

## Estado de conocimiento de los dinoflagelados de agua dulce de México

## State of knowledge of freshwater dinoflagellates in Mexico

María Guadalupe Figueroa Torres<sup>1</sup>®, Rocío Elizabeth Muciño Máquez<sup>2</sup> y Saúl Almanza Encarnación<sup>3</sup>

Recibido: 10 de septiembre de 2022.

Aceptado: 06 de octubre de 2022.

Publicado: diciembre de 2022.

### RESUMEN

**Antecedentes.** Ortega en 1984 reportó el primer inventario de dinoflagelados de México. A partir de entonces se han realizado varios inventarios sobre estos organismos. Sin embargo, el estudio de los dinoflagelados es aún incipiente debido a la fragilidad y pequeño tamaño de estos organismos. Actualmente, existen más herramientas para su estudio, que darán más detalle para su conocimiento. **Objetivos.** Compilación de una lista actualizada de dinoflagelados de agua dulce de México hasta 2022. **Métodos.** Se realizó una búsqueda bibliográfica consultando informes y publicaciones impresas y electrónicas disponibles en los centros de documentación universitarios, así como revisando las bases de datos especializadas AlgaeBase y bdLACET. **Resultados.** Se han registrado un total de 87 especies y taxones infraespecíficos agrupados en 25 géneros, 18 familias y nueve órdenes. La clasificación taxonómica se hizo con base en el sistema de Moestrup & Calado de 2018. Los nombres se actualizaron según AlgaebBase. *Ceratium hirundinella*, *Gymnodinium palustre*, *Gymnodinium* sp. y *Peridinium* sp. fueron las especies más frecuentes. Michoacán, Estado de México, Ciudad de México y Oaxaca fueron los estados más estudiados. Y los ambientes más comunes fueron lagos, lagunas y represas. **Conclusiones.** El número de taxones se incrementó desde el 2004 hasta esta fecha pero no de manera notable como se esperaba, muy probablemente esto se debe porque México actualmente carece del personal y el presupuesto para realizar este trabajo, para ampliar la cobertura geográfica y para la aplicación de microscopía electrónica y de biología molecular, técnicas necesarias para análisis más precisos.

Palabras clave: agua dulce, dinoflagelados, fitoflora, fitoplancton, México.

### ABSTRACT

**Background.** Since 1984, Ortega and several researchers have documented the presence of dinoflagellates in Mexico in reports and inventories to attain an overview of the biodiversity of this and other algal groups. However, their study is still incipient because of the fragility and small cell size of these organisms. Currently, there are more tools for their study, but precisely for this reason, detailed studies are just beginning. **Goals.** Compilation of an updated list of freshwater dinoflagellates of Mexico up to 2022. **Methods.** A bibliographic search was carried out by consulting reports and printed and electronic publications available at university documentation centers, as well as by reviewing the specialized databases AlgaeBase and bdLACET. **Results.** A total of 87 species and infraspecific taxa grouped into 25 genera, 18 families and 9 orders have been recorded. The taxonomic classification was based on the system by Moestrup & Calado (2018). The names were updated according to AlgaebBase. *Ceratium hirundinella*, *Gymnodinium palustre*, *Gymnodinium* sp. and *Peridinium* sp. were the most frequently occurring species. The states of Michoacan, State of Mexico, Mexico City and Oaxaca were the most studied, and the most common environments were lakes, lagoons, and dams. **Conclusions.** Despite the expected notable increase in reported taxa from 2004 to date, this is likely not a complete list because Mexico presently lacks the personnel and budget for this work, for the expansion of geographic coverage and for the application of electron microscopy and molecular biology techniques necessary for more precise analyses.

**Keywords:** dinoflagellates, freshwater, Mexico, phycoflora, phytoplankton.

<sup>1</sup> Laboratorio de Ficología y Fitofarmacología, Área Sistemas y Proceso Ecológicos de los Recursos Acuáticos Naturales, Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Ciudad de México, 04960. México.

<sup>2</sup> Estudiante del Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Ciudad de México, 04960. México.

<sup>3</sup> Estudiante de la Maestría en Ecología aplicada, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Ciudad de México, 04960. México.

**\*Corresponding author:**

María Guadalupe Figueroa: e-mail:  
figueroa@correo.xoc.uam.mx

**To quote as:**

Figueroa, G., R. E. Muciño Máquez & S. Almanza Encarnación. 2022. Estado de conocimiento de los dinoflagelados de agua dulce de México. *Hidrobiológica* 32 (3): 223-234.

DOI:10.24275/um/itz/dcbs/hidro/2022v32n3/  
Figueroa

## INTRODUCCIÓN

Los dinoflagelados son un grupo muy diverso, se estima que existen entre 3 365 y 5 000 especies marinas (Pedroche *et al.*, 2009). Sin embargo, solamente 2400 especies son reconocidas entre la comunidad científica (Gómez, 2020). Respecto a los dinoflagelados de agua dulce, se reconocen 350 (Moestrup & Calado, 2018), aunque los autores de este trabajo estiman que existe un número mucho mayor. En México, se ha visto que en muestras de fitoplancton dulceacuícola de distintos ecosistemas, el número de especies oscila entre 0 y 3, lo que suele corresponder al 10 % del total analizado, siendo entonces uno de los grupos menos diversos en estos ecosistemas, en comparación con las clorofitas y las diatomeas. La baja riqueza de especies a veces es compensada ya que ciertas épocas del año las poblaciones pueden alcanzar grandes densidades llegando a formar florecimientos algales del orden de millones de células por litro. Entre las especies causantes de estos florecimientos se encuentran *Ceratium hirundinella*, *C. furcoides*, *Peridinium bipes f. bipes*, *P. bipes f. occulatum*, *P. cinctum*, *P. penardii*, *Naiadinium polonicum* y *Peridinium* sp., con densidades de  $8 \times 10^2$  a  $93 \times 10^6$  cél/L; de éstas solo *N. polonicum* produce ictiotoxinas (glenodinina) (Hashimoto *et al.* 1968; Figueroa-Torres & Moreno-Ruiz, 2003; Ascencio *et al.*, 2018).

Este grupo está formado principalmente por organismos unicelulares, eucarióticos, flagelados, de vida libre, parásitos o endosimbiontes con contadas formas ameboides y coccoides. Las especies suelen ser fotótrofas obligadas, mixótrofas o heterótrofas. Estas últimas suelen presentar estructuras especializadas que les permiten alimentarse de otros organismos, incluyendo dinoflagelados (Steidinger & Tangen, 1997). Actualmente, se agrupan en el reino Protista, que constituye un taxón parafilético, ya que incluye al ancestro común de sus miembros, pero no a todos sus descendientes (Moestrup & Calado, 2018). Análisis filogenéticos moleculares han agrupado los dinoflagelados con los ciliados y apicomplejos (endoparásitos de animales) conformando el filo Alveolata, caracterizado por presentar un sistema de vesículas planas dispuestas en una capa continua asociada a la membrana celular, formando una película flexible con alvéolos corticales (Taylor, 1987; Gómez *et al.*, 2011; Moestrup & Calado, 2018). La identificación de las especies de agua dulce presenta una gran complejidad, ya que los organismos son muy pequeños, en su mayoría son menores de 100  $\mu\text{m}$ , son muy frágiles y se descomponen rápidamente aún con el uso de fijadores suaves. Aunado a esto, se requiere un análisis muy cuidadoso, disección de placas en muchos casos, además del empleo de microscopios potentes, y para obtener mejores resultados es necesario el apoyo de otras técnicas como las de biología molecular.

