



Biodiversidad de las macroalgas marinas de la familia Rhodomelaceae (Rhodophyta) en México

Biodiversity of the marine macroalgae of the Rhodomelaceae family (Rhodophyta) in Mexico

Abel Senties[✉] y Kurt M. Dreckmann

Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Apartado postal 55-535, 09340 México, D. F., México.
[✉] asg@xanum.uam.mx

Resumen. Se presenta la revisión de la familia Rhodomelaceae en México. Los primeros registros datan de 1847, época en que J. Agardh citó a *Polysiphonia perpusilla* y *P. dictyurus*. A la fecha la familia está representada en México, en su costa del Pacífico por 28 géneros que contienen 100 especies, mientras que para la región mexicana del Atlántico se tienen registrados 23 géneros que contienen 80 especies. En estas 2 regiones se comparten 13 géneros, lo que da un total de 36 géneros de la familia en las costas de México, lo cual representa un 16.1% respecto a los géneros registrados mundialmente (224) y un 19% para las especies mundiales (933). Las especies están distribuidas en 17 entidades costeras de la República Mexicana, siendo Baja California, Baja California Sur y Quintana Roo los estados que más registros contienen.

Palabras clave: algas rojas, costas de México, distribución, riqueza taxonómica, Rhodomelaceae.

Abstract. A review of the biodiversity of the family Rhodomelaceae in Mexico is presented. The first records date from 1847, when J. Agardh recorded *Polysiphonia perpusilla* and *P. dictyurus*. To date, this family is represented by 28 genera containing 100 species in the Pacific coast, 23 genera with 80 species in the Atlantic, and 13 genera in common, giving a total of 37 genera, which represents 16.5% of the known genera (224), and a 19% of the species (933). These taxa are distributed along the 17 coastal states, being Baja California, Baja California Sur, and Quintana Roo the most diverse.

Key words: red algae, coasts of Mexico, distribution, taxonomic richness, Rhodomelaceae.

Introducción

A diferencia de la botánica vascular, en la que los resultados sobre la biodiversidad los presentan a nivel de familias taxonómicas, la botánica criptogámica se aproxima generalmente a nivel de división. Quizá una explicación de ello es la apabullante diversidad en cada familia vascular, sin embargo, los antecedentes sobre estudios de macroalgas para las costas mexicanas muestran que la ficoflora debe y puede también aproximarse por el nivel familiar, debido principalmente a la gran cantidad de familias por división (Guiry y Guiry, 2013). Otro elemento importante de aproximación a este nivel es la monofilia presente en estas categorías, no así en los grupos algales a nivel de phylum o clase. En esta ocasión nuestra contribución responde a ello, es decir se aborda una importante familia monofilética de algas rojas en las costas mexicanas, con la intención de poner en evidencia su diversidad y

que esta aproximación sea de mayor uso para trabajos de índole taxonómica, ecológica, biogeográfica y de conservación.

La familia Rhodomelaceae Harvey (1853:9) es una de las 8 familias que actualmente conforman el orden Ceramiales (Choi et al., 2008; Wynne, 2011). Su posición filogenética se considera como la más evolucionada dentro del orden por presentar la fecundación directa de la célula auxiliar y su temprana formación, además del alto grado de desarrollo del pericarpo y de las células protectoras (Scagel, 1953; Kim et al., 2000). Los caracteres que distinguen a las especies de esta familia son: presencia de tricoblastos e inicio del pericarpo antes de la fertilización (Hommersand, 1963). El primer registro data de 1847, época en que Harvey citó como género y especie tipo a *Rhodomela subfusca* (Woodward) C. Agardh, en la localidad de Cromer, Norfolk, Inglaterra (Woodward, 1791), mientras que para México se tienen como primeros registros de la familia a *Polysiphonia perpusilla* J. Agardh (ahora como: *Taenioma perpusillum* (J. Agardh) J. Agardh) y *P. dictyurus* J. Agardh (ahora como: *Tayloriella dictyurus*

(J. Agardh) Kylin) realizados por J. Agardh (1847) en las costas del Pacífico mexicano.

