

# Riqueza y composición específica de diatomeas epipélicas inferidas mediante análisis de contenido intestinal de *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951)

Richness and composition of epipellic diatoms inferred through analysis of *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) gut contents

Kathie Monserrat Estrada-Gutiérrez<sup>1</sup>, Oscar Ubisha Hernández-Almeida<sup>2</sup>, David Alfaro Siqueiros-Beltrones<sup>3</sup>, Delia Domínguez-Ojeda<sup>4</sup>

- Recibido: 13/Mar/2023
- Aceptado: 05/Nov/2023
- publicación en línea: 11/Dic/2023

**Citación:** Estrada-Gutiérrez KM, Hernández-Almeida OU, Siqueiros-Beltrones DA, Domínguez-Ojeda D. 2024. Riqueza y composición específica de diatomeas epipélicas inferidas mediante análisis de contenido intestinal de *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951). *Caldasia* 46(2):453-475. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v46n2.106337>

## RESUMEN

La composición de especies de diatomeas del contenido intestinal de moluscos bentónicos podría representar fielmente aquellas que habitan en su ambiente inmediato. El objetivo de este estudio fue mostrar que el contenido intestinal de *Crassostrea corteziensis* permite hacer inferencias sobre la riqueza y composición específica de diatomeas epipélicas. Así, se contrastó la hipótesis nula de que la riqueza y composición específica de diatomeas encontradas en contenido intestinal de *C. corteziensis* y en sedimentos serían similares. Se recolectaron sedimentos (SE) y contenido intestinal de ostiones (CI) de un sistema estuarino. Las diatomeas presentes en ambas muestras se limpiaron mediante digestión ácida, se montaron en resina Pleurax, y se inspeccionaron bajo un microscopio con contraste de fases. En general, se identificaron 182 taxones de diatomeas; 163 se encontraron en SE y 155 en CI. Durante la temporada de lluvias, se registraron 136 taxones de diatomeas en CI, de los cuales 24 no se hallaron en SE; sobresalieron taxones planctónicos y formas dulceacuícolas. En la temporada de secas, se registraron 139 en CI, de los cuales 25 no se encontraron en SE; destacaron taxones planctónicos y formas marinas. La composición específica en SE y en CI fue significativamente diferente en ambas temporadas. En general, las evidencias no respaldan la hipótesis propuesta. Sin embargo, el hecho de que los ostiones consumieron  $\approx 77\%$  de las diatomeas disponibles en SE, que se complementó con especies fitoplanctónicas, permite considerar el CI como una alternativa para realizar inferencias sobre la diatomoflora en sistemas estuarinos.

**Palabras claves:** Bacillariophyceae, contenido intestinal, ostiones, sistema estuarino

<sup>1</sup> Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Compostela-Chapalilla Km 3.5, s/n, 63700, Compostela, Nayarit, México; email: [kathie.gutierrez@uan.edu.mx](mailto:kathie.gutierrez@uan.edu.mx)

<sup>2</sup> Laboratorio de Oceanografía Biológica, Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit, Edificio CEMIC 01, Ciudad de la Cultura s/n - Centro, 63000, Tepic, Nayarit, México; email: [ubisha@uan.edu.mx](mailto:ubisha@uan.edu.mx)

<sup>3</sup> Departamento de Plancton y Ecología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, Av. IPN s/n, - Playa Palo de Santa Rita, 23096, La Paz, BCS, México; email: [dsiquei@gmail.com](mailto:dsiquei@gmail.com)

<sup>4</sup> Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Bahía de Matanchén km 12 carretera a Los Cocos, 63740, San Blas, Nayarit, México; email: [tride\\_1999@yahoo.com](mailto:tride_1999@yahoo.com)

\* Autor para correspondencia.



## ABSTRACT

Diatom taxa found in the guts of benthic mollusks reflect those in their immediate habitat. This study aimed to show that the gut contents of *Crassostrea corteziensis* allow us to infer the richness and species composition of epipelagic diatoms. Thus, we tested the null hypothesis that the richness and species composition of diatoms in gut contents of *C. corteziensis* and sediments would be similar. To achieve this, diatoms from sediments (SE) and oysters gut contents (GC) were collected in an estuarine system. Diatom frustules in both samples were cleaned by acid digestion, mounted in Pleurax, and inspected under a compound microscope with phase contrast illumination. A total of 182 diatom taxa were identified, with 163 found in SE and 155 in GC. During the rainy season, 136 diatom taxa were recorded in GC, with 24 not found in SE, planktonic and freshwater taxa stand out. In the dry season, 139 taxa were recorded in GC and 25 were not found in SE, planktonic and marine taxa were prominent. The specific composition for SE and GC was significantly different in both seasons. Overall, evidence does not support the proposed hypothesis. However, the fact that oysters consumed  $\approx 77\%$  of the diatoms available in SE, which was complemented with phytoplanktonic species, allows us to consider the GC as an alternative for making inferences on diatom flora in estuarine systems.

**Keywords:** Bacillariophyceae, gut contents, oysters, estuarine systems

## INTRODUCCIÓN

Las diatomeas constituyen uno de los grupos de productores primarios mejor conocidos y estudiados en sistemas estuarinos (Jeffrey *et al.* 1997, Popovich y Guinder 2013). En dichos ambientes, las diatomeas habitan sobre sedimentos, rocas, raíces de mangle y animales como parte del microfitorbentos (MacIntyre *et al.* 1996, Underwood 2001), en la columna de agua como parte del fitoplancton, o bien, como formas bentónicas suspendidas en la columna de agua como picoplancton (Siqueiros-B 2002).

Las diatomeas son aprovechadas como alimento por una gran variedad de organismos (Siqueiros-B 1996); en particular, se ha observado que la dieta *in situ* de moluscos bivalvos incluye diatomeas (García-D *et al.* 1994, Boltovskoy *et al.* 1995, Muñetón-G *et al.* 2001, Villalejo-F *et al.* 2005, Kasim y Mukai 2009, Muñetón-G *et al.* 2010, Hernández-A *et al.* 2019). Además, se ha observado que las diatomeas encontradas en el contenido intestinal de bivalvos son un reflejo de aquellas disponibles en el hábitat inmediato (Galtsoff 1964, Shumway *et al.* 1987, Kasim y Mukai 2006).

La flora de diatomeas presente en sistemas estuarinos se ha determinado comúnmente mediante la inspección de muestras de agua (Varona-C y Gutiérrez-M 2006, Lin

y Yang 2007), sedimentos (Hirose *et al.* 2004, Ohtsuka 2005, López-F y Siqueiros-B 2006, Siqueiros-B *et al.* 2011, López-F y Siqueiros-B 2016) y en raspados de raíces de mangle (Siqueiros-B *et al.* 2005). Sin embargo, otra posible alternativa para conocer la diatomoflora en sistemas estuarinos es mediante la revisión del contenido intestinal de herbívoros. Por ejemplo, Foged (1975) utilizó diferentes tipos de muestras, entre ellos contenido intestinal de pepino de mar (*Holothuria* sp.) y de ostión (*Crassostrea* sp.). Por otro lado, Siqueiros-B *et al.* (2004) elaboraron un catálogo iconográfico de diatomeas en el que inspeccionaron contenidos intestinales de abulón azul *Haliotis fulgens* (Philippi, 1845) y abulón amarillo *H. corrugata* (W. Wood, 1828), rocas y macroalgas circundantes, y determinaron la similitud florística. Por su parte, Siqueiros-B y Argumedo-H (2012) observaron que contenidos intestinales de *Chiton virgulatus* (Sowerby, 1840) reflejaban la taxocenosis de diatomeas presente en su hábitat rocoso.

De esta manera, dado que las diatomeas constituyen una parte sustancial de la dieta *in situ* de bivalvos y que las diatomeas encontradas en el contenido intestinal de estos organismos llegan a ser un reflejo de aquellas disponibles en el ambiente, el objetivo de este estudio fue mostrar que el contenido intestinal del ostión *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) permite hacer inferencias sobre la riqueza y composición específica de diatomeas epipelágicas. Para

ello, se contrastó la hipótesis nula de que no se detectarían diferencias en la riqueza y composición específica de diatomeas del contenido intestinal de ostiones y en sedimentos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El estudio se realizó en un humedal de flujo estuarino conocido como estero Pozo Chino (21°42' Norte, 105°28' Oeste) situado dentro de la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales (RBMN) en la Planicie Costera Noroccidental de Nayarit (Fig. 1) que forma parte de la cuenca mareal El Sesteo en el municipio de Santiago Ixcuintla. Limita al norte ( $\approx 5$  km) con Boca de Camichín, desembocadura del río San Pedro, al sur ( $\approx 8$  km) con la desembocadura del río Santiago, al este con el poblado Villa Juárez y al oeste con el océano Pacífico a través de una entrada litoral de  $\approx 160$  m de ancho (Blanco-C *et al.* 2011). Es un cuerpo de agua estrecho y somero ( $< 6$  m) que cuenta con poblaciones de mangle. El clima de la región es cálido subhúmedo (14–28 °C) con régimen de lluvias en verano (1225,3 mm) (INEGI c2021). En la región se diferencian dos épocas climáticas, secas de noviembre a mayo y lluvias de junio a octubre (Domínguez-H *et al.* 2020); tiene influencia de vientos tipo monzón provenientes del mar, principalmente entre mayo y octubre, enriquecidos en humedad por la celda de alta presión del Pacífico Norte (De la Lanza-E *et al.* 1996). En el área de estudio, la cooperativa Ostioneros del Mar De Villa Juárez S.C. de R.L. de C.V. realiza el cultivo artesanal de *C. corteziensis*.

