

Panorama florístico actual de las algas continentales mexicanas

Current floristic panorama of Mexican continental algae

Eberto Novelo^{1*} y Rosaluz Tavera²

Recibido: 31 de agosto de 2022.

Aceptado: 11 de octubre de 2022.

Publicado: diciembre de 2022.

RESUMEN

Antecedentes. En 2011 publicamos un panorama de las algas dulceacuícolas mexicanas en esta revista. **Objetivos.** Once años después, hacemos una evaluación de los avances en cada uno de los temas relacionados con el conocimiento de los grupos algales continentales: número de especies registradas en el país y en cada estado de la república, tipos de publicaciones con información florística, distribución de los taxones en los estados y un listado de las especies nuevas descritas en el periodo. **Métodos.** Se analizaron las bases de datos bibliográficas y de información florística disponibles en línea (bdLACET, AlgaeBase). **Resultados.** El número más confiable de registro de taxones válidos, no sinónimos en México es de 4268. Varios estados aumentaron su elenco florístico en más del 50%. **Conclusiones.** Discutimos la importancia de continuar con el trabajo florístico y los elementos que lo conforman, el papel que juegan las políticas actuales de las revistas científicas respecto al trabajo inventarial y la importancia de contar con bases de datos regionales confiables.

Palabras clave: algas continentales, algas dulceacuícolas, bases de datos, catálogos, florística.

ABSTRACT

Background. In 2011, we published an overview of Mexican freshwater algae. **Objectives.** Eleven years later, we make an evaluation of the advances in each one of the subjects related to the knowledge of the continental algal groups: number of species registered in the country and in each state of the republic, types of publications with floristic information, distribution of the taxa in the states and a list of the new species described in the period. **Methods.** The bibliographic and floristic information databases available online (bd-LACET, AlgaeBase) were analyzed. **Results.** The most reliable number of records of valid taxa, no synonyms, in Mexico is 4,268. Several states increased their floristic list by more than 50%. **Conclusions.** We discuss the importance of continuing with floristic work and the elements that comprise it, the role played by the current policies of scientific journals regarding inventory work, and the importance of having reliable regional databases.

Keywords: check lists, continental algae, databases, floristics, freshwater algae.

INTRODUCCIÓN

En 2011 se publicó en esta revista un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México (Novelo & Tavera, 2011). En ese recuento se presentó la información acumulada en los 168 años previos y se evidenció el avance, en principio muy lento y después más acelerado, del conocimiento de estos organismos en nuestro país. En los últimos años hemos visto el progreso de la taxonomía integrativa o de las aproximaciones poli y multifacéticas, es decir, aquellas que incorporan criterios no solo morfológicos en la descripción de las especies, cuyos avances se han visto reflejados también en los trabajos florísticos nacionales, aunque no en todos los estados de la república. Dos elementos se añadieron al panorama ficológico nacional, la publicación en 2015 de *Cymbella* Revista de investigación y difusión sobre algas, la única revista sobre ficología general en Latinoamérica y editada para la Sociedad Mexicana de Ficología (<https://cymbella.mx>) y la puesta en línea de bdLACET, una base de datos

¹ Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, 04510. México

² Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, 04510. México

***Corresponding author:**

Eberto Novelo: e-mail: enm@ciencias.unam.mx

To quote as:

Novelo, E. & R. Tavera. 2022. Panorama florístico actual de las algas continentales mexicanas. *Hidrobiológica* 32 (3): 235-243.

de algas continentales (<http://bdlacet.mx>) en 2019, esta base de datos abierta fue prometida en el artículo de 2011 (Novelo & Tavera, op. cit.). Por otro lado, el número de ficólogos dedicados a las algas continentales sigue en descenso y por tanto de estudiantes dedicados a este tema. Varias publicaciones de los tipos ecológicos, limnológicos y biotecnológicos han impactado también en el desarrollo de la práctica florística pues en muchos de esos estudios no se atiende a la importancia de la determinación a nivel específico y a la documentación de las especies e incluso se califica a las prácticas taxonómicas y florísticas como consumidoras de tiempo y que exigen la participación de especialistas con los que el país no cuenta. Algunos grupos de investigación han dedicado un esfuerzo mayúsculo para documentar las especies de su región y sobresalen los grupos de Nuevo León, Nayarit, Querétaro, Baja California, Tabasco y Yucatán. Tanto por el número de publicaciones como por las tesis dedicadas a las algas continentales, los integrantes de esos grupos han mostrado que la necesidad de contar con una flora es tan importante como la de cualquier otro tema. El objetivo de este texto es actualizar la información sobre el conocimiento de la flora de algas continentales mexicanas, haciendo una comparación de lo alcanzado hasta 2011 con lo obtenido en agosto de 2022.

MÉTODOS

La información fue obtenida de dos fuentes de datos principales: de la bibliografía en la que se encuentran las referencias de publicaciones y tesis de licenciatura y posgrado sobre algas continentales que contienen registros de especies de México; la segunda fuente de datos se encuentra principalmente en bdLACET (<https://bdlacet.mx>). La calificación de la bibliografía, en el registro de cada especie, permite saber qué tipo de información provee cada referencia (<https://bdlacet.mx/informacion.html>).

En bdLACET se siguen los siguientes sistemas taxonómicos: para Cyanoprokaryota: Komárek *et al.*, 2014; Hauer & Komárek, 2019; para Bacillariophyta: Medlin & Kaczmarska, 2004 y Round *et al.*, 1990; para otros grupos: AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2022).

