloroplastos. **a-b)** *Actinocyclus octonarius* var. *ralfsii*, **c)** *Actinocyclus subtilis*, **d)** *Actinocyclus octonarius* var. *octonarius*, **e)** *Actinoptychus senarius*, **f-g)** *Amphitetras antediluviana*.

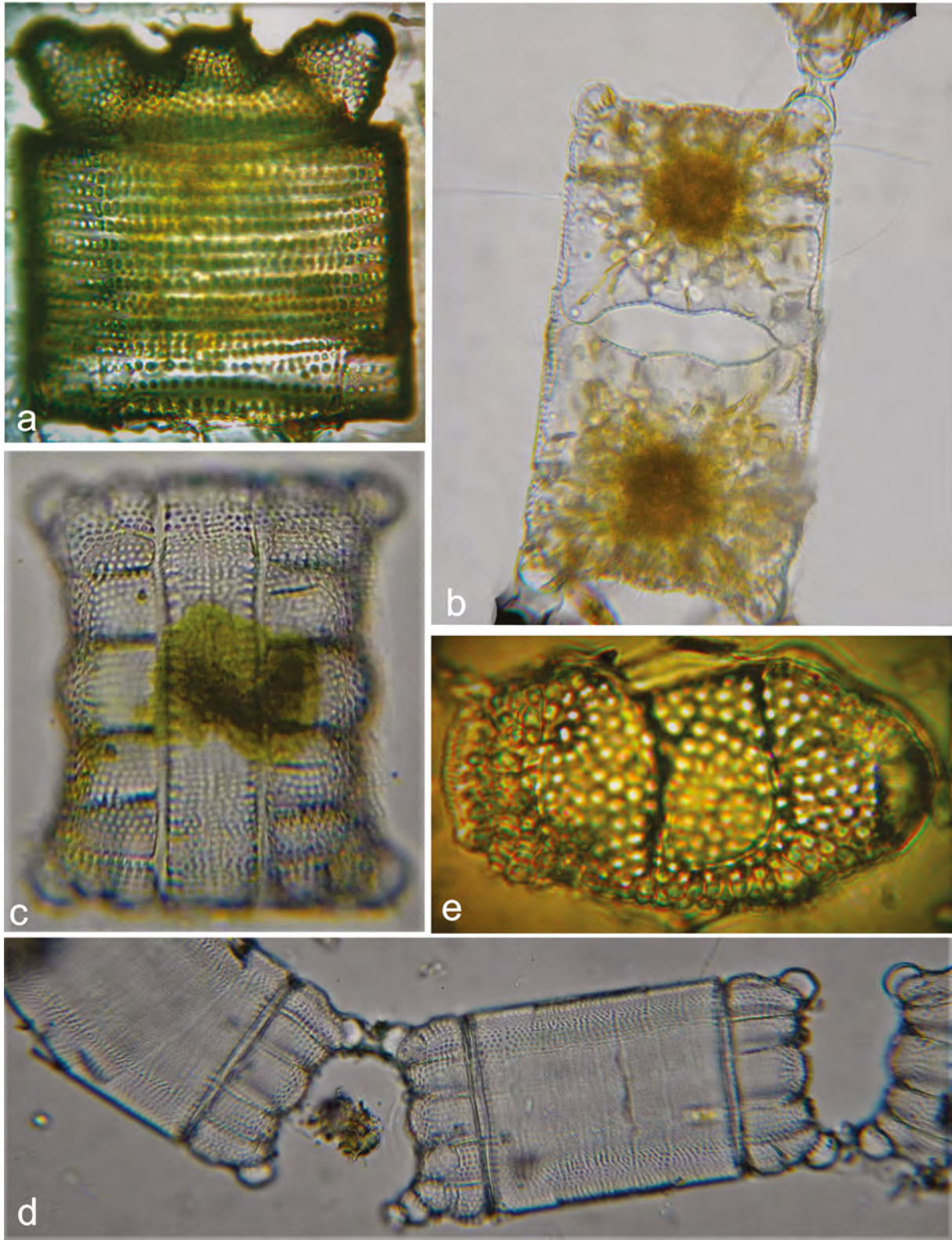


Figura 7. a, e) Especímenes limpios y montados en laminillas permanentes. b-c). Especímenes vivos con cloroplastos. a) *Odontella obstusa*, b-e) *Biddulphia biddulphiana*.

DISCUSIÓN

Todos los taxones identificados son formas comunes de la región, tanto de la corriente de California como del golfo de California (Moreno *et al.* 1996). Así mismo, la riqueza total es similar a la registrada en otros trabajos dentro de la corriente de California (Gárate-Lizárraga & Siqueiros Beltrones 1998). Esta riqueza corresponde a las condiciones de invierno por lo que es de esperarse que se incrementen significativamente conforme otras temporadas sean inspeccionadas.

Aunque la composición específica no puede compararse con otros trabajos en el área de estudio, al ser este el primero en su tipo, una comparación con estudios sobre diatomeas del mismo grupo (Coccinodiscophyceae) pero del archipiélago Revillagigedo permite entrever ciertas particularidades en la florística registrada en la RBIG. Así, de los 42 taxones registrados (pertenecientes a 21 géneros) en dicho archipiélago (CONANP-SEMARNAT 2019), solo 10 especies se registraron también en la RBIG. Por otra parte, de 208 taxones de diatomeas epifitas registrados en Islas Revillagigedo (Siqueiros Beltrones *et al.* 2019), solo 10 pertenecen a la Clase Coccinodiscophyceae; de estos, únicamente *Roperia tessellata* (Fig. 5b) y *Coccinodiscus radiatus* (Fig. 5a) se registraron también en la RBIG. La presencia de este último taxón coincide con lo mencionado por Hernández-Becerril (2000) quien lo considera cosmopolita y atribuye dicha distribución a su extrema variabilidad morfológica, ocasionando que haya sido confundido con otros taxones.

Algunos de los taxones que se presentan en este trabajo son considerados y/o han sido registrados en ambientes y muestras provenientes del bentos; la mayoría de ellos como formas epifitas, v. gr. *Amphitetras antediluviana* (Fig. 6f-g), *Podosira stelligera* (Fig. 4e-f), *Melosira nummuloides* (Fig. 4g), o como parte de lo que se considera ticoplancton; *Thalassiosira eccentrica* (Fig. 5c-d) y *Biddulphia biddulphiana* (Fig. 7b-e). No obstante, e independientemente del sustrato que se utilizó para este trabajo, i. e. macroalgas, rocas y sustratos vivos (caracol), la mayoría de los taxones son formas holoplanctónicas, como las especies de *Bacteriastrum*, *Chaetoceros*, *Detonula*, *Guinardia*, *Hemiaulus*, *Planktoniella* y *Rhizosolenia*. En particular, *Rhizosolenia debyana* ha sido registrada en el golfo de California por Hernández-Becerril (1995) y Gárate-Lizárraga *et al.* (2003). Este último trabajo registró un florecimiento de este taxón en la bahía de La Paz; pero ambos estudios mencionan que su distribución está restringida a una

condición tropical- subtropical. Por otra parte, taxones como *Coccinodiscus radiatus* (Fig. 5a), *Cyclotella meneghiniana* (Fig. 5g-h) y *Planktoniella sol* (Fig. 4b) son considerados cosmopolitas, mientras que *Biddulphiopsis titiana* (Fig. 5e-f) ha sido registrada principalmente en ambientes tropicales (Navarro & Hernández-Becerril 1997). En otro tenor, al igual que con el primer registro de diatomeas (Bacillariophyceae y Fragilariophyceae) para Isla Guadalupe (López-Fuerte *et al.* 2015), en este primer estudio sobre diatomeas de la Clase Coccinodiscophyceae, tampoco se han recabado evidencias de especies no descritas, i. e. nuevas especies, que podrían representar endemismos. En contraste, Siqueiros Beltrones *et al.* (2019), propusieron que 16 taxones no determinados a nivel específico para Islas Revillagigedo pudieran ser nuevas especies. Así mismo, la taxocenosis de diatomeas planctónicas registrada hasta el momento tampoco indica particularidades biogeográficas, independientemente de que la mayoría de los taxones registrados sean comunes en el fitoplancton según estudios realizados en áreas adyacentes, o con influencia de las mismas masas de agua, i. e. corriente de California (Gárate-Lizárraga & Siqueiros Beltrones 1998).

El número de taxones registrados en la Reserva de la Biosfera IG permite vislumbrar una elevada riqueza de diatomeas del fitoplancton, misma que podrá comprobarse una vez que se revisen muestras provenientes de la columna de agua. No obstante el origen de las muestras revisadas, este trabajo se convierte en el primero en su tipo para esta isla establecida como área natural protegida del Pacífico mexicano.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo de la CONABIO (convenio SNIBCONABIO, proyecto No. JF170), de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Participación Estatal Abuloneros y Langosteros S.C.I., y la Secretaría de Marina. Permisos: SEMARNAT SGPA/DGVS/05604/12; SEGOB DICOPPU/211/0053/13; SAGARPA PPF/DGOPA-215/2013; CONANP F00.DRPBCPN-000025. DASB es becario COFAA y EDI del IPN. FOLF agradece el apoyo de los programas PRODEP y SNI-CONACYT. Finalmente, agradecemos las observaciones hechas por varios revisores anónimos.

REFERENCIAS

Aguirre-Muñoz, A., J. Bezaury-Creel, E. Carranza, C. Enkerlin-Hoeflich, L.M. García-Gutiérrez, B. Luna-Men-

- doza, J. Keitt, A. Sánchez-Pacheco & B.R. Tershy. 2003. *Propuesta para el establecimiento del Área Natural Protegida "Reserva de la Biosfera de Isla Guadalupe"*. Estudio Técnico Justificativo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C., Ensenada, BC, México.
- CONANP-SEMARNAT. 2019. *Programa de Manejo Parque Nacional Revillagigedo*. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/82_libro_pm.pdf
- Gallo-Reynoso, J. P., B. J. Le Boeuf, A. L. Figueroa-Carranza & M. O. Maravilla-Chávez. 2005. Los pinnípedos de Isla Guadalupe. In: K. Santos del Prado, E. Peters. Eds. *Isla Guadalupe. Restauración y conservación*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Grupo de Ecología y Conservación de Islas (GECI), Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR), México, pp. 171–202.
- Gárate-Lizárraga, I. & D.A. Siqueiros Beltrones. 1998. Time variations in phytoplankton assemblages in a subtropical lagoon system after the 1982/83 El Niño event (1984/86). *Pacific Science* 52: 79-97.
- Gárate-Lizárraga, I., D.A. Siqueiros-Beltrones & V. Maldonado-López. 2003. First record of a *Rhizosolenia debyana* bloom in the Gulf of California, México. *Pacific Science* 57: 141-145.
- García-Gutiérrez, C., A. Hinojosa-Corona, E. Franco-Vizcaíno, P.J. Riggan, G. Bocco, L. Luna-Mendoza, A. Aguirre-Muñoz, J. Maytoarena-López, B. Keitt, B. Tershy, M. Rodríguez-Malagón & N. Biavaschi. 2005. Cartografía base para la conservación de Isla Guadalupe. Avances, perspectivas y necesidades. In: K. Santos & E. Peters. Eds. *Isla Guadalupe, restauración y conservación*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Grupo de Ecología y Conservación de Islas (GECI), Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR), México, pp. 19–25.
- Guiry, M.D. & G.M. Guiry. 2021. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (consultado el 9 febrero de 2021).
- Hasle, G.R. & E.E. Syvertsen. 1996. Marine Diatoms. In: C.R. Tomas. Ed. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press, New York.
- Hernández-Becerril, D.U. 2000. Morfología y taxonomía de algunas especies de diatomeas del género *Coscinodiscus* de las costas del Pacífico mexicano. *Revista de Biología Tropical* 48: 07-18.
- Hernández-Becerril, D.U. 1995. Planktonic diatoms from the Gulf of California and coasts off Baja California: The genera *Rhizosolenia*, *Proboscia*, *Pseudosolenia*, and former *Rhizosolenia* species. *Diatom Research* 10: 251-267.
- López-Fuerte, F.O., D.A. Siqueiros Beltrones & R. Yabur. 2015. First record of benthic diatoms (Bacillariophyceae and Fragilariophyceae) from Isla Guadalupe, Baja California, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 281-292.
- Lynn, R.J. & J.J. Simpson. 1987. The California Current system: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research* 92: 12947-12966.
- Moreno, J.L., S. Licea & H. Santoyo. 1996. *Diatomeas del Golfo de California*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. SEP-FOMES, PROMARCO, México.
- Navarro, N.J. & D.U. Hernández-Becerril. 1997. Check-list of marine diatoms from the Caribbean Sea. *Listados florísticos de México* 15: 1-48.
- Peragallo, H. & M. Peragallo. 1897-1908. *Diatomées marines de France et des Districts Maritimes Voisins*. M. J. Témperre, Grez-sur-Loing.
- Priddle, J. & G. Fryxell. 1985. *Handbook of the Common Plankton Diatoms of the Southern Ocean. Centrals except the Genus Thalassiosira*. British Antarctic Survey. Natural Environment Research Council, Cambridge.
- Round, F.E., R.M. Crawford & D.G. Mann. 1990. *The diatoms: Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Schmidt, A., M. Schmidt, F. Fricke, H. Heiden, O. Müller & F. Hustedt. 1874-1959. Atlas der Diatomaceen-kunde. Heft I-120, Tafeln 1-460 (Tafeln 1-216; 213-216; 217-240; 241-244 H. Heiden; 245, 246; 247-256; 257-264; 265-268; 269-472. Berlin Akademie-Verlag, Aschersleben-Leipzig.
- Siqueiros Beltrones, D.A. & G. Valenzuela-Romero. 2004. Benthic diatom assemblages in an abalone (*Haliotis* spp.) habitat from the Baja California peninsula. *Pacific Science* 58: 435-446.
- Siqueiros Beltrones, D.A., Y.J. Martínez & A. Aldana Moreno. 2019. Florística exploratoria de diatomeas epifitas en Rhodophyta de Islas Revillagigedo. *Cymbella* 5: 98-123.
- Sournia, A., J. R. Grall & G. Jacques. 1979. Diatomées et Dinoflagellés planctoniques d'une coupe méridienne dans le sud de l'océan Indien (campagne Antiprod I du Marion-Dufresne, mars 1977). *Botanica Marina* 22: 183-198.
- WoRMS Editorial Board 2021. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. (consultado el 19 febrero de 2021).

Sometido: 24 de marzo de 2021

Revisado: 25 de mayo de 2021

Corregido: 2 de junio de 2021

Aceptado: 6 de junio de 2021

Floristics of epiphytic diatoms on *Thalassia testudinum* from the southern Gulf of Mexico

Florística de diatomeas epífitas de *Thalassia testudinum* del sur del golfo de México

Daniela López-Mejía¹, David Alfaro Siqueiros-Beltrones^{2*}, Francisco Omar López-Fuerte³ & Francisco Gutiérrez-Mendieta¹

¹ Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, Laboratorio de ecosistemas costeros.
Av. San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ra. Secc. 09340 Ciudad de México, CDMX.

² Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Dpto. Plancton y Ecología Marina.
Av. Instituto Politécnico Nacional S/N, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS. CP 23096.

³ Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras,
Universidad Autónoma de Baja California Sur, Km 5.5, Carretera al Sur, 23091 La Paz, Baja California Sur, México.

*Corresponding author: e.mail: dsiquei@gmail.com

D. López-Mejía, D.A. Siqueiros Beltrones, F.O. López-Fuerte & F. Gutiérrez-Mendieta. 2021. Floristics of epiphytic diatoms on *Thalassia testudinum* from the southern Gulf of Mexico. *Cymbella* 7 (1): 18-35. <http://cymbella.mx>

ABSTRACT

Benthic diatoms are fast colonizers of live substrata, covering large surfaces of their hosts. Few studies exist on floristics of the epiphytic diatoms for the coasts of Mexico, and most of them deal with epiphytic diatoms that live on macroalgae or mangrove roots, while seagrasses which also provide an excellent substrate for diatoms are even scarcer. Our aim was to describe the species composition of epiphytic diatoms growing on blades of *Thalassia testudinum* from the southern Gulf of Mexico. To do this, three bundles of blades of *T. testudinum* were collected in each of 23 sampling sites off the coast of Campeche, Mexico. Epiphytic diatoms were scrapped off from the blades and then were oxidized to clean the diatom frustules, which were then mounted on permanent slides with Pleurax for taxonomic identification using light microscopy with plan-apochromatic optics. Overall, 238 taxa from 66 genera were identified, out of which 25 are new records for the Gulf of Mexico and 52 are new records for the Mexican coasts.

The genus *Mastogloia* was the best represented with 51 taxa. This taxocoenosis surpasses the species richness recorded for other seagrass systems and is among the richest for Mexican littorals.

