



Biodiversidad de Gracilariaceae (Rhodophyta) en México

Biodiversity of Gracilariaceae (Rhodophyta) in Mexico

Kurt M. Dreckmann y Abel Sentíes✉

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

Resumen. Desde 1911, se han clasificado 38 especies correspondientes a *Gracilaria*, *Gracilariophylla*, *Congracilaria*, *Gracilariopsis* e *Hydropuntia* de la familia Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta), en los 17 estados litorales mexicanos, tanto en el Pacífico como en el golfo de México y Caribe mexicano, lo que representa el 16% de la flora mundial de Gracilariaceae. Los litorales mexicanos forman parte de una de las 8 áreas de endemismo para *Gracilaria*, y de una de las 3 para *Hydropuntia*. Los géneros *Gracilariopsis*, *Congracilaria* y *Gracilariophylla* requieren mayor atención sistemática. De los 7 géneros reconocidos para la familia, 4 tienen especies distribuidas en litorales mexicanos, representando el 57%. De las 239 especies aceptadas para Gracilariaceae, 38 se han identificado en los 17 estados litorales nacionales, lo que representa el 16%.

Palabras clave: Gracilariaceae, algas rojas, diversidad, Pacífico mexicano, golfo de México, Caribe mexicano.

Abstract. Since 1911, 38 species belonging to *Gracilaria*, *Gracilariophylla*, *Congracilaria*, *Gracilariopsis*, and *Hydropuntia* of Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta), have been classified along the 17 Mexican littoral states, of both the Mexican Pacific and the Gulf of Mexico-Mexican Caribbean, which represent 16% of the Gracilariaceae worldwide flora. The Mexican coasts are part of 2 major areas of endemism: one out of 8 for the genus *Gracilaria*, and one out of 3, for the genus *Hydropuntia*. The genera *Gracilariopsis*, *Congracilaria*, and *Gracilariophylla* need special systematic attention. Four genera, out of 7 recognized in the family, have representatives in the Mexican flora, representing 57%. Thirty-eight species out of 239 taxa recognized for Gracilariaceae have been identified in México, which is 16% of the total.

