

Taxonomía y sistemática

## Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Michoacán, México

### *New records and updated list of green algae (Chlorophyta) from the coast of Michoacan, Mexico*

A. Catalina Mendoza-González <sup>a,\*</sup>, Luz Elena Mateo-Cid <sup>a</sup>, Reyna Alvarado-Villanueva <sup>b</sup>,  
Fernando Sotelo-Cuevas <sup>b</sup>, J. Gerardo A. Ceballos-Corona <sup>b</sup> y A. Gerardo A. Garduño-Acosta <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento 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

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

\*Autor para correspondencia: am7124@gmail.com (A.C. Mendoza-González)

Recibido: 1 febrero 2018; aceptado: 19 julio 2018

#### Resumen

Se realizó una investigación bibliográfica y de herbario de algas verdes (Chlorophyta, Ulvophyceae) registradas para el litoral de Michoacán, México. Se incorporaron datos obtenidos de muestreos realizados en 10 localidades de 2006 a 2014, con el fin de contribuir al conocimiento de las Chlorophyta de la región. Se determinaron 56 taxones (52 especies, 3 variedades y 1 subespecie), 33 de ellos son nuevos registros para Michoacán, se citan por primera vez: *Blidingia minima* var. *vexata*, *Bryopsis pennata* var. *secunda*, *Cladophora crispula* y *Ulva chaetomorphoides* para la costa del Pacífico de México. Las familias mejor representadas fueron Cladophoraceae con 15 taxones y Ulvaceae con 10. De los 32 registros previos en el área de estudio, se corroboró la presencia de 23, por lo que el número de clorofíceas de Michoacán se incrementó de 32 a 65 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 primera. El litoral de Michoacán tiene una riqueza específica alta de Chlorophyta comparada con Nayarit, Colima, Jalisco, Guerrero y Chiapas.

*Palabras clave:* Ulvophyceae; Inventario; Estacionalidad; Riqueza específica; Nuevos registros

#### Abstract

The green algae (Chlorophyta, Ulvophyceae) recorded in the literature and specimens at herbaria from the littoral of Michoacan were extensively reviewed. Additionally, these data were supplemented with sampling in 10 localities from 2006 to 2014. A total of 56 infrageneric taxa of green algae (52 species, 3 varieties and 1 subspecies) were

determined; from these, 33 were new records from Michoacan, being *Blidingia minima* var. *vexata*, *Bryopsis pennata* var. *secunda*, *Cladophora crispula* and *Ulva chaetomorphoides* new records for the Tropical Pacific coast of Mexico. The family Cladophoraceae was the best represented with 15 taxa, followed by Ulvaceae with 10. From the previous 32 records in the study area the presence of 23 records was confirmed, so the number of Ulvophyceae from this coast increased from 32 to 65 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 Chlorophyta compared to other states such as Nayarit, Colima, Jalisco, Guerrero and Chiapas.

*Keywords:* Ulvophyceae; Inventory; Seasonality; Species richness; New records

## Introducción

A pesar de la extensión del litoral michoacano, resalta lo reducido de las investigaciones sobre las algas marinas bentónicas de éste (Pedroche et al., 2005). Los primeros registros de algas marinas de la costa de Michoacán corresponden con 3 especies de *Padina* Adanson registradas para Las Peñas y Caleta de Campos, en el trabajo de Chávez-Barrera (1980). Posteriormente, el listado florístico se enriqueció con el registro de 14 especies pertenecientes a la familia Rhodomelaceae (Senties et al., 1990). La primera lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán fue realizada por Dreckmann et al. (1990), quienes registraron 68 especies, 15 de las cuales pertenecen a Chlorophyta. Más adelante, Stout y Dreckmann (1993), identificaron 68 especies de macroalgas en el faro de Bucerías: de las cuales 12 fueron Chlorophyta, 15 Phaeophyceae y 41 Rhodophyta, con 23 nuevos registros para la zona y 15 para el Pacífico Tropical mexicano. Posteriormente, León-Álvarez y González-González (1993) registraron a *Pseudendoclonium marinum* (Reinke) Aleem y Shulz en Lázaro Cárdenas; por otro lado, León-Tejera et al. (1993) ubicaron 23 Phaeophyceae, 34 Rhodophyta y 25 Chlorophyta, 8 de las cuales fueron registros para Caleta de Campos. Finalmente, Bucio-Pacheco y Dreckmann (1997) hallaron 26 especies de Chlorophyta en 12 localidades del litoral de Michoacán, éste es el único trabajo enfocado exclusivamente a las algas verdes.

Las algas verdes (Chlorophyta) son un importante componente en los ecosistemas costeros (Mateo-Cid et al., 2013). Estas se encargan de la producción primaria, consolidan y fijan el sustrato por medio de sus rizoides disminuyendo la erosión (Senties y Dreckmann, 2011). En los trabajos mencionados anteriormente se encuentran registrados solo 32 taxones de Chlorophyta para la costa de Michoacán (Bucio-Pacheco y Dreckmann, 1997; Pedroche et al., 2005), por lo que el objetivo de este trabajo fue ampliar el conocimiento de las algas verdes que habitan el litoral de Michoacán. El presente estudio incorpora una lista

florística de 6 localidades poco estudiadas de esta región, además de Las Peñas, La Saladita, Caleta de Campos y Maruata, aportando nuevos registros de Chlorophyta para la zona de estudio, así como datos acerca de su distribución, variación estacional, hábitat y reproducción durante las estaciones climáticas de lluvias y secas.

## Materiales y métodos

El material ficológico se obtuvo a partir de 18 muestreos, 7 en la estación climática de lluvias y 11 en la de secas en 10 localidades del litoral de Michoacán, 6 de ellas poco estudiadas: San Juan de Alima, El Zapote de Madero-La Mesa, La Majahuita, La Ticola, Carrizalillo y Caletilla; que abarcaron desde mayo de 2006 hasta mayo de 2014. En el tabla 1 se indican los sitios de muestreo con coordenadas geográficas (GPS), fisiografía, exposición al oleaje, sustrato, profundidad y fecha de recolecta. Las algas se recolectaron a mano en el nivel intermareal con ayuda de espátulas y navajas de campo, y se fijaron en formaldehído a 4% en agua de mar. Las recolectas se realizaron en segmentos de playa de aproximadamente 500-2,000 m de extensión. El material fue procesado y depositado en el herbario ENCB (Thiers, 2017). Para la observación de las algas se utilizó un microscopio binocular Olympus CX31RBSF, realizándose cortes de los talos con navajas de doble filo para distinguir estructuras reproductivas y vegetativas. Para la descalcificación de los taxones de la familia Halimedaceae, se utilizó HNO<sub>3</sub> 0.6 M. La determinación de las Chlorophyta se llevó a cabo empleando los trabajos de Setchell y Gardner (1924); Taylor (1945); Abbott y Hollenberg (1976); Burrows (1991); Schneider y Searles (1991) y Norris (2010). La secuencia de la lista florística sigue el orden propuesto por Pedroche et al. (2005) y Wynne (2017). La actualización nomenclatural se basó en Wynne (2017) y Guiry y Guiry (2018). 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. Las fotomicrografías se tomaron con

una cámara Canon D30 (Tokio, Japón) acoplada a un microscopio Olympus CX31 (Manila, Filipinas). Las imágenes de las muestras se tomaron con una cámara digital Canon (SX710HS). Las imágenes digitales fueron editadas y ensambladas en láminas con Adobe Photoshop 7.0 (San José, CA, EUA).