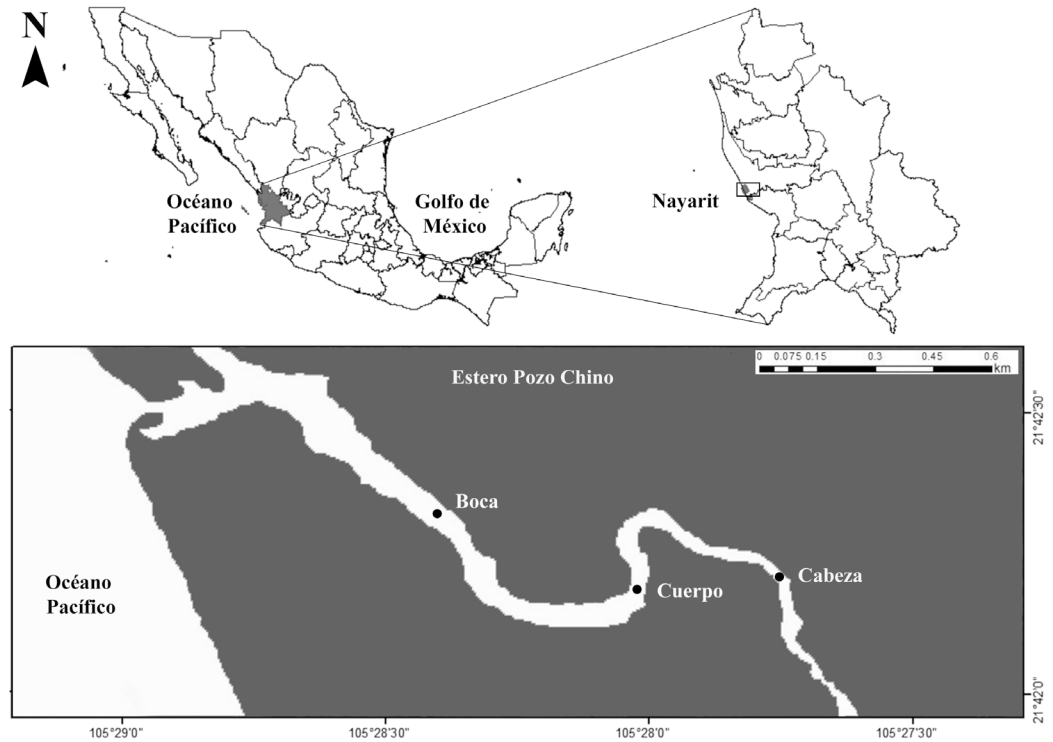
**Trabajo de campo.** Se eligieron tres sitios de muestreo en función de la presencia de ostiones *C. corteziensis* en cultivo: boca, cuerpo, y cabeza (Fig. 1). En cada sitio, mensualmente, de agosto 2017 a julio 2018, durante marea muerta, se recolectaron muestras de sedimento y ostiones. Cada muestra de sedimento se obtuvo mediante buceo libre con un nucleador de PVC (2 cm altura  $\times$  5 cm de diámetro). Aleatoriamente, se recolectaron diez especímenes de *C. corteziensis* de sartas suspendidas. En el sitio boca en octubre no se obtuvieron ostiones. Los tejidos blandos de los ostiones se separaron en campo para evitar la pérdida de contenido intestinal por procesos de digestión y producción de pseudoheces (Estrada-G 2016, Rosa *et al.* 2018) y se conservaron juntos en formol al 10 % como muestra compuesta por mes. Dicha muestra se decidió en función de que previamente no se detectaron diferencias estadísticas en las estimaciones de parámetros de las asociaciones de diatomeas de contenido intestinal de dos, tres

y cuatro ostiones de un mismo sitio (Estrada-G 2016). En total se obtuvieron 36 muestras de sedimento y 35 muestras compuestas de contenido intestinal, lo cual correspondió a 350 ostiones.

**Trabajo de laboratorio.** El nucleador que contenía el sedimento se invirtió y, con una espátula se recolectaron los primeros 0,5 cm, a los cuales se le agregaron 10 ml de agua destilada. Esta muestra fue tratada inicialmente con ácido clorhídrico al 10 % para eliminar el carbonato de calcio. Por su parte, el contenido intestinal de cada ostión se extrajo mediante disección. Posteriormente, las diatomeas presentes en sedimento y contenido intestinal de ostión se procesaron mediante la técnica modificada de Siqueiros-B y Voltolina (2000), la cual consistió en oxidar la materia orgánica con ácido nítrico, ácido sulfúrico y alcohol comercial (3:2:1). Una vez oxidadas, las muestras se lavaron repetidamente con agua destilada hasta alcanzar un pH mínimo de seis, el cual se midió con un potenciómetro (Hanna HI 8424 ®). Luego, se montaron preparaciones permanentes de diatomeas con la resina sintética Pleurax ®; estas se inspeccionaron individualmente bajo un microscopio Carl Zeiss GmBh ® con contraste de fases y cámara fotográfica integrada a 100 $\times$ , 400 $\times$  y 1000 $\times$ . Se obtuvieron microfotografías de los mejores especímenes de diatomeas y se elaboró un catálogo iconográfico de referencia. Las microfotografías se procesaron en el programa Photoshop CS6 ®.

Las diatomeas se identificaron hasta la mínima categoría taxonómica posible con base en su morfología, principalmente en vista valvar. Para ello se utilizó la literatura de Hustedt (1955), Hendey (1958), Ricard (1987), Krammer y Lange-B (1991a,1991b), Krammer y Lange-B (1997a,b), Witkowski *et al.* (2000), Danielidis y Mann (2002), Prasad y Nienow (2006), Lobban *et al.* (2010), López-F *et al.* (2010), Sterrenburg *et al.* (2014), Desianti *et al.* (2015), Lavigne *et al.* (2015), Park *et al.* (2016), Shorenko *et al.* (2016), Gómez *et al.* (2017), Siqueiros-B *et al.* (2017), Wetzel *et al.* (2019), Woolrich-A *et al.* (2019) y Guiry y Guiry (2022).

**Procesamiento de datos.** Para evaluar la similitud entre la riqueza estimada de diatomeas de sedimento y contenido intestinal de ostiones para todo el sistema estuarino y por temporadas se generaron curvas de acumulación de especies mediante las técnicas no paramétricas de Chao 2, Jackknife 1 y Bootstrap. Para evaluar la similitud entre tipo de muestra (sedimento, ostión) en cada temporada (lluvias, secas) se generó una matriz a partir de la



**Figura 1.** Localización del área de estudio y sitios de muestreo en el sistema estuarino Pozo Chino, Nayarit.

presencia/ausencia de especies (índice de Jaccard); para evaluar la significancia, se utilizó un análisis de varianza con permutaciones (PERMANOVA) bajo la hipótesis nula = no existen diferencias en la riqueza y composición específica de diatomeas del contenido intestinal de ostiones y en sedimentos. Todas las pruebas se corrieron en el programa PRIMER-e ®.

## RESULTADOS

La riqueza (S) total de diatomeas en sedimento y contenido intestinal de ostiones fue de 182 taxones pertenecientes a tres clases, 28 órdenes, 50 familias y 88 géneros. Los géneros con más representantes fueron *Nitzschia* (17 taxones), *Navicula* (10) y *Tryblionella* (9). Se identificaron 65 nuevos registros para Nayarit y cuatro para México (Tabla 1). En las Fig. 4–71 del catálogo iconográfico se muestran imágenes representativas de la taxocenosis. En el sedimento del sistema estuarino se encontraron 163 taxones de diatomeas y en contenido intestinal 155. Solo 23 taxones fueron exclusivos de contenido intestinal, mientras que catorce lo fueron para sedimento (Tabla 1).

En temporada de lluvias, la riqueza de diatomeas en sedimento fue de 148 taxones y de 136 en el contenido in-

testinal. La composición específica de diatomeas, en el contenido intestinal de ostiones, estuvo conformada por 83 % de especies bentónicas y 17 % de especies planctónicas. Las curvas de acumulación de especies muestran que en sedimento se alcanzó la asíntota (Fig. 2a), faltando aún por encontrar de once a 21 taxones (Tabla 2); mientras que las de contenido intestinal no alcanzaron la asíntota (Fig. 2b), faltando de quince a 60 taxones. De los 148 taxones de diatomeas identificados en sedimento, solo 35 (23 %) no se encontraron en el contenido intestinal, estos fueron formas bentónicas y con afinidad dulceacuícola como: *Pinnularia acrosphaeria*, *Pinnularia microstauron*, *Astartiella bahusiensis*, *Achnanthes parvula*, *Gogorevia exilis*, *Gomphonema parvulum*, *Staurosirella pinnata* y *Melosira moniliformis* (Tabla 1). Por otro lado, de los 136 taxones de diatomeas observados en el contenido intestinal, solo 24 (17 %) no se hallaron en sedimento; de estos sobresalen once taxones planctónicos de los géneros *Coscinodiscus*, *Actinocyclus*, *Actinoptychus*, *Bacteriastrum* y *Lithodesmium*, así como formas dulceacuícolas, como *Frustulia asymmetrica*, *Gyrosigma attenuatum*, *Sellaphora laevisima* y *Epithemia turgida* (Tabla 1). A pesar de las diferencias observadas, en temporada de lluvias el 76 % de los taxones de diatomeas registrados en contenido intestinal de ostiones también se encontraron en sedimento.

**Tabla 1.** Presencia-ausencia de taxones de diatomeas en sedimento y en contenido intestinal de *Crassostrea corteziensis* en ambas temporadas.

Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
Phyllum Bacillariophyta Karsten				
Clase Bacillariophyceae Haeckel				
Orden Bacillariales Hendeey				
Familia Bacillariaceae Ehrenberg				
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson 1901 (Fig. 11)	1	1	1	1
<i>Cymatnitzschia marina</i> (F.W.Lewis) Simonsen 1974	1	1	1	1
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow 1880* (Fig. 23)	1	1	0	1
<i>Homoeocladia martiana</i> C.Agardh 1827 (Fig. 10)	1	1	1	1
<i>Nitzschia bicapitata</i> Cleve 1901* (Fig. 22)	1	1	1	0
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch 1860	1	1	1	1
<i>Nitzschia vexans</i> Grunow 1881	1	1	1	1
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst 1860	1	1	1	1
<i>Nitzschia fasciculata</i> (Grunow) Grunow 1881* (Fig. 28)	1	1	1	1
<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i> (P.G.Richter) Lange-Bertalot 1987*	1	1	1	1
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow 1880	1	1	1	1
<i>Nitzschia fusiformis</i> Grunow in Cleve & Grunow 1880*	1	0	0	0
<i>Nitzschia incurva</i> Grunow 1878* (Fig. 29)	1	1	1	1
<i>Nitzschia ligowskii</i> Witkowski, Lange-Bertalot, Kociolek & Brzezinska 2004 (Fig. 32)	1	1	1	1
<i>Nitzschia longissima</i> f. <i>costata</i> Hustedt ex Simonsen 1987 (Fig. 5 y 7)	1	0	0	1
<i>Nitzschia panduriformis</i> var. <i>minor</i> Grunow 1880 (Fig. 33)	1	1	1	1
<i>Nitzschia perminuta</i> Grunow 1881	1	1	1	1
<i>Nitzschia prolongata</i> var. <i>hoehnkii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot 1987* <sup>o</sup> (Fig. 9)	1	1	1	1
<i>Nitzschia rectilonga</i> Takano 1983* (Fig. 4 y 6)	1	0	1	1
<i>Nitzschia scalpelliformis</i> Grunow 1880*	1	1	1	1
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith 1853	1	1	1	1
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith 1853*	1	0	1	0
<i>Tryblionella compressa</i> (Bailey) Poulin 1990	1	1	1	1
<i>Tryblionella debilis</i> Arnott ex O'Meara 1873	1	1	1	1
<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) D.G.Mann 1990	1	1	1	1
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli 1942	1	1	1	1

(Continúa)

Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
<i>Tryblionella hyalina</i> (Amossé) T.Ohtsuka 2005	1	1	1	1
<i>Tryblionella lanceola</i> Grunow 1878	1	1	1	1
<i>Tryblionella perversa</i> (Grunow) D.G.Mann 1990*	1	1	1	1
<i>Tryblionella victoriae</i> Grunow 1862	1	1	1	1
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle 1993* (Fig. 8)	1	1	1	1
<i>Fragilariopsis pseudonana</i> (Hasle) Hasle 1993*	1	0	1	0
Orden Mastogloiales D.G. Mann				
Familia Mastogloiaceae Mereschkowsky				
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites ex W.Smith 1856* (Fig. 31)	1	0	1	1
Orden Cocconeidales E.J. Cox				
Familia Cocconeidaceae Kützing				
<i>Cocconeis pseudodiruptoides</i> Foged 1975* (Fig. 46)	1	1	1	1
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg 1938	1	1	1	1
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg 1838* (Fig. 45)	1	0	1	1
Orden Achnanthes P.C.Silva				
Familia Achnantheaceae Kützing				
<i>Achnanthes armillaris</i> (O.F.Müller) Guiry 2019	1	1	1	1
<i>Achnanthes bergianii</i> Cleve-Euler 1953	1	1	1	1
<i>Achnanthes curvirostrum</i> Brun 1985	1	1	1	1
<i>Achnanthes pseudogroenlandica</i> Hendey 1964	1	1	1	1
<i>Achnanthes parvula</i> Kützing 1844*	1	0	1	0
Familia Achnanthidiaceae D.G. Mann				
<i>Astartiella bahusiensis</i> (Grunow) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 1998* (Fig. 16)	1	0	1	1
<i>Gogorevia exilis</i> (Kützing) Kulikovskiy & Kociolek 2020	1	0	1	0
<i>Karayevia amoena</i> (Hustedt) Bukhtiyarova 1999	1	1	1	0
<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova 1996*	1	1	1	0
<i>Planothidium gallicum</i> C.E. Wetzel et Ector 2019*° (Fig. 42 y 43)	1	1	1	1
<i>Planothidium heidenii</i> (P.Schultz) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 2000*	0	0	1	0
Orden Cymbellales D.G. Mann				
Familia Cymbellaceae Kützing				
<i>Cymbella</i> sp. C.Agardh 1830	1	0	0	0

(Continúa)

Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
Familia Anomoeoneidaceae D.G. Mann				
<i>Staurophora salina</i> (W.Smith) Mereschkowsky 1903*	1	1	1	1
Familia Gomphonemataceae Kützing				
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing 1849	1	0	1	1
Familia Rhoicospheniaceae J.Y.Chen & H.Z.Zhu				
<i>Gomphonemopsis littoralis</i> (Hendey) Medlin in Medlin & Round 1986*	0	1	1	1
Orden Lyrellales D.G. Mann				
Familia Lyrellaceae D.G. Mann				
<i>Lyrella clavata</i> var. <i>caribaea</i> (Cleve) Siqueiros-Beltrones 2020 (Fig. 39)	0	0	1	1
<i>Petroneis arabica</i> (Grunow ex Schmidt) D.G.Man 1990 (Fig. 34)	1	1	1	1
Orden Fragilariales P.C. Silva				
Familia Fragilariaceae Kützing				
<i>Fragilaria</i> cf. <i>capucina</i> Desmazières 1830*	1	1	1	1
<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing 1844	1	1	1	1
Orden Fragilariophycidae ordo incertae sedis				
Familia Fragilariophycidae familia incertae sedis				
<i>Pseudofalcula hyalina</i> (Takano) F.Gómez, Lu Wang & Senjie Lin 2018*	1	0	1	1
Orden Licmophorales Round				
Familia Licmophoraceae Kützing				
<i>Licmophora gracilis</i> (Ehrenberg) Grunow 1867	1	1	0	1
Familia Ulnariaceae E.J. Cox				
<i>Tabularia parva</i> (Kützing) D.M.Williams & Round 1986*	1	1	1	1
<i>Ulnaria gouldarii</i> (Brébisson ex Cleve & Grunow) D.M.Williams, Potapova & C.E.Wetzel 2022	1	0	0	0
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère 2001	1	0	1	0
Orden Naviculales Cleve				
Familia Amphipleuraceae Grunow				
<i>Halamphora acutiuscula</i> (Kützing) Levkov 2009	1	0	1	0
<i>Halamphora capitata</i> (R.Hagelstein) Álvarez-Blanco & S.Blanco 2014*	1	1	0	1
<i>Halamphora coffeiformis</i> (C.Agardh) Mereschkowsky 1903	1	1	1	1
<i>Halamphora terroris</i> (Ehrenberg) P.Wang 2014*	1	1	1	1
<i>Halamphora tenerrima</i> (Aleem & Hustedt) Levkov 2009*	0	0	1	0

(Continúa)

Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
<i>Frustulia asymmetrica</i> (Cleve) Hustedt 1954*	0	1	0	0
<i>Frustulia interposita</i> (Lewis) De Toni 1891*	1	0	1	0
Familia Berkeleyaceae D.G. Mann				
<i>Climaconeis fasciculata</i> (Grunow ex Cleve) E.J.Cox 1982* <sup>o</sup> (Fig. 40)	1	0	1	0
<i>Climaconeis mabikii</i> J.Park, Khim & J.H.Lee 2016* <sup>o</sup> (Fig. 18)	0	1	0	0
<i>Parlibellus rhombicula</i> (Hustedt) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 2000	0	1	0	0
<i>Parlibellus hagelsteinii</i> E.J.Cox 1988	1	1	1	1
Familia Diadesmidaceae D.G. Mann				
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G.Mann in Round, R.M.Crawford & D.G.Mann 1990	1	0	1	1
<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D.G.Mann in Round, R.M.Crawford & D.G.Mann 1990	1	1	1	1
<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, J.R.Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot & Kopalová 2014* (Fig. 19)	1	1	1	1
Familia Diploneidaceae D.G. Mann				
<i>Diploneis caffra</i> (M.H.Giffen) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 2000 (Fig. 36)	1	1	1	1
<i>Diploneis crabro</i> var. <i>dirrhombus</i> (A.W.F.Schmidt) Cleve 1894*	0	1	1	1
<i>Diploneis gruendleri</i> (A.Schmidt) Cleve 1894	1	1	1	1
<i>Diploneis notabilis</i> (Greville) Cleve 1894* (Fig. 38)	1	1	1	1
<i>Diploneis puella</i> (Schumann) Cleve 1894* (Fig. 37)	1	1	1	1
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) var. <i>smithii</i> (Cleve) 1894	1	1	1	1
<i>Diploneis weissflogii</i> (A.W.F.Schmidt) Cleve 1894	1	1	1	1
Familia Entomoneidaceae Reimer				
<i>Entomoneis</i> sp. Ehrenberg 1845*	1	1	1	1
Familia Naviculales incertae sedis				
<i>Chamaepinnularia clamans</i> (Hustedt) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 2000	0	0	1	0
Familia Naviculaceae Kützing				
<i>Caloneis westii</i> (W.Smith) Hendey 1964* (Fig. 35)	1	1	1	0
<i>Caloneis linearis</i> (Cleve) Boyer 1927*	1	0	1	0
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1853*	0	1	1	0
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst 1853	1	0	0	0
<i>Gyrosigma eximium</i> (Thwaites) Boyer 1927	1	1	1	1
<i>Gyrosigma tenuissimum</i> (W.Smith) J.W.Griffith & Henfrey 1856* (Fig. 17)	0	1	1	1

(Continúa)



Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenberg) J.W.Griffith & Henfrey 1856	1	0	1	0
<i>Haslea duerrenbergiana</i> (Hustedt) F.A.S.Sterrenburg 2015	1	1	1	1
<i>Haslea ostrearia</i> (Gaillon) Simonsen 1974 (Fig. 44)	1	1	1	1
<i>Navicula agnita</i> Hustedt 1955 (Fig. 24)	1	1	1	1
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs 1861	1	1	1	1
<i>Navicula directa</i> (W.Smith) Brébisson 1861* (Fig. 25)	1	1	1	0
<i>Navicula lineola</i> Grunow 1884* (Fig. 14)	0	1	0	1
<i>Navicula longa</i> var. <i>irregularis</i> Hustedt 1955* (Fig. 26)	1	1	1	1
<i>Navicula paul-schulzii</i> Witkowski & Lange-Bertalot 1994	1	0	1	0
<i>Navicula perminuta</i> Grunow in Van Heurck 1880 (Fig. 20)	1	1	1	1
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing 1844	1	1	1	1
<i>Navicula rostellata</i> Kützing 1844	1	1	1	0
<i>Navicula platyventris</i> F.Meister 1935 (Fig. 21)	1	1	1	1
<i>Pinnunavis yarrensii</i> (Grunow) H.Okuno 1975 (Fig. 41)	1	1	1	1
<i>Seminavis</i> cf. <i>strigosa</i> (Hustedt) Danieledis & Economou-Amilli in Danielidis & D.G.Mann 2003*	1	1	0	1
<i>Seminavis robusta</i> D.B.Danielidis & D.G.Mann 2002 (Fig. 27)	1	1	1	1
Familia Pinnulariaceae D.G. Mann				
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> W.Smith 1853*	1	0	1	0
<i>Pinnularia brauniana</i> (Grunow) Studnicka 1888*	1	1	0	0
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve 1891*	1	0	1	0
Familia Pleurosigmataceae Mereschkowsky				
<i>Pleurosigma angulatum</i> (J.T. Quekett) W.Smith 1852	1	1	0	1
<i>Pleurosigma diversestriatum</i> F. Meister 1934	1	1	1	1
<i>Pleurosigma intermedium</i> var. <i>mauritanum</i> (Grunow ex Cleve) M. Peragallo 1903	0	1	1	1
<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs 1681* (Fig. 13)	0	1	1	1
<i>Pleurosigma salinarum</i> (Grunow) Grunow 1880	1	1	0	1
Familia Sellaphoraceae Mereschkowsky				
<i>Fallacia subforcipata</i> (Hustedt) D.G.Mann 1990	1	1	1	1
<i>Fallacia litoricola</i> (Hustedt) D.G.Mann 1990 (Fig. 30)	1	1	1	1
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky 1902	1	0	1	1
<i>Sellaphora laevissima</i> (Kützing) D.G.Mann 1989*	0	1	1	0

(Continúa)

Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
Familia Plagiotropidaceae D.G.Mann				
<i>Plagiotropis</i> sp. Pfitzer 1871	1	0	0	1
Familia Proschkiniaceae D.G.Mann				
<i>Proschkinia complanata</i> (Grunow) D.G.Mann 1990*	1	1	1	0
Familia Stauroneidaceae D.G.Mann				
<i>Stauroneis</i> cf. <i>producta</i> Grunow 1880*	1	0	1	0
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round 1988	1	0	1	0
Orden Rhabdonematales Round & R.M. Crawford				
Familia Grammatophoraceae Lobban & Ashworth				
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing 1844	1	1	1	1
Orden Rhaphoneidales Round				
<i>Delphineis</i> cf. <i>surella</i> (Ehrenberg) G.W.Andrews 1981	1	0	1	1
<i>Neodelphineis silenda</i> (M.H.Hohn & J.Hellerman) N.Desianti & M.Potapova 2015 (Fig. 15)	1	1	1	1
Orden Rhopalodiales D.G. Mann				
Familia Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj & Oksiyuk				
<i>Epithemia pacifica</i> (Krammer) Lobban & J.S.Park 2018	1	1	1	1
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing 1844*	0	1	1	0
Orden Surellales D.G. Mann				
Familia Surellaceae Kützing				
<i>Campylodiscus brightwellii</i> Stodder 1861* (Fig. 47)	1	0	0	1
<i>Campylodiscus neofastuosus</i> Ruck & Nakov 2016*	1	0	1	0
<i>Petrodictyon gemma</i> (Ehrenberg) D.G.Mann 1990	1	1	1	1
<i>Surella armoricana</i> H.Peragallo & M.Peragallo 1899	1	1	0	1
<i>Surella febigeri</i> F.W.Lewis 1861*	1	0	1	0
<i>Tryblioptychus cocconeiformis</i> (Grunow) Hendey 1958	1	1	0	1
Orden Thalassionematales Round				
Familia Thalassionemataceae Round				
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky 1902 (Fig. 12)	1	1	1	1
Orden Thalassiophysales D.G. Mann				
Familia Catenulaceae Mereschkowsky				
<i>Amphora</i> sp. Ehrenberg ex Kützing 1844	0	1	1	0