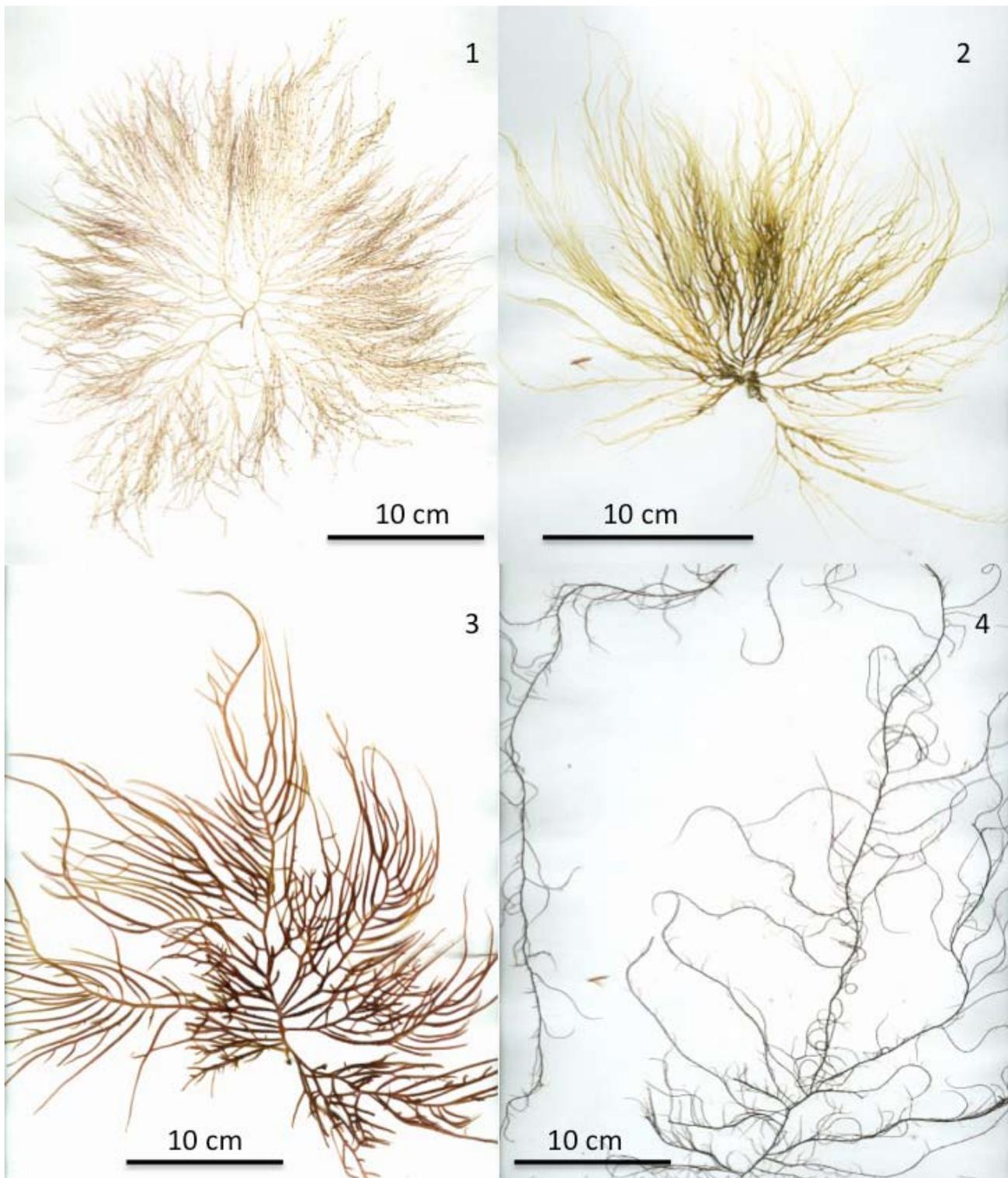
Key words: Gracilariaceae, red algae, diversity, Mexican Pacific, Gulf of Mexico, Mexican Caribbean.

Introducción

La taxonomía de Gracilariaceae es la siguiente: imperio Eukaryota, reino Plantae, subreino Rhodoplantae, phylum Rhodophyta, subphylum Eurhodophytina, clase Florideophyceae, subclase Rhodymeniophycidae y orden Gracilariales (Saunders y Hommersand, 2004; Guiry y Guiry, 2013). De acuerdo a Norton et al. (1996) y Dawes y Mathieson (2008), el phylum contiene alrededor de 6 398 especies (Guiry y Guiry, 2013). El orden Gracilariales se integra sólo por la familia Gracilariaceae. Gurgel y Fredericq (2004), pero consultar también Fredericq y Hommersand (1990) y Guiry y Guiry (2013), proponen los siguientes géneros y especies componentes como miembros de la familia. 1. *Gracilaria* Greville, 170 especies reconocidas; género muy apreciado ya sea como alimento directo como por su contenido de agar; de marcada afinidad tropical. Dreckmann y Sentíes

(2009) reconocen 2 subgéneros: *Textoriella* Yamamoto y *Gracilaria* Yamamoto (= *Verrucosa*). 2. *Gracilariopsis* E. Y. Dawson, 21 especies reconocidas, de marcada afinidad por ambientes mixohalinos tropicales. 3. *Gracilariophila* Setchell et Wilson, 2 especies reconocidas. Adelfoparásito con caracteres reproductivos similares al género hospedero (*Gracilariopsis*); endémico del Pacífico de Norteamérica. 4. *Congracilaria* Yamamoto, 1 especie reconocida. Adelfoparásito exclusivo de *Gracilaria salicornia*, especie endémica de la isla Okinoerabu al sur de Japón. 5. *Hydropuntia* Montagne, 16 especies reconocidas para el Indo Pacífico, norte de Australia, Sudáfrica, Atlántico tropical americano, mar Caribe y sur del golfo del México. 6. *Curdiea* Harvey, 13 especies reconocidas, endémico de la región comprendida entre el suroeste australiano, Nueva Zelandia e islas sub Antárticas. 7. *Melanthalia* Montagne, 5 especies reconocidas. El género esta restringido al sur de Australia y Nueva Zelandia. De éstos, sólo *Gracilaria*, *Gracilariopsis*, *Gracilariophila* e *Hydropuntia*, han sido identificados en litorales mexicanos.

