



**Acta Botanica  
Mexicana**

# Descripción de especies de diatomeas del género *Actinopterychus* de la costa de Oaxaca, México

## Description of diatom species of the genus *Actinopterychus* from the coast of Oaxaca, Mexico

Alejandra Woolrich-Arrijoja<sup>1,2</sup> , José Antolín Aké-Castillo<sup>3</sup> , Alejandra Torres-Ariño<sup>2,4</sup> 

### Resumen:

**Antecedentes y Objetivos:** Dentro del fitoplancton, las diatomeas constituyen uno de los grupos mejor estudiados; sin embargo, se presentan confusiones en la determinación entre las especies de algunos géneros como *Actinopterychus*. Los objetivos de este trabajo fueron identificar y describir la morfología de las especies del género *Actinopterychus*, presentar los nuevos registros en la zona costera del estado de Oaxaca, México, y hacer una revisión de la distribución de las especies del género en el Pacífico mexicano.

**Métodos:** Se analizaron 24 muestras de cinco localidades: las lagunas costeras Chacahua y Corralero, y las zonas neríticas Cacalotepec, Punta Colorada y Bahía Grande, Oaxaca. Se llevó a cabo una limpieza de frústulas y se realizaron preparaciones permanentes para poder identificar a las especies. Se utilizó microscopía óptica para las observaciones de los especímenes.

**Resultados clave:** Se identificaron cinco especies en la costa de Oaxaca: *Actinopterychus splendens*, *A. vulgaris*, *A. concentricus*, *A. aster* y *A. senarius*, de los cuales *A. aster*, *A. concentricus* y *A. vulgaris* constituyen nuevos registros para el estado. Se proporcionan descripciones detalladas de cada taxón.

**Conclusiones:** Se amplía el intervalo de distribución de *Actinopterychus aster*, *A. concentricus* y *A. vulgaris* en el Pacífico mexicano. Se amplía el intervalo de tamaño reportado en el Pacífico mexicano para *A. aster*, *A. senarius* y *A. vulgaris*. Además, se presentan por primera vez los datos morfométricos y merísticos para *A. concentricus*.

**Palabras clave:** fitoplancton, frústula, nuevo registro, Pacífico mexicano, zona costera.

### Abstract:

**Background and Aims:** Within phytoplankton, diatoms are the most studied, even though confusions in identification still occur among species of some genera like *Actinopterychus*. The aims of this work was to determine and describe the morphology of the species of the genus *Actinopterychus*, present the new records that occur in the coastal area of Oaxaca, Mexico, and review the distribution of the species of this genus recorded in the Mexican Pacific.

**Methods:** Twenty-four samples from five localities were analyzed: Corralero and Chacahua coastal lagoons, and Cacalotepec, Punta Colorada and Bahía Grande neritic zones in Oaxaca. A cleansing of frustules was performed, and permanent slides were made for identification. Specimens were observed in optical microscopy.

**Key results:** Five species were identified on the coast of Oaxaca: *Actinopterychus splendens*, *A. vulgaris*, *A. concentricus*, *A. aster* and *A. senarius*, being *A. aster*, *A. concentricus* and *A. vulgaris* new records for the state. Detailed descriptions are provided for each taxon.

**Conclusions:** The distribution range of *Actinopterychus aster*, *A. concentricus* and *A. vulgaris* is extended for the Mexican Pacific. The size intervals previously reported in the Mexican Pacific for *A. aster*, *A. senarius* and *A. vulgaris* are extended here. Additionally, morphometric and meristic data for *A. concentricus* are reported for the first time.

**Key words:** coastal zone, frustule, Mexican Pacific, new record, phytoplankton.

1 Universidad del Mar (UMAR), Licenciatura en Biología Marina, campus Puerto Ángel, Cd. Universitaria s/n, 70902 Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca, México.

2 Universidad del Mar, Laboratorio de Biotecnología de Microalgas, campus Puerto Ángel, Cd. Universitaria s/n, 70902 Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca.

3 Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Calle Hidalgo 617, Col. Río Jamapa, 94290 Boca del Río, Veracruz, México.

4 Autor para la correspondencia: cyanodarla@gmail.com

Recibido: 10 de octubre de 2018.

Revisado: 14 de diciembre de 2018.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 5 de febrero de 2019.

Publicado Primero en línea: 31 de mayo de 2019.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 126 (2019).

Citar como:

Woolrich-Arrijoja, A., J. A. Aké-Castillo y A. Torres-Ariño. 2019. Descripción de especies de diatomeas del género *Actinopterychus* de la costa de Oaxaca, México. Acta Botanica Mexicana 126: e1460. DOI: 10.21829/abm126.2019.1460



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-NonCommercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

e-ISSN: 2448-7589

## Introducción

En el Pacífico mexicano la flora diatomológica ha sido relativamente bien estudiada en áreas como el Golfo de California, mientras que otras permanecen poco conocidas; este es el caso del Pacífico tropical mexicano, que comprende las costas de los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. En general, las diatomeas constituyen uno de los grupos mejor estudiados del fitoplancton (Meave del Castillo, 1999); sin embargo, existen géneros que presentan confusiones en la distinción de especies, como es *Actinoptychus* Ehrenb., un género de diatomeas céntricas. La mayoría de las especies de este género son fácilmente distinguibles por la característica de la superficie valvar que presenta depresiones y elevaciones que forman sectores radiales (Round et al., 1990); pero, diferencias sutiles han llevado a la descripción de diferentes especies que pueden causar dificultades en la determinación de los taxones.

Las especies del género *Actinoptychus* son marinas, comunes en ambientes neríticos, y pueden encontrarse como epífitas y a menudo como planctónicas, por lo que se consideran parte del ticoplancton. Además, el género presenta también especies fósiles. Guiry y Guiry (2019) registran 331 especies y variedades, de las cuales sólo 41 se consideran taxonómicamente aceptadas, por lo que es evidente que se requiere investigación adicional que incluya aspectos ultraestructurales que se complementen con estudios ecológicos y/o moleculares. Sin embargo, los criterios morfológicos se han considerado válidos para la determinación de las especies (Hasle y Syversten, 1996), en donde se deben integrar caracteres ultraestructurales, bioquímicos, ecológicos y moleculares para elaborar una taxonomía moderna de los grupos mediante estudios polifásicos (Torres-Ariño et al., en prensa).

En el Pacífico mexicano, en las costas de Oaxaca sólo se tienen cuatro especies registradas (Meave del Castillo y Hernández Becerril, 1998; Torres-Ariño et al., en prensa), lo que pone de manifiesto la necesidad de estudios detallados de las especies. El objetivo de este trabajo fue investigar la diversidad de especies de *Actinoptychus* presentes en la costa de Oaxaca, a partir de la colección de fitoplancton marino y lagunas costeras que alberga la Universidad del Mar, y proveer sus descripciones morfológicas, la distribu-

ción de las especies del género en el Pacífico mexicano, así como presentar los nuevos registros.