(Continúa)

Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
<i>Amphora proteus</i> W.Gregory 1857	1	1	0	1
<i>Amphora proteus</i> var. <i>kariana</i> Grunow (Grunow) 1880	1	1	1	1
<i>Amphora ostrearia</i> var. <i>vitrea</i> Cleve 1895*	1	0	1	0
Clase Coscinodiscophyceae Round & Crawford				
Orden Asterolamprales Round				
Familia Asterolampraceae H.L. Smith				
<i>Asteromphalus flabellatus</i> (Brébisson) Greville 1859 (Fig. 71)	1	1	0	1
Orden Aulacoseirales R.M. Crawford				
Familia Aulacoseiraceae R.M. Crawford				
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979 (Fig. 65)	1	1	1	1
Familia Coscinodiscaceae Kützing				
<i>Coscinodiscus concinnus</i> W.Smith 1856	0	1	1	1
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1840	0	1	1	1
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg 1840 (Fig. 48)	0	1	0	1
<i>Coscinodiscus rothii</i> (Ehrenberg) Grunow 1878	1	1	1	1
<i>Cymatodiscus planetophorus</i> (Meister) Hendey 1958 (Fig. 52)	1	1	1	1
Familia Heliopeltaceae H.L. Smit				
<i>Actinoptychus aster</i> J.J. Brun 1892	0	1	1	1
<i>Actinoptychus campanulifer</i> Schmidt 1875	0	1	1	1
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1843	1	1	0	1
Familia Hemidiscaceae Hendey ex Hasle				
<i>Actinocyclus cuneiformis</i> (Wallich) F.Gómez, Lu Wang & Senjie Lin 2017 (Fig. 66)	0	0	1	1
<i>Actinocyclus kuetzingii</i> (A.W.F.Schmidt) Simonsen 1975	0	1	0	1
<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehrenberg 1837 (Fig. 61)	0	1	0	1
<i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>crassus</i> (W.Smith) Hendey 1954	0	1	0	1
<i>Actinocyclus octonarius</i> var. <i>ralfsii</i> (W.Smith) Hendey 1954 (Fig. 62)	1	1	0	1
Orden Paraliales R.M. Crawford				
Familia Paraliaceae R.M. Crawford				
<i>Paralia sulcata</i> var. <i>coronata</i> (Ehrenberg) G.W.Andrews 1976* (Fig. 59)	1	1	1	1
Orden Melosirales E.J.Cox				
Familia Melosiraceae Kützing				

(Continúa)

Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
<i>Melosira moniliformis</i> C.Agardh 1824	1	0	1	0
Clase Mediophyceae Medlin & Kaczmarska				
Orden Anaulales Round & R.M. Crawford				
Familia Anaulaceae (Schütt) Lemmermann				
<i>Eunotogramma laeve</i> Grunow in Cleve & Möller 1879 (Fig. 70)	0	0	1	1
Orden Biddulphiales Krieger				
Familia Biddulphiaceae R.M. Crawford				
<i>Neohuttonia reichardtii</i> (Grunow) Kuntze 1898	1	1	1	1
<i>Neobrightwellia alternans</i> (Bailey) M.P.Ashworth & P.A.Sims 2022 (Fig. 67)	1	1	1	1
Orden Chaetocerotales Round & R.M. Crawford				
Familia Chaetocerotaceae Ralfs				
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve 1897	0	1	1	1
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder 1964 (Fig. 63)	0	1	0	1
<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder 1864*	0	0	0	1
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve 1889	1	1	0	1
Orden Cymatosirales Round & R.M. Crawford				
Familia Cymatosiraceae Hasle, Stosch & Syvertsen				
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i> (Grunow) Hasle, Stosch & Syvertsen 1983 (Fig. 69)	1	1	1	1
Orden Eupodiscales V.A. Nikoleav & D.M. Harwood				
Familia Eupodiscaceae Ralfs				
<i>Zygoceros rhombus</i> Ehrenberg 1839	1	1	1	1
Familia Odontellaceae P.A. Sims, D.M. Williams & M.P. Ashworth				
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) C.Agardh 1832	1	1	1	1
<i>Ralfsiella smithii</i> (Ralfs) P.A.Sims, D.M.Williams & M.Ashworth 2018	0	0	1	1
Orden Eupodiscales				
Familia S.Komura				
<i>Trieres mobiliensis</i> (Bailey) Ashworth & E.C.Theriot in Ashworth, Nakov & E.C.Theriot 2013*	1	0	0	0
Orden Lithodesmiales Round & R.M. Crawford				
Familia Lithodesmiaceae Round				
<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow 1885	0	0	1	1
<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg 1839* (Fig. 68)	0	1	0	1

(Continúa)

Taxón	Lluvias		Secas	
	SE	CI	SE	CI
Orden Stephanodiscales Nikolaev & Harwood				
Familia Stephanodiscaceae I.V. Makarova				
<i>Cyclotella ambigua</i> Grunow 1880*	0	0	1	1
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt 1937* (Fig. 56)	1	1	0	1
<i>Cyclotella litoralis</i> Lange & Syvertsen 1989 (Fig. 60)	1	1	1	1
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow 1880 (Fig. 50)	1	1	1	1
<i>Cyclotella stylorum</i> Brightwell 1860 (Fig. 58)	1	1	1	1
<i>Stephanodiscus medius</i> Håkansson 1986* (Fig. 54)	1	1	1	0
<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek 2022	1	1	1	1
Orden Thalassiosirales Glezer & Makarova				
Familia Skeletonemataceae Lebour				
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve 1873 (Fig. 57)	1	1	1	1
Familia Thalassiosiraceae M. Lebour				
<i>Cymatotheca minima</i> Voigt 1960 (Fig. 55)	1	1	1	1
<i>Cymatotheca weissflogii</i> (Grunow) Hendey 1958 (Fig. 51)	1	1	1	1
<i>Ehrenbergiulva granulosa</i> (Grunow) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin 2004 (Fig. 64)	1	1	1	1
<i>Shionodiscus oestrupii</i> (Ostenfeld) A.J.Alverson, S.-H.Kang & E.C.Theriot 2006 (Fig. 53)	1	1	1	1
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grunow ex Van Heurck) E.G.Jørgensen 1905 (Fig. 49)	1	1	1	1
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve 1904	1	1	1	1

SE= sedimento, CI= contenido intestinal de ostión. \*Nuevo registro para Nayarit, °Nuevo registro para México.

La riqueza de diatomeas en sedimento en temporada de secas fue de 148 taxones y en el contenido intestinal de 139. La composición específica de diatomeas, en el contenido intestinal de ostiones, consistió en un 74 % de diatomeas bentónicas y 26 % de diatomeas planctónicas. La riqueza estimada para esta temporada mostró que faltarían de quince a 41 taxones de diatomeas en sedimento y entre once a 25 en contenido intestinal (Tabla 2). Las curvas de acumulación de especies mostraron el patrón inverso de la temporada de lluvias, es decir, la riqueza en el contenido intestinal alcanzó la asíntota (Fig. 2d), no así en el sedimento (Fig. 2c). De los 148 taxones de diatomeas en sedimento, solo 34 (22 %) no se observaron en contenido intestinal; dichos taxones fue-

ron formas bentónicas con predominio de afinidad marina. Mientras que, de los 139 taxones de diatomeas observados en contenido intestinal, solo 25 (17 %) no se encontraron en sedimento; la mayoría de ellos fueron de afinidad marina, sobresaliendo las especies planctónicas: *Coscinodiscus radiatus*, *Actinoptychus senarius*, *Actinocyclus kuetzingii*, *Actinocyclus octonarius*, *Actinocyclus octonarius* var. *crassus*, *Actinocyclus octonarius* var. *ralfsii*, *Bacteriastrium hyalinum*, *Chaetoceros coarctatus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Lithodesmium undulatum* y *Cyclotella atomus* (Tabla 1). No obstante, el 77 % de los taxones de diatomeas registrados en el contenido intestinal en temporada de secas también se encontraron en sedimento.

**Tabla 2.** Estimación de la riqueza de diatomeas de sedimento y contenido intestinal de ostiones para todo el sistema estuarino y por temporadas.

Muestra	Riqueza observada (Sobs)	Riqueza estimada		
		Chao 2	Jackknife 1	Bootstrap
SE	163	173	180	172
CI	155	208	183	167
SE lluvias	148	159	169	159
CI lluvias	136	196	171	151
SE secas	148	189	181	163
CI secas	139	167	164	150
SE y CI	182			