RESULTADOS

Este trabajo es una actualización de la información del primer panorama de las algas continentales mexicanas (Novelo & Tavera, 2011), así que se centra en los cambios que se han producido de 2011 a 2022. El número de nombres de taxones específicos e infraespecíficos registrados para México hasta el 24 de agosto de 2022 ha alcanzado la cifra de 5253, 1997 nombres más, esto es un aumento en 61% (Fig. 1). Es notable que en 2022 en AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2022) se registran 1062 taxones que aparentemente son de algas de agua dulce pero que fueron registrados en publicaciones sobre algas marinas, lo que nos impide obtener una estimación clara sobre el número de algas continentales registradas en esa base de datos.

En el periodo 2011-2022 la contribución mexicana a la biodiversidad mundial, medida como descripciones originales nuevas, fue de 15 especies descritas por mexicanos, excepto en dos casos, y aparecen en la Tabla 1. Esta cifra es apenas un incremento del 18% del total y un promedio de 1.27 especies por año descritas en este periodo, menor del promedio durante los años anteriores (Fig. 2).

Las publicaciones con contenido florístico o taxonómico que aparecieron entre 2011 y 2022 fueron 177 (14.75 por año), 114 artículos científicos (9.5 por año) y 63 tesis (5.25 por año) y su distribución anual se muestra en la Figura 3.

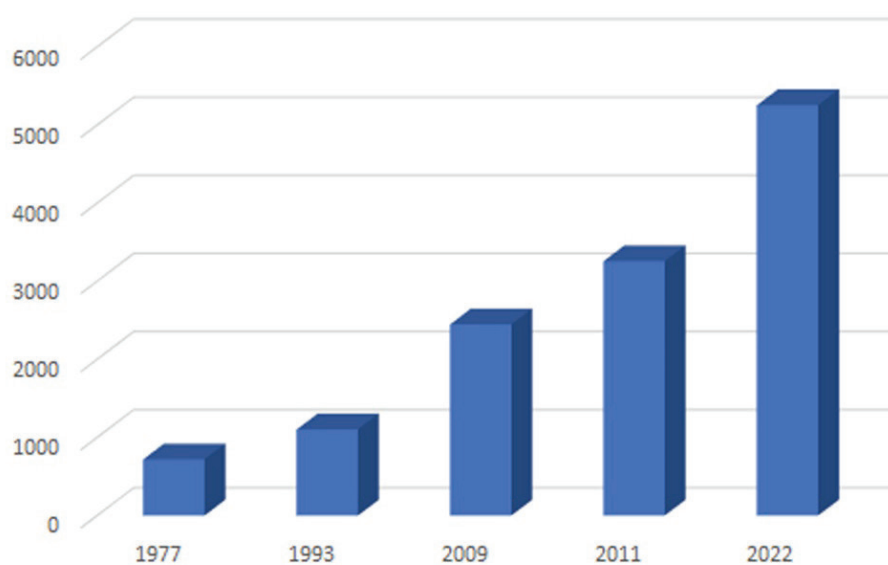


Figura 1. Incremento en el número de taxones específicos e infraespecíficos registrados para México en un periodo de 45 años, los registros provienen de los recuentos de Ortega (1984), Pedroche *et al.* (1993), Pedroche *et al.* (2009) y Novelo & Tavera (2011) respectivamente.

Tabla 1. Especies nuevas para la ciencia descritas para México de 2011 a la fecha. Fuentes: Becerra-Absalón *et al.* (2013), Bonilla-Rodríguez *et al.* (2013), Mareš *et al.* (2019), Mora *et al.* (2017), Moreira *et al.* (2017), Salinas *et al.* (2020), Tavera *et al.* (2013), Terlova & Lewis (2019) y Vázquez-Martínez *et al.* (2018).

Especie	Origen
<i>Brasilonema tolantongensis</i> Becerra-Absalón et Montejano	Hidalgo
<i>Vaucheria zapotecana</i> Bonilla-Rodríguez <i>et al.</i>	Oaxaca
<i>Asterocapsa xcaamalensis</i> Tavera <i>et al.</i>	Yucatán
<i>Chlorogloea halkab</i> Tavera <i>et al.</i>	Yucatán
<i>Cyanosarcina caribea</i> Tavera <i>et al.</i>	Yucatán
<i>Synechococcus socialis</i> Tavera <i>et al.</i>	Yucatán
<i>Gloeomargarita lithophora</i> Moreira <i>et al.</i>	Puebla
<i>Brachysira altepetlensis</i> D. Mora <i>et al.</i>	Estado de México
<i>Sellaphora queretana</i> D. Mora <i>et al.</i>	Estado de México
<i>Nodosilinea chupicuarensis</i> Vázquez-Martínez <i>et al.</i>	Guanajuato
<i>Gloeothece aurea</i> Mareš <i>et al.</i>	Chiapas (subaérea)
<i>Tetrademus adustus</i> Terlova et L. A. Lewis	Baja California (suelo)
<i>Pseudostaurosira carmonae</i> V. H. Salinas <i>et al.</i>	Estado de México
<i>Pseudostaurosira iztaccihuatlii</i> V. H. Salinas et D. Mora	Estado de México
<i>Pseudostaurosira caballeroae</i> V. H. Salinas <i>et al.</i>	Estado de México

Desde 1847 a la fecha se han registrado 533 referencias. La cobertura estimada es de más del 99% de las publicaciones formales y tesis, aunque en el último caso es difícil obtener una copia para incluir las especies registradas. Muchas tesis de universidades estatales son difíciles de conseguir, en especial de los periodos previos a la digitalización de los textos. Para el periodo 2011 a 2022 los tipos de publicaciones se indican en la Tabla 2. Es notoria la disminución en el promedio de publicaciones anuales en el periodo 2020-2021. La proporción porcentual total de esta producción se muestra en la Figura 4.