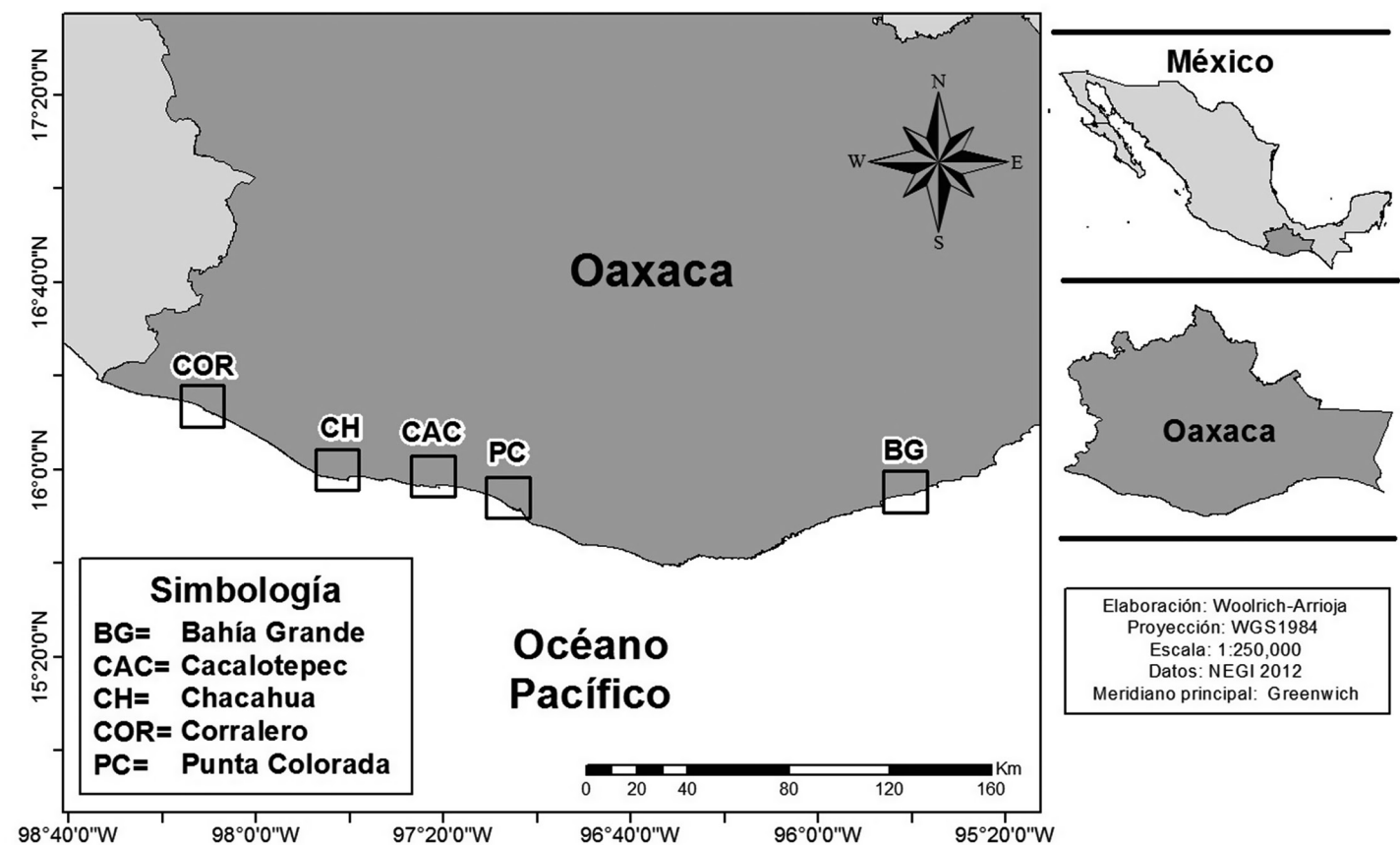
## Material y Métodos

Entre 2012 y 2013, se llevaron a cabo muestreos en cinco localidades de la costa Oaxaqueña (Fig. 1), abarcando la región Costa e Istmo, zonas donde se recibe la influencia de los Nortes o vientos Tehuanos, a su vez asociados a la aparición de surgencias (Trasviña y Barton, 1997); dos localidades se encuentran en lagunas costeras: Chacahua y Corralero, y tres en zona nerítica: Bahía Grande, Cacalotepec y Punta Colorada (Cuadro 1).

Los muestreos se realizaron mediante una lancha de motor, a cinco nudos de velocidad, haciendo arrastres de red (10 y 20 µm de luz de malla) horizontales y verticales (0-20 m). Las muestras fueron fijadas con formaldehído a una concentración final de 5%. Se analizaron en total 24 muestras de fitoplancton de las localidades mencionadas (Cuadro 1), utilizando preparaciones permanentes de diatomeas por triplicado. Para la limpieza de las frústulas se siguió el método de Simonsen (Hasle y Syversten, 1996), y como medio de montaje se utilizó resina sintética SIGMA® diluida con tolueno. Las muestras utilizadas pertenecen a la colección del Laboratorio de Biotecnología de Microalgas, Universidad del Mar (LBM-UMAR), y forman parte de proyectos con finalidades distintas.

La revisión de las laminillas fue realizada mediante un barrido a lo largo de la preparación utilizando microscopios compuestos (Motic BA300, Wetzlar Alemania y Olympus BX51 Hamburg, Alemania), a diferentes aumentos. La identificación morfológica de las especies se realizó a partir de características de la frústula en vista valvar. Se tomaron fotografías utilizando cámaras Nikon Coolpix AW120 (Melville, Nueva York, EUA) y Nikon D5500 (Tokio, Japón). Las fotografías generadas se mejoraron en su contraste usando PaintShop Pro X8 (Corel Corporation, 2015) y macOS-Fotos (Apple Inc., 2017).

La descripción de las especies incluye datos morfolómicos y merísticos; como la medición de cada célula observada (diámetro valvar y areolas en 10 µm), características y número de sectores, rimopórtulas, forma del área central, presencia de radios hialinos y densidad areolar (Cuadro 2).



**Figura 1:** Localidades de muestreo en la costa de Oaxaca, México.

**Cuadro 1:** Datos y análisis de los sitios de muestreo en la costa de Oaxaca, México.

Sitio de muestreo	Abreviatura	Coordenadas	Región (Costa/Istmo)	Ambiente (laguna costera/ marino)	Número de muestras (con presencia de <i>Actinoptychus</i> / total revisadas)	Fecha de muestreo	Método de muestreo
Bahía Grande, San Pedro Humelula	BG	15°57'17.98"N 95°32'16.05"O	Istmo	Marino	4/12	22.XI.2012	Arrastre vertical 0-20 m, red 20 µm
Cacalotepec, Santiago Pinotepa Nacional	CAC	15°56'31.39"N 97°21'36.26"O	Costa	Marino	1/1	22.XI.2013	Arrastre horizontal, red 20 µm
Punta Colorada, San Pedro Mixtepec	PC	15°51'44"N 97°06'44"O	Costa	Marino	1/2	20.VII.2012	Arrastre vertical 0-20 m, red 20 µm
					1/3	18.VIII.2012	Arrastre horizontal, red 20 µm
Chacahua, Villa de Tututepec de Melchor Ocampo	CH	15°57'59.55"N 97°40'40.35"O	Costa	Laguna costera	0/3	13.XII.2013	Arrastre horizontal, red 10 µm
Corralero, Santiago Pinotepa Nacional	COR	16°12'48.94"N 98°10'51.31"O	Costa	Laguna costera	0/2	21.XI.2013	Arrastre horizontal, red 20 µm
					0/1	21.XI.2013	Raspado epífitas de clorofitas

**Cuadro 2:** Registros del género *Actinopterychus* Ehrenb. en la costa de Oaxaca, México. (\*) Abreviaturas de las localidades conforme al cuadro 1; (\*\*) nuevo registro para Oaxaca; <sup>a,b,c</sup> registros en el Pacífico mexicano: <sup>a</sup> Moreno et al. (1996); <sup>b</sup> Alonso-Rodríguez et al. (2008); <sup>c</sup> López-Fuerte et al. (2010); <sup>d,e,f,g,h</sup> descripciones originales: <sup>d</sup> Schmidt et al. (1892); <sup>e</sup> Schmidt (1874-1959); <sup>f</sup> Ehrenberg (1838); <sup>g</sup> Pritchard (1861); <sup>h</sup> Schumann (1867).

Especie	Localidad (*)	Diámetro en $\mu\text{m}$	Sectores	Forma del área central	Patrón de areolas	Areolas en 10 $\mu\text{m}$	Areolas internas en 10 $\mu\text{m}$	Rimopórtulas externas	Organismos revisados
<i>A. aster</i> Brun**	BG	35-56 60-85.5 <sup>a</sup>	6 6 <sup>d</sup>	Triangular truncado a hexagonal	Lineal a radial	4	12-15	3 (1 en cada sector elevado)	6
<i>A. concentricus</i> A. Schmidt**	PC	58.8-59.8	10 12 <sup>e</sup>	Pentagonal en forma de estrella	Fascicular	3-4	12	5 (1 en cada sector elevado)	2
<i>A. senarius</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	BG	50-91 60-80 <sup>ab</sup>	6 6 <sup>f</sup>	Hexagonal	Fascicular	4	11-17	3 (1 en cada sector elevado)	5
<i>A. splendens</i> (Shadbolt) Ralfs	PC	123.5-127 90-135 <sup>a</sup>	10-22 12-20 <sup>g</sup>	Circular	Fascicular	9	No visibles	1 en cada sector elevado	3
<i>A. vulgaris</i> Shum.**	CAC, PC	67-87 130-180 <sup>a</sup> 73.8 <sup>c</sup> 10-59 <sup>h</sup>	12-16 12 <sup>h</sup>	Hexagonal a circular	Fascicular	3-4	9-11	1 en cada sector elevado	7

La literatura empleada para la identificación y comparación de características morfológicas fue la siguiente: Smith (1853), Schmidt (1874-1959), Peragallo y Peragallo (1897-1908), Boyer (1927), Hustedt (1930), Cupp (1943), Hendey (1964), Gopinathan (1984), Souza-Mosimann (1988), Hasle y Syvertsen (1996), Lee y Chang (1996), Moreno et al. (1996), Siqueiros-Beltrones (2002), Siqueiros-Beltrones et al. (2004), Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte (2006), Alonso-Rodríguez et al. (2008), Kraberg et al. (2010), López-Fuerte et al. (2010), Lee y Park (2015) y Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández (2015).

Adicionalmente se realizó una revisión de literatura disponible publicada a partir de 1996 para determinar los registros del género *Actinopterychus* en el Pacífico mexicano en los últimos 23 años y comparar con los registros en Oaxaca (Cuadro 3), los cuales a su vez se compararon con el trabajo de Torres-Ariño et al. (en prensa), cuya revisión abarca de 1949 al 2017 para los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

## Resultados

Se identificaron cinco especies del género *Actinopterychus* en siete muestras de las 24 revisadas, en los tres sitios ubi-

cados en zona nerítica: Bahía Grande, Cacalotepec y Punta Colorada, Oaxaca, sin encontrar representantes del género en las muestras provenientes de las localidades de lagunas costeras (Cuadro 1). Tres taxones, *Actinopterychus aster* J.J. Brun, *A. concentricus* A. Schmidt y *A. vulgaris* Schum., representan nuevos registros para Oaxaca. Las características morfológicas de las especies se presentan en el Cuadro 2.