SE= sedimento, CI= contenido intestinal de ostión

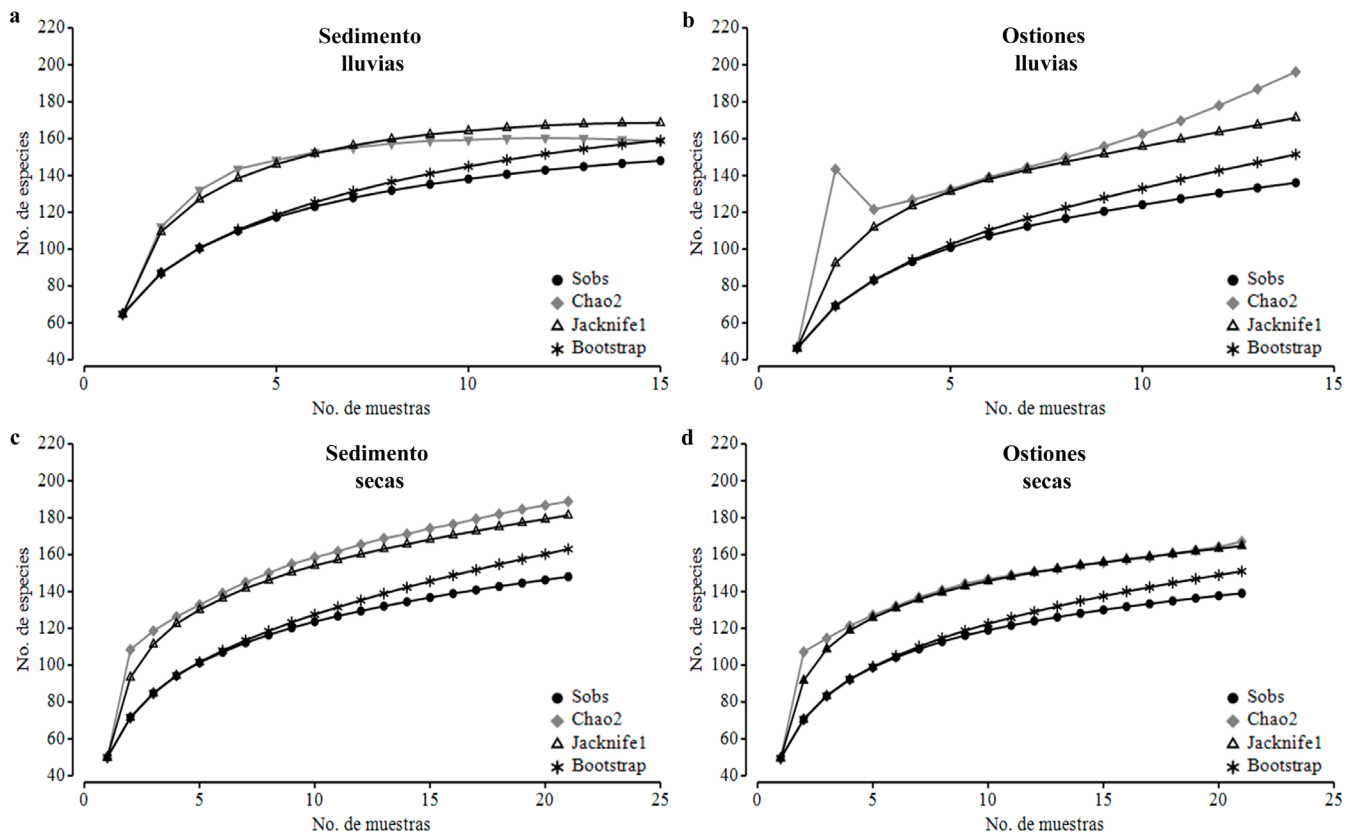
En la temporada de lluvias (Fig. 3a) la taxocenosis de diatomeas de contenido intestinal fue significativamente distinta ( $Pseudo-F= 4,285$ ,  $P= 0,001$ ) a la del sedimento; dichas diferencias ( $Pseudo-F= 4,494$ ,  $P= 0,001$ ) también se observaron en la temporada de secas (Fig. 3b).

## DISCUSIÓN

La riqueza de diatomeas observada en este estudio fue menor ( $S = 182$ ) que la registrada ( $S = 212$ ) por Hernández-A et al. (2019) en muestras de contenido intestinal de *C. corteziensis*, aun cuando en la presente investigación, además de muestras de ostiones, se inspeccionaron muestras de sedimentos. La diferencia en la riqueza podría estar relacionada con el tipo de ambiente y su dinámica. El estudio de Hernández-A et al. (2019) se realizó en un estuario, desembocadura del río San Pedro, por lo tanto, tiene un flujo continuo de agua en la parte alta de la cuenca, que trae consigo el aporte continuo de diatomeas con afinidad dulceacuícola. Mientras que, el presente estudio se realizó en un humedal de flujo estuarino, en donde el intercambio de agua (ingreso/salida) ocurre sobre la superficie del suelo y procede del océano, lo que significa un menor aporte de especies dulceacuícolas, por lo tanto, menor riqueza. Al respecto, Lin y Yang (2007) mencionaron que las escorrentías continentales podrían ser las responsables del aumento en riqueza de especies del fitoplancton en temporada de lluvias, en el Estrecho de Taiwán, lo que coincide con lo observado en este estudio.

La composición específica de diatomeas de este estudio es típica de ambientes de manglar con carácter estuarino, similar a la registrada en sedimento de estuarios de Francia (Mélédér et al. 2007), Japón (Park et al. 2012), Vietnam (Costa-B et al. 2016) y Corea del Sur (Du et al. 2017); y en fitoplancton de sistemas lagunares-estuarinos del sureste mexicano (Herrera-S et al. 1999, Varona-C y Gutiérrez-M 2006) y Taiwán (Lin y Yang 2007). En comparación con estudios más cercanos al área de estudio, la diatomoflora fue similar a la encontrada en fitoplancton del sistema lagunar Teacapán (Núñez-M 1996) y en estanques de camarones en la misma localidad (Siqueiros-B y Acevedo-G 2010). Al comparar la composición de diatomeas con los únicos estudios florísticos de diatomeas en Nayarit (Estrada-G et al. 2017, Hernández-A et al. 2019, Estrada-G et al. 2022), 102 especies (55 %) ya se habían reportado; sin embargo, destacan 65 nuevos registros de diatomeas para Nayarit y cuatro para México. Ello demuestra la riqueza de diatomeas que habita en sistemas estuarinos de la región y evidencia la necesidad de realizar más estudios florísticos.

En temporada de lluvia, la asíntota que se observó en las curvas de acumulación de especies en sedimento pudo tener como origen el aumento de diatomeas alóctonas con afinidad dulceacuícola. Al respecto, se ha señalado que las lluvias tienen como efecto la perturbación del sedimento superficial, lo que ocasiona el transporte lateral del microfítobentos (Ha et al. 2018). Si se considera que el área de estudio se ubica en una celda litoral delimitada por la desembocadura de dos ríos (Blanco-C et al. 2011), los cuales



**Figura 2.** Curva de acumulación de especies de la riqueza observada (Sobs) y estimada de diatomeas en sedimento (a y c) y en contenido intestinal de ostiones (b y d) de todos los sitios de muestreo durante la temporada de lluvias y secas.

umentan su caudal en temporada de lluvias (Romero-R et al. 2020), es posible suponer que las lluvias en conjunto con el transporte lateral, permitieran el ingreso de especies alóctonas. Esto coincide con lo descrito por Park et al. (2012), quienes observaron que las descargas de los ríos provocaron el depósito de diatomeas dulceacuícolas en los sedimentos de la marisma de Ariake en Japón.

Por otro lado, el hecho de que la curva de acumulación de especies del contenido intestinal de ostiones no llegó a la asíntota, podría ser explicado por procesos oceánicos y continentales a los que están sujetos el microfitobentos y el fitoplancton. De las especies planctónicas sobresalieron especies de los géneros *Actinocyclus*, *Bacteriastrum* y *Lithodesmium* las cuales no se observaron en sedimento. Lo anterior implica que los ostiones, además de haber capturado las formas bentónicas propias del sistema (83 %), capturaron formas planctónicas de origen marino (17 %), es decir, alóctonas. Resultados similares fueron reportados en cuatro lagunas costeras de Yucatán, México en donde encontraron que las especies planctónicas ingresaron a las lagunas por efecto de mareas y vientos (Herrera-S et al. 1999).

En el caso de *F. asymmetrica*, *G. attenuatum*, *S. laevisima* y *E. turgida*, son especies de afinidad dulceacuícolas alóctonas que se observaron en el contenido intestinal de los ostiones, no así en sedimento. Nuevamente, el origen de dichas especies es el microfitobentos, las cuales pudieron haber llegado al sistema por transporte lateral de la desembocadura del río San Pedro que se encuentra  $\approx 5$  km del área de estudio (Blanco-C et al. 2011). Lo anterior, en conjunto con la acción de las mareas y el oleaje, hicieron que estas especies se encontraran disponibles para el consumo por parte de *C. corteziensis*. En sistemas estuarinos, se ha determinado que factores como la alta velocidad del viento, la acción del oleaje, turbulencia y corrientes de marea generan que una parte relativamente grande de la fracción de lodo y microfitobentos en la capa de sedimento superficial se resuspenda y se integre como ticooplancton en la columna de agua (Delgado et al. 1991, De Jonge y Van Beusekom 1995, MacIntyre et al. 1996); así, las diatomeas bentónicas desempeñan un papel importante en la productividad de este tipo de ecosistemas (MacIntyre et al. 1996). Al respecto, Kasim y Mukai (2006) observaron que las dia-

tomeas del sedimento en el estuario Akkeshi-ko (Japón) se resuspendieron por la turbulencia estimulada por el viento y contribuyeron significativamente a los recursos alimentarios de la almeja *Ruditapes philippinarum* (A. Adams y Reeve, 1850) y el ostión *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793); lo cual concuerda con lo observado en este estudio.

En temporada de secas, se observó que las curvas de acumulación de especies en sedimento no alcanzaron la asíntota. Esto pudo deberse a la disminución de las precipitaciones (Domínguez-H *et al.* 2020) y, como consecuencia, el aumento de salinidad. Al respecto, la salinidad es una variable significativa relacionada con el cambio en la composición las asociaciones de diatomeas del microfítobentos