Sus representantes alcanzan tallas desde unos cuantos milímetros hasta 30 centímetros, expresando niveles de organización filamentosos (Figs. 1-6) y pseudoparenquimatosos (Figs. 7-13), con la condición polisifónica estricta (Van Den Hoek et al., 1995). La mayoría se distribuye en zonas tropicales, subtropicales y templadas, ocupando diversos ambientes intermareales y en menor proporción los submareales. Todas las especies de esta familia presentan el ciclo de vida típico de la alternancia de generaciones denominado diplobióntico haplo-diploide (Bold y Wynne, 1998), representado comúnmente por el género *Polysiphonia* Greville.

Trabajos de índole florística y monográfica han dado cuenta de la diversidad específica de algunos géneros presentes en las costas mexicanas, resaltan para la costa Pacífica: Setchell y Gardner (1924,1930); Dawson (1944, 1963); Taylor (1945); Abbott y Hollenberg (1976); Hollenberg (1961, 1967, 1968a, 1968b); Hollenberg y Norris (1977); Senties et al. (1990, 1995); Dreckmann y Senties (1994); Pedroche et al. (1995); Méndez-Trejo et al. (2012) y Pedroche et al.(2013). Mientras que para la costa Atlántica: Børgesen (1918), Taylor (1960); Dreckmann (1998); Littler y Littler (2000); Senties y Fujii (2002); Cetz-Navarro et al. (2008) y Wynne (2011).

Diversidad

En un país como México, que cuenta con 2 grandes regiones costeras, el Pacífico y el Atlántico, las exploraciones ficológicas y el estudio se han dado en tiempos y en formas diferentes. Evidentemente, los trabajos van desde los listados de especies, pasan por el registro de especies nuevas para la ciencia, y llegan hasta el tratamiento monográfico o de revisión de grupos particulares.

Los ficólogos mexicanos iniciaron la investigación formal de las algas marinas hace aproximadamente 51 años (Pedroche et al., 2009). Durante ese tiempo han dominado los estudios de índole florística y lo complementan los que tienen temáticas particulares: taxonomía, ecología, fisiología, biogeografía y filogenia. Todos ellos son los que han incrementado el registro y la descripción de las especies presentes en las costas mexicanas.

La diversidad actual de macroalgas marinas mexicanas de la división Rhodophyta se estima en 1 855 nombres de especies para el Pacífico, mientras que para el Atlántico oscilan alrededor de 890 (Pedroche y Senties, 2003; Ortega et al., 2001). En este panorama y como producto de los trabajos en florística, morfología y recientemente con biología molecular, esta familia está representada

