

Gelidiáceas (Rhodophyta) en el Pacífico Tropical

Dení Rodríguez-Vargas, Jorge González-González y Elisa
Serviere-Zaragoza

*Lab. de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM,
Apdo. Postal 70-620, Coyoacán, 04510 México DF*

Rodríguez-Vargas, D., J. González-González y E. Serviere-Zaragoza, 1993. Gelidiáceas (Rhodophyta) en el Pacífico Tropical. pp 444-455 In Biodiversidad Marina y Costera de México, Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 pp.

We present the list of species of the Family Gelidiaceae (Gelidiales-Rhodophyta) found in the Mexican Tropical Pacific. Results from 20 localities distributed along this region are compared with those reported in the literature. Furthermore, distributional ranks within and outside Mexican coasts and the synonymy of species are established. The importance of this group of agarophytes is indicated from its biological and potential as a harvestable natural resource.

Key words: Gelidium, Pterocladia, Mexican Pacific, macroalgae, distribution.

Presentamos la lista de las especies de la Familia Gelidiaceae (Gelidiales-Rhodophyta) que han sido encontradas en el Pacífico tropical mexicano. Comparamos los resultados de muestreos en 20 localidades en la región, con lo reportado en la literatura. Además, indicamos la distribución y la sinonimia de cada especie. Asimismo, resaltamos la importancia de este grupo de agarofitas, desde el punto de vista biológico y de su potencial como recurso natural explotable.

INTRODUCCION

El estudio de las algas de la familia Gelidiaceae (Gelidiales-Rhodophyta) ha sido intenso en el mundo desde hace más de cinco décadas, por ser productoras del agar de mejor calidad (agar bacteriológico) y, por lo tanto, las mejor cotizadas en el mercado internacional (Guzmán del Prío *et al.* 1986, McLachlan y Bird 1983). A diferencia de otras algas de este tipo, como las especies de *Gracilaria* Greville, las gelidiáceas han sido explotadas en mantos naturales con las consecuentes limitaciones y riesgos, pues el establecimiento de cultivos experimentales y de otros de mayor escala han resultado difíciles y de bajo rendimiento (Santelices 1988). En México, se han llevado a cabo significativos esfuerzos para generar información sobre las especies que se desarrollan en nuestros litorales, particularmente en el Pacífico de Baja California, donde crece el *Gelidium* que alcanza las mayores tallas del mundo: *G. robustum* (Gardner) Hollenberg *et al.* (Guzmán del Prío 1969, Guzmán del Prío y de la Campa 1969, Guzmán del Prío *et al.* 1972, Guzmán del Prío *et al.* 1986).

En el Proyecto Macroalgas del Pacífico Tropical Mexicano se implementó, desde hace varios años, una línea de investigación sobre este grupo de algas que tiene potencial de explotación económica. Con este trabajo, se evalúa el conocimiento sobre las especies de la familia Gelidiaceae en las costas del Pacífico tropical mexicano (PTM), inmersa en un recuento general de la importancia del grupo desde el punto de vista taxonómico y su distribución, así como en función de su proyección como recurso explotable.

TAXONOMIA

La familia Gelidiaceae (Gelidiales-Rhodophyta) contiene: *Achanthopeltis* Okamura, *Beckerella* Kyling, *Gelidium* Lamouroux, *Porphyroglossum* Kützinger, *Pterocladia* J. Agardh, *Ptilophora* Kützinger, *Suhria* J. Agardh y *Yatabella* Okamura (Fan 1961, Santelices y Montalva 1983, Santelices y Stewart 1985). De estos géneros, los únicos que tienen representación en el Pacífico americano (incluyendo Hawai), son *Gelidium* y *Pterocladia*.

Gelidium y *Pterocladia* suman más de 100 especies en el mundo; las especies de *Gelidium* son el mayor aporte de biomasa explotable para la extracción de agar-agar (Santelices y Stewart 1985, Santelices 1991c). Ambos géneros, constituyen el mayor problema taxonómico de la familia. La distinción entre las especies de los dos géneros es difícil, pues los límites intergenéricos se basaron en diferencias de la estructura cistocárpica: cistocarpos con un lóculo en *Pterocladia* y con dos lóculos en *Gelidium* (J. Agardh 1851, 1876, Fan 1961). Sin embargo, esta estructura es escasa y la morfología externa tan semejante, que ocasiona serios problemas en la determinación.