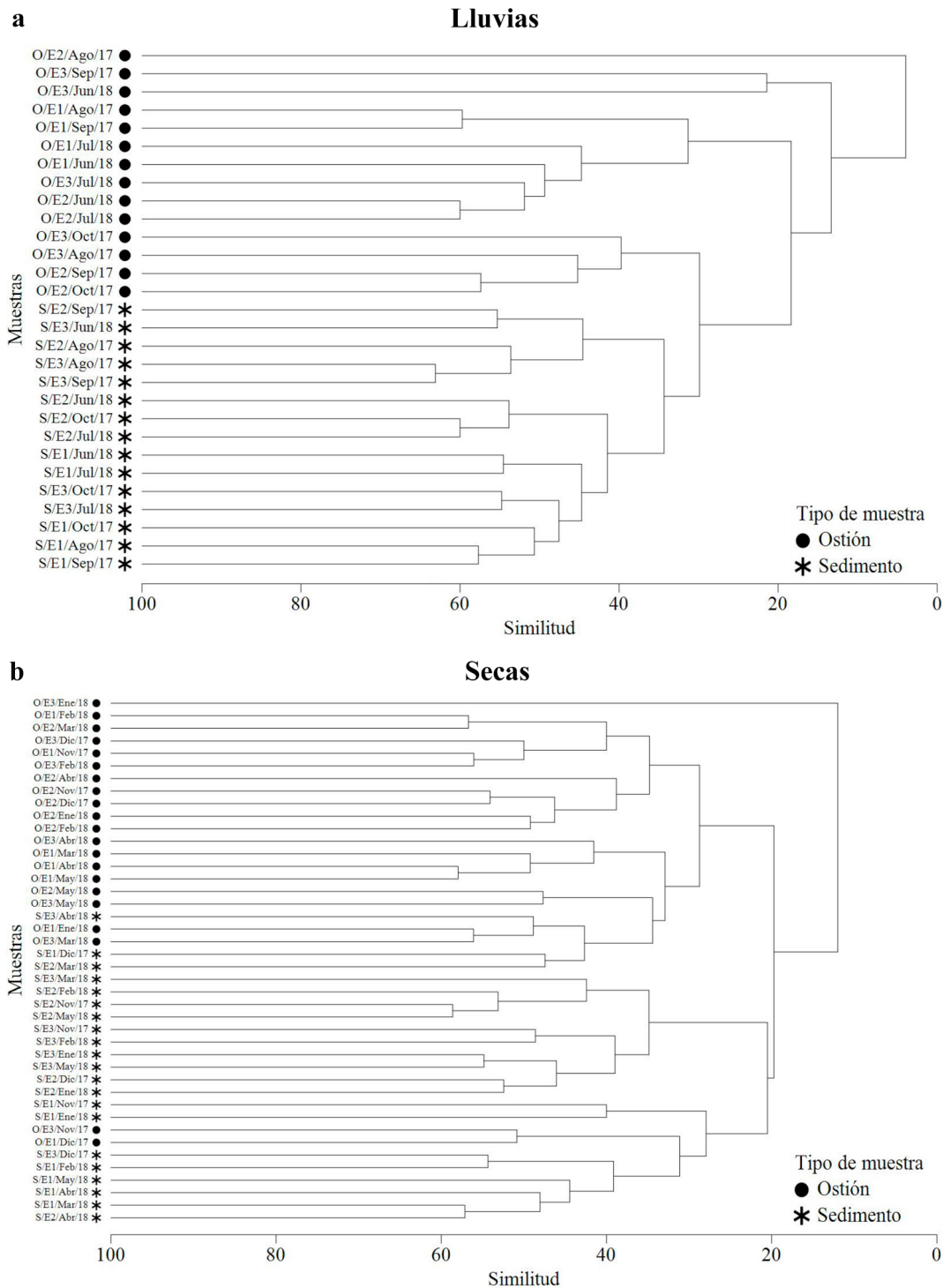
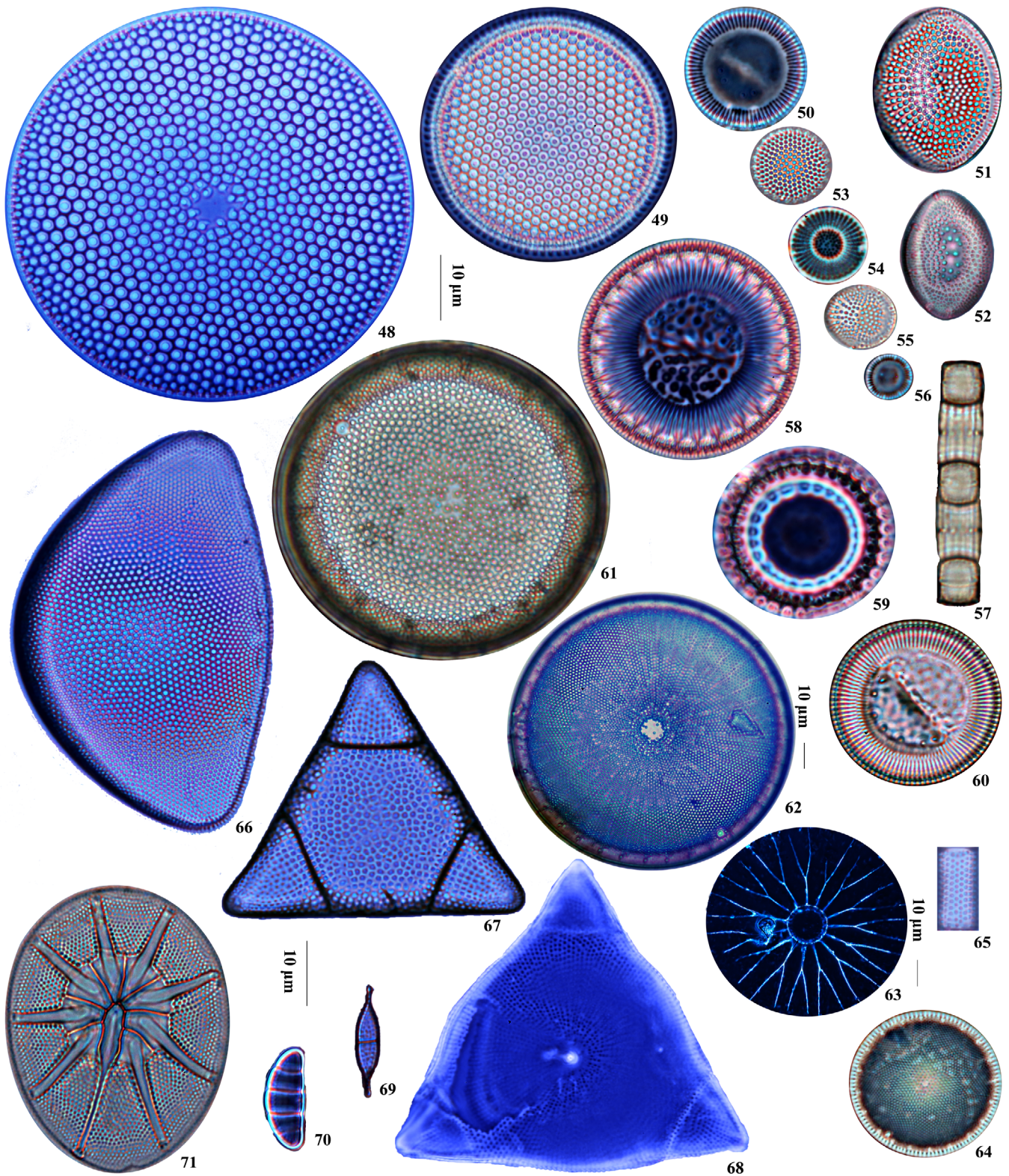


Figura 3. Valores de similitud de Jaccard en la composición de diatomeas del sedimento y contenido intestinal de ostiones en la temporada de lluvias (a) y secas (b).





**Figuras 4-47.** Diatomeas encontradas en sedimento y contenido intestinal de ostiones dentro de un sistema estuarino. 4) *Nitzschia rectilonga*, 5) *Nitzschia longissima* f. *costata*, 6) *Nitzschia rectilonga* (parte central de la valva), 7) *Nitzschia longissima* f. *costata* (parte central de la valva), 8) *Pseudonitzschia pungens*, 9) *Nitzschia prolongata* var. *hoehnkei*, 10) *Homoeocladia martiana*, 11) *Bacillaria paxillifera*, 12) *Thalassionema nitzschioides*, 13) *Pleurosigma normanii*, 14) *Navicula lineola*, 15) *Neodelphineis silenda*, 16) *Astartiella bahusiensis*, 17) *Gyrosigma tenuissimum*, 18) *Climaconeis mabikii*, 19) *Humidophila contenta*, 20) *Navicula perminuta*, 21) *Navicula platyventris*, 22) *Nitzschia bicapitata*, 23) *Hantzschia amphioxys*, 24) *Navicula agnita*, 25) *Navicula directa*, 26) *Navicula longa* var. *irregularis*, 27) *Seminavis robusta*, 28) *Nitzschia fasciculata*, 29) *Nitzschia incurva*, 30) *Fallacia litoricola*, 31) *Mastogloia smithii*, 32) *Nitzschia ligowskii*, 33) *Nitzschia panduriformis* var. *minor*, 34) *Petroneis arabica*, 35) *Caloneis westii*, 36) *Diploneis caffra*, 37) *Diploneis puella*, 38) *Diploneis notabilis*, 39) *Lyrella clavata* var. *caribaea*, 40) *Climaconeis fasciculata*, 41) *Pinnunavis yarrensii*, 42) *Planothidium gallicum* (vista con rafé), 43) *Planothidium gallicum* (vista del pseudorafé), 44) *Haslea ostrearia*, 45) *Cocconeis pediculus*, 46) *Cocconeis pseudodiruptoides* (vista con rafé), 47) *Campylodiscus brightwellii*.



**Figuras 48-71.** Diatomeas encontradas en sedimento y contenido intestinal de ostiones dentro de un sistema estuarino. 48) *Coscinodiscus radiatus*, 49) *Thalassiosira eccentrica*, 50) *Cyclotella striata*, 51) *Cymatotheca weissflogii*, 52) *Cymatodiscus planetophorus*, 53) *Shionodiscus oestrupii*, 54) *Stephanodiscus medius*, 55) *Cymatotheca minima*, 56) *Cyclotella atomus*, 57) *Skeletonema costatum* (vista conectiva), 58) *Cyclotella stylum*, 59) *Paralia sulcata* var. *coronata*, 60) *Cyclotella litoralis*, 61) *Actinocyclus octonarius*, 62) *Actinocyclus octonarius* var. *ralfsii*, 63) *Bacteriastrium hyalinum*, 64) *Ehrenbergiulva granulosa*, 65) *Aulacoseira granulata* (vista conectiva), 66) *Actinocyclus cuneiformis*, 67) *Neobrightwellia alternans*, 68) *Lithodesmium undulatum*, 69) *Plagiogrammopsis vanheurckii*, 70) *Eunotogramma laeve*, 71) *Asteromphalus flabellatus*.

(Costa-B et al. 2016, Du et al. 2017). Por lo tanto, el cambio en las condiciones ambientales y en la estabilidad de la columna de agua, pudieron ser agentes forzantes del proceso sucesional, es decir, del cambio observado de especies con afinidad dulceacuícola (*Pinnularia acrosphaeria*, *Pinnularia microstauron*, *Astartiella bahusiensis*, *Achnanthes parvula*, *Gogorevia exilis*, *Gomphonema parvulum*, *Staurisirella pinnata*, *Melosira moniliformis*) a marina (*Lyrella clavata* var. *caribaea*, *Gomphonemopsis littoralis*, *Halamphora tenerrima*, *Diploneis crabro* var. *dirrhombus*).

Por otra parte, la curva de acumulación de especies del contenido intestinal de *C. corteziensis* alcanzó la asíntota, lo cual podría estar relacionado con que, en esta temporada, los ostiones capturaron un mayor porcentaje (26 %) de especies planctónicas que en la temporada de lluvias (17 %). Entre las especies planctónicas sobresalen las de afinidad marina, las cuales no se encontraron en sedimento; esto implica que los ostiones capturaron formas planctónicas de origen marino, es decir, alóctonas. Esto podría estar relacionado con que, en el área de estudio, aumenta la intensidad de los vientos que propician las surgencias en la zona costera (Dominguez-H et al. 2020); conjuntamente con esto, se produce un aumento de las especies marinas, las cuales pudieron haber sido transportadas hacia el estero y ser ingeridas por *C. corteziensis*. De la misma manera, se debe considerar la influencia de la marea. Por ejemplo, Varona-C y Gutiérrez-M (2006) observaron que en sistemas lagunares, durante la temporada de secas, la composición fitoplanctónica estuvo influenciada por el intercambio mareal, lo que condujo a la entrada de especies marinas alóctonas al estero. Por otra parte, es posible que hayan aumentado las especies salobres, es decir, las formas autóctonas del sistema. En este sentido, se ha observado que en sistemas lagunares los tiempos de residencia largos del agua podrían promover el desarrollo de poblaciones fitoplanctónicas autóctonas (Varona-C y Gutiérrez-M 2006). En conjunto, el efecto de las surgencias, la marea y los tiempos de residencia largos ayudan a explicar el aumento de las formas planctónicas en el contenido intestinal de *C. corteziensis* y de forma consecuente el aumento en la representatividad de la riqueza del estero.