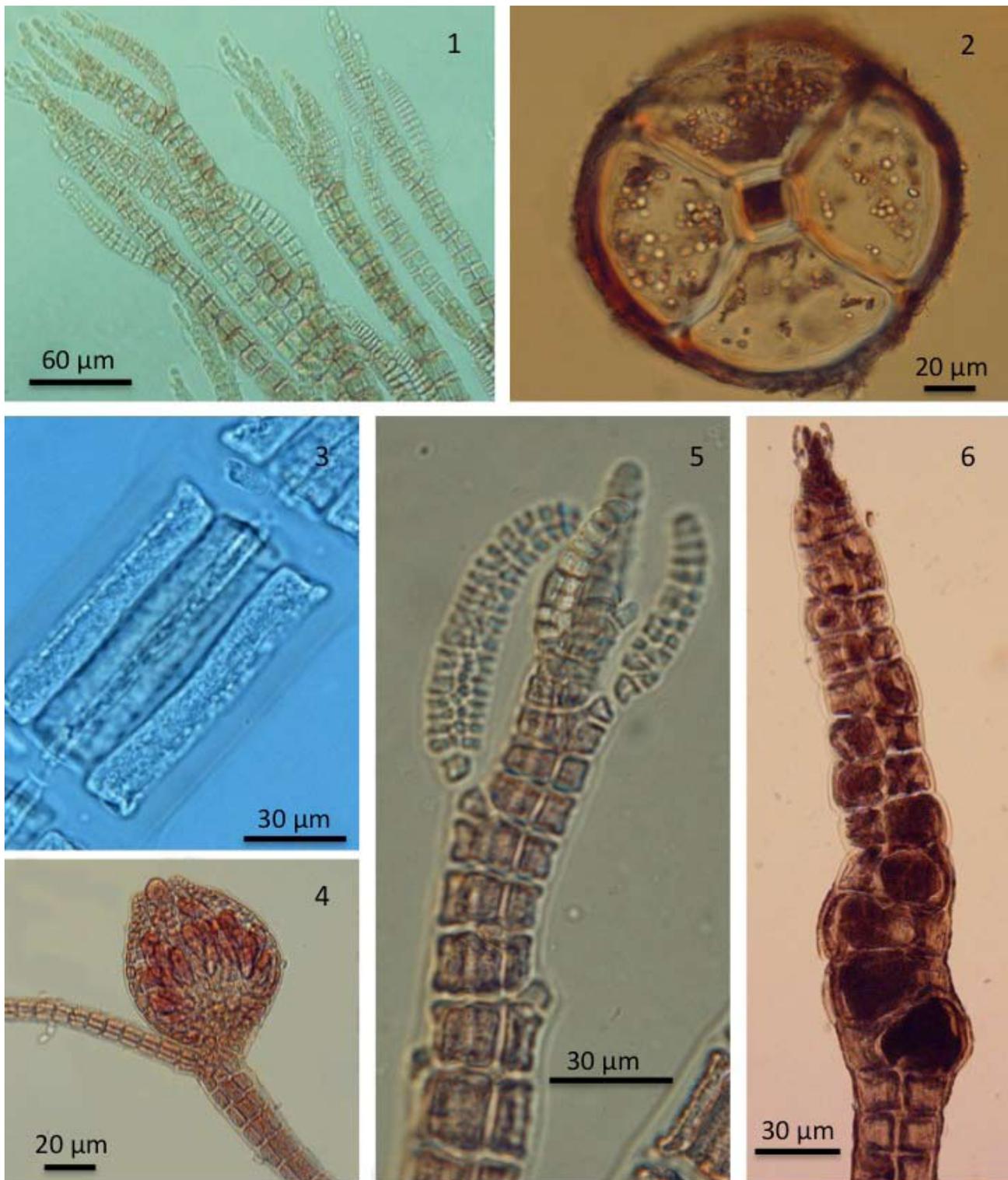
en México, en su costa del Pacífico por 28 géneros que contienen 100 especies, las cuales representan un 5.4% a nivel nacional (Pedroche et al., 2013), mientras que para la región mexicana del Atlántico se tienen registrados 23 géneros que contienen 80 especies, las cuales representan un 9% a nivel nacional (Ortega et al., 2001). En estas 2 regiones se comparten 13 géneros, lo que da un total de 36 géneros de esta familia en las costas de México (Cuadro 1), lo cual representa un 16.1% respecto a los géneros registrados mundialmente (224) y un 19% (180) para las especies mundiales (933) (Guiry y Guiry, 2013).

De las 180 especies de Rhodomelaceae descritas para México, sólo 10 de ellas (18%), han sido registradas como endémicas para el golfo de California (Espinoza-Avalos, 1993), lo cual representa un relativamente alto grado de endemismo para esa región. Es notoria la falta de datos documentados de endemismos para otras regiones del país, pero si podemos confirmar que muchas especies tienen distribución en países adyacentes, mientras que algunas de ellas presentan una distribución que abarca diversas regiones biogeográficas mundiales.