Hay casos en que los cistocarpos de algunas especies son regionalmente desconocidos; como *Gelidium crinale* (Turner) Lamouroux y *Gelidium nudifrons* Gardner, para las costas mexicanas (Dawson 1953a). Además, algunas descripciones originales carecen de información sobre el cistocarpo, apoyando la adscripción a género por semejanzas morfológicas; no consideradas a la fecha de las descripciones como de valor diagnóstico (Rodríguez 1989). Ejemplo de lo anterior, en el Pacífico americano, son especies como: *Gelidium arborescens* Gardner, *G. crispum* Howe, *G. deciduum* Dawson, *G. galapagense* Taylor, *G. hancockii* Taylor, *G. isabelae* Taylor, *G. microdentatum* Dawson, *Pterocladia mcnabbiana* Dawson y *P. musciformis* Dawson (Howe 1914, Gardner 1927, Taylor 1945, Dawson 1953a, 1960b, Dawson *et al.* 1964, Stewart 1976).

Resulta obvio que tales situaciones han creado graves confusiones y siempre tienen un alto riesgo de error. En la literatura reciente ya se encuentran ejemplos en este sentido. Las especies *P. mcnabbiana* y *P. musciformis* presentan cistocarpos biloculares (Santelices, 1991b), lo que pone de inmediato en cuestionamiento su pertenencia genérica.

Dado los problemas con el cistocarpo, pareciera que una solución sencilla es encontrar otros caracteres de valor segregativo, distinguibles fácilmente. En ese empeño hay comprometidos casi 60 años de trabajo que se iniciaron con los estudios de Okamura (1934). Se han presentado una serie de propuestas y contrapropuestas que pueden resumirse, a la fecha, en cinco caracteres vegetativos: características de las células medulares, ubicación y abundancia de filamentos rizoidales (Okamura 1934), encorvadura basal de las ramas laterales de crecimiento limitado (Stewart 1976), forma y disposición de células corticales superficiales (Akatsuka 1970, 1981, 1982, 1983) y diferencias en la morfología apical (Rodríguez y Santelices 1987). De todas estas propuestas la única que se ha concretado en una nueva propuesta de segregación intragenérica ha sido la de Akatsuka quien describe dos géneros nuevos: *Onisuka* Akatsuka (1986b) derivado de *Gelidium* y *Pterocladiastrum* Akatsuka (1986a) desde *Pterocladia*.

Todos estos caracteres han sido evaluados en distintas etapas y en general rechazados, en mayor o menor medida, como instrumentos que permitan una segregación

entre los géneros en cuestión, incluyendo la referente a los géneros *Onisuka* y *Pterocladiastrum* (Rodríguez y Santelices 1988). No obstante, hallazgos recientes ponen de manifiesto que el problema no es una mala elección de caracteres vegetativos, sino una problemática taxonómica más compleja de lo que se había reconocido.

Santelices (1991a,b), encontró que los cistocarpos presentan alto grado de variación y que especies consideradas en *Pterocladia*, tienen cistocarpos biloculares con desarrollo desigual de cavidades o cistocarpos biloculares típicos. Es decir, el estrecho y aparentemente incuestionable límite entre los géneros se diluyó. La diversidad de patrones de la estructura cistocárpica, sumado a la tipificación de la morfología apical con 10 patrones diferentes (Rodríguez y Santelices 1987, 1988) y a la variación encontrada en la estructura medular representada por seis patrones (Rodríguez y Santelices 1992) sugieren un nuevo arreglo genérico, aun no resuelto, entre lo que hoy se conoce como *Gelidium* y *Pterocladia*.

GELIDIUM Y PTEROCLADIA

En el Pacífico americano, que incluye desde las costas de Canadá hasta el litoral chileno hay 29 especies reconocidas (Tabla 1); 22 corresponden a *Gelidium* y 7 a *Pterocladia* (Rodríguez 1989). En el Pacífico mexicano, han sido reconocidas 19 especies de los dos géneros (Tabla 1), de éstas en el Pacífico de Baja California hay 10 especies de *Gelidium* y 3 de *Pterocladia*, en el Golfo de California hay 7 *Gelidium* y 4 *Pterocladia* (Mendoza y Mateo 1985, Serviere *et al.* en prensa). Cuatro especies de *Gelidium* son endémicas para las costas mexicanas (*G. coronadense* Dawson, *G. deciduum* Dawson, *G. johnstonii* Setchell *et* Gardner y *G. microdentatum* Dawson). *Gelidium nudifrons* Gardner y *G. robustum* fueron descritas de localidades mexicanas y también ocurren en las costas californianas. Por lo que respecta al PTM, por nuestro trabajo realizado en 20 localidades de Nayarit a Oaxaca, como por la literatura (ver referencias con *), se tienen cinco especies de *Gelidium* y cinco de *Pterocladia* (Tabla 1).