Otro aspecto a considerar es que muchas especies de este grupo son polimórficas, es decir, que llegan a presentar diferentes expresiones morfológicas, establecidas genéticamente, dentro de las mismas especies (Balech, 1988; Carty, 2003; Maciel-Baltazar, 2015) y pleomórficas donde la morfología de las especies responde al cambio en las condiciones ambientales, por ejemplo, algunas células se vuelven largas y delgadas a temperaturas altas y, por el contrario, se tornan cortas y robustas a temperaturas bajas (Gómez, 2011; Tan *et al.*, 2013; Almanza *et al.*, 2016).

Los dinoflagelados de agua dulce son muy importantes porque forman parte de los productores primarios, fundamentales en las cadenas tróficas acuáticas y participan en el secuestro de  $\text{CO}_2$  que regula el cambio climático (Costas & López Rodas, 2011). También son bioindicadores de condiciones ambientales (Pesantes, 1983; Altamirano *et*

*al.*, 2004) y llegan a formar florecimientos masivos, inocuos, nocivos o tóxicos (Cortés-Altamirano & Sierra-Beltrán, 2008; Ascencio *et al.*, 2018). De ellos se obtienen diversos productos útiles como suplementos alimenticios y medicamentos (Assunção *et al.*, 2017; Delgado del Villar *et al.*, 2021). Cabe señalar que estos organismos están sufriendo los impactos antropogénicos como la contaminación y el cambio climático que afectan su distribución y abundancia (Flores-Moya *et al.*, 2008; Costas & López Rodas, 2011).

Pese a la importancia de este grupo, en México se han realizado pocos estudios sobre su diversidad y distribución. En el último registro previo realizado por Novelo & Tavera (2011) se reportan 60 especies de las 350 documentadas a nivel mundial para ambientes de agua dulce (Moestrup & Calado, 2018). Por este contexto, el objetivo de este trabajo consistió en hacer una revisión bibliográfica a escala nacional del estado actual de conocimiento de este grupo.

## MÉTODOS

Para la creación de un listado taxonómico se consultaron informes y publicaciones impresas y electrónicas disponibles en centros de documentación universitarios; además, se revisaron las bases de datos AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2022) y bdLACET (Novelo & Tavera, 2022), revistas e información disponible en Internet. Se puso énfasis en los trabajos publicados de 2004 a 2022. En algunos casos se registró la presencia de especies no identificadas, pero sí diferenciadas de otras del mismo género, ya que estos datos son significativos para el inventario.

Se siguió la clasificación taxonómica de Moestrup & Calado (2018), basada en datos morfológicos, ultraestructurales, moleculares y bioquímicos. Los nombres de las especies fueron revisados y actualizados de acuerdo con las sugerencias de AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2022). El nombre correcto de cada especie aparece en la columna de la izquierda de la Tabla 1, en la segunda columna se encuentran los sinónimos especificados con un signo (=), también se señala el número de sinónimos y, por último, se presenta una columna con las observaciones.

Se registró la distribución de las especies por estados y por ambientes, Figura 1 y Tabla 2.

## RESULTADOS

Se revisaron 98 fuentes de información sobre fitoplancton de aguas continentales de México correspondientes al periodo de 2004 a 2022. De éstos, solo 49 (78% publicaciones científicas y 22% tesis), refieren la presencia de dinoflagelados de agua dulce. Los otros trabajos llaman la atención porque pareciera ser que no hay especies en los muestreos en ciertos cuerpos de agua o que la dificultad para su estudio y la falta de experiencia y/o de herramientas de aproximación (métodos de colecta, fijadores, microscopios de mayor aumento, apoyo de biología molecular, entre otros) ocasionan que los dinoflagelados pasen desapercibidos.

En México, en el año 1984 se obtuvo un registro de 24 especies (Ortega, 1984), en 2003 se tuvieron 38 (Figueroa Torres & Moreno-Ruiz, 2003), en 2009 sólo 35 (Pedroche *et al.*, 2009), en 2011 ascendió hasta 60 (Novelo & Tavera, 2011) y en 2022 (este estudio) se registraron 87 taxones, representando el 24.85 %, del total de las 350 reportadas a nivel mundial (Moestrup & Calado, 2018) (Fig. 1).

**Tabla 1.** Distribución de la riqueza de especies, variedades y formas de dinoflagelados de agua dulce por estado y ecosistemas más frecuentes en donde se encuentran.

Estado	Riqueza de especies, variedades y formas	Ambientes
Edo. de México	30	Embalse, lagos, lagunas, presas, estanques, charcos
Michoacán	25	Lagos lagunas, presa, ríos, lagos cráter
Ciudad de México	24	Lagos, lagunas, canales
Oaxaca	16	Ríos, Presa, estanques, charcos
Tabasco	13	Humedal, lagos lagunas, arroyos, meandros
Veracruz	12	Laguna, lago, río, estero
Yucatán	10	Cuerpos de agua dulce
Quintana Roo	7	Lagunas, cenotes
Tamaulipas	6	Charcos, estanques
Morelos	6	Lagunas, lagos
Tampico	5	Laguna con mezcla dulce y salobre
Jalisco	4	Lago, presa
Colima	2	Laguna
Baja California	1	No especifican
Guanajuato	1	Reservorio
Puebla	1	Laguna

Considerando que Novelo & Tavera (2011) registraron 3 256 taxones de algas en las aguas continentales de México y que en este estudio se registraron 87, entre especies, variedades, formas y entidades no identificadas, se observa que hasta el momento los dinoflagelados representan el 2.7 % del total reportado o señalado.

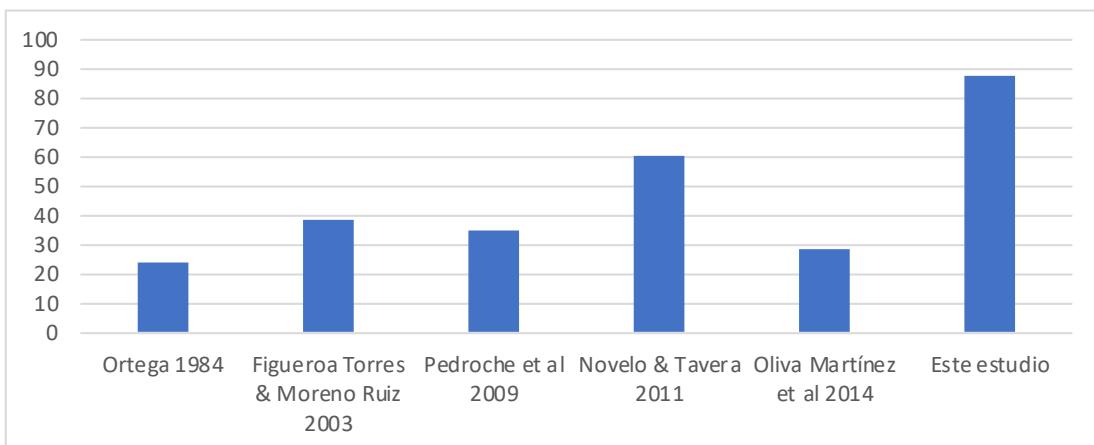
Los dinoflagelados registrados en este estudio se encuentran ubicados en nueve órdenes, 18 familias, 25 géneros, 82 especies, 3 formas y 2 variedades, 33 entidades no fueron determinadas. Los géneros con mayor diversidad de especies fueron *Peridinium* (21), *Gymnodinium* (15), *Peridiniopsis* (10), *Ceratium* (8) y *Parvodinium* (6).

