

ARTÍCULO

Nuevos registros y lista actualizada de las algas pardas (Phaeophyceae) del litoral de Michoacán, México

New records and updated list of brown algae (Phaeophyceae) from the coast of Michoacán, Mexico

Ángela Catalina Mendoza-González^{1*}, Luz Elena Mateo-Cid¹, María del Rosario Ortega-Murillo², Leslie Zurita-Valencia², Juan Diego Sánchez-Heredia² y Cynthia Mariana Hernández-Casas¹

¹Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Carpio y Plan de Ayala s/n, Colonia Santo Tomás, 11340 Ciudad de México, México

²Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gral. Francisco J. Múgica s/n, Ciudad Universitaria, 58030 Morelia, Michoacán, México

*Autor correspondiente: am7124@gmail.com

Abstract. Brown algae (Phaeophyceae) recorded in the literature and specimens at herbaria from the littoral of Michoacán were extensively reviewed. Additionally, these data were supplemented with samplings in 11 localities from 2006 to 2014. A total of 52 infrageneric taxa of brown algae (49 species and 3 varieties) were determined; from these, 27 were new records for Michoacán, being *Streblonema anomalum* and *Ectocarpus taoniae* new records for the Pacific coast of Mexico. The highest number of species was recorded for La Majahuita (27), while the lowest number of taxa was in San Telmo (2). The family Dictyotaceae was the best represented (15 taxa), followed by Chordariaceae and Ectocarpaceae (5 each one). From the previous 25 records in this area, the presence of 12 taxa was confirmed, so the number of Phaeophyceae from this coast increased to 52 taxa. The floristic list is accompanied by data of presence, seasonality, reproduction, habitat and bibliographic references. Species diversity was compared between the dry and rainy seasons during 2006 to 2014, the greatest diversity was found during the dry season. The coast of Michoacán has the highest specific richness of Phaeophyceae when comparing to Nayarit, Colima, Jalisco, Guerrero, Oaxaca and Chiapas.

Key words: Phaeophyceae; inventory, seasonality, species richness

Resumen. Se realizó una investigación bibliográfica y de herbario de Phaeophyceae citada para el litoral de Michoacán, México. Se añadieron datos obtenidos de muestreos realizados en 11 localidades de 2006 a 2014, con el objetivo de contribuir al conocimiento de las Phaeophyceae de la región. Se determinaron 52 taxones (49 especies y 3 variedades), 27 son nuevos registros para Michoacán, se citan por primera vez: *Streblonema anomalum* y *Ectocarpus taoniae* para la costa del Pacífico de México. El número más alto de taxones se registró en La Majahuita (27) y el más bajo en San Telmo (2). Las familias mejor representadas fueron Dictyotaceae (15 taxones) seguidas por Chordariaceae y Ectocarpaceae (5 cada una). De 25 especies registradas en la bibliografía, se corroboró la presencia de 12. Con los nuevos registros el número de feofíceas se incrementó a 52 taxones. La lista florística se acompaña con datos de presencia, estacionalidad, estado fenológico, hábitat y referencias bibliográficas. Se comparó la riqueza específica entre las estaciones climáticas de lluvias y de secas durante el periodo de estudio, encontrándose el número más alto de taxones en la época de secas. El litoral de Michoacán tiene la riqueza específica más alta de Phaeophyceae, al compararse con Nayarit, Colima, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Palabras clave: Phaeophyceae, inventario, estacionalidad, riqueza específica

INTRODUCCIÓN

Los primeros registros de algas pardas de la costa de Michoacán corresponden a 3 especies de *Padina* Adanson, registradas para Las Peñas y Caleta de Campos, en el trabajo de Chávez-Barrera (1980). Fue hasta 1990, cuando Dreckmann *et al.* (1990) presentaron una lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán, donde se registraron 68 especies, 12 de las cuales pertenecen a Phaeophyceae. Posteriormente, Stout & Dreckmann (1993), identificaron 68 especies de macroalgas en el faro de Bucierias: 15 de las cuales eran Phaeophyceae. León-Tejera *et al.* (1993) ubicaron 23

Phaeophyceae, 9 de las cuales fueron registros para Caleta de Campos. Por otro lado, en los estudios de Mendoza-González *et al.* (2000) de la familia Sphacelariaceae en México y el de Ávila-Ortiz & Pedroche (2005), del género *Padina* en la región tropical del Pacífico de México, se registran varias especies en algunas localidades del litoral de Michoacán. Finalmente, en el catálogo de Pedroche *et al.* (2008), se enlistan 24 especies de Phaeophyceae en la costa de Michoacán. Hasta el momento, no existe para el litoral de Michoacán un estudio enfocado exclusivamente en las algas pardas.

Las algas pardas (Phaeophyceae) representan un componente importante de las zonas rocosas litorales y sublitorales en los ecosistemas templados y tropicales (León-Álvarez & González-González 1993, La Barre *et al.* 2010). Son productores primarios, y proveen refugio y alimento a numerosos invertebrados (Mendoza-González *et al.* 2018). En los trabajos mencionados anteriormente se registran 25 taxones de Phaeophyceae para el litoral de Michoacán (Pedroche *et al.* 2008). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue contribuir y actualizar el conocimiento taxonómico de las algas pardas que habitan la costa de Michoacán, México con el fin de reportar y describir algunos nuevos registros de Phaeophyceae para la zona de litoral de Michoacán, así como proporcionar datos de su distribución, hábitat y reproducción durante las temporadas climáticas de lluvias y secas, además de observar y describir la variación estacional de la riqueza específica y la fenología reproductiva de las Phaeophyceae.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La costa de Michoacán (20°23'27"N-17°53'57"N; 100°03'32"O-103°44'49"O), es una angosta franja entre el océano Pacífico y la Sierra Madre del Sur, que se extiende de sureste a noroeste entre la Boca de San Francisco en la Barra de Zacatula y la Boca de Apiza, en la desembocadura del río Coahuayana (límite del estado de Colima). La costa

michoacana termina a la mitad del canal de la Barra de San Francisco, boca del río Balsas en los límites del Michoacán y Guerrero (Brand 2013) y está formada por varios acantilados marinos de rocas metamórficas e ígneas, bahías, puntas y escotaduras. Las planicies costeras son en su mayoría estrechas, excepto aquellas que se localizan enseguida de la desembocadura del río Balsas y las que forman el valle de Coahuayana. El litoral michoacano tiene una gran cantidad de ríos y arroyos, así como lagunas y esteros (Brand 2013). El clima es del tipo Tropical subhúmedo con lluvias en verano, las cuales se extienden hasta octubre (García 1983), la temperatura anual es de 26 °C. La cubierta vegetal está constituida por bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, manglar, dunas costeras y palmar (Brand 2013). La estación de lluvias se presenta de junio a octubre y la de secas de noviembre a mayo. El régimen de mareas es micromareal mixto (Mendoza-González *et al.* 2018). El material ficológico se obtuvo de 15 muestreos; 4 de ellos en la temporada climática de lluvias [mayo (2006, 2008, 2014); agosto (2013); septiembre (2009)] y 11 en la de secas [marzo de (2007, 2008, 2010); abril (2009); noviembre (2010); diciembre (2006, 2008, 2009, 2012)], en 11 localidades del litoral de Michoacán. En la Tabla 1 se detallan los 11 sitios de muestreo con sus coordenadas geográficas (GPS), fisiografía, exposición al oleaje, sustrato, profundidad y fecha de recolección y en la Figura 1 se muestra la distribución de las localidades en la costa de Michoacán, México.

Tabla 1. Caracterización de las localidades de muestreo de algas pardas en el litoral de Michoacán, México / Characterization of sampling sites of brown algae on the coast of Michoacán, México