A continuación se presenta la lista de especies de *Gelidium* y *Pterocladia* reportadas en el PTM. Se incluye la distribución regional, resultado de nuestras colectas, la distribución en el Pacífico americano y se destaca la problemática particular de las especies, según Rodríguez (1989).

Gelidium crinale

(Turner) Lamouroux in Bory 1825, p.191

Basionimo: *Fucus crinalis* Turner 1819, p. 4, lám. 198.

Sin.: *Acrocarpus crinalis* (Turner) Kützinger 1868, *A. spinenscens* Kützinger 1868, *A. corymbosus* Kützinger 1868.

Localidad tipo: Kilmouth, Cornwall, Inglaterra.

Distribución.- Pacífico americano: British Columbia Sur, Canadá a Mazatlán, Sinaloa, México; Hawaii; Galápagos; y de Arica a Concepción en Chile. PTM: Santa Elena, Oaxaca; Lázaro Cárdenas, Michoacán; Careyes, Jalisco.

No hay datos sobre las características distintivas de la especie. Parece que uno de los caracteres distintivos es presentar ejes muy finos y duros semejando cabellos. Según nuestras observaciones,

esta especie presenta ápices tipo C, las células corticales superficiales no tienen agregación y están dispuestas irregularmente (Rodríguez y Santelices 1988). A pesar de que Stewart y Norris (1981), consideran los ejemplares de *Gelidium crinale* var. *crinale* y var. *luxurians* colectados por Dawson en Puerto Peñasco, como *G. pusillum*; existen otras colectas en Mazatlán, del mismo autor, designadas como *G. crinale* var. *crinale* para las cuales no hay comentario. Por lo tanto, esta especie sigue teniendo vigencia en el golfo de California.

Gelidium galapagense

Taylor 1945, p. 155, lám. 5, fig. 2-6

Localidad tipo: Bahía Banks, isla Isabela, archipiélago de las Galápagos, Ecuador.

Distribución.- Pacífico americano: El Salvador y Galápagos, Ecuador. PTM: Zihuatanejo (Nájera 1967). Esta especie es distinguible principalmente por las ramitas tetrasporangiales altamente irregulares, con apariencia que va desde un abanico hasta irregularmente digitadas (Taylor 1945). Esta especie fue encontrada, además, por Dawson (1961) quien no hizo comentario acerca de ella. La especie puede encontrarse junto con *Gelidium pusillum* y *G. sclerophyllum* y se distingue de ellas por sus márgenes irregularmente lobulados (Taylor 1945).

Gelidium microdentatum

Dawson 1960b, p. 36-38, fig. 2, C-D

Localidad tipo: San Blas, Nayarit, México.

Distribución.- PTM: Chalacatepec, Corrales, Colemilla y Playitas, Jalisco; Isla Larga, Las Cuevas, Manzanillas, Playa los Muertos y Sayulita, Nayarit. Fue descrita sin conocer la estructura cistocárpica; Dawson (1960b) la distinguió por los márgenes dentados, aunque por los otros caracteres vegetativos parece más una *Pterocladia*. Según nuestras observaciones, presenta un color rojo-guinda, y en ocasiones tonalidades de verde brillante. Su textura es cartilaginosa suave. Tiene ápices tipo J. Las células corticales superficiales no presentan agregación, están dispuestas irregularmente y tiene cistocarpos biloculares.

Gelidium pusillum

(Stackhouse) Le Jolis 1863, p. 139

Basionimo: *Fucus pusillus* Stackhouse 1801, p. 19, lám. 6.

Sin.: *Gelidium microphysa* Setchell et Gardner 1930.

Localidad tipo: Sidmouth y Brighton, Inglaterra.

Distribución.- Pacífico americano: De Oregon, a Panamá; Hawai; Chile: de Iquique a Ancud. PTM: Salina Cruz y Santa Elena, Oaxaca; Roqueta y Papanoa, Guerrero; Lázaro Cárdenas, Michoacán; Chalacatepec, Playitas y Colemilla, Jalisco; Punta Mita, Las Cuevas, Manzanillas, Playa Los Muertos, Isla Larga y Sayulita, Nayarit. Esta especie es altamente variable y se distingue de *Gelidium sclerophyllum* y *G. galapagense* por no tener ápices mellados (Dawson 1961). *Gelidium microphysa* fue incluida en esta especie porque ambas especies presentan rizoides longitudinales e intercalares (Stewart y Norris 1981).