Las especies de dinoflagelados de agua dulce solo se encontraron en 16 de los 32 estados de México, la mayor parte ubicados en la franja central del país. Los estados con mayor riqueza de especies fueron

Estado de México (30), Michoacán (25) y Ciudad de México (24); los ambientes más concurridos por las especies fueron lagos, lagunas y embalses (Tabla 1, Fig. 2).

Se realizó la recopilación de los nombres correctos y sus sinónimos (Tabla 2), porque se observó que muchos nombres han cambiado, además de que algunas especies se han fusionado y otras presentan sinonimia. Por lo anterior, se ha modificado el total de las especies reportadas para cada cuerpo de agua, para cada estado o incluso para el país con respecto a trabajos anteriores.

Se observa que hay especies que poseen una gran cantidad de sinónimos, como es el caso de *Peridinium cinctum* con 27, *Parvodinium inconspicuum* con 18 y *Palatinus apiculatus* con 16, lo que genera confusión y heterogeneidad en las identificaciones, dependiendo de los autores que se consulten.



**Figura 1.** Número de especies, variedades y formas registrados en algunas de las obras de revisión ficoflorística más importantes de México

**Tabla 2.** Listado de las especies, variedades y formas de dinoflagelados registradas en México, sinónimos, número y observaciones.

Taxón	Sinónimos	No.	Observaciones
<i>Apocalathium aciculiferum</i> (Lemmermann) Craveiro, Daugbjerg, Moestrup & Calado 2016	Basónimo = <i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann 1900 = <i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>aciculiferum</i> (Lemmermann) Lemmermann 1908 = <i>Glenodinium aciculiferum</i> (Lemmermann) Lindemann 1928 = <i>Peridinium stagnale</i> Meunier 1919	4	En bdLACET, como <i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann 1900
<i>Ceratium brachyceros</i> Daday 1907	Basónimo = <i>Ceratium hirundinella</i> var. <i>brachyceros</i> (Daday) Ostenfeld 1909 = <i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>brachyceroides</i> Schröder 1920	2	-
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans 1925	Basónimo = <i>Ceratium hirundinella</i> var. <i>furcoides</i> Levander 1894 = <i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>furcoides</i> (Levander) Huber 1914 = <i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>furcoides</i> Schröder = <i>Ceratium furca</i> var. <i>lacustre</i> L. Maggi 1880 = <i>Ceratium furcoides</i> f. <i>gracile</i> Entz 1927	5	No reportado en bdLACET
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müller) Bergh 1881	Basónimo = <i>Bursaria hirundinella</i> O. F. Müller 1773 = <i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müller) Dujardin f. <i>hirundinella</i> 1841	2	-
<i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>carinithiacum</i> (Zederbauer) Bachmann 1911	Basónimo = <i>Ceratium carinithiacum</i> Zederbauer 1904 = <i>Ceratium hirundinella</i> var. <i>carinithiacum</i> (Zederbauer) Bachmann 1911	2	
<i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>robustum</i> - Amberg 1903		0	
<i>Ceratium hirundinella</i> var. <i>robustum</i> Bachmann sin año	-	0	No reportado en bdLACET. El estado taxonómico de esta entidad requiere mayor investigación. (Guiry & Guiry 2022)
<i>Ceratium rhomboides</i> B. Hickel 1988	= <i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>gracile</i> Bachmann 1911	1	No reportado en bdLACET
<i>Ceratium</i> sp.	-	0	Indet.
<i>Chimonodinium lomnickii</i> (Wołoszyńska) Craveiro, Calado, Daugbjerg, Gert Hansen & Moestrup 2011	Basónimo <i>Peridinium lomnickii</i> Wołoszyńska 1916 = <i>Glenodinium lomnickii</i> (Wołoszyńska) Er. Lindemann 1925 = <i>Peridinium lomnickii</i> var. <i>punctulatum</i> Lindemann 1924	3	No reportado en bdLACET
<i>Cystodinium cornifax</i> (A. J. Schilling) G. A. Klebs 1912	Basónimo = <i>Glenodinium cornifax</i> A. J. Schilling = <i>Closterium cancer</i> Playfair 1907 = <i>Cystodinium steinii</i> Klebs 1912 = <i>Cystodinium steinii</i> f. <i>tenuirostre</i> Wołoszyńska 1919 = <i>Cystodinium iners</i> Geitler 1928 = <i>Gymnodinium bisetosum</i> Lindemann 1928 = <i>Gymnodinium steinii</i> (G. A. Klebs) Lindemann 1928 = <i>Gymnodinium novaculosum</i> Baumeister 1939 = <i>Cystodinium bisetosum</i> (Lindemann) Huber-Pestalozzi 1950 = <i>Cystodinium novaculosum</i> (Baumeister) Huber-Pestalozzi 1950 = <i>Gymnocystodinium gessneri</i> Baumeister 1957 = <i>Cystodinium schilleri</i> Baumeister 1957 = <i>Cystodinium steinii</i> var. <i>dimidio-minus</i> Baumeister 1958 = <i>Gymnocystodinium iners</i> (Geitler) Baumeister 1958 = <i>Rhizodinium gessneri</i> (Baumeister) Loeblich Jr. & Loeblich III 1968	15	En bdLACET como <i>Cystodinium iners</i> Geitler 1928.
<i>Dinophysis palustris</i> (Lemmermann) Kofoid & J. R. Michener 1912	Basónimo = <i>Gonyaulax palustris</i> Lemmermann 1907 = <i>Glenodinium palustre</i> (Lemmermann) J. Schiller 1935	2	-