Key words: Campeche, epiphytic diatoms, seagrasses, taxocoenosis

RESUMEN

Las diatomeas bentónicas colonizan rápidamente sustratos vivos, llegando a cubrir gran parte de la superficie disponible de su hospedero. Los pocos estudios sobre florística de diatomeas epífitas para las costas de México tratan principalmente sobre diatomeas epífitas de macroalgas y raíces de mangles, mientras que, sobre pastos marinos, los cuales ofrecen un excelente sustrato para diatomeas, son aún más escasos. Nuestro objetivo fue describir la composición de especies de diatomeas epífitas que proliferan sobre hojas de *Thalassia testudinum* del sur del golfo de México. Para ello, se hicieron muestreos en 23 estaciones en la costa de Campeche, México,

recolectando tres haces de *T. testudinum* en cada una. Las hojas de cada haz se rasparon para la obtención de las diatomeas y el material obtenido se oxidó para limpiar las frústulas y facilitar su identificación. Se montaron en preparaciones permanentes con Pleurax y se revisaron bajo un microscopio compuesto con óptica planapocromática. Se identificaron 238 taxones pertenecientes a 66 géneros de los cuales *Mastogloia* (51 taxones) presentó la mayor riqueza. De los taxones identificados, 25 son nuevos registros para el golfo de México, y 52 son nuevos registros para las costas de México. La taxocenosis descrita supera a las registradas para otros ambientes de pastos marinos y representa una de las más ricas para litorales mexicanos.

Palabras clave: Campeche, diatomeas epifitas, pastos marinos, taxocenosis

INTRODUCTION

Benthic diatoms play an important role within the microbial communities that characterize certain habitats (Siqueiros-Beltrones 2002). They are fast colonizers of both non-living surfaces (MacLulich 1986) and live substrata (Sieburth & Thomas 1973) where they may cover a great part of the available surfaces of their hosts, such as macroalgae (Siqueiros-Beltrones *et al.* 2004); Siqueiros Beltrones *et al.* 2016) or seagrasses (Siqueiros-Beltrones & Ibarra-Obando 1985).

Although studies on epiphytic diatoms may be considered lacking worldwide, mainly because of the enormous scientific research potential around them, sufficient theoretical basis exists to address and investigate diverse roles of epiphytic diatoms, whether on their taxonomy including floristics, their ecology, biogeography, or eco-physiological interactions with their hosts. However, there is still much to do concerning floristics alone (Siqueiros-Beltrones & Martínez-Hernández 2017).

For the Mexican coasts little research exist and has been done on diatom floristics, most related to epiphytic diatoms from macroalgal hosts. Evidence from these studies suggests that macroalgae provide more than just attaching surfaces for diatoms (Hernández-Almeida & Siqueiros-Beltrones 2008, 2012; Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida 2006). On the other hand, pioneer research that can be traced to the first floristic study on diatoms found living on blades of sea grass (*Zostera marina* L.) in NW Mexico shows that seagrasses also provide vast surfaces for colonization by as many as 215 species of diatoms, either free living or colonial forms (Siqueiros-Beltrones

& Ibarra-Obando 1985). Elsewhere, in Caribbean waters (Grand Cayman) Corlett and Jones (2007) recorded 61 diatom species on *T. testudinum* blades, while López-Fuerte *et al.* (2013) identified 107 taxa and infra-species from Laguna de Yalahau for the Mexican Caribbean. Likewise, along the Atlantic coasts (Florida Bay) Reyes-Vazquez (1970) described 42 species of epiphytic diatoms on *T. testudinum*, while Sullivan (1979) recorded 32 species. More recently, Frankovich *et al.* (2006) listed up to 255 diatom taxa (species and infra-species), the highest species richness of epiphytic diatoms ever observed on *T. testudinum* blades exposing the floristic potential of epiphytic diatoms on this substrate. In contrast, besides the *Mastogloia* species list published by Siqueiros-Beltrones *et al.* (2020) no other formal studies on epiphytic diatoms of seagrasses have been carried out hitherto for the Mexican Atlantic, where turtle-grass *Thalassia testudinum* K. D. Koenig is widely distributed at low depths (Spalding *et al.* 2003).

The extension and resilience of *T. testudinum* beds in the southern Gulf of Mexico (GM) offers an excellent opportunity to study the epiphytic diatoms that use them as hosts, also providing a floristic frame for the *Mastogloia* species that characterize this particular ecosystem (Siqueiros-Beltrones *et al.* 2020). Thus, our objective was to describe the species composition of epiphytic diatom living on *T. testudinum* blades from the southern GM off the coast of Campeche, Mexico. Because our approach was mainly floristics, we proposed the hypothesis that the species richness would be higher than in the above studies and would include taxa that are new additions to the current floristic list for Mexican littorals (López-Fuerte & Siqueiros-Beltrones 2016). We must consider that references such as presence/absence of taxa are used to determine biogeographical distributions based on their relations with various environmental factors. In this way the effort dedicated to floristics may help to trim such interpretations down to a more precise dimension. Albeit relative abundances were estimated also to gain a preview of the more or less conspicuous taxa for later ecological and distribution analyses. And as it turned out, a previous report of this study widened the expectations on any unusual characteristic of the epiphytic diatom taxocenosis, exemplified by the many recorded species of *Mastogloia* (Siqueiros-Beltrones *et al.* 2020).

STUDY AREA

The study area is, located within the southern GM and comprises the north coast of the State of Campeche, between the municipalities of Champotón

and Calkiní (19° 19' 43.90" and 20° 20' 23.30" N, 90° 47'48. 90" and 90° 129' 43.30" W). There, three sites were surveyed: 1) Champotón, located in front of the Champotón river, considered the most important estuary in the state (Villalobos-Zapata & Mendoza-Vega 2010); 2) Petenes, located in the

northernmost coast of the state within the Biosphere Reserve Los Petenes (DOF, 24, May 1999) that covers an extension of 282,857 ha; and 3) Costa, located on the coast of the city of San Francisco de Campeche (Fig. 1).

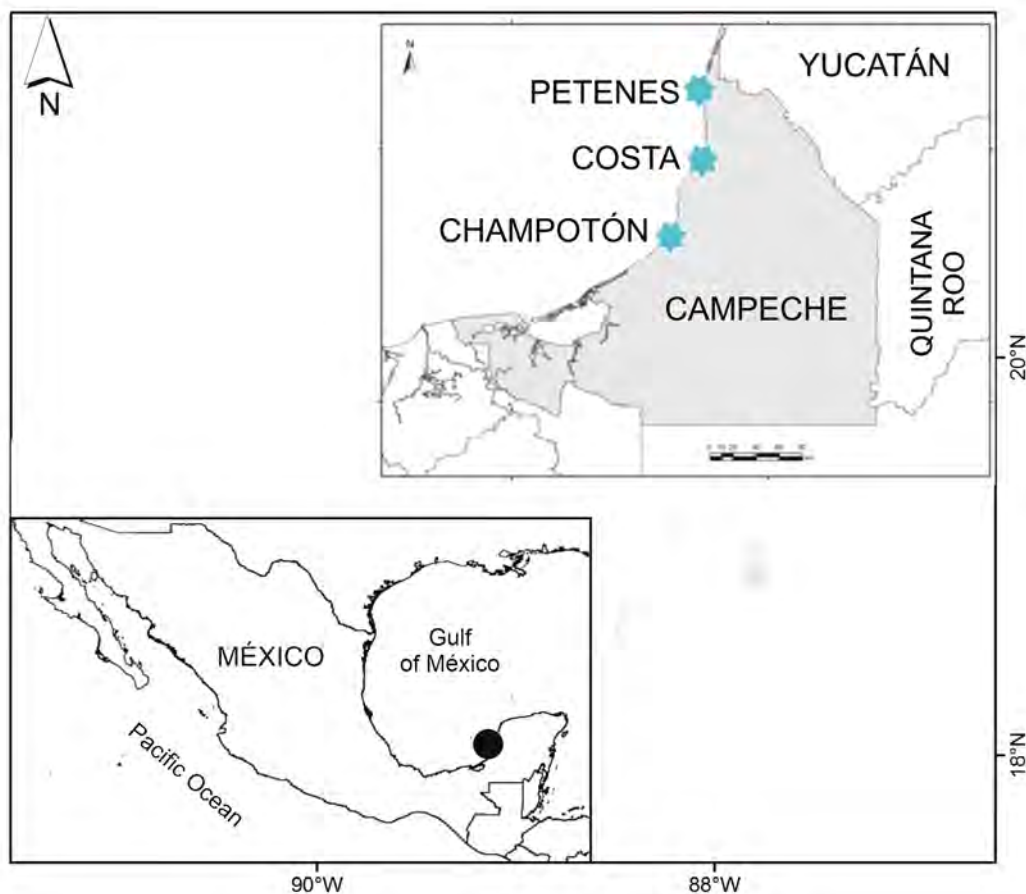


Figure 1.- Study area, and location of sampling sites on the coast of the State of Campeche.

METHODS

Sampling was carried out in 2013 on April 8 -11 in Petenes, from April 29 - May 2 in Champotón, and from August 17 - 20 in Costa, in a total of 23 sampling sites: six in Champotón, seven in Costa, and 10 in Petenes. Sites were chosen according to the occurrence and extension of *T. testudinum* beds. In each site three bundles of the seagrass were collected and stored in 1 L plastic jars. At the laboratory all the blades from the bundles were scraped with a spatula to separate the epiphytic diatoms. The gathered material was oxidized in flasks to eliminate all organic matter using nitric acid and commercial alcohol (Siqueiros-Beltrones 2002). The cleaned

diatom frustules were mounted on permanent slides using synthetic resin Pleurax (R.I. = 1.7). The permanent mounts were observed under an Axioscope 40 Zeiss compound microscope with plan-apochromatic optics. Diatoms were identified on the basis of frustule morphology using classic references: Cleve-Euler (1952, 1953a, 1953b, 1955), Hustedt (1930,1959, 1966), Peragallo & Peragallo (1908), Schmidt (1874-1959); as well as more recent literature: Foged (1975,1978,1984), Krammer & Lange-Bertalot (1991), Lange-Bertalot & Krammer (1987), Lange-Bertalot *et al.* (1996), Lobban *et al.* (2012), Loir & Novarino (2013), López-Fuerte *et al.* (2010), López-Fuerte *et al.* (2013), Metzeltin and

García-Rodríguez (2003), Moreno *et al.* (1996), Novelo *et al.* (2007), Siqueiros-Beltrones (2002), Siqueiros-Beltrones *et al.* (2004), Stidolph *et al.* (2012), Tomas (1997), Witkowski *et al.* (2000). Taxonomic nomenclature was updated using Guiry & Guiry (2020) and Round *et al.* (1990).

Quantitatively, taxa were classified according to their relative abundances (N=500) into rare ($15 < X \leq 1$), frequent ($100 < X \leq 15$), abundant ($300 < X \leq 100$), and very abundant (> 300). Similarity between the surveyed localities was measured using Jaccard presence/absence index. The resulting floristic list was contrasted with the recent available floristic lists both for the GM and the Mexican coasts overall (Krajesky *et al.* 2009; Licea *et al.* 2016; López-Fuerte & Siqueiros-Beltrones 2016; López-Fuerte *et al.* 2013; Siqueiros-Beltrones & Martínez-Hernández 2017). Images of representative taxa including several new records were captured using a CMOS Konus digital ocular lens microscope at 1000x.

RESULTS

A total of 238 epiphytic diatom taxa from 66 genera were identified living on the blades of *T. testudinum* from the northern coast of the State of Campeche (Table 1). The most diverse genus was *Mastogloia* with 51 species and varieties, with 11 taxa found in a single locality; following were *Nitzschia* (22 taxa), *Navicula* (17), *Amphora* (13), *Cocconeis* (13) and *Halamphora* (12). Only two taxa on the list were not assigned to a taxon at species level, while 63 other potential species not included in the list remained unidentified, including 25 *Mastogloia*.

Overall, 19 taxa were not accounted for during the quantitative phase. Diatom species distribution was as follows: 100 taxa (42 %) were present in all three localities. In Champotón, 38 exclusive taxa were recorded. Whilst, in Costa and Petenes, 21 and 14 exclusive taxa were recorded, respectively. The diatom assemblages from Champotón yielded the highest species richness with 176 taxa and 54 genera; there,

Table 1.- Distribution of taxa classified according to their relative abundances among the three surveyed localities. VA: very abundant; A: abundant; F: frequent; R: rare; T: total.

	Champotón	Costa	Petenes
VA	5	7	9
A	16	14	8
F	67	51	50
R	88	69	69
T	176	141	136

the most diverse genera were *Mastogloia* (43), *Nitzschia* (18) and *Navicula* (15). In Costa 141 taxa and 41 genera were found: 39 *Mastogloia*, 15 *Nitzschia*, 9 *Navicula*, *Cocconeis* and *Halamphora* taxa. In Petenes 136 species were recorded; there, *Mastogloia* comprised 34 species, *Nitzschia* 10, *Cocconeis* 10, and *Amphora* 4. On the basis of their quantitative classification diatom taxa were distributed in a similar way among the three localities, depicting a typical benthic diatom assemblage with few abundant and very abundant taxa, and many rare and frequent taxa (Table 2).

According to the Jaccard similarity index (presence/absence of taxa), two groups were formed separating the Costa from the Petenes and Champotón assemblages (Figure 2).

New records. Out of the above taxonomic list, 52 taxa are new records for the Mexican coasts and 25 are new records for the GM (Table 2); several are shown in figures 3-6. Three of these taxa were very abundant, particularly *Cocconeis lineata*, with the higher overall abundance (10.78 %) and *Seminavis obtosiuscula* (2.19 %); these two are new for the GM, and *Mastogloia urveae* (1.64 %), recently recorded for the Mexican coasts overall. For any of the three localities, two of the new records were abundant, three for Mexican coasts and three for the GM; 30 taxa were frequent, 21 for Mexican coasts and nine for the GM; and, 41 new records were rare taxa, 28 for Mexican waters and 13 for the GM. Thus, by locality, Champotón showed the higher number of

Table 2.- List of epiphytic diatom taxa found on *Thalassia testudinum* blades from the northern coast of the State of Campeche. f: frequent; r: rare; a: abundant; va: very abundant; -: absent; * new record for the gulf of México; ** new record for the coasts of Mexico.