De la bibliografía recuperada se obtienen: descripciones completas con ilustraciones, solo descripciones breves, solo ilustraciones o solo el nombre. La proporción de esta información se muestra en la Figura 5.

Los nombres registrados actualmente suman un total de 5253, de los cuales habrá que descontar 1385 sinónimos, pero existen 400 sinónimos de los que no se han registrado los nombres actuales. Eso nos deja un total de 4268 nombres de especies, variedades y formas registradas para el país (Figura 6). La contribución por grupo taxonómico se

Tabla 2. Tipo de publicación con información florística o taxonómica en el periodo 2011-2022.

	total	artículos	capítulos	libros	tesis	otros
2011	22	12	1	1	8	
2012	18	8	1	2	6	1
2013	15	9	1		5	
2014	29	12		3	14	
2015	17	9	2		6	
2016	13	9			4	
2017	21	8	6	1	6	
2018	14	10			4	
2019	15	5	3	1	6	
2020	8	5			3	
2021	3	2			1	
2022	2	2				
Totales	177	91	14	8	63	1

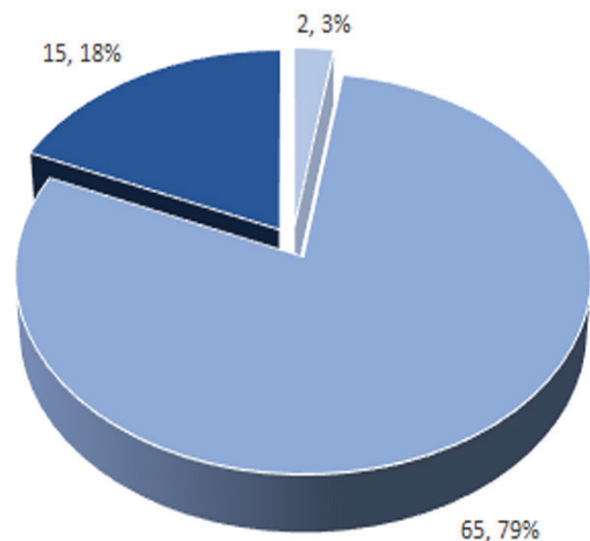


Figura 2. Porcentaje de especies nuevas descritas para México en los periodos que se comparan: 2 en 1977-1993, 65 en 1994-2011 y 14 en 2012-2022.

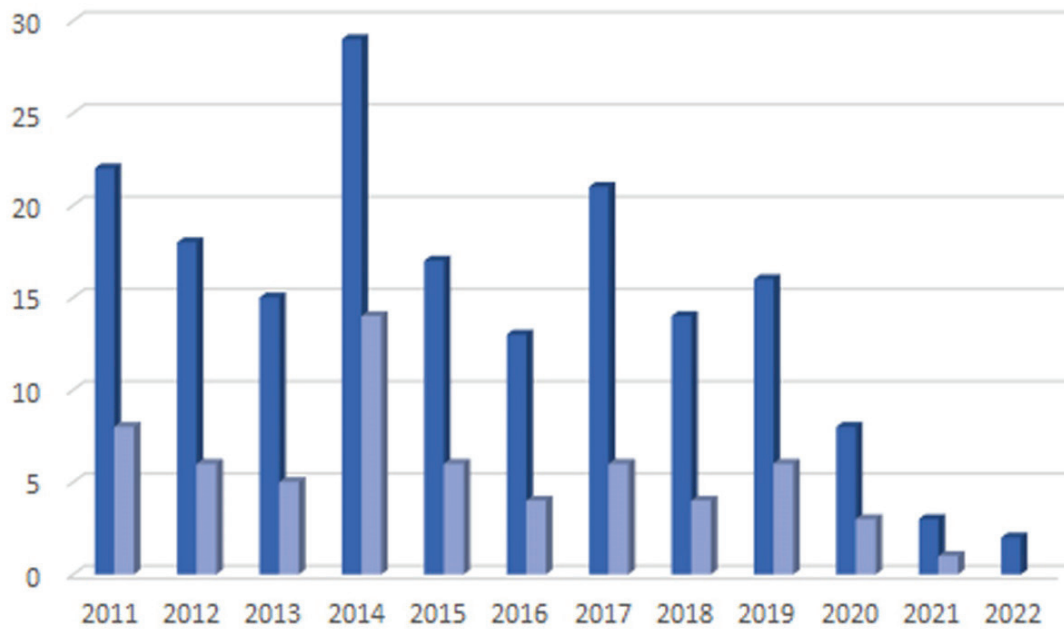


Figura 3. Distribución anual de las publicaciones con información florística o taxonómica. Barras oscuras = total anual. Barras claras = tesis anuales.

muestra en la Tabla 3 y en la Figura 7. Aumentó el número de divisiones de 8 a 11 y en el valor porcentual se mantuvo casi sin cambios respecto de los registros de 2011, en el que sobresalen Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Chlorophyta y Charophyta.