Localidades	Coordenadas GPS	Fisiografía	Exposición al oleaje	Sustrato	Profundidad	Fecha de recolección
San Telmo	18°37'29"N 103°41'06"O	Arenosa con acantilados, agregados rocosos	Expuesto	Rocoso	0-1 m	12/2009
San Juan de Alima	18°34'59"N 103°40'28"O	Arenosa con agregados rocosos	Expuesto	Rocoso	0-1 m	12/2012, 08/2013
El Zapote de Madero-La Mesa	18°23'10"N 103°31'35"O	Arenosa con plataformas rocosas y agregados de rocas	Expuesto y protegido	Rocoso con pozas intermareales	0-1 m	03, 05/2006, 03, 06/2007, 09, 12/2008, 12/2009, 03/2010, 08, 12/2012, 08/2013
La Majahuita	18°2'413"N 103°31'39"O	Rocosa con plataforma de marea	Expuesto y protegido	Rocoso con pozas intermareales con canales de corriente	0-1 m	01, 03, 09/2008, 04/2009, 03/2010, 12/2012
Maruata-El Faro	18°16'18"N 103°21'20"O	Arenosa con acantilados, agregados rocosos	Expuesto	Rocoso	0-2 m	08/2013, 12/2012
Carrizalillo	18°03'33"N 102.42'11"O	Arenosa con agregados rocosos	Expuesto	Rocoso con pozas	0-1 m	01, 04/2009, 03/2010
Caleta de Campos	18°04'26"N 102°45'23"O	Arenosa con acantilados, agregados rocosos	Expuesto	Rocoso, acantilados	0-1 m	04/2009, 12/2012
Caletilla	18°03'01"N 102°38'58"O	Arenosa con plataformas rocosas y agregados de rocas	Expuesto y protegido	Rocoso con pozas intermareales	0-1 m	12/2006, 03/2007, 03/2008, 04/2009, 03/2010,
La Saladita	18°03'06"N 102°37'35"O	Arenosa con agregados rocosos	Expuesto	Rocoso con pozas intermareales	0-1 m	03/2007, 12/2008, 04/2009
Tres Palmas-Playa Rangel	18°01'14"N 102°30'06"O	Arenosa con agregados rocosos	Expuesto	Rocoso con pozas intermareales	0-1 m	05/2008, 08/2013, 05/2014
Las Peñas	18°01'14"N 102°30'6"O	Arenosa con acantilados, agregados rocosos	Expuesto	Rocoso con pozas intermareales	0-1 m	12/2008, 04, 12/2009, 03/2010

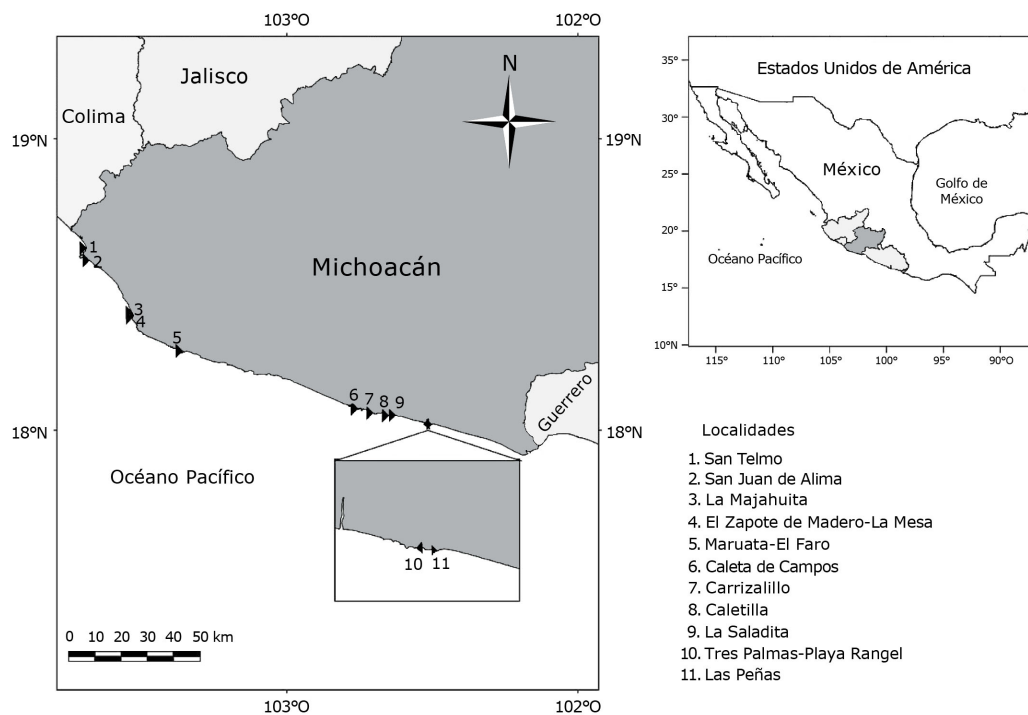


Figura 1. Mapa del área de estudio y las localidades de muestreo (1-11) en el litoral de Michoacán, México / Map of the study area and sampling localities (1-11) on the coast of Michoacán, Mexico

RECOLECCIÓN DE MATERIAL FICOLÓGICO

Las algas se recolectaron manualmente en el nivel intermareal con espátulas, y se fijaron en formaldehído al 5% en agua de mar. Las recolectas se realizaron en segmentos de playa de alrededor de 500-1.500 m de extensión. El material fue determinado, herborizado y depositado en el herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-ENCB (Thiers 2017). Se hicieron cortes de los talos con navajas de doble filo para diferenciar estructuras reproductivas y vegetativas. Para la observación de las algas se utilizó un microscopio binocular Olympus® CX31RBSF, con cámara digital integrada. La determinación de las Phaeophyceae se hizo usando los trabajos de Setchell & Gardner (1924), Taylor (1945, 1960), Fletcher (1987), Schneider & Searles (1991) y Norris (2010).

La secuencia taxonómica de la lista florística sigue el orden propuesto por Wynne (2017). La actualización nomenclatural se basó en Wynne (2017) y Guiry & Guiry (2019). Cada especie se acompañó con datos sobre distribución en el área de estudio, estacionalidad, estado reproductivo, hábitat, epifitismo y número de herbario o de recolección.

RESULTADOS

Las localidades de estudio establecidas en el litoral de Michoacán tienen sustrato predominantemente rocoso y 31 de las 41 especies de algas pardas ubicadas en este estudio habitaban en plataformas rocosas, pozas de marea, sobre guijarros, cantos rodados, zonas de acantilados y canales de corriente. Mientras que 12 de ellas son epífitas, y de estas, 6 se ubicaron tanto en sustrato rocoso como epífitas (Tabla 2). La mayor parte de las especies ubicadas en este estudio tienen distribución en mares tropicales del océano Pacífico, Atlántico e Índico. Como se indica en la Tabla 2, la mayoría de las especies se ubicó en aquellas localidades con sustrato rocoso como plataformas, pozas y canales de corriente.

Tabla 2. Algas pardas (Phaeophyceae) del litoral de Michoacán, México. La explicación de los símbolos está al final de la tabla / Brown algae (Phaeophyceae) from the coast of Michoacán. The explanation of the symbols is at the end of the table

Especies	Localidades	Est.	Reproducción	Habitat	OBS.	Referencias	Número Herbario ENCB
OCHROPHYTA							
Phaeophyceae							
Dictyotales							
Dictyotaceae							
1. <i>Dictyopteris delicatula</i> J.V.Lamouroux	7	S	Ve	R, Epi	NRM	A	25097
2. <i>Dictyota bartayresiana</i> J.V.Lamouroux	3, 4	Ll S	Esp	R, Epi		A, C, D, G	21159 24072 24436
3. <i>D. conrescens</i> W.R.Taylor	2	S	Esp	R		A, E, G	25098
4. <i>D. crenulata</i> J.Agardh	3, 4, 8, 10, 11	Ll S	Esp Oo An	R, Pm	NRM	A	21146 21155 21156 21180 21186 22626 24073
5. <i>D. dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux						E, G	
6. <i>D. dichotoma</i> var. <i>intricata</i> (C.Agardh) Greville	7, 8	S	Ve	R, Pm	NRM	A	19622 25096
7. <i>D. friabilis</i> Setchell	4, 8	S	Ve	R, Pm	NRM	A	21140 22629
8. <i>D. implexa</i> (Desfontaines) J.V.Lamouroux						E, G	
9. <i>D. pinnata</i> (E.Y. Dawson) I.Hörnig, R.Schnetter & Prud'homme van Reine						E, G	
10. <i>D. vivesii</i> M.Howe	10	S	Ve	R		A, D	21128
11. <i>Lobophora variegata</i> (J.V. Lamouroux) Womersley ex E.C.Oliveira	8	S	Ve	R		A, D, G	25100
12. <i>Padina conrescens</i> Thivy						D, G	
13. <i>P. crispata</i> Thivy	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11	Ll S	Esp Og	R		A, B, C, G	21135 21143 21148 21149 21185 21186 21187 22627
14. <i>P. durvillei</i> Bory	2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10	Ll S	Esp Og	R, Pm		A, B, C, G	21144 21145 21160 21172 21189 21190 24074 24075 24626 24082
15. <i>P. mexicana</i> E.Y.Dawson	4	Ll	Esp	R	NRM	A	24082
16. <i>P. mexicana</i> var. <i>erecta</i> Ávila-Ortiz	3, 4, 7	S	Esp Og	R	NRM	A	21136 21164 21165 21174 24083 24084 24085
17. <i>P. ramonribae</i> Ávila-Ortiz, Pedroche & Díaz-Martínez	3	S	Esp	R	NRM	A	24085
18. <i>Spatoglossum lanceolatum</i> E.Y.Dawson	4	S	Og	R	NRM	A	21153
19. <i>S. subflabellatum</i> E.Y.Dawson	3, 4	S	Esp	R	NRM	A	24086
20. <i>Zonaria farlowii</i> Setchell & N.L.Gardner						E	