Gelidium sclerophyllum

Taylor 1945, p. 156, lám. 5, fig. 13, lám. 33, fig. 2

Localidad tipo: Bahía San Francisco, Esmeraldas, Ecuador.

Distribución.- Pacífico americano: Baja California y golfo de California, México; Golfo Dulce, Costa Rica. PTM: Santa Elena, Oaxaca; Chalacatepec y Playitas, Jalisco; Careyeros, Las Cuevas, Punta Mita y Sayulita, Nayarit. Esta especie se parece a *Gelidium pusillum*, pero se distingue por sus ápices mellados (Dawson 1961). También se parece a *Pterocladia caloglossoides*, pero es diferente en el patrón de ramificación (Taylor 1945). Según nuestras observaciones, los ápices vegetativos son tipo G. Las células corticales superficiales no presentan agregación y están dispuestas irregularmente. Para el golfo de California esta especie ha sido citada una sola vez (Mendoza y Mateo 1985), ampliando considerablemente el rango de distribución hacia el norte.

Pterocladia bulbosa

Loomis 1960, p.7, lám. 9, figs. 2-3, lám. 11, fig. 1-3

Localidad tipo: Waialau, Hawai.

Distribución.- Pacífico americano: Hawai. PTM: Santa Elena, Oaxaca; Puerto Escondido, Guerrero. El carácter típico son las ramas tetrasporangiales bulbosas. Encontramos poco material y de dimensiones menores a las encontradas en Hawai, pero siempre con los bulbos tetrasporangiales muy evidentes. El ápice es tipo C y presenta células corticales superficiales, no agregadas, y frecuentemente con disposición regular en hileras paralelas al eje de talo.

Pterocladia caloglossoides

(Howe) Dawson 1953a, p. 76, lám. 6, fig. 1

Basionimo: *Gelidium caloglossoides* Howe 1914, p. 96, lám. 34, fig. 7.Sin.: *Pterocladia parva* Dawson 1953a, p. 77, lám. 6, fig. 2.

Localidad tipo: San Lorenzo, Perú.

Distribución.- Pacífico americano: Oregon a Baja California, México; Perú centro; Valparaíso, Chile. PTM: Roqueta, Guerrero; El Tizate, Manzanillas, Careyeros y Sayulita, Nayarit. Dawson (1953a), con material fértil de isla Guadalupe, B.C., cuyos cistocarpos eran uniloculares, llegó a la conclusión de que era la misma especie, por lo que la cambió a *Pterocladia*, a reserva de cotejar con material cistocárpico del Perú. Santelices (1977) hizo determinaciones de *P. caloglossoides*, sin contar con material cistocárpico en Hawai; su decisión fue por las ramas divaricadas producidas radialmente, una sola hilera de células medulares, el gran tamaño de las células corticales y por los esporangios colocados en forma de V. En esa ocasión, Santelices (1977) reconoció la dificultad de distinguirla de *Gelidium pusillum* var. *minusculum*. Stewart (1976), por su parte, comentó que en el sur de California, la abundancia de gelidiáceas pequeñas, en forma de matas presentes en el intermareal, comunmente representan talos jóvenes de *P. capillacea* o *G. pusillum*, o quizá pequeños ejemplares de *G. coulteri*. Los especímenes más anchos de *P. caloglossoides* pueden ser encontrados en el conjunto, pero es muy difícil separarlos de las otras 3 especies; los talos más angostos son los más distintivos.

Pterocladia capillacea

(Gmelin) Bornet et Thuret, 1876, p. 57

Basionimo: *Fucus capillaceus* Gmelin 1768.

Sin.: *Pterocladia complanata* Loomis 1949, *P. mexicana* Taylor 1945, *P. pyramidale* (Gardner) Dawson 1945, *P. robusta* Taylor 1945, *Gelidium decompositum* Setchell et Gardner 1924, *G. sonorensis* Dawson 1953a.

Localidad tipo: Un lugar no precisado del Mediterráneo.

Distribución.- Pacífico americano: California, Baja California e islas Revillagigedo, México; Galápagos y Salinas, Ecuador; Perú. PTM: Colemilla, Jalisco; Las Cuevas, Sayulita y Playa Los Muertos, Nayarit. Esta especie tiene alto grado de variabilidad. Los caracteres más típicos son su apariencia piramidal por la ramificación pinada y el peristoma del cistocarpo proyectado hacia adelante. Según nuestras observaciones, los ápices vegetativos de esta especie son tipo A. Las células corticales superficiales en los ápices y subápices no tienen agregación y la disposición es irregular en parte. En el resto de la planta, las células no están agregadas, pero su disposición es regular en hileras verticales.