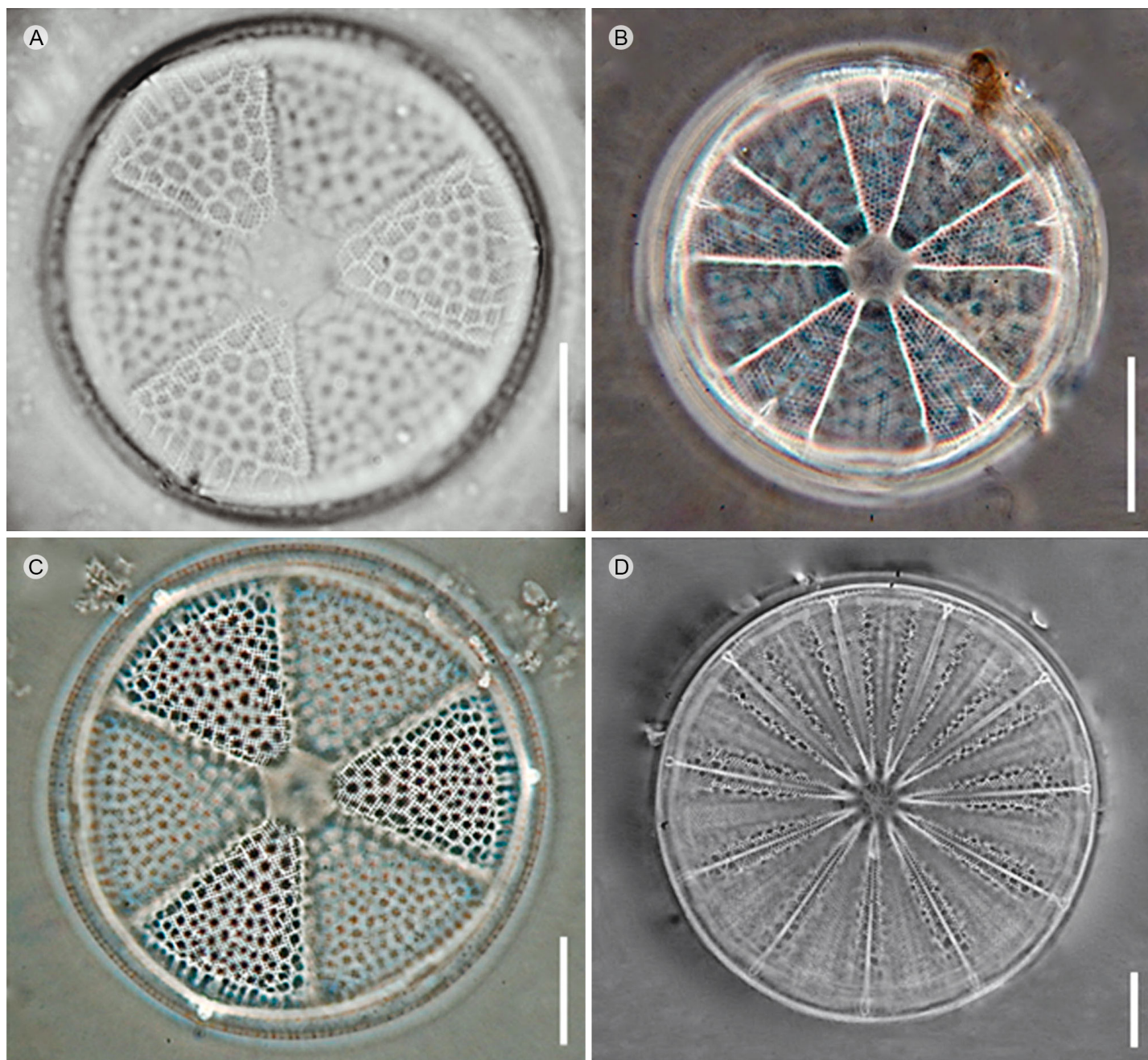
## Taxonomía

***Actinopterychus aster*** J.J. Brun, in A. Schmidt, Atlas der Diatomaceen-kunde. Ser. IV, 43/44: Taf. 173. 1892. TIPO: sin indicación en descripción original. Fig. 2A.

Referencias: Schmidt (1874-1959), lám. 173, fig. 2; Moreno et al. (1996), p. 17, lám. 6, fig. 16, Siqueiros-Beltrones (2002), lám. 3, figs. 2, 11; Siqueiros-Beltrones et al. (2004), tabla 2, lám. 19, figs. 1, 6; Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte (2006), tabla 1, fig. 6,7; Lee y Park (2015), tabla 2, figs. 7, 8; Siqueiros-Beltrones et al. (2016), tabla 1, fig. 23.

Células discoidales con 6 sectores alternados a diferente nivel, 3 rimopórtulas con tubo externo, 1 en la parte media marginal de cada sector elevado; área central de for-





**Figura 2:** Micrografías de luz de especies del género *Actinoptychus* Ehrenb. de la costa de Oaxaca, México. Vista valvar, 100×. A. *A. aster* J.J. Brun; B. *A. concentricus* A. Schmidt; C. *A. senarius* (Ehrenb.) Ehrenb.; D. *A. splendens* (Shadbolt) Ralfs. Escala=20 µm.

ma triangular, truncado en los vértices; patrón de arreglo de las areolas lineal a radial; areolas marginales de la valva, alargadas hacia el centro.

Datos morfométricos y merísticos: presenta 4 areolas en 10 µm, 12-15 areolas de la cara valvar interna en 10 µm; anteriormente denominadas puncta (Hustedt, 1930; Cupp, 1943). Lee y Park (2015) mencionan 2-4 areolas en

10 µm en el centro y 3-5 en el margen valvar; posee 35-56 µm de diámetro y se ha reportado uno mayor (60-85 µm) por Moreno et al. (1996).

Localidad: Bahía Grande, nuevo registro para Oaxaca.

Hábitat: marino (Moreno et al., 1996), aunque también presente en sistemas lagunares costeros (Varona-Cor-

**Cuadro 3:** Registro de especies del género *Actinoptychus* Ehrenb. en el Pacífico mexicano. BC: Baja California, BCS: Baja California Sur, CHIS: Chiapas, GRO: Guerrero, NAY: Nayarit, OAX: Oaxaca, SIN: Sinaloa.

Especie	Región de registro	Muestra	Referencia
1. <i>Actinoptychus adriaticus</i> Grunow	BC: El Sauzal; BCS: Bahía Magdalena, Bahía de la Paz, Balandra, costa occidental, Cuenca de San Lázaro (frente a Bahía Magdalena), Isla Magdalena, La Bocana; Sin: sistema lagunar San Ignacio - Navachiste.	Sedimento marino, raspado de sustrato rocoso y algal, contenido intestinal <i>Haliotis</i> spp. y <i>Chiton virgulatus</i> G.B. Sowerby II, agua (red, botella), raíz de mangle, láminas apicales de kelp <i>Macrocystis pyrifera</i> (L.) C. Agardh.	Martínez-López et al. (2004); Siqueiros-Beltrones y Valenzuela-Romero (2004); Siqueiros-Beltrones et al. (2004, 2005, 2017); Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández (2005, 2012, 2015); López-Fuerte et al. (2010); Gárate-Lizárraga (2012).
2. <i>Actinoptychus aster</i> J.J. Brun	BC: El Sauzal, Ensenada, Golfo de California; BCS: Bahía Magdalena, costa occidental, Cuenca de San Lázaro (frente a Bahía Magdalena), La Bocana, Punta Arenas, (frente a Isla Magdalena); CHIS: sistemas lagunares Chantuto - Panzacola y Carretas - Pereyra; NAY/SIN: estanques camaroneros en complejo lagunar Teacapán - Agua Brava.	Sedimentos marinos, lodosos y de tapetes microbianos, raspado de sustrato, contenido intestinal <i>Haliotis</i> spp., agua (red, botella), raíz de mangle, láminas apicales de kelp <i>Macrocystis pyrifera</i> y de <i>Eisenia arborea</i> Areschoug.	Moreno et al. (1996); Siqueiros-Beltrones (2002); Martínez-López et al. (2004); Siqueiros-Beltrones et al. (2004, 2005, 2016, 2017); Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández (2005, 2015); Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte (2006); Varona-Cordero y Gutiérrez-Mendieta (2006); Siqueiros-Beltrones y Acevedo-González (2010); Varona-Cordero et al. (2010).
	OAX: Bahía Grande.	Agua (red).	Este trabajo.
3. <i>Actinoptychus campanulifer</i> A. Schmidt	BCS: costa occidental, Cuenca de San Lázaro (frente a Bahía Magdalena), Golfo de California, Isla Magdalena; GRO: Bahía de Acapulco; NAY/SIN: estanques camaroneros en complejo lagunar Teacapán - Agua Brava; OAX: costas de Oaxaca.	Sedimento, raspado de sustrato rocoso y algal, contenido intestinal <i>Haliotis</i> spp., agua (red, botella).	Moreno et al. (1996); Martínez-López et al. (2004); Siqueiros-Beltrones y Valenzuela-Romero (2004); Siqueiros-Beltrones et al. (2004); Siqueiros-Beltrones y Acevedo-González (2010); Meave-del Castillo et al. (2012); Torres-Ariño et al. (en prensa).
4. <i>Actinoptychus cathedralis</i> Brun	SIN: Sistema lagunar San Ignacio - Navachiste.	Agua (red).	López-Fuerte et al. (2010).
5. <i>Actinoptychus concentricus</i> A. Schmidt	BCS: costa occidental.	Raspado de sustrato, contenido intestinal <i>Haliotis</i> spp.	Siqueiros-Beltrones et al. (2004).
	OAX: Punta Colorada.	Agua (red).	Este trabajo.
6. <i>Actinoptychus hexagonus</i> Grunow	BCS: Bahía Magdalena.	Raíz de mangle y sedimentos.	López-Fuerte et al. (2010).
7. <i>Actinoptychus intermedius</i> A. Schmidt	BCS: laguna costera Ensenada de la Paz.	Fragmentos de protrombolitos.	Siqueiros-Beltrones (2006).
8. <i>Actinoptychus minutus</i> Greville	BCS: costa occidental, Golfo de California, La Bocana, laguna costera Ensenada de la Paz; GRO: Bahía de Acapulco; NAY/SIN: estanques camaroneros en complejo lagunar Teacapán - Agua Brava.	Agua (red, botella), muestras de protrombolitos; contenidos intestinales de <i>Haliotis</i> spp., raspado de sustratos.	Moreno et al. (1996); Siqueiros-Beltrones et al. (2004), como cf; Siqueiros-Beltrones (2006); Siqueiros-Beltrones y Acevedo-González (2010); Meave del Castillo et al. (2012); Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández (2015).
9. <i>Actinoptychus oppenoorthi</i> Reinhold	BC/BCS: laguna Guerrero Negro.	Sedimentos.	Siqueiros-Beltrones et al. (2017).
10. <i>Actinoptychus parvus</i> A. Mann	BC/BCS: Golfo de California; GRO: Bahía de Acapulco; NAY/SIN: estanques camaroneros en complejo lagunar Teacapán - Agua Brava; OAX: costas de Oaxaca; SIN: sistema lagunar San Ignacio - Navachiste.	Agua (red y botella).	Moreno et al. (1996); López-Fuerte et al. (2010); Siqueiros-Beltrones y Acevedo-González (2010); Meave del Castillo et al. (2012); Torres-Ariño et al. (en prensa).