Taxa	Champotón	Costa	Petenes
Class: Bacillariophyceae			
<i>Achnanthes</i> cf. <i>petersenii</i> Hustedt	-	-	r
<i>Achnanthes trachyderma</i> (F. Meister) Riaux-Gobin, Compère, Hinz & Ector ** fig.4-e,f	r	-	r
<i>Achnantheidium robustum</i> (Hustedt) T. Ohtsuka ** fig. 4-m, p	r	r	f
<i>Achnanthes</i> cf. <i>namaquae</i> Giffen** fig. 4-q	-	-	r
<i>Achnantheidium</i> cf. <i>minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	r	f	r
<i>Achnantheidium</i> cf. <i>pyrenaicum</i> (Hustedt) H. Kobayasi	r	r	r
<i>Actinocyclus gallicus</i> Meister**	r	-	-
<i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>sparsus</i> (Gregory) Hendeby ** fig.3-a, b	r	r	r
<i>Actinoptychus aster</i> J.J. Brun* fig.3-c, d	-	-	-
<i>Actinoptychus octonarius</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	r
<i>Amphora angusta</i> Gregory	f	f	f
<i>Amphora angusta</i> var. <i>ventricosa</i> (W. Gregory) Cleve	-	r	-
<i>Amphora arenaria</i> Donkin	-	-	-
<i>Amphora bigibba</i> Grunow	r	-	-
<i>Amphora</i> cf. <i>arcus</i> Gregory	-	r	-
<i>Amphora</i> cf. <i>delicatissima</i> Krasske	a	f	f
<i>Amphora corpulenta</i> var. <i>capitata</i> Tempère & Peragallo	r	-	-
<i>Amphora grevilleana</i> Gregory	-	-	-
<i>Amphora obtusa</i> Gregory	r	-	-
<i>Amphora ostrearia</i> var. <i>ostrearia</i> Brébisson	-	r	-
<i>Amphora proteus</i> Gregory fig. 5-j	r	-	r
<i>Amphora richardiana</i> B.J. Cholnoky ** fig. 5-h	-	-	r
<i>Amphora</i> sp.4 fig. 6-r	-	r	-
<i>Ardissonea crystallina</i> (C. Agardh) Grunow	-	-	-
<i>Ardissonea cuneata</i> Mills** fig. 4-w, x	f	-	-
<i>Auricula adriatica</i> H. & M. Peragallo**	-	-	r
<i>Auricula</i> cf. <i>minuta</i> Cleve	-	-	r
<i>Auricula complexa</i> (Gregory) Cleve** fig. 6-n	r	-	-
<i>Auricula intermedia</i> (Lewis) Cleve	r	-	r
<i>Brachysira</i> cf. <i>estonarium</i> Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin	a	va	a
<i>Brachysira</i> cf. <i>procera</i> Lange-Bertalot & Moser	r	-	r
<i>Caloneis excentrica</i> (Grunow)	r	r	-
<i>Caloneis hustedtii</i> Aleem** fig. 5-r	-	r	-
<i>Caloneis liber</i> (W. Smith) Cleve	r	-	-
<i>Caloneis liber</i> var. <i>linearis</i> Cleve	r	r	f

<i>Campylodiscus ralfsii</i> W. Smith	r	-	r
<i>Campylodiscus</i> sp.2 fig. 5-l, m	-	-	r
<i>Campylodiscus subangularis</i> Cleve & Möller** fig. 6-k	r	-	-
<i>Climaconeis lenzii</i> Schmidt**	r	f	f
<i>Cocconeis ahlefeldii</i> Janisch** fig. 4-aa	f	-	f
<i>Cocconeis angularipunctata</i> Riaux-Gobin, Romero, Compère & Al Handal	-	-	-
<i>Cocconeis convexa</i> Giffen	-	-	r
<i>Cocconeis discrepans</i> A. W. F. Schmidt	-	r	r
<i>Cocconeis krammeri</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	-	-	-
<i>Cocconeis maxima</i> (Grunow) H. Perragallo & M. Perragallo	f	f	f
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	va	va	va
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg* fig. 4-c, d.	va	va	va
<i>Cocconeis pseudodiruptoides</i> Foged	-	r	-
<i>Cocconeis pseudomarginata</i> Gregory	a	r	f
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	a	f	a
<i>Cocconeis thalassiana</i> Romero & López-Fuerte	a	a	a
<i>Cocconeis woodii</i> Reyes	r	r	f
<i>Cymatoneis</i> cf. <i>margarita</i> Witkowski	-	r	r
<i>Diploneis apis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg**	-	-	r
<i>Diploneis</i> cf. <i>smithii</i> (Brébisson) Cleve	-	f	-
<i>Diploneis chersonensis</i> (Grunow) Cleve	r	-	r
<i>Diploneis decipiens</i> var. <i>paralela</i> Cleve* fig. 4-h, i	r	r	-
<i>Diploneis littoralis</i> (Donkin) Cleve	r	r	r
<i>Diploneis subcincta</i> (A. Schmidt) Cleve* fig. 34-z	-	-	r
<i>Diploneis suborbicularis</i> (Gregory) Cleve var. <i>suborbicularis</i> ** fig. 4-g	r	-	-
<i>Diploneis vacillans</i> (A. Schmidt) Cleve	f	a	f
<i>Encyonema</i> cf. <i>evergladianum</i> Krammer	f	a	f
<i>Encyonema</i> cf. <i>gracile</i> Rabenhorst	r	r	r
<i>Entomoneis paludosa</i> (W. Smith) Reimer* fig. 5-n	-	r	-
<i>Entomoneis paludosa</i> var. <i>duplex</i> (Donkin) Makarova & Achmetova	r	f	r
<i>Epithemia pacifica</i> (Krammer) Lobban & J.S. Park	a	a	a
<i>Fallacia</i> cf. <i>lenzii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	r	r	r
<i>Fogedia</i> cf. <i>geisslerae</i> Witkowski, Metzeltin & Lange-Bertalot			
<i>Fragilariforma</i> cf. <i>virescens</i> (Ralfs) D.M. Williams & Round	va	va	va
<i>Grammatophora macilenta</i> W. Smith	r	r	r
<i>Grammatophora marina</i> var. <i>undulata</i> Ehrenberg** fig. 3-g	f	f	f
<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehrenberg) Grunow	r	-	r
<i>Grammatophora serpentina</i> (Ralfs) Ehrenberg* fig. 3-e, f	r	-	-
<i>Gyrosigma subangustum</i> Hustedt*	-	-	-
<i>Halamphora</i> cf. <i>acutiuscula</i> (Kützing) Levkov	-	r	-

<i>Halamphora cf. interrupta</i> (Heiden) Levkov	r	-	-
<i>Halamphora cf. luciae</i> (Cholnoky) Levkov	f	a	f
<i>Halamphora cf. perpusilla</i> (Grunow) Q.M. You & Kociolek	r	f	r
<i>Halamphora cf. subacutiuscula</i> (Schoeman) J.G. Stepanek & Kociolek	f	a	f
<i>Halamphora cf. tenerrima</i> (Aleem & Hustedt) Levkov	f	a	f
<i>Halamphora coffeiformis</i> (C. Agardh) Mereschkowsky** fig. 5-f	f	f	f
<i>Halamphora costata</i> (W. Smith) Levkov* fig. 5-g	f	r	r
<i>Halamphora cymbifera</i> (Gregory) Levkov	-	f	-
<i>Halamphora eunotia</i> (Cleve) Levkov	-	-	-
<i>Halamphora hybrida</i> (Grunow) Levkov* fig. 5-k	r	r	r
<i>Halamphora terroris</i> (Ehrenberg) Wang**	r	-	r
<i>Hyalosynedra laevigata</i> (Grunow)	va	va	va
<i>Licmophora abbreviata</i> C. Agardh	-	-	-
<i>Licmophora aff. debilis</i> (Kützing) Grunow	r	-	-
<i>Licmophora grandis</i> var. <i>divisa</i> (Kützing) Grunow**	r	f	-
<i>Licmophora remulus</i> Grunow	f	r	r
<i>Mastogloia angulata</i> Lewis	f	r	r
<i>Mastogloia asperula</i> Grunow	f		r
<i>Mastogloia asperuloides</i> Hustedt*	r	f	f
<i>Mastogloia bahamensis</i> Cleve	f	r	r
<i>Mastogloia barbadensis</i> (Geville) Cleve	r	-	r
<i>Mastogloia belaensis</i> Voigt**	f	r	r
<i>Mastogloia binotata</i> (Grunow) Cleve	r	r	f
<i>Mastogloia biocellata</i> (Grunow) G. Navarino & A.R. Muftah	f	f	f
<i>Mastogloia borneensis</i> Hustedt	-	-	r
<i>Mastogloia cf. angusta</i> Hustedt	f	f	f
<i>Mastogloia cf. braunii</i> Grunow	-	r	-
<i>Mastogloia cf. pseudolacrimata</i> Yohn & Gibson	-	r	-
<i>Mastogloia cf. staurophora</i> Hustedt	-	-	f
<i>Mastogloia cf. tenera</i> Hustedt	f	r	f
<i>Mastogloia cocconeiformis</i> Grunow	f	r	f
<i>Mastogloia corsicana</i> (Grunow) H. Peragallo & M. Peragallo	a	a	a
<i>Mastogloia cribrosa</i> Grunow	f	f	f
<i>Mastogloia crucicula</i> (Grunow) Cleve	va	va	va
<i>Mastogloia cuneata</i> (Meister) R. Simonsen	r	r	-
<i>Mastogloia cyclops</i> Voigt**	f	r	-
<i>Mastogloia decipiens</i> Hustedt*	f	f	f
<i>Mastogloia decussata</i> Grunow**	r	-	-
<i>Mastogloia depressa</i> Hustedt**	r	r	r
<i>Mastogloia emarginata</i> Hustedt	r	r	-

<i>Mastogloia erythraea</i> Grunow	-	r	-
<i>Mastogloia erythraea</i> var. <i>biocellata</i> Grunow**	r	r	-
<i>Mastogloia erythraea</i> var. <i>grunowii</i> Foged ** fig. 4-ab, ac, ad	r	f	-
<i>Mastogloia foliolum</i> (Brun) A. Schmidt**	-	r	-
<i>Mastogloia frickei</i> Hustedt**	r	r	r
<i>Mastogloia frimbriata</i> (Brightwell) Grunow	f	f	f
<i>Mastogloia horvathiana</i> Grunow	r	r	f
<i>Mastogloia ignorata</i> Hustedt	a	r	f
<i>Mastogloia lanceolata</i> Thwaites	f	f	r
<i>Mastogloia mauritiana</i> Brun**	r	-	-
<i>Mastogloia ovalis</i> A. Schmidt**	f	f	a
<i>Mastogloia ovata</i> Grunow	f	r	f
<i>Mastogloia ovulum</i> Hustedt	r	r	r
<i>Mastogloia ovum-paschale</i> (A. Schmidt) A. Mann*	f	f	f
<i>Mastogloia parva</i> Hustedt**	f	r	f
<i>Mastogloia pulchella</i> Cleve	r	-	-
<i>Mastogloia punctifera</i> Burn	f	f	f
<i>Mastogloia pusilla</i> var. <i>linearis</i> Ostrup**	-	f	-
<i>Mastogloia pusilla</i> var. <i>pusilla</i> Grunow**	f	f	-
<i>Mastogloia pusilla</i> var. <i>subcapitata</i> Hustedt	f	r	a
<i>Mastogloia regula</i> Hustedt**	-	-	-
<i>Mastogloia rimosa</i> Cleve**	f	f	-
<i>Mastogloia robusta</i> Hustedt	f	-	r
<i>Mastogloia similis</i> Hustedt**	r	-	-
<i>Mastogloia subaffirmata</i> Hustedt	f	f	f
<i>Mastogloia urveae</i> Witkowski**	a	f	a
<i>Mastogloia varians</i> Hustedt	f	f	f
<i>Navicula archibaldiana</i> Foged	r	-	r
<i>Navicula</i> cf. <i>apta</i> Hustedt	f	f	r
<i>Navicula</i> cf. <i>commutabilis</i> Hustedt	-	-	-
<i>Navicula</i> cf. <i>debilissima</i> Grunow	f	r	-
<i>Navicula</i> cf. <i>microcari</i> Lange-Bertalot	f	r	-
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs*	-	f	-
<i>Navicula circumtexta</i> F. Meister** fig. 5-s	r	-	-
<i>Navicula digito-radiata</i> (Gregory) Ralfs	r	-	-
<i>Navicula duerrenbergiana</i> Hustedt* fig. 5-u	f	a	r
<i>Navicula formenterea</i> Cleve	f	f	r
<i>Navicula hamulifera</i> Grunow* fig. 5-b	r	-	-
<i>Navicula johannrossi</i> Giffen	f	-	f
<i>Navicula longa</i> (Gregory) Ralfs	r	r	r

<i>Navicula mutica</i> var. <i>producta</i> Grunow	r	-	-
<i>Navicula normaloides</i> Cholnoky	a	a	va
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing** fig. 5-t	f	-	-
<i>Navicula platyventris</i> Meister	r	-	-
<i>Navicula ramosissima</i> var. <i>ampilus</i> (C. Agardh) Cleve** fig. 5-p	f	f	f
<i>Neodelphineis silenda</i> (Hohn & Hellerman) Desianti & Potapova	r	-	-
<i>Neosynedra tortuosa</i> (Grunow) D.M. Williams & Round	f	f	f
<i>Nitzschia angularis</i> W. Smith fig. 3-q	f	r	f
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt, nom. inval. *	f	-	r
<i>Nitzschia carnicobarica</i> Desikachary & Prema** fig. 5-v	-	r	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>fluminensis</i> Grunow	r	f	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>fusiformis</i> Grunow	-	r	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>liebethruthii</i> Rabenhorst	f	a	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>linearis</i> var. <i>subtilis</i> Hustedt	f	f	-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>palea</i> (Kützing) W. Smith	r	r	-
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorts fig. 6-e	f	f	f
<i>Nitzschia distans</i> W. Gregory	f	f	f
<i>Nitzschia epithemoides</i> Grunow	r	r	r
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	a	a	va
<i>Nitzschia grossestriata</i> Hustedt* fig. 6-c, d	f	r	r
<i>Nitzschia incognita</i> Lengler & Krasske**	r	-	-
<i>Nitzschia laevissima</i> Grunow** fig. 6-b	-	r	r
<i>Nitzschia longissima</i> (Brebisson) Ralfs	r	-	-
<i>Nitzschia longissima</i> f. <i>costata</i> Hustedt	r	-	r
<i>Nitzschia macilenta</i> f. <i>abbreviata</i> Grunow**	-	-	-
<i>Nitzschia marginulata</i> var. <i>didyma</i> Grunow nom. inval. * fig. 6-f	r	-	-
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M. Peragallo	a	a	f
<i>Nitzschia prolongata</i> Hustedt** fig. 6-a	f	r	-
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	r	r	-
<i>Oestrupia vidovichii</i> Grunow** fig. 5-d	r	-	-
<i>Opephora marina</i> (Gregory) Petit* fig. 4-k, l	r	-	-
<i>Opephora mutabilis</i> Sabbe & Wyverman nom. inval.	r	r	r
<i>Petroneis plagiotoma</i> (Grunow) D. G. Mann* fig. 5-l	-	-	-
<i>Pinnunavis yarrensensis</i> (Grunow) H. Okuno*	-	-	-
<i>Plagiogramma</i> cf. <i>adriaticum</i> Grunow	-	-	-
<i>Planothidium campechianum</i> (Hustedt) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin	r	r	r
<i>Planothidium</i> cf. <i>pericavum</i> (J. R. Carter) Lange-Bertalot	f	f	f
<i>Pleurosigma salinarum</i> (Grunow) Grunow	r	f	r
<i>Podocystis adriatica</i> (Kützing) Ralfs**	r	-	r
<i>Psammothidium</i> cf. <i>grischunum</i> (Wuthrich) Bukhtiyarova & Round	r	f	f

<i>Pseudo-nitzschia cf. fraudulenta</i> (Cleve) Hasle	-	-	-
<i>Pteroncola cf. inane</i> (Giffen) F.E. Round	f	r	-
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing	a	f	f
<i>Rhabdonema arcuatum</i> (Lyngbey) Kützing* fig. 3-j	r	-	-
<i>Rhopalodia constricta</i> (W. Smith) Krammer* fig. 6-i	f	r	-
<i>Rhopalodia musculus</i> (Kützing) O. Müller fig. 6-p, g	f	-	r
<i>Rhopalodia succincta</i> Brébison** fig. 6-j	r	-	f
<i>Seminavis gracilentia</i> (Grunow) D.G. Mann* fig. 5-o	-	r	-
<i>Seminavis obtusiuscula</i> (Grunow) Danieledis & D.G. Mann*	a	f	va
<i>Seminavis strigosa</i> (Hustedt) Danieledis & Economou-Amilli	f	f	f
<i>Seminavis ventricosa</i> (Gregory) M. Garcia-Baptista	r	f	f
<i>Staurophora gregoryi</i> Mereschkowsky** fig. 5-i	r	-	-
<i>Stausira leptostauron</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Genkal* fig. 4-u, v	r	-	-
<i>Stausira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & J.D. Möller** fig. 4-r, s, t	r	-	-
<i>Stausirella guenter-grassii</i> (Witkowski & Lange-Bertalot) Morales, Wetzel & Ector** fig. 4-j	f	-	r
<i>Stausirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M. Williams & Round	-	-	-
<i>Surirella fastuosa</i> (Ehrenberg) Ehrenberg fig. 6-g, h	r	-	-
<i>Synedra bacillaris</i> (Grunow) Hustedt	f	-	r
<i>Tabularia affinis</i> var. <i>acuminata</i> (Grunow) Aboal**	r	-	-
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D.M. Williams & Round	f	f	f
<i>Tabularia laevis</i> Kützing**	f	r	-
<i>Tetramphora securicula</i> (Peragallo & Peragallo) Stepanek & Kociolek	-	r	-
<i>Thalassiophysa hyalina</i> (Greville) Paddock & P.A. Sims** fig. 4-m	-	f	-
<i>Trachysphenia acuminata</i> Peragallo	a	f	f
<i>Tryblionella apiculata</i> W. Gregory	f	a	f
<i>Tryblionella marginulata</i> f. <i>parva</i> (Grunow) Louvrou & Economou-Amilli**	r	-	-
Class: Coscinodiscophyceae			
<i>Amphipentas pentacrinus</i> Ehrenberg	r	-	r
<i>Melosira cf. moniliformis</i> var. <i>octogona</i> (Grunow) Hustedt	r	f	r
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	f	-	r
<i>Paralia sulcata</i> f. <i>radiata</i> Grunow* fig. 4-b	r	-	-
<i>Podosira stelligera</i> (Bailey) A. Mann	r	-	-
<i>Triceratium cf. broeckii</i> Leuduger-Fortmorel	r	-	-
<i>Triceratium reticulum</i> Ehrenberg* fig. 4-a	-	-	-
Class: Mediophyceae			
<i>Ardissonea formosa</i> (Hantzsch) Grunow*	f	r	r
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (J.E. Smith) Boyer** fig. 3-i	-	-	r
<i>Biddulphia regina</i> W. Smith** fig. 3-h	-	-	-
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow	f	f	r
<i>Cyclotella stolorum</i> Brightwell	-	f	r