El estado de Michoacán forma parte del litoral de la República Mexicana en el Pacífico tropical mexicano

(PTM) tiene una longitud de 247 km, lo que representa el 2.9% de línea costera total del país. Su litoral abarca desde la “Boca de Apiza” del río Coahuayana hasta la “Boca de San Francisco” al este del delta del río Balsas (Correa, 1974), entre los 20°23’27” y 17°53’57” N, 100°03’32” y 103°44’49” O (fig. 1). Pertenece a la región costa suroccidental del Pacífico mexicano, limita al noroeste con la bahía de Banderas, Jalisco, hasta Mazunte, cerca de

Tabla 1

Caracterización de las localidades de muestreo.

Localidades	Coordenadas GPS	Fisiografía	Exposición al oleaje	Sustrato	Profundidad (m)	Fecha de recolecta
1. San Juan de Alima	18°34’59” N, 103°40’28” O	Arenosa con agregados rocosos	Expuesto	Rocoso	0-1	03/ 2010; 12/ 2012; 08/ 2013
2. 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	0-2	05/2006; 03/ 2007; 03, 09, 12/ 2008; 04, 12/ 2009; 03/2010; 12/ 2012; 08/2013
3. La Majahuita	18°24’13” N, 103°31’39” O	Rocosa con plataforma de marea	Expuesto y protegido	Rocoso con pozas intermareales con canales de corriente	0-2	05/ 2006; 03/ 2007; 03, 09, 12/2008; 04, 12/2009; 03/2010; 12/2012; 08/2013
4. La Ticla	18°27’16” N, 103°33’19” O	Arenosa con cantos rodados	Expuesto	Cantos rodados	0-2	12/2012; 08/2013
5. Maruata-El Faro	18°16’18” N, 103°21’20” O	Arenosa con acantilados, agregados rocosos	Expuesto	Rocoso	0-3	12/2012; 08/2013
6. Carrizalillo	18°03’33” N, 102.42’11” O	Arenosa con agregados rocosos	Expuesto	Rocoso con pozas	0-1	12/2008; 04, 12/2009
7. Caleta de Campos	18°04’26” N, 102°45’23” O	Arenosa con acantilados, agregados rocosos	Expuesto	Rocoso, acantilados	0-1	05/2008; 04/2009; 12/2012
8. Caletilla	18°03’01” N, 102°38’58” O	Arenosa con plataformas rocosas y agregados de rocas	Expuesto y protegido	Rocoso con pozas intermareales	0-2	05, 12/2006; 03/2007; 03, 05, 12/ 2008; 04/2009
9. La Saladita	18°03’06” N, 102°37’35” O	Arenosa con agregados rocosos	Expuesto	Rocoso con pozas intermareales	0-1	05, 12/2006; 03/ 2008
10. Las Peñas-Playa Rangel	18°01’14” N, 102°30’06” O	Arenosa con acantilados, agregados rocosos	Expuesto	Rocoso con pozas intermareales	0-1	03/2009; 03/2010; 05/2014

Puerto Ángel en Oaxaca. Son costas tectónicas de colisión con gran abundancia de cantiles y de puntas rocosas y pequeñas bahías. Hay algunos ríos que llegan a la costa y casi una total ausencia de cuerpos de agua costeros (Ortiz-Pérez y de la Lanza-Espino, 2006). Michoacán posee 3 regiones hidrológicas: Balsas, Lerma-Santiago y Costas de Michoacán. El clima del área corresponde al subtipo Aw 1 (W), es decir, cálido subhúmedo con 2 periodos de lluvia separados por sequías intraestivales; las lluvias de verano son abundantes, las invernales escasas (menos del 5% del total anual). La temperatura es relativamente alta (mínima invernal de 18° C). La precipitación pluvial anual es de 600 a 800 mm (García, 1983). La estación de lluvias se presenta de mayo a octubre y la de secas de noviembre a abril. El régimen de mareas es micromareal mixto, presentándose generalmente 2 pleamares y 2 bajamares, con una amplitud de alrededor de 0.27 metros (Grivel, 1983).

## Resultados

En el litoral de Michoacán, que es predominantemente rocoso, un total de 56 especies de algas verdes que habitaban en plataformas rocosas, pozas de marea, sobre guijarros, cantos rodados, zonas de acantilados y canales de corriente, fueron determinadas. Estas especies estuvieron distribuidas en 5 órdenes, 13 familias y 19 géneros (tabla 2). Los géneros con mayor riqueza específica fueron *Ulva* Linnaeus (10), *Cladophora* Kützting (8) y *Bryopsis* J.V. Lamouroux (6), entre los géneros monoespecíficos se encontraron: *Boodlea* G. Murray y De Toni, *Chlorodesmis*

Harvey y Bailey, *Phaeophila* Hauck, *Phyllodictyon* J.E. Gray, *Ulothrix* Kützting y *Willeella* Børgesen.

En el tabla 2 se indican las especies ubicadas en este estudio según la clasificación de Wynne (2017) y Guiry y Guiry (2018), con su distribución en las 10 localidades exploradas, así como la estacionalidad, reproducción, hábitat y número de colección del herbario ENCB. Las familias mejor representadas de acuerdo al número de taxa fueron Cladophoraceae (15) y Ulvaceae (10). Siguen en importancia Bryopsidaceae (6), Codiaceae (5) y Boodleaceae (4). También se ubicaron especies de Chaetophoraceae, Halimedaceae, Phaeophilaceae, Udoteaceae y Ulvellaceae representadas por 1 o 3 especies (tabla 2).

La integración del listado florístico permitió reconocer 33 nuevos registros infragenéricos para el litoral de Michoacán, 4 de los cuales fueron nuevos registros para el Pacífico de México.

De los 32 registros previos, 23 taxones fueron encontrados en este estudio y 9 no se ubicaron en las muestras recolectadas (tabla 2). En virtud de lo anterior, el número de especies registradas para la costa de Michoacán, se amplió a 65 taxones infragenéricos de algas verdes marinas bentónicas, lo que representa un incremento del 49.23% del total de las Chlorophyta del área de estudio. La mayoría de los registros nuevos para Michoacán pertenecen a los géneros *Blidingia* Kylin, *Boodlea*, *Bryopsis*, *Chaetomorpha* Kützting, *Cladophora*, *Cladophoropsis* Børgesen, *Codium* Stackhouse, *Phaeophila*, *Ulva* y *Ulvella* P. Crouan y H. Crouan.

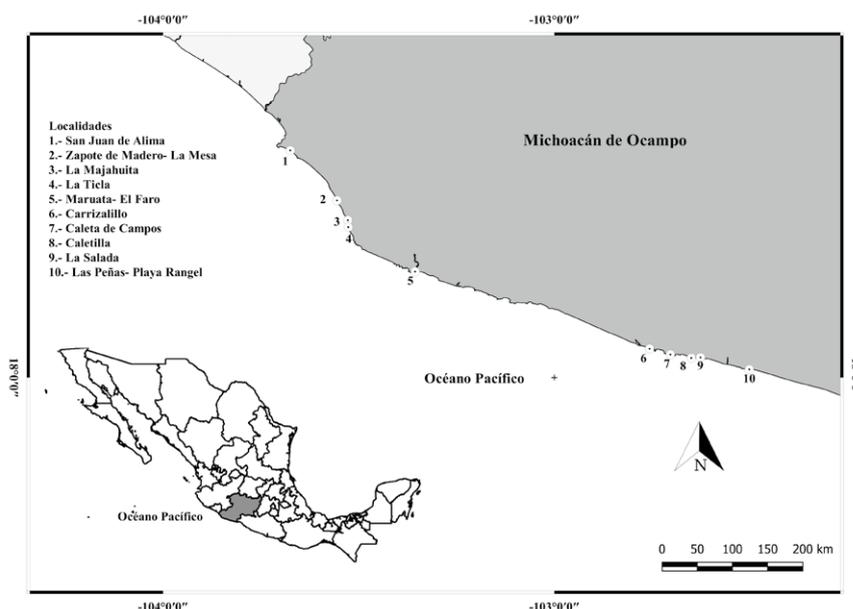


Figura 1. Mapa del área de estudio y de las localidades de muestreo.