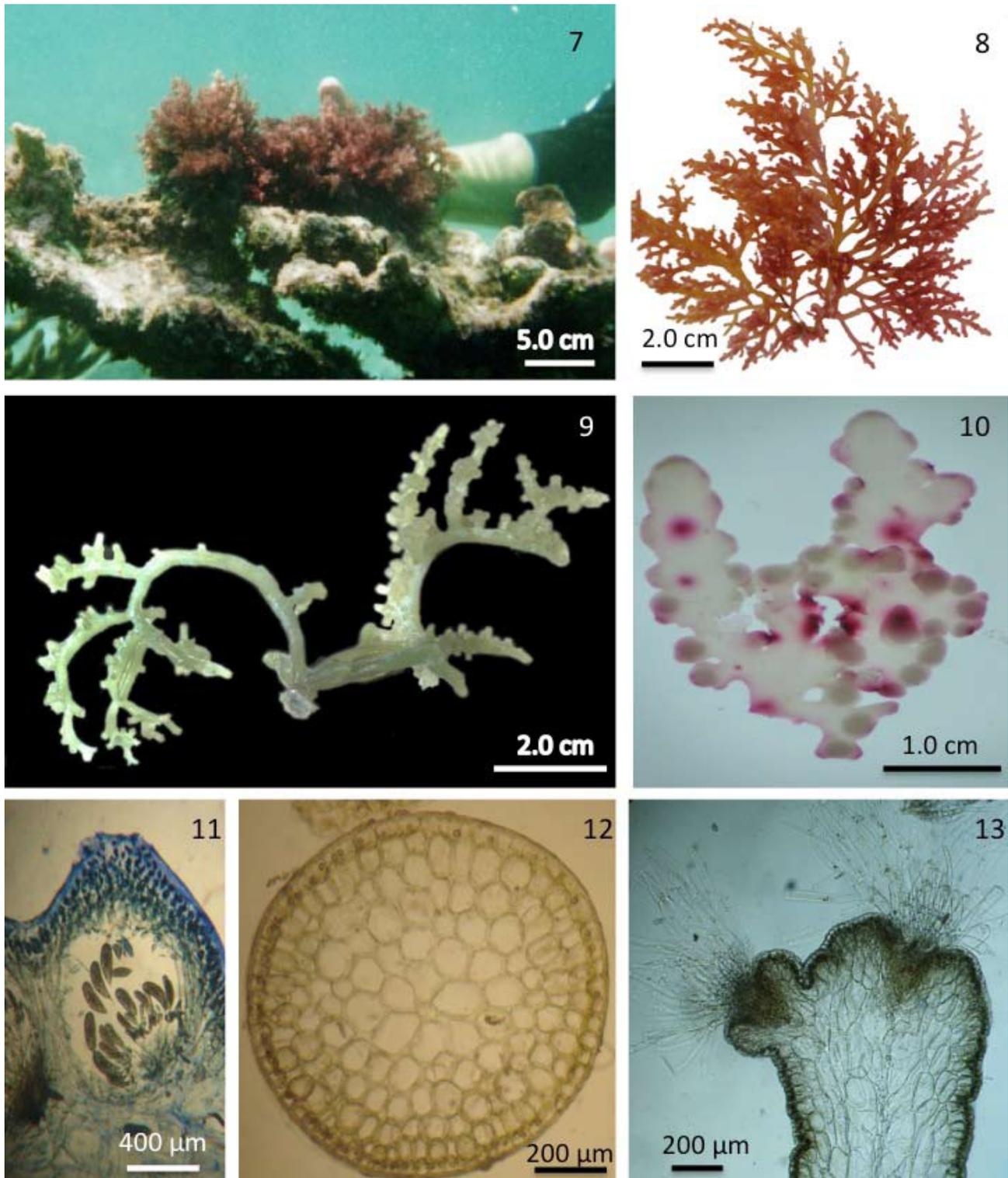
Respecto a su distribución en las costas mexicanas, las entidades federativas con mayor número de géneros y especies (g/e) registrados son: Baja California Sur (21/68), Baja California (20/69) y Quintana Roo (21/68). Cabe mencionar que los estados donde se ha encontrado un mayor número de especies de esta familia y de otros grupos algales en general, son los que se encuentran en las penínsulas: Baja California y Yucatán, debido a que es en estos estados es donde laboran más especialistas nacionales y extranjeros y/o donde se han realizado más recolectas (Cuadro 2).