<i>Cymatosira lorenziana</i> Grunow	a	r	f
<i>Lampriscus cf. shadboltianum</i> (Greville) Peragallo & Peragallo	-	-	r
<i>Toxarium hennedyanum</i> (Gregory) Pelletan* fig. 4-y	a	va	va
<i>Toxarium undulatum</i> Bailey	f	r	r
<i>Tropidoneis pusilla</i> (Gregory) Cleve	r	r	r

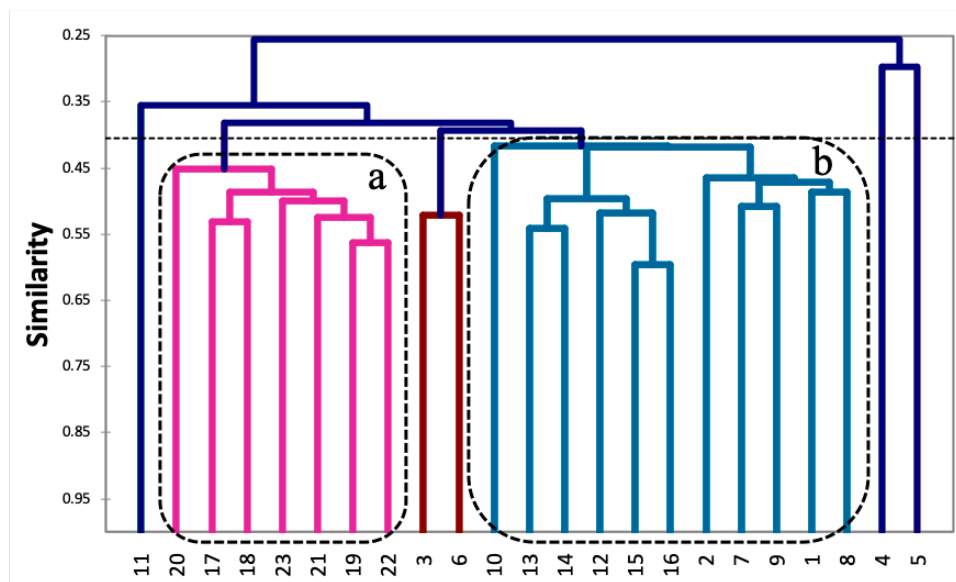


Figure 2.- Jaccard Similarity Index. Numbers indicates stations: Petenes 1-10, Champotón 11-16, and Costa 17-23. group A: stations from Costa; group B: stations from Petenes and Champotón.

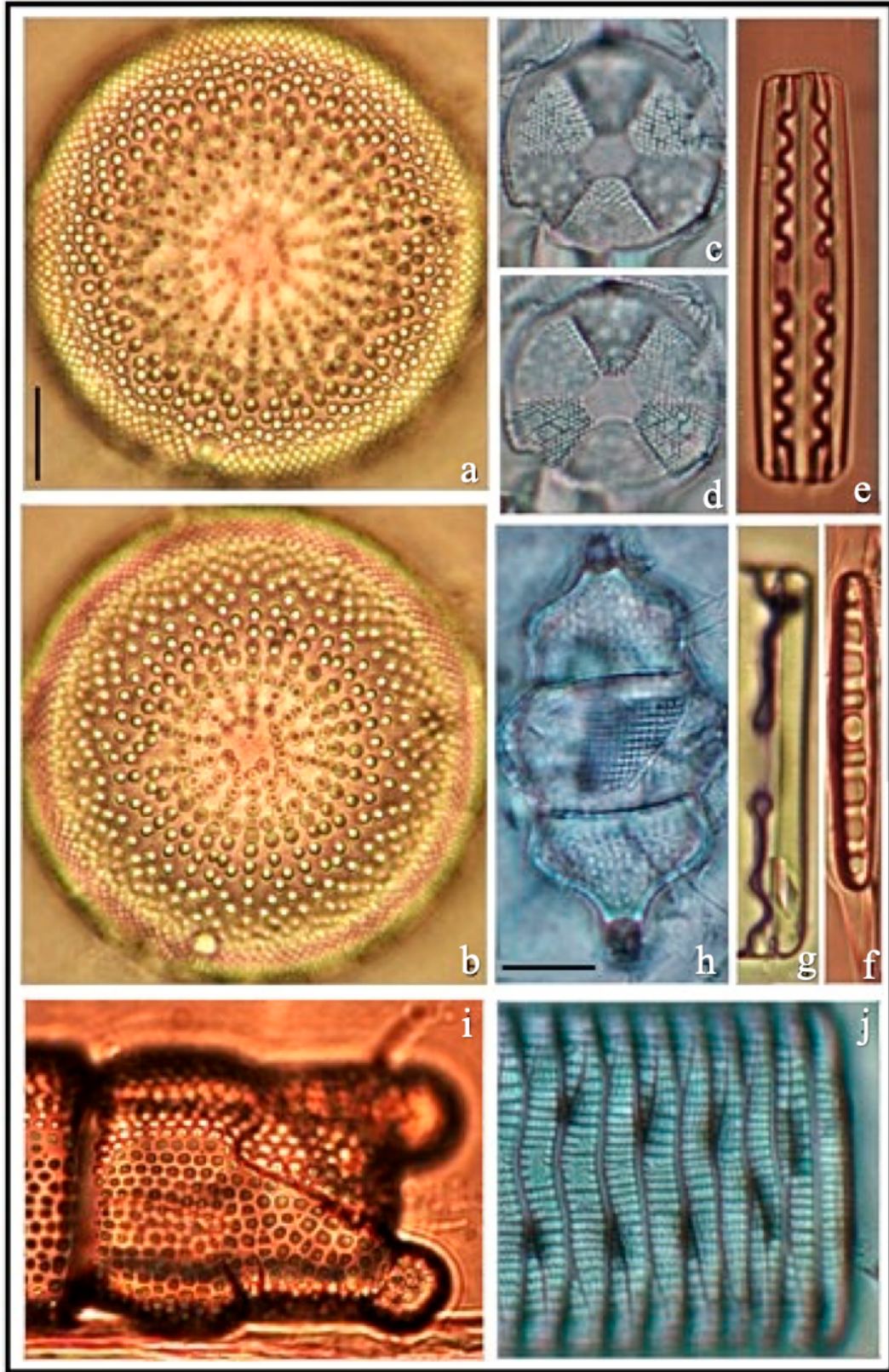


Figure 3.- (a, b) *Actinocyclus ehrenbergii* var. *sparsa*; (c, d) *Actinoptychus aster*; (e, f) *Grammatophora serpentina*; (g) *Grammatophora marina* var. *undulata*; (h) *Biddulphia regina*; (i) *Biddulphia pulchella*; (j) *Rhabdonema arcuatum*.

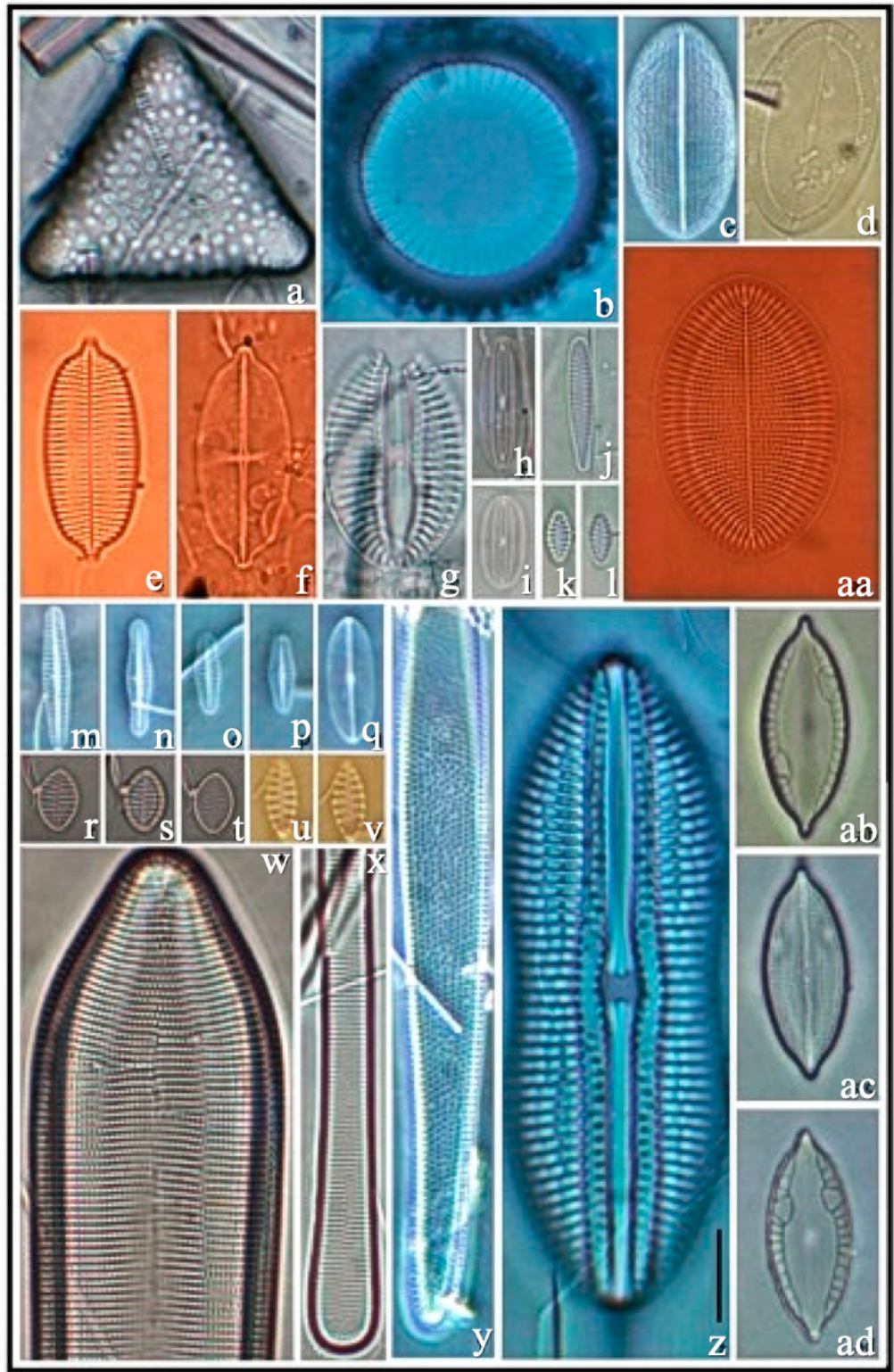


Figure 4.- (a) *Triceratium reticulum*; (b) *Paralia sulcata* f. *radiata*; (c, d) *Cocconeis placentula* var. *lineata*; (e, f) *Achnanthes trachyderma*; (g) *Diploneis suborbicularis* var. *suborbicularis*; (h, i) *Diploneis decipiens* var. *paralela*; (j) *Opephora gunter-grassi*; (k, l) *Opephora marina*; (m-p) *Achnantheidium minutissima* var. *robusta*; (q) *Achnanthes* cf. *namaquae*; (r-t) *Staurosira construens* var. *venter*; (u, v) *Staurosirella leptostauron*; (w, x) *Synedra cuneata*; (y) *Toxarium hennedyanum*; (z) *Diploneis subcincta*; (aa) *Cocconeis ahlefeldii*; (ab, ac, ad) *Mastogloia erythraea* var. *grunowii*.

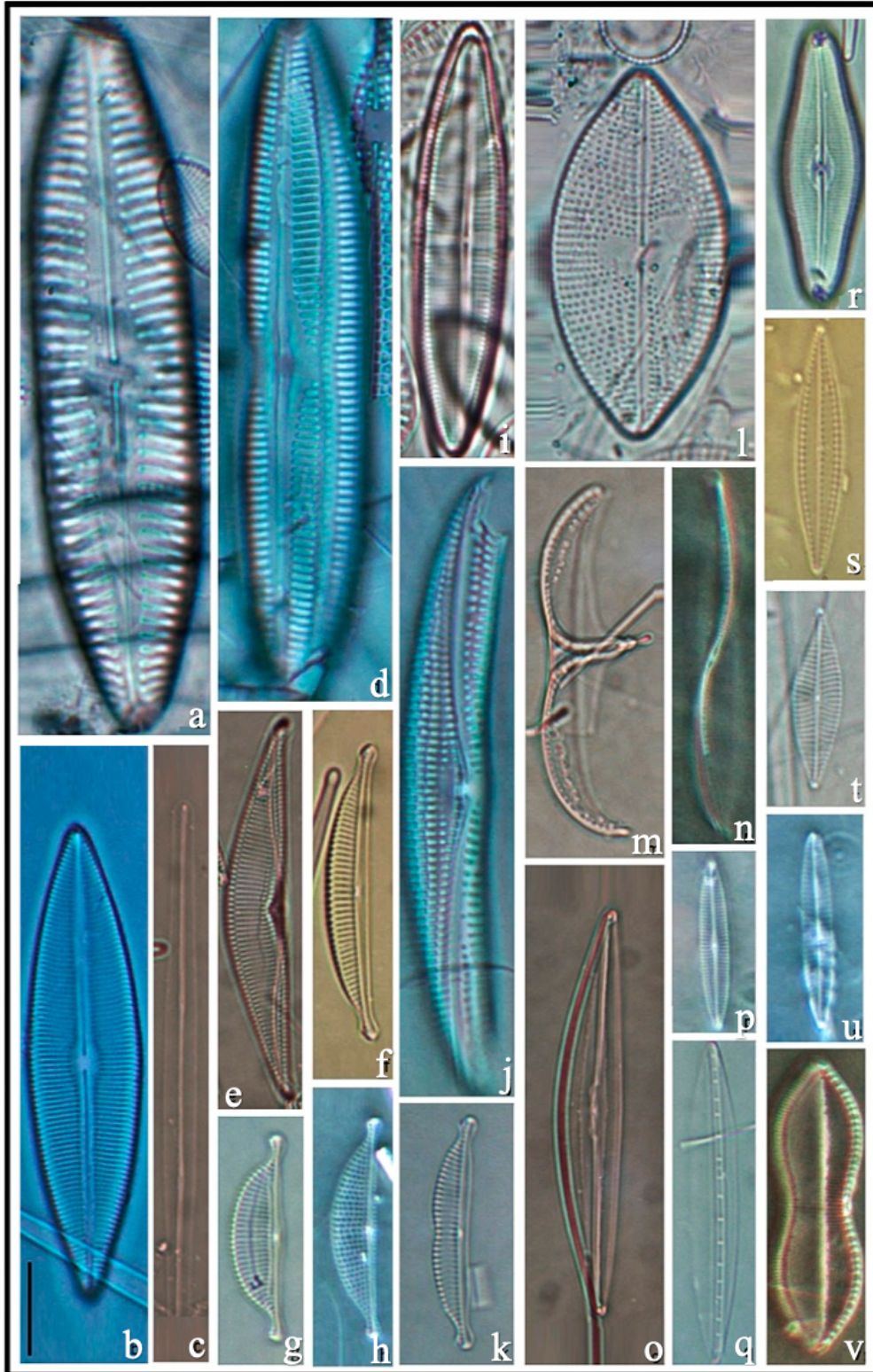


Figure 5.- (a) *Pinnunavis yarrensis*; (b) *Navicula hamulifera*; (c) *Berkeleya fragilis*; (d) *Oestrupia vidovichii*; (e) *Amphora ostrearia* var. *ostrearia*; (f) *Amphora coffeaeformis*; (g) *Halamphora costata*; (h) *Amphora richardiana*; (i) *Staurophora gregory*; (j) *Amphora proteus*; (k) *Halamphora hybrida*; (l) *Petroneis plagiostoma*; (m) *Thalassiosiphysa hialina*; (n) *Entomeneis paludosa*; (o) *Seminavis gracilentia*; (p) *Navicula ramosissima* var. *ampilus*; (q) *Nitzschia angularis*; (r) *Caloneis hustedtii*; (s) *Biremis circumtexta*; (t) *Navicula phyllepta*; (u) *Navicula durrenbergiana*; (v) *Nitzschia carnicobarica*