Tabla 2  
 Algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Michoacán. La explicación de los símbolos al final de la tabla.

Especies	Localidades	Est.	Fenología	Habitat	Obs.	Referencias	Número Herbario ENCB
Ulvophyceae	2, 6, 9	L1, S	Ve	Epi	NRM	A	23860 23872 23949
Phaeophitales							
Phaeophilaceae							
1. <i>Phaeophila dendroides</i> (P. Crouan y H. Crouan) Batters	2	S	Ve	Epi		A	23874
Ulotrichales							
Ulotrichaceae							
2. <i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret	1, 2, 3, 5	L1, S	Esp	R, Pm	NRM	A	23972 23973 23974 23975
Ulvales							
Korrmanniaceae							
3. <i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützinger) Kylin	3	L1	Esp	R, Pm	NRP	A	23978
4. <i>B. minima</i> var. <i>vexata</i> (Setchell y N.L. Gardner) J.N. Norris	3	L1	Esp	R, Pm	NRP	F	24003
5. <i>Pseudoclonium marinum</i> (Reimke) Aleem y E. Schulz	3	L1	Ve	R		A	23975
Ulvaceae							
6. <i>Ulva californica</i> Wille	1	L1	Ve	Epi	NRP	A	23893 23894 23985 23986 23927 23997 23998 24146
7. <i>U. chaetomorphaeoides</i> (Børgesen) Hayden, Blomster, Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope y J.R. Waaland	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10	L1, S	Ve	R, Pm		A	22630 23927 23962 23963 24147 24148 24150
8. <i>U. compressa</i> Linnaeus	2, 3, 6, 7, 8, 9, 10	L1, S	Ve	R, Pm	NRM	A	23905 23900 23964 23965 24158 24159
9. <i>U. fasciata</i> Delile	1, 2, 3, 7, 10	L1, S	Ve	R, Pm		A	23930 23995
10. <i>U. flexuosa</i> Wulfen	2	L1, S	Ve	R, Pm		A	15591 23902 23966 23967 24160
11. <i>U. flexuosa</i> subsp. <i>paradoxa</i> (C. Agardh) M.J. Wynne	3, 5	L1, S	Ve	R	NRM	D,E,F	15519
12. <i>U. intestinalis</i> Linnaeus	2, 5	L1, S	Ve	R	NRM	A	17017 23909
13. <i>U. lactuca</i> Linnaeus	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	L1, S	Ve	R, Epi	NRM	A	19578 23905 23968 23969 23960 24166 24167 24168 24169 24170
14. <i>U. linza</i> Linnaeus	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9	L1, S	Ve	Epi	NRM	A	23853 23860 23922 23953 24045 24088
15. <i>U. nematoidea</i> Bory							
16. <i>U. rigida</i> C. Agardh							
Ulvellaceae							
17. <i>Ulvella lens</i> P. Crouan y H. Crouan.							

Tabla 2  
Continuación.

Especies	Localidades	Est.	Fenología	Habitat	Obs.	Referencias	Número Herbario ENCB
18. <i>U. setchellii</i> P. Dangeard	10	S	Ve	Epi	NRM	A	24000
19. <i>U. viridis</i> (Reinke) R. Nielsen, C.J. O'Kelly y B. Wyszor	8	L1	Ve	Epi	NRM	A	23870 23942
Cladophorales	2, 3, 7	L1, S	Sv	R, Pm	NRM	A	23846 23847 23908
Boodleaceae							
20. <i>Boodlea composita</i> (Harvey) F. Brand							
21. <i>Cladophoropsis gracillima</i> E.Y. Dawson	1, 2, 3, 8	L1, S	Sv	R, Pm	NRM	A	23909 23939 23940 24010 24011
22. <i>C. sundanensis</i> Reinbold	2	L1	Ve	R	NRM	A	23848
23. <i>Phylodictyon robustum</i> (Setchell y N.L. Gardner) Leliaert y Wyszor	2, 3	L1, S	Sv	R, Pm			23910 23941 23942
Cladophoraceae							
24. <i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	2, 3, 7, 9	L1, S	Ve	R	NRM	A	23862 23863 23949 24035
25. <i>C. antennina</i> (Bory) Kützing	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	L1, S	Ve	R		A	19358 23853 23854 23950 23951 23952 23953 24036 24037 24038 24039 24040
26. <i>C. californica</i> Collins						B, E	
27. <i>C. gracilis</i> Kützing	1, 2, 10	L1, S	Ve	R	NRM		23864 23915 23930
28. <i>C. ligustica</i> (Kützing) Kützing						E	
29. <i>C. linum</i> (O.F. Müller) Kützing	1, 2, 3	L1, S	Ve	R	NRM	A	23865 24005 24115
30. <i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing	1, 7, 10	L1, S	Ve	R	NRM	A	23888 23991 24079
31. <i>C. crispula</i> Vickers	2	L1	Ve	R	NRP	A	23867
32. <i>C. flexuosa</i> (O.F. Müller) Kützing						E, F	
33. <i>C. liniformis</i> Kützing	1, 2, 5	L1, S	Gm	R		A	23868 23955 24046
34. <i>C. microcladoides</i> Collins	4	S	Gm	R		A	23992
35. <i>C. prolifera</i> (Roth) Kützing	2, 3, 10	L1, S	Ve	R, Pm		A	19088 23869 23916
36. <i>C. sericea</i> (Hudson) Kützing	2, 3	S	Ve	R		A	23866 23916
37. <i>C. tiburonensis</i> E. Y. Dawson	3	S	Ve	Epi	NRM	A	23994
38. <i>C. vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek	5	S	Ve	R	NRM	A	24001
39. <i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey	10	S	Ve	Epi		A	23888
40. <i>R. tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing	2	S	Ve	Epi		A	23942
41. <i>Willella brachyclados</i> (Montagne) M.J. Wynne	2, 3	L1, S	Ve	R, Pm		A	23870 23956

Tabla 2  
Continuación.