Los tipos de hábitat y formas de vida de las especies registradas en México se han detallado en la bibliografía con descripciones ambientales particulares, por ejemplo, en las aguas corrientes se han menciona-

do al menos 15 variantes y en las aguas estancadas hay 27 clases. Por eso es difícil asignar alguna afinidad ambiental general como especies de aguas corrientes o de aguas estancadas en particular, y al reunir la información por especie las afinidades respecto al hábitat o a la forma de vida no son tan evidentes. En la Tabla 4 mostramos un ejemplo de 3 especies muy ampliamente mencionadas en la bibliografía y se observa, las 3 especies no son exclusivas de ambientes lacustres, ni solamente planctónicas.

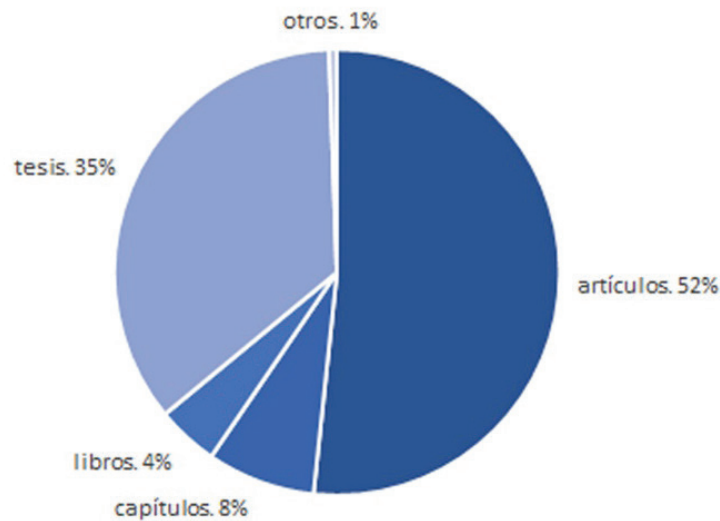


Figura 4. Porcentaje de publicaciones con información florística o taxonómica en el periodo 2011-2022.

El conocimiento de la flora estatal sigue la tendencia mostrada en Novelo & Tavera (2011), con un predominio de registros en algunos estados del centro del país, en especial Ciudad de México, Estado de México y Michoacán. Otros estados aumentaron su inventario florístico como en Nayarit, Yucatán y Tabasco. La distribución de los registros y sus totales se muestra en la Tabla 5 y en la Figura 7 se muestra el mapa coroplético (que considera superficies y no puntos) con los datos de los totales por estado.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En general, el conocimiento de las algas continentales ha aumentado en el país, aunque en algunos estados se han mantenido. Los que no han cambiado su panorama algal son Aguascalientes sin registros hasta ahora y Durango con 11 registros. En 5 estados los números disminuyeron respecto a 2011 y eso se explica por una selección más precisa de los sinónimos, que evitan un registro duplicado: Baja California Sur (155 a 121), Chihuahua (23 a 22), Sonora (99 a 83), Tamaulipas (56 a 52) y Tlaxcala (139 a 115). En el resto de los estados los registros aumentaron, en particular: Baja California (15 a 68), Campeche (1 a 55), Colima (0 a 34), Estado de México (590 a 1241), Guanajuato (46 a 432), Guerrero (2 a 7), Michoacán (674 a 1011), Nayarit (0 a 44), Nuevo León (21 a 67), Puebla (495 a 740), Querétaro (1 a 340), Tabasco (300 a 563), Veracruz (263 a 553), Yucatán (216 a 753) y Zacatecas (3 a 47). Estos aumentos son producto del esfuerzo de los grupos de trabajo en cada estado y de una mayor participación de estudiantes.

Once años de trabajo florístico han redituado en un conocimiento más amplio de las algas continentales de México. Tenemos más registros de taxones, y sobre todo tenemos más registros por estado del país, pero existen particularidades que son de mención especial:

- De las 177 publicaciones, solo 2 revistas publicaron más de 5 artículos con registros de especies: *Hidrobiológica* (8) y *Revista Mexicana de Biodiversidad* (10). El resto de las revistas publicaron de 1 a 4

Tabla 3. Número de taxones específicos e infraespecíficos registrados para México en 2022, según la División a la que pertenecen. A = Nombres totales registrados. B = Nombres correctos. C = Sinónimos cuyo nombre correcto no se ha registrado en México. D = Suma de B y C.

División	A	B	C	D
Cyanoprokaryota	993	799	84	883
Rhodophyta	37	24	5	29
Chlorophyta	1068	751	105	856
Charophyta	498	405	65	470
Euglenophyta	283	241	12	253
Heterokontophyta	119	110	7	117
Bacillariophyta	2130	1455	88	1543
Cryptophyta	24	17	7	24
Dinophyta	96	61	27	88
Glaucophyta	3	3	0	3
Haptophyta	2	2	0	2
Total	5253	3868	400	4268

artículos solamente. La política editorial actual de muchas revistas restringe la publicación de descripciones de las especies locales o regionales a solo los registros novedosos nacionales. Eso ha limitado la publicación de floras completas estatales o regionales.

- Las fuentes bibliográficas durante el periodo 2011-2022 fueron principalmente artículos científicos (52%), seguidas de tesis de licenciatura y posgrado (35%). Estos dos tipos de publicaciones registraron la mayoría de los casos novedosos y en especial en los estados que aumentaron el número de registros en más del 50%.