Un aspecto que puede influir para la eficaz identificación y aproximación en cuanto a la diversidad de los grupos es su nivel de organización, el cual se expresa en estos representantes de Rhodomelaceae con morfología filamentosos (en 19 géneros), mientras que los 17 restantes su nivel de organización es pseudoparenquimatoso.

Como parte del tratamiento a nivel genérico se resalta que *Polysiphonia* Greville es el más diverso con 26 y 18 especies en el Pacífico y Atlántico, respectivamente, siguiéndole en orden numérico *Laurencia* J.V. Lamouroux con 22 y 14 especies en las regiones mencionadas. Este último, ha recibido especial interés por parte de especialistas que han aportado registros nuevos, circunscripciones de especies como combinaciones y estatus nuevos y taxa nuevos para la ciencia en nuestro país y áreas adyacentes (Senties et al., 2001; Senties y Fujii, 2002; Díaz-Larrea et al., 2007; Senties y Díaz-Larrea, 2008; Cassano et al., 2009, 2012; Senties et al., 2009, 2011, 2013; Machin-Sánchez et al., 2012; Mateo-Cid et al., 2013).



Figuras 1-6. Familia Rhodomelaceae, talos filamentosos: 1, ramas apicales de *Polysiophonia* sp.; 2, corte transversal mostrando célula axial y 4 células pericentrales; 3, segmento de filamento con la célula axial y las pericentrales; 4, estructura femenina, cistocarpo con carposporas; 5, estructura masculina, rama espermatangial; 6, tetrasporofito con tetrasporangios en posición espiral. Fotos: ©Luisa Núñez.



Figuras 7-13. Familia Rhodomelaceae, talos pseudoparenquimatosos: 7, hábito de *Laurencia* sp. sobre corales; 8, hábito de *Laurenciella marilzae*; 9, hábito de *Palisada perforata*; 10, hábito de *Osmundea* sp.; 11, estructura femenina, cistocarpo con carposporas; 12, corte transversal mostrando célula axial, células pericentrales, células medulares y células corticales; 13, corte longitudinal de ramas, mostrando depresión apical con tricoblastos. Fotos: © Abel Senties (excepto la #10= M. Fujii).

Cuadro 1. Géneros de Rhodomelaceae presentes en el Pacífico y el Atlántico de México

Géneros			
1. <i>Acanthophora</i> *	10. <i>Dipterosiphonia</i>	19. <i>Lophosiphonia</i> *	28. <i>Polysiphonia</i> *
2. <i>Alsidium</i>	11. <i>Erythrocytis</i>	20. <i>Micropeuce</i>	29. <i>Pterochondria</i>
3. <i>Amansia</i>	12. <i>Herposiphonia</i> *	21. <i>Murrayella</i>	30. <i>Pterosiphonia</i> *
4. <i>Amplisiphonia</i>	13. <i>Janczewskia</i>	22. <i>Neosiphonia</i> *	31. <i>Pterosiphoniella</i>
5. <i>Bostrychia</i> *	14. <i>Jantinella</i>	23. <i>Neorhodomela</i>	32. <i>Tayloriella</i>
6. <i>Bryocladia</i>	15. <i>Laurencia</i> *	24. <i>Ophidocladus</i>	33. <i>Veleroa</i>
7. <i>Bryothamniom</i> *	16. <i>Laurenciella</i>	25. <i>Osmundaria</i>	34. <i>Wrightiella</i>
8. <i>Chondria</i> *	17. <i>Leachiella</i>	26. <i>Osmundea</i>	35. <i>Wurdemannia</i> *
9. <i>Digenea</i> *	18. <i>Lophocladia</i>	27. <i>Palisada</i> *	36. <i>Yuzurua</i>