Localidades: 1. San Telmo, 2. San Juan de Alima, 3. La Majahuita, 4. El Zapote de Madero-La Mesa, 5. Maruata-El Faro, 6. Caleta de Campos, 7. Carrizalillo, 8. Caletilla, 9. La Saladita, 10. Tres Palmas-Playa Rangel, 11. Las Peñas. **Est.** (Estacionalidad): Ll= Lluvias (Mayo de 2006, 2008, 2014; Agosto 2013; Septiembre 2009), S= Secas (Marzo de 2007, 2008, 2010; Abril 2009; Noviembre 2010; Diciembre de 2006, 2008, 2009; 2012). **Reproducción:** Og= Oogonios; An= Anteridios; Esp= Esporangios; Ug= Unangios; Plu= Plurangios; Pp= Propágulos; Ve= Vegetativo. **Habitat:** R= Rocoso; Pm= Pozas intermareales; Epi= Epífito. **Obs.** (Observaciones): NRM= Nuevo registro para Michoacán; NRP= Nuevo registro para la costa del Pacífico de México. **Referencias:** A) Este estudio, B) Chávez-Barrera (1980); C) Dreckmann *et al.* (1990); D) León-Tejera *et al.* (1993); E) Stout & Dreckmann (1993); F) León-Álvarez & González-González (1993); G) Pedroche *et al.* (2008)

Tabla 2. Continuación / Continued

Especies	Localidades	Est.	Reproducción	Habitat	OBS.	Referencias	Número Herbario ENCB
Ectocarpales							
Acinetosporaceae							
21. <i>Feldmannia indica</i> (Sonder) Womersley & A.Bailey						C, E, G	
22. <i>F. irregularis</i> (Kützinger) Hamel	3, 5, 8	LI S	Plu	R, Epi	NRM	A	21161 24004 24128 24129
23. <i>F. mitchelliae</i> (Harvey) H.-S.Kim	6, 7, 9	LI S	Plu	R, Epi		A, E, G	21129 21168 23842
24. <i>F. simplex</i> (P. Crouan & H.Crouan) Hamel	3	S	Plu	Epi	NRM	A	21135 21148
25. <i>Hinckesia sandriana</i> (Zanardini) P.C.Silva						C, E, G	
26. <i>H. saundersii</i> (Setchell & N.L.Gardner) P.C.Silva						D, E, G	
Chordariaceae							
27. <i>Componema intricatum</i> Setchell & N.L.Gardner	3, 4	S	Plu	Epi	NRM	A	21121 21121
28. <i>C. serpens</i> Setchell & N.L.Gardner	3, 4, 6	LI S	Plu	Epi	NRM	A	21177 21169 24435
29. <i>Hecatonema streblonematoides</i> (Setchell & N.L.Gardner) Loiseaux	3, 4, 5, 9	LI S	Plu	Epi	NRM	A	23948 23953 24031 24031 24089 24079
30. <i>Kuetzingiella elachistaeformis</i> (Heydrich) M.Balakrishnan & Kinkar	3	LI S	Plu	Epi	NRM	A	
31. <i>Streblonema anomalum</i> Setchell & N.L.Gardner	5	LI	Plu	Epi	NRP	A	
Ectocarpaceae							
32. <i>Ectocarpus commensalis</i> Setchell & N.L.Gardner	9, 11	S	Plu	Epi	NRM	A	21124 21142
33. <i>E. gonodioides</i> Setchell & N.L.Gardner	3, 4	S	Plu	Epi	NRM	A	23877 24060 24061
34. <i>E. siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye	3, 5, 6, 9, 11	LI, S	Plu	R, Epi	NRM	A	23884 23924 23925 24087 24626
35. <i>E. siliculosus</i> var. <i>Dasyacarpus</i> (Kuckuck) Gallardo	3, 4	S	Plu	R		A, D, G	24085 24088
36. <i>E. taoniae</i> Setchell & N.L.Gardner	2, 3	S	Plu	Epi	NRP	A	21187
Scytosiphonaceae							
37. <i>Chnoospora minima</i> (Hering) Papenfuss	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11	LI S	Ve	R		A, C, E, G	21170 21171 24132 24133 24134 24135 24136 24137 24140 24141
38. <i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier	3, 4	S	Ug	R	NRM	A	21141
39. <i>Hapterophycus anastomosans</i> E.Y.Dawson	3	S	Ve	R	NRM	A	21156
40. <i>Rosenvingea intricata</i> (J.Agardh) Børgesen	10	S	Ug	R	NRM	A	21173

Localidades: 1. San Telmo, 2. San Juan de Alima, 3. La Majahuíta, 4. El Zapote de Madero-La Mesa, 5. Maruata-El Faro, 6. Caleta de Campos, 7. Carrizalillo, 8. Caletilla, 9. La Saladita, 10. Tres Palmas-Playa Rangel, 11. Las Peñas. **Est.** (Estacionalidad): LI= Lluvias (Mayo de 2006, 2008, 2014; Agosto 2013; Septiembre 2009), S= Secas (Marzo de 2007, 2008, 2010; Abril 2009; Noviembre 2010; Diciembre de 2006, 2008, 2009; 2012). **Reproducción:** Og= Oogonios; An= Anteridios; Esp= Esporangios; Ug= Unangios; Plu= Plurangios; Pp= Propágulos; Ve= Vegetativo. **Habitat:** R= Rocoso; Pm= Pozas intermareales; Epi= Epífito. **Obs.** (Observaciones): NRM= Nuevo registro para Michoacán; NRP= Nuevo registro para la costa del Pacífico de México. **Referencias:** A) Este estudio, B) Chávez-Barrera (1980); C) Dreckmann *et al.* (1990); D) León-Tejera *et al.* (1993); E) Stout & Dreckmann (1993); F) León-Álvarez & González-González (1993); G) Pedroche *et al.* (2008)

Tabla 2. Continuación / Continued

Especies	Localidades	Est.	Reproducción	Habitat	OBS.	Referencias	Número Herbario ENCB
Scytothamnales							
Asteronemataceae							
41. <i>Asteronema breviarticulatum</i> (J.Agardh) Ouriques & Bouzon	2, 3	Ll	Plu	R		D, E, G	21179 24005
Bachelotiaceae							
42. <i>Bachelotia antillarum</i> (Grunow) Gerloff	3, 4, 5	Ll S	Plu	R, Epi	NRM	A	24006 24007 24008
Sphacelariales							
Lithodermataceae							
43. <i>Pseudolithoderma nigrum</i> Hollenberg						F, G	
Sphacelariaceae							
44. <i>Sphacelaria novae-hollandiae</i> Sonder	3, 4, 10	Ll S	Pp	R	NRM	A	21130 24144
45. <i>S. rigidula</i> Kützing	2, 3, 4	Ll S	Pp	Epi		A, G	21182 21184 24628
46. <i>S. tribuloides</i> Meneghini	9	S	Pp	R	NRM	A	25101
Ralfsiales							
Hapalospongiaceae							
47. <i>Hapalospongidion gelatinosum</i> De A.Saunders						D, G	
Neoralfsiaceae							
48. <i>Neoralfsia hancockii</i> (E.Y.Dawson) D.León-Álvarez & M.L.Núñez-Reséndiz	3, 4, 5, 6	S	Ug	R		A, C, F, G	21126 23936 23937 24707
Ralfsiaceae							
49. <i>Ralfsia confusa</i> Hollenberg	8	S	Ug	R		A, C, F, G	18783
50. <i>R. pacifica</i> Hollenberg						F, G	
Fucales							
Sargassaceae							
51. <i>Sargassum howellii</i> Setchell	3, 4, 8	Ll S	Og An	R	NRM	A	21123 21178 22632 24126 24127 24128 24129
52. <i>S. liebmannii</i> J.Agardh	3, 4, 5, 8	Ll S	Og An	R		A, C, D, G	21119 21120 21121 21177 24130

Localidades: 1. San Telmo, 2. San Juan de Alima, 3. La Majahuita, 4. El Zapote de Madero-La Mesa, 5. Maruata-El Faro, 6. Caleta de Campos, 7. Carrizalillo, 8. Caletilla, 9. La Saladita, 10. Tres Palmas-Playa Rangel, 11. Las Peñas. **Est.** (Estacionalidad): Ll= Lluvias (Mayo de 2006, 2008, 2014; Agosto 2013; Septiembre 2009), S= Secas (Marzo de 2007, 2008, 2010; Abril 2009; Noviembre 2010; Diciembre de 2006, 2008, 2009; 2012). **Reproducción:** Og= Oogonios; An= Anteridios; Esp= Esporangios; Ug= Unangios; Plu= Plurangios; Pp= Propágulos; Ve= Vegetativo. **Habitat:** R= Rocoso; Pm= Pozas intermareales; Epi= Epífito. **Obs.** (Observaciones): NRM= Nuevo registro para Michoacán; NRP= Nuevo registro para la costa del Pacífico de México. **Referencias:** A) Este estudio, B) Chávez-Barrera (1980); C) Dreckmann *et al.* (1990); D) León-Tejera *et al.* (1993); E) Stout & Dreckmann (1993); F) León-Álvarez & González-González (1993); G) Pedroche *et al.* (2008)

RIQUEZA TAXONÓMICA

En la costa de Michoacán, un total de 41 especies de algas pardas fueron determinadas. Estas especies estuvieron distribuidas en 6 órdenes, 11 familias y 19 géneros (Tabla 2). Los géneros con mayor riqueza específica fueron *Dictyota* J.V.Lamouroux, *Ectocarpus* Lyngbye y *Padina* Adanson con 5 especies cada uno. Entre los géneros monoespecíficos se encontraron: *Asteronema* Delépine & Asensi, *Bachelotia* (Bornet) Kuckuck ex Hamel, *Chnoospora* J.Agardh, *Colpomenia* (Endlicher) Derbès & Solier, *Hapterophycus* Setchell & N.L.Gardner y *Neoralfsia* P.-E.Lim & H.Kawai.