Pterocladia media

Dawson 1958, p. 68

Sin.: *Gelidium crinale* var. *luxurians* Collins in Collins, Holden & Setchell 1903, *G. sinicola* Gardner 1927.

Localidad tipo: La Jolla, California, EUA.

Distribución.- Pacífico americano.- California, Baja California, México y Perú centro. PTM: Jalisco (Mendoza y Mateo 1992). *Pterocladia media* es una especie más delgada y con ramificación más

irregular que *G. pusillum*, aun cuando se parece en altura y hábito. Esta especie difiere de *P. capillacea* en la ramificación, pues en *P. media* no es regular y los ejes son más angostos. Los ejemplares determinados como *G. sinicola*, aun cuando carecen de cistocarpos, semejan mucho a esta especie (Stewart, 1976). En un estudio sobre una colección de California, tres ejemplares de *G. crinale* var. *luxurians*, taxón para el cual se desconocían los cistocarpos en la costa del Pacífico, presentaron cistocarpos uniloculares. Tomando en consideración comentarios de Dawson sobre sus propias colecciones, de que por la apariencia externa este taxón parecía más *Pterocladia* y dada la semejanza de su morfología externa con esta especie, fue considerado adecuado su readscripción (Stewart 1974). Por otro lado, Stewart (1974), mencionó que las medidas y la apariencia general entre el material tipo de *G. sinicola* y los datos concernientes a *G. crinale* var. *luxurians* son muy semejantes hasta el punto de que existe un comentario de Gardner (1927) acerca del estrecho parecido entre estos dos taxa; esto hace altamente probable que los tres taxa sean uno sólo. Stewart, en esa ocasión, reserva la readscripción definitiva de *G. sinicola* hasta tener material cistocárpico proveniente del centro o norte de California.

Pterocladia musciformis

Taylor 1945, p. 159

Localidad tipo: Golfo Dulce, Costa Rica.

Distribución.- Pacífico americano: Golfo Dulce, Costa Rica; El Salvador. PTM: Bahía Carrizal, Colima (Dawson 1960b). El carácter distintivo es: tetrasporangios en hileras decusadas (Dawson 1960b). Se distingue de *P. mcNabbiana* por la ausencia de proyecciones flageliformes (Dawson 1961). Se parece a *G. melanoideum* Bornet (Taylor 1945), pero las láminas tienden a ser más lanceoladas y con hifas más conspicuas y semejantes a las de *Pterocladia*.

OBSERVACIONES

Las 19 especies reportadas para el Pacífico mexicano, constituyen el 65.5% de las especies conocidas para todo el Pacífico americano y las 9 especies que se encuentran en el PTM significan el 31% del total. Tenemos tres especies reportadas en la literatura del PTM, que no encontramos: *Gelidium galapagense*, en Zihuatanejo, Guerrero, *Pterocladia media* para Jalisco y *P. musciformis* en las costas de Colima. *Pterocladia bulbosa* constituye el primer registro para México; amplía el rango de distribución que estaba restringido a Hawai. Para *G. crinale* también se amplía el rango de distribución, ya que en el Pacífico de norteamérica, se tenían registros sólo hasta el golfo de California (Rodríguez 1989). Por otra parte, algunos especímenes de bahía de Banderas fueron asignados a *P. capillacea* siguiendo la sugerencia de Stewart y Norris (1981), pues coincidían con las descripciones originales (Dawson 1953a) de *G. decompositum* y *G. sonorensis*, que son consideradas como sinónimos por dichos autores. Los especímenes de la región de bahía de Banderas, determinados como *G. microdentatum* y como *P. capillacea*, presentaron un amplio rango de variación morfológica, incluyendo un notable sobrelape de morfos, solamente distinguibles a partir de la presencia de dientes marginales, en las porciones altas del eje y las ramas en los especímenes de *G. microdentatum*.