*= compartidos en ambas regiones

Cuadro 2. Número de géneros y especies descritas de la familia Rhodomelaceae presentes en México registrados por estado

Núm.	Estado	Géneros	Especies
Región Pacífico			
1	Baja California	20	69
2	Baja California Sur	21	68
3	Sonora	13	37
4	Sinaloa	8	18
5	Nayarit	12	27
6	Jalisco	12	24
7	Colima	11	26
8	Michoacán	5	16
9	Guerrero	9	20
10	Oaxaca	7	23
11	Chiapas	3	7
Región Atlántico			
12	Tamaulipas	14	24
13	Veracruz	15	40
14	Tabasco	2	4
15	Campeche	13	26
16	Yucatán	13	31
17	Quintana Roo	21	68

Se puede afirmar que el número total de especies para ambos litorales se irá modificando, entre otros factores por el incremento en el conocimiento de esta disciplina, mediante la combinación de las aproximaciones morfológicas, el uso de la biología molecular y las aproximaciones filogenéticas, la exploración de zonas poco conocidas, como son parte de las costas de entidades federativas con territorio costero en nuestro país.

En conclusión, el conocimiento taxonómico que se tiene actualmente de Rhodomelaceae en México (180 especies y 37 géneros) dista mucho de representar en su totalidad la extraordinaria riqueza de especies presentes en el país.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Hidrobiól. Óscar Hernández Cervantes por la captura de datos. Este trabajo forma parte de la línea de investigación: Macroalgas marinas y estuarinas, la cual esta apoyada parcialmente por los proyectos: (CBS 2011-2014: 18.10-261010 y UAMI-CA-117).

Literatura citada

- Abbott, I. A. y G. J. Hollenberg. 1976. Marine algae of California. Stanford University Press. La Joya. 827 p.
- Agardh, J. G. 1847. Nyaalgerfran Mexico. Öfversigt af Kongi. [Svenska] Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 4:5-17.
- Børgesen, F. 1918. Marine algae of the Danish West Indies. II Rhodophyceae. Dansk Botanisk Arkiv 3:1-504.
- Bold, H. C. y M. J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae. Structure and Reproduction. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. 720 p.
- Cassano, V., J. Díaz-Larrea, A. Sentíes, M. C. Oliveira, M. C. Gil-Rodríguez y M. T. Fujii. 2009. Evidence for the conspecificity of *Palisada papillosa* with *P. perforata* (Cerámiales, Rhodophyta) from western and eastern Atlantic Ocean on the basis of morphological and molecular analysis. Phycologia 48:86-100.
- Cassano, V., M. C. Oliveira, M. C. Gil-Rodríguez, A. Sentíes, J. Díaz-Larrea y M. T. Fujii. 2012. Molecular support for the establishment of the new genus *Laurenciella* within the *Laurencia* complex (Cerámiales, Rhodophyta). Botanica Marina 55:349-357.