Las familias mejor representadas de acuerdo con el número de taxa fueron Dictyotaceae (15 especies), siguen en importancia Ectocarpaceae y Chordariaceae (5 especies cada una) y Scytosiphonaceae (4 especies). Además, se ubicaron especies de Sphacelariaceae y Sargassaceae representadas por 2 o 3 especies. En la Tabla 2 se indica el detalle de las especies encontradas en este estudio.

RIQUEZA ESPECÍFICA

Los valores de riqueza específica total oscilaron desde un máximo de 27 especies en La Majahuita, hasta un mínimo de 2 en San Telmo. El mayor número de especies se registró en localidades con plataformas y zonas rocosas expuestas en donde se forman pozas y canales de corriente como en La Majahuita (27), Zapote de Madero-La Mesa (21), Caletilla (11) y La Saladita (8). En estos sitios se ubicaron especies de las familias Dictyotaceae, Chordariaceae, Ectocarpaceae y Sphacelariaceae. Las especies con la distribución más amplia en el área de estudio fueron *Padina crispata*, *Padina durvillei* y *Chnoospora minima*, encontradas en 10, 8 y 9 localidades de muestreo, respectivamente. *Dictyota crenulata* se ubicó en 6 localidades, *Ectocarpus siliculosus* en 5 y finalmente *Sargassum liebmannii* en 4.

Del total de las especies determinadas, 38 se ubicaron en la estación climática de secas, incremento atribuido a los representantes del orden Dictyotales y Ectocarpales, en contraste con la época de lluvias con 19 especies.

DESCRIPCIONES DE ALGUNOS NUEVOS REGISTROS

Streblonema anomalum Setchell & N.L.Gardner (Fig. 2a, b, c, d)

Talos microscópicos, parcialmente endófitos confluentes, con porciones basales que penetran en el hospedero, moderada e irregularmente ramificados, con células de 7-9 μm y 8-14 μm longitud. Filamentos erguidos de 200-300 μm de alto, simples, cilíndricos, ápices redondeados, en ocasiones las células de los filamentos se dividen y entonces los filamentos se observan polisifónicos de 15-18 μm de diámetro. Células de 8-10 μm de diámetro y 7,5-15 μm de longitud, con un plasto parietal.

Reproducción: Plurangios elipsoidales u ovoides de 16-20 μm de diámetro y 40-56 μm de longitud, sésiles o pedunculados y que nacen de los filamentos reptantes.

Hábitat: Endófito de *Dermonema virens* (J.Agardh) Pedroche & Ávila-Ortiz, intermareal expuesto.

Distribución: Pacífico de América (EEUU, California), México (Maruata-El Faro, Michoacán) y China (Mar Amarillo).

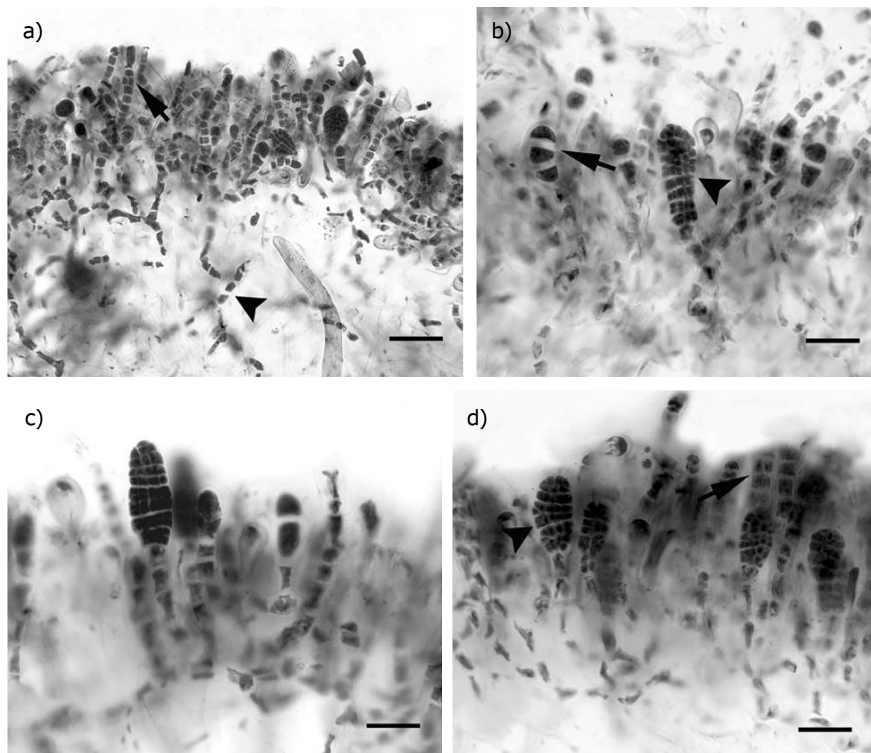


Figura 2. *Streblonema anomalum*. a) porción que emerge del hospedero con filamentos biseriados (flecha) y filamentos endófitos (cabeza de flecha). Escala 50 μm , b) estructuras de reproducción en desarrollo (flecha) y plurangios maduros (cabeza de flecha). Escala 19 μm , c) estructuras de reproducción en diferentes estadios de desarrollo. Escala 27 μm , d) plurangio maduro (cabeza de flecha) y filamentos biseriados (flechas) en la superficie del talo. Escala 30 μm / *Streblonema anomalum*. a) portion that emerges from the host with biserial filaments (arrow) and endophytic filaments (arrowhead). Scale 50 μm , b) reproductive structures in development (arrow) and mature plurilocular sporangia (arrowhead). Scale 19 μm , c) reproductive structures in different stages of development. Scale 27 μm , d) mature plurilocular sporangia (arrow head) and biserial filaments (arrows) on the surface of the thallus. Scale 30 μm

Ectocarpus gonodioides Setchell & N.L.Gardner (Fig. 3a, b, c, d)

Talo microscópico, endófito y formando pequeños agregados de 500-600 μm de alto, adheridos por largos filamentos rizoidales, hialinos que penetran en el hospedero; los filamentos que sobresalen con ramificación alterna, irregular y escasa, adelgazados hacia el ápice. Las células de estos filamentos poseen varios plastos, de 11-14,4 μm de diámetro y 14-22 μm de longitud y ápices ligeramente adelgazados.

Reproducción: Plurangios fusiformes pedunculados, naciendo lateralmente en los filamentos de 20-32 μm de diámetro y 70-82 μm de longitud.

Hábitat: Semiendófito de *Codium isabellae* W.R.Taylor, en pozas intermareales e intermareal expuesto.

Distribución: EEUU (California), México (Golfo de California de Puerto Peñasco a Bahía de los Ángeles, Bahía Agua Verde a Cabo Pulmo, La Majahuita, El Zapote de Madero-La Mesa, Michoacán).

Ectocarpus taoniae Setchell & N.L.Gardner (Fig. 4a, b, c, d)

Talo filamentososo, formando agregados de 1-1,5 mm de alto, epífito y adherido al hospedero por un sistema de filamentos reptantes superficiales, filamentos erguidos simples, raramente ramificados, gradualmente adelgazados hacia el ápice. Células de los filamentos postrados con varios plastos alargados de 5-7 μm de diámetro y 8-12 μm de longitud, las células de los filamentos erguidos de 7,5-14,5 μm de diámetro y 18,5-20 μm de longitud.

Reproducción: Plurangios elipsoidales, dispuestos lateralmente en los filamentos o en los filamentos postrados, de 18-20 μm de diámetro y 55-62 μm de longitud.

Hábitat: Epífito de *Padina crispata*, intermareal expuesto.

Distribución: EEUU (California), México (San Juan de Alima, La Majahuita, Michoacán).