Descripción del grupo. De acuerdo a la última revisión



Figuras 1-4. Familia Gracilariaceae, ejemplares representativos: 1, *Gracilaria blodgettii*; 2, *Gracilaria parvispora*; 3, *Hydropuntia cornea*; 4, *Gracilariopsis lemaneiformis*. Fotos: © Kurt Dreckmann.

disponible (Dreckmann, 2012), los miembros de Gracilariaceae poseen un talo bien definido en ejes, ramas y un pie de fijación. Los ejes son producidos a partir de una germinación esporica tipo *Dumontia*; es decir, una vez adherida al sustrato, la espóra se divide una o más veces en un plano perpendicular a éste y luego se producen divisiones horizontales que dan lugar a una masa hemisférica de células al interior de la pared celular original, lo que a su vez da lugar a la costra polistromática de la que surgen uno o más ejes erectos. Los ejes y ramas del talo pueden, en corte transversal, ser cilíndricos, completamente aplanados, laminares, o presentar una condición intermedia, comprimida. La estructura anatómica es pseudoparenquimatosa con desarrollo de subcorteza y corteza. La arquitectura es uniaxial; es decir, el crecimiento es a partir de una única célula apical. Se presentan 2 tipos de esporas: a) tetrasporas producidas meióticamente (meiosporas) en tetrasporangios de división cruzada corticales, y b) carposporas producidas mitóticamente en el cistocarpo del carposporofito. El sistema reproductivo femenino es el característico de Florideophycidae, está constituido de una rama carpogonial de 3 células y un tricógino conspicuo, o protricógino, ubicado en el extremo distal de la célula femenina, oogonio, o carpogonio. En los miembros de la familia, el gonimoblasto se forma directamente después de la fertilización del núcleo femenino o carpogonial, sin interconexión y sin célula auxiliar; es decir, el desarrollo es tipo *Nemalion*. En términos embrionarios, el desarrollo es de tipo somático; es decir, no hay una línea germinal distintiva. En cambio, tenemos linajes celulares que dan lugar tanto a células somáticas como gaméticas. Hay géneros de vida libre (*Curdiea*, *Hydropuntia*, *Gracilaria*, *Gracilariopsis* y *Melanthalia*) y adelfoparásitos filogenéticamente relacionados al hospedero: *Congracilaria* y *Gracilariophyla*.

La talla de las especies del género *Gracilaria* tiene un intervalo de 3-5 cm en hábitats intermareales, tanto del Pacífico como del golfo de México y Caribe, hasta 15-20 cm en hábitats inframareales estuarinos en ambos litorales y arrecifales en el golfo de México y Caribe. Las especies de *Hydropuntia*, todas arrecifales y circunscritas al sur del golfo de México y Caribe, tienen desde 6-8 cm hasta 20-45 cm. Por otro lado, las especies de *Gracilariopsis*, dominantes en ambientes mixohalinos, miden de 6(10) y hasta 100(120) cm de largo.

Con respecto a los hábitats hay un patrón interesante, mientras las especies de *Gracilariopsis* muestran una clara afinidad por los hábitats mixohalinos, el género *Gracilaria* es euritópico. *Hydropuntia* es un género que se desarrolla exclusivamente en ambientes marinos tanto en México como en todas las regiones del mundo en donde se distribuye. Este es un patrón que no sólo se presenta en

México, sino en todo el intervalo mundial de distribución de estos géneros.

