

Vol. 5. No. 2-3 (2019)  
ISSN: 2448-8100

*Cymbella* Revista de investigación y difusión sobre algas

La familia Halymeniaceae en México  
Las clasificaciones, los caracteres y los nombres



# COMITÉ EDITORIAL

## EDITOR EJECUTIVO:

**Dr. Eberto Novelo**

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

## EDITORES ADJUNTOS:

**Dr. Abel Sentfies**

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

**Dr. Juan Manuel Lopez-Bautista**

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

## EDITORES ASOCIADOS (COMITÉ EDITORIAL TEMÁTICO)

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

**Dr. Erasmo Macaya**

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

**M. en C. Gloria Garduño Solórzano**

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

**Dr. Luis E. Aguilar Rosas**

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

**Dra. Visitación Conforti**

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

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

**Dra. Pilar Mateo Ortega**

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

[Algas tóxicas y FANs:](#)

**Dra. Marina Aboal Sanjurjo**

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

**Dr. Yuri Okolodkov**

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

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

**Dra. Ligia Collado Vides**

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

**Dra. Rosaluz Tavera**

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México  
r\_tavera@ciencias.unam.mx

[Ficología aplicada y biotecnología:](#)

**Dra. Eugenia J. Olgún Palacios**

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

**Dra. Marcia G. Morales Ibarra**

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

[Nomenclatura](#)

**Dr. Francisco F. Pedroche**

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

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

## CINTILLO LEGAL

*Cymbella* Revista de investigación y difusión sobre algas. Vol. 5. Num. 2-3, mayo - agosto y septiembre diciembre de 2019, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México, a través del Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía de la Facultad de Ciencias, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Col. Copilco, Del. Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, Tel. (55) 56225430, <http://cymbella.mx/>, [enm@ciencias.unam.mx](mailto:enm@ciencias.unam.mx). Editor responsable: Dr. Eberto Novelo Maldonado. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2016-112410454200. ISSN: 2448-8100. Responsable de la última actualización de este número, Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía de la Facultad de Ciencias, Dr. Eberto Novelo Maldonado, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Col. Copilco, Del. Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, fecha de la última modificación, 31 de marzo de 2020.

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

# Diversidad de Halymeniaceae (Halymeniales, Rhodophyta) en México

## Diversity of Halymeniaceae (Halymeniales, Rhodophyta) in México

José Federico Rosas Ortíz<sup>1</sup>, María Luisa Núñez-Resendiz<sup>2\*</sup>,  
Kurt M. Dreckmann<sup>2</sup> & Abel Sentíes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Coyoacán, C04510, Apartado Postal 70-474, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. (UAM-I). 09340, Apartado postal 55-535, Ciudad de México, México.

\*E mail: mlnr@ciencias.unam.mx

Rosas Ortíz, J.F., M.L. Núñez-Resendiz, K.M. Dreckmann & A. Sentíes. 2019. Diversidad de Halymeniaceae (Halymeniales, Rhodophyta) en México. *Cymbella* 5 (2-3): 135-146

### RESUMEN

La familia Halymeniaceae está conformada por 38 géneros y 349 especies taxonómicamente válidas, ampliamente distribuidas en todo el mundo. Estructuralmente se caracterizan por una construcción multiaxial y reproducción sexual que involucra ramas carpogoniales, células auxiliares y tetrasporangios cruzados. Desde 1940, de las 349 especies actualmente en uso para la familia, 52 especies y una variedad han sido registradas para México, lo que representa el 15% de la diversidad de la familia a nivel mundial, 42 especies (12 %) y una variedad han sido registradas en los estados del Pacífico y 12 especies (3 %) en los estados del Atlántico. De los géneros que se distribuyen en México, *Cryptonemia*, *Dermocorynus*, *Grateloupia* y *Halymenia* han sido registrados en ambos océanos, mientras que *Carpopeltis*, *Norrisia*, *Pachymenia* y *Prionitis* son exclusivos del Pacífico mexicano y *Codiophyllum* del Atlántico mexicano. *Cryptonemia obovata* y *Grateloupia filicina* son especies comunes en ambos océanos. Finalmente, los estados con mayor número de registros fueron Baja California en el Pacífico y Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo en el Atlántico. A pesar de que esta familia ha sido muy poco estudiada en México, se espera que la aplicación de herramientas moleculares

para su estudio incrementa de manera significativa la diversidad alfa en las costas mexicanas.

*Palabras clave:* Atlántico mexicano, distribución, Pacífico mexicano, riqueza, sinónimos nomenclaturales.

### ABSTRACT

The family Halymeniaceae are integrated by 38 genera and 349 taxonomically valid species widely distributed around the world. Structurally are characterised by a multiaxial thallus and sexual reproduction that involves carpogonial branches, auxiliary cells, and cruciately tetrasporangia. Since 1940, of the 349 species currently in use for the family, 52 species and a variety have been recorded for Mexico, representing 15% of the worldwide diversity in the family, 42 species (12%) and a variety have been recorded in the Pacific states and 12 species (3%) in the Atlantic states. From the genera that are distributed in Mexico, *Cryptonemia*, *Dermocorynus*, *Grateloupia* and *Halymenia* have been recorded in both oceans, while *Carpopeltis*, *Norrisia*, *Pachymenia* and *Prionitis* are exclusive to the Mexican Pacific and *Codiophyllum* to the Mexican Atlantic. *Cryptonemia obovata* and *Grateloupia filicina* are common species in both oceans. Finally, the states with the highest number of records were Baja California in the Pacific and Tamaulipas,

Veracruz and Quintana Roo in the Atlantic. Although this family has been very poorly studied in Mexico, the application of molecular tools for their study is expected to significantly increase the alpha diversity in the Mexican coasts.

*Keywords: distribution, Mexican Atlantic, Mexican Pacific, nomenclatural synonyms, richness.*

## INTRODUCCIÓN

El orden Halymeniales es uno de los más diversos y mejor estudiados en las algas rojas, comprende cerca de 354 especies distribuidas en dos familias, Tsengiaceae (Saundersand & Kraft 2002) y Halymeniaceae (Womersley & Lewis 1994), de las cuáles esta última, además de ser la más antigua y dar nombre al orden, contiene al mayor número de especies. Actualmente, Halymeniaceae está conformada por 38 géneros y 349 especies taxonómicamente válidas (Guiry & Guiry 2020), ampliamente distribuidas en ambientes templados y tropicales en los océanos de todo el mundo (Azevedo *et al.* 2016; Gabrielson 2008; García-Jiménez *et al.* 2008; Hernández-Kantún *et al.* 2012). Sus representantes son muy diversos morfológicamente, presentan tallos lubricados que pueden ser aplanados, complanados o cilíndricos, de formas acintadas, foliosas, esponjosas o arbustivas (Fig. 1), erectos o rastreros o decumbentes, poco a muy ramificados, de 10-60 cm de talla (Athanasiadis 2016; Womersley y Lewis 1994). Sin embargo, todas ellas se caracterizan por presentar una estructura multiaxial, médula filamentososa con numerosos *pit-connections* secundarios y corteza pseudoparenquimatosa; *pit-plugs* delimitados por una membrana en ambas superficies; ramas carpogoniales de 2 a 4 células, dirigidas hacia el exterior; filamentos conectivos de post-fertilización surgiendo directamente del carpogonio, ramificados y septados; células auxiliares en un sistema de rama cortical separado; carposporofito multilobulado, la mayoría de las células formando carposporangios; tetrasporangios decusada o cruzadamente divididos (Kawaguchi 1991; Womersley y Lewis 1994). Los caracteres reproductivos femeninos son, sin embargo, los que tradicionalmente han sido utilizados para delimitar a las especies en varios géneros. El sistema reproductivo femenino en Halymeniaceae consiste en un ámpula de rama carpogonial separada de un ámpula generadora de la célula auxiliar, ambas participantes en la fecundación (Athanasiadis 2016; Chiang 1970; Huisman y DeClerck 2018; Womersley y Lewis 1994). A la fecha, han sido descritos ocho tipos morfológicos

de ámpulas para la reproducción de las especies de la familia (Chiang 1970; D'Archino *et al.* 2014). Por otro lado, varias especies de la familia poseen importancia económica debido a que, en algunas de ellas, como *Cryptonemia crenulata* (J. Agardh) J. Agardh, los carragenanos presentes en su pared celular pueden ser utilizados para la industria (Zabackis & Perez. 1990; Zibetti *et al.* 2005), mientras que otras especies, poseen actividad antitumoral o antibacteriana como resultado de su metabolismo secundario (García-Bueno *et al.* 2014; Sen *et al.* 2002). Con el empleo de marcadores moleculares en los estudios de sistemática filogenética en especies de algas rojas, se ha reescrito prácticamente la clasificación biológica de ese grupo (Cianciola *et al.* 2010; Rodríguez-Prieto *et al.* 2018) y la familia Halymeniaceae es uno de los grupos en donde se han realizado grandes cambios taxonómicos a diferentes niveles jerárquicos. Entre ellos, la descripción de nuevas especies (Azevedo *et al.* 2016; Bolton *et al.* 2016; Cao *et al.* 2016a, b; Kawaguchi *et al.* 2003; Lee & Kim 2019; Lin *et al.* 2008; Liu *et al.* 2014; Mateo-Cid *et al.* 2005; Núñez-Resendiz *et al.* 2020; Schneider *et al.* 2018; Tan *et al.* 2015, 2018; Yang & Kim 2014; Zhao *et al.* 2012), varios géneros han sido parcial o totalmente segregados (Kawaguchi *et al.* 2004; Lin & Liang 2011), o fusionados (Kawaguchi *et al.* 2002; Rodríguez-Prieto *et al.* 2018; Russell *et al.* 2009), diversos géneros o especies que fueron puestos en sinonimia han sido reestablecidos (DeClerck *et al.* 2005a, b; Faye *et al.* 2004; Gabrielson 2008; LeGall *et al.* 2018; Lou *et al.* 2019; Tan & Lim 2018; Wang *et al.* 2000; Wilkes *et al.* 2005), a partir de otras especies se han creado categorías superiores (Calderon *et al.* 2016; D'Archino *et al.* 2014; Hommersand *et al.* 2010; Manghisi *et al.* 2014; Rodríguez-Prieto *et al.* 2018) y la distribución de otras especies ha sido acotada o han sido calificadas como invasoras para algunas regiones (D'Archino *et al.* 2007; García-Jiménez *et al.* 2008; Gavio & Fredericq 2002; Hernández-Kantún *et al.* 2012; Marston & Villalard-Bohnsack 2002; Montes *et al.* 2016; Verlaque *et al.* 2005).