Cuadro 3: Continuación.

Especie	Región de registro	Muestra	Referencia
11. <i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	BC/BCS: Golfo de California, Península de BC; BCS: Bahía de La Paz, Bahía Magdalena, Balandra, Cuenca de San Lázaro (frente a Bahía Magdalena), La Bocana, laguna costera Ensenada de la Paz, Punta Arenas, (frente a Isla Magdalena), Sistema lagunar Magdalena - Almejas; GRO: Bahía de Acapulco; NAY/SIN: estanques camaroneros en complejo lagunar Teacapán - Agua Brava; OAX: Puerto Ángel y Golfo de Tehuantepec (literatura), costas de Oaxaca; SIN.: sistema lagunar San Ignacio - Navachiste.	Sedimento, raspado de sustrato, muestras de protrombolitos, contenido intestinal <i>Haliotis</i> spp. y <i>Chiton virgulatus</i> , agua (red, botella), raíz de mangle, macroalgas, láminas de kelp <i>Eisenia arborea</i> .	Moreno et al. (1996); Meave del Castillo y Hernández Becerril (1998); Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz (2001); Siqueiros-Beltrones (2002, 2006); Martínez-López et al. (2004); Siqueiros-Beltrones et al. (2004, 2016, 2017); López-Fuerte et al. (2010); Siqueiros-Beltrones y Acevedo-González (2010); Meave del Castillo et al. (2012); Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández (2012, 2015); Torres-Ariño et al. (en prensa).
	OAX: Bahía Grande.	Agua (red).	Este trabajo.
12. <i>Actinoptychus senarius</i> var. <i>minor</i> (A. Cleve) M. Hajós	BC: Ensenada.	Contenidos intestinales de abulón, sedimento y/o raspado de sustrato.	Siqueiros-Beltrones (2002), como <i>Actinoptychus undulatus</i> var. <i>minor</i> Cleve-Euler.
13. <i>Actinoptychus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs	BCS: Bahía Magdalena, costa occidental, Golfo de California, Isla Magdalena, sistema de manglar El Conchalito, sistema lagunar Magdalena - Almejas; CHIS: sistema lagunar Chantuto - Panzacola; GRO: Bahía de Acapulco; NAY/SIN: estanques camaroneros en complejo lagunar Teacapán - Agua Brava; OAX: costas de Oaxaca; SIN: sistema lagunar San Ignacio - Navachiste.	Sedimento, raspado de sustrato y/o revisión de contenidos intestinales de <i>Haliotis</i> spp., agua (red, botella), raíz de mangle, macroalgas.	Moreno et al. (1996); Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz (2001); Siqueiros-Beltrones (2002), como cf; Siqueiros-Beltrones et al. (2004, 2005, 2017); Varona-Cordero y Gutiérrez-Mendieta (2006), López-Fuerte et al. (2010); Siqueiros-Beltrones y Acevedo-González (2010); Meave del Castillo et al. (2012); Torres-Ariño et al. (en prensa).
	OAX: Punta Colorada.	Agua (red).	Este trabajo.
14. <i>Actinoptychus vulgaris</i> Shum.	BCS: Bahía Magdalena, costa occidental de BCS, Cuenca San Lázaro (frente a Bahía Magdalena), Golfo de California, El Conchalito, laguna costera Ensenada de la Paz, sistema lagunar Magdalena - Almejas; GRO: Bahía de Acapulco; SIN: sistema lagunar San Ignacio - Navachiste.	Sedimento, muestras de protrombolitos, raspado de sustrato y/o revisión de contenidos intestinales de <i>Haliotis</i> spp., agua (red, botella), raíz de mangle, macroalgas.	Moreno et al. (1996); Siqueiros-Beltrones y Morzaria-Luna (1999); Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz (2001); Siqueiros-Beltrones (2002); Martínez-López et al. (2004); Siqueiros-Beltrones et al. (2004); Siqueiros-Beltrones (2006); Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte (2006); López-Fuerte et al. (2010); Meave del Castillo et al. (2012).
	OAX: Calacalotepec, Punta Colorada.	Agua (red).	Este trabajo.
15. <i>Actinoptychus</i> cf. <i>heliopelta</i> Grunow	BC: El Sauzal, Ensenada; BCS: costa occidental.	Láminas apicales de <i>Macrocystis pyrifera</i> , raspado de sustrato y/o contenidos intestinales de <i>Haliotis</i> spp.	Siqueiros-Beltrones (2002); Siqueiros-Beltrones et al. (2004); Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández (2005).
16 <i>Actinoptychus</i> cf. <i>trilingulatus</i> (Brightw.) Ralfs	BCS: costa occidental.	Raspado de sustrato y/o contenidos intestinales de <i>Haliotis</i> spp.	Siqueiros-Beltrones et al. (2004).



dero y Gutiérrez-Mendieta, 2006; Varona-Cordero et al., 2010). Especie bentónica. Ha sido encontrada en sedimento marino a 300 m de profundidad (Martínez-López et al., 2004), además en sedimentos lodosos y/o tapetes microbianos en zonas de cultivo de abulón (Siqueiros-Beltrones, 2002). Epífita de *Rhizophora mangle* L. (Siqueiros-Beltrones et al., 2005; Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte, 2006), *Eisenia arborea* Areschoug (Siqueiros-Beltrones et al., 2016) y *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh (Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2005). Encontrada en contenidos intestinales de *Haliotis* spp. (Siqueiros-Beltrones et al., 2004; Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2015) y en estanques camaroneros (Siqueiros-Beltrones y Acevedo-González, 2010).

Distribución: Japón, Sendai (Schmidt, 1892); Korea, Mar Amarillo (Lee y Park, 2015); México, Baja California, Golfo de California (Moreno et al., 1996), Ensenada (Siqueiros-Beltrones 2002) y El Sauzal, (Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2005), Baja California Sur, Cuenca San Lázaro, frente a Bahía Magdalena (Martínez-López et al., 2004), costa occidental de BCS (Siqueiros-Beltrones et al., 2004; López-Fuerte y Siqueiros-Beltrones, 2016), Bahía Magdalena, (Siqueiros-Beltrones et al., 2005; Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte, 2006), La Bocana, (Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2015) y Punta Arenas, frente a Isla Magdalena, (Siqueiros-Beltrones et al., 2016), Chiapas, sistema lagunar Chantuto - Panzacola (Varona-Cordero y Gutiérrez-Mendieta, 2006; Varona-Cordero et al., 2010).

***Actinoptychus concentricus*** A. Schmidt, Atlas der Diatomeen-kunde. Ser. IV, 39/40: Taf. 153. 1890. TIPO: sin indicación en descripción original. Fig. 2B.

Referencias: Schmidt (1874-1959), lám. 153, figs. 13, 14; Siqueiros-Beltrones et al. (2004), tabla 2, lám. 19, figs. 3, 5, 8, 9.

Células discoidales con 10 sectores alternados a diferente nivel; 1 rimopórtula alargada en la parte media marginal de los sectores elevados; área central pentagonal con forma de estrella; patrón de areolas fascicular.

Datos morfométricos y merísticos: posee 3-4 areolas, 12 areolas internas en 10 µm; 58.8-59.8 µm de diámetro.

Localidad: Punta Colorada, nuevo registro para Oaxaca.

Hábitat: marino, representante del ticoplancton.

Distribución: Australia, Nankoori y Port Lincoln (Schmidt, 1874-1959), México, costa oeste de BCS (Siqueiros-Beltrones et al., 2004).

Notas taxonómicas: además de las referencias proporcionadas (Schmidt, 1874-1959; Siqueiros-Beltrones et al. 2004), Souza-Mosimann (1988), reporta especímenes como *Actinoptychus* cf. *concentricus* en Bahía Sur, Florianópolis, Santa Catarina-Brasil, con un diámetro de 25-32.5 µm.