De acuerdo a Bold y Wynne (1985), South y Whittick (1987), Hawkes (1990) y Van Den Hoek et al. (1995), el ciclo de vida incluye singamia oogámica haplobiótica haplodiploide. Cariológicamente es trifásica, trigénica, o tipo *Polysiphonia* (1 haploide -el gametofito- y 2 diploides -tetrasporofito y carposporofito); isomórfica, con meiosis esporica y especies dioicas. La fertilización es interna o *in situ*. Los miembros de la familia son autoreplicantes o clonales (Santelices, 2002). La arquitectura es modular (Jackson y Buss, 1985).

Diversidad

La morfoespecie ha sido el concepto taxonómico operativo en la ficología de macroalgas desde su nacimiento en el siglo XIX. Tuvo un pequeño reajuste a raíz de la biología de poblaciones y el concepto biológico en la década de 1950, hubo otro sisma menor con la sistemática filogenética de los sesenta; pero no fue hasta que la biología molecular demostró que las especies son linajes monofiléticos en los noventa, que empezamos a incorporar la dimensión histórica en la clasificación de las formas algales. Los ficólogos mexicanos hemos incorporado los análisis moleculares a los estudios de la diversidad nacional de modo esporádico, recién a partir del segundo lustro del siglo XXI. El número de especies, sobre todo criptoformas de algas gracilarioides presentes en los litorales nacionales, va a sufrir por estos incrementos significativos en los siguientes años.

Las referencias florísticas y monográficas son para el Pacífico: Setchell y Gardner (1924), Dawson (1944, 1949, 1961), Norris (1985), Dreckmann (2002) y Pedroche et al. (2013); y para el golfo de México y Caribe mexicano: Taylor (1928, 1935, 1960), Ortega et al. (2001), Gurgel et al. (2003b) y Dreckmann (1998, 2012).

El golfo de California, el Pacífico tropical mexicano, el archipiélago de las Revillagigedo y el archipiélago Hawaiano, forman parte de una de las 8 áreas de endemismo biogeográfico propuestas por Dreckmann (2013) para el género *Gracilaria*. Por otro lado, el sur del golfo de México (Campeche y Yucatán), el mar Caribe, incluyendo la región mexicana de Quintana Roo, forman parte de una de las 3 áreas de endemismo biogeográfico propuestas por Dreckmann (2013) para el género *Hydropuntia*.

De los 7 géneros reconocidos para la familia, 4 se distribuyen en litorales mexicanos, representando el 57%. De las 239 especies actualmente aceptadas para Gracilariaceae (Guiry y Guiry, 2013), 38 se han identificado en los 17 estados litorales nacionales (Cuadro 1), lo que representa el 16%. A su vez, este número representa, de las

Cuadro 1. Lista florística y distribución por estados de especies de Gracilariaceae (Dreckmann, 1998, 2002, 2012; Gurgel et al., 2003b; Norris, 1985; Ortega et al., 2001; Pedroche et al., 2013). El número entre paréntesis corresponde al número de localidades en las que ha sido registrada la especie. BCG, Baja California costa del golfo; BCP, Baja California costa del Pacífico; BCSG, Baja California Sur costa del golfo; BCSP, Baja California Sur costa del Pacífico