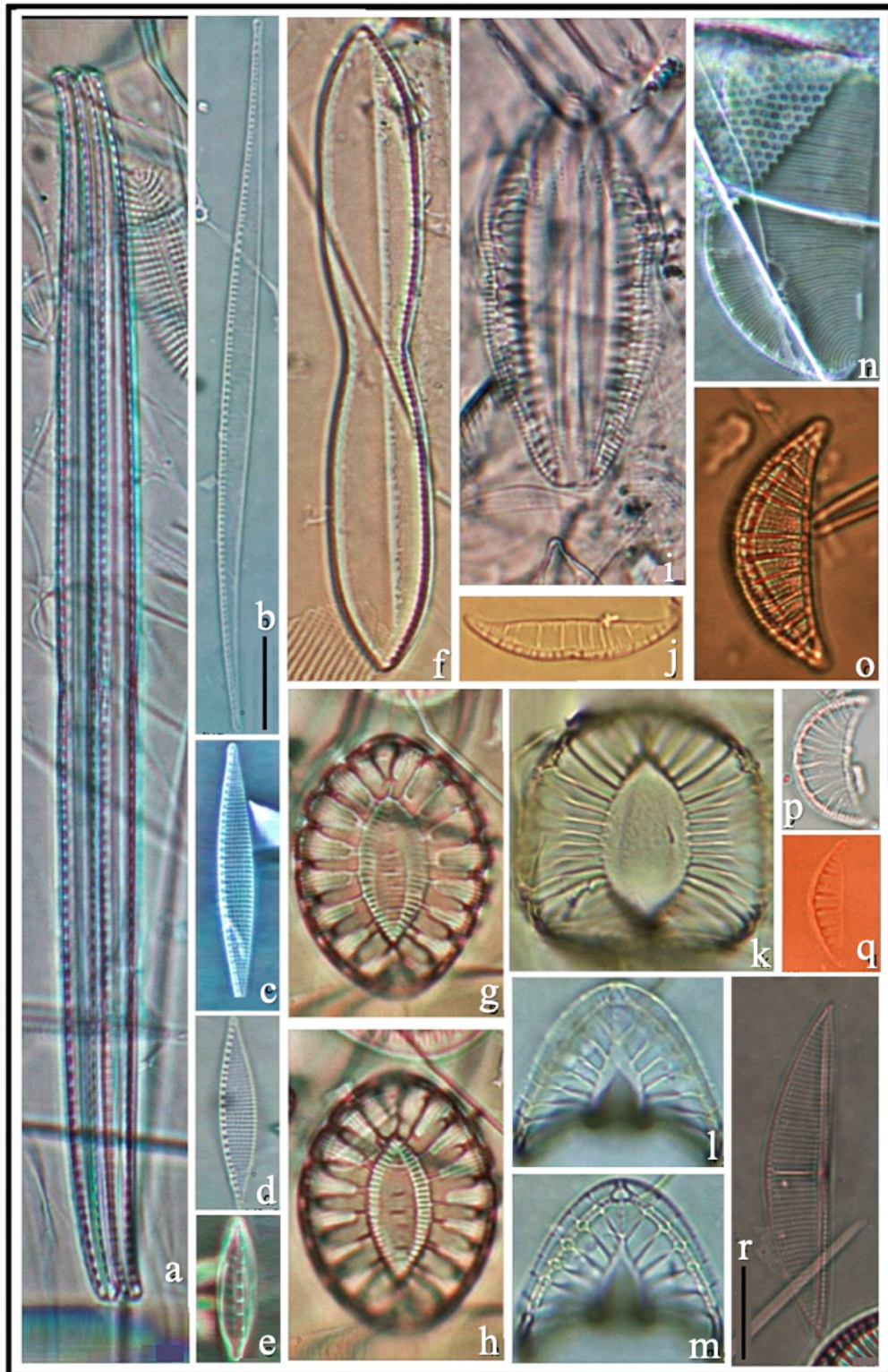


Figure 6.- (a) *Nitzschia prolongata*; (b) *Nitzschia laevis*; (c, d) *Nitzschia grossestriata*; (e) *Nitzschia dissipata*; (f) *Nitzschia marginulata* var. *didyma*; (g, h) *Surirella fastuosa*; (i) *Rhopalodia constricta*; (j) *Rhopalodia succincta*; (k) *Campylodiscus subangularis*; (l, m) *Campylodiscus* sp. 2; (n) *Auricula complexa*; (o) *Rhopalodia cf. musculus*; (p, q) *Rhopalodia musculus*; (r) *Amphora* sp. 4

new records (38 taxa), 16 for Mexico and 7 for GM. In Costa nine new records, six overall for Mexico and three for the GM. The Petenes locality had the lower number of new records (seven taxa), six for Mexico and one for GM.

DISCUSSION

Although the Champotón locality yielded the highest species richness and Petenes the lowest, these were grouped together, segregated from the Costa locality in the similarity analysis. The former two were surveyed during the dry season and the latter in the rainy season, suggesting that species composition of the diatom assemblages varied according to the corresponding seasonal environmental conditions. Besides the import of fresh-water taxa or seasonal exclusion of strict marine forms, the seasonal distribution of other coastal marine taxa requires investigation, along with further taxonomic issues.

It is but surprising that this report on the epiphytic diatoms of *Thalassia testudinum* is only the fourth formal floristic study on seagrasses (the third was derived from the same project, Siqueiros-Beltrones *et al.* 2020) that serve as hosts for diatoms in Mexican waters after Siqueiros-Beltrones and Ibarra-Obando (1985) for *Zostera marina*, a second one for *T. testudinum* (López-Fuerte *et al.* 2013). Although the floristic account in this study (238 taxa) is one of the richest for Mexican littorals, it is surpassed by the epipelagic assemblages (325 taxa) observed in Bahía Magdalena, BCS, Mexico (López-Fuerte & Siqueiros-Beltrones 2006), and by the epiphytic diatom assemblages from multi-specific macroalgae hosts (271 taxa) surveyed by Hernández-Almeida & Siqueiros-Beltrones (2012). Albeit, compared to similar studies, the species richness in this study surpasses the 215 taxa recorded for *Zostera marina* in NW Mexico (Siqueiros-Beltrones & Ibarra-Obando 1985), being very similar to the 232 epipelagic diatom taxa recorded at Guerrero Negro lagoon, also in the NW region (Siqueiros-Beltrones *et al.* 2017). And, although it falls short from the 255 taxa recorded by Frankovich *et al.* (2006) in the Florida (USA) *T. testudinum* beds, more than 60 taxa remain unidentified for the Campeche samples. As it is, it more than doubles the 107 taxa recorded recently by López-Fuerte *et al.* (2013) for the same species host in the Caribbean.

Our *ex professo* qualitative outlook for diatom species living on *T. testudinum* blades was influential in supporting part of our hypothesis; the high species richness may well be a combination of this and the tropical habitat, which could be reflected on the

numerous species observed of *Mastogloia* (Siqueiros-Beltrones *et al.* 2020), although only 51 identified to species level. This agrees with the taxonomic diversity of this genus (>80 taxa) recorded for the Caribbean by Loir and Novarino (2013) albeit in sediments. It would thus seem more related to a biogeographical factor than to substrate affinity, both for this genus and rest of the recorded taxa. Similar comparisons to the above are now possible based on this floristic account of epiphytic diatoms of *T. testudinum* for the southern Gulf of Mexico. Besides the biogeographic implications, this taxonomic reference may aid in ecological studies, e.g., trophic relations with various species of grazers such as snails, sea-turtles, and manatees that forage on these seagrass beds. However, much formal taxonomic work is needed on the benthic diatoms of Mexican littorals in order to adequately complement the much-needed floristic studies. This is supported also by the high abundance of six new records. Notwithstanding, both the species richness and the observed species composition of these epiphytic diatom assemblages may serve as reference in assessing environmental impact as to how undisturbed habitat conditions may reflect on the structure of these diatom assemblages.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by project "Indicadores del estado de las comunidades de pastos marinos en la zona costera del Golfo de México: Fase II", (Margarita E. Gallegos Martínez). It is part of the Master in Biology thesis of D. López Mejía who received a scholarship from CONACYT at Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. The second author (DASB) is fellow of Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas (COFAA), and Estímulo al Desempeño de los Investigadores (EDI) IPN. We acknowledge the precise observations by three anonymous referees to a former manuscript.

REFERENCES

- Cleve-Euler, A. 1952. *Die diatomeen Von Schweden und Finnland. Teil V. (Schluss.)* Almqvist & Wiksells Boktryckeri Ab, Stockholm.
- Cleve-Euler, A. 1953a. *Die diatomeen Von Schweden und Finnland. Teil II. Arraphideae, Brachyraphideae.* Almqvist & Wiksells Boktryckeri Ab, Stockholm.
- Cleve-Euler, A. 1953b. *Die diatomeen Von Schweden und Finnland. Teil III. Monoraphideae, Biraphideae 1.* Almqvist & Wiksells Boktryckeri Ab, Stockholm.
- Cleve-Euler, A. 1955. *Die diatomeen Von Schweden und Finnland. Teil IV. Biraphideae 2.* Almqvist & Wiksells Boktryckeri Ab, Stockholm.

- Corlett, H. & B. Jones. 2007. Epiphyte communities on *Thalassia testudinum* from Grand Cayman, British West Indies: Their composition, structure, and contribution to lagoonal sediments. *Sedimentary Geology* 194: 245–262
- Foged, N. 1975. Some littoral diatoms from the coast of Tanzania. *Bibliotheca phycologica* 16. J. Cramer, Vaduz.
- Foged, N. 1978. *Diatoms in eastern Australia*. *Bibliotheca phycologica* 41. J. Cramer, Vaduz.
- Foged, N. 1984. *Freshwater and littoral diatoms from Cuba*. *Bibliotheca diatomologica* 5. J. Cramer, Vaduz.
- Frankovich, T.A., E.E. Gaiser, J.C. Ziemann & A.H. Wachnicka. 2006. Spatial and temporal distributions of epiphytic diatoms growing on *Thalassia testudinum* Banks ex König: relationships to water quality. *Hydrobiologia* 569: 259–271.
- Guiry, M.D. & G.M. Guiry. 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 27 July 2021.
- Hernández-Almeida, O.U. & D.A. Siqueiros-Beltrones. 2008. Variaciones en la Estructura de Asociaciones de Diatomeas Epifitas de Macroalgas en una Zona Subtropical. *Hidrobiológica* 18: 51–61.
- Hernández-Almeida, O.U. & D.A. Siqueiros-Beltrones. 2012. Substrate-dependent differences between the structures of epiphytic and epilithic diatom assemblages off the southwestern coast of the Gulf of California. *Botanica Marina* 55: 149–159. DOI:10.1515/BOT.2011.103
- Hustedt, F. 1930. *Die Kieselalgen Deutschland, Österreich und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete*. In: L. Rabenhorst. Ed. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, VII Band, I Teil* (pp. 348, 453, 506, 535) Koeltz Scientific Book, Leipzig
- Hustedt, F. 1959. *Die Kieselalgen Deutschland, Österreich und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete*. In: L. Rabenhorst. Ed. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, VII Band, II Teil*. Koeltz Scientific Book, Leipzig.
- Hustedt, F. 1966. *Die Kieselalgen Deutschland, Österreich und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete*. In: L. Rabenhorst. Ed. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, VII Band, III Teil*. Koeltz Scientific Book, Leipzig.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991. *Bacillariophyceae Teil. 4, Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4*. In: A. Pascher, H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer. Eds. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Kravesky, D.M., E. Meave del Castillo, E. Zamudio, J.N. Norris & S. Fredericq. 2009. Diatoms (Bacillariophyta) of the Gulf of Mexico. In: D.L. Felder, D.K. Camp. Eds. *Gulf of Mexico: Origin, Waters, and Biota. Volume 1, Biodiversity*. Texas A & M University Press, Corpus Christi. Pp: 155-186.
- Lange-Bertalot, H., K. Külbs, T. Lauser, M. Nörpel-Schempp, M. Willmann. 1996. *Dokumentation und Revision der von Georg Krasske Beschriebenen Diatomeen-Taxa*. *Iconographia Diatomologica* 3, Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Lange-Bertalot, H. & K. Krammer. 1987. *Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den Naviculaceae*. *Bibliotheca Diatomologica* 15. J. Cramer, Berlin – Stuttgart.
- Licea, S., J.L. Moreno-Ruíz, & R. Luna. 2016. Checklist of Diatoms (Bacillariophyceae) from the Southern Gulf of Mexico: Data-Base (1979-2010) and New Records. *Journal of Biodiversity of Endangered Species* 4. DOI: 10.4172/2332-2543.1000174
- Lobban, C.S., R.W. Jordan, Y. Arai, A. Sasaki, E.C. Theriot, M. Ashworth, E.C. Ruck & C. Pennesi. 2012. Coral-reef diatoms (Bacillariophyta) from Guam: new records and preliminary checklist, with emphasis on epiphytic species from farmer-fish territories. *Micronesica* 43: 237–479.
- Loir, M. & G. Novarino. 2013. Marine *Mastogloia* Thwaites ex W. Sm. and *Stigmaphora* Wallich species from the French Lesser Antilles. *Diatom Monographs* 16. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- López-Fuerte, F.O. & D.A. Siqueiros-Beltrones. 2006. Distribución y estructura de asociaciones de diatomeas en sedimentos de un sistema de manglar. *Hidrobiológica* 16: 23-33.
- López-Fuerte, F.O. & D.A. Siqueiros-Beltrones. 2016. A checklist of marine benthic diatoms (Bacillariophyta) from Mexico. *Phytotaxa* 283: 201–258. doi:10.11646/phytotaxa.283.3.1
- López-Fuerte, F.O., D.A. Siqueiros-Beltrones & O.U. Hernández-Almeida. 2013. Epiphytic diatoms of *Thalassia testudinum* in Yalahau lagoon, Quintana Roo, México. *Marine Biodiversity Records* 6. doi:10.1017/S1755267213000857
- López-Fuerte, F.O., D.A. Siqueiros-Beltrones & J.N. Navarro. 2010. *Benthic diatoms associated with mangrove environments in the Northwest region of México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz.
- MacLulich, J.H. 1986. Colonization of bare rock surfaces by microflora in a rocky intertidal habitat. *Marine Ecology Progress Series* 32: 91–96.

- Metzeltin, D. & F. García-Rodríguez. 2003. *Las diatomeas uruguayas*. Universidad de la República - Facultad de Ciencias, Montevideo.
- Moreno, J.L., S. Licea & H. Santoyo. 1996. *Diatomeas del Golfo de California*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz.
- Novelo, E., R. Tavera & C. Ibarra. 2007. *Bacillariophyceae from karstic wetlands in México* Bibliotheca Diatomologica 54. J. Cramer, Stuttgart.
- Peragallo, H. & M. Peragallo. 1908. *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins*. M.J. Tempere, Grez-sur-Loing.
- Reyes-Vasquez, G. 1970. Studies on the diatom flora living on *Thalassia testudinum* König in Biscayne Bay, Florida. *Bulletin of Marine Science* 20: 105–134.
- Round, F.E., R.M. Crawford & D.G. Mann. 1990. The Diatoms. *Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Schmidt, A. 1874-1959. Atlas der Diatomaceen-Kunde, von A. Schmidt, continued by M. Schmidt, F. Fricke, H. Heiden, O. Muller, F. Hustedt. Reisland, Leipzig.
- Sieburth, J.M. & C. Thomas. 1973. Fouling on eelgrass (*Zostera marina*). *Journal of Phycology* 9: 46-50.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. 2002. *Diatomeas Bentónicas de la Península de Baja California, Diversidad y Potencial Ecológico*. Instituto Politécnico Nacional, Universidad Autónoma de Baja California, La Paz.
- Siqueiros Beltrones, D. A., U. Argumedo Hernández & C. Landa Cansigno. 2016. Uncommon species diversity values in epiphytic diatom assemblages of the kelp *Eisenia arborea* J.E. Areschoug. *Hidrobiológica* 26: 61-76
- Siqueiros-Beltrones, D.A. & O.U. Hernández-Almeida. 2006. Florística de diatomeas epifitas en un manchón de macroalgas subtropicales. *CICIMAR-Oceánides* 21: 11–61.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. & Y.J. Martínez-Hernández. 2017. Prospective floristics of epiphytic diatoms on Rhodophyta from the southern Gulf of Mexico. *CICIMAR-Oceánides* 32: 35–49.
- Siqueiros Beltrones, D.A., U. Argumedo Hernández & O.U. Hernández Almeida. 2017. High species diversity (H') of benthic diatoms in a coastal lagoon located within a natural protected area. *Hidrobiológica* 27: 293-300.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. & S.E. Ibarra-Obando. 1985. Lista florística de las diatomeas epifitas de *Zostera marina* en Bahía Falsa, San Quintín. *Ciencias Marinas* 11: 21–67.
- Siqueiros-Beltrones, D., D. López-Mejía & F. Gutiérrez-Mendieta. 2020. High species richness of epiphytic *Mastogloia* Thwaites ex W. Sm. (*Mastogloiales*; Bacillariophyceae) on *Thalassia testudinum* K.D. Koenig the southern Gulf of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91: e912976 <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2976>
- Siqueiros-Beltrones, D.A., G. Valenzuela-Romero, O.U. Hernández-Almeida, U. Argumedo-Hernández & F.O. López-Fuerte. 2004. Catálogo iconográfico de diatomeas de hábitats rocosos y su incidencia en la dieta de abulones (*Haliotis* spp.) jóvenes de Baja California Sur, México. *CICIMAR-Oceánides* 19: 29-03.
- Spalding, M., M. Taylor, C. Ravilious, F. Short, E. Green. 2003. Global overview. The distribution and status of seagrasses, In: E.P. Green & F.T. Short. Eds. *World atlas of seagrasses*. UNEP- World Conservation Monitoring Centre, University of California Press, Berkeley, pp. 21-26.
- Stidolph, S.R., F.A.S Sterrenburg, K.E.L. Smith, & A. Kraberg. 2012. *Stuart R. Stidolph Diatom Atlas*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2012-1163.
- Sullivan M.J. 1979. Epiphytic diatoms of three seagrass species in Mississippi Sound. *Bulletin of Marine Science*, 29: 459–464.
- Tomas, C.R. 1997. *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press, San Diego.
- Villalobos-Zapata, G.J. & J. Mendoza-Vega. 2010. *La biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Witkowski, A., H. Lange-Bertalot, & D. Metzeltin. 2000. *Diatom flora of marine coast I*. Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Monographs 7. Gantner Verlag KG., Rugell.