***Actinoptychus senarius*** (Ehrenb.) Ehrenb., Abh. Königl. Akad. Wiss. Berlin 1841: 400. 1843. Fig. 2C.

≡ *Actinocyclus senarius* Ehrenb., Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, p. 172. 1838. TIPO: sin indicación en descripción original.

= *Actinocyclus undulatus* Kütz., Kieselschaligen Bacillarien Diatomeen p. 132. 1844.

= *Actinoptychus undulatus* (Kütz.) Ralfs in Pritchard, History of infusoria, including the Desmidiaceae and Diatomaceae, British and Foreign, p. 839. 1861.

Referencias: Peragallo y Peragallo (1897-1908), p. 409, lám. 111, fig. 1; Smith (1853), p. 25, lám. 5, fig. 43; Boyer (1927), p. 64; Hustedt (1930), p. 475, fig. 264; Cupp (1943), p. 67, fig. 29, lám. 5, fig. 1; Hendey (1964), p. 95, lám. 23, figs. 1-2; Gopinathan (1984), p. 2, lám. 1A; Hasle y Syvertsen (1996), p. 141, lám. 22; Lee y Chang (1996), p. 367, figs. 7-9, 12; Moreno et al. (1996), p. 18, lám. 7, figs. 2-3; Siqueiros-Beltrones et al. (2004), lám. 19, fig. 2; Alonso-Rodríguez et al. (2008), p. 30; Kraberg et al. (2010), p. 51, figs. a-c.

Células discoidales con 6 sectores alternados a diferente nivel; 3 rimopórtulas con tubos que abren hacia el



exterior, 1 en la parte media marginal de cada sector elevado; sectores deprimidos sin rimopórtulas; área central hexagonal y hialina; areolas grandes e irregulares; margen valvar con un borde estrecho estriado rodeado de pequeñas espinas en la parte externa; patrón areolar radial.

Datos morfométricos y merísticos: posee 4 areolas en 10 µm, 11-17 areolas de la cara valvar interna en 10 µm; 50-91 µm de diámetro. Hasle y Syvertsen (1996) reportan un diámetro valvar de 20-150 µm, Kraberg et al. (2010) mencionan un eje pervalvar de 10-70 µm.

Localidad: Bahía Grande, Oaxaca.

Hábitat: marino y salobre (Smith, 1853; Boyer, 1927; Hustedt 1930). Nerítico, bentónico (Cupp, 1943); encontrado en depósitos pluviales y lagunares (Tanaka y Nagumo, 2015). Especie ticoplanctónica, epífita (López-Fuerte et al., 2010) del kelp *Eisenia arborea* (Siqueiros-Beltrones et al., 2016), bentónica, epipélica (Siqueiros-Beltrones, 2002), hallada en sedimentos (Martínez-López et al., 2004; López-Fuerte et al., 2010), fragmentos de protrombolitos (Siqueiros-Beltrones, 2006), en sitios de pesca de abulón y/o contenidos intestinales de *Haliotis* spp. (Siqueiros-Beltrones et al., 2004; Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2015) y de poliplacóforos (Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2012). Puede llegar a ser abundante en aguas frías o templadas (Kraberg et al., 2010).

Distribución: costas del Atlántico y Pacífico (Boyer, 1927; Gopinathan, 1984); cosmopolita (Hustedt, 1930; Hendey, 1964; Hasle y Syvertsen, 1996); Costas de Europa, Australia e India (Gopinathan, 1984); América del Norte, costas este y oeste (Mather et al., 2010); Japón, Mukaiyama, Sendai, (Tanaka y Nagumo, 2015); México, Golfo de California (Moreno et al., 1996; López-Fuerte y Siqueiros-Beltrones, 2016), Baja California Sur, sistema lagunar Magdalena - Almejas (Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz, 2001), Cuenca San Lázaro, frente a Bahía Magdalena (Martínez-López et al., 2004), costa occidental de BCS (Siqueiros-Beltrones et al., 2004; López-Fuerte y Siqueiros-Beltrones, 2016), Bahía Magdalena, Laguna costera Ensenada de la Paz (Siqueiros-Beltrones, 2006), Playa Balandra, Bahía de La Paz

(Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2012), La Bocana (Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2015), Bahía de Todos Santos, (Almazán-Becerril et al., 2016), Punta Arenas, frente a Isla Magdalena (Siqueiros-Beltrones et al., 2016), Guerrero, Bahía de Acapulco y zona costera aledaña (Meave del Castillo et al., 2012), Oaxaca, Golfo de Tehuantepec (Meave del Castillo y Hernández-Becerril, 1998), Sinaloa, sistema lagunar San Ignacio - Navachiste (López-Fuerte et al., 2010); Reino Unido, Poole Bay y Lewes (Smith, 1853), costas británicas (Hendey, 1964; Hartley et al., 1986).

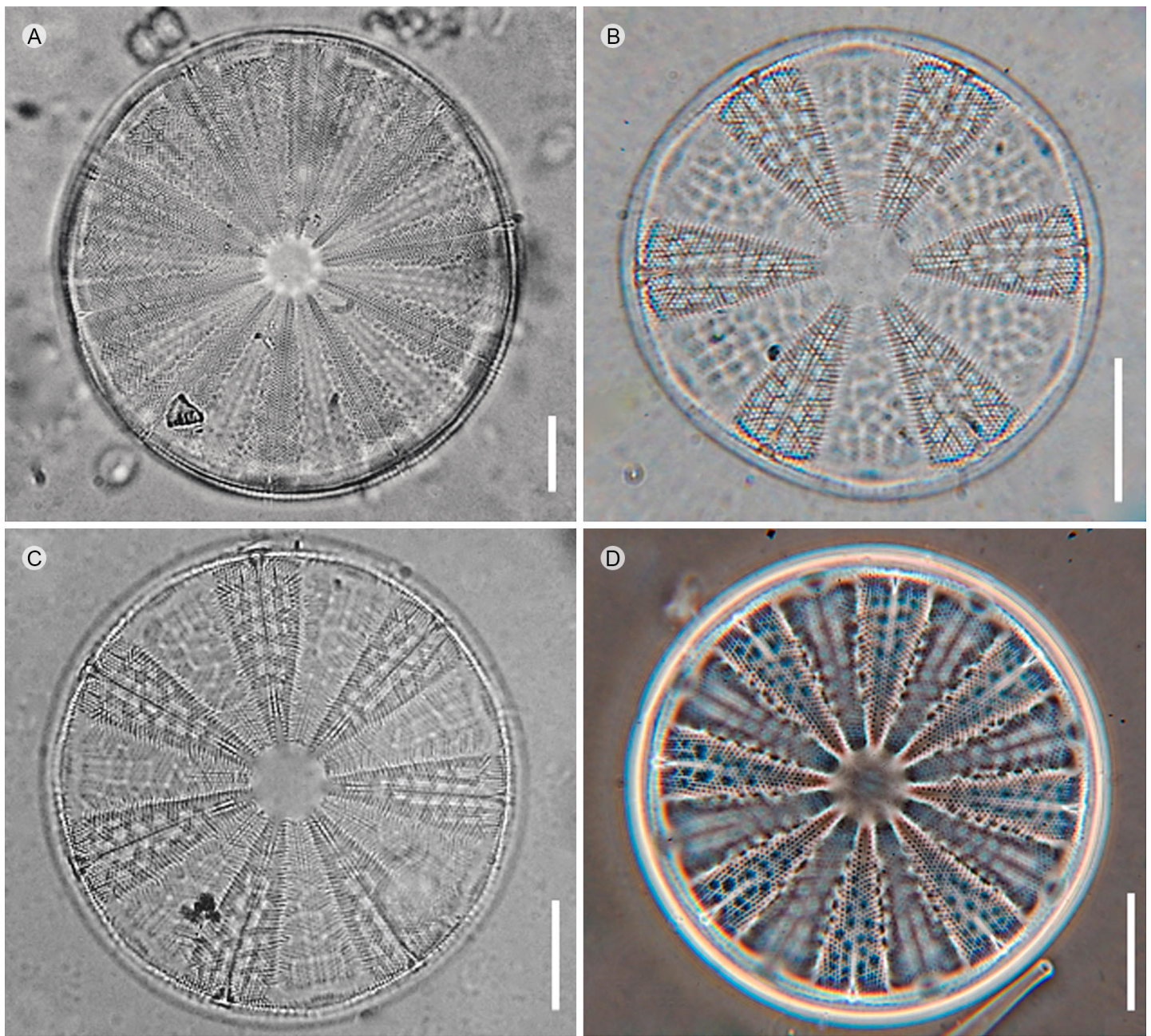
Notas taxonómicas: suele confundirse con *A. aster*. La principal diferencia entre estas especies es que *A. senarius* presenta una areolación más fina que *A. aster* y un área central de forma hexagonal, mientras que la segunda posee una areolación más gruesa, además de presentar areolas marginales alargadas y grandes. Su área central es de forma triangular truncada en los vértices. El tamaño es similar, aunque *A. senarius* puede alcanzar un mayor diámetro.

***Actinoptychus splendens*** (Shadbolt) Ralfs, in Pritchard, History of infusoria, including the Desmidiaceae and Diatomaceae, British and Foreign: 840. 1861. Figs. 2D, 3A.

≡ *Actinophaenia splendens* Shadbolt, Trans. Microscop. Soc. London, 2: 16. 1854. TIPO: sin indicación en descripción original.