Respecto a la observación de que *C. corteziensis* no consumió el total del universo de diatomeas disponibles en el sedimento, podría estar relacionado con las características de las diatomeas presentes en el sedimento y con los hábitos alimentarios del ostión. Por una parte, se encuentra la distribución en parches y gradientes de las diatomeas bentónicas, la cual responde

a factores como el oportunismo propio de las diatomeas, las variaciones en los sustratos, particularmente entre los sedimentos y la influencia combinada de la desecación, salinidad y temperatura (Siqueiros-B 1994). Así, la propia distribución de las diatomeas evitaría que, en un determinado momento, los ostiones pudieran tener acceso a la totalidad del universo de diatomeas disponibles en el sedimento, máxime si se considera que nuestro estudio se llevó a cabo en tres sitios distintos. Por otra parte, observaciones recientes sugieren una preferencia alimentaria por parte de *C. corteziensis*, lo cual está relacionada con la talla del organismo (Estrada-G 2023).

De acuerdo con lo anterior, se entiende por qué las evidencias generadas no respaldan la hipótesis propuesta, ya que se reconoce un fenómeno complejo cuya variación depende de múltiples factores que determinaron que la composición de especies de diatomeas de sedimentos y contenido intestinal de ostiones fueran estadísticamente diferentes. Sin embargo, el hecho de que los ostiones consumieron un alto porcentaje de las especies de diatomeas disponibles en sedimento obliga a diseñar un estudio que permita contrastar más directamente la hipótesis abducida.

## CONCLUSIÓN

Este estudio incorpora el primer estudio florístico de diatomeas del microfítobentos para el estero Pozo Chino y Nayarit, México; por ello, representa la base del conocimiento científico de las diatomeas que habitan en sedimentos de un sistema estuarino de la región. Las observaciones no respaldan la hipótesis propuesta; sin embargo, el hecho de que los ostiones capturaron un alto porcentaje de las especies de diatomeas disponibles en sedimento, que fue complementado con especies netamente fitoplanctónicas, permite considerar el contenido intestinal de ostiones una alternativa adecuada para inferir la florística de diatomeas en sistemas estuarinos.

## PARTICIPACIÓN DE AUTORES

KMEG: concepción y escritura del documento, trabajo de campo y laboratorio, realización de gráficas y láminas. OUHA: concepción de la idea y escritura del documento. DASB: delineación del problema, ilación e hipótesis, revisión taxonómica de especies, escritura del documento. DDO: escritura del documento, revisión de la redacción.

## AGRADECIMIENTOS

A CONAHCYT por la beca otorgada al primer autor (CVU 623974). Al proyecto “Variaciones de la estructura de microalgas del medio y consumidas *in situ* por ostiones *Crassostrea corteziensis*” (SIP19-154), sin financiamiento. A la cooperativa de Ostioneros del Mar De Villa Juárez S.C. de R.L. de C.V. por proporcionar muestras para el estudio. Al Laboratorio de Contaminación y Toxicología Ambiental, al Laboratorio de Análisis Especiales y al Laboratorio de Usos Múltiples de la Universidad Autónoma de Nayarit, por facilitar las instalaciones y equipos necesarios para el procesamiento de muestras. A quienes participaron en los muestreos y procesamiento de muestras. DASB es becario COFAA y EDI del IPN. A los revisores anónimos cuyos comentarios ayudaron a mejorar este trabajo.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.

## LITERATURA CITADA

- Blanco-C M, Flores-V F, Ortiz-P MA, De la Lanza-E G, López-P J, Valdéz-H I, Agraz-H C, Czitrom S, Rivera-A E, Orozco A, Jiménez-R GA, Benítez-P D, Gómez-G J, González-D AA, Soria-B M, Otis-K G, Jacobo-S EA, López-C G, Blanco-F H, Blanco-F R. 2011. Diagnóstico funcional de Marismas Nacionales. 1° Ed. Tepic, México: Universidad Autónoma de Nayarit.
- Boltovskoy D, Izaguirre I, Correa N. 1995. Feeding selectivity of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) on natural phytoplankton. *Hydrobiologia*. 312:171–182. doi. <https://doi.org/10.1007/BF00015510>
- Costa-B S, Xuân-T L, Schwarz A, Đức-H H, Schwalb A. 2017. Diatom assemblages in surface sediments along nutrient and salinity gradients of Thi Vai Estuary and Can Gio Mangrove Forest, Southern Vietnam. *Estuar Coast*. 40:479–492. doi. <https://doi.org/10.1007/s12237-016-0170-5>
- Danielidis DB, Mann DG. 2002. The systematics of *Seminavis* (Bacillariophyta): the lost identities of *Amphora angusta*, *A. ventricosa* and *A. macilenta*. *Eur J Phycol*. 37(3):429–448. doi. <https://doi.org/10.1017/S0967026202003724>
- Delgado M, De Jonge VN, Peletier H. 1991. Experiments on resuspension of natural microphytobenthos populations. *Mar Biol*. 108(2):321–328. doi. <https://doi.org/10.1007/BF01344347>
- De la Lanza-E G, Sánchez-S N, Sorani V, Bojórquez-T JL. 1996. Características geológicas, hidrológicas y del manglar en la planicie costera de Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas*. 1(32):33–54. doi. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14350/rig.59042>
- De Jonge VN, Van Beusekom JEE. 1995. Wind-and tide-induced resuspension of sediment and microphytobenthos from tidal flats in the Ems estuary. *Limnol Oceanogr*. 40(4):776–778. doi. <https://doi.org/10.4319/lo.1995.40.4.0776>
- Desianti N, Potapova M, Beals J. 2015. Examination of the type materials of diatoms described by Hohn and Hellerman from the Atlantic Coast of the USA. *Diatom Res*. 30(2):93–116. doi. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2014.1000020>
- Domínguez-H G, Cepeda-M J, Soto-M L, Rivera-C JP, Romero-DA, Inda-D EA, Hernández-A OU, Romero-B C. 2020. Semi-annual variations of chlorophyll concentration on the Eastern Tropical Pacific coast of Mexico. *Adv Space Res*. 65(11):2595–2607. doi. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2020.02.019>
- Du GY, Yan HM, Dupuy C. 2017. Microphytobenthos as an indicator of environmental quality status in intertidal flats: Case study of coastal ecosystem in Pertuis Charentais, France. *Estuar Coast Shelf S*. 196:217–226. doi. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.06.031>
- Estrada-G KM. 2016. Asociaciones de diatomeas del contenido intestinal de *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951). [Tesis]. [Tepic, México]: Universidad Autónoma de Nayarit.
- Estrada-G KM. 2023. Selectividad en el consumo *in situ* de microalgas por *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951). [Tesis]. [Tepic, México]: Universidad Autónoma de Nayarit.
- Estrada-G KM, Siqueiros-B DA, Hernández-A OU. 2017. New records of benthic diatoms (Bacillariophyceae) for Mexico in the Nayarit littoral found in gut contents of *Crassostrea corteziensis* (Mollusca: Bivalvia). *Rev Mex Biodivers*. 88(4):985–987. doi. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.039>
- Estrada-G KM, Hernández-A OU, Siqueiros-B DA, Flores-O JR. 2022. First record of *Cymatodiscus planetophorus* (Bacillariophyta) for littorals of NW Mexico; ecological remarks. *BioCiencias*. 9(e1176):1–13. doi. <http://doi.org/10.15741/revbio.09.e1176>
- Foged N. 1975. Some Littoral Diatoms from the Coast of Tanzania. 1° Ed. Vaduz: J. Cramer.
- Galtsoff PS. 1964. The American Oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service*, Vol. 64. Washington: United States Government Printing Office.
- García-D FA, Félix-P, PE, Juárez-O CC, Romero N. 1994. Alimentación de *Chione gnidia* (Broderip & Somerby, 1829), *C. Undatella* (Sowerby, 1835) y *C. californiensis* (Broderip, 1835) (Veneridae) en la Ensenada de la Paz, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 9:113–117.
- Gómez F, Wang L, Hernández-B DU, Lisunova YO, Lopes RM, Lin S. 2017. Molecular phylogeny suggests transfer of *Hemidiscus* into *Actinocyclus* (Coscinodiscales, Coscinodiscophyceae). *Diatom Res*. 32(1):21–28. doi. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2017.1313783>
- Guiry MD, Guiry GM. 2022. Algaebase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. [Revisada en: 1 sep 2022]. <https://www.algaebase.org/>