Taxón	Sinónimos	No.	Observaciones
<i>Durinskia dybowskii</i> (Wołoszyńska) Carty 2014	Basónimo = <i>Peridinium dybowskii</i> Wołoszyńska 1916 = <i>Glenodinium dybowskii</i> (Wołoszyńska) Lindemann 1925 = <i>Glenodinium balticum</i> Levander 1894 = <i>Peridinium balticum</i> (Levander) Lemmermann 1900 = <i>Durinskia baltica</i> (Levander) Carty & E. I. R. Cox 1986	5	
<i>Durinskia oculata</i> (F. Stein) Gert Hansen & G. Flaim 2007	Basónimo = <i>Glenodinium oculatum</i> F. Stein 1883 = <i>Peridinium oculatum</i> (F. Stein) Wołoszyńska 1917 = <i>Peridiniopsis oculata</i> (F. Stein) Bourrelly 1968	3	En bdLACET como <i>Peridiniopsis oculata</i> (Stein) Bourrelly 1968
<i>Glenodiniopsis steinii</i> Wołoszyńska 1916	Basónimo = <i>Glenodinium steinii</i> Lemmermann (sin año en AlgaeBase) = <i>Peridinium cinctum</i> (Ehrenberg) Perty 1852 = <i>Sphaerodinium cinctum</i> (Ehrenberg) Wołoszyńska 1917	3	En bdLACET, está <i>Sphaerodinium cinctum</i> (Ehrenberg) Wołoszyńska 1917
<i>Glenodiniopsis uliginosa</i> (A. J. Schilling) Wołoszyńska 1928	Basónimo = <i>Glenodinium uliginosum</i> A. J. Schilling 1891 = <i>Peridinium uliginosum</i> (A. J. Schilling) Wołoszyńska 1917 = <i>Glenodinium steinii</i> Lemmermann 1900 = <i>Glenodiniopsis steinii</i> (Lemmermann) Wołoszyńska 1917	4	No reportada en bdLACET
<i>Glenodinium cinctum</i> Ehrenberg 1836	= <i>Glenodiniopsis steinii</i> Wołoszyńska 1916	1	AlgaeBase es un nombre correcto, no refiere sinónimos para <i>G. cinctum</i> . En bdLACET, <i>Glenodinium cinctum</i> Ehrenberg es sinónimo de <i>Glenodiniopsis steinii</i> Wołoszyńska 1916
<i>Glenodinium pulvisculus</i> (Ehrenberg) F. Stein 1883	Basónimo = <i>Peridinium pulvisculus</i> Ehrenberg 1832 = <i>Gymnodinium pulvisculus</i> (Ehrenberg) Pouchet 1885 = <i>Peridiniopsis pulvisculus</i> (Ehrenberg) J. Stein & Borden 1980	3	-
<i>Glenodinium cfr. pulvisculus</i> (Ehrenberg) F. Stein	-	0	-
<i>Glenodinium</i> sp.	-	0	Indet.
<i>Glochidinium penardiforme</i> (E. Lindemann) Boltovskoy 2000	Basónimo = <i>Peridinium penardiforme</i> Er. Lindemann 1918 = <i>Glenodinium penardiforme</i> (E. Lindemann) J. Schiller 1935 = <i>Peridiniopsis penardiformis</i> (E. Lindemann) Bourrelly 1968	3	-
<i>Gonyaulax clevei</i> Ostenfeld 1902	= <i>Gonyaulax apiculata</i> var. <i>clevei</i> (Ostenfeld) Ostenfeld 1908 = <i>Peridinium apiculatum</i> Penard 1891 = <i>Gonyaulax apiculata</i> Entz 1904 = <i>Gonyaulax polonica</i> Wołoszyńska 1916 = <i>Gonyaulax limnetica</i> Lindemann 1919	5	Especie eurihalina. No está en bdLACET, probablemente por considerarla marina
<i>Gonyaulax</i> sp.	-	0	Indet.
<i>Gymnodinium palustre</i> A. J. Schilling 1891	= <i>Spiniferodinium palustre</i> (A. J. Schilling) J. Kretschmann & M. Gottschling 2015 = <i>Gymnodinium carinatum</i> A. J. Schilling 1891 = <i>Gymnodinium zachariasii</i> Lemmermann 1900	3	-
<i>Gymnodinium paradoxum</i> A. J. Schilling 1891	= <i>Gymnodinium paradoxum</i> f. <i>astigmosum</i> Nygaard 1945	1	-
<i>Gymnodinium</i> cfr. <i>paradoxum</i> A. J. Schilling 1891	-	0	Se encontró citado como cfr.
<i>Gymnodinium pulvisculum</i> (Ehrenberg) F. Stein 1878	-	0	En bdLACET señalan que existen <i>G. pulvisculus</i> Klebs y <i>G. pulvisculus</i> Pouchet, ambas como sinónimos de otras especies
<i>Gymnodinium</i> sp. 1 a sp. 10	-	0	Conjunto de especies bien ubicadas y diferenciadas entre sí. Indet.
<i>Gymnodinium</i> spp.	-	0	Conjunto de especies que no están bien ubicadas ni bien diferenciadas entre sí. Indet.
<i>Gyrodinium</i> sp.	-		Indet.

Taxón	Sinónimos	No.	Observaciones
<i>Hemidinium nasutum</i> F. Stein 1878	= <i>Hemidinium nasutum</i> var. <i>taticum</i> Wołoszyńska 1930 = <i>Hemidinium tumidum</i> Skvortzov 1946 = <i>Hemidinium olivaceum</i> Skvortzov 1968 = <i>Hemidinium brasiliense</i> C. E. M. Bicudo & Skvortzov 1970	4	-
<i>Heterocapsa</i> cfr. <i>pseudotriquetra</i> - Iwataki, G. Hansen & Fukuyo 2002		0	Especie eurihalina. No está en Moestrup & Calado (2018) probablemente por considerarla marina
<i>Kansodinium ambiguum</i> (R. H. Thompson) Carty & E. R. Cox 1986	Basónimo = <i>Glenodinium ambiguum</i> R. H. Thompson 1951 = <i>Diplopsalis ambiguia</i> (Thompson) Bourrelly 1970	2	-
<i>Lophodinium polylophum</i> (Daday) Lemmermann 1910	Basónimo = <i>Glenodinium polylophum</i> Daday 1905 = <i>Lophodinium dadayi</i> B. F. Osorio 1942	2	En bdLACET como <i>Lophodinium dadayi</i> Osorio 1942
<i>Naiadinium polonicum</i> (Wołoszyńska) Carty 2014	Basónimo = <i>Peridinium polonicum</i> Wołoszyńska 1916 = <i>Peridiniopsis polonica</i> (Wołoszyńska) Bourrelly 1968 = <i>Glenodinium gymnodinium</i> Penard 1891 = <i>Peridinium polonicum</i> var. <i>trilineatum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Glenodinium gymnodinium</i> var. <i>biscutelliforme</i> R. H. Thompson 1950 = <i>Glenodinium gymnodinium</i> var. <i>complexum</i> Kisselev 1954 = <i>Naiadinium biscutelliforme</i> (R. H. Thompson) Carty 2014	7	En bdLACET están los sinónimos <i>Peridiniopsis polonica</i> (Wołoszyńska) Bourrelly 1968 y <i>Glenodinium gymnodinium</i> Penard 1891
<i>Palatinus apiculatus</i> (Ehrenberg) Craveiro, Calado, Daugbjerg & Moestrup 2009	Basónimo = <i>Glenodinium apiculatum</i> Ehrenberg 1838 = <i>Peridinium apiculatum</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann 1859 = <i>Peridinium palatinum</i> Lauterborn 1896 = <i>Peridinium marssonii</i> Lemmermann 1900 = <i>Peridinium anglicum</i> G. S. West 1909 = <i>Peridinium laeve</i> subsp. <i>marssonii</i> (Lemmermann) Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium laeve</i> var. <i>contactum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Properidinium apiculatum</i> (Ehrenberg) Meunier 1919 = <i>Peridinium laeve</i> f. <i>cristatum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium laeve</i> var. <i>paradoxum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium laeve</i> var. <i>stylatum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium laeve</i> subsp. <i>anglicum</i> (G. S. West) Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium apiculatum</i> var. <i>cristatum</i> (Er. Lindemann) Er. Lindemann 1928 = <i>Peridinium apiculatum</i> f. <i>anglicum</i> (G. S. West) Er. Lindemann 1928 = <i>Peridinium palatinum</i> f. <i>cristatum</i> (Er. Lindemann) M. Lefèvre 1932 = <i>Peridinium palatinum</i> f. <i>anglicum</i> (West) M. Lefèvre 1932	16	En bdLACET como <i>Peridinium palatinum</i> Lauterborn 1896
<i>Parvodinium africanum</i> (Lemmermann) Carty 2008	Basónimo = <i>Peridinium africanum</i> Lemmermann 1907 = <i>Peridinium tabulatum</i> var. <i>africanum</i> (Lemmermann) Playfair 1913 = <i>Peridinium tabulatum</i> var. <i>intermedium</i> Playfair 1913 = <i>Peridinium africanum</i> var. <i>contactum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium intermedium</i> (Playfair) Playfair 1920 = <i>Peridinium intermedium</i> var. <i>conicum</i> Playfair 1920 = <i>Peridinium africanum</i> var. <i>intermedium</i> (Playfair) M. Lefèvre 1932	7	En bdLACET como <i>Peridinium africanum</i> Lemmermann in G.S. West 1907
<i>Parvodinium</i> cfr. <i>inconspicuum</i> (Lemmermann) Carty 2008	-	0	En bdLACET como cfr.
<i>Parvodinium deflandrei</i> (M. Lefèvre) Carty 2008	Basónimo = <i>Peridinium deflandrei</i> M. Lefèvre 1927 = <i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>deflandrei</i> (M. Lefèvre) Popovský & Pfeister 1986	2	En bdLACET como <i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>deflandrei</i> (Lefèvre) Popovský & Pfeister 1986