Referencias: Peragallo y Peragallo (1897-1908), p. 410, lám. 111, fig. 4; Boyer (1927), p. 66; Hustedt (1930), p. 478, fig. 265; Cupp (1943), p. 67, fig. 29/lám. 5, fig. 2; Hendey (1964), p. 95, lám. 22, fig. 1; Gopinathan (1984), p. 2, lám. 1B; Lee y Chang (1996), p. 368, figs. 14-17; Moreno et al. (1996), p. 18, lám. 7, figs. 4-5; Alonso-Rodríguez et al. (2008), p. 31; López-Fuerte et al. (2010), p. 15, lám 10, figs. 3-4.

Células discoidales con 10-22 sectores alternados a diferente nivel; 1 rimopórtula en la parte media marginal de los sectores elevados, a partir de la cual surge un radio hialino que se extiende hacia el centro y divide el sector en dos partes; en los sectores deprimidos, la areolación se



**Figuras 3:** Micrografías de luz de especies del género *Actinoptychus* Ehrenb. de la costa de Oaxaca, México. Vista valvar, 100×. A. *A. splendens* (Shadbolt) Ralfs; B-D. *A. vulgaris* Schum. Escala=20 µm.

interrumpe cerca del margen dejando pequeños espacios hialinos; área central circular; patrón de areolas fascicular; margen valvar con borde estrecho estriado.

Datos morfométricos y merísticos: posee 9 areolas en 10 µm; 123.5-127 µm de diámetro. Lee y Chang (1996) menciona un diámetro menor, 49-89 µm, mientras Hendey (1964) indica un intervalo más amplio de tamaño, 80-180 µm.

Localidad: Punta Colorada, Oaxaca.

Hábitat: marino (Boyer, 1927), aunque se ha encontrado en sistemas lagunares costeros (Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz, 2001; Varona-Cordero y Gutiérrez-Mendietta, 2006, como *Actinocyclus splendens*; López-Fuerte et al., 2010) y depósitos pluviales y lagunares (Tanaka y Nagumo, 2015). Hallado en raíces de *Rhizophora mangle* (Siqueiros-Beltrones et al., 2005), estanques camaroneros (Siqueiros-



Beltrones y Acevedo-González, 2010), sitios de pesca de abulón y/o contenidos intestinales de *Haliotis* spp. (Siqueiros-Beltrones et al., 2004). Especie epífita, ticoplanctónica, hallada en sedimentos (López-Fuerte et al., 2010).

Distribución: costas del Atlántico y Pacífico (Boyer, 1927; Gopinathan, 1984); regiones costeras del Mediterráneo (Hustedt, 1930; Gopinathan, 1984); Canadá, costa este; Estados Unidos de América, costa oeste (Mather et al., 2010); India, costa oeste, mar de Java, (Gopinathan, 1984); Japón, Mukaiyama, Sendai, (Tanaka y Nagumo, 2015); México, Baja California, Golfo de California (Moreno et al., 1996), Baja California Sur, sistema lagunar Magdalena - Almejas (Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz, 2001), costa occidental de BCS (Siqueiros-Beltrones et al., 2004; López-Fuerte y Siqueiros-Beltrones, 2016), sistema de manglar El Conchalito, Bahía Magdalena (Siqueiros-Beltrones et al., 2005), Chiapas, sistema lagunar Chantuto - Panzacola (Varona-Cordero y Gutiérrez-Mendieta, 2006), Guerrero, Bahía de Acapulco, y zona costera aledaña (Meave del Castillo et al., 2012), Oaxaca (Torres-Ariño et al., en prensa), Sinaloa, San Ignacio-Navachiste (López-Fuerte et al., 2010); Reino Unido, Canal Inglés (Hendey, 1964), costas británicas (Hartley et al., 1986).

Notas taxonómicas: *Actinoptychus splendens* puede llegar a presentar igual número de sectores que *A. vulgaris*. La principal diferencia entre estas especies es que la primera posee un mayor diámetro y una areolación más fina; además, las líneas hialinas en los sectores alzados de *A. splendens* son más prominentes que en *A. vulgaris*.

***Actinoptychus vulgaris*** Schum., Schr. Konigl. Physik.-Ökonom. Ges. Königsberg 8: 64. 1867. Figs. 3B-D.

≡ *Actinoptychus splendens* var. *vulgaris* (Schum.) Prosch.-Lavr., Opred. Isko. Sov. Diat. Vodor. Porya. Cent. Med. 2: 100. 1949. TIPO: sin indicación en descripción original.

Referencias: Peragallo y Peragallo (1897-1908), p. 410, lám. 111, fig. 2; Moreno et al. (1996), p. 19, lám. 8, fig. 1; Siqueiros-Beltrones (2002), tabla 3, lám. 23, fig. 3; Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte (2006), tabla 1, fig. 6.1; López-Fuerte et al. (2010), p. 15, lám. 10, figs. 1-2.

Células discoidales con 12-16 sectores alternados a diferente nivel; 1 rimopórtula con tubo externo en la parte media marginal de cada sector elevado, que se extiende ligeramente hacia el centro de la valva en un canal hialino angosto; área central de forma hexagonal cuando son 12 sectores o circular, cuando son 14 o 16; patrón de areolas fascicular.

Datos morfométricos y merísticos: posee 3-4 areolas en 10 µm, 9-11 areolas internas en 10 µm; 67-87 µm de diámetro, Schumann (1867) menciona 10-59 µm de diámetro, mientras que Moreno et al. (1996) registran 130-180 µm.

Localidad: Cacalotepec, Punta Colorada, nuevo registro para Oaxaca.

Hábitat: marino, además hallado en sistemas lagunares costeros (Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz, 2001; López-Fuerte et al., 2010). Encontrado en sedimento marino a 300 m de profundidad (Martínez-López et al., 2004), en fragmentos de protrombolitos (Siqueiros-Beltrones, 2006) y en sitios de pesca de abulón y/o contenidos intestinales de *Haliotis* spp. (Siqueiros-Beltrones et al., 2004). Especie bentónica, epipélica (Siqueiros-Beltrones, 2002), epífita (Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte, 2006; López-Fuerte et al., 2010), ticoplanctónica, encontrada en sedimentos (López-Fuerte et al., 2010).

Distribución: Mar del Norte (Moreno et al., 1996, López-Fuerte et al., 2010); Canadá, costa oeste (Mather et al., 2010); México, Baja California, Golfo de California, (Moreno et al., 1996; López-Fuerte y Siqueiros-Beltrones, 2016), laguna costera Ensenada de la Paz (Siqueiros-Beltrones, 2006), Baja California Sur, sistema de manglar El Conchalito (Siqueiros-Beltrones y Morzaria-Luna, 1999; Siqueiros-Beltrones, 2002; López-Fuerte et al., 2010), sistema lagunar Magdalena - Almejas (Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz, 2001), Cuenca San Lázaro, frente a Bahía Magdalena, (Martínez-López et al., 2004), costa occidental (Siqueiros-Beltrones et al., 2004; López-Fuerte y Siqueiros-Beltrones, 2016), Bahía Magdalena (Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte, 2006; López-Fuerte et al., 2010), Guerrero, Bahía de Acapulco y zona costera aledaña (Meave del Castillo et

al., 2012), Sinaloa, sistema lagunar San Ignacio - Navachiste (López-Fuerte et al., 2010; Reino Unido, costas británicas (Hartley et al., 1986).

## Discusión

A partir de la revisión de literatura disponible publicada a partir de 1996, se obtuvo que en el Pacífico mexicano se han registrado 14 especies del género *Actinoptychus*, incluyendo una variedad; además de cuatro especies cuya identificación no se pudo asegurar y por tal se dejaron como cf.: *Actinoptychus* cf. *minutus*, *Actinoptychus* cf. *splendens*, *Actinoptychus* cf. *heliopelta* y *Actinoptychus* cf. *trilingulatus* (Siqueiros-Beltrones, 2002; Siqueiros-Beltrones et al., 2004; Siqueiros-Beltrones y Argumedo-Hernández, 2005; López-Fuerte et al., 2010; López-Fuerte y Siqueiros-Beltrones 2016). Para el estado de Oaxaca, se cuenta únicamente con cuatro registros: *A. senarius* (Meave del Castillo y Hernández Becerril, 1998), *A. campanulifer*, *A. parvus* y *A. splendens* (Torres-Ariño et al., en prensa) y en el presente trabajo se incluyen tres más (*A. aster*, *A. concentricus* y *A. vulgaris*).

Las especies con más amplia distribución en el Pacífico mexicano son *Actinoptychus aster*, *A. senarius*, *A. splendens* y *A. parvus*. Con los nuevos registros de *A. concentricus* y *A. vulgaris* en localidades costeras de Oaxaca, se amplía la distribución de estas especies.

De la revisión literaria, también se obtiene que las especies registradas con mayor frecuencia en el Pacífico mexicano, y probablemente las más comunes, son *A. senarius* (14 registros), *A. aster* (13), *A. splendens* (11) y *A. vulgaris* (10).

El género estudiado suele encontrarse tanto en lagunas costeras como en ambientes marinos. En lagunas y ambientes de manglar del Pacífico mexicano, las especies se encuentran principalmente como epífitas (Gárate-Lizárraga y Verdugo-Díaz, 2001; Siqueiros-Beltrones et al., 2005; Siqueiros-Beltrones y López-Fuerte, 2006, Varona-Cordero y Gutiérrez-Mendieta, 2006; López-Fuerte et al., 2010; Varona-Cordero et al., 2010); sin embargo, hay una predominancia del género en ambientes marinos (Hustedt, 1930; Cupp, 1943; Guiry y Guiry, 2019).