Especies	Localidades	Est.	Fenología	Habitat	Obs.	Referencias	Número Herbario ENCB
Bryopsidales						C, F	
Bryopsidaceae							
42. <i>Bryopsis galapagensis</i> W.R. Taylor	2, 5, 6, 8	Ll, S	Ve	R			15516 23980 23981 24014
43. <i>B. hypnoides</i> J.V. Lamouroux	5, 10	Ll, S	Sv	R	NRM	A	23912 23913 23914 23938
44. <i>B. muscosa</i> J.V. Lamouroux	1, 2, 3, 5, 7, 8	Ll, S	Ve	R	NRM	A	15600 23843 23982 24013 24062 24189
45. <i>B. pennata</i> J.V. Lamouroux	1, 2, 3, 6, 8	Ll, S	Sv	R, Pm		A	23844 23983 24015 24016 MICH-07-10/02
46. <i>B. pennata</i> var. <i>minor</i> J. Agardh	6, 10	S	Ve	R	NRP	A	23845 MICH-12-09/01
47. <i>B. pennata</i> var. <i>secunda</i> (Harvey) Collins y Hervey	2, 3	S	Ve	R	NRM	A	23984 23985
48. <i>B. plumosa</i> (Hudson) C. Agardh.	6	S	Ve	R, Epi	NRM	A	23986
Caulerpaceae							
49. <i>Caulerpa ambigua</i> Okamura	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10	Ll, S	Ve	R, Pm, Epi		A	19097 23849 23943 23944 23945 23946 24018 24019 24020 24021
50. <i>C. chemnitzia</i> (Esper) J.V. Lamouroux							
51. <i>C. racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh	3	S	Gm	R	NRM	A	23917
Codiaceae						C, D, E, F	
52. <i>Codium brandegeei</i> Setchell y N.L. Gardner	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10	Ll, S	Gm	R		A	22633 23871 23872 23873 23918 23919 23920 23921 24062
53. <i>C. giraffa</i> P.C. Silva	1, 2, 3, 6, 7, 8, 10	Ll, S	Gm	R, Pm		A	19166 22631 22922 22923 23957 24058 24059 24060
54. <i>C. isabelae</i> W.R. Taylor	2, 6, 7, 8	S	Gm	Epi, R, Pm		A	23878 23879 24063 24064 24065
55. <i>C. picturatum</i> Pedroche y P.C. Silva	2, 5, 6	Ll, S	Gm	R, Pm	NRM	A	11021 24066 MICH-09-25/01
56. <i>C. simulans</i> Setchell y N.L. Gardner							

Tabla 2  
Continuación.

Especies	Localidades	Est.	Fenología	Habitat	Obs.	Referencias	Número Herbario ENCB
Derbesiaceae							
57. <i>Derbestia hollenbergii</i> W.R. Taylor	2, 6, 8, 9	L1, S	Esp	R, Epi	NRM	A	23880 23883 MICH-07-10/03 MICH-13-30/01
58. <i>D. marina</i> (Lyngbye) Solier	1, 2, 6, 8, 9, 10	L1, S	Esp	R		A	23881 23882 24048 24070 24079 MICH-09-194/01
Udoteaceae							
59. <i>Boodleopsis pusilla</i> (Collins) W.R. Taylor, A.B. Joly y Bernatowicz	2, 10	S	Ve	R, Pm	NRM	A	23971 23979
60. <i>B. verticillata</i> E.Y. Dawson	3, 6	S	Ve	R, Pm, Epi	NRM	A	23892 23893 23926
61. <i>Chlorodesmis caespitosa</i> J. Agardh						D, E, F	
62. <i>C. hildebrandtii</i> A. Gepp y E.S. Gepp	2, 3, 6, 8	S	Ve	R, Pm	NRM	A	22628 23961 24179 24180
63. <i>Penicillus sibogae</i> A. Gepp y E.S. Gepp						E, F	
Halimedaceae							
64. <i>Halimeda discoidea</i> Decaisne	2, 5	L1, S	Ve	R, Pm		A	15543 MICH-06-58/01
65. <i>H. tuna</i> (J. Ellis y Solander) J.V. Lamouroux	2, 3	L1, S	Ve	R, Pm	NRM	A	23999 MICH-08-107/06

Localidades: 1, San Juan de Alima. 2, El Zapote de Madero-La Mesa. 3, La Majahuita. 4, La Ticla. 5, Maruata-El Faro. 6, Carrizalillo. 7, Caleta de Campos. 8, Caletilla. 9, La Saladita. 10, Las Peñas-Playa Rangel. Est. (Estacionalidad): L1 = 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; diciembre 2012). Fenología: Gm = gametangios; Esp = esporangios; Sv = segregación vegetativa; Ve = vegetativo. Hábitat: R = rocoso; Pm = pozas intermareales; Epi = epifito. Obs. (Observaciones): NRM = nuevo registro para Michoacán; NRP = nuevo registro para la costa del Pacífico de México. Referencias: A) este estudio, B) Dreckmann et al. (1990); C) León-Tejera et al. (1993); D) Stout y Dreckmann (1993); E) Bucio-Pacheco y Dreckmann (1997); F) Pedroche et al. (2005).

También se cita por primera vez a *Blidingia minima* var. *vexata* (Setchell y N.L. Gardner) J.N. Norris, *Bryopsis pennata* var. *secunda* (Harvey) Collins y Hervey, *Cladophora crispula* Vickers y *Ulva chaetomorphoides* (Børgesen) Hayden, Blomster, Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope y J.R. Waaland, para la costa del Pacífico de México (tabla 2). A continuación se hace una breve descripción de los nuevos registros de Chlorophyta para el Pacífico tropical de México, con comentarios y distribución de las especies.

*Blidingia minima* var. *vexata* (Setchell y N.L. Gardner) J.N. Norris (figs. 2-5)

Talo tubular y ramificado en la base, porciones erguidas aplanadas, láminas lineares a espatuladas, de color verde claro simples y 1 o 2 veces ramificadas y 1.5- 3 cm de longitud. Porción basal de 150-160 µm diámetro, cuando en los talos forman los peritecios estos se ensanchan y toman la superficie se observan corrugadas, rugosas y con numerosos peritecios en forma de verrugas de color verde brillante, que tienen de diámetro de 1 a 1.2 mm.

*Reproducción:* los esporangios se disponen en paquetes de diversa forma en la superficie del talo, en general de 60-70 µm diámetro.

*Comentarios:* las características de nuestros ejemplares concuerdan en general con la descripción de Abbott y Hollenberg (1976) para especímenes de California, USA. 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)

*Distribución:* Pacífico de América: USA: Alaska, British Columbia, California, Oregon, Washington. México: La Majahuita, Michoacán.

*Ulva chaetomorphoides* (Børgesen) Hayden, Blomster, Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope y J.R. Waaland (figs. 6-8).

Talo de color verde brillante, erecto, tubular, conformado por filamentos cilíndricos, huecos en sección transversal, en la porción basal de 40 a 50 µm de diámetro, con arreglos de 3 filas de células alineadas longitudinalmente en vista superficial, con proliferaciones uniseriadas cerca de los ápices. Células cuadradas-rectangulares, de 10-15 µm de diámetro, cada célula tiene de 2-3 pirenoides. Talo fértil no observado.

*Comentarios:* nuestros especímenes concuerdan con los descritos por Taylor (1960) como *Enteromorpha chaetomorphoides* Børgesen. *U. chaetomorphoides* se distingue de otras especies de *Ulva* por su hábito tubular y filiforme. *U. chaetomorphoides* ha sido registrada en Filipinas y Vietnam (Guiry y Guiry, 2018) y quizá pase desapercibida por ser epífita y de talla pequeña.

*Distribución:* USA: Florida. América Central: Belice, Caribe: Cuba, Martinica, Trinidad y Tobago, Curazao, Barbados, islas Bermudas, Jamaica, Trinidad, islas Vírgenes. América del Sur: Brazil, Colombia, Venezuela. Filipinas, Vietnam. Europa: Francia. Asia: China.