A pesar de su diversidad y abundancia en las costas mexicanas y de que en otras partes del mundo existen trabajos monográficos completos de varios géneros de Halymeniaceae, en México sólo se les menciona en listados florísticos y catálogos con registros de especies (Dreckmann 1998; Godínez-Ortega *et al.* 2019; Mateo-Cid *et al.* 2005; Núñez-Resendiz *et al.* 2019; Ortega *et al.* 2001; Pedroche *et al.* 2019). Sin embargo, estos trabajos constituyen la base del conocimiento de esta familia en las costas mexicanas. Para la costa del Pacífico de México destacan los trabajos de Daw-



**Figura 1.** Especies de la familia Halymeniaceae registradas para las costas del Pacífico y Atlántico mexicanos: **A-C.** *Halymenia pseudofloresii* UAMIZ-1321; **D.** *Grateloupia pterocladina*. UAMIZ-758; **E.** *Cryptonemia angustata* UAMIZ-50; **F.** *Grateloupia filicina* UAMIZ-667; **G.** *Halymenia rosea* UAMIZ-1145; **H.** *Grateloupia* sp. UAMIZ-22; **I.** *G. doryphora* UAMIZ-125; **J.** *G. prolongata* UAMIZ-128; **K.** *G. versicolor* UAMIZ-20; **L.** *Codiophyllum mexicanum* UAMIZ-1402. Barra de escala = 2 cm.

son (1944a, b, 1961), Mateo-Cid *et al.* (2005); Norris *et al.* (2019), Pedroche *et al.* (2019) y Setchell & Gardner (1924). Para la costa Atlántica de México destacan los trabajos de Callejas-Jiménez *et al.* (2005), Dreckmann (1998), Godínez-Ortega *et al.* (2019), Núñez-Resendiz *et al.* (2020), Ortega *et al.* (2001), Senties & Dreckmann (2013), Taylor (1960) y Wynne (2017).

## DIVERSIDAD

Desde la circunscripción de la familia Halymeniaceae por Bory en 1828 se han registrado cerca de 758 nombres de especies en aproximadamente 45 géneros, 414 de los cuales son actualmente sinónimos nomenclaturales, dejando ocho géneros en desuso (*Abbottia* Perestenko, *Cyrtymenia* F. Schmitz, *Dactylymenia* J. Agardh, *Dictyophora* F. Schmitz, *Halymeniopsis* Yamada, *Sinkoraena* H.-B. Lee, J.A. Lewis, G.T. Kraft & I.K. Lee, *Sinotubimorpha* W.-X. Li & Z.-F. Ding). De los 38 géneros válidos actualmente para la familia, nueve se distribuyen en los litorales mexicanos (Cuadros 1 y 2), lo que representa el 24 % de la diversidad de la familia a nivel de género en el mundo. De las 349 especies actualmente en uso para la familia (Guiry & Guiry 2020), 52 especies y una variedad han sido registradas para México, lo que representa el 15 % de la diversidad de las especies de la familia a nivel mundial. De esta diversidad, 42 especies (12 %) y una variedad han sido registradas en los estados del Pacífico (Cuadro 1) y 12 especies (3 %) en los estados del Atlántico (Cuadro 2). Dado que la diversidad actual de macroalgas marinas mexicanas de la división Rhodophyta se cuenta en aproximadamente 1855 nombres de especies para el Pacífico y 900 nombres de especies para el Atlántico (Pedroche & Senties 2003; Wynne 2017), se estima que las 42 especies registradas para el Pacífico representan el 2.3 % de la diversidad a nivel nacional, mientras que las 12 especies registradas para el Golfo de México y Caribe mexicano representan el 1.3 %. De los géneros que se distribuyen en México, *Cryptonemia* J. Agardh, *Dermocorynus* P. Crouan & H. Crouan, *Grateloupia* C. Agardh y *Halymenia* C. Agardh se comparten en ambos océanos. Los géneros *Carpopeltis* F. Schmitz, *Norrisia* Balakrishnan, *Pachymenia* J. Agardh y *Prionitis* J. Agardh son exclusivos del Pacífico mexicano, mientras el género *Codiophyllum* J.E. Gray es exclusivo del Atlántico mexicano. Además, *Cryptonemia obovata* J. Agardh y *Grateloupia filicina* (J.V. Lamouroux) C. Agardh son especies comunes en ambos océanos.

Respecto a su distribución en los litorales mexicanos, las costas con mayor número de géneros y especies (g/e) registrados en el Pacífico son: Baja

California (6/29 y una variedad), Baja California Sur (5/29) y Sonora (5/22 y una variedad), seguido por Sinaloa (3/9), Oaxaca (3/8), Jalisco (2/7), Islas Revillagigedo (3/5), Michoacán (2/5), Guerrero (2/4), Nayarit (3/4); y finalmente, los estados con menos número de registros son Colima y Chiapas (1/1) (Cuadro 1). En cuanto a las costas del Atlántico, los estados con mayor número de géneros y especies registradas son: Tamaulipas (3/5), Quintana Roo (3/5) y Veracruz (2/5), seguido de Campeche (2/4), Yucatán (2/4) y Tabasco (2/2), donde se presenta la menor diversidad (Cuadro 2). En general, los estados con la mayor riqueza taxonómica pertenecen a la Península de Baja California en el Pacífico y a Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo en el Atlántico. Sin embargo, la diversidad del Pacífico podría deberse, además de a las condiciones de temperatura templada que son propicias para el establecimiento de la mayoría de las especies de la familia, a que en estos estados laboran un mayor número de especialistas, mientras que en los estados del Atlántico y en aquellos con menos número de registros, podría deberse a las condiciones fisiográficas y a las temperaturas de los sitios donde crecen estas especies, que al ser climas tropicales, su establecimiento puede verse limitado o impedido. Por otro lado, la poca diversidad en el Atlántico también puede deberse tanto a que, cuando crecen en estos ambientes tropicales, crecen a grandes profundidades (por debajo de los 20 m), limitando el muestreo a técnicas especializadas de buceo, como a la falta de experiencia en el grupo, ya que se trata de especies monótonas, es decir poco variables morfológicamente, que fácilmente pueden ser identificadas de manera errónea.

**Curva de acumulación de especies.** Los primeros registros de especies de Halymeniaceae para la costa del Pacífico de México, a principios del siglo XX, fueron *Grateloupia howei*, *G. prolongata*, *G. violaceae*, *Prionitis acroidalea* (como *G. acroidalea*) y *P. abbreviata* (Setchell & Gardner 1924). Desde entonces hasta los 40's, cuando aparecen los trabajos de Dawson (1944a, b y posteriores) con nuevos registros de la familia para la zona, se habían añadido ya a la ficoflora de la región 50 nombres de especies de Halymeniaceae distribuidos en 6 géneros. Desde esta década hasta 1980, el número de nombres de especies añadidas a la flora del Pacífico se mantuvo siempre en incremento, tal como lo muestra la gráfica acumulada en la Fig. 2 (que considera nombres que actualmente son sinónimos nomenclaturales o han sido transferidos a otras familias), contabilizando para entonces 70 nombres de especies distribuidos en 7 géneros. Desde entonces

**Cuadro 1.** Lista florística y distribución por estado de los géneros y especies de Halymeniaceae en el Pacífico mexicano (Pedroche *et al.* 2019). BC, Baja California; BCS, Baja California Sur; SON, Sonora; SIN, Sinaloa; NAY, Nayarit; JAL, Jalisco; REC, Islas Revillagigedo; MICH, Michoacán; GRO, Guerrero; OAX, Oaxaca; CHIS, Chiapas; COL, Colima.

Especies/Estados	BC	BCS	SON	SIN	NAY	JAL	REV	MICH	GRO	OAX	CHIS	COL
<b>Carpopeltis</b>												
1. <i>C. bushiae</i> (Farlow) Kylin	X	X										
2. <i>C. stella-polaris</i> E.Y. Dawson		X										
<b>Cryptonemia</b>												
3. <i>C. angustata</i> (Setchell & N.L. Gardner) E.Y. Dawson	X	X	X				X			X		
4. <i>C. decolorata</i> W.R. Taylor		X			X					X		
5. <i>C. limensis</i> (Kützing) J.A. Lewis	X	X	X									
6. <i>C. obovata</i> J. Agardh	X	X	X									
7. <i>C. opuntioides</i> E.Y. Dawson	X											
8. <i>C. peltata</i> E.Y. Dawson, M. Neushul & R.D. Wildman		X										
9. <i>C. taylorii</i> I.A. Abbott							X					
<b>Dermocorynus</b>												
10. <i>D. occidentalis</i> Hollenberg	X											
<b>Grateloupia</b>												
11. <i>G. angusta</i> (Okamura) S. Kawaguchi & H.W. Wang	X	X										
12. <i>G. cerrosiana</i> W.R. Taylor	X											
13. <i>G. chiangii</i> S. Kawaguchi & H.W. Wang	X	X										
14. <i>G. dactylifera</i> E.Y. Dawson	X		X									
15. <i>G. doryphora</i> (Montagne) M. Howe	X	X	X	X		X		X		X		
16. <i>G. filicina</i> (J.V. Lamouroux) C. Agardh	X	X	X	X		X		X	X	X	X	
17. <i>G. catenata</i> Yendo	X		X	X	X							
18. <i>G. clarionensis</i> (Setchell & N.L. Gardner) Kawaguchi & H.W. Wang							X					
19. <i>G. cornea</i> Okamura	X	X										
20. <i>G. hancockii</i> E.Y. Dawson	X		X			X		X				
21. <i>G. howei</i> Setchell & N.L. Gardner	X	X	X	X		X			X			
22. <i>G. huertana</i> Mateo-Cid, Mendoza-González & Gavio										X		
23. <i>G. prolongata</i> J. Agardh	X	X	X	X		X				X		
24. <i>G. versicolor</i> (J. Agardh) J. Agardh		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
25. <i>G. violacea</i> (Setchell & N.L. Gardner) E.Y. Dawson	X		X									
<b>Halymenia</b>												
26. <i>H. actinophysa</i> M. Howe	X	X	X				X					

27. <i>H. bifida</i> E.Y. Dawson		X	X										
28. <i>H. californica</i> G.M. Smith & Hollenberg	X	X	X										
29. <i>H. hollenbergii</i> I.A. Abbott	X	X											
30. <i>H. megaspora</i> E.Y. Dawson		X	X	X									
<b>Norrissia</b>													
31. <i>N. setchellii</i> (Kylin) M.S. Balakrishnan			X										
<b>Pachymenia</b>													
32. <i>P. saxicola</i> W.R. Taylor					X								
<b>Prionitis</b>													
33. <i>P. abbreviata</i> Setchell & N.L. Gardner	X	X	X	X									
34. <i>P. abbreviata</i> var. <i>guaymasensis</i> (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson	X		X										
35. <i>P. acroidalea</i> (Setchell & N.L. Gardner) E.Y. Dawson		X	X										
36. <i>P. australis</i> (J. Agardh) J. Agardh	X	X	X										
37. <i>P. delicatula</i> (W.R. Taylor) E.Y. Dawson	X	X	X										
38. <i>P. hancockii</i> W.R. Taylor	X												
39. <i>P. filiformis</i> Kylin	X	X						X					
40. <i>P. lanceolata</i> (Harvey) Harvey	X	X											
41. <i>P. linearis</i> Kylin	X	X											
42. <i>P. mexicana</i> E.Y. Dawson		X			X								
43. <i>P. sternbergii</i> (C. Agardh) J. Agardh	X	X	X	X						X	X		

**Cuadro 2.** Lista florística y distribución por estado de los géneros y especies de Halymeniaceae en el Atlántico mexicano (Dreckmann 1998; Fredericq *et al.* 2009; Mendoza-González *et al.* 2013; Núñez-Resendiz *et al.* 2019, 2020; Ortega *et al.* 2001; Ortegón-Aznar y Aguilar-Perera 2014; Wynne 2017). TAM, Tamaulipas; VER, Veracruz; TAB, Tabasco; CAM, Campeche; YUC, Yucatán; QROO, Quintana Roo.