-
1. *Gracilaria ascidiicola* E.Y. Dawson. Sonora (1), BCG (1), BCP (1).
 2. *Gracilaria blodgettii* Harvey. Tamaulipas (3), Veracruz (10), Tabasco (1), Campeche (8), Yucatán (3), Quintana Roo (8).
 3. *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva. Sonora (1).
 4. *Gracilaria cervicornis* (Turner) J. Agardh. Tamaulipas (6), Veracruz (45), Tabasco (1), Campeche (5), Yucatán (2), Quintana Roo (16).
 5. *Gracilaria cerrosiana* W.R. Taylor. Oaxaca (3), Guerrero (3), Colima (2), BCSG (2), BCP (8), Sonora (1), Sinaloa (1)
 6. *Gracilaria crispata* Setchell y Gardner. Oaxaca (6), Guerrero (11), Michoacán (4), Colima (3), Jalisco (4), Nayarit (7), BCG (17), BCSG (1), Sonora (7), Sinaloa (5).
 7. *Gracilaria damaecornis* J. Agardh. Veracruz (5), Tabasco (1), Campeche (4), Quintana Roo (7).
 8. *Gracilaria hancockii* E.Y. Dawson. BCG (2)
 9. *Gracilaria mammillaris* (Montagne) M. Howe. Tamaulipas (7), Veracruz (12), Campeche (4), Quintana Roo (16).
 10. *Gracilaria marcialana* E.Y. Dawson. BCP (1), BCSP (1), BCG (3), Sonora (1), Colima (1).
 11. *Gracilaria pachydermatica* Setchell y Gardner. BCP (9), BCG (20), Sonora (11), Michoacán (5), Colima (1), Jalisco (1), Oaxaca (4).
 12. *Gracilaria pacifica* I.A. Abbott. BCP (4), BCSP (1), BCG (2), Sinaloa (1).
 13. *Gracilaria parvispora* I.A. Abbott. Chiapas (1), Oaxaca (14), Guerrero (1), Colima (3).
 14. *Gracilaria pinnata* Setchell y Gardner. BCP (1), BCG (5), BCSG (3), Nayarit (1)
 15. *Gracilaria ramisecunda* E.Y. Dawson. BCG (4), Sonora (2).
 16. *Gracilaria rubrimembra* E.Y. Dawson. BCG (1), Sonora (3).
 17. *Gracilaria spinigera* E.Y. Dawson. BCG (10), Sonora (3), Nayarit (1), Jalisco (1).
 18. *Gracilaria subsecundata* Setchell y Gardner. BCP (3), BCG (31), Sonora (6).
 19. *Gracilaria symmetrica* E.Y. Dawson. BCP (1), Jalisco (1), Oaxaca (1).
 20. *Gracilaria tepocensis* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson. BCP (2), BCG (4), Sonora (4), Sinaloa (1). Jalisco (2), Colima (1), Oaxaca (3)
 21. *Gracilaria textorii* (Suringar) De Toni. BCP (19), BCG (14), BCSP (2), Sonora (5), Nayarit (2), Jalisco (1), Colima (1).
 22. *Gracilaria tikvahiae* McLachlan. Tamaulipas (11), Veracruz (16), Tabasco (1), Campeche (7), Yucatán (3), Quintana Roo (12).
 23. *Gracilaria turgida* E.Y. Dawson. BCP (5), BCSP (1), Sonora (4).
 24. *Gracilaria veleroae* E.Y. Dawson. BCP (5), BCG (8), Oaxaca (1), Guerrero (1), Michoacán (1), Colima (4), Nayarit (2), Sonora (3), Nayarit (1), Colima (1), Guerrero (1), Oaxaca (3), Colima -Revillagigedo- (2).
 25. *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss. BCP (1).
 1. *Gracilariophylla gardneri* Setchell. BCSP (1), Sonora (5).
 2. *Gracilariophylla oryzoides* Setchell et Wilson. BCP (14).
 1. *Gracilariopsis cata-luziana* Gurgel, Fredericq y J. Norris. Veracruz (1), Campeche (2).
 2. *Gracilariopsis costaricensis* E.Y. Dawson. Jalisco (1), Veracruz (1).
 3. *Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory) E.Y. Dawson. BCP (1), BCG (1), Sonora (2), Colima (1), Oaxaca (3), Chiapas (2), Veracruz (4), Campeche (5).
 4. *Gracilariopsis megaspora* E.Y. Dawson. Sonora (1).
 5. *Gracilariopsis robusta* (Setchell) E.Y. Dawson. BCP (2), Sinaloa (1).
 6. *Gracilariopsis rhodotricha* E.Y. Dawson. BCS-G (1), Colima -Revillagigedo- (2)
 7. *Gracilariopsis tenuifrons* (Bird et Oliveira) Fredericq et Hommersand. Tabasco (1).
-
1. *Hydropuntia caudata* (J. Agardh) Gurgel et Fredericq. Tamaulipas (5), Veracruz (15), Tabasco (1), Campeche (3), Quintana Roo (3).
 2. *Hydropuntia crassissima* (Crouan et Crouan) M.J. Wynne. Quintana Roo (19).
 3. *Hydropuntia cornea* (J. Agardh) M.J. Wynne. Tamaulipas (1), Veracruz (7), Campeche (10), Yucatán (5), Quintana Roo (14).
 4. *Hydropuntia usneoides* (C. Agardh) Gurgel et Fredericq. Veracruz (1), Campeche (4), Quintana Roo (3).
-