Taxón	Sinónimos	No.	Observaciones
<i>Parvodinium elpatiewskyi</i> (Ostenfeld) Kretschmann, Zerdoner & Gottschling 2019	Basónimo = <i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>elpatiewskyi</i> Ostenfeld 1907 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> (Ostenfeld) Lemmermann 1910 = <i>Glenodinium elpatiewskyi</i> (Ostenfeld) J. Schiller 1935 = <i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i> (Ostenfeld) Bourrelly 1968 = <i>Peridinium marchicum</i> var. <i>simplex</i> Wołoszyńska 1916 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> var. <i>pseudopenardii</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> var. <i>bicollineatum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> var. <i>biradiatum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> var. <i>collineatum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> var. <i>contortum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> var. <i>pseudocunningtonii</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> var. <i>bitravectum</i> Er. Lindemann 1920 = <i>Peridinium elpatiewskyi</i> f. <i>brigantinum</i> Er. Lindemann 1920 = <i>Peridinium marchicum</i> f. <i>collineatum</i> (Er. Lindemann) M. Lefèvre 1926	14	En bdLACET como <i>Peridinium elpatiewskyi</i> (Ostenfeld) Lemmermann 1910
<i>Parvodinium inconspicuum</i> (Lemmermann) Carty 2008	Basónimo = <i>Peridinium inconspicuum</i> Lemmermann 1899 = <i>Peridinium tabulatum</i> var. <i>inconspicuum</i> (Lemmermann) Playfair 1913 = <i>Peridinium javanicum</i> C. Bernard 1908 = <i>Peridinium javanicum</i> var. <i>tjibodense</i> C. Bernard 1908 = <i>Peridinium marchicum</i> Lemmermann 1910 = <i>Peridinium tabulatum</i> var. <i>caudatum</i> Playfair 1913 = <i>Peridinium tabulatum</i> f. <i>morsum</i> Playfair 1913 = <i>Peridinium caudatum</i> (Playfair) Playfair 1919 = <i>Peridinium caudatum</i> var. <i>morsum</i> (Playfair) Playfair 1919 = <i>Peridinium geminum</i> var. <i>angulosum</i> Playfair 1919 = <i>Peridinium geminum</i> var. <i>excavatum</i> Playfair 1919 = <i>Peridinium munuscum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium munuscum</i> var. <i>contactum</i> Er. Lindemann 1919 = <i>Peridinium munuscum</i> f. <i>spiniferum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium inconspicuum</i> f. <i>marchicum</i> (Lemmermann) Er. Lindemann 1920 = <i>Peridinium marchicum</i> var. <i>keyense</i> Nygaard 1926 = <i>Peridinium inconspicuum</i> var. <i>balatonicum</i> Entz 1927 = <i>Peridinium steinmanni</i> Wołoszyńska 1930 = <i>Peridinium inconspicuum</i> var. <i>excavatum</i> (Playfair) M. Lefèvre 1932 = <i>Glenodinium spiculiferum</i> J. Schiller 1955	20	
<i>Parvodinium umbonatum</i> (F. Stein) Carty 2008	Basónimo = <i>Peridinium umbonatum</i> F. Stein 1883 = <i>Peridinium minimum</i> A. J. Schilling 1891 = <i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>inaequale</i> Lemmermann 1910 = <i>Properidinium inaequale</i> (Lemmermann) Meunier 1919 = <i>Peridinium caudatum</i> var. <i>guildfordense</i> Playfair 1920 = <i>Peridinium caudatum</i> var. <i>planktonicum</i> Playfair 1920 = <i>Peridinium geminum</i> Playfair 1920 = <i>Glenodinium guildfordense</i> (Playfair) Er. Lindemann 1931 = <i>Glenodinium geminum</i> (Playfair) E. Lindemann 1931	9	-
<i>Peridiniopsis</i> cfr. <i>thompsonii</i> Bourrelly ex Carty 2014	-	0	-

Taxón	Sinónimos	No.	Observaciones
<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann 1907	= <i>Peridinium cunningtonii</i> (Lemmermann) Lemmermann 1910 = <i>Peridinium cunningtonii</i> var. <i>pseudoquadridens</i> E. Lindemann 1919 = <i>Peridinium suttonii</i> B. M. Griffiths 1922 = <i>Peridinium wildemanii</i> Wołoszyńska 1923 = <i>Glenodinium sedens</i> Lindemann 1928 = <i>Peridinium cunningtonii</i> var. <i>wildemanii</i> (Wołoszyńska) M. Lefèvre 1928 = <i>Peridinium cunningtonii</i> f. <i>quadrispinum</i> Wołoszyńska 1935 = <i>Glenodinium quadridens</i> var. <i>wildemanii</i> (Wołoszyńska) J. Schiller 1935	8	-
<i>Peridiniopsis gymnodinum</i> Penard 1891	-	0	No está en AlgaeBase No está en bdLACET
<i>Peridiniopsis quadridens</i> (F. Stein) Basónimo = <i>Peridinium quadridens</i> F. Stein 1883 Bourrelly 1968	= <i>Glenodinium quadridens</i> (F. Stein) J. Schiller 1935	2	En bdLACET están los dos sinónimos
<i>Peridiniopsis cfr. thompsonii</i> Bourrelly ex Carty 2014	-	0	-
<i>Peridiniopsis</i> sp.1 a sp. 5	-	0	Sistema de especies bien ubicadas y diferenciadas entre sí, aunque no se llegó a un nombre de especie
<i>Peridinium bipes</i> F. Stein 1883	= <i>Peridinium tabulatum</i> Ehrenberg 1832 = <i>Glenodinium tabulatum</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1837 = <i>Peridinium bipes</i> var. <i>excisum</i> Lemmermann 1900 = <i>Peridinium bipes</i> f. <i>tabulatum</i> (Ehrenberg) M. Lefèvre 1932 = <i>Peridinium bipes</i> f. <i>excisum</i> (Lemmermann) M. Lefèvre 1932	5	
<i>Peridinium cinctum</i> (O. F. Müller) Ehrenberg 1832	Basónimo = <i>Vorticella cincta</i> O. F. Müller 1773 = <i>Peridinium tabulatum</i> var. <i>maeandricum</i> Lauterborn 1903 = <i>Peridinium westii</i> var. <i>areolatum</i> Lemmermann 1908 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>lemmermannii</i> G. S. West 1909 = <i>Peridinium tuberosum</i> Meunier 1919 = <i>Peridinium germanicum</i> E. Lindemann 1919 = <i>Peridinium rhenanum</i> E. Lindemann 1919 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>angulatum</i> E. Lindemann 1919 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>laesum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium eximum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>regulatum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>irregularatum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium cinctum</i> f. <i>angulatum</i> (E. Lindemann) E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>betacollineatum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>curvatum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>dissimile</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>travectum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium eximum</i> var. <i>mutatum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium scallense</i> r. Lindemann 1920 = <i>Peridinium semicirculatum</i> var. <i>collineatum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium semicirculatum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>minus</i> Woronichin 1923 = <i>Peridinium cinctum</i> f. <i>areolatum</i> (Lemmermann) M. Lefèvre 1926 = <i>Peridinium cinctum</i> f. <i>regulatum</i> (E. Lindemann) M. Lefèvre 1932 = <i>Peridinium cinctum</i> f. <i>irregularatum</i> (E. Lindemann) M. Lefèvre 1932 = <i>Peridinium kincaidii</i> Wailes 1933 = <i>Peridinium kincaidii</i> var. <i>lemmermannii</i> (G. S. West) Wailes 1935 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>ornatum</i> M. Szabados 1954	28	