*Cladophora crispula* Vickers (figs. 9-11)

Talos uniseriados y ramificados de color verde claro, delicado, formando mechones enredados, a veces en espiral, hasta 1 cm de altura, fijo al sustrato por rizoides de la célula basal. Ramificación pseudodicotómica, unilateral, con el eje principal con ramillas fuertemente curvadas. Células apicales con puntas redondas, que miden 80-100 µm de longitud y 30-40 µm en diámetro; células del eje principal 200-350 µm de longitud y 35-50 µm de diámetro. Talo fértil no observado.

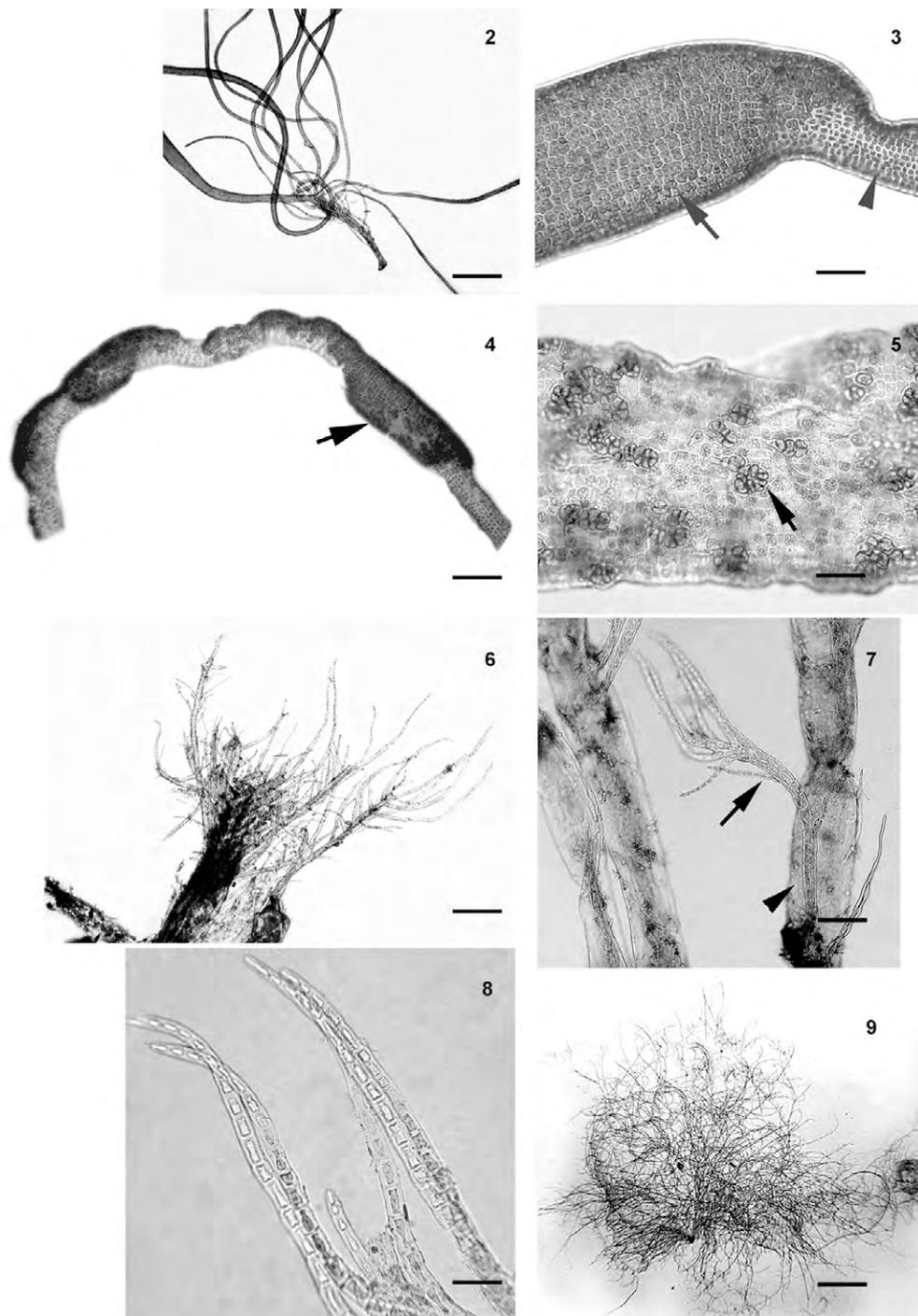
*Comentarios:* los especímenes asignados a *C. crispula* concuerdan perfectamente con lo descrito por Alves et al. (2012) para Bahía, Brazil. De acuerdo con van den Hoek (1982), las células en *C. crispula* son uniformes en diámetro a lo largo del talo, una característica observada tanto en material mexicano como en el de Brazil. *Cladophora crispula* comparte características con *C. laetevirens* (Dillwyn) Kützinger con respecto a la arquitectura del talo, dimensiones de las células y la forma de las células apicales, pero difiere por su talo enmarañado con filamentos apicales fuertemente curvados.

*Distribución:* México: Tabasco. Caribe: islas Bermudas, Bahamas, Barbados, Hispaniola, islas Vírgenes. América del Sur: Brazil. Bangladesh, China, Filipinas, Singapore, Vietnam.

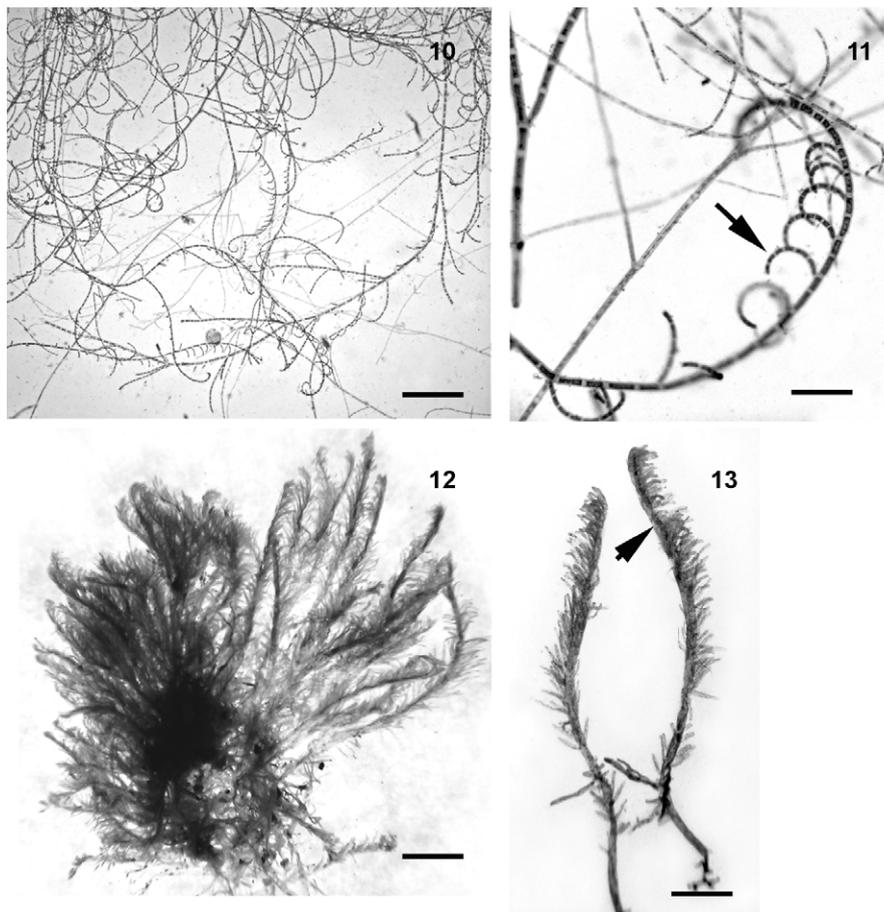
*Bryopsis pennata* var. *secunda* (Harvey) Collins y Hervey (figs. 12-13).