En este trabajo, las especies fueron encontradas únicamente en localidades neríticas, sustentando su afinidad

a los ambientes marinos (Hustedt, 1930; Cupp, 1943; Guiry y Guiry, 2019). Las especies del género han sido reportadas como representantes comunes del plancton (Meave del Castillo y Hernández-Becerril, 1998; Hasle y Syvertsen 1998) y del bentos (López-Fuerte y Siqueiros-Beltrones, 2016) y la carencia de registro en este estudio dentro de las lagunas costeras en la época de secas posiblemente podría indicar una afinidad bentónica, dado que, cuando se tiene poca mezcla de la columna de agua, es menos probable registrar especies ticoplanctónicas. Se contó con una muestra proveniente del raspado de clorofitas sin obtener la presencia de *Actinoptychus*, pero, sin embargo no se analizaron muestras de otros sustratos o toma de sedimentos como lo sugieren López-Fuerte et al. (2010).

En cuanto a la morfometría, las especies *A. vulgaris* y *A. splendens* presentaron mayor intervalo de variación en el número de sectores que conforman la valva, mientras que el resto de las especies presentaron consistencia en este carácter. Con respecto al tamaño, en este trabajo se amplían los intervalos reportados en la literatura para *A. aster*, tanto en el Pacífico mexicano, como en otros sitios del mundo. Además, para *A. senarius* y *A. vulgaris*, se amplían los intervalos reportados anteriormente en el Pacífico mexicano.

Para *Actinoptychus aster* el diámetro no es mencionado en la descripción original (Schmidt, 1892). Comparado con registros previos del Pacífico mexicano y Korea (Moreno et al., 1996; Lee y Park, 2015), se amplía aquí su intervalo de variación en el límite inferior (ahora 35-85.5  $\mu\text{m}$ ).

Para *Actinoptychus senarius* se amplía el intervalo de variación del diámetro, con respecto a los registros anteriores en el Pacífico mexicano (Alonso-Rodríguez et al., 2008; Moreno et al., 1996) (ahora 50-91  $\mu\text{m}$ ). Sin embargo, su registro en otras partes del mundo presenta aún mayor variación en su tamaño (Smith, 1853; Hustedt, 1930; Hasle y Syvertsen, 1996; Lee y Chang, 1996; Kraberg et al., 2010).

En el caso de *Actinoptychus vulgaris*, el diámetro se amplía en el límite inferior del intervalo registrado en el Pacífico mexicano por Moreno et al. (1996) y López-Fuerte et al. (2010) (ahora 67-87  $\mu\text{m}$ ). La descripción original de Schumann (1867) menciona un diámetro de 10-59  $\mu\text{m}$ , siendo mayor en este trabajo y en los registros de Moreno et al. (1996)



y López-Fuerte et al. (2010). Para *A. concentricus*, se presenta por primera vez un intervalo de areolación y tamaño.

La localidad que tuvo el mayor número de especies fue Punta Colorada, lo que quizá pueda deberse a que se emplearon dos métodos de muestreo en esta localidad (arrastré vertical y horizontal), pero sobre todo a la temporada de toma de muestras (julio - agosto), que corresponde a la época de lluvias, cuando la mezcla de la columna de agua es mayor (López-Cortés et al., 2016), a comparación de noviembre - diciembre, cuando se realizó la toma de muestras para las demás localidades incluidas en este estudio.

En general, son pocas las descripciones, dimensiones y fotografías que se tienen de las especies para el Pacífico mexicano, pues la mayor parte de los registros de *Actinoptychus* para dicha región forman parte de listados florísticos. Por ejemplo, en el caso de *A. aster*, que es una especie bien documentada en el Pacífico mexicano, hasta el momento únicamente se cuenta con una descripción y con dimensiones proporcionadas por Moreno et al. (1996). Para *A. concentricus*, hasta ahora no existían descripciones en dicha región, por lo que el registro de estas especies en este trabajo contribuye al conocimiento de su morfología.

Es bien sabido que las diatomeas son uno de los grupos más diversos y mejor conocidos en el fitoplancton marino de México (Hernández-Becerril, 2014). Sin embargo, los registros previos muestran que su estudio en el Pacífico mexicano se ha enfocado en el Pacífico norte más que en el Pacífico sur de México, teniéndose un vacío de información en las localidades de esta zona, como lo es la costa de Oaxaca, adyacente a la región oeste del Golfo de Tehuantepec, zona importante ecológicamente por su productividad (Robles-Jarero y Lara-Lara, 1993). Resaltamos la importancia de realizar estudios adicionales de este género en el Pacífico tropical mexicano, sobre todo aquellos que incluyan fotografías y dimensiones.

## Contribución de autores

ATA concibió y diseñó el estudio. ATA con ayuda de AWA realizaron los muestreos. AWA y JAAC realizaron los análisis y la adquisición de datos que posteriormente fueron corroborados por ATA e interpretados por AWA, JAAC y ATA. AWA escribió el manuscrito con la ayuda de ATA y JAAC. AWA tomó y editó las fotografías. Todos los autores contri-

buyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

## Financiamiento

Este estudio fue apoyado por los proyectos: Potencial biotecnológico de cianobacterias y microalgas del estado de Oaxaca (UMAR-LBM, clave 2II0001, responsable: ATA), Producción, mantenimiento y aislamiento de microalgas (UMAR-LBM, responsable: ATA) así como por proyectos (Fitoplancton, responsable ATA y Caracterización ambiental para el cultivo de ostión, responsable Ángel Cuevas Aguirre) gestionados con la Coordinación de Promoción al Desarrollo, Universidad del Mar, campus Puerto Ángel a través de Ángel Cuevas Aguirre.

## Agradecimientos

Agradecemos especialmente a David A. Siqueiros Beltrones por su contribución en la determinación taxonómica de las especies, a Ángel Cuevas Aguirre por la coordinación y realización de los muestreos, a Ruth Ramírez Villanueva, Susana Cabrera Núñez y Nadia Valeria Herrera Herrera por su apoyo en la toma de algunas muestras. A los capitanes de embarcación Heladio Espíndola y Andrés Pacheco. A Lorena Hernández Barrera, por su apoyo como técnico del Laboratorio de Biotecnología de Microalgas-UMAR. Al Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías región Veracruz (ICIMAP-UV) y la Universidad del Mar (UMAR), donde se realizó el análisis de las muestras. Especialmente agradecemos los comentarios y sugerencias realizadas por los revisores anónimos.

## Literatura citada

- Almazán-Becerril, A., J. A. Aké-Castillo, E. García-Mendoza, Y. A. Sánchez-Bravo, S. Escobar-Morales y F. Valadez-Cruz. 2016. Catálogo de microalgas de Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B.C., México. 131 pp.
- Alonso-Rodríguez, R., D. U. Hernández-Becerril e I. Gárate-Lizárraga. 2008. Catálogo de microalgas de las lagunas costeras de Sinaloa. Serie Lagunas Costeras de Sinaloa. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Culiacán, México. 198 pp.

- Apple Inc. 2017. MacOS-Fotos. Versión 4.0., High Sierra (10.13)-Mojave (10.14). California, USA. <https://www.apple.com/mx/macOS/photos>
- Boyer, C. S. 1927. Synopsis of North American Diatomaceae. Part I: Coscinodiscatae, Rhizosolenatae, Biddulphiatae, Fragilariatae. Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia 78(Suppl.): 1-228.
- Corel Corporation. 2015. Paint Shop Pro, Version X8. Ottawa, Canadá. [www.paintshoppro.com](http://www.paintshoppro.com)
- Cupp, E. E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Cambridge University Press. California, USA. 237 pp.
- Ehrenberg, C. G. 1838. Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur. Verlag von Leopold Voss. Leipzig, Germany. Pp. i-xviii, 1-4, 1-547, 1, pls. I-LXIV.
- Gárate-Lizárraga, I. 2012. Proliferation of *Amphidinium carterae* (Gymnodinales: Gymnodiniaceae) in Bahía de La Paz, Gulf of California. CICIMAR Océánides 27(2): 37-49.
- Gárate-Lizárraga, I. y G. Verdugo-Díaz. 2001. Checklist of marine phytoplankton in a subtropical lagoon system in Baja California Sur, México, from 1980 to 1989. In: Rushton, B. S., P. Hackney y C.R. Tyrie (eds.). Biological Collections and Biodiversity. The Linnean Society of London, Westbury Publishing. Otley, West Yorkshire, UK. Pp. 255-270.
- Gopinathan, C. P. 1984. A systematic account of the littoral diatoms of the southwest coast of India. Journal of Marine Biological Association of India 23(1-2): 1-31.
- Guiry, M. D. y G. M. Guiry. 2019. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland. Galway, Ireland. <http://www.algaebase.org> (consultado enero de 2019).
- Hartley, B., R. Ross y D. M. Williams. 1986. A check-list of the freshwater, brackish and marine diatoms of the British Isles and adjoining coastal waters. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 66(3): 531-610. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0025315400042235>
- Hasle, G. R. y E. E. Syvertsen. 1996. Marine diatoms. In: Tomas, C. R. (ed.). Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press Inc. San Diego, USA. Pp. 5-386.
- Hendey, N. I. 1964. Fishery Investigations Series IV: An introductory account of the smaller algae of British coastal waters, Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). Otto Koeltz Science Publishers. Koenigstein, Germany. 317 pp.
- Hernández-Becerril, D. U. 2014. Biodiversidad de algas planc-tónicas marinas (Cyanobacteria, Prasinophyceae, Euglenophyta, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Eustigmatophyceae, Parmophyceae, Raphidophyceae, Bacillariophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Dinoflagellata) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 44-53. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.32037>
- Hustedt, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Dr. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz 7(1): 1-920.
- Kraberg, A., M. Baumann y C. D. Dürselen. 2010. Coastal phytoplankton. Photo Guide for Northern European Seas. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. München, Germany. 188 pp.
- Lee, J. H. y M. Chang. 1996. Morphological variations of the marine diatom genus *Actinoptychus* in the coastal waters of Korea. Algae (The Korean Journal of Phycology) 11(4): 365-374.
- Lee, J. H. y J. S. Park. 2015. Newly recorded diatom species in marine and fresh water of Korea. Journal of Ecology and Environment 38(4): 545-562. DOI: <https://doi.org/10.5141/ecoenv.2015.058>
- López-Cortés, D. J., F. E. Hernández-Sandoval, C. J. Band-Schmidt, J. J. Bustillos-Guzmán, E. J. Núñez-Vázquez. 2016. Condiciones ambientales asociadas a florecimientos algales nocivos en el Golfo de California. In: García-Mendoza, E., S. I. Quijano-Scheggia, A. Olivos-Ortiz y E. J. Núñez-Vázquez (eds.). Florecimientos Algales Nocivos en México. RedFAN-Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B.C., México. Pp. 146-161.
- López-Fuerte, F. O. y D. A. Siqueiros-Beltrones. 2016. A checklist of marine benthic diatoms (Bacillariophyta) from Mexico. Phytotaxa 283(3): 201-258. DOI: <https://doi.org/doi:10.11646/phytotaxa.283.3.1>
- López-Fuerte, F. O., D. A. Siqueiros-Beltrones y 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, B.C.S., México. 206 pp.
- Martínez-López, A., D. A. Siqueiros-Beltrones y N. Silverberg. 2004. Transport of benthic diatoms across the continental shelf off southern Baja California Peninsula. Ciencias