Sometido: 3 de abril de 2021

Revisado: 24 de junio de 2021

Corregido: 28 de julio de 2021

Aceptado: 1 de agosto de 2021

Nombres válidos, legítimos y correctos en ficología ¿Cuándo se deben usar?

Valid, legitimate, and correct names in phycology. When should they be used?

Francisco F. Pedroche^{1*} y Eberto Novelo²

¹Comité Internacional de Nomenclatura – sección Algas.

¹Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma & University Herbarium, University of California at Berkeley, USA.

²Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

*Correspondencia: fpedroche@correo.ler.uam.mx

Pedroche, F.F. & E. Novelo. 2021. Nombres válidos, legítimos y correctos en ficología ¿Cuándo se deben usar? *Cymbella* 7 (1): 36-42. <http://cymbella.mx>

RESUMEN.

La presente contribución es parte de una serie que pretende difundir buenas prácticas taxonómicas entre los ficólogos. En el presente trabajo abordamos lo relativo al uso de la denominación nombre correcto, en lugar de la tan difundida práctica de emplear nombre válido para citar a los nombres aceptados taxonómicamente. Se mencionan algunos conceptos relacionados, presentes en el Código, como: el nombre legítimo, nombre válido, nombre superfluo y nombre correcto. Se comparan entre sí con recomendaciones en su aplicación y se ilustran con algunos ejemplos en algas marinas y dulceacuícolas.

ABSTRACT.

This contribution is part of a series that aims to disseminate good taxonomic practices among phycologists. In this paper we address the use of the correct name, instead of the widespread practice of using a valid name to cite taxonomically accepted names. Some related concepts, present in the Code, are mentioned, such as: the legitimate name, valid name, superfluous name and correct name. They are compared with each other with recommendations in their application and are illustrated with some examples in seaweeds and freshwater algae.

INTRODUCCIÓN.

Un error común en la literatura taxonómica de las algas es la confusión o desconocimiento del significado de un nombre válido. Esto es materia de la nomenclatura y trataremos, en este texto, de aclarar su uso y contrastarlo con otros conceptos relacionados como son: el nombre legítimo, el nombre correcto o el taxonómicamente aceptado. No olvidemos recordar que un taxón es un conjunto de individuos (Pedroche, 2019a), mientras que un nombre es una etiqueta aplicada a ese grupo como referencia (Pedroche, 2019b). Un taxón se describe, un nombre se publica (Turland, 2019), por supuesto unido a un ejemplar de referencia. Cabe aclarar que estos son algunos de los “nombres” que aparecen en la literatura, como resultado del proceso de designación de un taxón y nos hemos centrado en ellos por la frecuencia de su uso no adecuado, con la intención de generar buenas prácticas en Taxonomía. Otros nombres utilizados en la literatura son: nombre alternativo (*nom. alt.*), nombre ambiguo (*nom. ambig.*), nombre conservado (*nom. cons.*), nombre dudoso (*nom. dub.*), nombre nuevo (*nom. nov.*), nombre desnudo, sin descripción (*nom. nud.*), nombre provisional (*nom. prov.*), nombre rechazado (*nom. rej.*), nombre superfluo (*nom. superfl.*), por no incluir a los sinónimos y nombres mal aplicados.

LOS PRINCIPIOS.

La nomenclatura en las algas, al igual que en los hongos y las plantas, se rige por seis principios básicos enunciados en el Código (Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas: Turland *et al.* 2018), todos ellos importantes y mencionados, de manera general, en una contribución previa (Pedroche 2018) pero ante el tema que nos ocupa vale la pena mencionarlos *in extenso*: Principio I: La nomenclatura de algas, hongos y plantas es independiente de la nomenclatura zoológica y procariótica (bacteriológica). Este Código se aplica por igual a los nombres de grupos taxonómicos tratados como algas, hongos y plantas, hayan sido o no considerados así originalmente. Principio II: La aplicación de los nombres de los grupos taxonómicos se determina por medio de los tipos nomenclaturales. Principio III: La nomenclatura de un grupo taxonómico se basa en la prioridad de la publicación. Principio IV: Cada grupo taxonómico con circunscripción, posición y rango particulares puede llevar solo un **nombre correcto**, el más antiguo que esté de acuerdo con las reglas, excepto en casos determinados. Principio V: Los nombres científicos de los grupos taxonómicos se consideran latinos, sin reparar en su origen y Principio VI: Las reglas de nomenclatura tienen efecto retroactivo, salvo limitación expresa (las negritas son nuestras).

LA APLICACIÓN.

Como se puede observar, el concepto **nombre correcto** es el empleado por el Código. La confusión que prevalece en muchos autores quizá proviene de la influencia de los zoólogos, pues en el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (CINZ 1999) se define nombre válido de la siguiente manera: "válido, adj. (validez, f.). De un nombre disponible o de un acto nomenclatural: que es aceptable según las disposiciones del Código y, en el caso de un nombre, que resulta ser el nombre correcto de un taxón según el criterio taxonómico de un autor". Parecería que ambas denominaciones son sinónimos. Sin embargo, en el Código la condición de **nombre válido** se aplica a todo nombre que ha sido válidamente publicado (Art. 6.3). La publicación válida (no confundir con publicación efectiva), del nombre propuesto, es aquella que cumple con las reglas mencionadas en el Código (Arts. 32-45); la primera de ellas es la publicación efectiva, que tiene consecuencias muy importantes en cuanto al principio de prioridad. Publicar un nombre no lo hace *de facto* publicado efectivamente ya que depende de cómo es publicado. Aquí las consideraciones son principalmente sobre la naturaleza de la publica-

ción (material), pues previo a 2011 solo las revistas impresas y distribuidas en las bibliotecas más importantes del mundo eran tomadas en cuenta. A partir de enero de 2012 la publicación en medios electrónicos, con ciertas condiciones (PDF, ISSN, ISBN) es calificada como efectiva. Es importante mencionar que, como apunta bien Turland (2019), un nombre debe ser publicado válidamente antes de ser considerado legítimo o ilegítimo.

El Código define al **nombre legítimo** por exclusión, es decir el Art. 6.5 establece: "Un nombre legítimo es el que está de acuerdo con las reglas, o sea, que no es ilegítimo según se define este último en el Art. 6.4". Entonces ¿cuándo un nombre es ilegítimo?, de manera sencilla podemos decir que solo hay tres posibilidades de que un nombre no sea legítimo, la primera son los homónimos posteriores o tardíos (Art. 53), los nombres nomenclaturalmente superfluos (aquellos que no han seguido la regla de utilizar el epíteto específico que le corresponde por el basónimo en el que se basa) (Art. 52) y aquellos que estén fincados en categorías ilegítimas; por ejemplo, erigir un nombre genérico con base en un nombre específico ilegítimo o una familia o subdivisión de una familia con un género ilegítimo (Art. 18.3 y 19.6). Así, todos los nombres que no están en estas circunstancias son por definición legítimos. ¿Es posible legitimar un nombre que originalmente ha sido considerado ilegítimo? Sí, por los métodos de conservación (Art. 14) o sanción (Art. 15).

Así llegamos al **nombre correcto**: es el nombre legítimo que se aplica a un taxón con una circunscripción particular, una posición y un rango, y **que debe responder a las reglas de prioridad** (fig. 1). Guiry y Guiry (2021) utilizan la expresión: nombre taxonómicamente aceptado, que hasta cierto punto podría ser un equivalente, pero incorpora, desde nuestro punto de vista, una idea o noción que, aunque básica y trascendental en taxonomía, puede dar lugar a ambigüedades: ¡la opinión (taxonómica) de los autores! Una muestra de esto son los sinónimos, de los cuales hablaremos en otra entrega, pero que representan alternativas al nombre correcto, pues son nombres válidos y legítimos. Los autores que publican un nombre que consideran correcto (opinión taxonómica), en un listado, monografía, revisión o artículo científico, deben, con el pleno convencimiento y conocimiento, justificar su empleo por encima de la aplicación general.

EJEMPLOS.

Como resultado de los proyectos de investigación en desarrollo, presentamos algunos ejemplos de la ficoflora marina y dulceacuicola mexicana, que

podrían clarificar el uso de los términos arriba mencionados. En bdLACET (Novelo y Tavera 2021), se pueden encontrar los 34 nombres inválidos y 32 ilegítimos de las algas continentales mexicanas existentes a la fecha.

NOMBRES NO VÁLIDOS (INVÁLIDOS): NOM. INVAL.

Thomas DeCew, durante el desarrollo de su tesis doctoral, demostró que las algas rojas californianas identificadas como *Ahnfeltia gigartinoides* J. Agardh no eran conespecíficas con aquellas *A. gigartinoides* cercanas a la localidad tipo, en México tropical y concluyó que la entidad californiana representaba una especie no descrita (DeCew 1983). Este taxón fue nombrado como *Ahnfeltiopsis pacifica* DeCew & P.C. Silva en un trabajo publicado por Silva (1979), pero su publicación representa un nombre inválido y en este ejemplo en particular, un *nom. nud.*, un nombre publicado sin diagnóstico o descripción. El nombre correcto para la entidad californiana es *Fredericqia decewii* Maggs & al.

La especie conocida tradicionalmente como *Leathesia difformis* (Linnaeus) Areschoug 1847, una feofita, está basada en *Tremella difformis* Linnaeus 1755, pero este basónimo es inválido. El nombre *Tremella* Linnaeus (1753) fue aplicado originalmente a un género que comprende siete especies, de las cuales, *T. nostoc* Linnaeus fue designada como el lectotipo de ese género por Donk (1958). Debido a que esta especie pertenece a un grupo (Nostocaceae Heterocysteeae) cuyas reglas de nomenclatura se inician el primero de enero de 1886 (Art. 13.1 e), tanto el nombre genérico como sus siete especies no son válidos (Art. 13.2). El nombre legítimo más antiguo para la especie, incorrectamente denominada *L. difformis*, es *Chaetophora marina* Lyngbye, el cual fue propuesto como la combinación *Nostoc marinum* C. Agardh 1810-1812, un nombre también inválido por la adopción de las fechas de partida en la aplicación de las reglas de nomenclatura. Así, el nombre correcto de este taxón es *Leathesia marina* (Lyngbye) Decaisne.

Cylindrospermum comatum H. C. Wood 1873, una Nostocaceae (Cyanoprokaryota) registrada en Nayarit, es un nombre inválido. *Oscillatoria gracillima* Kützing 1843, mencionada por primera vez en la flora mexicana por Sámano en 1933, se ha registrado varias veces en la Ciudad de México pero representa también un nombre inválido. Este nombre fue mencionado por Gomont (1892) como uno de los sinónimos de *Oscillatoria splendida* Greville ex Gomont, ahora denominada *Geitlerinema splendidum* (Greville ex Gomont) Anagnostidis, como el nombre correcto. Estos dos casos son ejemplos

también de la invalidez de un nombre por su fecha de publicación (“starting-points”) de acuerdo al artículo 13.1. El primero por ser anterior al punto de partida para las Heterocysteeae (Bornet & Flahault 1886) y el segundo, particularmente para las Homocysteeae (Gomont 1892).

Placoneis porifera var. *opportuna* (Hustedt) Novelo, Tavera et Ibarra 2007, es una variedad registrada en Quintana Roo y la Ciudad de México cuya “nueva combinación” es inválida pues no se citó correctamente el basónimo (Art. 41.1). Los autores usaron como basónimo *Navicula porifera* var. *opportuna* (Hustedt) Lange-Bertalot, que a su vez tenía como basónimo *Navicula opportuna* Hustedt 1950. Ahora el nombre correcto es *Placoneis opportuna* (Hustedt) Chudaev et Gololobova.

NOMBRES NO LEGÍTIMOS (ILEGÍTIMOS): NOM. ILLEG.

Laurencia paniculata (C. Agardh) J. Agardh 1852, representa un homónimo posterior o tardío de *L. paniculata* Kützing 1849, por lo que es ilegítima. Boisset et al. (2000) determinaron que la primera pertenece al género *Chondrophyucus* y establecieron la combinación *C. paniculatus* (C. Agardh) G. Furnari, ahora sinónimo del nombre correcto *Palisada thuyoides* (Kützing) Cassano et al. (2009).

Chaetomorpha capillaris (Kützing) Børgesen 1925 (*Rhizoclonium capillare* Kützing 1847), es un *nom. illeg.*, pues es un sinónimo posterior de *Chaetomorpha capillaris* (Linnaeus) Gray 1864 (*Conferva capillaris* Linnaeus 1753). El nombre *Chaetomorpha capillaris* (Kützing) Børgesen fue colocado en sinonimia con *Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kützing por Blair (1983), el nombre correcto para este taxón. *Sargassum vulgare*, en el momento de su publicación, por C. Agardh (1820), fue superfluo y por lo tanto ilegítimo ya que la especie a la que se aplica incluía *Fucus salicifolius* S. Gmelin 1768 y Agardh debería haber usado el epíteto *salicifolius* para su combinación. El protólogo de *F. salicifolius* muestra claramente que este nombre se aplica a una especie de *Sargassum*, pero incluso si esta especie se mostrara inequívocamente para ser abarcada por el concepto de *S. vulgare* de C. Agardh, *F. salicifolius* no podía servir como basónimo debido a la existencia previa de *S. salicifolium* Naccari 1828 (Silva et al. 1996). Una propuesta de conservación fue presentada por Ramon y Gil-ad (2007), la cual fue rechazada por el comité permanente de nomenclatura (algas). Investigaciones futuras sin duda mostrarán un sinónimo taxonómico que puede servir como el nombre correcto.

Pteromonas angulosa (Carter) Lemmermann 1900, es un homónimo posterior de *P. angulosa* Chodat

1896, por lo tanto ilegítimo. Sin embargo, en muchas referencias aparece el primer nombre o también *P. angulosa* (Stein) Dangeard (del que no hay registro de publicación) *nom. ined.* Lemmermann usó como basónimo *Cryptoglena angulosa* Carter 1859 para su nueva combinación y en la misma publicación aparece *P. chodatii* como el nombre nuevo o sustituto para *P. angulosa* Chodat; esta acción convierte a *P. chodatii* en un nombre superfluo, por tanto, también ilegítimo para *P. angulosa* Chodat (INA 2021), que debería ser el nombre correcto del taxón, aunque no reconocido en AlgaeBase (Guiry & Guiry 2021).

Achnanthes brevipes C. Agardh 1824. Una Achnantheaceae, Bacillariophyta, es un nombre nuevo injustificado, o al menos no sabemos qué tenía en mente Agardh al proponerlo, pues no se ve razón para ello, al tratar de reemplazar (nombre de reemplazo o *nom. nov.*) *Achnanthes adnata* Bory 1822 y por tanto es ilegítimo (INA 2021). En 2006 Cox propone *A. brevipes* como sinónimo de *A. adnata*, dentro del orden Mastogloiales, y por lo tanto el nombre correcto. *Achnanthes brevipes* se ha mencionado para Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Veracruz, Yucatán.

En los siguientes ejemplos se muestra como, en un problema nomenclatural, pueden estar combinados nombres no válidos y nombres ilegítimos.

La combinación *Fragilaria biceps* (Kützing) Lange-Bertalot 1991 (Fragilariaceae, Bacillariophyta) era un nombre inválido la primera vez que se publicó e ilegítimo la segunda vez (1993), pues fue un homónimo posterior de *F. biceps* Ehrenberg 1843. Se ha registrado en ríos de San Luis Potosí y el nombre correcto ahora es *Ulnaria biceps* (Kützing) Compère, que aunque posee el mismo epíteto, está basado (basónimo) en *Synedra biceps* Kützing 1844, no en *F. biceps* Ehrenberg.