Cuadro 2. Distribución de la riqueza de especies de Gracilariaceae por regiones geográficas, número de especies entre paréntesis

Pacífico de Baja California: *Gracilaria* (12), *Gracilariophylla* (2), *Gracilariopsis* (2).

Golfo de California: *Gracilaria* (16), *Gracilariophylla* (1), *Gracilariopsis* (2).

Pacífico tropical: *Gracilaria* (11), *Gracilariopsis* (1).

Golfo de México: *Gracilaria* (5), *Gracilariopsis* (3), *Hydropuntia* (3).

Caribe mexicano: *Gracilaria* (4), *Hydropuntia*(4).

especies de algas rojas identificadas para México, el 2% de las rodofitas del Pacífico y el 4.3% de las rodofitas del golfo de México y Caribe mexicano. Los datos generales los hemos tomado de Pedroche y Senties (2003; Cuadro 2) y son los siguientes: 1 855 especies de Rhodophyta para el Pacífico y 890 para el golfo de México y Caribe.

Expectativa taxonómica. Dada la actual intensidad del estudio ficológico en el golfo de México y Caribe mexicano, y en el Atlántico tropical americano en general, los futuros análisis moleculares arrojarán novedades taxonómicas principalmente en el área de las criptoespecies. Por otro lado, excepto por el estudio de García-Rodríguez et al. (2013) acerca de la presencia, distribución y naturaleza invasiva de *Gracilaria parvispora*, no se han emprendido análisis moleculares de los representantes de Gracilariaceae en el Pacífico mexicano. Una vez que sigamos el ejemplo de García-Rodríguez et al. (2013), es muy probable que surjan novedades taxonómicas. Por ejemplo, es probable que *Gracilaria symmetrica* E.Y. Dawson sea, en realidad, otra especie plana de *Gracilariopsis*, ver la redescipción genérica propuesta por Gurgel et al. (2003b). Así mismo, tomando en cuenta las hipótesis filogenéticas moleculares recientes (Gurgel et al., 2003a, Gurgel y Fredericq, 2004), *Gracilariopsis robusta* (Setchell) E.Y. Dawson y *Gracilariopsis rhodotricha* E.Y. Dawson, podrían ser reincorporados a *Gracilaria*. Por último, cuando los ficólogos marinos mexicanos nos decidamos a estudiar sistemáticamente las formas parásitas, es probable que el número de especies para *Gracilariophylla* y *Congracilaria* se incrementen para el Pacífico mexicano, y sean identificadas en el golfo de México y Caribe mexicano.

Patrones poblacionales. En el litoral mexicano, las especies de Gracilariaceae, mientras son raras en el ambiente expuesto o intermareal, son comunes en las comunidades sumergidas o inframareales. En el primero dominan las especies de tallas pequeñas, hasta 5 cm, y pertenecen al género *Gracilaria*. Las especies de tallas más altas, 10-120 cm, se encuentran en ambientes infralitorales, tanto marinos como mixohalinos (Dreckmann, 2002). Las especies de *Gracilariopsis*, por otro lado, tienen una marcada afinidad mixohalina. Las de *Hydropuntia* abundan y son características de los ambientes arrecifales

sumergidos del sur del golfo de México, Campeche y Yucatán, y Caribe mexicano.