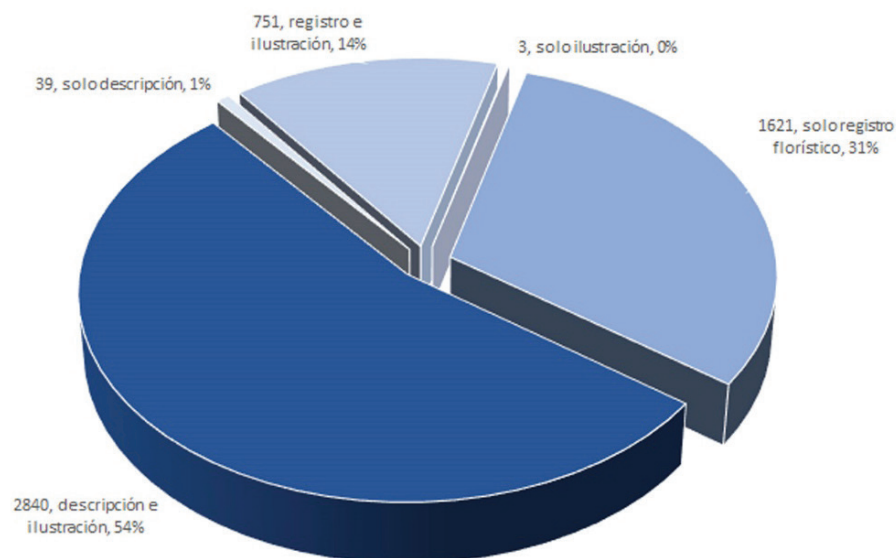


Figura 5. Tipos de información provista por la bibliografía para las especies registradas para México.

- En el periodo considerado en este documento se describieron 15 especies nuevas para la ciencia que representa un 18% del total consignado en toda la historia de la ficología continental mexicana.
- Se mantiene la proporción de taxones que carecen de una documentación adecuada. Las especies que cuentan con descripciones propias e ilustraciones pasó de 48 a 54%, una proporción apenas

notable e igualmente, el porcentaje de las especies de las que solo contamos con el nombre pasó de 26 a 31% y a veces con nombres cuya presencia en nuestro país es dudosa. Otros casos con una documentación insuficiente son las 87 especies consideradas como típicas marinas y registradas en ambientes continentales no salinos.

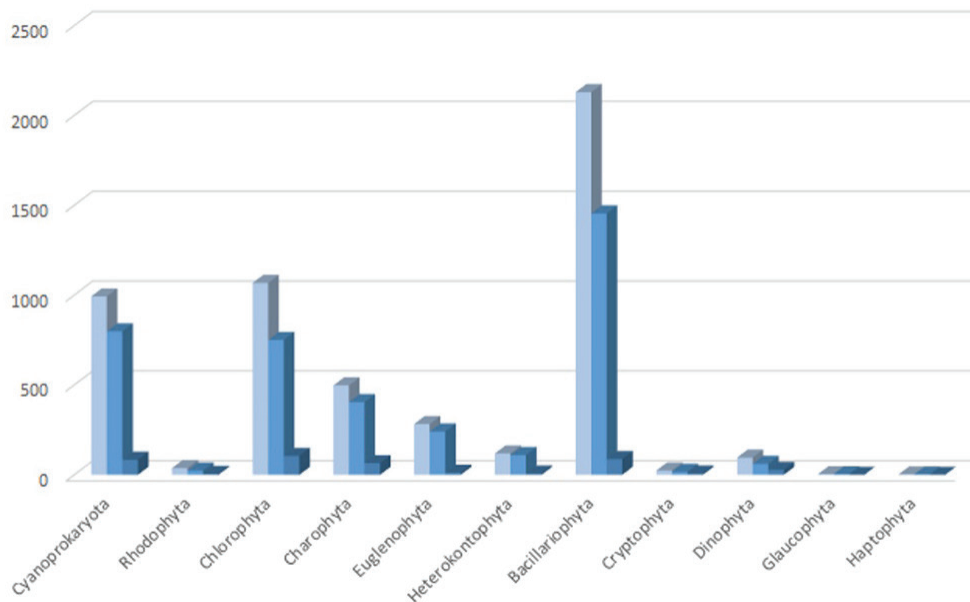


Figura 6. Nombres registrados por División. Barra clara = total de nombres registrados. Barra intermedia = nombres sin sinónimos. Barra oscura = sinónimos sin nombres actuales registrados todavía.

Tabla 4. Ambientes y formas de vida registradas para 3 especies comunes en la bibliografía. En negritas los registros de México, las cifras son el número de registros para esos ambientes o formas de vida.

Desmodesmus communis (Hegewald) Hegewald

= *Scenedesmus communis* Hegewald

Ambientes: **lagos**: 11; **humedales**: 3; **ríos**: 3; **lagunas costeras**: 1; arroyos: 1; charcos: 1;

Formas de vida: **planctónica**: 15; **perifítica**: 3;

Pseudopediastrum boryanum (Turpin) Hegewald

= *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini

Ambientes: **humedales**: 11; **ríos**: 14; **embalses**: 6; **lagos**: 49; **arroyos**: 6; **suelos**: 2; **charcos**: 8; **manantiales**: 2; lodos: 1; estanques: 7; **canales**: 2;

Formas de vida: **planctónica**: 61; **perifítica**: 6; **edáfica**: 1; aerofítica: 1; **metafítica**: 3; **bentónica**: 1; **epipélica**: 1; **epipsámica**: 1,

Cyclotella meneghiniana Kützing

= *Stephanocyclus meneghinianus* (Kützing) Skabitshevsky nom. inval.