Acutodesmus deserticola Hegewald, Bock et Krienitz 2013, fue registrado en un trabajo biotecnológico en Querétaro que pretendió mostrar las ventajas de usar secuenciación masiva para sustituir las observaciones microscópicas. Sin embargo, este nombre tiene una historia tortuosa. Lewis y Flechtner (2004) nombraron "*Scenedesmus bajacalifornicus*" y "*Scenedesmus deserticola*" a partir de material recolectado de suelos desérticos. La descripción de estas especies se ajustó a las reglas del Código (Turland *et al.* 2018), excepto que se designaron como holotipos a cultivos activos, lo que contraviene al Art. 8.4 ("Los ejemplares tipo de nombres de taxones deben ser preservados de manera permanente y no pueden ser organismos vivos o cultivos"). Por lo tanto, ambos nombres

son **inválidos**. Hegewald *et al.* (2013) intentaron validar estas dos designaciones refiriéndolas al género *Acutodesmus* (Hegewald) Tsarenko. Un género que resultó ser **ilegítimo** (superfluo), pues la especie que lo tipificaba era *Acutodesmus wisconsinensis* (G. M. Smith) Tsarenko 2001, cuyo basónimo estaba representado por *Tetradesmus wisconsinensis* G. M. Smith 1913, la especie tipo de *Tetradesmus*, que es el nombre genérico correcto, por el principio de prioridad (Wynne y Hallan 2016); peor aun, en su intento de validación seleccionaron un "lectotipo", cuando por la naturaleza de ser nombres nuevos y de acuerdo al Art. 9.1, se requería de la selección de un holotipo. Las combinaciones previstas "*Acutodesmus bajacalifornicus*" y "*Acutodesmus deserticola*" propuestas por Hegewald *et al.* (2013) también son **inválidas** pues los supuestos basónimos eran **inválidos**. Es más, Hegewald *et al.* (2013) tampoco publicaron válidamente "*Scenedesmus deserticola*" o "*Scenedesmus bajacalifornicus*" ya que los trataron como sinónimos de *Acutodesmus deserticola* y *Acutodesmus bajacalifornicus* (Art. 36.1 b). Finalmente, Lewis y Flechtner en 2019 validaron los nombres como *Tetradesmus deserticola* y *T. bajacalifornicus*. Ahora estos son los nombres correctos de ambos taxones.

Una advertencia: muchos nombres ilegítimos siguen en ese estado hasta que se lleve a cabo una acción taxonómica que los legitime (ver el Código), por lo tanto, al no existir un nombre correcto para ellos, deberán citarse bajo la denominación de *nom. illeg.* (ver arriba *Sargassum vulgare*).

CONCLUSIÓN.

La nomenclatura, como sistema, es el complemento a los resultados de la Sistemática, Biología Comparada o Biología Evolutiva. Los profesionales de esta área de conocimiento, que como científicos estudiamos las relaciones evolutivas (filogenéticas) de los seres vivos, integrando información morfológica y molecular, descubrimos patrones o procesos que derivan y pueden cambiar la circunscripción y la posición de un taxón, para ubicarlo con aquellos con los que comparte una historia común (ancestro-descendiente). Esto conlleva, en algunas ocasiones, que los nombres de los taxones tengan que ser modificados para que reflejen, lo mejor posible, esa realidad a la que nos enfrentamos día con día. En contraposición con aquellos usuarios que quisieran que los nombres fueran completamente estables y sin cambios frecuentes, nuestra tarea es tratar de acercar estos dos mundos, aparentemente distantes, en

uno que sea coherente y consistente para demostrar, en palabras de Judith “el poder duradero de los nombres” (Winston 2018), asegurando que los nombres sean lo menos ambiguo posible. En esta tarea nos hemos propuesto generar “buenas prácticas”, crear consensos y acercar voluntades. Así, la palabra “nombre” significa una designación (la intención de nombrar algo), que ha sido válidamente publicada, tanto si es legítimo como si es ilegítimo (Art. 6.3) (Turland 2019) (fig. 1). **Un taxón, con su circunscripción, posición y rango particulares, puede tener solo un nombre que se denomina nombre correcto** (Art. 11.1).

AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen a la Dra. Alejandra Mazariegos (CIBNOR) y a un revisor anónimo por sus comentarios que mejoraron la claridad y contenido del texto.

REFERENCIAS.

- Agardh, C.A. 1810. *Dispositio algarum Sueciae, quam, publico examini subjiunt Carl Adolf Agardh... & Gustav Sannberg Blekingus die viii decembris mdcccx*. Litteris Berlingianis, Lundae (publicado en 1812).
- Agardh, C.A. 1820 (“1821”). *Species algarum rite cognitae, cum synonymis, differentiis specificis et descriptionibus succinctis*. Volumen primum. Pars prima. Officina Berlingiana, Lundae.
- Agardh, C.A. 1824. *Systema algarum*. pp. [i]-xxxvii, [1]-312. Litteris Berlingianis, Lundae.
- Agardh, J.G. 1852. *Species genera et ordines algarum, seu descriptiones succinctae specierum, generum et ordinum, quibus algarum regnum constituitur. Volumen secundum: algas florideas complectens*. Part 3, fasc. 1. pp. 701-786. C.W.K. Gleerup, Lundae
- Areschoug, J. E. 1847. Phycarum, quae in maribus Scandinaviae crescunt, enumeratio. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis* 13: 223-382.
- Blair, S. M. 1983. Taxonomic treatment of the *Chaetomorpha* and *Rhizoclonium* species (Cladophorales: Chlorophyta) in New England. *Rhodora* 85: 175-211.
- Boisset, F., G. Furnari, M. Cormaci & D. Serio. 2000. The distinction between *Chondrophyucus patentirameus* and *C. paniculatus* (Ceramiales, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 35: 387-395.
- Bornet, E. & C. Flahault. 1886. Revision de *Nostocacées hétérocystées* contenues dans les principaux herbiers de France. *Annales des Sciences. Naturelles, Botanique*. 7a. ser. Reimpresión por H.R. Engelmann (J. Cramer) 1959. Vol. 7a ser. 3, 4, 5, 7.
- Børgesen, F. 1925. Marine algae from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. I. Chlorophyceae. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Meddelelser* 5: 1-123.
- Bory de Saint-Vincent, J.B.G.M. 1822. Achnanthe. Achnanthes. *Dictionnaire Classique d'Histoire Naturelle* 1: 79-80. Paris.
- Carter, H.J. 1859. On fecundation in the two Volvocales, and their specific differences; on *Eudorina*, *Spongilla*, *Astasia*, *Euglena* and *Cryptoglena*. *Annals and Magazine of Natural History*, Series 2 3: 1-20.
- Cassano, V., J. Díaz-Larrea, A. Sentíes, M.C. Oliveira, M.C. Gil-Rodríguez & M.T. Fujii. 2009. Evidence for the conspecificity of *Palisada papillosa* with *P. perforata* (Ceramiales, Rhodophyta) from the western and eastern Atlantic Ocean on the basis of morphological and molecular analyses. *Phycologia* 48: 86-100.
- Chodat, R. 1896. Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoidées. *Bulletin de l'Herbier Boissier* 4: 273-280.
- CINZ. (Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica.) 1999. *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica*. Traducción de M.A. Alonzo Zarazaga. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Cox, E.J. 2006 *Achnanthes sensu stricto* belongs with genera of the Mastogloiales rather than with other monoraphid diatoms (Bacillariophyta). *European Journal of Phycology* 41: 67-81.
- DeCew, T.C. 1983. *Culture studies in the Hildenbrandiales, Cryptonemiales, Gigartinales and Palmariales (Rhodophyta)*. PhD Thesis. University of California, Berkeley.
- Donk, M.A. 1958. The generic names proposed for Hymenomyces—VIII. *Taxon* 7: 236-250.
- Ehrenberg, C.G. 1843. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1841: 291-445.
- Gmelin, S.G. 1768. *Historia fucorum*. Ex typographia Academiae scientiarum. Petropoli.
- Gomont, M. 1892. *Monographie des Oscillariées (Nostocacées, Homocystées)*. Reimpresión 1967. J. Cramer-Weinheim & Wesley, LTD and Hafner Pub. Co. Codicote, Herts.
- Gray, J.E. 1864. *Handbook of British water-weeds or algae. The Diatomaceae by W. Carruthers*. R. Hardwicke, Picadilly, London.
- Guiry, M. D. & G. M. Guiry. 2021. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway, <http://www.algaebase.org>. Consultado el 23 de junio de 2021.
- Hegewald, E., C. Bock & L. Krienitz. 2013. A phylogenetic study on Scenedesmaceae with the description of a new species of *Pectinodesmus* and the new genera *Verrucodesmus* and *Chodatodesmus* (Chlorophyta, Chlorophyceae). *Fottea, Olomouc* 13: 149-164.
- Hustedt, F. 1950. Die Diatomeenflora norddeutscher Seen mit besonderer Berücksichtigung des holsteinis-

- chen Seengebiets. V.-VII. Seen in Mecklenburg, Lauenburg und Nordostdeutschland. *Archiv für Hydrobiologie* 43: 329-458.
- Index Nominum Algarum (INA). 2021: University Herbarium, University of California, Berkeley. Compilado por Paul C. Silva. Disponible en línea: <http://ucjeps.berkeley.edu/CPD/>. Consultado: 25 de julio de 2021.
- Kützing, F.T. 1843. *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser.* F.A. Brockhaus, Leipzig.
- Kützing, F.T. 1844. *Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen.* pp. [i-vii], [1]-152. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.
- Kützing, F. T. 1847. Diagnosen und Bemerkungen zu neuen oder kritischen Algen. *Botanische Zeitung* 5: 1-5, 22-25, 33-38, 52-55, 164-167, 177-180, 193-198, 219-223.
- Kützing, F.T. 1849. *Species algarum.* F.A. Brockhaus, Lipsiae.
- Lange-Bertalot, H., U. Rumrich & G. Hofmann. 1991. Zur Revision der Gattung *Diatoma* Bory (Subgenus *Diatoma*, Bacillariophyceae). Identifikation ökologisch wichtiger, aber taxonomisch problematischer Arten. *Acta Biologica Benrodis* 3: 115-130.
- Lange-Bertalot, H. 1993. *85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Bibliotheca Diatomologica 27. J. Cramer, Berlín - Stuttgart.
- Lemmermann, E. 1900. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. III. Neue Schwebalgen aus der Umgegend von Berlin. *Berichte der deutsche botanischen Gesellschaft* 18: 24-32.
- Lewis, L.A. & V.R. Flechtner. 2004. Cryptic species of *Scenedesmus* (Chlorophyta) from desert soil communities of western North America. *Journal of Phycology* 40: 1127-1137.
- Lewis, L.A. & V.R. Flechtner. 2019. *Tetrademus bajacalifornicus* L.A.Lewis & Flechtner, sp. nov. and *Tetrademus deserticola*. A. Lewis & Flechtner, sp. nov. (Scenedesmeaceae, Chlorophyta). *Notulae algarum* No. 88: 1-2.
- Linnaeus, C. 1753. *Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas.* Vols. 1-2. Impensis Laurentii Salvii, Holmiae.
- Linnaeus, C. 1755. *Flora suecica; exhibens plantas per regnum Sueciae crescentes, systematice cum differentiis specierum, synonymis autorum, nominibus incolarum, solo locorum, usu pharmacopaeorum.* Edition secunda. Impensis Laurentii Salvii, Holmiae.
- Naccari, F.L. 1828. *Flora veneta o descrizione delle piante che nascono nella provincia di Venezia disposta secondo il sistema Linneano e colla indicazione al metodo di Jus-sieu modificato dal De-Candolle arricchita di osservazioni medico-economiche di Fortunato Luigi Naccari.* Vol. VI. Pressor Leone, Venezia.
- Novelo, E. & R. Tavera. 2021. BdLACET Base de datos de algas continentales. Facultad de Ciencias, UNAM. México. Disponible en: <https://bdlacet.mx>.
- Novelo, E., R. Tavera & C. Ibarra. 2007. Bacillariophyceae from karstic wetlands in Mexico. *Bibliotheca diatomologica* 54. J. Cramer, Stuttgart.
- Pedroche, F.F. 2018. El Código de Nomenclatura. Un instrumento de trabajo para los ficólogos. *Cymbella* 4:69-76.
- Pedroche, F.F. 2019a. Circunscripción, rango y posición en la nomenclatura biológica. *Cymbella* 5:124-127.
- Pedroche, F.F. 2019b. Reflexiones sobre tres nociones: las clasificaciones, los caracteres y los nombres. *Cymbella* 5:147-151.
- Ramon, E., & Gil-ad, N. 2007. (1784) Proposal to conserve the name *Sargassum vulgare* (Phaeophyceae: Sargassaceae) with a conserved type. *Taxon* 56: 955-957
- Sámáno Bishop, A. 1933. Algunas cianofíceas del Lago de Xochimilco. *Anales del Instituto de Biología.* Universidad Nacional Autónoma de México 4: 29-31
- Silva, P.C. 1979. The benthic algal flora of central San Francisco Bay. In: T. J. Conomos. Ed. *San Francisco Bay: the urbanized estuary.* Pacific Division, American Association for the advancement of Science, San Francisco, pp. 287-345.
- Silva, P.C., P.W. Basson & R.L. Moe. 1996. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. *University of California Publications in Botany* 79: i-xiv, 1-1259.
- Smith, G. M. 1913. *Tetrademus*, a new four-celled coenobitic alga. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 40: 75-87.
- Tsarenko, P. & O.A. Petlovany. 2001. Dopolnieniek Raznoobraziju vodoroslej Ukrainy [Adiciones a "Diversity of algae in Ukraine"]. *Algologia Suplemento no numerado*: 1-130 [en ruso con resumen en inglés].
- Turland, N. J., J.H. Wiersema, F.R. Barrie, W. Greuter, D.L. Hawksworth, P.S. Herendeen, S. Knapp, W.-H. Kusber, D.-Z. Li, K. Marhold, T.W. May, J. McNeill, A.M. Monro, J. Prado, M.J. Price & G.F. Smith (eds.) 2018: Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (Shenzhen Code). Versión al español de W. Greuter y R. Rankin Rodríguez. *Occasional papers from the Herbarium Greuter.* 4. Stiftung Herbarium Greuter. Berlin. Accesible en: https://jolube.files.wordpress.com/2018/08/codigo_nomenclatura_botanica_shenzhen2018.pdf
- Turland, N.J. 2019. *The Code Decoded. A user's guide to the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants*, 2a. ed. Pensoft Publishers, Sofia.
- Winston, J. E. 2018. Twenty-first century Biological Nomenclature—The enduring power of names. *Integrative and Comparative Biology* 550: 225-210.
- Wood, H.C. 1873. A contribution to the history of the

fresh-water algae of North America. *Smithsonian Contributions to Knowledge* 19 (241): i-vii, 1-262.
 Wynne, M.J. & K. Hallan. 2016). Reinstatement of *Tetradismus* G. M. Smith (Sphaeropleales, Chlorophyta). *Feddes Repertorium* 126: 83-86.