Especies invasoras. Dos especies de Gracilariaceae han sido registradas como invasoras en litorales mexicanos: *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss en Ensenada, Baja California (Bellorin et al., 2004) y *G. parvispora* I. A. Abbott en San Juan, Baja California, Bahía Magdalena, Baja California Sur y Bahía Navachiste, Sinaloa (García-Rodríguez et al., 2013). Esta última había sido identificada con otros nombres en Chiapas, Guerrero y Colima (Dreckmann, 2002) y el golfo de Tehuantepec, Oaxaca, hace 4 décadas. Saunders (2009) considera que las poblaciones de *G. vermiculophylla* en el Pacífico norteamericano, desde Ensenada a Columbia Británica, se encuentran en el intervalo natural de distribución de la especie, a diferencia de aquellas del Atlántico norte reconocidas como verdaderas invasoras.

Historia florística. Pacífico. Howe (1911) describe la primera especie de *Gracilaria*, *G. vivesii* (= *G. textorii*) para el golfo de California. Trece años después, Setchell y Gardner (1924) describen 8 más. Dos décadas después, Dawson (1944) aumenta el número en 3 nuevas especies. Un lustro más adelante, el mismo autor (Dawson, 1949) describe otras 5 para *Gracilaria* y 2 más para su nuevo género, *Gracilariopsis*. Por último, 12 años después, en su monografía sobre el orden Gigartinales en el Pacífico mexicano (Dawson, 1961), este prolífico estudioso de las algas marinas mexicanas agrega otra nueva especie: *G. ascidiicola*, a la flora de la región. Hasta ahora, no ha habido nuevos aportes.

Golfo de México y Caribe mexicano. Aunque la historia de la exploración ficológica de la costa atlántica de México se inicia en la primera mitad de siglo XIX, con las descripciones de botánicos europeos y norteamericanos, la actividad preponderante de los ficólogos mexicanos ha sido la identificación usando los textos de Taylor (1928, 1935, 1960). En esta región la primera y única especie descrita para la familia Gracilariaceae es *Gracilariopsis cata-luziana* Gurgel, Fredericq y J. Norris (Gurgel et al., 2003b).

Con base en estas investigaciones, el número de especies para cada género de Gracilariaceae son:

Gracilaria 21, 16 para el Pacífico y 5 para el golfo de México y Caribe mexicano. No hay especies comunes a ambos litorales. *Gracilariopsis* 6, 3 en el golfo de México (el género no se distribuye en el Caribe mexicano), 2 para el Pacífico y 1 (*Gracilariopsis lemaneiformis*) común a los 2 litorales. Los registros de *G. lemaneiformis* para el Pacífico mexicano, golfo de México y Caribe mexicano deben ser confirmados usando marcadores moleculares (Gurgel et al., 2003a, b, 2004). *Hydropuntia* 4 especies restringidas al golfo de México y Caribe mexicano. Una de ellas, *Hydropuntia crassissima*, restringida a la costa de Quintana Roo y mar Caribe.