Ambientes: **ríos**: 48; **lagos**: 71; **torres de enfriamiento**: 1; **maderas**: 1; **arroyos**: 15; **humedales**: 7; **estanques**: 5; **charcos**: 8; riparios: 1; ambientes marinos: 1; **cenotes**: 7; **manantiales**: 4; **embalses**: 8; puestas de ranas: 1; **canales**: 3; **lagunas costeras**: 3; musgos: 1; **sedimentos de lagos**: 3;

Formas de vida: **epilítica**: 22; **perifítica**: 9; **planctónica**: 80; **lignícola**: 1; **bentónica**: 13; **metafítica**: 11; endogelínea: 1; **epífita**: 5; **epipsámica**: 2; **epipélica**: 3; **edáfica**: 2; epilítica subaérea: 1; epífita subaérea: 1; aerofítica: 1; **plocónica**: 1;

- En la literatura del periodo analizado aparecieron casos en los que se presume la mención de una especie como nuevo registro para México. En muy pocos de esos casos, esa presunción fue cierta por dos razones, la primera porque no consultaron las fuentes adecuadas y la segunda porque no consideraron los sinónimos asociados. Además, algunas referencias solo mencionan el nombre sin una descripción e ilustración adecuadas que permitan una evaluación de esas novedades (Novelo & Tavera, 2013).
- Otro caso para considerar es la utilización de nombres que han caído en sinonimia en los últimos años, en nuestro recuento hicimos una distinción entre aquellos cuyo nombre correcto ya ha sido registrado y otros en los que solo existe mencionado el ahora sinónimo. Eso explica por qué en algunos estados los números totales parecen haber disminuido.
- La información ambiental de los taxones se ha ampliado con el número de registros. Y resaltan casos de especies calificadas como típicamente planctónicas que aparecen como bentónicas, perifíticas, metafíticas e incluso en ambientes subaéreos. Por ello es muy importante resaltar la necesidad de contar con las descripciones e ilustraciones para que un elenco florístico asegure, que al menos desde el punto de vista morfológico, esa es la especie y no una entidad “parecida” o “afin” al nombre asignado (Pedroche & Novelo, 2020). Los ejemplos de especies con muchos registros en México (Tabla 4) muestran la amplitud en ambientes y formas de vida. Son muy pocas las especies con un registro limitado en su tipo de hábitat y forma de vida, eso seguramente modifica la consideración que se tiene de las especies que pueden ser usadas como indicadores de condiciones ambientales.

Tabla 5. Número de taxones registrados en los estados de la República Mexicana. Cya = Cyanoprokaryota, Rho = Rhodophyta, Chl = Chlorophyta, Cha= Charophyta, Eug = Euglenophyta, Het = Heterokontophyta, Bac = Bacillariophyta, Cry = Cryptophyta, Din = Dinophyta, Gla = Glaucophyta, Hap = Haptophyta.

	Cya	Rho	Chl	Cha	Eug	Het	Bac	Cry	Din	Gla	Hap	Total
Aguascalientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja California	20	0	32	6	0	1	9	0	0	0	0	68
Baja California Sur	2	0	0	2	0	0	117	0	0	0	0	121
Campeche	19	0	12	1	7	0	14	0	2	0	0	55
Chiapas	118	0	23	2	0	5	34	0	0	0	0	182
Chihuahua	6	0	9	7	0	0	0	0	0	0	0	22
Ciudad de México	125	0	216	46	100	17	403	9	16	0	0	932
Coahuila	8	0	2	5	0	0	18	0	0	0	0	33
Colima	9	1	8	1	3	1	10	0	1	0	0	34
Durango	2	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	11
Estado de México	145	8	190	207	50	26	581	8	25	0	1	1241
Guanajuato	48	0	14	4	2	1	359	0	3	1	0	432
Guerrero	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Hidalgo	50	3	54	40	15	6	210	0	5	1	0	384
Jalisco	70	0	82	33	24	4	59	0	6	0	0	278
Michoacán	134	1	189	99	70	18	463	2	34	0	1	1011
Morelos	128	9	76	21	16	9	98	0	6	0	0	363
Nayarit	16	0	15	5	3	0	4	0	1	0	0	44
Nuevo León	18	1	17	19	1	2	9	0	0	0	0	67
Oaxaca	116	2	75	46	15	12	243	5	15	1	0	530
Puebla	141	2	60	26	9	8	490	2	2	0	0	740
Querétaro	16	0	7	5	0	0	310	0	2	0	0	340
Quintana Roo	88	0	23	29	8	4	213	2	9	0	0	376
San Luis Potosí	93	17	22	26	0	3	178	0	1	0	0	340
Sinaloa	1	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	8
Sonora	62	0	11	4	0	1	5	0	0	0	0	83
Tabasco	97	0	185	32	97	25	108	5	14	0	0	563
Tamaulipas	16	4	8	12	5	0	4	0	3	0	0	52
Tlaxcala	7	0	15	6	2	0	85	0	0	0	0	115
Veracruz	128	1	160	45	31	7	168	2	10	1	0	553
Yucatán	246	1	214	59	32	27	144	4	25	0	1	753
Zacatecas	3	0	33	8	0	0	3	0	0	0	0	47

- Más del 90% de las publicaciones menciona que sus registros fueron comparados, certificados o actualizados con la base de datos AlgaeBase, a pesar de la insistencia de sus autores de que sea utilizada más como una herramienta de trabajo que como una certificación y como la última autoridad: “AlgaeBase is often a compromise of taxonomic opinions that may or may not reflect your particular conclusions. It is also a work in progress, and is thus incomplete. Please note that AlgaeBase is purely meant as an aid

to taxonomic studies and not a definitive source in its own right. You should always check the information included prior to use.” (Guiry & Guiry, 2022), (<https://www.algaebase.org/about/>). Como una obra en permanente construcción muchas otras bases de datos o de información sistemática o taxonómica también incluyen opiniones o versiones que van cambiando con el tiempo. En el caso de bdLACET (Novelo & Tavera, 2022), que es la fuente prin-