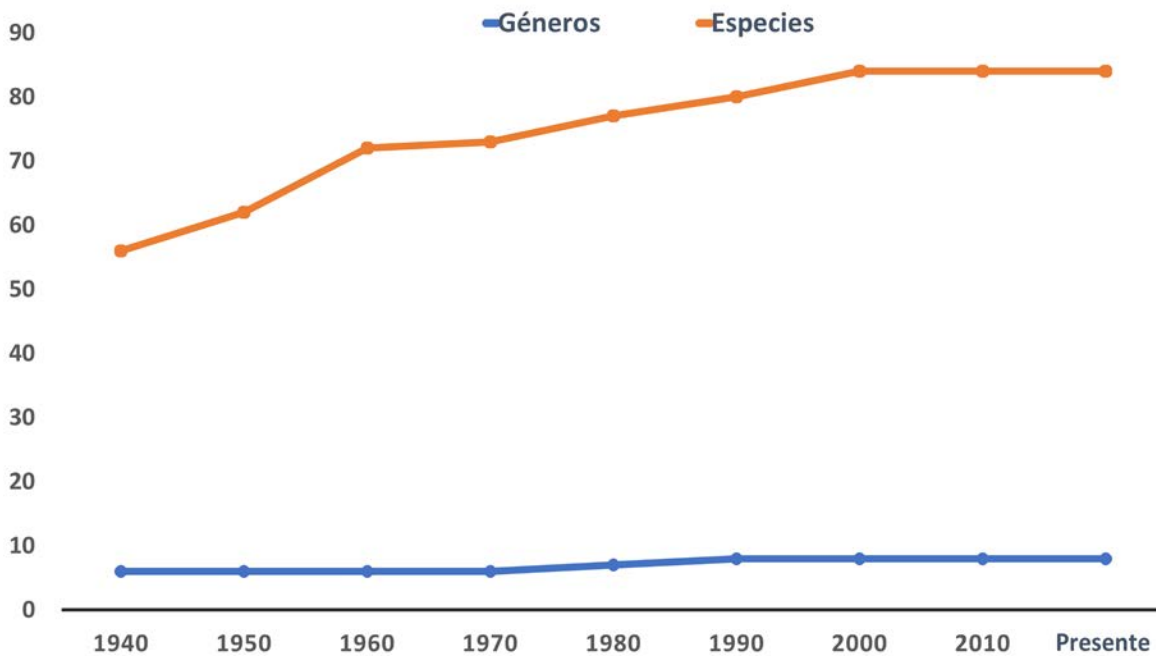
Especies/Estados	TAM	VER	TAB	CAM	YUC	QROO
<b>Codiophyllum</b>						
1. <i>C. mexicanum</i> Núñez-Resendiz, Dreckmann & Senties				X		
<b>Cryptonemia</b>						
2. <i>C. crenulata</i> (J. Agardh) J. Agardh					X	
3. <i>C. obovata</i> J. Agardh	X					
<b>Dermocorynus</b>						
4. <i>D. dichotomus</i> (J. Agardh) Gargiulo, M. Morabito & Manghisi						X
<b>Grateluopia</b>						
5. <i>G. filicina</i> (J.V. Lamouroux) C. Agardh	X	X	X	X		X
6. <i>G. pterocladina</i> (M.J. Wynne) S. Kawaguchi & H.W. Wang	X					
<b>Halymenia</b>						
7. <i>H. duchassaingii</i> (J. Agardh) Kylin		X				X
8. <i>H. elongata</i> C. Agardh				X	X	
9. <i>H. floridana</i> J. Agardh		X		X	X	X
10. <i>H. pseudofloresii</i> Collins & M. Howe	X	X	X		X	X
11. <i>H. hancockii</i> W.R. Taylor		X				
12. <i>H. rosea</i> M. Howe & W.R. Taylor	X					



al presente, los estudios florísticos en que se incluyan especies de Halymeniaceae para la región han sido escasos, ya que en los últimos 40 años únicamente se han añadido 6 nombres de especies y un género (Fig. 2). Considerando únicamente nombres taxonómicamente válidos en la actualidad (Guiry & Guiry 2020), la diversidad de Halymeniaceae en las costas del Pa-

cífico mexicano, se estima en un total de 43 nombres que corresponden con 42 especies y una variedad, distribuidos en 8 géneros (Cuadro 1). En la gráfica de la Fig. 2 (total de nombres considerando sinónimos), se observa también que el incremento de especies es superior, en una proporción aproximada de 9:1, al número de nombres genéricos.

### Curva acumulada del Pacífico con sinónimos



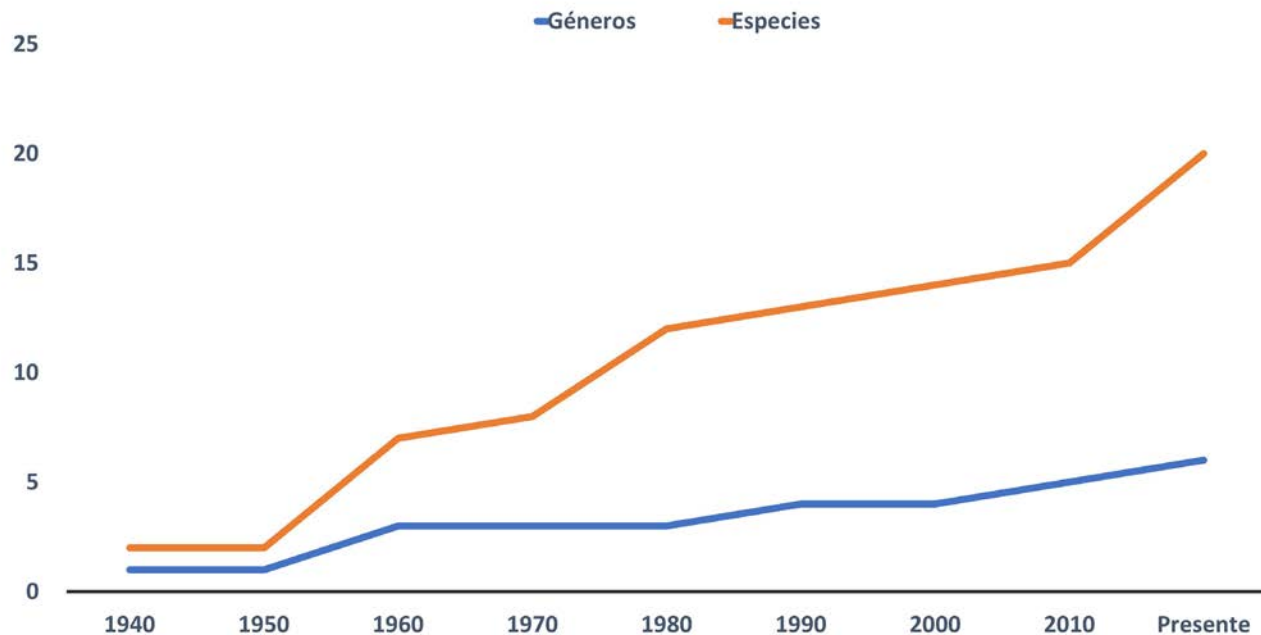
**Figura 2.** Curva acumulativa de descripción de especies y géneros de Halymeniaceae en el Pacífico de México, considerando especies válidas y sinónimos. Los registros se cuentan en intervalos de 10 años desde 1940 al presente y fueron obtenidos de los trabajos de Dawson 1944a; 1944b; 1961; Norris *et al.* 2019; Pedroche *et al.* 2019.

Para la costa Atlántica mexicana, en 1846 Liebman hizo el primer registro de esta familia (*Grateloupia filicina*). Sin embargo, en esta región, las especies no han sido ampliamente estudiadas en comparación con el Pacífico, ya que desde 1846 a 1950, la curva se mantiene constante, añadiéndose únicamente 2 nombres de especies y un género en casi un siglo. Entre 1960-1990 se añadieron 13 nombres más de especies y 4 géneros, como se muestra en la gráfica acumulada en la Fig. 3 (que considera nombres que actualmente son sinónimos nomenclaturales o han sido transferidos a otras familias). Desde 1990 al presente, se ha añadido cada década una especie y sólo un género, y en 2019, 2 especies y un género (Godínez-Ortega *et al.* 2019; Núñez-Re-

sendiz *et al.* 2020), lo que da un total de 20 especies distribuidas en 6 géneros (Fig. 3). Considerando únicamente nombres taxonómicamente válidos en la actualidad (Guiry & Guiry 2020), la diversidad de Halymeniaceae en las costas del Atlántico mexicano, se estima en un total de 12 especies distribuidas en 5 géneros (Cuadro 2). En la gráfica de la Fig. 3 (total de nombres considerando sinónimos), se observa también que el incremento de especies es superior, en una proporción aproximada de 3:1, al incremento en nombres genéricos.

**Expectativa taxonómica.** Las filogenias actuales basadas en marcadores moleculares han introducido numerosos y notables cambios a la taxonomía

## Curva acumulado del Atlántico con sinónimos



**Figura 3.** Curva acumulativa de descripción de especies y géneros de Halymeniaceae en el Atlántico mexicano, considerando especies válidas y sinónimos. Los registros se cuentan en intervalos de 10 años desde 1940 al presente y fueron obtenidos de los trabajos de Callejas-Jiménez *et al.* 2005; Dreckmann 1998; Fredericq *et al.* 2009; Godínez-Ortega *et al.* 2019; Mendoza-González *et al.* 2013; Núñez-Resendiz *et al.* 2019, 2020; Ortega *et al.* 2001; Ortigón-Aznar & Aguilar-Perera 2014 .

de la familia Halymeniaceae, reclasificando prácticamente a todas las especies (Rodríguez-Prieto *et al.* 2018; 2019). Por ejemplo, muchos géneros han mostrado ser parafiléticos (Huisman *et al.* 2011; Schneider *et al.* 2018), lo que ha resultado en un considerable incremento a la diversidad alfa al interior de la familia desde 2001 al presente. En México, sólo se ha realizado un estudio filogenético en esta familia, resultando en la descripción de una nueva especie para el Atlántico (Núñez-Resendiz *et al.* 2020). Siguiendo esta tendencia, se considera que la aplicación de marcadores moleculares en la identificación taxonómica de los especímenes mexicanos de Halymeniaceae, arrojará novedades taxonómicas que indudablemente redundarán en un incremento significativo de la biodiversidad algal conocida para México, ya que, a pesar de su abundancia en las costas mexicanas, el conocimiento de la familia Halymeniaceae es muy limitado. Como lo refleja el presente análisis, han transcurrido entre 30 y 40 años en que las adiciones a la flora mexicana en esta familia han sido prácticamente nulas. A

pesar de que se les sigue registrando en los estudios florísticos presentes, se siguen registrando las mismas especies ya conocidas. Sin embargo, ninguno de esos registros, excepto *Codiophyllum mexicanum* que además de ser una nueva especie constituye un nuevo registro genérico para todo el litoral Atlántico (Núñez-Resendiz *et al.* 2020), han sido estudiados molecularmente. Incluso, muchas de las especies registradas en los litorales mexicanos al presente, ya han sido restringidas, molecularmente, a otras regiones del Atlántico norte o Indo-Pacífico (Schneider *et al.* 2018), lo que revela la necesidad de ahondar en la revisión de la diversidad de Halymeniaceae para México desde un enfoque molecular.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo incluye la revisión bibliográfica del proyecto de investigación "Diversidad y distribución de las especies de la familia Halymeniaceae (Halymeniales, Rhodophyta) en la Península de Yucatán" con el que el primer autor optará por la modalidad de titulación de apoyo a la investigación, para ob-

tener el título de Licenciado en Biología, el cuál es financiado por los proyectos: (UAMI-CBS2019-2022 sesión 15.18 281118 y UAMI-CA- 117, PRODEP).