Literatura citada

- Bellorin, A. M., M. C. Oliveira y E. C. Oliveira. 2004. *Gracilaria vermiculophylla*: a western Pacific species of Gracilariaceae (Rhodophyta) first recorded from the eastern Pacific. *Phycological Research* 52:69-79.
- Bold, H. C. y M. J. Wynne. 1985. *Introduction to the Algae. Structure and Reproduction*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. 720 p.
- Buss, L. W. 1987. *The Evolution of Individuality*. Princeton University Press. New Jersey. 175 p.
- Dawes, C. J. y A. C. Mathieson. 2008. *The Seaweeds of Florida*. University Press of Florida. Gainesville. 591 p.
- Dawson, E. Y. 1944. Marine Algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pacific Expedition* 3:189-453.
- Dawson, E. Y. 1949. *Studies of northeast Pacific Gracilariaceae*. Allan Hancock Foundation Publications, Occasional Papers 7:1-105.
- Dawson, E. Y. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4: Gigartinales. *Pacific Naturalist* 2:191-343.
- Dreckmann, K. M. 1998. Clasificación y nomenclatura de las algas marinas bentónicas del Atlántico mexicano. *Conabio. México*, D. F. 140 p.
- Dreckmann, K. M. 2002. El género *Gracilaria* (Gracilariaceae, Rhodophyta) en el Pacífico centro-sur mexicano. *In Monografías ficológicas*, A. Senties y K. M. Dreckmann (eds.). UAM Iztapalapa y Red Latinoamericana de Botánica. p. 77-118.
- Dreckmann, K. M. 2012. Los géneros *Gracilaria* e *Hydropuntia* (Gracilariaceae, Rhodophyta) en las costas mexicanas del golfo de México y Caribe. *In Monografías ficológicas*, A. Senties y K. M. Dreckmann (eds.) Vol. 4. UAM-Iztapalapa, México y Universidad de La Laguna, Tenerife. p. 111-204.
- Dreckmann, K. M. y A. Senties. 2009. *Gracilaria*, subgenus *Textoriella* (Gracilariaceae, Rhodophyta) in the Gulf of Mexico and the Mexican Caribbean. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:593-601.
- Fredericq, S. y M. H. Hommersand. 1990. Diagnosis and key to the genera of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 204/205:173-178.
- García-Rodríguez, L. D., R. Riosmena-Rodríguez, S. Y. Kim, M. López-Meyer, J. Orduña-Rojas, J. M. López-Vivas y S. M. Boo. 2013. Recent introduction of *Gracilaria parvispora* (Gracilariales, Rhodophyta) in Baja California, México. *Botanica Marina* 56:143-150.
- 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.
- Gurgel, C. F. D., L. Liao, S. Fredericq y M. H. Hommersand. 2003a. Systematics of *Gracilariopsis* (Gracilariales, Rhodophyta) bases on *rbcL* sequence analyses and morphological evidence. *Journal of Phycology* 39:154-171.
- Gurgel, C. F. D., S. Fredericq y J. N. Norris. 2003b. *Gracilariopsis silvana* sp. nov., *G. hommersandii* sp. nov., and *G. cataluziana* sp. nov., three new species of Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) from the Western Atlantic. *Hidrobiológica* 13:57-68.
- Gurgel, C. F. D. y S. Fredericq. 2004. Systematics of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta): a critical assessment based on *rbcL* sequence analysis. *Journal of Phycology* 40:138-159.
- Hawkes, M. W. 1990. Reproductive strategies. *In Biology of the red algae*, K. M. Cole y R. G. Sheath (eds.). Cambridge University Press. Cambridge. p. 455-476.
- Howe, M. A. 1911. *Phycological studies, VI. Some marine algae from Lower California, Mexico*. *Bulletin Torrey Botanical Club* 38:489-514.
- Jackson, J. B. C. y L. W. Buss. 1985. Population biology and evolution of clonal organisms. Yale University Press. New Haven y London. 548 p.
- Norton, T. A., M. Melkonian y R. A. Andersen. 1996. Algal biodiversity. *Phycologia* 35:308-325.
- Norris, J. N. 1985. *Studies on Gracilaria* Grev. (Gracilariaceae, Rhodophyta) from the Gulf of California, Mexico. *Taxonomy of Economic Seaweeds* 1:123-135.
- 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. p. 1-594.
- Pedroche, F. F. y A. Senties. 2003. Ficológia marina mexicana. *Diversidad y problemática actual*. *Hidrobiológica* 13:23-32.
- 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).
- Santelices, B. 2002. Recent advances in fertilization ecology of macroalgae. *Journal of Phycology* 38:4-10.
- Saunders, G. W. 2009. Routine DNA barcoding of Canadian Gracilariales (Rhodophyta) reveals the invasive species *Gracilaria vermiculophylla* in British Columbia. *Molecular Ecology Resources* 9(Suppl. 1):140-150.
- Setchell, W. A. y N. L. Gardner. 1924. *New Marine algae from the Gulf of California*. *Proceedings California Academy of Sciences* 12:695-949.
- South, G. R. y A. Whittick. 1987. *Introduction to Phycology*. Blackwell Scientific Publishing, Bath. 320 p.
- Taylor, W. R. 1928. *The marine algae of Florida with special*

- reference to the Dry Tortugas. Publications of the Carnegie Institute Washington 379:1-220.
- Taylor, W. R. 1935. Marine algae from the Yucatan Peninsula. Publications of the Carnegie Institute Washington 461:115-124.
- 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.