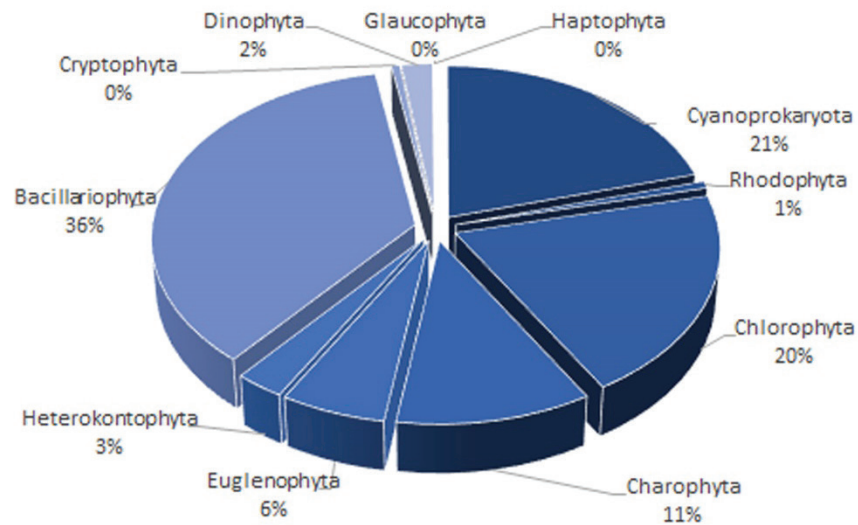


Figura 7. Porcentaje en las Divisiones registradas para México (sin sinónimos) en 2022.

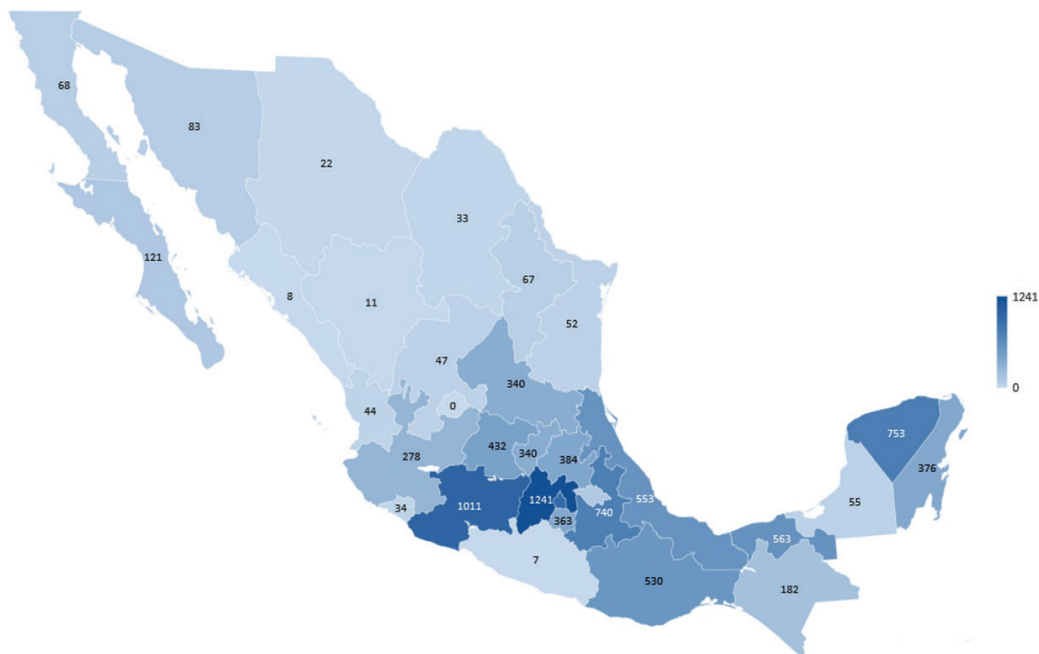


Figura 8. Número de taxones de algas continentales en los estados de la República Mexicana, basados en los datos de la Tabla 4. (Mapa coroplético por Microsoft Excel).

cial de los datos analizados en este artículo, las modificaciones y actualizaciones son mensuales y las diferencias en los datos de 2011 a 2022 son muestra de esos cambios (https://bdlacet.mx/que_es.html).

- Contar con bases de datos confiables se ha convertido en una necesidad en el trabajo florístico. Contar con descripciones, ilustraciones, distribución y afinidades ecológicas de las especies en países, regiones y localidades siempre dará información invaluable en la conservación y manejo de nuestros recursos acuáticos.

En conclusión, estos 11 años de trabajo ficoflorístico en México, han mostrado fehacientemente que el trabajo colaborativo es la mejor opción para avanzar en el conocimiento y documentación de las especies, de la posibilidad de evitar errores en la identificación y por tanto en las posibles repercusiones negativas ecológicas o de aplicaciones biotecnológicas fallidas.