## REFERENCIAS

- Athanasiadis, A. 2016. *Phycologia Europaea Rhodophyta*. Publicado por el autor. Gothenburg.
- Azevedo, C.A.A., V. Cassano & M.C. Oliveira. 2016. Phylogenetic relationships among *Halymenia* (Halymeniaceae, Rhodophyta) species on the Brazilian coast with description of *Halymenia cearensis* sp. nov. *Phytotaxa* 280: 241-258.
- Bolton, J.J., O. De Clerck, C.M. Francis, F. Siyanga-Tembo & R.J. Anderson. 2016. Two newly discovered *Grateloupia* (Halymeniaceae, Rhodophyta) species on aquaculture rafts on the west coast of South Africa, including the widely introduced *Grateloupia turuturu*. *Phycologia* 55: 659-664.
- Calderon, M.S., G.H. Boo & S.M. Boo. 2016. *Corrigendum: 'Morphology and phylogeny of Ramirezia osornoensis* gen. & sp. nov. and *Phyllymenia acletoi* sp. nov. (Halymeniales, Rhodophyta) from South America'. *Phycologia* 55: 610.
- Callejas-Jiménez, M.E., A. Sentíes & K.M. Dreckmann. 2005. Macroalgas bentónicas de Puerto Real, Faro Santa Rosalía y Playa Preciosa, Campeche, México, con algunas consideraciones florísticas y ecológicas para el estado. *Hidrobiológica* 15: 89-96.
- Cao, C., M. Liu, S. Guo, D. Zhao, R. Luan & H. Wang. 2016a. *Grateloupia ramosa* Wang & Luan sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta), a new species from China based on morphological evidence and comparative *rbcl* sequences. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 34: 283-294.
- Cao, C.C., Y.Z. Li, & H.W. Wang. 2016b. Morphological observation, life history and *rbcl* gene sequence analysis of a new species, *Grateloupia variata* sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta) from Qingdao, China. *Marine Biology Research* 12: 443-453.
- Chiang, Y.M. 1970. Morphological studies of red algae of the family Cryptonemiaceae. *University of California Publications in Botany* 58: 1-95.
- Cianciola, E., T. Papolizio, C. Schneider & C. Lane. 2010. Using molecular-assisted alpha taxonomy to better understand red algal biodiversity in Bermuda. *Diversity* 2: 946-958.
- D'Archino, R., W.A. Nelson & G.C. Zuccarello. 2007. Invasive marine red alga introduced to New Zealand waters: first record of *Grateloupia turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 41: 35-42.
- D'Archino, R., W.A. Nelson, & G.C. Zuccarello. 2014. *Amalthea* and *Galene*, two new genera of Halymeniaceae (Rhodophyta) from New Zealand. *Botanica Marina* 57: 185-201.
- Dawson, E.Y. 1944a. Botanizing in an open boat. *Journal of the New York Botanical Garden*. 45:126-132.
- Dawson, E.Y. 1944b. The marine Algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pacific Expedition* 3: 189-453.
- Dawson, E.Y. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4: *Gigartinales*. *Pacific Naturalist* 2: 191-343.
- De Clerck, O., B. Gavio, S. Fredericq, I. Bárbara & E. Coppejans. 2005a. Systematics of *Grateloupia filicina* (Halymeniaceae, Rhodophyta), based on *rbcl* sequence analyses and morphological evidence, including the reinstatement of *G. minima* and the description of *G. capensis* sp. nov. *Journal of Phycology* 41: 391-410.
- De Clerck, O., B. Gavio, S. Fredericq, E. Cocquyt & E. Coppejans. 2005b. Systematic reassessment of the red algal genus *Phyllymenia* (Halymeniaceae, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 40: 169-178.
- Dreckmann, K.M. 1998. *Clasificación y nomenclatura de las macroalgas marinas bentónicas del Atlántico mexicano*. CONABIO. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México.
- Faye, E.T., H.W. Wang, S. Kawaguchi, S. Shimada & M. Masuda. 2004. Reinstatement of *Grateloupia subpectinata* (Rhodophyta, Halymeniaceae) based on morphology and *rbcl* sequences. *Phycological Research* 52: 59-68.
- Fredericq, S., T.O. Cho, S.A. Earle, C.F. Gurgel, D.M. Kravesky, L.E. Mateo-Cid, A.C. Mendoza-González, J.N. Norris & A.M. Suárez. 2009. Seaweeds of the Gulf of Mexico. In: D.L. Felder & D.K. Camp. Eds. *Gulf of Mexico - Origins, Waters, and Biota*. Biodiversity Texas A&M Press, Corpus Christi. pp: 187-259.
- Gabrielson, P.W. 2008. Molecular sequencing of Northeast Pacific type material reveals two earlier names for *Prionitis lyallii*, *Prionitis jubata* and *Prionitis sternbergii*, with brief comments on *Grateloupia versicolor* (Halymeniaceae, Rhodophyta). *Phycologia* 47: 89-97.
- García-Bueno, N., P. Decottignies, V. Turpin, J. Dumay, C. Paillard, V. Stiger-Pouvreau, N. Kervarec, I.F. Pouchus, A.A. Marín-Atucha & J. Fleurence. 2014. Seasonal antibacterial activity of two red seaweeds, *Palmaria palmata* and *Grateloupia turuturu*, on European abalone pathogen *Vibrio harveyi*. *Aquatic Living Resources* 27: 83-89.
- García-Jiménez, P.L., P.J.L. Geraldino, S.M. Ming Boo & R.R. Robaina. 2008. Red alga *Grateloupia imbricata* (Halymeniaceae), a species introduced into the Canary Islands. *Phycological Research* 56: 166-171.
- Gavio, B. & S. Fredericq. 2002. *Grateloupia turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta) is the correct name of the non-native species in the Atlantic known as *Grateloupia doryphora*. *European Journal of Phycology* 37: 349-360.
- Godínez-Ortega, J.L., P. Ramírez-García, A. Granados-Barba & M.J. Wynne. 2019. New records of subtidal benthic marine algae from the state of Veracruz, southern Gulf of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: e902719.

- Guiry, M.D. & G.M. Guiry. 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. (consultado el 5 de enero 2020).
- Hernández-Kantún, J.J., A.R. Sherwood, R. Riosmena-Rodríguez, J.M. Huisman & O. De Clerck. 2012. Branched *Halymenia* species (Halymeniaceae, Rhodophyta) in the Indo-Pacific region, including descriptions of *Halymenia hawaiiiana* sp. nov. and *H. tondoana* sp. nov. *European Journal of Phycology* 47: 421-432.
- Hommersand, M.H., G.L. Leister, M.E. Ramírez, P.W. Gabrielson & W.A. Nelson. 2010. A morphological and phylogenetic study of *Glaphyrosiphon* gen. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta) based on *Grateloupia intestinalis* with descriptions of two new species: *Glaphyrosiphon lindauri* from New Zealand and *Glaphyrosiphon chilensis* from Chile. *Phycologia* 49: 554-573.
- Huisman, J.M. & O. De Clerck. 2018. Halymeniaceae. In: J.M. Huisman. Ed. *Algae of Australia. Marine benthic algae of north-western Australia*, 2. Red algae, CSIRO Publishing, Canberra, pp. 279-294.
- Huisman, J.M., O. De Clerck, W.F. Prud'homme Van Reine & M.A. Borowitzka 2011. *Spongloea*, a new genus of red algae based on *Thamnoclonium* sect. Nematophorae Weber-van Bosse (Halymeniales). *European Journal of Phycology* 46: 1-15.
- Kawaguchi, S. 1991. Taxonomic notes on the Halymeniaceae (Rhodophyta) from Japan, I. *Japanese Journal of Phycology* 39: 329-336.
- Kawaguchi, S., S. Shimada, H.W. Wang & M. Masuda. 2004. The new genus *Yonagunia* Kawaguchi & Masuda (Halymeniaceae, Rhodophyta), based on *Y. tenuifolia* Kawaguchi & Masuda sp. nov. from southern Japan and including *Y. formosana* (Okamura) Kawaguchi & Masuda comb. nov. from southeast Asia. *Journal of Phycology* 40: 180-192.
- Kawaguchi, S., S. Shimada, H.W. Wang, E.J. Faye & M. Masuda, M. 2003. *Polyopes tosaensis* Kawaguchi & Masuda, sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta) from Japan. *European Journal of Phycology* 38: 315-324.
- Kawaguchi, S., H.W. Wang, T. Horiguchi, J.A. Lewis & M. Masuda. 2002. Rejection of *Sinkoraena* and transfer of some species of *Carpopeltis* and *Sinkoraena* to *Polyopes* (Rhodophyta, Halymeniaceae). *Phycologia* 41: 619-635.
- Le Gall, L., D. Gey & A. Vergés. 2018. Insights into the rare Mediterranean endemic *Kallymenia spathulata*: DNA phylogenies resolve this species as Halymeniaceae (Halymeniales) rather than Kallymeniaceae (Gigartinales), with the proposal of *Felicinia spathulata* comb. nov. *Cryptogamie, Algologie* 39: 339-347.
- Lee, H.W. & M.S. Kim. 2019. Female reproductive structures define the novel genus, *Nesoia* (Halymeniaceae, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 54: 66-77.
- Lin, S. M. & H.Y. Liang. 2011. *Grateloupia huangiae* (Halymeniaceae, Rhodophyta), a new species from Taiwan previously confused with *Polyopes lancifolius*, with emphasis on the development of the auxiliary-cell ampullae. *Phycologia* 50: 232-240.
- Lin, S.-M., H.Y. Liang & M.H. Hommersand. 2008. Two types of auxiliary cell ampullae in *Grateloupia* (Halymeniaceae) including *G. taiwanensis* sp. nov. and *G. orientalis* sp. nov. from Taiwan based on *rbcl* gene sequence analysis and cystocarp development. *Journal of Phycology* 44: 196-214.
- Liu, M., H.W. Wang & R.X. Luan. 2014. Morphological observation and *rbcl* sequence analysis of a new species from China, *Grateloupia boaoensis* Wang et Luan sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta). *Acta Hydrobiologia Sinica* 38: 938-944.
- Lou, Y., P. Yi, X.W. Song & H.W. Wang. 2019. *Grateloupia serra* sp. nov. H. W. Wang & Y. Lou (Halymeniaceae, Rhodophyta): a new species previously confused with *Grateloupia asiatica* in China. *Marine Biology Research* 15: 1-12.
- Manghisi, A., L. Le Gall, M.A. Ribera, C. Bonillo, G.M. Gargiulo & M. Morabito 2014. The Mediterranean endemic new genus *Felicina* (Halymeniales, Rhodophyta) recognized by a morphological and phylogenetic integrative approach. *Cryptogamie, Algologie* 35: 221-243.
- Marston, M. & M. Villalard-Bohnsack. 2002. Genetic variability and potential sources of *Grateloupia doryphora* (Halymeniaceae, Rhodophyta), an invasive species in Rhode Island waters (USA). *Journal of Phycology* 38: 649-658.
- Mateo-Cid, L.E., A.C. Mendoza-González, B. Gavio & S. Fredericq. 2005. *Grateloupia huertana* sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta), a peculiar new prostrate species from tropical Pacific Mexico. *Phycologia* 44: 4-16.
- Mendoza-González, C.A., L.E. Mateo-Cid & P.H. López-Garrido. Algas marinas bentónicas asociadas a pecios y otras estructuras submareales de Campeche, México. *Acta Botanica Venezuelica* 36: 119-140.
- Miller, K.A., J.R. Hughey & P.W. Gabrielson. 2009. First report of the Japanese species *Grateloupia lanceolata* (Halymeniaceae, Rhodophyta) from California, USA. *Phycological Research* 57: 238-241.
- Montes, M., J.M Rico, E. García-Vázquez & Y.J. Borrell. 2016. Morphological and molecular methods reveal the Asian alga *Grateloupia imbricata* (Halymeniaceae) occurs on Cantabrian Sea shores (Bay of Biscay). *Phycologia* 55: 365-370.
- Norris, J.N., L.E. Aguilar-Rosas & F.F. Pedroche. 2019. *Conspectus of the benthic marine algae of the Gulf of California: Rhodophyta, Phaeophyceae, and Chlorophyta*. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington.
- Núñez-Resendiz, M.L., K.M. Dreckmann, A. Sentíes, M.J. Wynne & H.P. León-Tejera. 2019. Marine red algae (Rhodophyta) of economic use in the algal drifts from