Sometido: 26 de julio de 2021
 Revisado: 5 de agosto de 2021
 Corregido: 27 de agosto de 2021
 Aceptado: 30 de agosto de 2021

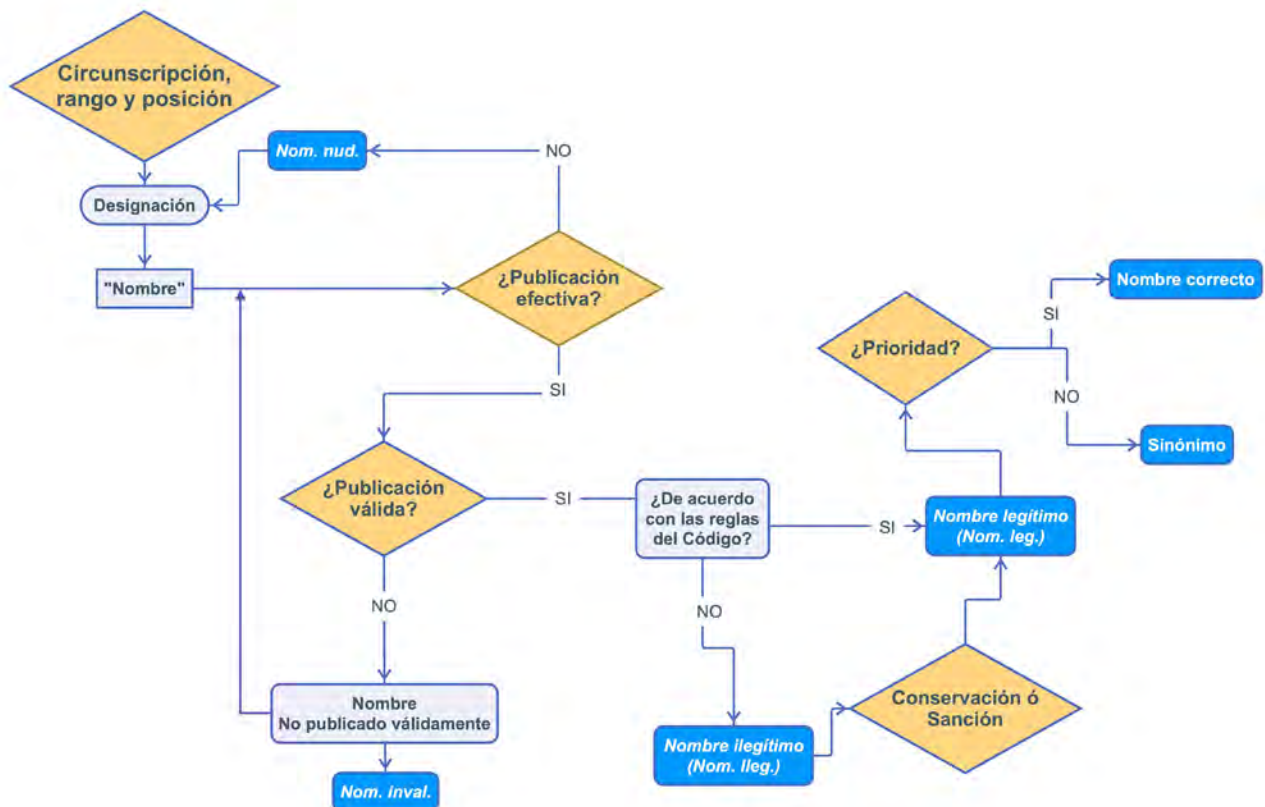


Figura 1. El camino que sigue una designación para concluir en el nombre correcto de un taxón. Las figuras en forma de diamante representan procesos, las demás patrones y resultados.

Juan Gabriel Sánchez Novoa

Bioprocesos de aguas contaminadas del Canal Bancalari, cuenca del Río Reconquista utilizando una cepa autóctona de *Chlorella vulgaris* inmovilizada en alginato dentro de estructuras 3D.

Licenciatura en Ciencias Ambientales

Universidad del Salvador, Facultad de Historia, Geografía y Turismo, Buenos Aires, Argentina.

Correspondencia: juangabrielsancheznova@gmail.com

La mayoría de los ríos y arroyos de las principales cuencas que drenan el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) se encuentran muy modificados, con canalizaciones, rectificaciones, desviaciones, y entubamientos parciales o totales (Ambrosino *et al.* 2004; Atlas Ambiental de Buenos Aires 2010) y un alto grado de contaminación industrial, cloacal, doméstico y rural (Magdaleno, *et al.* 2001; Castañé *et al.* 2006; Fernández Cirelli & Ojeda 2008). En respuesta a estas alteraciones, los cuerpos de agua presentan una reducción en los niveles de oxígeno disuelto y un aumento en los niveles de nutrientes, particularmente nitrógeno, fósforo y metales pesados (Dhote 2007; Dhote & Dixit, 2007; Magdaleno *et al.* 2014; Agencia de Protección Ambiental 2019). La descarga de aguas residuales domésticas e industriales no tratadas en cuerpos acuáticos representa una seria amenaza de eutrofización, lo que lleva a una lenta degradación de los recursos hídricos (Olguin 2003) por la pérdida de especies y servicios ecosistémicos. Por lo tanto, se hace necesario reducir la carga de nutrientes de los efluentes antes que lleguen al cuerpo de agua receptor.

En los últimos años, se han desarrollado varios métodos físicos, químicos y biológicos para el tratamiento de aguas residuales; entre estos, la fitorremediación que puede ser definida como el uso de microalgas para la remoción o biotransformación de contaminantes, incluyendo nutrientes y xenobióticos de las aguas residuales y retención de CO₂ del aire (Olguin 2003). Las microalgas son de gran interés en el campo de la biotecnología, a expensas de la energía solar, convierten el CO₂ en metabolitos valiosos. Entre estos productos y subproductos se puede obtener biocombustibles

y sustancias nutritivas aptas para consumo como alimentos o suplementos dietarios, cosméticos y productos farmacéuticos. Además, dado que las microalgas son sensibles a diversos contaminantes, se han utilizado para diseñar biosensores para la evaluación de la calidad del medio ambiente acuático (Lode *et al.* 2015). El alga verde *Chlorella vulgaris* es una de las más usadas en el tratamiento de aguas contaminadas por su rápido crecimiento, tolerancia a xenobióticos y eficiente remoción de nutrientes (Salgueiro *et al.* 2016).

Para la mayoría de las aplicaciones en fitorremediación, las microalgas se cultivan en suspensión. Sin embargo, distintas formas de inmovilización han sido estudiadas en los últimos tiempos (Bashan *et al.*, 2002; Bashan L & Bashan 2008; Krujatz *et al.*, 2015) el atrapamiento de células vivas en distintos tipos de soportes como el alginato, el agar, la celulosa entre otros. Por su parte, el alginato es una matriz de polisacáridos que ha sido de gran utilidad en el campo biotecnológico por su utilidad para la elaboración de cápsulas esféricas, comúnmente denominadas “perlas” que además de proporcionar protección a las células y mantener su capacidad de multiplicación, facilitan la manipulación y recuperación tras el período de biorremediación en el sitio contaminado (Trentini *et al.*, 2017). Sin embargo, las perlas de alginato con el alga pueden ser predadas por la fauna presente en estos cuerpos de agua a remediar (aves, peces, larvas de insectos, entre otros). Debido a ello, se plantea otro problema a solucionar en el desarrollo del proceso de biorremediación en espacios abiertos. En el presente trabajo se probará un dispositivo 3D impreso en ácido Poliláctico (PLA) que posee la capacidad

de ser un material sólido y biodegradable siendo amigable con el medio ambiente que proteja a las algas de la posible predación y permita el contacto entre las células inmersas en alginato y agua contaminada para llevar a cabo el proceso de biorremediación en geoceldas, definidas como sistemas de estanque abierto naturales o artificiales para el cultivo de microalgas (The National Academy of Science 2012). La presente investigación tuvo como objetivo profundizar el conocimiento de la eficiencia y dinámica de remoción de nutrientes por una cepa autóctona de *Chlorella vulgaris* inmovilizada en alginato dentro de estructuras 3D para determinar su efectividad y aplicabilidad en el manejo y rehabilitación de sistemas acuáticos contaminados. El área de estudio se ubicó en el Canal Bancalari (Cuenca del Río Reconquista) en la provincia de Buenos Aires - Argentina en la estación de bombeo N° 9 que posee la autoridad de la cuenca UNIREC (Unidad de Coordinación del Proyecto Río Reconquista). La investigación se realizó en 3 etapas, la primera etapa (Ensayo 1) consistió en el cultivo y aclimatación a las características fisicoquímicas del agua del canal, en condiciones controladas de laboratorio de *C. vulgaris* inmovilizada en "perlas" de alginato. La segunda etapa (Ensayo 2) se realizó el montaje "in-situ" en condiciones no controladas de geoceldas con *C. vulgaris* inmovilizada en alginato dentro estructuras 3D. Se realizaron 3 tratamientos por triplicado: Tratamiento *Chlorella* (G-Chl): geoceldas conteniendo algas inmovilizadas en dispositivos 3D; Tratamiento alginato (G-Al): geoceldas conteniendo dispositivos 3D con solo alginato sin algas y Tratamiento control (G-Ctrl): geoceldas conteniendo solo agua del canal. La tercera etapa (Ensayo 3)

se evaluó el efecto biorremediador de las microalgas inmovilizadas en alginato dentro estructuras 3D en condiciones controladas de laboratorio en un biorreactor tipo tanque agitado (Minifors, Infors HT®, Switzerland), con algas inmovilizadas en estructuras 3D en condiciones controladas a $24 \pm 2^\circ\text{C}$: Tratamiento *Chlorella* (B-Chl) Biorreactor conteniendo algas inmovilizadas en dispositivos 3D y Tratamiento control (B-Ctrl) Biorreactor conteniendo solo agua del canal. A los cinco días de tratamiento, se estimó la velocidad de crecimiento (μ), el tiempo de duplicación (dt) por recuento en cámara de Neubauer y por densidad óptica ($\text{DO}_{600\text{nm}}$). En el agua se determinaron las siguientes variables: pH, concentración de nitratos, nitrógeno amoniacal, Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID) y fósforo reactivo soluble (PRS) antes y después de cada tratamiento. Los resultados obtenidos mostraron que el tiempo estimado de duplicación de biomasa inmovilizada en estructuras 3D alcanzó un máximo a los 2.18 días. El amonio (Ensayo 3) fue el que alcanzó mayor porcentaje de remoción, superior a 98%. Los porcentajes de remoción para el tratamiento por geoceldas fueron de amonio (96.9%), fosforo reactivo soluble (98.2%), nitratos (41.3%), nitrógeno Inorgánico Disuelto-NID (46.4%). La biorremediación con *C. vulgaris* inmovilizada en alginato dentro de estructuras 3D, resultó ser una alternativa efectiva para remover los nutrientes del agua del Canal Bancalari.

Palabras Clave: algas unicelulares, nutrientes, fitorremediación, inmovilización.

Texto disponible a solicitud al autor.

Carlos Adán Palma Ortiz

Filogeografía de *Alsidium seaforthii* y *A. triquetrum* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en las costas mexicanas del Golfo de México y Caribe

Maestría en Ciencias. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-I.

Correspondencia: foxh.adan@ciencias.unam.mx

INTRODUCCIÓN.

En el litoral del Atlántico mexicano, *Alsidium* está representado por las especies simpátricas *A. seaforthii* y *A. triquetrum*, ambas de importancia económica en diversas industrias por sus metabolitos secundarios. Sin embargo, han sido poco estudiadas en México por lo que se desconocen numerosos aspectos biológicos exceptuando la morfología y su distribución.

OBJETIVOS.

1) Evaluar la variación genética en las poblaciones de *A. seaforthii* y *A. triquetrum*; 2) describir la estructura genética y la distribución haplotípica en localidades muestreadas del Golfo de México y Caribe mexicano; 3) determinar la sistemática de ambas especies dentro de la familia Rhodomelaceae.

MATERIAL Y MÉTODOS.

A partir de 137 individuos de *A. seaforthii* y *A. triquetrum*, procedentes de 17 localidades de los estados de Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, se determinaron medidas de variación, distancias, estructura y diferenciación genética, además de redes de haplotipos, mediante secuencias de ADN de la región espaciadora de Rubisco (análisis intraespecífico). A partir de los haplotipos generados se realizó un análisis filogenético integrando secuencias de *rbcL* de especies de la familia Rhodomelaceae provenientes del GenBank (análisis interespecífico).

RESULTADOS.

El análisis intraespecífico de *A. seaforthii* determinó

cuatro haplotipos interconectados así como valores bajos de diversidad genética concentrados en su mayoría en Campeche ($Hd_T=0.15715$, $\pi_T=0.00087$), mientras que en *A. triquetrum* se obtuvieron seis haplotipos con valores de diversidad moderados ligeramente mayores ($Hd_T=0.18228$, $\pi_T=0.00219$) destacando la localidad de Sisal, Yucatán, con la mayor contribución en variación genética. Al interior de *A. seaforthii* se obtuvo nula estructuración y distancia genética, sin desviaciones respecto de lo esperado bajo neutralidad, en tanto que *A. triquetrum* mostró leve diferenciación acompañada de procesos demográficos con efecto en el tamaño poblacional, además del surgimiento de un haplotipo completamente diferenciado de ambas especies restringido a Sisal, Yucatán, en un intervalo de 5.6%-9.6%. Por otra parte, el análisis interespecífico arrojó una hipótesis filogenética que confirma la monofilia del género *Alsidium* al incluir todas las especies de las que se tiene registro molecular, además de su ubicación como género hermano de *Digenea* en la reestablecida tribu *Alsidiae*. Las distancias interespecíficas mostraron un intervalo de variación de 2.12%-4.73%.

CONCLUSIONES.

Los bajos niveles de variación y estructura genética acompañados de cierta variación morfológica, sugieren un caso de plasticidad fenotípica para *A. seaforthii* y *A. triquetrum* en el Atlántico mexicano, además de localidades de interés que coinciden con barreras genéticas ubicadas en Campeche y Yucatán, respectivamente. El haplotipo detectado mediante el análisis intraespecífico, diferenciado

totalmente de ambas especies y restringido a Sisal, Yucatán, sugiere un proceso de especiación en curso.

Palabras clave: Diversidad genética, estructura genética, espaciadora de Rubisco, haplotipos, plasticidad fenotípica.

Texto disponible en la Coordinación de Servicios Documentales, Biblioteca UAM-I / TESIUAMI:
<http://amoxcalli.izt.uam.mx/>

Alexis de Jesús Escárcega Bata

Morfología y filogenia molecular de especies de dinoflagelados atecados (*Dinoflagellata*) de la Bahía Todos Santos, Baja California, México.

Maestría en Oceanografía Costera

Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas
Correspondencia: escarcega.alexis@uabc.edu.mx

Los dinoflagelados atecados se caracterizan principalmente por presentar una pared celular frágil, debido a esta condición no mantiene su forma tras la fijación, razón por la cual estos organismos han sido poco estudiados. Para la Bahía Todos Santos (BTS) estos organismos han sido pobremente descrito y mal identificados, a pesar de ser un grupo importante ecológicamente, debido al potencial tóxico de varias especies. El objetivo de este estudio fue evaluar la diversidad de dinoflagelados atecados de la Bahía Todos Santos, Baja California, México a través de su morfología e identificación molecular mediante el uso de dos marcadores moleculares (18s y 28s). Se elaboró un listado florístico, donde se incluyó el registro fotográfico y la descripción morfológica de cada morfoespecie, asimismo, se realizó la identificación molecular para algunas morfoespecies. Se realizaron muestreos mensuales en 12 puntos diferentes de la bahía, y muestreos bimensuales en 8 puntos diferentes de la bahía, entre el periodo de 2019 a 2020. Se obtuvieron 150 muestras frescas, las cuales se observaron bajo microscopía óptica. Se identificaron a través de su morfología y su filogenia, 54 especies de dinoflagelados atecados, repartidos en cinco ordenes (Gymnodiniales, Noctilucales, Syndiniales,

Suessiales y Torodinales), siendo Gymnodiniales el orden con mayor número de especies. Del total de especies, 47 fueron identificadas y observadas por primera vez para la BTS y 26 son primer registro para el Pacífico mexicano. En la identificación morfológica, cada organismo fue fotografiado, descrito e identificado con base en la literatura especializada, donde se obtuvo un total de 49 especies de atecados, siendo las familias Gymnodiniaceae y Gyrodiniaceae las más diversas. Asimismo, se presenta el primer registro fotográfico de 11 especies de las que solo se contaba con el iconotipo. Para la identificación molecular se obtuvieron 35 secuencias parciales de ADNr, 17 secuencias corresponden al marcador 18s y 18 secuencias al marcador 28s. Del total de secuencias obtenidas, 21 corresponden a entidades filogenéticas diferentes, donde el orden Gymnodiniales fue el más representativo. Se confirmó la presencia de especies tóxicas, nocivas y potencialmente formadoras de florecimientos.

Palabras clave: diversidad, Gymnodiniales, marcadores moleculares, morfología, taxonomía.

Texto disponible a solicitud al autor.

DIRECTORIO

COMITÉ EJECUTIVO NACIONAL

Sociedad Mexicana de Ficología
Mesa Directiva 2020-2022

Dr. Enrique Arturo Cantoral Uriza

Presidente
Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación
Facultad de Ciencias (UMDI-FC-J-UNAM)
Juriquilla, Querétaro
somfico2022@gmail.com

Dra. Ileana Ortegón Aznar

Vicepresidenta
Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)
Mérida, Yucatán
oaznar@correo.uady.mx

Dra. Miriam G. Bojorge García

Secretaria Administrativa
Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación
Facultad de Ciencias (UMDI-FC-J-UNAM)
Juriquilla, Querétaro
mbg@ciencias.unam.mx

Dr. José Antolín Aké Castillo

Secretario de Difusión y Extensión
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías
Universidad Veracruzana
aake@uv.mx

CRÉDITO DE FOTO DE LA PORTADA

Pandorina smithii Chodat
Lagunas de Montebello, Chiapas
Fotos: E. Novelo.