CONSIDERACIONES FINALES

Después de este recuento general de las gelidiáceas del PTM pueden definirse dos grandes ámbitos de interés en el estudio del grupo en la región. Primero, para la mayoría de las especies reconocidas encontramos semejanzas morfológicas y sólo en pocos casos están establecidas características específicas distintivas. Por otro lado, se tiene poca información sobre rangos de variación y sobre su ecología. Esto abre un amplio campo de investigación taxonómica y ecológica que conducirá a esclarecer la problemática específica en el PTM. Segundo, todas las especies encontradas y registradas en el PTM son de tamaño pequeño, a excepción de *P. capillacea*, aunque en la región, su talla no rebasa los 7 cm. Esta consideración podría conducir a descartar a las Gelidiaceae del PTM como algas con posibilidades de explotación. Sin embargo, no existe una evaluación sobre la biomasa algal disponible ni sobre la dinámica poblacional en las diferentes localidades y a lo largo de un ciclo estacional. Asimismo, en la literatura sólo se encuentran datos aislados sobre capacidad reproductiva y factibilidad de cultivo *in situ* o en condiciones de laboratorio (McHugh 1991). Aún así, se reportan esfuerzos de este tipo, inclusive en especies pequeñas (Fei y Huang 1991, Macler y Zupan 1991, Melo *et al.* 1991, Santelices 1991d).

AGRADECIMIENTOS

A la M.C. Michele Gold Morgan de la Facultad de Ciencias, UNAM por la revisión crítica del manuscrito, y al Dr. Xavier Chiappa del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por la traducción del resumen. A Ricardo del Río por la elaboración del mapa. Agradecemos también, los comentarios para mejorar el manuscrito de un revisor anónimo.

REFERENCIAS

- *Abbott, I.A. y J.W. North. 1971. Temperature influences on floral composition in California coastal waters. 7:72-79 In Proc. Int. Seaweed Symp.
- *Abbott, I.A. y G.J. Hollenberg, 1976. Marine algae of California. Stanford Univ. Press, Stanford, 827 pp.
- Agardh, J.G. 1851. Species Genera et Ordines Algarum Vol. 2(1), VII + 336 + (addenda and index) + 337-351 pp., Lund.
- Agardh, J.G. 1876. Species Genera et Ordines Algarum Vol. 3(1). Epicrisis systematis floridearum VII + 724 pp. Leipzig.
- *Aguilar, R.L. 1981. Algas rojas (Rhodophyta) de la Bahía Todos Santos, Baja California, México, durante el ciclo anual 1978-1979. Cienc. Mar. 7(1):83-101
- *Aguilar, R.L., V.E. Baltazar y R.I. Pacheco, 1985. Las algas marinas bentónicas de la rada portuaria de Ensenada, Baja California. Cienc. Mar. 11(3):121-126.
- *Aguilar, R.R. y G.A. Machado, 1990. Ecological aspects of *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyta) in Baja California: reproductive phenology and epiphytes. Hydrobiologia 204/205:185-190.
- *Aguilar, R.R., R.I. Pacheco y R.L. Aguilar, 1990. Algas marinas de las Islas Todos Santos, Baja California, México. Cienc. Mar. 16(2):117-129.
- Akatsuka, I. 1970. Morphology of the cortical layer of some species of Gelidiales. Bull. Jap. Soc. Phy. 18(2):72-76
- Akatsuka, I. 1981. Comparative morphology of the outermost cortical cells in the Gelidiaceae (Rhodophyta) of Japan. Nova Hedwigia 35:452-463.
- Akatsuka, I. 1982. Preliminary observations and literature analysis of

morphological variability in Japanese species of *Gelidium* (Gelidaceae, Rhodophyta) and evaluation of criteria used in their discrimination. *Nova Hedwigia* 36:759-774

Akatsuka, I. 1983. The morphological relationships between *Gelidium japonicum* (Harvey) Okam. and *Gelidium pristoides* (Turner) Kützinger. *Nova Hedwigia*, Band XXXVIII, 197-207.

Akatsuka, I. 1986a. *Pterocladiastrum*, a new genus segregated from *Pterocladia* (Gelidiaceae-Rhodophyta). *Bot. Mar.* 29:51-58.

Akatsuka, I. 1986b. Surface cell morphology and its relationships to other generic characters in non-parasitic Gelidiaceae (Rhodophyta). *Bot. Mar.* 29:59-68.

Bornet, E. y G. Thuret, 1876. Notes algologiques recueil d'observations sur les algues. Fasc. 1. XX+70+(2) pp., 25 pl. Masson, Paris.

Bory de Saint Vicent, J.B. 1825. Dictionnaire classique d'histoire naturelle, vol. 7, 626 pp. Rey et Gravier, Paris.

*Chávez, M.L. 1972. Estudio de la flora marina de la Bahía de Zihuatanejo y lugares adyacentes. Mem. IV Congr. Nac. Ocean. México: 265-271.

Collins, Holden y Setchell, 1903. *Phycoteca Boreali-Americana*. No. 1138.