- the Yucatan Peninsula, Mexico. *Phytotaxa* 387: 219–240.
- Núñez-Resendiz, M.L., K.M. Dreckmann, M.J. Wynne & A. Senties. 2020. *Codiophyllum mexicanum* sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta), first record of a stalked red alga associated with sponges in the Western Atlantic. *Phycologia* 59: 89–98.
- Ortega, M.M., J.L. Godínez & G.G. Solórzano. 2001. Catálogo de las algas bénticas de las costas Mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. *Cuadernos del Instituto de Biología* (UNAM) 34: 1–594.
- Ortegón-Aznar, I. & A. Aguilar-Perera. 2014. Distribución de las macroalgas en áreas naturales protegidas de la costa norte de la Península de Yucatán, México. *Revista de investigaciones marinas* 34: 1–12.
- Pedroche, F.F. & A. Senties. 2003. Ficología marina mexicana. Diversidad y problemática actual. *Hidrobiológica* 13: 23–32.
- Pedroche, F.F., P.C. Silva, L.E. Aguilar-Rosas & R. Aguilar-Rosas. 2019. *Catálogo de las Algas Marinas Bentónicas del Pacífico de México. III. Rhodophyta*. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México.
- Rodríguez-Prieto, C., O. De Clerck, J.M. Huisman & S.M. Lin. 2018. Systematics of the red algal genus *Halymenia* (Halymeniaceae, Rhodophyta): characterization of the generitype *H. floresii* and description of *Neofolia rosea* gen. et sp. nov. *European Journal of Phycology* 53: 520–536.
- Rodríguez-Prieto, C., O. De Clerck, J.M. Huisman & S.M. Lin. 2019. Characterisation of *Nesoia latifolia* (Halymeniaceae, Rhodophyta) from Europe with emphasis on cystocarp development and description of *Nesoia mediterranea* sp. nov. *Phycologia* 58: 393–404.
- Russell, L.K., C.L. Hurd, W.A. Nelson & J.E. Broom. 2009. An examination of *Pachymenia* and *Aeodes* (Halymeniaceae, Rhodophyta) in New Zealand and the transfer of two species of *Aeodes* in South Africa to *Pachymenia*. *Journal of Phycology* 45: 1389–1399.
- Saunders, G.W. & G.T. Kraft. 2002. Two new Australian species of *Predaea* (Nemastomateaceae, Rhodophyta) with taxonomic recommendations for an emended Halymeniales. *Journal of Phycology* 38: 1245–1260.
- Schneider, C.W., C.E. Lane & G.W. Saunders. 2018. A revision of the genus *Cryptonemia* (Halymeniaceae, Rhodophyta) in Bermuda, western Atlantic Ocean, including five new species and *C. bermudensis* (Collins & M. Howe) comb. nov. *European Journal of Phycology* 53: 350–368.
- Sen, A.K., A.K. Das, K.K. Sarkar, A.K. Siddhanta, R. Takano, K. Kamei & S. Hara. 2002. An Agaroid-Carrageenan hybrid type backbone structure for the antithrombotic sulfated polysaccharide from *Grateloupia indica* Boergesen (Halymeniales, Rhodophyta). *Botanica Marina* 45: 331–338.
- Senties, A. & K.M. Dreckmann. 2013. Lista actualizada de las macroalgas de Tabasco, México. *Acta Botanica Venezuelica* 36: 109–117.
- Setchell, W.A. & N. L. Gardner. 1924. New Marine algae from the Gulf of California. *Proceedings California Academy of Sciences* 12: 695–949.
- Sham El-Din, N.G. & H.M. Aboul-Ela, 2017. The new record of *Grateloupia doryphora* (Halymeniaceae, Rhodophyta) alga in the Egyptian Mediterranean Sea recognized by morphological and molecular integrative approach. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 18: 432–449.
- Tan, P.L. & P.E. Lim. 2018. Validation of *Halymenia malaysiaiana* (Halymeniaceae, Rhodophyta). *Notulae Algarum* 46: 1.
- Tan, P.L., P.E. Lim, S.M. Lin, S.M. Phang, G.A. Draisma & L.M. Liao. 2015. Foliose *Halymenia* species (Halymeniaceae, Rhodophyta) from Southeast Asia, including a new species, *Halymenia malaysiaiana* sp. nov. *Botanica Marina* 58: 203–217.
- Tan, P.L., P.E. Lim, S.M. Lin & S.M. Phang. 2018. *Halymenia johorensis* sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta), a new foliose red algal species from Malaysia. *Journal of Applied Phycology* 30: 187–195.
- Taylor, W.R. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas*. University of Michigan Press, Ann Harbor.
- Verlaque, M., P.M. Brannock, T. Komatsu, T., M. Villalard-Bohnsack & M. Marston. 2005. The genus *Grateloupia* C. Agardh (Halymeniaceae, Rhodophyta) in the Thau Lagoon (France, Mediterranean): a case study of marine plurispecific introductions. *Phycologia* 44: 477–496.
- Wang, H.W., S. Kawaguchi, T. Horiguchi & M. Masuda. 2000. Reinstatement of *Grateloupia catenata* (Rhodophyta, Halymeniaceae) on the basis of morphology and *rbcl* sequences. *Phycologia* 39: 228–237.
- Wilkes, R.J., L.M. McIvor & M.D. Guiry. 2005. Using *rbcl* sequence data to reassess the taxonomic position of some *Grateloupia* and *Dermocorynus* species (Halymeniaceae, Rhodophyta) from the north-eastern Atlantic. *European Journal of Phycology* 40: 53–60.
- Womersley, H.B.S. & J.A. Lewis. 1994. Family Halymeniaceae Bory 1828: 158. In: H.B.S. Womersley. Ed. *The marine benthic flora of southern Australia. Part IIIA. Bangiophyceae and Florideophyceae (Acrochaetiales, Nemaliales, Gelidiales, Hildenbrandiales and Gigartinales sensu lato)*. Australian Biological Resources Study, Canberra, pp. 167–218.
- Wynne, M.J. 1993. *Prionitis pterocladina* sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta), a newly recognized alga in the western Gulf of Mexico. *Botanica Marina* 36: 535–543.
- Wynne, M.J. 2017. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fourth revision. *Nova Hedwigia Beiheft* 145: 1–202.
- Yang, M.M. & M.S. Kim. 2014. *Cryptonemia asiatica* sp. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta), a new marine

- macroalgal species from Korea and Japan. *Journal of Ecology and Environment* 37: 387-393.
- Zablackis, E. & J. Perez. 1990. A Partially Pyruvated Carrageenan from Hawaiian *Grateloupia filicina* (Cryptonemiales, Rhodophyta). *Botanica Marina* 33: 273-276.
- Zhao, D., H.W. Wang, Y.W. Sheng, J.Z. Lu & R.X. Luan. 2012. Morphological observation and *rbcL* gene sequences studies of two new species, *Grateloupia dalianensis* H.W. Wang et D. Zhao, *sp. nov.* and *G. yinggehaiensis* H.W. Wang et R.X. Luan, *sp. nov.* (Halymeniaceae, Rhodophyta) from China. *Acta Oceanologica Sinica* 31: 109-120.
- Zibetti, R.G.M., M.D. Nosedá, A.S. Cerezo & M.E.R. Duarte. 2005. The system of galactans from *Cryptonemia crenulata* (Halymeniaceae, Halymeniales) and the structure of two major fractions. Kinetic studies on the alkaline cyclization of the unusual diad G2S->D(L)6S. *Carbohydrate Research* 340: 711-722.

Recibido: 15.10.19

Revisado: 13.01.20

Corregido: 6.02.20

Aceptado: 7.02.20

Revisoras: Ileana Ortegón Aznar y Brigitte Gavio

# Reflexiones sobre tres nociones: las clasificaciones, los caracteres y los nombres

Francisco F. Pedroche

Comité Internacional de Nomenclatura – sección Algas. Ciencias Ambientales, UAM-Lerma. Av. De las Garzas # 10,  
Lerma de Villada, Edo. Mex. 52005. México  
E.mail: fpedroche@correo.ler.uam.mx

Pedroche, F.F. 2019. Reflexiones sobre tres nociones: las clasificaciones, los caracteres y los nombres. *Cymbella* 5 (2-3): 147-151. <http://cymbella.mx>

## EL ORIGEN.

La observación, como fuente de información, se constituye en el origen de la Nomenclatura. La observación del mundo que nos rodea y el reconocimiento o la interpretación de las discontinuidades que apreciamos, impresiones de eventos o circunstancias reales, resulta en la construcción de conceptos. El registro de las manifestaciones, como menciona Foucault (1968), ha sido históricamente una actividad del ser humano; como también, históricamente ha habido formas diferentes de interpretar y solucionar estas manifestaciones. La observación (lo que vemos) se enfrenta en los observados (comparación) para documentar (lo que decimos) y finalmente interpretar el saber de la Naturaleza (lo que pensamos).

Todo ente viviente tiene una especificidad que puede ser observada o intuida. Ésta puede describirse total o parcialmente o bien puede interpretarse o discutirse en términos de su origen y desarrollo. A lo largo del tiempo esta actividad se modificó, pasando de marcos rígidos que casi dan o daban la impresión de que los objetos y los conceptos eran inamovibles una vez descritos, a la aceptación tácita y explícita de lo vital en la transformación de estos objetos y recurriéndose a las causas o funcionamiento de estos para explicarlos. Así, como bien lo expone Jacob (2005) se enfrentan el designio contra la autonomía de la Naturaleza, una Naturaleza que hace del tiempo su guía y compañero y no su dueño o esclavo. Entonces, aparece el dilema de revelar las manifestaciones a través de patrones o procesos.