Talo color verde olivo, cenocítico, erguido, hasta 2.5 cm de alto, diferenciado en una porción postrada de la cual se origina una porción erguida. Porción erguida organizada en un eje principal cilíndrico de 240 a 300 µm de diámetro, con pínulas (a excepción de la porción basal que es desnuda). Porciones erectas lineares a lanceoladas, compuestas por pínulas con organización principalmente unilateral con ápices redondeados y marcadamente constreñidas en la base.

*Comentarios:* los ejemplares asignados a *B. pennata* var. *secunda* en general concuerdan con la descripción de Taylor (1960), excepto en la talla de los talos que en nuestro caso son más pequeños. *B. pennata* var. *secunda* difiere de *B. pennata* J.V. Lamouroux y *B. pennata* var. *minor*, por su ramificación claramente unilateral (*secunda*). Esta especie ha sido registrada en varias islas del Pacífico, Australia y América por lo que puede considerarse que tiene amplia distribución.



Figuras 2-9. 2-5. *Blidingia minima* var. *vexata*: 2, detalle de la porción basal del talo con ramificaciones. Escala 160  $\mu\text{m}$ ; 3, detalle de estructuras de reproducción en desarrollo (flecha) y porciones vegetativas (cabeza de flecha). Escala 210  $\mu\text{m}$ ; 4, porción ensanchada del talo con peritecios (flecha). Escala 1 mm; 5, detalle de los paquetes de esporangios (flechas) en la superficie del talo. Escala 75  $\mu\text{m}$ . 6-8. *Ulva chaetomorphoides*: 6, aspecto general del talo. Escala 250  $\mu\text{m}$ . 7, detalle de un talo joven (flecha) fijo a su hospedero (cabeza de flecha). Escala 210  $\mu\text{m}$ ; 8, detalle de la porción apical del talo, se observan las proliferaciones uniseriadas. Escala 120  $\mu\text{m}$ . 9. *Cladophora crispula*: aspecto general del talo filamentos, ramificado. Escala 190  $\mu\text{m}$ .



Figuras 10-13. 10. *Cladophora crispula*: detalle de la ramificación unilateral en las porciones apicales del talo. Escala 460  $\mu\text{m}$ ; 11, detalle de la porción apical fuertemente curvada (flecha). Escala 130  $\mu\text{m}$ ; 12-13. *Bryopsis pennata* var. *secunda*: 12, aspecto general del talo. Escala 300  $\mu\text{m}$ ; 13, porción erguida donde se detalla el patrón unilateral de ramificación de las pinulas (cabeza de flecha). Escala 2 mm.

**Distribución:** México: Tabasco, Quintana Roo. Atlántico: islas Bermudas. Caribe: Cuba, Martinica. América del Sur: Brazil, Venezuela. Africa: Mauritius, Guinea Ecuatorial, Ghana, Tanzania. Asia: China, Japón, Taiwan, Vietnam, India, Irán, Yemen, Filipinas, Singapore, Tailandia. Australia, Nueva Zelanda: Papua, Queensland. Islas del Pacífico: Micronesia, Nueva Caledonia, Hawái, Islas Marshall.

La riqueza específica total entre los sitios de muestreo fue diferente, los valores oscilaron desde un máximo de 41 especies, en El Zapote de Madero-La Mesa, hasta un mínimo de 6 en La Ticla. El mayor número de especies se registró en localidades con plataformas rocosas y zonas rocosas expuestas en donde se forman pozas y canales de corriente como La Majahuita (29), Caletilla (19) y Carrizalillo (17). Por lo que respecta a las zonas con áreas rocosas expuestas, destaca Las Peñas-Playa Rangel donde se ubicaron 19 taxones, en San Juan de Alima se

hallaron 18, Maruata-El Faro 16, Caleta de Campos 14 y finalmente, La Saladita 12. En estos sitios se ubicaron especies de las familias Cladophoraceae, Ulvaceae, Codiaceae, Boodleaceae y Bryopsidaceae.

Las especies con la distribución más amplia en el área de estudio fueron *Ulva rigida* C. Agardh y *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kützing, que se encontraron en las 10 localidades de muestreo, *Codium giraffa* P.C. Silva en 9, *Ulva compressa* Linnaeus y *Caulerpa chemnitzia* (Esper) J.V. Lamouroux en 8 y finalmente *Ulvella lens* P. Crouan y H. Crouan y *Codium isabelae* W.R. Taylor en 7.

**Variación estacional.** Del total de las especies determinadas, 50 se ubicaron en la estación climática de secas, incremento atribuido a los representantes del orden Cladophorales, seguido de la época de secas con 40.

**Fenología.** Del total de taxones ubicados en este estudio, solo se encontraron a 7 (12.5%) en estado reproductivo sexual, presentando gametangios. Los talos

fértiles pertenecieron a *Codium* y *Cladophora* (tabla 2). En el caso de *Blidingia minima* (Nägeli ex Kützinger) Kylin, *B. minima* var. *vexata* (Setchell y N.L. Gardner) J.N. Norris, *Derbesia hollenbergii* W.R. Taylor y *D. marina* (Lyngbye) Solier, estas se encontraron con esporangios; mientras que *Boodleia composita* (Harvey) F. Brand, *Cladophoropsis gracillima* E.Y. Dawson, *C. sundanensis* Reinbold y *Bryopsis muscosa* J.V. Lamouroux presentaron segregación vegetativa. El resto de los taxones (71.43%) se halló en estado vegetativo.

## Discusión

Las Chlorophyta 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 bien en el Atlántico Tropical de América (Mateo-Cid et al., 2013; Pedroche et al., 2005). El número total de taxones encontrados en este estudio es similar con lo registrado por Bastida-Zavala et al. (2013) para el litoral de Oaxaca, quienes mencionan 54 taxones infragenéricos de algas verdes para esa región. En contraste, la riqueza específica de algas verdes de Michoacán es por mucho más alta que en la costa sur de Nayarit donde Mateo-Cid y Mendoza-González (1992) citaron 29 taxones de Chlorophyta; en 1991, las mismas autoras registraron 27 Chlorophyta en el litoral de Colima; en Chiapas, Mendoza-González y Mateo-Cid (1996) citan 12 taxones de Chlorophyta para ese estado. Por otro lado, Mendoza-González et al. (2011) documentaron 28 taxones de Chlorophyta para el litoral sur de Jalisco, mismo número de especies registradas por Mateo-Cid y Mendoza-González (2012) para la costa noroccidental de Guerrero. Lo anterior evidencia que el litoral de Michoacán posee la mayor riqueza específica de algas verdes del litoral del Pacífico tropical mexicano, con numerosos taxones representativos de la región.