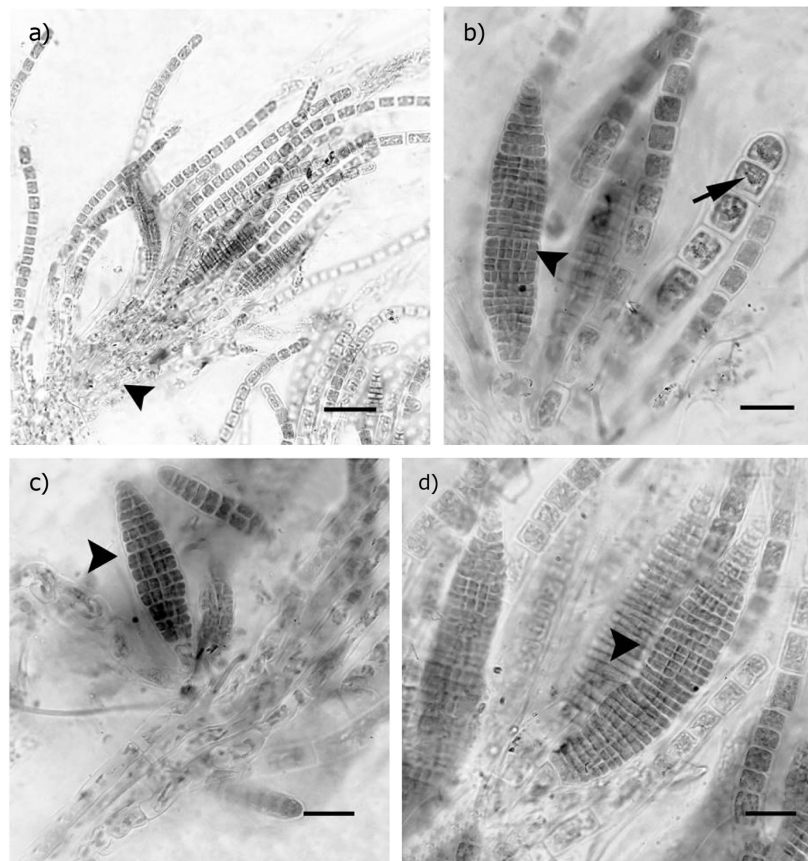


Figura 3. *Ectocarpus gonodioides*. a) Aspecto general del talo, y porción rizoidal que penetra al hospedero (cabeza de flecha). Escala 55 μm , b) Plurangio (cabeza de flecha) y células que muestran el plasto en forma de banda (flecha). Escala 20 μm , c) Plurangio terminal (cabeza de flecha). Escala 35 μm , d) Aspecto de los plurangios que emergen cerca de la porción rizoidal del talo (cabeza de flecha). Escala 26 μm / *Ectocarpus gonodioides*. a) General aspect of the thallus, and rhizoidal portion that penetrates into the host (arrowhead). Scale 55 μm , b) Plurilocular sporangia (arrowhead) and cells showing the band-shaped plastids (arrow). Scale 20 μm , c) Terminal plurilocular sporangia (arrowhead). Scale 35 μm , d) Aspect of plurilocular sporangia that emerge near the rhizoidal portion of the thallus (arrowhead). Scale 26 μm

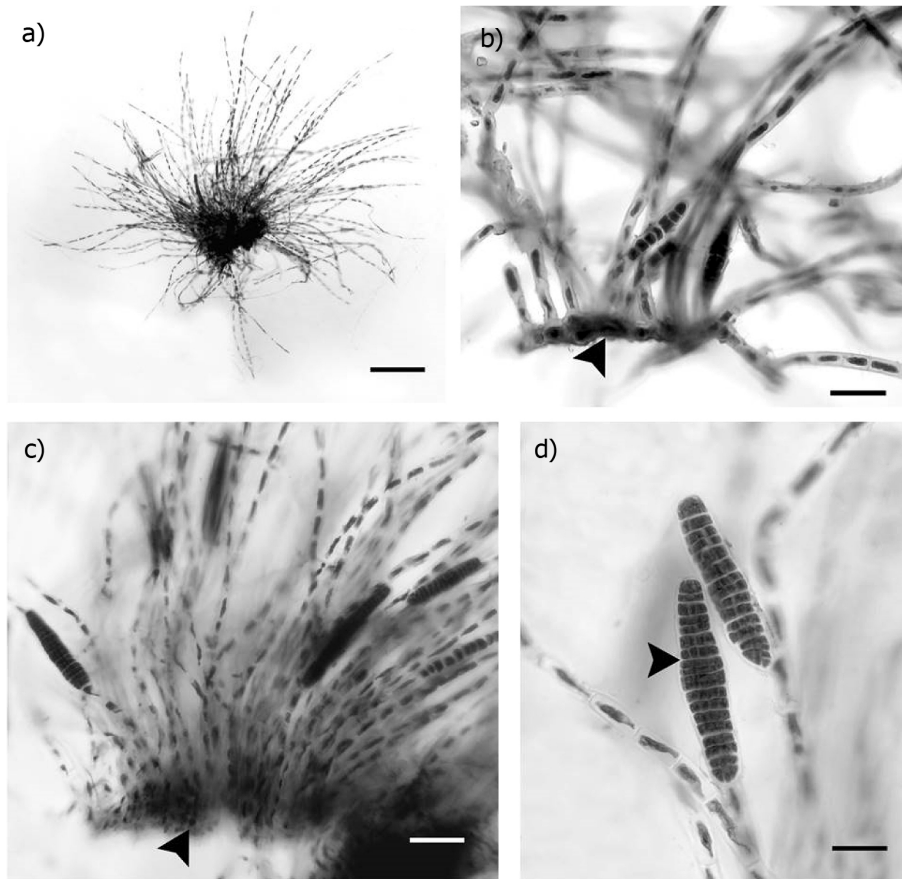


Figura 4. *Ectocarpus taoniae*. a) Aspecto general del talo filamentoso. Escala 475 μm , b) Porción de los filamentos postrados (cabeza de flecha) y los filamentos erguidos. Escala 32 μm , c) Porción basal densamente agregada (cabeza de flecha) y las porciones erguidas con plurangios. Escala 48 μm , d) Plurangio terminal (cabeza de flecha) y lateral. Escala 22 μm / *Ectocarpus taoniae*. a) General aspect of the filaments. Scale 475 μm , b) Portion of the prostrate filaments (arrowhead) and erect filaments. Scale 32 μm , c) Aspect of basal portion with entangled filaments (arrowhead) and erect filaments with plurilocular sporangia. Scale 48 μm , d) Terminal plurilocular sporangia (arrowhead) and lateral plurilocular sporangia. Scale 22 μm

Bachelotia antillarum (Grunow) Gerlof (Fig. 5a, b, c, d)

Talos filamentosos, formando densos agregados de 9-10 mm alto, epilíticos y fijos al sustrato por filamentos rizoidales, los filamentos erguidos escasamente ramificados de forma alterna, células de los filamentos con uno o dos plastos estrellados de 35-40 μm de diámetro y 40-100 μm de longitud, ápices redondeados.

Reproducción: Plurangios intercalares 70-80 μm de diámetro, seriados.

Hábitat: Sobre rocas y epífita de otras macroalgas, intermareal expuesto.

Distribución: EEUU (Florida, Carolina del Norte, Hawái), Islas del Caribe (Bermuda, Barbados, Bahamas, Cuba), Guyana, Brasil, Europa (España, Italia, Portugal), África (Argelia, Angola, Gambia, Ghana, Marruecos, Nigeria, Senegal, Sierra Leona), India, Irán, Japón, Australia, Nueva Zelanda, Islas Salomón, México (Tabasco). Encontrada en este estudio en La Majahuita, El Zapote de Madero-La Mesa y Maruata-El Faro, Michoacán.