Estos considerandos están presentes en la Nomenclatura y han sido los elementos de su origen y transformación. El tratamiento individual pasó

a ser poblacional. No me refiero a lo individual en términos esencialistas (Winsor 2006a), sino en el aspecto meramente del método que utilizaba fragmentos de individuos para describir y que, con el tiempo, derivó en la idea de que un grupo de individuos representa un abanico de variaciones que forman parte de ese grupo intuido. Los elementos de observación fueron ponderados, de acuerdo con su manifestación o presencia, en sectores limitados o generalizados, entre miembros diversos de los grupos intuidos que derivan a la discusión del descubrimiento y la justificación como pilares en el desarrollo del conocimiento (Bárceñas 2002). Como si la realidad pudiese materializarse de facto y como una representatividad de la Naturaleza.

La percepción particular de un taxónomo, de cómo solucionar un problema y generar la idea correspondiente, nos puede dar información sobre las circunstancias que lo llevaron a la adopción de la decisión que ha tomado: la famosa opinión del taxónomo. ¿No son los sinónimos un resultado de esta opinión, de esta apreciación? Parafraseando a Ginzburg (1976) los taxónomos aportamos valiosos testimonios sobre comportamientos de una población en rebeldía, pues a diferencia de lo social, la singularidad en biología no tiene límites precisos. Esta postura de rebeldía ha sido manifestada en el tratamiento de las singularidades detectadas, pasando de una ponderación casi individual al pensamiento de las sinapomorfías, resultado de un camino evolutivo.

De esta manera la Nomenclatura, que nació en una percepción de certeza en el mundo vivo: los seres son como siempre han sido y por ello pueden ser diagnosticados a través de generalizaciones, que

se aplican en todo lugar y en todo tiempo, dio paso a la idea de que un atributo o característica distingue a un objeto y que debe ir invariablemente unido a su nombre. Esta aseveración proviene de las ideas de Tournefort y fundamenta el concepto de descripción, pues la suma de rasgos le da particularidad al conjunto de representantes de una clase. Así aparece el juego de las similitudes y diferencias, la construcción de la Unidad y la Diversidad y como resultado de esta naturaleza dual, la clasificación. Como derivación, dos patrones que se oponen o se complementan, según el cristal con que se mire: La enumeración, resultado de comparaciones totales, lo que se podría calificar como una descripción y por el otro lado, la diagnosis: un conjunto limitado de atributos que destacan en el organismo o conjunto estudiado. De esta última postura aparece el Sistema y su consecuencia: la Sistemática. Un sistema con fines exclusivamente taxonómicos y no un sistema que denote la "esencia" de los componentes incluidos en él (Winsor 2006b).

Estas características son identificadas en los patrones existentes o pasados, pero no reconocen en sí un proceso de transformación. Por ello la Nomenclatura es una ciencia de patrones y estos patrones son estáticos por un tiempo determinado, de ahí que los atributos traten de ser considerados como algo dado y permanente dándonos una idea errónea de que la Naturaleza es estática. La realidad cuestiona este nacimiento y ante las evidencias, de las cenizas aparece la "historia natural" una ciencia ideográfica que aboga por un entendimiento total y completo de las cosas y los eventos (Crowson 1970). La interpretación de su transitar y de reconocer la línea del tiempo que subyace es tarea de la biología evolutiva, una ciencia desarrollada por supuesto, una vez que el tiempo se concibe como principio activo de desarrollo y modulación de los organismos. Ya que el tiempo no es un principio de la Taxonomía sino uno de sus factores (Foucault 1968).

Ante este panorama, la construcción de lenguajes *ad hoc* se convierte en una necesidad y la búsqueda de métodos y reglas, que regulen las interpretaciones, aparecen como productos secundarios. La nomenclatura es un sistema y un lenguaje. Un sistema porque brinda estructura y un lenguaje porque es la base de la comunicación entre taxónomos. El Código por su parte, con sus reglas, métodos y recomendaciones asegura, temporalmente, la estabilidad a un sistema de clasificación propuesto. La posibilidad de describir las discontinuidades, de tal manera articuladas que una descripción sea aceptable para todos y por ende, "ante un mismo individuo cada quien podrá hacer la misma des-

cripción" (Foucault 1968), se convierte en un trabajo cotidiano del taxónomo. La descripción, antes vinculada a las características de un patrón ahora son sustituidas por eventos recuperados que nos iluminan en un camino de descendencia a partir de un ancestro común. Este camino transforma a la vida en un continuo, un continuo rescatable a través de su filogenia, pero discernible por breves y en ocasiones casi imperceptibles discontinuidades.

## LA CLASIFICACIÓN.

Una vez observadas estas discontinuidades y reconocidas las particularidades, la consecuencia directa nos conduce al reconocimiento de similitudes y diferencias entre los objetos observados y la natural agrupación de los que comparten ciertos atributos entre sí. Así se integran las clases o grupos clasificatorios que se distribuyen de manera jerárquica en una clasificación. Crowson (1970) lo define de manera muy elegante al considerar a este proceso como el tercer elemento en una triada hegeliana que resuelve las dos antítesis: similitud y diferencia. Sin embargo, esta actividad se remonta a los tiempos de Aristóteles, tan así que, a este sistema natural, denominado así por Aristóteles al reconocer atributos y de colocar los objetos en grupos por compartir un número de caracteres reducido, se le conoce como Clasificación Aristotélica.

Comúnmente reconocemos clasificaciones en casi todos los ámbitos de nuestra vida, el sistema telefónico, la distribución de libros en una biblioteca, los abarrotes en un supermercado, etc. No obstante, la clasificación biológica presenta peculiaridades importantes, entre ellas y quizá la más trascendental es la naturaleza cambiante de los miembros incluidos en cualquier grupo. La clasificación, vista como el simple acto de agrupar objetos individuales en categorías o clases (Mayr 1982), adquiere dimensiones diferentes, no solo por los criterios elegidos para clasificar, o las características para comparar o las unidades a considerar, sino también en el valor que las clasificaciones tienen en el entendimiento del mundo que nos rodea. De esta manera las clasificaciones se conciben como sistemas interactivos que almacenan y recuperan información de naturaleza diversa, por ejemplo: morfológica, fisiológica, ecológica, de distribución y recientemente, filogenética. Por este componente interactivo, uno es capaz de llegar a particularizaciones y explotar la capacidad predictiva del sistema, claro en las ciencias naturales con cierto grado de incertidumbre. La clasificación juega un papel importante en el proceso inductivo de la biología (Crowson 1970).

Debido a la importancia del proceso de clasifica-



ción, como actividad mental innata, tratamos de describir el cómo, de forma clara y de formalizar la conceptualización de ella. Stuessy (1990) menciona de manera general, los estadios por los que ha pasado el proceso para construir una clasificación. La búsqueda de la esencia de los objetos y en este caso, de los seres vivos, parece haber sido el inicio para reconocer y comparar unidades. Esta esencia y la búsqueda de un orden predeterminado en el mundo animó a Platón a desarrollar lo que conocemos como esencialismo. Por su esencia las cosas se reconocen y comunican, es decir descubrir y describir la naturaleza verdadera de las cosas (Hull 1965). Posteriormente y como se mencionó en párrafos anteriores, Aristóteles desarrolló su división lógica que desglosa una parte en subpartes, una clase en subclases; multiplicar este principio forzosamente desemboca en un arreglo jerárquico de las cosas. En la antigüedad, lo que hoy conocemos como género y especie eran categorías lógicas más que ontológicas y no se corresponden con las categorías linneanas que nos han llegado hasta hoy en día (Zachos 2016).

Ya en el siglo XX otras corrientes trataron de explicar el proceso de clasificación; así tenemos la teoría jerárquica, la teoría de conjuntos, la teoría de sistemas categóricos y el reconocimiento de patrones, entre otras (Stuessy 1990). Es importante destacar en este momento, la influencia que ha tenido, en la construcción de clasificaciones, el paradigma henniniano. Hennig postulaba que debería de haber una correspondencia directa entre las relaciones de parentesco y las clasificaciones formales (Hennig 1965, Schuh 2000), pero esto no solamente en el momento de presentarlas como un resultado, sino que las relaciones filogenéticas fueran el elemento causal de ellas.

El resultado es, en su mayoría, un sistema jerárquico que puede ser definido de maneras diversas; aquí he decidido utilizar algunas de estas definiciones para formular una que considero reúne los elementos actuales de su significado, una clasificación debería ser: una hipótesis de agrupamiento de individuos, en unidades particulares (en el caso que nos ocupa seres vivos), que muestra las afinidades, resultado de compartir un ancestro común (parentesco) que hay entre ellas y a su interior.

## EL CARÁCTER.

La construcción de clasificaciones y en particular de las clasificaciones biológicas, depende en su totalidad de las características o caracteres que se pueden observar o extraer de los seres objeto de estudio (el carácter taxonómico). De la elección

cuidadosa de ellos y de los métodos para su evaluación dependerá lo pertinente y adecuado del planteamiento final, de la hipótesis a proponer. Sin embargo, la propia definición de carácter implica un gran problema, tanto desde el punto de vista filosófico, como práctico (Hull 1978). Desde la definición más sencilla como “un atributo definido de un organismo” (Ross 1974) hasta una más compleja como “atributos heredables que poseen variación en un grupo definido y que particularmente muestran congruencia con otros atributos de esta naturaleza” (Schuh 2000), dan por hecho que un carácter taxonómico se revela por sí mismo y puede identificarse *a priori* o por una observación directa y llana. Pero más bien es resultado de la síntesis observacional, de un análisis de la información detectada; por eso, muchas veces un carácter taxonómico propuesto es polémico y sujeto a interpretación. No por esto se convierte en un elemento que no pueda emplearse en la comparación, más bien su definición debe ser lo suficientemente explícita para que el resto de la comunidad científica lo pueda visualizar, comprender, compartir y aplicar. Visto de esta manera, los atributos a emplear en una clasificación son seleccionados como insumos para la propia construcción y entonces el poder predictivo de ella se ve limitado por lo circular del proceso: atributos – construcción – atributos. Otra alternativa, es recuperar la identidad y el valor de los caracteres *a posteriori*, pero ¿cómo lograr esto? Por mucho tiempo ha existido una polémica sobre cuáles caracteres son los más adecuados, los morfológicos (y aquellos relacionados a ello) o los moleculares. Me atrevo a decir que son complementarios, estos últimos -los moleculares- se observan, pero su interpretación está limitada a la posición que guardan los nucleótidos en una secuencia, y aunque estos también pueden ser agrupados en codones o regiones (una manera de clasificar también), consiguen ser empleados para la recuperación de la hipótesis filogenética más cercana a esa realidad que anhelamos. Sobre esta hipótesis, se pueden reconocer los caracteres de otra naturaleza, para rescatar aquellos informativos y que facilitarían la edificación de una clasificación natural. En este tema se han desarrollado discusiones que pretenden incluir la mayor cantidad de información contenida en los observados. La primera, conocida como congruencia taxonómica, persigue lograr un consenso entre los resultados obtenidos por grupos de datos de naturaleza diversa, analizados de manera independiente. Una segunda pondera, no los resultados sino precisamente los insumos base, la congruencia en los caracteres (Kluge 1989).

La tercera utiliza esta congruencia entre caracteres para formular la hipótesis que explique, de la manera más adecuada, la evidencia disponible en esos caracteres; a esto se le conoce como evidencia total (Eernisse & Kluge 1993). Recientemente, en el campo de la biodiversidad, ha surgido la intención de sumar información de disciplinas variadas, para delimitar a nuestros objetos de estudio, integrando perspectivas múltiples y complementarias, la taxonomía integrativa (Dayrat 2005). Paradigmas diferentes para reconocer el valor de los caracteres seleccionados o para repensar una forma alternativa de descubrir estos elementos en el análisis de un conjunto de objetos u organismos.