REFERENCIAS

- BECERRA ABSALÓN, I., B. RODARTE, K. OSORIO, L. ALBA-LOIS, C. SEGAL-KISCHNEVSKY & G. MONTEJANO. 2013. A new species of *Brasilonema* (Scytonemataceae, Cyanoprokaryota) from Tolantongo, Hidalgo, Central Mexico. *Fottea, Olomouc* 13 (1): 25-38. DOI: 10.5507/fot.2013.003
- BONILLA-RODRÍGUEZ, M., G. GARDUÑO SOLÓRZANO, M. MARTÍNEZ-GARCÍA, J. E. CAMPOS, A. C. MONSALVO REYES & R. E. QUINTANAR-ZÚÑIGA. 2013. *Vaucheria zapotecana* (Xanthophyceae), a new species from Oaxaca, Mexico. *Phycologia* 52 (6): 550-556. DOI:10.2216/13-162.1
- GUIRY, M. D. & G. M. GUIRY. 2022. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>. Consultado el 24 de agosto de 2022.
- HAUER, T. & J. KOMÁREK. 2019. CyanoDB.cz 2.0 - On-line database of cyanobacterial genera. <http://www.cyanodb.cz>. Consultado el 24 de agosto de 2022.
- KOMÁREK, J., J. KASTOVKÝ, J. MAREŠ, & J. R. JOHANSEN. 2014. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. *Preslia* 86: 295-335.
- MAREŠ, J., J. R. JOHANSEN, T. HAUER, J. J. ZIMA, S. VENTURA, O. CUZMAN, B. TIRIBILLI, & J. KASTOVKÝ. 2019. Taxonomic resolution of the genus *Cyanothece* (Chroococcales, Cyanobacteria), with a treatment on *Gloeothece* and three new genera, *Chocosphaera*, *Rippkaea*, and *Zehria*. *Journal of Phycology* 55: 578-610. DOI: 10.1111/jpy.12853
- MEDLIN, L. K., & I. KACZMARSKA. 2004. Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia* 43 (3): 245-270. DOI:10.2216/i0031-8884-43-3-245.1
- MORA, D., J. CARMONA, R. JAHN, J. ZIMMERMANN & N. ABARCA, N. 2017. Epilithic diatom communities of selected streams from the Lerma-Chapala Basin, Central Mexico, with the description of two new species. *PhytoKeys* 88: 39-69. DOI: 10.3897/phytokeys.88.14612.
- MOREIRA, D, R. TAVERA. K. BENZERARA, F. SKOURI-PANET, E. COURADEAU, E. GÉRARD, C. LOUSSERT FONTA, E. NOVELO, Y. ZIVANOVIC & P. LÓPEZ-GARCÍA. 2017. Description of *Gloeomargarita lithophora* gen. nov., sp. nov., a thylakoid-bearing, basal-branching cyanobacterium with intracellular carbonates, and proposal for *Gloeomargaritales* ord. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 67: 653-658. DOI 10.1099/ijsem.0.001679.
- 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. 2013. Sobre los primeros registros de algas continentales en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Ficología* 2: 14-15. Accesible en: <http://boletin-sociedad-mexicana-ficologia.meridion.mx/Numeros/Num02.pdf>
- NOVELO, E. & R. TAVERA. 2022. *bdLACET. Un buscador de algas pensado para ficólogos y no tan ficólogos*. <https://bdlacet.mx/>. Consultado el 24 de agosto de 2022.
- ORTEGA, M. M. 1984. *Catálogo de algas continentales recientes de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. 566 p.
- PEDROCHE, F. F., K. M. DRECKMANN, A. SENTÍES GRANADOS & R. MARGAIN-HERNÁNDEZ. 1993. Diversidad algal en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44 (Vol. Esp.): 69-92.
- PEDROCHE, F. F. & E. NOVELO. 2020. Pertinencia de la nomenclatura abierta en ficología. *Cymbella* 6 (2): 99-105. Disponible en: https://www.cymbella.mx/articulos/V6/02/Pertinencia_de_la_nomenclatura_abierta_en_ficologia.html.
- 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*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, pp. 55-69. <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/cosmosecm/algas.html>).
- ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD & D. G. MANN. 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press. 747 p.
- SALINAS, V. H., D. MORA, R. JAHN, R. & N. ABARCA. 2020. New species of *Pseudostaurosira* (Bacillariophyceae) including a tripolar taxon from mountain streams of Central Mexico. *Phytotaxa* 464 (3): 193-206. DOI:10.11646/phytotaxa.464.3.1
- TAVERA, R., E. NOVELO & S. LÓPEZ-ADRIÁN. 2013. Cyanoprokaryota (Cyanobacteria) in karst environments in Yucatán, México. *Botanical Sciences* 91 (1): 27-52. DOI:10.17129/botsci.401
- TERLOVA, E. F. & L. A. LEWIS. 2019. A new species of *Tetrademus* (Chlorophyceae, Chlorophyta) isolated from desert soil crust habitats in southwestern North America. *Plant and fungal systematics* 64 (1): 25-32. DOI: 10.2478/pfs-2019-0004
- VÁZQUEZ-MARTÍNEZ, J., J. M. GUTIÉRREZ-VILLAGOMEZ, C. FONSECA-GARCÍA, E. RAMÍREZ-CHÁVEZ, M. L. MONDRAGÓN-SÁNCHEZ, L. PARTIDA MARTÍNEZ, J. R. JOHANSEN & J. MOLINA-TORRES. 2018. *Nodosilinea chupicuarensis* sp. nov. (Leptolyngbyaceae, Synechococcales) a subaerial cyanobacterium isolated from a stone monument in central Mexico. *Phytotaxa* 334 (2): 167-182. DOI:10.11646/phytotaxa.334.2.6