- Cetz-Navarro, N., J. Espinoza-Avalos, A. Senties y L. Quan-Young. 2008. Nuevos registros de macroalgas para el Atlántico mexicano y riqueza florística del Caribe mexicano. *Hidrobiológica* 18:11-19.
- Choi, H. G., G. T. Kraft, H. S. Kim, M. D. Guiry y G. W. Saunders. 2008. Phylogenetic relationships among lineages of the Ceramiaceae (Cerariales, Rhodophyta) based on nuclear small subunit rDNA sequence data. *Journal of Phycology* 44:1033-1048.
- Dawson, E. Y. 1944. Marine algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pacific Expedition* 3:189-453.
- Dawson, E. Y. 1963. Marine algae of Pacific Mexico. Parte 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia* 6:401-487.
- Díaz-Larrea, J., A. Senties, M. T. Fujii, F. F. Pedroche y M. Cabral-Oliveira. 2007. Molecular evidence for *Chondrophyucus poiteau* var. *gemmaferus* comb. nov. (Cerariales, Rhodophyta) from the Mexican Caribbean. Implications for the taxonomy of the *Laurencia* complex. *Botanica Marina* 50:250-256.
- Dreckmann, K. M. 1998. Clasificación y nomenclatura de las algas marinas bentónicas del Atlántico mexicano. Conabio, México, D. F. 140 p.
- Dreckmann, K. M. y A. Senties. 1994. El alga *Digenea simplex* (Wulfen) C. Ag. (Cerariales, Rhodomelaceae) en México: variación biogeográfica. *Revista de Biología Tropical* 42:443-453.
- Espinoza-Avalos, J. 1993. Macroalgas marinas del Golfo de California. In *Biodiversidad marina y costera de México*, S. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). Conabio y CIQRO, México. p. 328-357.
- Guiry, M. D. y G. M. Guiry. 2013. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; última consulta: 21.II.2013.
- Harvey, W. H. 1847. Nereis australis or algae of the Southern Ocean. London. 124 p.
- Harvey, W. H. 1853. Nereis boreali-american. Part II. Rhodospermeae. *Smithsonian Contribution Knowledge* 10(art. 2):1-258.
- Hollenberg, G. J. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Parte 5. The genus *Polysiphonia*. *Pacific Naturalist* 2:345-375.
- Hollenberg, G. J. 1967. New genera in the Rhodomelaceae from the Central Pacific. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 66:201-221.
- Hollenberg, G. J. 1968a. An account of the species of *Polysiphonia* of the central and western tropical Pacific Ocean. I. *Oligosiphonia*. *Pacific Science* 12:56-98.
- Hollenberg, G. J. 1968b. An account of the red alga *Herposiphonia* occurring in the central and western tropical Pacific Ocean. *Pacific Science* 12:536-559.
- Hollenberg, G. J. y J. N. Norris. 1977. The red alga *Polysiphonia* (Rhodomelaceae) in the northern Gulf of California. *Smithsonian Contributions to the Marine Science* 1:1-21.
- Hommersand, M. H. 1963. The morphology and classification of some Ceramiaceae and Rhodomelaceae. *University of California Publications in Botany* 35:165-366.
- Kim, M. S., C. A. Maggs, L. McIvor y M. D. Guiry. 2000. Reappraisal of the type species of *Polysiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 35:83-92.
- Littler, D. S. y M. M. Littler. 2000. Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. *Offshore Graphics*. Washington D. C. 542 p.
- Machín-Sánchez, M., V. Cassano, J. Díaz-Larrea, A. Senties, M. T. Fujii y M. C. Gil-Rodríguez. 2012. Morphological and molecular evidence demonstrates the ampho-Atlantic distribution of *Laurencia catarinensis* (Cerariales, Rhodophyta). *Botanica Marina* 55:241-252.
- Mateo-Cid, L. E., A. C. Mendoza-González, A. Senties, J. Díaz-Larrea y J. Calderón. 2013. *Laurencia laurahuertana* sp. nov. (Rhodomelaceae, Rhodophyta); an epiphytic species from the Mexican Caribbean. *Phycological Research* (en prensa).
- Méndez-Trejo, M. C., R. Riosmena-Rodríguez, E. Ávila, J. M. López-Vivas y A. Senties. 2013. Evaluación de la invasión de *Acanthophora spicifera* sobre la epifauna en Bahía de La Paz; B.C.S. In *Especies invasoras acuáticas de México: casos de estudio*, A. Low (ed.). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y la University of Prince Edward Island (en prensa).
- Ortega, M. M., J. L. Godínez y G. Garduño-Solórzano. 2001. Catálogo de algas bentónicas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. *Cuadernos del Instituto de Biología, UNAM* 34:1-594.
- Pedroche, F. F. y A. Senties. 2003. Ficología marina mexicana. Diversidad y problemática actual. *Hidrobiológica* 13:23-32.
- Pedroche, F. F., A. Senties, E. Novelo y M. E. Meave. 2009. Algas. Pasado, presente y futuro en México. In *COSMOS Enciclopedia de las ciencias y tecnología en México*, J. Ramírez-Pulido (Coord. Científico). Conacyt, UAM, ICyTDF. p. 55-69.
- Pedroche, F. F., P. C. Silva, L. E. Aguilar y R. Aguilar-Rosas. 2013. Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. III. Rhodophyta. *Universidad Autónoma Metropolitana* (en prensa).
- Pedroche, F. F., J. A. West, G. C. Zucarello, A. Senties y U. Karsten. 1995. Marine red algae of the mangroves in southern Pacific México and Pacific Guatemala. *Botanica Marina* 38:111-119.
- Scagel, R. F. 1953. A morphological study of some dorsiventral Rhodomelaceae. *University of California Publications in Botany* 27:1-108.
- Senties, A. 1995. El género *Polysiphonia* (Cerariales, Rhodomelaceae) en el Pacífico tropical mexicano. *Revista de Biología Tropical* 43:39-54.
- Senties, A. y M. T. Fujii. 2002. El complejo *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en el Caribe mexicano. In *Monografías ficológicas*, A. Senties y K. M. Dreckmann (eds.). UAM Iztapalapa y Red Latinoamericana de Botánica. p. 119-192.
- Senties, A. y J. Díaz-Larrea. 2008. Proposals of *Palisada poiteau* var. *gemmaferus* comb. nov. and *Palisada corallopsis*