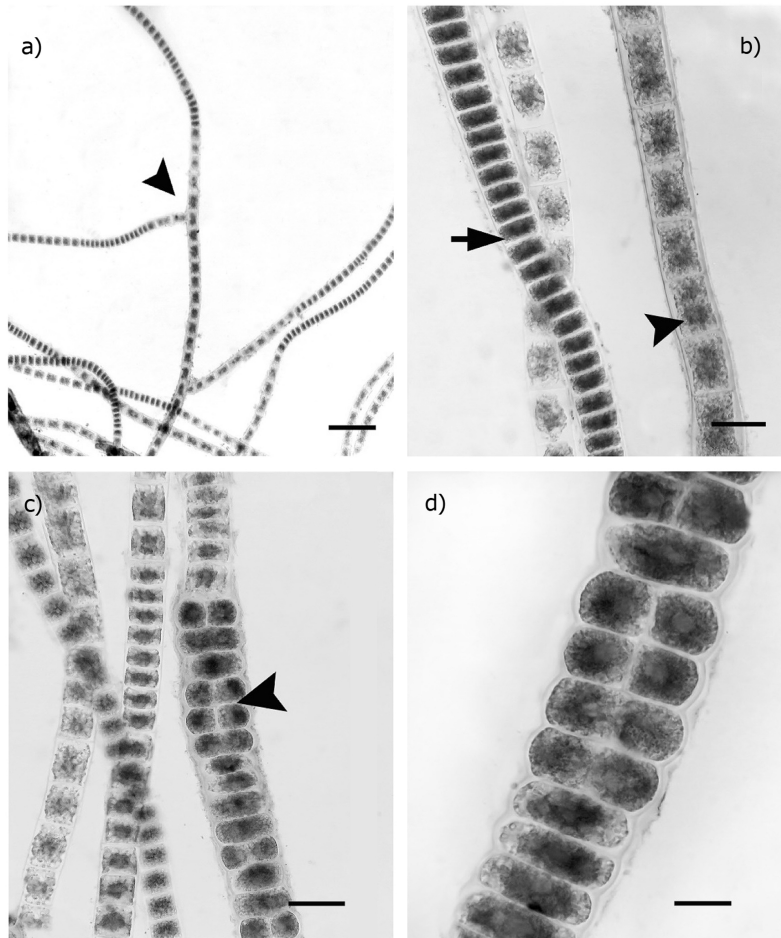


Figura 5. *Bachelotia antillarum*. a) Ramificación en las porciones apicales del talo (cabeza de flecha). Escala 150 μm , b) Filamentos, células con plasto lobado (cabeza de flecha) y plurangios intercalares jóvenes (flecha). Escala 41 μm , c) Filamento en el que se observan las primeras divisiones periclinales de los plurangios (cabeza de flecha). Escala 61 μm , d) Filamento con plurangios intercalares. Escala 26 μm / *Bachelotia antillarum*: a) Thallus apical portion showing branching (arrowhead). Scale 150 μm , b) Cells showing lobate-plastids (arrowhead) and young intercalary plurilocular sporangia (arrow). Scale 41 μm , c) Filaments with young intercalary plurilocular sporangia (arrowhead). Scale 61 μm , d) Filaments with intercalary plurilocular sporangia. Scale 26 μm

ESTADO REPRODUCTIVO

Las algas en estado fértil analizadas en este trabajo fueron tanto esporofitos como gametofitos. Del total de taxones ubicados en este estudio, solo se encontraron 7 especies (17,5%) en estado reproductivo sexual, presentando oogonios y/o anteridios. Los talos fértiles pertenecieron a *Dictyota*, *Padina*, *Spatoglossum* y *Sargassum* (Tabla 2). En el caso de *Dictyota concrescens*, *D. crenulata*, 4 especies de *Padina* y *Spatoglossum subflabellatum*, estas se encontraron con esporangios. También se encontraron a las especies de *Sphacelaria* con propágulos (multiplicación vegetativa). En el caso de *Colpomenia*, *Rosenvingea*, *Ralfsia* y *Neoralfsia*, se ubicaron en fase reproductiva con

formación de zoosporas. Por lo que respecta a *Feldmannia*, *Hincksia*, *Ectocarpus*, *Bachelotia*, *Compsonema*, *Hecatonema*, *Kuetzingiella*, *Streblonema* y *Asteronema* presentan estructuras reproductivas llamadas unangios y/o plurangios, generalmente no es posible determinar si su contenido son esporas o gametos.

Por lo que respecta a *Sphacelaria*, los especímenes presentaron propágulos, lo anterior indica que 65% de especímenes se encontraron en reproducción asexual. Finalmente, el 17,5% (7) de los taxones se halló en estado vegetativo (Tabla 2).

DISCUSIÓN

El análisis del listado florístico permitió reconocer 27 registros infragenéricos nuevos para el litoral de Michoacán, 2 de ellos son nuevos para el Pacífico de México (*Streblonema* y *Ectocarpus*). De los 25 registros citados en la bibliografía, 13 taxones fueron encontrados en este estudio y 12 no se ubicaron en las muestras recolectadas (Tabla 2). Por lo tanto, el número de especies registradas para la costa de Michoacán se amplió a 52 taxones infragenéricos de algas pardas marinas bentónicas, incrementándose al doble de las especies totales de Phaeophyceae del área de estudio. La mayoría de los nuevos registros de algas pardas para Michoacán pertenecen a los géneros *Dictyota*, *Padina*, *Spatoglossum*, *Compsonema*, *Bachelotia*, *Ectocarpus* y *Streblonema*.

Se citan por primera vez para la costa del Pacífico de México y se describen a *Streblonema anomalum* y *Ectocarpus taoniae* (Tabla 2). También se describen dos especies, con pocas colectas en el Pacífico mexicano, *Bachelotia antillarum* y *Ectocarpus gonodioides*. Este último es un nuevo registro para el Pacífico tropical de México.

En general, las especies epífitas son desapercibidas por su talla pequeña, si están presentes en una sola estación del año y han sido poco estudiadas por los ficólogos. A continuación, se presentan algunos comentarios de las 4 especies descritas en este trabajo.

Las características de los ejemplares de *Streblonema anomalum* obtenidos en este estudio concuerdan en general con la descripción de Setchell & Gardner (1922) para especímenes de California, EEUU. En la descripción original los autores indican que *S. anomalum* se encontró como endófito de *Cumagloia andersonii* (Farlow) Setchell & N.L. Gardner, mientras que en el área de estudio se ubicó en *Dermonema virens*. Tanto *C. andersonii* como *D. virens* pertenecen a la familia Liagoraceae. Su presencia en el área de estudio puede deberse a la corriente de California de aguas frías y cuya manifestación se presenta hacia el invierno y principios de primavera (SEMAR 2002). Esta descripción se considera una ampliación de sus límites de distribución.

En el caso de los especímenes asignados a *Ectocarpus gonodioides*, coinciden con lo descrito por Setchell & Gardner (1922) para Isla Coronado en el Golfo de California, excepto en el diámetro de las células de los filamentos, que en nuestros ejemplares son más pequeñas. De acuerdo con Norris (2010), una característica distintiva de esta especie son los filamentos rizoidales que penetran profundamente en el hospedero *Codium isabellae*, lo que fue observado tanto en material de Michoacán como en especímenes del Golfo de California.

Por lo que respecta a *Ectocarpus taoniae*, las características de nuestros ejemplares se ajustan en general con la descripción de Setchell & Gardner (1922) para especímenes de California, EEUU. Al igual que *Streblonema anomalum*, la presencia de *E. taoniae* en el área de estudio puede deberse a la corriente de California de aguas frías y cuya manifestación se presenta hacia el invierno y principios de primavera (SEMAR 2002). Lo anterior permite inferir que probablemente esta especie sea estacional y se desarrolle cuando la temperatura del agua de mar es baja. Además, puede pasar desapercibida por ser de talla pequeña y encontrarse epífita de otras especies de algas pardas como *Padina crispata*.

Finalmente, los especímenes asignados a *Bachelotia antillarum* concuerdan perfectamente con lo descrito por Taylor (1960). De acuerdo con este autor, las células en *B. antillarum* tienen plastos característicamente estrellados y plurangios intercalares, ambos observados en el material mexicano. Puede considerarse que esta especie tiene una distribución más amplia que lo registrado previamente. Anteriormente, esta especie solo tenía dos registros en Rocas Alijos, Baja California Sur y en la costa sur de Jalisco (Pedroche *et al.* 2008, Mendoza-González *et al.* 2011), por lo que el presente estudio representa el tercer registro de esta especie para el litoral del Pacífico de México. El número reducido de registros de esta especie en el Pacífico Tropical de México puede deberse a su hábito filamentosos y talla pequeña, por lo que puede pasar desapercibida para los recolectores.

El número total de taxones determinados fue más alto que lo registrado por Bastida-Zavala *et al.* (2013) para el litoral de Oaxaca, quienes señalan 38 taxones infragenéricos de algas pardas para esa región. La riqueza específica de algas pardas de Michoacán fue más alta que en la costa sur de Nayarit, donde Mateo-Cid & Mendoza-González (1992) citaron 16 taxones de Phaeophyceae. En 1991, las mismas autoras registraron 23 Phaeophyceae para el litoral de Colima. En Chiapas, Mendoza-González & Mateo-Cid (1996) citan solo 7 taxones de Phaeophyceae en ese estado. Además, Mendoza-González *et al.* (2011) evidenciaron la presencia de 27 taxones de Phaeophyceae para el litoral sur de Jalisco.