Taxón	Sinónimos	No.	Observaciones
<i>Peridinium cinctum</i> f. <i>regulatum</i> (Lindemann) M. Lefèvre 1932	Basónimo = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>regulatum</i> E. Lindemann = <i>Peridinium cinctum</i> (O. F. Müller) Ehrenberg 1832	2	No está en bdLACET
<i>Peridinium gatunense</i> Nygaard 1925	= <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>gatunense</i> (Nygaard) Nygaard 1932 = <i>Peridinium tabulatum</i> var. <i>zonatum</i> Playfair 1912 = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>gibbosum</i> M. Lefèvre 1927	3	En bdLACET como <i>Peridinium gatunense</i> Nygaard in Ostenfeld et Nygaard 1925
<i>Peridinium gutwinskii</i> Wołoszyńska 1912	-	0	-
<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemmermann 1899	-	0	En bdLACET y en AlgaeBase como sinónimo de <i>Parvodinium inconspicuum</i> (Lemmermann) Carty 2008
<i>Peridinium raciborskii</i> var. <i>palustre</i> (E. Lindemann) E. Lindemann 1928	Basónimo = <i>Peridinium cinctum</i> var. <i>palustre</i> E. Lindemann 1919 = <i>Peridinium palustre</i> (E. Lindemann) M. Lefèvre 1932 = <i>Peridinium chalubinskii</i> Wołoszyńska 1919	3	En bdLACET como <i>Peridinium palustre</i> (E. Lindemann) M. Lefèvre 1932
<i>Peridinium thompsonii</i> Bourrelly ex Carty 2014	-	0	No está en AlgaeBase
<i>Peridinium volzii</i> Lemmermann 1905	= <i>Peridinium volzii</i> var. <i>australe</i> G. S. West 1909 = <i>Peridinium volzii</i> var. <i>maximum</i> C. Bernard 1909 = <i>Peridinium guestrowiense</i> E. Lindemann 1916 = <i>Peridinium guestrowiense</i> f. <i>sinuatum</i> Lindemann 1918 = <i>Peridinium guestrowiense</i> var. <i>collineatum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium guestrowiense</i> var. <i>cyclicum</i> E. Lindemann 1920 = <i>Peridinium volzii</i> f. <i>sinuatum</i> (E. Lindemann) M. Lefèvre 1932	7	En bdLACET está como 1906 y en dos cuerpos de agua está reportada como cfr.
<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas 1900	= <i>Peridinium alatum</i> Garbini 1902 = <i>Peridinium tabulatum</i> var. <i>hieroglyphicum</i> Playfair 1913 = <i>Peridinium australe</i> (Playfair) Playfair 1920 = <i>Peridinium hieroglyphicum</i> (Playfair) Playfair 1920 = <i>Peridinium striolatum</i> Wailes 1928 = <i>Peridinium vancouverense</i> Wailes 1931	6	En bdLACET está reportada en un cuerpo de agua como cfr.
<i>Peridinium</i> sp. 1 a sp. 11	-	0	Grupo de especies bien ubicadas y diferenciadas entre sí, aunque no se llegó a un nombre
<i>Piscinoodinium limneticum</i> (D. L. Jacobs) J. Lom 1981	Basónimo = <i>Oodinium limneticum</i> D. L. Jacobs 1946	1	En bdLACET como <i>Oodinium limneticum</i> D. L. Jacobs 1946
<i>Sphaerodinium polonicum</i> Wołoszyńska 1916	= <i>Sphaerodinium cinctum</i> var. <i>polonicum</i> (Wołoszynska) Huber-Pestalozzi 1950	1	
<i>Sphaerodinium</i> sp.	-		Indet.
<i>Thompsodinium intermedium</i> Bourrelly 1970	= <i>Peridinium intermedium</i> R. H. Thompson 1951 = <i>Thompsodinium pseudointermedium</i> (Couté & Iltis) Krakhmalny 2011	2	
<i>Wołoszynska</i> sp.	-	0	Indet.

También se observó que en algunos casos se modificó el nombre de las especies, por ejemplo, *Peridinium vancouverense* Wailes 1931 ahora es *Peridinium willei* Huitfeldt-Kaas 1900; en otros, cambio el género, por ejemplo, *Oodinium limneticum* D.L. Jacobs 1946 ahora es *Piscinoodinium limneticum* (D.L. Jacobs) J. Lom 1981, y en otros más, cambió el género y la especie: *Glenodinium geminum* (Playfair) E. Lindemann 1931 ahora es *Parvodinium umbonatum* (F. Stein) Carty 2008. Además, se hicieron algunas reubicaciones de categorías supragenericas, por lo que se debe tener mucho cuidado en la selección de los trabajos de consulta, que sirvan para identificar a las especies.

Por otra parte, se consideraron por separado a cuatro especies reportadas para Laguna Lagartos (Quintana Roo): *Amphidinium massartii* Biecheler 1952, *Bysmatrum gregarium* (E. H. Lombard & B. Capon) T.

Horiguchi & Hoppenrath 2014, *Ensiculifera loeblichii* E. R. Cox & H. J. Arnott 1971, *Matsuokaea loeblichii* (E. R. Cox & H. J. Arnott) Z. Li, K. N. Mertens, H. Gu & H. H. Shin 2020 y *Heterocapsa* cfr. *niei* (A. R. Loeblich) L. C. Morrill & A. R. Loeblich 1981 ya que en la literatura se reportan como especies marinas (Kyung *et al.*, 2018; Gómez, 2012); sin embargo, los autores señalan que estas especies fueron encontradas en la Laguna Lagartos en aguas interiores la cual es alimentada por el flujo subsuperficial del acuífero de la región (Nava-Ruiz & Valadez, 2012). De estas especies *A. massartii* es una especie epifítica, tóxica (Kyung *et al.*, 2018).