Un aspecto relacionado a esto es el tema de los estados de carácter, los cuales se reconocen como la variación del carácter reconocido. Esta variabilidad entendida como manifestaciones diferenciales de él son estados discretos en el mismo plano, el horizontal por decirlo de alguna manera. Sin embargo, muchos autores conciben estas manifestaciones como estadios de una transformación histórica. En este último caso los estados de carácter son inexistentes, es el propio carácter el que se transforma y se diversifica en caracteres independientes.

Hasta acá se han presentado dos elementos que conforman la triada de la Nomenclatura: la clasificación y el carácter. El actor faltante son precisamente los resultados de estos dos procesos (la clasificación como el resultado del concurso de caracteres a su vez resultado de la síntesis observacional). En fin, este tercer componente son los nombres que empleamos precisamente para designar estos grupos o en términos jerárquicos, categorías presentes en una clasificación.

## LOS NOMBRES.

Los productos o resultados de una clasificación, utilizando los caracteres provenientes de los organismos, son agrupaciones que conocemos con la denominación de taxón (*taxon*, en latín) o taxones (*taxa*), que son una parte toral de lo que actualmente denominamos Sistemática biológica, me atrevo a mencionar que esta ciencia, no arte como antes se le consideraba, posee dos áreas complementarias de estudio, pero en el ejercicio pueden ser independientes. La primera se fundamenta en la aproximación evolutiva para explicar el mundo vivo y la segunda, es la traducción de esta recuperación de ancestría descendencia en identificadores de los grupos recuperados. Estos identificadores toman la forma de nombres, signos de un lenguaje, en palabras de Umberto Eco (1980) o modos de representación según Foucault (1968), que a su vez son

conceptos y al mismo tiempo modelos. La tarea de identificación, delimitación y descripción de las entidades biológicas es oficio del taxónomo y para ello debería adherirse a alguno de los paradigmas existentes; para ello el taxónomo debe asumir su papel de dador de nombres o acudir a algún taxónomo que conozca los detalles a seguir en esta tarea. Así, el compromiso de los taxónomos parecería estar en dos vertientes, aparentemente contradictorias: Por una parte, la necesidad de asignar un nombre que provea a cada organismo de una identidad y que le brinde estabilidad a lo largo del tiempo, pero al mismo tiempo y sacrificando la estabilidad, los nombres deben de mostrar los cambios de opinión o las diferentes percepciones de sus relaciones de parentesco.

Estos nombres, ontologías en el sentido de Mabee *et al.* (2007), aunque han sido asignados por los taxónomos, son del dominio y uso público. Esto los muda en elementos universales cuya estabilidad debe ser garantizada para la comunicación de resultados y su aplicación en diferentes áreas del conocimiento biológico y no biológico, eso convierte a esta tarea en un ejercicio inter y transdisciplinario (Dahdul *et al.* 2010, Mabee *et al.* 2007;).

Los nombres poseen lo que en nomenclatura se denomina una circunscripción (Pedroche 2019), cuando ésta coincide con las características del organismo en estudio realizamos una identificación, pero es común que esta relación no sea uno a uno. Esto pone en aprietos al biólogo y debe ser resuelto siguiendo los métodos taxonómicos. Muchas de las veces, los que pretenden hacer taxonomía utilizan más una estrategia elusiva que la acción directa de bautizar, lo cual dificulta la construcción de hipótesis que permitan el avance de esta ciencia. En palabras de Paul C. Silva es de mayor relevancia asignar un nombre existente, aunque no sea el adecuado, o en su caso nuevo, que no hacerlo. La primera acción despertará la atención de especialistas que tendrán que enfrentar y en su caso resolver el problema. La segunda acción remite el problema al *oblivion*, al cajón de las "quenopodiales", no la subfamilia del orden Caryophyllales, sino de las "que no puedo" como diría Laura Huerta.

## AGRADECIMIENTOS.

Agradezco la lectura del manuscrito inicial al Dr. A. Sentés y a dos revisores anónimos que con sus comentarios enriquecieron, desde perspectivas diferentes, notablemente su contenido y me incentivaron a visitar y revisar algunas fuentes, de más interesantes.

## REFERENCIAS.

- Bárceñas, R. 2002. Contexto de descubrimiento y contexto de justificación: un problema filosófico en la investigación científica. *Acta Universitaria* 12: 48-57.
- Crowson, R. A. 1970. *Classification and biology*. Transaction Publishers, New Jersey.
- Dahdul, W. M., J. P. Balhoff, J. Engeman, T. Grande, E. J. Hilton, C. Kothari, H. Lapp, J. G. Lundberg, P. E. Midford, T. J. Vision, M. Westerfield & P. M. Mabee. 2010. Evolutionary characters, phenotypes and ontologies: Curating data from the systematic biology literature. *PLoS ONE* 5: e10708-10712.
- Dayrat, B. 2005. Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society* 85: 407-415.
- Eco, U. 1980. *El nombre de la rosa*. Lumen, Barcelona.
- Eernisse, D. J. & A. G. Kluge. 1993. Taxonomic congruence versus total evidence, and amniote phylogeny inferred from fossils, molecules, and morphology. *Molecular biology and evolution* 10: 1170-1195.
- Foucault, M. 1968. *Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas*. Siglo XXI, Buenos Aires.
- Ginzburg, C. 1976. *El queso y los gusanos, el cosmos según un molinero del siglo XVI*. Editorial Océano de México, México.
- Hennig, W. 1965. Phylogenetic systematics. *Annual Review of Entomology* 10: 97-116.
- Hull, D. L. 1965. The effect of essentialism on taxonomy--two thousand years of stasis (I). *The British Journal for the Philosophy of Science* 15: 314-326.
- Hull, D. L. 1978. The principles of biological classification: The use and abuse of Philosophy. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* 1978: 130-153.
- Jacob, F. 2005. *El juego de lo posible*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Kluge, A. G. 1989. A concern for evidence and a phylogenetic hypothesis of relationships among *Epicrates* (Boidae, Serpentes). *Systematic Zoology* 38: 7-25.
- Mabee, P., M. Ashburner, Q. Cronk, G. Gkoutos, M. Haendel, E. Segerdell, C. Mungall & M. Westerfield. 2007. Phenotype ontologies: the bridge between genomics and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 22: 345-350.
- Mayr, E. 1982. *The growth of biological thought: diversity, evolution and inheritance*. Belknap, Harvard.
- Pedroche, F. F. 2019. Circunscripción, rango y posición en la nomenclatura biológica. *Cymbella* 5: 124-127.
- Ross, H. H. 1974. *Biological systematics*. Addison-Wesley. Menlo Park.
- Schuh, R. T. 2000. *Biological systematics. Principles and applications*. Comstock Publishing Ass., Cornell University Press, Ithaca.
- Stuessy, T. F. 1990. *Plant Taxonomy. The systematic evaluation of comparative data*. Columbia University Press, New York.
- Winsor, M. P. 2006a. The creation of the essentialism story: an exercise in metahistory. *History and Philosophy of the Life Sciences* 28: 149-174.
- Winsor, M. P. 2006b. Linnaeus's biology was not essentialist. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 93: 2-8.
- Zachos, F. E. 2016. Species concepts in biology. *Historical development, theoretical foundations and practical relevance*. Springer, Cham.

Sometido: 28.05.2019

Revisado: 23.06.2019

Corregido: 4.12.2019

Aceptado: 7.12.2019

Revisores: 2 revisores anónimos

Julio Adolfo Acosta Calderón

# Caracterización morfológica y molecular del género *Udotea* J.V. Lamouroux (Ulvophyceae, Udoteaceae) de la península de Yucatán, México

## Tesis de Doctorado

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional

Correspondencia: julioseaweed@gmail.com

Se reconocieron 18 taxones del género *Udotea* en el litoral de la península de Yucatán. *Udotea flabellum* mostró la distribución más amplia y alta plasticidad morfológica. La presencia de apéndices laterales en los sifones de la lámina, la forma y disposición de los apéndices laterales de la lámina y el estipe son los principales caracteres morfológicos para delimitar a las especies de *Udotea*. Se distinguen dos grupos morfológicos dentro de *Udotea*: corticadas (con apéndices laterales en la lámina) y ecorticadas (sin apéndices). Los análisis filogenéticos permitieron inferir que el grupo morfológico de las corticadas forman un clado independiente (*Udotea sensu stricto*), mientras que las relaciones filogenéticas dentro de las especies no corticadas asignadas a *Udotea* no se resolvió. La evidencia

molecular obtenida confirma que *Udotea* no es monofilético. Con base en la evidencia morfológica y molecular se sugiere que la presencia de una lámina en la porción terminal de los talos no es el carácter de diagnóstico de *Udotea*, además se propone elevar a *Udotea cyathiformis* var. *flabellifolia* y *Udotea cyathiformis* f. *sublittoralis* a nivel de especie. Los análisis filogenéticos sugieren que las especies no corticadas podrían considerarse como uno o dos géneros distintos a *Udotea sensu stricto*, dentro de la familia Udoteaceae.

*Palabras clave:* algas marinas; filogenia molecular, morfología, nuevas especies, Yucatán.

**Texto completo disponible a solicitud al autor.**

Cynthia Izchell Martell Ortiz

# Composición florística del fitoplancton del Lago de Chalco, Ciudad de México, México

## Tesis de Licenciatura

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

Correspondencia: cynthia.martellby@gmail.com

El Lago de Chalco se encuentra localizado al suroeste de la Ciudad de México, entre las zonas urbanas de Tláhuac (Ciudad de México) y Valle de Chalco (Estado de México). Ha sufrido diversos cambios desde sus inicios como parte de la Cuenca de México, pues durante el siglo XIX se logró su desecación, hasta su reciente reformatión no planificada (1980), por acumulación de agua superficial causada por la operación de catorce pozos del Sistema Mixquic-Santa Catarina, que satisface una parte importante de la demanda de agua de la Ciudad de México. Dada su reciente formación, solo hay dos estudios a nivel de especies relacionados a la ficoflora de este lugar y se han enfocado en diatomeas bentónicas (Caballero- Miranda 1995 y Buendía-Flores 2018). De acuerdo con nuestros resultados, este grupo tiene una escasa representación en el fitoplancton, en tanto que el componente específico se encuentra dominado por Chlorophyta y Cyanoprokaryota.

Este trabajo estuvo financiado por el proyecto PAPIIT IV100215 y se enfocó en el estudio de la composición florística del fitoplancton como un elemento biótico para entender la problemática de la cuenca lacustre, pues a pesar de la intensidad de la alteración urbana, agropecuaria y de subsidencia que recibe, es un ambiente importante porque

constituye un regulador térmico en la zona. Se llevaron a cabo muestreos durante 14 meses no consecutivos, recolectando en tres puntos geoposicionados en la parte de mayor profundidad de la zona pelágica. De acuerdo con el Coeficiente de Variación sabemos que tanto la temperatura como el pH son variables que no presentaron cambios notables durante este estudio. En cambio, los nutrientes y la transparencia fueron variables importantes en relación con las microalgas. Se documentaron de manera gráfica y descriptiva, un total 40 especies, encontrando 4 nuevos registros para el país. Se realizó la búsqueda de la distribución nacional y mundial, de los ambientes y formas de vida en los que crecen las especies observadas y se discute su frecuencia o dominancia en función de los factores monitoreados y la relación con sus posibles afinidades ambientales, especialmente con los registros novedosos observados.