Asimismo, los resultados obtenidos sugieren que el litoral de Michoacán es un área con alta diversidad florística, si se tiene en cuenta que en su línea costa se puede encontrar el 37.2 % de las Chlorophyta conocidas para la costa del Pacífico de México que es de 178 (Pedroche et al. 2005). Es importante resaltar que más de la mitad (53.9%) de las especies de Chlorophyta de la costa atlántica y del Pacífico tropical de México han sido recolectadas en sustrato rocoso. Garduño-Solórzano et al. (2005), Mateo-Cid y Mendoza-González (1991, 2001, 2012) y 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, *Boodleia composita*, *Bryopsis pennata* y *Derbesia hollenbergii*, pueden albergarse entre los intersticios de

las rocas y con ello protegerse del oleaje; en el caso de *Chaetomorpha antennina* y *C. gracilis* Kützinger habitan en sustrato rocoso liso y muy expuesto al oleaje, en ambos casos las estructuras de adhesión tienen modificaciones relacionadas con la superficie utilizada. 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 verdes (Bucio-Pacheco y Dreckmann, 1997; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991, 2001, 2012; Mendoza-González et al., 2011).

De los 32 registros previos, 9 no fueron ubicados en el presente trabajo. Esta situación puede deberse a varios factores: 1) a la aplicación de nombres incorrectos derivado de la falta de certeza de los caracteres taxonómicos actualmente en uso para la determinación de las especies; por ejemplo, Fama et al. (2002) mencionan que existe un complejo de especies del género *Caulerpa* J. V. Lamouroux que requiere de revisión taxonómica; 2) período de recolecta, tipo de muestreo y localidades exploradas; 3) sucesos climatológicos, como presencia de mar de fondo, lluvias atípicas y huracanes, los cuales pueden inducir cambios en los ecosistemas marinos (Lugo, 2000).

De los 32 taxones citados previamente para el litoral de Michoacán (Bucio-Pacheco y Dreckmann, 1997; Pedroche et al., 2005), se ubicaron 23, mientras que 33 son nuevos registros para el área de estudio. El alto número de nuevos registros hallados en el área de estudio puede deberse a: 1) las localidades de muestreo que no habían sido previamente estudiadas, 2) la revisión meticulosa del material, que permitió ubicar a especies epífitas y 3) el número de recolectas llevadas a cabo.

Entre los nuevos registros destacan *Phaeophila dendroides* (P. Crouan y H. Crouan) Batters, *Ulvella lens*, *U. setchelli* P. Dangeard y *U. viridis* (Reinke) R. Nielsen, C.J. O'Kelly y B. Wypor, todas de hábitos epífitos. En general, es reducido el número de especies y estudios florísticos en que se cita a los representantes de la familia Ulvellaceae (Barata y Toyota-Fujii, 2006), debido quizás a su hábito de vida epífito. Asimismo, Boodleaceae es una familia que únicamente incluye 5 géneros y 34 especies en el Atlántico, Índico y Pacífico (Guiry y Guiry, 2018). En contraste, dentro del género *Ulva* se encontró el mayor número de registros nuevos (5), sobresaliendo *U. chaetomorphoides* y *U. nematoidea* Bory, en el caso de *Cladophora* y *Bryopsis* se ubicaron 4 registros nuevos de cada uno (tabla 2): *Cladophora crispula*, *C. tiburonensis* E.Y. Dawson, *Bryopsis muscosa* y *B. plumosa* (Hudson) C. Agardh.

Se observaron variaciones de la riqueza específica a lo largo del ciclo estacional. La mayor riqueza se presentó

en secas (50), lo cual puede estar relacionado con la disponibilidad de luz. Lalli y Parson (1997) mencionan que en latitudes tropicales la superficie del agua de mar recibe más energía del sol durante verano, en comparación a invierno y los días de verano son 4 o 5 horas más largos, lo que se traduce en una mayor energía disponible para la fotosíntesis de las algas. En contraparte, el menor número de especies se registró en la temporada de lluvias (40); durante este periodo la precipitación pluvial acarrea terrígenos al mar disminuyendo de este modo la energía proveniente del sol (Lalli y Parson, 1997). Lo anterior concuerda con otros estudios realizados en otros estados del Pacífico sur de México, por ejemplo, Mateo-Cid y Mendoza-González (2001) en su estudio del litoral de Oaxaca, ubicaron un mayor número de especies de Chlorophyta en la época de secas, hecho atribuible a las algas anuales que dominan en secas y disminuyen en lluvias. En 2012, las mismas autoras en su trabajo de algas marinas bentónicas de la costa noroccidental de Guerrero, también encontraron un mayor número de especies en la temporada de secas y lo atribuyeron a las especies anuales, las que dominan en época de secas y disminuyen en la época de lluvias. El efecto de la luz y la temperatura sobre las variaciones temporales de la composición y riqueza de las algas marinas bentónicas está ampliamente documentado (Santelices, 1977), otros factores como la precipitación, nutrientes, cambios en la dinámica del agua producto de los huracanes y tormentas, también inciden en el desarrollo de la flora marina (Santelices, 1977).

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 El Zapote de Madero-La Mesa y La Majahuita, que son lugares con sustrato rocoso y grandes plataformas rocosas donde se forman pozas, lagunetas y canales, se ubicaron 41 y 30 taxones, respectivamente, lo que concuerda con Mendoza-González et al. (2011) y Mateo-Cid y Mendoza-González (1992, 2001, 2012), quienes encontraron que las algas verdes que habitan en las costas mexicanas del golfo de México y del mar Caribe 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 La Ticla, Caleta de Campos y La Saladita, la riqueza específica fue baja (6, 14 y 13 taxones, respectivamente), comparada con las otras localidades, 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 y Las Peñas-Playa Rangel se ubicaron 18, 15 y 19 taxones, respectivamente, a pesar de que en las 3 localidades se encuentran formaciones rocosas, éstas se muestran como

una zona de mar abierto fuertemente expuesta al oleaje durante la resaca de las olas, en las bajamares y pleamares.

En este estudio se ubicó un bajo número de especies de Chlorophyta en estado reproductivo, hecho que coincide con lo registrado en diversos estudios florísticos realizados en las costas mexicanas (Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991, 1992, 2001, 2012; Mendoza-González et al., 2011). Esta situación puede deberse a que las especies se encontraban en estadios juveniles y a que las fases sexuales de estos organismos tienen un periodo corto de vida (Mendoza-González et al., 2011; Santelices, 1977), asimismo los mecanismos de reproducción de este grupo de algas implican la rápida formación de estructuras de reproducción y liberación de gametos móviles (Acosta-Calderón et al., 2016). Además, la temperatura, la luz, el fotoperiodo y los nutrientes, intervienen en la reproducción de las algas; por ejemplo, Coppejans et al. (2001) mencionan que la aparición de estructuras de reproducción en Ulvophyceae es estacional. Las algas en estado fértil que se ubicaron en este trabajo pertenecen a los géneros *Codium*, *Cladophora*, *Derbesia*, *Boodlea* y *Cladophoropsis*.

El análisis y la integración de los estudios previos y los resultados obtenidos en el presente estudio indican la importancia de realizar inventarios ficoflorísticos en regiones del litoral mexicano poco trabajadas y actualizaciones de la flora en intervalos de tiempo regulares. Además, estos resultados son la base para futuros estudios de tipo ecológico y de conservación, por lo que se recomienda continuar con los muestreos en las localidades visitadas para recabar datos de los cambios espaciales y temporales de la flora que permitan monitorear e identificar posibles alteraciones en las condiciones ambientales del litoral michoacano.