Se registraron florecimientos algales de *Ceratium hirundinella* y *C. furcoides* en varios cuerpos de agua de Michoacán, Estado de México y Ciudad de México, en lagos y embalses. Los florecimientos pueden

ser perjudiciales para la fauna íctica y la comunidad de invertebrados, debido al colapso de las floraciones, cuya posterior descomposición puede provocar el agotamiento del oxígeno disuelto; además, la alta densidad poblacional que pueden alcanzar las especies suele representar un serio problema para el tratamiento del agua destinada al consumo humano (Meichtry de Zaburlin *et al.*, 2014).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Desde el siglo XIX hasta ahora muchas especies se han descrito de manera incompleta, lo que hace difícil su identificación, aunado a las diferencias genéticas de las poblaciones de las mismas morfoespecies, de diferentes partes del mundo (Moestrup & Calado, 2018). Esto plantea interrogantes sobre cuánta variación debe ser permitida antes de que una especie se divida en dos, otras variedades, otras formas u otras especies críticas, es decir, se divida en poblaciones poco diferenciadas en su morfología difíciles de distinguir entre sí. A pesar de que ya ha pasado mucho tiempo, prevalece la falta de información porque no se cuenta con apoyo institucional para el desarrollo de este campo de estudio, no hay suficientes plazas para investigadores, ni infraestructura para mejorar las aproximaciones al conocimiento de estos microorganismos. Actualmente todavía son pocos los trabajos que abordan el análisis del número, forma y ubicación de las placas y al empleo de la microscopía electrónica y la biología molecular como herramientas de estudio en México y a nivel mundial (Cartt, 2003; Gómez,

2012; Moestrup & Calado, 2018). Estas últimas están revolucionando toda la taxonomía del grupo, la cual, en estos momentos, se encuentra en una situación de reconstrucción y en constante cambio.

En México los estudios son muy escasos y solo se realizan en unos pocos estados del país. También, se observa que los trabajos son discontinuos en el tiempo, por lo que no hay un seguimiento en el comportamiento de las especies en los ecosistemas acuáticos. Otro aspecto por considerar es el lugar de búsqueda *in situ*, ya que los dinoflagelados epifíticos, epizoicos y endofíticos, entre otros, han sido poco estudiados por su compleja ubicación dentro de los ecosistemas, por su pequeña talla y por su similitud con otros protistas.

Otro aspecto notable es qué, si bien los trabajos son pocos, en algunos casos se hacen estudios, pero no se registran especies lo cual se puede deber a dos situaciones: o verdaderamente no hay ejemplares en los sitios muestreados o los métodos de estudio impiden su observación y análisis. Por esta razón, si se quieren hacer inventarios representativos de estos organismos, se tienen que cuidar todos los aspectos anteriores.

Se puede concluir que el estudio taxonómico de los dinoflagelados de agua dulce de México es aún incipiente y está en reconstrucción, y que con las nuevas tecnologías y el trabajo en equipo se podrá avanzar en el reconocimiento de su gran diversidad. Esta información, adicionalmente, permitirá coadyuvar a la conservación de estos organismos.

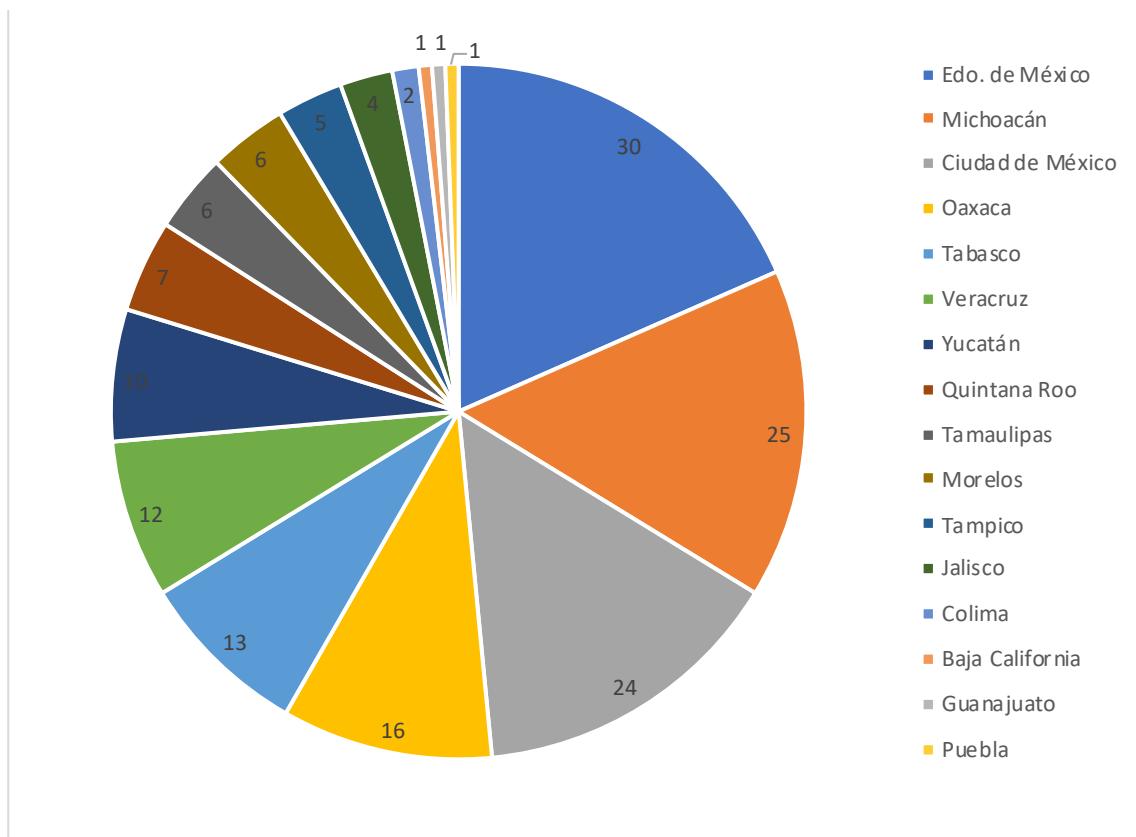


Figura 2. Distribución de las especies, variedades y formas de dinoflagelados dulceacuícolas por estados de México.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Metropolitana, por el apoyo para realizar este trabajo. A los revisores por sus valiosos comentarios y sugerencias para mejorar el manuscrito.