Posteriormente, Mateo-Cid & Mendoza-González (2012) registraron 25 taxones para la costa noroccidental de Guerrero. Lo anterior evidencia que el litoral de Michoacán tiene la mayor riqueza específica de algas pardas del litoral del Pacífico tropical mexicano, con numerosos taxones representativos de la región. De 25 registros previos, 12 no fueron ubicados en el presente estudio, y puede atribuirse a varios factores; en primer lugar sería la aplicación de nombres erróneos derivados de la falta de certeza de los caracteres taxonómicos actualmente en uso

para la determinación de las especies, como por ejemplo, Montecinos *et al.* (2017) mencionan que la delimitación precisa de las especies, los patrones de distribución y la diversidad para *Ectocarpus* siguen siendo problemáticos. Además, existe un elevado número de especies crípticas que requieren de estudios moleculares y una exhaustiva revisión taxonómica. Misma situación se presenta para *Feldmannia* y *Hincksia* (Kim 2010). En segundo lugar, las discrepancias en los registros pueden atribuirse a la realización de 15 recolectas en diferentes meses del año y este tipo de muestreo abarcó amplias zonas geográficas y nuevas localidades exploradas. Por último, los eventos climatológicos, como presencia de mar de fondo, lluvias atípicas y huracanes pueden inducir cambios en los ecosistemas marinos (Lugo 2000).

Se considera que el alto número de registros nuevos hallados en el área de estudio se debe al muestreo en localidades que no habían sido previamente estudiadas, la revisión metódica del material, que permitió ubicar especies epífitas y el mayor número de recolectas llevadas a cabo.

Entre los nuevos registros destacan por sus hábitos epífitos *Dictyopteris delicatula*, *Feldmannia irregularis*, *F. simplex*, *Composnema intricatum*, *Hecatonema streblonematoides* y *Kuetzingiella elachistaeformis*. Es reducido el número de especies y estudios florísticos en que se cita a los representantes pequeños y filamentosos de la familia Chordariaceae (Pedroche *et al.* 2008), debido quizás a su hábito de vida epífita. Dentro del género *Ectocarpus* se encontró el mayor número de registros nuevos (4), sobresaliendo *E. gonodioides* y *E. taoniae*. En el caso de *Padina* y *Sphacelaria*, se ubicaron 3 y 2 registros nuevos, respectivamente (Tabla 2).

Por lo que respecta a los nuevos registros para el Pacífico de México, *Streblonema anomalum* y *Ectocarpus taoniae*, tienen distribución en mares templados. Anteriormente Dreckmann *et al.* (1990) y Stout & Dreckmann (1993) indicaron que el litoral norte de Michoacán representa una zona de transición fitogeográfica en el gradiente ficoflorístico latitudinal entre las regiones tropical y templada del Pacífico. Lo anterior pudiera explicar la presencia de estas dos especies en el litoral de Michoacán.

La presencia de acantilados, plataformas rocosas, canales de corriente y agregados rocosos, combinado con características oceanográficas particulares, actúan en conjunto en el área de estudio y proveen las condiciones para el desarrollo de un elevado número de algas pardas (Dreckmann *et al.* 1990, Mateo-Cid & Mendoza-González 1991, 2001, 2012; Stout & Dreckmann 1993, Mendoza-González *et al.* 2011, 2018). Igualmente, los resultados obtenidos indican que el litoral de Michoacán es un área con alta diversidad florística, si se tiene en cuenta que

en su franja costera se pueden encontrar el 29,12% de las Phaeophyceae conocidas para la costa del Pacífico de México, que es de 182 especies (Pedroche *et al.* 2008). Es importante resaltar que numerosos taxones de Phaeophyceae de la costa del Pacífico tropical de México han sido recolectadas en sustrato rocoso. Mateo-Cid & Mendoza-González (1991, 2001, 2012), así como Mendoza-González *et al.* (2011) señalan que este sustrato expuesto al oleaje es el lugar donde se localiza una gran diversidad de algas marinas. La textura, el grado de dureza y el color de las rocas influyen sobre las comunidades algales. Por ejemplo, *Dictyota concrecens*, *D. friabilis*, *Bachelotia antillarum* y *Sphacelaria tribuloides* se pueden albergar entre los resquicios de las rocas y con ello se protegen del oleaje. En el caso de *Padina crispata*, *Chnoospora minima* y *Sargassum liebmannii* habitan en sustrato rocoso liso y muy expuesto al oleaje. En todos estos casos, las estructuras de adhesión tienen modificaciones relacionadas con la superficie utilizada.

Las diferencias en la riqueza específica entre las localidades de muestreo pueden ser explicadas por el tipo de sustrato dominante en los sitios de muestreo. Por ejemplo, en La Majahuita y El Zapote de Madero-La Mesa, que son lugares con sustrato rocoso y grandes plataformas rocosas donde se forman pozas, lagunetas y canales, se ubicaron 27 y 21 taxones, respectivamente. Esto concuerda con Mendoza-González *et al.* (2011, 2018) y Mateo-Cid & Mendoza-González (1992, 2001, 2012), quienes encontraron que las algas pardas que habitan en las costas mexicanas del Pacífico tropical de México se desarrollan principalmente sobre sustratos duros. Santelices (1977) indica que los sustratos duros y estables permiten la fijación y desarrollo de un mayor número de algas marinas bentónicas.

Por lo que respecta a San Telmo, Caleta de Campos y Tres Palmas-Playa Rangel, la riqueza específica fue baja comparada con las otras localidades (2, 4 y 3 taxones, respectivamente). Esto puede atribuirse a que las playas son mayormente arenosas y con formaciones rocosas expuestas a intenso oleaje. En el caso de San Juan de Alima, Maruata-El Faro, La Saladita y Las Peñas se encontraron 7, 6, 8 y 7 taxones, respectivamente, a pesar de que en las localidades se encuentran formaciones rocosas. Dichos agregados rocosos se encuentran fuertemente expuestos al oleaje durante la resaca de las olas, en bajamar y pleamar.

Asimismo, se encontraron cambios de la riqueza específica a lo largo del periodo de estudio. La mayor riqueza se presentó en la época de secas (38 especies), que en México abarca de finales de invierno al inicio de primavera. Esto puede estar relacionado con la disponibilidad de luz. Lalli & Parsons (1997) mencionan que en latitudes tropicales la superficie del agua de

mar recibe más energía del sol a finales de primavera y durante el verano, los días en esta estación son 4 o 5 h más largos, lo que se traduce en mayor energía disponible para la fotosíntesis de las algas. En contraparte, el menor número de especies (19) se registró en la temporada de lluvias que abarca el final de verano y otoño. Durante este periodo la precipitación pluvial acarrea terrígenos al mar disminuyendo de este modo la energía proveniente del sol (Lalli & Parsons 1997). Lo anterior concuerda con otros estudios realizados en otros estados del Pacífico sur de México. Por ejemplo, Mateo-Cid & Mendoza-González (2012) en su estudio de algas marinas bentónicas de la costa noroccidental de Guerrero, encontraron un mayor número de especies de Phaeophyceae en la temporada de secas y lo atribuyeron en parte a las especies anuales, como *Ectocarpus* y *Compsomena*, que dominan en secas y disminuyen en lluvias. Se conoce que las variaciones temporales de la composición y riqueza de las algas marinas bentónicas es atribuible al efecto de la luz y la temperatura sobre las poblaciones de algas marinas, además de la precipitación, nutrientes, cambios en la dinámica del agua producto de los huracanes y tormentas (Santelices 1977).

En este estudio, se ubicó un alto número de especies de Phaeophyceae en estado reproductivo, hecho que coincide con lo registrado en diversos estudios florísticos realizados en las costas mexicanas (Mateo-Cid & Mendoza-González 1991, 1992, 2001, 2012; Mendoza-González *et al.* 2000, 2011, Ávila-Ortiz & Pedroche 2005). Estudios experimentales y observaciones de campo sugieren que la luz, la temperatura o la combinación de ambas, a menudo inducen la fertilidad en algas marinas (Liu *et al.* 2017). En relación con la fenología reproductiva de Dictyotales, la proporción y distribución temporal de los gametofitos generalmente se considera muy reducida (Phillips 1988). Montañés *et al.* (2006) mostraron que en poblaciones de *Zonaria tournefortii* de Tenerife, el máximo porcentaje de gametofitos se alcanzaba en otoño y era solo del 3,2% de los individuos de la población. Para *Dictyota dichotoma*, Tronholm *et al.* (2008) encontraron también una dominancia de esporofitos. Pero en algunas estaciones del año, los gametofitos podían constituir hasta el 30% de las poblaciones. En este estudio solo 5 especies de Dictyotales estaban en fase de gametofito, mientras que en 9 especies se ubicaron esporofitos. Este hecho concuerda con lo citado en la literatura (Phillips 1988, Montañés *et al.* 2006).