*Palabras clave:* Chlorophyta, Cyanoprokaryota, dominancia, frecuencia, nuevos registros.

**Texto completo disponible en TESIUNAM:**  
<http://132.248.9.195/ptd2019/junio/0790283/Index.html>

Alejandra Mireles Vázquez  
**Aspectos ecológicos de algas metafíticas  
en dos lagos de Tabasco, México**

**Tesis de Maestría en Ciencias (Limnología)**

Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Generalmente las comunidades algales que se estudian son fitoplancton, perifiton o bentos, pero existen otras comunidades que no se han documentado adecuadamente, una de ellas es el metafiton, definido como la comunidad que vive cerca de las plantas ribereñas, sin ser epifiton. Para nuestro estudio se eligieron dos lagos contrastantes, un lago urbano, Las Ilusiones y San José, un lago rural. Se realizaron dos periodos de colecta, en los que se tomaron muestras de dos sitios por cada lago. Las muestras de metafiton se colectaron en la zona litoral, entre crecimientos de macrófitas y se fijaron para su revisión en el laboratorio, en cada sitio se tomaron datos de variables fisicoquímicas e hidroquímicas. Se obtuvieron 160 especies de los grupos Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanoprokaryota, Dinophyta, Heterokontophyta y Euglenophyta, con

100 registros nuevos para el estado de Tabasco. Se hizo un Análisis de Correspondencia Canónica con los datos ambientales y la densidad de individuos por especies que nos indicó algunas relaciones entre las condiciones y la densidad. En el lago San José predominaron especies de Euglenophyta y Bacillariophyta y en Las Ilusiones lo hicieron las Chlorophyta, Cyanoprokaryota y Heterokontophyta. Los datos obtenidos nos indican la existencia de comunidades metafíticas en estos dos lagos de Tabasco.

*Palabras clave: comunidades algales, lagos urbanos, lagos rurales, metafiton, registros nuevos*

**Texto completo accesible en TesiUNAM:**  
<http://132.248.9.195/ptd2019/octubre/0797180/Index.html>

Luis Demetrio Mora Hernández

# An integrative approach to epilithic diatom diversity analysis in tropical streams from the Lerma-Chapala Basin, Central Mexico

Doctoral dissertation

Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin  
Königin-Luise-Straße 6-8, 14195 Berlin, Germany

Correspondencia: demetriomora@gmail.com

In most of the diatom studies of Mexican freshwaters, there seems to be low species diversity and high cosmopolitanism, contrary to what would be expected of a megadiverse country. This can be mainly because of 1) force-fitting identifications based on monographs from temperate regions and 2) the lone use of light microscopy for identifications, which not always differentiates between closely related species. In order to contribute to a better assessment of the diatom diversity of the country and to set an identification baseline for future bioindication studies with diatoms, this dissertation presents an integrative analysis (morphological, ecological, molecular and phylogenetic) to the diversity of epilithic diatoms in several streams from the Lerma-Chapala Basin, Central Mexico.

The morphological evaluation resulted in 274 infrageneric taxa, including the description of two new species, *Brachysira altepetlensis* and *Sellaphora queretana*. The ecological analysis revealed that community composition was mainly driven by the ionic composition of the water, with indicator taxa identified for the varying conditions in pH, conductivity and nutrients.

Under the premise that diatom identifications at species level in environmental DNA (eDNA) metabarcoding studies rely heavily on the completeness of barcode reference libraries, a regional barcode reference library was assembled based on diatom clonal cultivation. The eDNA metabarcoding approach tested here, which integrates

molecular and tree-based phylogenetic methods based on the 18S V4 rRNA gene, revealed a larger diversity than the diversity recorded by morphological analysis. One quarter of the taxa assigned to species level in the eDNA metabarcoding approach was only possible due to the barcode reference library assembled for this study, supporting the aforementioned premise. Regional barcode reference libraries increase the success of species level identifications, particularly in poorly studied regions such as the tropics, whose species are poorly represented in INSDC (International Nucleotide Sequence Database Collaboration) databases. By comparing the diversity retrieved by morphology and eDNA metabarcoding, it was found that neither morphology nor eDNA metabarcoding were a better method than the other in recording the entire diversity, but they were rather complementary. Clonal cultivation of diatoms revealed a concealed diversity neither detected by morphology nor by eDNA metabarcoding, suggesting cultivation as a further method to unravel species diversity from environmental samples. The relative abundances recorded by morphology (diatom valves) and eDNA metabarcoding (sequence reads) showed large disparities, even after the application of correction factors. This suggests that further methodological improvements are needed in order to establish eDNA metabarcoding as a standard method for bioindication. Furthermore, the results presented here

support the retrieval of DNA reference barcodes from High-Throughput Sequencing data. Overall, this dissertation highlights the importance of integrative studies to better assess the diatom diversity in this biodiversity rich but environmentally threatened region of Mexico.

*Keywords: epilithon, DNA barcoding, eDNA metabarcoding, barcode reference libraries, 18S V4 rRNA gene, High-Throughput Sequencing, Lerma-Chapala Basin, Central Mexico.*

**Texto completo disponible en: Refubium, the institutional repository of the University Library of Freie Universität Berlin: <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/23033>**



María de los Ángeles Taboada

# Estudio de la Ficoflora como Bioindicadora del Estado Ecológico en Sistemas Lóticos de Tucumán. Evaluación del Impacto Antrópico

Tesis de Doctorado

Instituto de Ficología - Área Botánica de la Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán.

Tucumán, Argentina. CP: 4000.

Correspondencia: mtaboada@lillo.org.ar

En este trabajo se evaluó el estado ecológico de dos sistemas lóticos de Tucumán: arroyos Calimayo (sitios: S1C-S2C-S3C) y Mista (sitios: S1M-S2M-S3M), mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de los cambios estructurales, espaciales, temporales y funcionales de la ficoflora en relación a disturbios antrópicos para determinar su tolerancia y/o sensibilidad como bioindicadora de contaminación. Los muestreos bióticos y abióticos fueron estacionales durante el periodo 2012-2014. Se analizaron dos taxocenosis algales: fitoplancton y epilíton, y diversas variables físicas, químicas y bacteriológicas. El agua del arroyo Calimayo se caracterizó en S1C como bicarbonatada-calcica, mientras que S2C y S3C fueron cloruradas-sódicas, en el Mista se clasificó como clorurada-sulfatada-sódica. En general los sitios 1 de ambos sistemas estuvieron bien oxigenados, con bajos valores de  $DBO_5$ , pH alcalino, conductividad de media a excesiva, menores concentraciones de coliformes totales y elevados registros de riqueza, densidad y biomasa fitoplanctónica y epilítica. Los sitios ubicados después de la descarga de efluentes presentaron condiciones de anoxia, altos registros de  $DBO_5$ , conductividad eléctrica y bacterias coliformes y las condiciones de la ficoflora fue variable. La riqueza total fue de 257 especies, el fitoplancton tuvo el mayor número de taxones exclusivos con 98 y el epilíton con 27. En la taxocenosis epilítica se obtuvieron los máximos registros de densidad y biomasa algal. Las diatomeas sobresalieron tanto en riqueza y abundancia, lo que se debería a su gran radiación adaptativa y

versatilidad para habitar una gran variedad de ambientes diferentes. En el arroyo Mista se destacó la presencia de varios taxones con preferencias por hábitats salobres, lo que estaría relacionado con la litología por la cual discurre este sistema. En el epilíton se presentó la mayor diversidad y equidad, en relación al fitoplancton. El índice de Kothé demostró un déficit de especies de hasta un 84% en la taxocenosis fitoplanctónica del arroyo Calimayo. La saprobicidad fue de tipo oligo- $\beta$ -mesosapróbica en el S1C y S1M, con una calidad del agua de aceptable a buena, mientras que en S2M y S3M se caracterizó al agua como  $\beta$ -mesosapróbica con una mayor degradación y en S2C-S3C fueron  $\alpha$ -polisapróbicas con una contaminación muy fuerte denotando un estado ecológico con alto grado de deterioro. Esta contribución permitió comparar la eficiencia de distintos índices bióticos, resultando el índice de diatomeas pampeano modificado más sensible y eficaz en la determinación de la calidad del agua, resaltando una vez más la importancia de la implementación de índices regionales. Así como también es necesario destacar la necesidad de trabajar conjuntamente con variables bióticas y abióticas de los cursos fluviales. En base a los diversos análisis se detectaron dos patrones de variación: uno espacial asociado a la acción antropogénica y otro temporal relacionado con las fluctuaciones estacionales y cambios hidrológicos de los arroyos. Ambos patrones interactuaron determinando el estado de esos sistemas lóticos. Considerando lo antes expuesto se puede concluir que los sitios del

arroyo Calimayo ubicados aguas abajo presentaron durante todo el periodo analizado, un mayor grado de deterioro, perturbación y mala calidad que los correspondientes al arroyo Mista. Esta tesis resulta de relevancia al incrementar el conocimiento taxo-

nómico de la ficoflora con 23 nuevas citas para el país, 27 para la región del NOA y 32 para Tucumán.

*Palabras claves: Bioindicación, Ficoflora, NOA, Tucumán*

**Texto completo disponible a solicitud a la autora.**

# DIRECTORIO

## COMITÉ EJECUTIVO NACIONAL

Sociedad Mexicana de Ficología  
Mesa Directiva 2017-2019

### **Dra. Elisa Serviere Zaragoza**

Presidenta  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.  
(CIBNOR)  
La Paz, BCS  
serviere04@cibnor.mx

### **Dra. Alejandra Piñon Gimete**

Secretaria General  
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICI-  
MAR-IPN)  
La Paz, BCS  
ale\_pinion@hotmail.com

### **Dr. José Zertuche González**

Secretario Académico  
Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO-UABC)  
Ensenada, BC  
zertuche@uabc.edu.mx

### **Dra. Lourdes Morquecho Escamilla**

Secretaria Administrativa  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste  
(CIBNOR)  
La Paz, BCS  
lamorquecho@cibnor.mx

### **Dr. Daniel Robledo Ramírez**

Secretario de Difusión y Extensión  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados  
(CINVESTAV-IPN)  
Mérida, Yucatán  
daniel.robledo@cinvestav.mx

## Delegados Regionales:

### NORTE

#### **Dr. Juan Manuel López Vivas**

Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)  
La Paz, BCS  
jmlopez@uabcs.mx

### CENTRO

#### **Dr. Enrique Arturo Cantoral Uriza**

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

### SUR

#### **Dra. Ileana Ortegón Aznar**

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

### OCCIDENTE

#### **Dr. Edgar Francisco Rosas Alquicira**

Universidad del Mar (UMAR)  
Puerto Ángel, Oaxaca  
erosas@angel.umar.mx

### ORIENTE

#### **Dra. Eugenia J. Olguín Palacios**

Instituto de Ecología (INECOL)  
Xalapa, Veracruz  
eugenia.olguin@inecol.mx

## CRÉDITO DE FOTO DE LA PORTADA

*Cryptonemia angustata* (Setchell & N.L. Gardner) E.Y. Dawson.  
Material de herbario del Pacífico mexicano (UAMIZ-50)  
Foto tomada de Rosas *et al.* (este número)