## REFERENCIAS

- ALMANZA, V., C. E. DE M. BICUDO, O. PARRA & R. URRUTIA. 2016. Características morfológicas y limnológicas de las floraciones de *Ceratium furcoides* (Dinophyta) en un lago somero de Chile Central. *Limnetica* 35 (1): 253-268. DOI: 10.23818/limn.35.21.
- ASCENCIO, E., P. RIVERA, F. CRUCES & I. VILA. 2018. Estudio morfológico de *Naiaidinium polonicum* (Dinophyceae) reportado por primera vez en aguas continentales de Chile, *Gayana Botánica* 75 (1): 438-446.
- ASSUNÇÃO, J., A. C. GUEDES, & F. X. MALCATA. 2017. Biotechnological and pharmacological applications of biotoxins and other bioactive molecules from dinoflagellates. *Marine Drugs* 15, 393. Accesible en línea en: DOI: 10.3390/MD15120393 (consultado el 30 de septiembre de 2022).
- ALTAMIRANO, M., L. GARCÍA-VILLADA, M. AGRELO, L. SÁNCHEZ, L. MARTÍN-OTERO, A. FLORES-MOYA, V. LÓPEZ-RODAS & E. COSTAS. 2004. A novel approach to improve specificity of algal biosensor using wild-type and resistant mutants: an application to detect TNT. *Biosensors and Bioelectronics* 19: 1319-1323.
- BALECH, E. 1988. *Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental*. Publicación Especial, Instituto Español de Oceanografía, Madrid. 219 pp.
- CARTY, S. 2003. Dinoflagellates. In: Wehr J. D. & R. G. Sheath (eds.). *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*. Academic Press. Elsevier E.U.A., pp. 685-714.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R. & A. P. SIERRA-BELTRAN. 2008. Biotoxins from freshwater and marine harmful algal blooms occurring in Mexico. *Toxin Reviews* 27: 27-77.
- COSTAS, E. & V. LÓPEZ RODAS. 2011. El papel del fitoplancton en el cambio climático: ¿cuánto depende nuestro destino de unas pequeñas microalgas? *Anales de la Real Academia de Farmacia*. 77 (1): 1-34.
- DELGADO DEL VILLAR S. J., R. A. RODRÍGUEZ & L. R. JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ. 2021. Las extraordinarias formas de vida de los dinoflagelados del Pacífico mexicano *Revista Digital Universitaria, UNAM CUAIEED* 22 (4) Disponible en línea en: DOI: 10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.4.3 (consultado el 18 de octubre de 2022).
- FIGUEROA-TORRES, M. G. & J. L. MORENO-RUÍZ. 2003. Dinoflagelados dulceacuícolas de México. Capítulo 4. In: Barreiro-Güemes, M. T., M. E. Meave del Castillo, M. Signoret-Poillon & M. G. Figueroa-Torres (eds.). Planctología mexicana. Sociedad Mexicana de Planctología, A. C. La Paz, Baja California Sur, México. pp. 85-102.
- FLORES-MOYA, A., E. COSTAS & V. LÓPEZ RODAS. 2008. Roles of adaptation, chance, and history in the evolution of the dinoflagellate *Prorocentrum triestinum* under simulated global change conditions. *Naturwissenschaften*. 95: 697-703.
- GÓMEZ, F., D. MOREIRA & P. LÓPEZ-GARCÍA. 2011. Avances en el estudio de los dinoflagelados (Dinophyceae) con la filogenia molecular. *Hidrobiología*, 21 (3): 343-364.
- GÓMEZ, F. 2012. A Checklist and classification of living dinoflagellates (Dinoflagellata, Alveolata). *CICIMAR Océanides*. 27 (1): 65-140.
- GÓMEZ, F. 2020. Diversity and classification of dinoflagellates. In: Subba Rao D. V. (ed.) *Dinoflagellates*. Nova Science Publishers, Inc. 1-38 pp.
- GUIRY, M. D. & G. M. GUIRY. 2022. AlgaeBase. World-wide electronic publication. Accesible en línea en <http://www.algaebase.org>. (consultado el 30 de agosto de 2022).
- HASHIMOTO, Y., T. OKAICHI, L. D. DANG, & T. NOGUCHI. 1968. Glenodine, an ichthyotoxic substance produced by a dinoflagellate, *Peridinium polonicum*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 34 (6): 528-534.
- KYUNG H. L., H. J. JEONG, K. PARK, N. S. KANG, Y. D. YOO, M. J. LEE, L. JIN-woo, S. LEE, K. TAEKYUNG, H. S. KIM & J. H. NOH. 2013. Morphology and molecular characterization of the epiphytic dinoflagellate *Amphidinium massartii*, isolated from the temperate waters off Jeju Island, Korea. *Algae* 28 (3): 213-231. Accesible en: DOI: 10.4490/algae.2013.28.3.213 (consultado el 28 de agosto de 2022).
- MACIEL-BALTAZAR, E. 2015. Dinoflagelados (Dinoflagellata) tóxicos de la costa de Chiapas, México, Pacífico centro oriental. *UNED Research Journal* 7 (1): 39-48.
- MEICHTRY DE ZABURLIN, N., A. BOLTOVSKOY, C. COSTIGLIOLI ROJAS Y R. M. RODRIGUEZ. 2014. Primer registro del dinoflagelado invasor *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 en la Argentina y su distribución en el área de influencia del Embalse Yacyretá (río Paraná, Argentina-Paraguay). *Limnetica* 33 (1): 153-160 (2014). DOI: 10.23818/limn.33.12.
- MOESTRUP, Ø. & A. J. CALADO. 2018. *Dinophyceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Springer Spektrum. Accesible en línea en: DOI: 10.1007/978-3-662-56269-7
- NAVA-RUIZ, M. & F. VALADEZ. 2012. Flora planctónica de laguna Lagartos, Quintana Roo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83 (3): 561-582.
- NOVELO, E. & R. TAVERA. 2011. Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiológica* 21 (3): 333-341.
- NOVELO, E. & R. TAVERA. 2022. bdLACET. Un buscador de algas pensado para ficólogos y no tan ficólogos. Disponible en línea: <https://bdlacet.mx/> (consultado el 14 de octubre de 2022).
- OLIVA-MARTÍNEZ, M. G., J. L. GODÍNEZ-ORTEGA & C. A. ZUÑIGA-RAMOS. 2014. Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: S54-S61, suppl. Disponible en línea en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532014000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532014000200006&lng=es&nrm=iso) (consultado el 30 de agosto de 2022).
- ORTEGA, M. M. 1984. *Catálogo de algas continentales recientes de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. 566 pp.
- PEDROCHE, F. F., A. SENTÍES GRANADOS, E. NOVELO & M. E. MEAVE DEL CASTILLO. 2009. Algas. Pasado, presente y futuro en México. In: J. Ramírez Pulido (Ed.), *Cosmos. Enciclopedia de las ciencias y la tecnología en México. Tomo II. Ciencias Biológicas* (pp. 55-69). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal. Disponible en línea en: <http://www.itz.uam.mx/cosmosecm/cosmosecm/algas.html> (consultado el 30 de agosto de 2022).

- PESANTES, F. 1983. Los dinoflagelados como indicadores de "El niño" en el mar ecuatoriano. *Acta oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador* 2 (1): 85-117. Disponible en línea en: <https://aquadocs.org/handle/1834/2092> (consultado el 27 de agosto de 2022).
- STEIDINGER, K. A. & K. TANGEN. 1997. Dinoflagellates. In: Tomas, C. R. (ed). *Identifying marine phytoplankton*. San Diego Academic Press, pp. 387-584.
- TAN, T. H., P. T. LIM, A. MUJAHID, G. USUP, C. P. LEAW. 2013. Benthic harmful dinoflagellate assemblages in a fringing reef of Sampadi Island, Sarawak, Malaysia. *Marine Research Indonesia* 38 (2): 77-87.
- TAYLOR, F. J. R. 1987. *The Biology of Dinoflagellates*. Blackwell Scientific Publications. Vol. 21. Botanical Monographs. 785 pp.