*Dawson, E.Y. 1944. The marine algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pac. Exp.* 3(10):189-464.

*Dawson, E.Y. 1945b. Marine algae associated with upwelling along the northwestern coast of Baja California, Mexico. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.* 44(2):57-71.

*Dawson, E.Y. 1946. Lista de las algas marinas de la costa pacífica de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 7(1-4): 167-214

*Dawson, E.Y. 1947. A guide to literature and distributions of the marine algae of the Pacific Coast of North America. *Mem. So. Calif. Acad. Sci.* 3(1):1-134.

*Dawson, E.Y. 1949. Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa pacífica de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 9:215-255.

*Dawson, E.Y. 1950. A note on

the vegetation of a new coastal upwelling area of Baja California. *J. Mar. Res.* 9(2):65-68.

*Dawson, E.Y. 1951. A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California, Mexico. *J. Mar. Res.* 10(1):39-58.

*Dawson, E.Y. 1953a. Marine red algae of Pacific Mexico, 1: Bangiales to Corallinaceae. *Allan Hancock Pac. Exped.* 17(1) 1-239, 33 pls.

*Dawson, E.Y. 1953b. Resumen de las investigaciones recientes sobre algas marinas de la costa pacífica de México, con una sinopsis de la literatura, sinonimia y distribución de las especies descritas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 13:97-197.

*Dawson, E.Y. 1954a. Marine red algae of Pacific Mexico, 2. Cryptonemiales (cont.) *Allan Hancock Pac. Exped.* 17(2): 241-397.

*Dawson, E. Y. 1954b. Notes on Tropical Pacific Marine Algae. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.* 53(1): 1-7.

*Dawson, E.Y. 1954c. The marine flora of Isla San Benedicto following the volcanic eruption of 1952-1953. *Allan Hancock Found. Publ. Occ. Pap.* 16:1-25.

*Dawson, E.Y. 1959a. Marine algae from the 1958 cruise of the *Stella Polaris* in the Gulf of California. *Los Angeles Cty. Mus. Contr. Sci.* (27):1-39.

Dawson, E.Y. 1958. Notes on Pacific Coast marine algae, 7. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.* 57(2):65-80, 5 pls.

*Dawson, E.Y. 1959b. Some algae from Clipperton Island and the Danger Island. *Pac. Nat.* 1(7):1-8, 1 fig.

*Dawson, E.Y. 1959c. A primary report on the benthic marine flora of southern California. In *Oceanogr. Survey Cont. shelf area Southern California*. Publ. No. 2: 109-264 *State Calif. Water Poll. Contr. Bd. Multilith, Sacramento*

*Dawson, E. Y. 1960a. Marine red algae of Pacific Mexico, 3: Cryptonemiales, Corallinaceae, Subfam. Melobesiodeae. *Pac. Nat.* 2(1):1-125.

*Dawson, E.Y. 1960b. New records of marine algae from Pacific Mexico and Central America. *Pac. Nat.* 1(19/20): 31-52.

Dawson, E. Y. 1960c. New records

of sublittoral marine plants from Pacific Baja California. *Pac. Nat.* 1(19):1-30.

*Dawson, E.Y. 1961. A guide to the literature and distribution of Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands. *Pac. Sci.* 15(3):370-461

*Dawson, E.Y. 1966. Marine algae in the vicinity of Puerto Peñasco, Sonora, Mexico. *Univ. Arizona Gulf Calif. Field Guide Ser.* 1:1-57

Dawson, E.Y., C. Aceto y N. Foldvik, 1964. The seaweeds of Peru. *Nova Hedwigia* 13 1(2):1-111

*Dawson, E.Y., M. Neushul y W.D. Wildman, 1960. Seaweeds associated with kelp beds along southern California and north western Mexico. *Pac. Nat.* 1(4): 1-18

*Dawson, E.Y., M. Neushul y W.D. Wildman, 1960. New records of sublittoral marine plants from Pacific Baja California. *Pac. Nat.* 1(19-20):1-30.

*Dreckmann, E.K., F.F. Pedroche, y G.A. Senties, 1990. Lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán, México. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 50: 19-42

Fan, K. C. 1961. Morphological studies of the Gelidiales. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 32:315-368 plates 33-46.

Fei, G. y L.J. Huang, 1991. Artificial sporeling and field cultivation of *Gelidium* in China. *Hydrobiologia* 221:119-124.