### 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. Cynthia Mariana Hernández Casas elaboró el mapa.

### Referencias

- Abbott, I. A. y Hollenberg, G. J. (1976). *Marine algae of California*. Stanford, California: Stanford University Press.
- Acosta-Calderón, J. A., Mateo-Cid, L. E. y Mendoza-González, A. C. (2016). An updated list of marine green algae

- (Chlorophyta, Ulvophyceae) from the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. *Check List*, 12, 1886.
- Alves, A. M., Gestinari, L. M. S., Oliveira, I. S., Moniz-Brito, K. L. y Moura, C. W. N. (2012). The genus *Cladophora* (Chlorophyta) in the littoral of Bahia, Brazil. *Nova Hedwigia*, 95, 337–372.
- Barata, D. y Toyota-Fujii, M. (2006). Ctenocladaceae e Ulvellaceae (Chlorophyta) de Espírito Santo e Litoral Norte de Sao Paulo, Brasil. *Hoehnea*, 33, 359–370.
- Bastida-Zavala, J. R., García-Madrigal, M. S., Rosas-Alquicira, E. F., López-Pérez, R. A., Benítez-Villalobos, F., Meraz-Hernando, J. F. et al. (2013). Marine and coastal biodiversity of Oaxaca, Mexico. *Check List*, 9, 329–390.
- Bucio-Pacheco, M. y Dreckmann, K. M. (1997). Chlorophyta (algas verdes) marinas bentónicas intermareales de Michoacán, Pacífico mexicano. *Polibotánica*, 6, 41–46.
- Burrows, E. L. (1991). *Seaweeds of the British Isles, Volume 2. Chlorophyta*. London: Natural History Museum Publications.
- Chávez-Barrera, M. L. (1980). Distribución del género *Padina* en las costas de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México*, 23, 45–51.
- Coppejans, E., Leliaert, F., Dargent, O. y Clerck, O. (2001). Marine green algae (Chlorophyta) from the north coast of Papua New Guinea. *Cryptogamie*, 22, 1–69.
- Correa, G. (1974). *Geografía del Estado de Michoacán. Tomo I. Geografía Física*. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán.
- Dreckmann, K. M., Pedroche, F. F. y Senties G. A. (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.
- Fama, P., Wisor, B., Kooistra, W. y Zucarello, G. (2002). Molecular phylogeny of the genus *Caulerpa* (Caulerpaales, Chlorophyta) inferred from chloroplast *tufA* gene. *Journal of Phycology*, 38, 1040–1050.
- García, E. (1983). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. México D.F.: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garduño-Solórzano, G., Godínez-Ortega, J. y Ortega, M. (2005). Distribución geográfica y afinidad por el sustrato de las algas verdes (Chlorophyceae) bentónicas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 76, 61–78.
- Grivel, P. F. (1983). *Calendario gráfico de mareas 1984*. México D.F.: Secretaría de Marina e Instituto de Geofísica, UNAM/ Dirección General de Oceanografía.
- Guiry, M. D. y Guiry, G. M. (2018). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Recuperado el 3 de enero de 2018 de <http://www.algaebase.org>
- Lalli, C. y Parson, T. (1997). *Biological Oceanography. An Introduction*. Butterworth Heinemann: Open University.
- León-Álvarez, D. y González-González, J. (1993). Algas costosas del Pacífico tropical. En S. Salazar-Vallejo y N. E. González (Eds.), *Biodiversidad marina y costera de México* (pp. 456–474). Chetumal: Conabio/ CIQROO.
- León-Tejera, H., Fragoso, D., León-Álvarez, D., Candelaria, C., Serviere-Zaragoza, E. y González-González, J. (1993). Characterization of tidal pool algae in the Mexican tropical Pacific coast. *Hydrobiologia*, 260/261, 197–205.
- Lugo, A. (2000). Effects and outcomes of Caribbean hurricanes in a climate change scenario. *Science of the Total Environment*, 262, 243–251.
- Mateo Cid, L. E. y Mendoza-González, A. C. (1991). Algas marinas bentónicas de la costa del estado de Colima, México. *Acta Botanica Mexicana*, 13, 9–30.
- Mateo-Cid, L. E. y Mendoza-González, A. C. (1992). Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit, México. *Acta Botanica Mexicana*, 20, 13–28.
- Mateo-Cid, L. E. y Mendoza-González, A. C. (2001). Algas marinas bentónicas de la costa de Oaxaca, México. *Anales Escuela Nacional Ciencias Biológicas México*, 47, 11–26.
- Mateo-Cid, L. E. y Mendoza-González, A. C. (2012). Algas marinas bentónicas de la costa noroccidental de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 905–928.
- Mateo-Cid, L. E., Mendoza-González, A. C., Ávila-Ortiz, A. G. y Díaz-Martínez, S. (2013). Algas marinas bentónicas del litoral de Campeche, México. *Acta Botanica Mexicana*, 104, 53–92.
- Mendoza-González, C. y Mateo-Cid, L. E. (1996). Contribución al estudio de la ficoflora marina de la costa del estado de Chiapas, México. *Polibotánica*, 2, 61–118.
- Mendoza-González, A.C., Mateo-Cid, L. E. y Galicia-García, C. (2011). Integración florística de las algas marinas de la costa sur de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 19–49.
- Norris, J. N. (2010). *Marine algae of the northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Scholarly Press.
- Ortiz-Pérez, M. A. y De la Lanza-Espino, G. (2006). *Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional*. Serie Textos Universitarios, núm. 3. México D.F.: Instituto de Geografía, UNAM.
- Pedroche, F. F., Silva, P. C., Aguilar-Rosas, L. E., Dreckmann, K. M. y Aguilar-Rosas, R. (2005). *Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota*. Ensenada, BC: Universidad Autónoma de Baja California.
- Santelices, B. (1977). *Ecología de las algas marinas bentónicas*. Santiago: Universidad Católica de Chile.
- Schneider, C. W. y Searles, R. B. (1991). *Seaweeds of the southeastern United States. Cape Hatteras to Cape Cañaveral*. Durham, Carolina del Norte: Duke University Press.
- SEMAR (Secretaría de Marina). (2002). *Atlas de dinámica costera de la República Mexicana*. México D.F.: Dirección General de Investigación y Desarrollo. Dirección General Adjunta de Hidrografía y Cartografía, Secretaría de Marina, Armada de México.
- Senties, A. y Dreckmann, K. M. (2011). Reino Vegetal. Diversidad de especies: Macroalgas. En A. Villalobos-Zapata (Eds.), *La biodiversidad en Campeche: estudio de*

- estado* (pp. 202–207). México D.F.: Comisión Nacional para el uso y conocimiento de la biodiversidad/ Universidad Autónoma de Campeche/ El Colegio de La Frontera Sur.
- Senties, A., Pedroche, F. F. y Dreckmann, K. M. (1990). La familia Rhodomelaceae (Ceramiales, Rhodophyta) en la costa del estado de Michoacán, México. *Boletín Sociedad Botánica de México*, 50, 89–120.
- Setchell, W. A. y Gardner, N. L. (1924). New marine algae from the Gulf of California. *Proceeding of the California Academy of Science, Series 4, 12*, 695–949.
- Stout, I. y Dreckmann, K. M. (1993). Macroalgas bentónicas del faro de Bucerías, Michoacán, México. *Anales Instituto Biología, Universidad Nacional Autónoma México, Serie Botánica*, 64, 1–23.
- Taylor, W. R. (1945). Pacific marine algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacific Expeditions, 12*, 1–528.
- Taylor, W. R. (1960). *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the America*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Thiers, B. (2017). Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- van den Hoek, C. (1982). A taxonomic revision of the American species of *Cladophora* (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde, Tweede Reeks*, 78, 1–236.
- Wynne, M. J. (2017). A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fourth revision. *Nova Hedwigia Beihefte*, 145, 1–202.