Las algas de la clase Phaeophyceae determinadas en este trabajo, han sido registradas en las zonas tropicales rocosas del mundo, incluida la costa del Pacífico de América, el Océano Índico, o el Atlántico Tropical de América (Pedroche *et al.* 2008, Mateo-Cid *et al.* 2013). Díaz-Martín & Espinoza-Ávalos (2000) en un estudio de las

algas pardas de la península de Yucatán citan 35 especies. Mencionan que las familias Dictyotaceae, Sargassaceae y Ectocarpaceae son las mejores representadas en el área de estudio, habitando la mayoría de ellas en sustrato rocoso (28, 10 y 5 especies, respectivamente). En el presente estudio, la Familia Dictyotaceae fue la más representada con 20 taxones. Es conocido que la familia Dictyotaceae tiene una amplia distribución en las regiones tropicales y templadas del mundo (Pedroche *et al.* 2008, Mateo-Cid *et al.* 2019).

En conclusión, al integrar y analizar los estudios previos con los resultados obtenidos en el presente estudio, se constata la necesidad de realizar inventarios ficoflorísticos en regiones del litoral michoacano poco trabajados, así como actualizar la ficoflora en intervalos de tiempo regulares. Los resultados determinados en este estudio son la base para futuras investigaciones de tipo ecológico y de conservación, por lo que se recomienda continuar con muestreos en las localidades estudiadas para obtener datos de los cambios espaciales y temporales de las algas pardas que permitan dar seguimiento y reconocer posibles variaciones en las condiciones ambientales de la costa de Michoacán, México.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional (SIP-20180489 y SIP-20180491), por facilitar el apoyo económico, las instalaciones y equipo necesario para el desarrollo de este estudio. La primera y segunda autora agradecen la beca otorgada por la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas (COFAA). LEMC y ACMG reconocen los incentivos del programa EDI-IPN.

LITERATURA CITADA

- Ávila-Ortiz A & FF Pedroche. 2005. El género *Padina* (Dictyotaceae, Phaeophyceae) en la región tropical del Pacífico mexicano. *Monografías Ficológicas* 2: 139-171.
- Bastida-Zavala JR, MS García-Madrigal, EF Rosas-Alquicira, RA López-Pérez, F Benítez-Villalobos, JF Meraz-Hernando, M Torres-Huerta, A Montoya-Márquez & NA Barrientos-Luján. 2013. Marine and coastal biodiversity of Oaxaca, Mexico. *Check List* 9: 329-390.
- Brand DD. 2013. Estudio costero del Suroccidente de México, 264 pp. Instituto de Geografía, UNAM y El Colegio de Michoacán A.C., Morelia.
- Chávez-Barrera ML. 1980. Distribución del género *Padina* en las costas de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México* 23: 45-51.
- Díaz-Martín MA & J Espinoza-Avalos. 2000. Distribution of brown seaweeds (Phaeophyta) in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 66: 279-289.
- Dreckmann KM, FF Pedroche & A Senties. 1990. Lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 19-42.

- Fletcher RL. 1987.** Seaweeds of the British Isles. Vol. 3. Fucophyceae (Phaeophyceae), Part 1: 1- 359. British Museum (Natural History), London.
- García E. 1983.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), 246 pp. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Guiry MD & GM Guiry. 2019.** AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <<http://www.algaebase.org>>
- Kim HS. 2010.** Ectocarpaceae, Acinetosporaceae, Chordariaceae. In: Kim H-S & S-M Boo (eds). Algal flora of Korea. Volume 2, Number 1. Heterokontophyta: Phaeophyceae: Ectocarpales. Marine brown algae 1: 5-153. National Institute of Biological Resources, Incheon.
- La Barre S, P Potin, C Leblanc & L Delage. 2010.** The halogenated metabolism of brown algae (Phaeophyta), its biological importance and its environmental significance. *Marine Drugs* 8: 988-1010.
- Lalli CM & TR Parsons. 1997.** Biological oceanography. An introduction, 336 pp. Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington.
- León-Álvarez D & J González-González. 1993.** Algas costosas del Pacífico tropical. En: Salazar-Vallejo S & NE González (eds). Biodiversidad marina y costera de México, pp. 456-474. CONABIO / CIQROO, Chetumal.
- León-Tejera H, D Fragoso, D León-Álvarez, C Candelaria, E Serviere-Zaragoza & J González-González. 1993.** Characterization of tidal pool algae in the Mexican tropical Pacific coast. *Hydrobiologia* 260/261: 197-205.
- Liu X, K Bogaert, AH Engelen, F Leliaert, MY Roleda & O DeClerck. 2017.** Seaweed reproductive biology: environmental and genetic controls. *Botanica Marina* 60: 89-108.
- Lugo A. 2000.** Effects and outcomes of Caribbean hurricanes in a climate change scenario. *Science of the Total Environment* 262: 243-251.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 1991.** Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 13: 9-30.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 1992.** Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit, México. *Acta Botánica Mexicana* 20: 13-28.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 2001.** Algas marinas bentónicas de la costa de Oaxaca, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México* 47: 11-26.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 2012.** Algas marinas bentónicas de la costa noroccidental de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 905-928.
- Mateo-Cid LE, AC Mendoza-González, AG Ávila-Ortiz & S Díaz-Martínez. 2013.** Algas marinas bentónicas del litoral de Campeche, México. *Acta Botánica Mexicana* 104: 53-92.
- Mateo-Cid LE, AC Mendoza-González & CM Hernández-Casas. 2019.** Diversity of brown algae (Ochrophyta, Phaeophyceae) of Sian Ka'an reserve Biosphere, Mexican Caribbean. *Pakistan Journal of Botany* 51: 1-7.
- Mendoza-González AC & LE Mateo-Cid. 1996.** Contribución al estudio de la ficoflora marina de la costa del estado de Chiapas, México. *Polibotánica* 2: 61-118.
- Mendoza-González AC, LE Mateo-Cid, R Aguilar-Rosas & LE Aguilar-Rosas. 2000.** La familia Sphacelariaceae (Sphacelariales, Phaeophyta) en las costas de México. *Polibotánica* 11: 21-48.
- Mendoza-González AC, LE Mateo-Cid & C Galicia-García. 2011.** Integración florística de las algas marinas de la costa sur de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 19-49.
- Mendoza-González AC, LE Mateo-Cid, R Alvarado-Villanueva, F Sotelo-Cuevas, JGA Ceballos-Corona & AGA Garduño-Acosta. 2018.** Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89: 971-985.
- Montañés MÁ, M Sansón & J Reyes. 2006.** Vegetative and reproductive phenology of *Zonaria tournefortii* (Dictyotales, Phaeophyceae) in sublittoral populations off the Canary Islands. *Botanica Marina* 49(5/6): 406-416.
- Montecinos AE, L Couceiro, AF Peters, A Desrut, M Valero & ML Guillemin. 2017.** Species delimitation and phylogeographic analyses in the *Ectocarpus* subgroup *siliculosus* (Ectocarpales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 53(1): 17-31.
- Norris JN. 2010.** Marine algae of the northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae, 276 pp. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington DC.
- Pedroche FF, PC Silva, LE Aguilar-Rosas, KM Dreckmann & R Aguilar-Rosas. 2008.** Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. II. Phaeophycota, 146 pp. Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Autónoma de Baja California, University of California Berkeley, Mexicali/Berkeley.
- Phillips JA. 1988.** Reproduction in southern Australian species of the Dictyotales (Phaeophyta). *Botanica Marina* 31(5): 437-446.
- Santelices B. 1977.** Ecología de algas marinas bentónicas. Efectos de factores ambientales, 488 pp. Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Schneider CW & RB Searles. 1991.** Seaweeds of the southeastern United States, Cape Hatteras to Cape Cañaveral, 568 pp. Duke University Press, Durham.
- SEMAR. 2002.** Atlas de dinámica costera de la República Mexicana, 220 pp. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Dirección General Adjunta de Hidrografía y Cartografía, Secretaría de Marina, Armada de México, Ciudad de México.
- Setchell WA & NL Gardner. 1922.** Phycological contributions. VI. New species of *Ectocarpus*. University of California Publications in Botany 7: 403-426.
- Setchell WA & NL Gardner. 1924.** New marine algae from the Gulf of California. *Proceeding of the California Academy of Science Series* 4(12): 695-949.
- Stout I & KM Dreckmann. 1993.** Macroalgas bentónicas del faro de Bucerías, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma México, Serie Botánica* 64: 1-23.

Taylor WR. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pacific Expeditions 12: 1-528.

Taylor WR. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the America, 870 pp. University of Michigan Press, Ann Arbor.

Thiers B. 2017. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>

Tronholm A, M Sansón, J Afonso-Carrillo & O De Clerck. 2008. Distinctive morphological features, life cycle phases and seasonal variations in subtropical populations of *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae). *Botanica Marina* 51(2): 132-144.

Wynne MJ. 2017. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fourth revision. *Nova Hedwigia Beihefte* 145: 1-202.

Recibido el 30 de julio de 2019 y aceptado el 14 de agosto de 2020

Editor asociado: Pilar Muñoz M.