- comb. nov. (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Botanica Marina* 51:69-70.
- Sentíes, A., F. F. Pedroche y K. M. Dreckmann. 1990. La familia Rhodomelaceae (Ceramiales, Rhodophyta) en la costa del estado de Michoacán, Mex. *Boletín Sociedad Botánica de México* 50:89-120.
- Sentíes, G. A., M. T. Fujii y D. Rodríguez. 2001. *Laurencia venusta* (Ceramiales, Rhodophyta): a new record for Atlantic Ocean. *Botanica Marina* 44:95-99.
- Sentíes, A., J. Díaz-Larrea, V. Cassano, M. C. Gil-Rodríguez y M. T. Fujii. 2009. *Palisada perforata* (Rhodomelaceae, Ceramiales) en el Caribe mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:7-12.
- Sentíes, A., J. Díaz-Larrea, V. Cassano, M. C. Gil-Rodríguez y M. T. Fujii. 2011. *Laurencia marilzae* (Ceramiales, Rhodophyta) from the Mexican Caribbean: a new record for the tropical western Atlantic. *Bulletin of Marine Science* 87:681-686.
- Sentíes, A., A. C. Mendoza-González, L. E. Mateo-Cid, J. Díaz-Larrea, G. A. Ceballos-Corona y M. T. Fujii. 2013. *Osmundea purepecha* sp. nov. (Rhodophyta: Ceramiales) from the Pacific tropical coast of Mexico, based on morphological and molecular data. *Pacific Science* 84: en prensa.
- Setchell, W. A. y N. L. Gardner. 1924. New Marine algae from the Gulf of California. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 12:695-949.
- Setchell, W. A. y N. L. Gardner. 1930. Marine algae of the Revillagigedo Islands Expedition in 1925. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 19:109-215.
- Taylor, W. R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Expedition to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacific Expedition* 12:1-528.
- Taylor, W. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. University of Michigan Press, Ann Harbor. 870 p.
- Van Den Hoek, C., D. G. Mann y H. M. Jahns. 1995. *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press, Cambridge. 627 p.
- Woodward, T. J. 1791. The history and description of a new species of *Fucus*. *Transactions of the Linnean Society of London* 1:131-134.
- Wynne, M. J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia* 140:7-66.