- Ha HJ, Kim H, Noh J, Ha HK, Khim JS. 2018. Rainfall effects on the erodibility of sediment and microphytobenthos in the intertidal flat. *Environ Pollut.* 242:1–8. doi. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.079>
- Hendey NI. 1958. Marine Diatoms from some West African Ports. *Journal of the Royal Microscopical Society, Series.* 77(1/2):28–85. doi. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2818.1957.tb02015.x>
- Herrera-S JA, Martín-B M, Díaz-A V. 1999. Variaciones del fitoplancton en cuatro lagunas costeras del Estado de Yucatán, México. *Rev Biol Trop.* 47(Supl. 1):47–56. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26140>
- Hernández-A OU, Estrada-G KM, Siqueiros-B DA, Inda-D EA. 2019. Composición de especies de diatomeas en la dieta *in situ* del ostión de placer *Crassostrea corteziensis* en un sistema estuarino. *Hidrobiológica.* 29(3):109–127. doi. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcb/hidro/2020v29n3/Hernandez>
- Hirose K, Gotoh T, Sato H, Yoshikawa S. 2004. Diatoms in surface sediments from northeastern part of Osaka Bay, southwestern Japan. *Diatom Res.* 20:229–240. doi. [https://doi.org/10.11464/diatom1985.20.0\\_229](https://doi.org/10.11464/diatom1985.20.0_229)
- Hustedt F. 1955. Marine littoral diatoms of Beaufort, North Carolina. 1° Ed. Durham: Duke University Press.
- INEGI. c2021. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). [Revisada en: 1 sep 2022]. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/889463904847.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463904847.pdf)
- Jeffrey SW, Vesik M, Mantoura RFC. 1997. Phytoplankton pigments: windows into the pastures of the sea. *Nature Resou.* 33(2):14–29. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000111252>
- Kasim M, Mukai H. 2006. Contribution of benthic and epiphytic diatoms to clam and oyster production in the Akkeshi-ko estuary. *J Oceanogr.* 62:267–281. doi. <https://doi.org/10.1007/s10872-006-0051-9>
- Kasim M, Mukai H. 2009. Food sources of the oyster (*Crassostrea gigas*) and the clam (*Ruditapes philippinarum*) in the Akkeshi-ko estuary. *Plankton & Benthos Research.* 4(3):104–114. doi. <https://doi.org/10.3800/pbr.4.104>
- Krammer K, Lange-B H. 1991a. Bacillariophyceae, 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D, editores. *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Band 2/3. Germany: Gustav Fischer Verlag. p. 242–398.
- Krammer K, Lange-B H. 1991b. Bacillariophyceae, 4 Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. En: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D, editores. *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Band 2/4. Germany: Gustav Fischer Verlag. p. 277–420.
- Krammer K, Lange-B H. 1997a. Bacillariophyceae, 1 Teil: Naviculaceae En: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D, editores. *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Band 2/1. Germany: Gustav Fischer Verlag. p. 518–674.
- Krammer K, Lange-B H. 1997b. Bacillariophyceae, 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. En: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D, editores. *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Band 2/2. Germany: Gustav Fischer Verlag. p. 254–448.
- Lavigne AS, Sunesen I, Sar EA. 2015. Morphological, taxonomic and nomenclatural analysis of species of *Odontella*, *Trieres* and *Zygoceros* (Triceratiaceae, Bacillariophyta) from Anegada Bay (Province of Buenos Aires, Argentina). *Diatom Res.* 30(4):307–331. doi. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2015.1110536>
- Lin G, Yang Q. 2007. Species diversity and the distribution of micro-phytoplankton in the Taiwan Strai. *Biodiversity Science.* 15(1):31–45. doi. 10.1360/biodiv.060103
- Lobban CS, Ashworth MP, Theriot EC. 2010. *Climaconeis* species (Bacillariophyceae: Berkeleyaceae) from western Pacific islands, including *C. petersonii* sp. nov. and *C. guamensis* sp. nov., with emphasis on the plastids. *Eur J Phycol.* 45(3):293–307. doi. <https://doi.org/10.1080/09670262.2010.490924>
- López-F FO, Siqueiros-B DA. 2006. Structure and distribution of diatom communities in sediments of a mangrove system. *Hidrobiológica.* 16(1):23–33.
- López-F FO, Siqueiros-B DA. 2016. A checklist of marine benthic diatoms (Bacillariophyta) from Mexico. *Phytotaxa.* 283(3):201–258. doi. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.283.3.1>
- López-F FO, Siqueiros-B DA, Navarro JN. 2010. Benthic diatoms associated with mangrove environments in the northwest region of Mexico. 1° Ed. La Paz BCS, México: CONABIO-UABCS-IPN.
- MacIntyre HL, Geider RJ, Miller DC. 1996. Microphytobenthos: The Ecological Role of the “Secret Garden” of Unvegetated, Shallow-Water Marine Habitats. I. Distribution, Abundance and Primary Production. *Estuaries.* 19(2):186–201. doi. <https://doi.org/10.2307/1352224>
- Méléder V, Rincé Y, Barillé L, Gaudin P, Rosa P. 2007. Sptiotemporal changes in microphytobenthos assemblages in a macrotidal flat (Bourgneuf Bay, France). *J Appl Phycol.* 43(6):1177–1190. doi. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2007.00423.x>
- Muñetón-G MS, Villalejo-F M, Gárate-L I. 2001. Contenido estomacal de *Spondylus leucacanthus* (Bivalvia: Spondylidae) y su relación con la temporada de reproducción y la abundancia de fitoplancton en Isla Danzante, Golfo de California. *Rev Biol Trop.* 49(2):581–590.
- Muñetón-G MS, Villalejo-F M, Gárate-L I. 2010. Gut content analysis of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1883) through histological sections. *CICIMAR-Oceanides.* 25(2):143–148. doi. <https://doi.org/10.37543/oceanides.v25i2.90>
- Núñez-M A. 1996. Fitoplancton del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava Sinaloa-Nayarit, México (Diciembre.1989). *Rev. Inv. Cient. Ser Cienc. Mar. UABCS.* 7(1-2):1–14.
- Ohtsuka T. 2005. Epipellic diatoms blooming in Isahaya Tidal Flat in the Ariake Sea, Japan, before the drainage following the Isahaya-Bay Reclamation Project. *Phycol Res.* 53:138–148. <https://doi.org/10.1111/j.1440-183.2005.00380.x>

- Park J, Seong J, Ohtsuka T, Araki H, Witkowski A, Koh CH. 2012. Diatom assemblages on Nanaura mudflat, Ariake Sea, Japan: with reference to the biogeography of marine benthic diatoms in Northeast Asia. *Bot Stud.* 53:105–124.
- Park J, Hwan-L J, Seong-K J. 2016. The Identity of ‘*Berkeleya scopulorum*’ from Northeast Asia: Report on *Climaconeis mabikii* sp. nov. from Temperate Marine Waters with Notes on Biogeography of the Genus. *Ocean Sci J.* 51(4):591–598. doi: <https://doi.org/10.1007/s12601-016-0059-z>
- Prasad AKSK, Nienow JA. 2006. The centric diatom genus *Cyclotella*, (Stephanodiscaceae: Bacillariophyta) from Florida Bay, USA, with special reference to *Cyclotella choctawhatcheeana* and *Cyclotella desikacharyi*, a new marine species related to the *Cyclotella striata* complex. *Phycol.* 45(2):127–140. doi: <https://doi.org/10.2216/05-13.1>
- Popovich CA, Guinder VA. 2013. El rol del fitoplancton en los procesos bioquímicos en estuarios. En Marcovecchio J, Freije RH, editores. *Procesos Químicos en Estuarios*. 1° Ed. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional (edUTecNe). p. 173–197.
- Ricard M. 1987. *Atlas Du Phytoplancton Marin*. 1° Ed. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.
- Romero-R DA, Soto-M LA, Cepeda-M J, Rivera-C JP, Inda-D EA. 2020. Satellite-derived turbidity in front of small rivers mouths in the Eastern Tropical Pacific coast of Mexico. *Adv Space Res.* 66(10):2349–2364. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asr.2020.08.007>
- Rosa M, Ward JE, Shumway SE. 2018. Selective Capture and Ingestion of Particles by Suspension-Feeding Bivalve Molluscs: A Review. *J Shellfish Res.* 37(4):727–746. doi: <https://doi.org/10.2983/035.037.0405>
- Siqueiros-B DA. 1994. Asociaciones de diatomeas bentónicas marinas; análisis de su estructura y su aplicación. *Serie Científica, UABCS.* 2(1):59–71.
- Siqueiros-B DA. 1996. Ecología de diatomeas bentónicas marinas; interacciones con otros organismos y el medio físico-químico en general. Una revisión. *Revista de Investigación Científica, UABCS.* 7(1-2):41–67.
- Siqueiros-B DA. 2002. Diatomeas bentónicas de la Península de Baja California; diversidad y potencial ecológico. La Paz BCS, México: Oceánides-CICIMAR-IPN-UABCS.
- Siqueiros-B DA, Voltolina D. 2000. Grazing selectivity of red abalone *Haliotis rufescens* postlarvae on benthic diatom films under culture conditions. *Journal of the World Aquaculture Society.* 31(2):239–246. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2000.tb00359.x>
- Siqueiros-B DA, Acevedo-G A. 2010. Cambios temporales en asociaciones de diatomeas bentónicas en estanques de cultivo de camarón. *CICIMAR-Oceánides.* 25(1):39–52. doi: <https://doi.org/10.37543/oceanides.v25i1.78>
- Siqueiros-B DA, Argumedo-H U. 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-B DA, López-F FO, Gárate-L I. 2005. Structure of Diatom Assemblages Living on Prop Roots of the Red Mangrove (*Rhizophora mangle*) from the West Coast of Baja California Sur, México. *Pac Sci.* 59(1):79–96. doi: <https://doi.org/10.1353/psc.2005.0014>
- Siqueiros-B DA, Argumedo-H U, López-F FO. 2017. New records and combinations of *Lyrella* (Bacillariophyceae: Lyrellales) from a protected coastal lagoon of the northwestern Mexican Pacific. *Rev Mex de Biodivers.* 88(1):1–20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.017>
- Siqueiros-B DA, López-F FO, Hernández-A OU, Argumedo-H U. 2011. Microalgas asociadas a sistemas de manglar. En Serviere-Zaragoza E, Riosmena-Rodríguez R, Félix-Pico EF, León-De la Luz JL, editores. *Los manglares de la península de Baja California*. 1° Ed. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. p. 156–180.
- Siqueiros-B DA, Valenzuela-RG, Hernández-A OU, Argumedo-H U, López-F FO. 2004. Catálogo iconográfico de diatomeas de hábitats rocosos y su incidencia en la dieta de abulones (*Haliotis* spp.) juvenes de Baja California Sur, México. *Oceánides.* 19(2):29–103. doi: <https://doi.org/10.37543/oceanides.v19i1-2.16>
- Shumway SE, Selvin R, Schick DF. 1987. Food resources related to habitat in the scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin 1791): A qualitative study. *J Shellfish R.* 6(2):89–95. <https://www.researchgate.net/publication/264533405>
- Shorenko KI, Davidovich NA, Kulikovskiy MS, Davidovich, OI. 2016. The species boundaries and biogeography of two closely related diatom species: *Nitzschia longissima* (Bréb.) Grunow, 1862 and *N. rectilonga* Takano, 1983. *Inland Water Biol.* 9(1):18–26. doi: <https://doi.org/10.1134/S1995082916010156>
- Sterrenburg FAS, De Haan M, Herwig WE, Hargraves PE. 2014. Typification and taxonomy of *Gyrosigma tenuissimum* (W. Sm.) J.W. Griffith & Henfr., comparison with *Gyrosigma coelophilum* N. Okamoto & Nagumo and description of two new taxa: *Gyrosigma tenuissimum* var. *gundulae* var. nov. and *Gyrosigma baculum* sp. nov. (Pleurosigmales, Bacillariophyta). *Phytotaxa.* 172(2):71–80. doi: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.172.2.2>
- Underwood GJC. 2001. Microphytobenthos. En Steele J, Thorpe S, Turekian K, editores. *Encyclopedia of Ocean Sciences*. 6 vols. Colchester, UK: Academic Press. p. 1770–1777. doi: <https://doi.org/10.1006/rwos.2001.0213>
- Varona-C F, Gutiérrez-M FJ. 2006. Composición estacional del fitoplancton de dos lagunas costeras del Pacífico tropical. *Hidrobiológica.* 16(2):159–174.

- Villalejo-F M, Muñetón-G MS, Gárate-L I, García-D F. 2005. Gut content, phytoplankton abundance and reproductive season in the black oyster (*Hyotissa hyotis*, Linné, 1758) at Isla Espiritu Santo, Gulf of California. *J Plankton Res.* 24(1):185–190. doi. [https://doi.org/10.2983/0730-8000\(2005\)24\[185:GCPAAR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2005)24[185:GCPAAR]2.0.CO;2)
- Witkowski A, Lange-B H, Metzeltin D. 2000. *Diatom flora of Marine coasts I.* Alemania: Gantner Verlag.
- Wetzel CE, Van de Vijver B, Blanco S, Ector L. 2019. On some common and new cavum-bearing *Planothidium* (Bacillariophyta) species from freshwater. *Fottea Olomouc.* 19(1):50–89. doi. <https://doi.org/10.5507/FOT.2018.016>
- Woolrich-A A, Aké-C JA, Torres-A A. 2019. Descripción de especies de diatomeas del género *Actinoptychus* de la costa de Oaxaca, México. *Acta Bot Mex.* 126:e1460. doi. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1460>