- Marinas 30(4): 503-513. DOI: <https://dx.doi.org/10.7773/cm.v30i4.347>
- Mather, L., K. MacIntosh, I. Kaczmarska, G. Klein y J. L. Martin. 2010. A checklist of diatom species reported (and presumed native) from Canadian coastal waters. Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences 2881. Fisheries and Oceans Canada, Maritimes Region, St. Andrews Biological Station. St. Andrews, NB, Canada. 78 pp.
- Meave del Castillo, M. E. 1999. Diatomeas planctónicas del Océano Pacífico de México. Universidad Autónoma Metropolitana. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H176. México, D.F., México. 98 pp.
- Meave del Castillo, M. E. y D. U. Hernández-Becerril. 1998. Fitoplancton. In: Tapia-García, M. (ed.). El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México, D.F., México. Pp. 59-74
- Meave del Castillo, M. E., M. E. Zamudio-Resendiz y M. Castillo-Rivera. 2012. Riqueza fitoplanctónica de la Bahía de Acapulco y zona costera aledaña, Guerrero, México. Acta Botanica Mexicana 100: 405-487. DOI: <https://dx.doi.org/10.21829/abm100.2012.41>
- Moreno, J. L., S. Licea y H. Santoyo. 1996. Diatomeas del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 273 pp.
- Peragallo, H. y M. Peragallo. 1897-1908. Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins. In: Tempère, J. (ed.). Micrographe-Editeur. Grez-sur-Loing, France. 491 pp.
- Pritchard, A. 1861. A history of infusoria, including the Desmidiaceae and Diatomaceae, British and foreign. In: Arlidge, J. T., M. B., B. A. Lond., W. Archer, Esq., J. Ralfs, W. C. Williamson, and A. Pritchard. Taylor and Francis. London, UK. Pp. i-xii, 1-968, 40 pls.
- Robles-Jarero, E. G. y J. R. Lara-Lara. 1993. Phytoplankton productivity in the Gulf of Tehuantepec. Journal of Plankton Research 15(12): 1341- 1358. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/15.12.1341>
- Round, F. E., R. M. Crawford y D. G. Mann. 1990. The Diatoms: Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 751 pp.
- Schmidt, A. 1874-1959. Atlas der Diatomaceen-kunde. Series IV. O. R. Reiland. Leipzig, Germany. Heft 37/58: pls. 145-192.
- Schmidt, A. W. F. 1892. Atlas der Diatomaceen-kunde. Series IV. O.R. Reiland. Leipzig, Germany. Heft 43/44: pls. 169-176.
- Schumann, J. 1867. Preussische Diatomeen. Schriften der Königlich Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg 8: 37-68, pls. 1-3
- 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 Sur. La Paz, Baja California Sur, México. 102 pp.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. 2006. Diatomeas bentónicas asociadas a trombolitos vivos. CICIMAR Océánides 21(1,2): 113-143.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. y A. Acevedo-González. 2010. Cambios temporales en asociaciones de diatomeas bentónicas en estanques de cultivo de camarón. CICIMAR Océánides 25(1): 39-51.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. y U. Argumedo-Hernández. 2005. Florística de diatomeas epífitas en láminas apicales de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. AG. CICIMAR Océánides 20(1,2): 37-63.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. y U. Argumedo-Hernández. 2012. Diversidad de diatomeas en la dieta *in situ* de *Chiton virgulatus* (Mollusca: Polyplacophora) de Baja California Sur, México. Hidrobiológica 22(3): 267-281.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. y U. Argumedo-Hernández. 2015. Diatomeas epífitas consumidas por adultos de abulón (*Haliotis* spp.) en Baja California Sur, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 86: 111-122. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.47977>
- Siqueiros-Beltrones, D. A. y F. O. López-Fuerte. 2006. Epiphytic diatoms associated with red mangrove (*Rhizophora mangle*) prop roots in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. Revista de Biología Tropical 54(2): 287-297.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. y H. Morzaria Luna. 1999. New records of marine benthic diatom species for the North-Western Mexican region. CICIMAR Océánides 14(2): 89-96.
- Siqueiros-Beltrones, D. A. y G. Valenzuela-Romero. 2004. Benthic diatom assemblages in an Abalone (*Haliotis* spp.) habitat in the Baja California Peninsula. Pacific Science 58(3): 435-446. DOI: <https://doi.org/10.1353/psc.2004.0027>
- Siqueiros-Beltrones, D. A., U. Argumedo-Hernández y C. Landa-Cansigno. 2016. Valores poco comunes de diversidad de especies en asociaciones de diatomeas epífitas del kelp *Eisenia arborea*. Hidrobiológica 26(1): 61-76.
- Siqueiros-Beltrones, D. A., U. Argumedo-Hernández y F. O. López-Fuerte. 2017. Diversity of benthic diatoms in the Guerrero

- Negro Lagoon (El Vizcaíno Biosphere Reserve), Baja California Peninsula, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 21-35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.026>
- Siqueiros-Beltrones, D., F. O. López-Fuerte e I. Gárate-Lizárraga. 2005. Structure of diatom assemblages living on prop roots of the Red Mangrove (*Rhizophora mangle*) from the west coast of Baja California Sur, México. *Pacific Science* 59(1): 79-96. DOI: <https://doi.org/10.1353/psc.2005.0014>
- Siqueiros-Beltrones, D. A., G. Valenzuela-Romero, O. Hernández-Almeida, U. Argumedo-Hernández y 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 Océanides* 19(2): 29-103.
- Smith, W. 1853. A synopsis of the British Diatomaceae, with remarks on their structure, function and distribution, and instructions for collecting and preserving specimens. Vol. 1. John van Voorst. London, UK. 89 pp.
- Souza-Mosimann, R. M. 1988. Preliminary study of the diatoms (Chrysophyta-Bacillariophyceae) from the South Bay, Florianópolis, Santa Catarina-Brazil. *Insula* 18: 23-74.
- Tanaka, H. y T. Nagumo. 2015. Diatoms from the uppermost of the Mukaiyama Formation (Pliocene) of upper stream site of Tatsunokuchi Gorge, Sendai City, Japan. *Diatom* 31: 47-55. DOI: <https://doi.org/10.11464/diatom.31.47>
- Torres-Ariño, A., Y. B. Okolodkov, N. V. Herrera-Herrera, B. L. Hernández-Barrera, L. González-Reséndiz, H. León-Tejera e I. Gárate-Lizárraga. En prensa. Listado anotado del fitoplancton y cianobacterias del Pacífico mexicano sureste, México. *Revista Cymbella*.
- Trasviña, A. y E. D. Barton. 1997. Capítulo 2: Los "Nortes" del Golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento. In: Lavín, M. F. (ed.). *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana. Ensenada, B.C., México. Pp. 25-46.
- Varona-Cordero, F. y F. J. Gutiérrez-Mendieta. 2006. Composición estacional del fitoplancton de dos lagunas costeras del Pacífico tropical. *Hidrobiológica* 16(2): 159-174.
- Varona-Cordero, F., F. J. Gutiérrez-Mendieta y M. E. Meave del Castillo. 2010. Phytoplankton assemblages in two compartmentalized coastal tropical lagoons (Carretas-Pereyra and Chantuto-Panzacola, Mexico). *Journal of Plankton Research* 32(9): 1283-1299. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/fbq043>