*Flores, M.M.C. 1986. Patrón de distribución de la ficoflora de las plataformas de Santa Elena, Oaxaca. *Tes. Prof., Fac. Cienc., UNAM*, 82 pp.

*González, L.J. 1979. Ficoflora litoral de la región de Ensenada, Baja California. *Tes. Prof., Fac. Cienc., UNAM*. 179 pp.

Gardner, N.L. 1927. New species of *Gelidium* on the pacific coast of North America. *Univ. of Calif. Publ. Bot.* 13(14): 273-318, plates 36-54

Gmelin, S.G. 1768. *Historia fuco-rum*. *Acad. Scientiarum, St. Petersburg*, 239 pp.

Guzmán del Próo, S. A. 1969. Los recursos vegetales marinos de Baja California, México. *Int. Seaweed Symp.* 6: 685-690

Guzmán del Próo y S. de la Campa

de Guzmán, 1969. Investigaciones sobre *Gelidium cartilagineum* en las costas occidentales de Baja California, México. *Int. Seaweed Symp.* 6: 179-186

Guzmán del Próo, S. de la Campa de Guzmán y J. Pineda Barrera, 1972. Shedding rhythm and germination of spores in *Gelidium robustum*. *Int. Seaweed Symp.* 7:221-228

Guzmán del Próo, M. Casas, A. Díaz, M.L. Díaz, J. Pineda y M.E. Sánchez, 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de algas marinas en México. *Invest. Mar. CICIMAR* 3(No. esp. 2):1-63.

Howe, M. A. 1914. The marine algae of Peru. *Mem. Torrey Bot. Club* 15:93-98.

*Huerta, M.L. 1978. Vegetación marina litoral. p. 328-340. In Rzedowski, J. *Vegetación de México*. Limusa, México.

*Huerta, M.L. y M.A. Garza-Barrientos, 1975. Contribución al conocimiento de la flora de las islas Socorro y San Benedicto del Archipiélago Revillagigedo, Colima, Mex. *Bol. Inf. Inst. Bot. Univ. Guad.* 16 pp.

*Huerta, M.L. y A. C. Mendoza-Gonzalez, 1985. Algas marinas de la parte sur de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. *Phytologia* 59(1):35-57.

*Huerta, M.L. y L.J. Tirado, 1970. Estudio florístico ecológico de las algas marinas de la costa del Golfo de Tehuantepec, México. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 31:115-137.

Kützting, F.T. 1868. *Tabulae Phycologicae oder Abbildungen der Tange*, XVIII Band, pp. 10-23, pls. 33-66

Le Jolis, A. 1863. Liste des algues marines de Cherbourg. *Mem. Soc. Imp. Sci. Nat. Cherbourg.* 10:1-168.

*León Tejera, H. 1986. Ficoflora de las pozas de marea de la costa de Oaxaca: una proposición metodológica. *Tes. Maes., Fac. Cienc., UNAM*, 148 pp.

*Littler, M.L. y D.S. Littler, 1981. Intertidal macrophyte communities from Pacific Baja California and the Upper Gulf of California: Relatively constant vs. environmentally fluctuating systems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 4:145-158.

*Littler, M.M. y K.E. Arnold, 1982. Primary productivity of marine

macroalgal functional-form groups from Southwestern North America. J. Phycol. 18:307-311.

Loomis, N.H. 1949. New species of *Gelidium* and *Pterocladia* with notes on the structure of the thalli in these Genera. Allan Hancock Found. Publ. Occ. Pap. 6:1-29.

Loomis, N.H. 1960. New species of *Gelidium* and *Pterocladia* from the Pacific coast of the United States and the Hawaiian Islands. Allan Hancock Found. Publ. Occ. Pap. 24:1-32.

Macler, B.A. y J.R. Zupan, 1991. Physiological bases for the cultivation of the Gelidiaceae. Hydrobiologia 221:83-90.

*Martinell, B.L. 1983. Estudio prospectivo de las algas rojas (Rhodophyta) de las desembocaduras del río Balsas. Tes. Prof., Fac. Cienc., UNAM, 97 pp.

*Martinell, B.L. 1986. Estudio ecológico de las algas de las desembocaduras de Michoacán. Tes. Maes., Fac. Cienc., UNAM, 179 pp.

*Mateo-Cid, L.E. y A.C. Mendoza-González, 1991. Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, México. Acta Bot. Mex. 13:9-30.

*Mateo-Cid, L.E. y A.C. Mendoza-González, 1992. Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit, México. Acta Bot. Mex. 20:13-28.

McHugh, D.J. 1991. Worldwide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium*. Hydrobiologia 221:19-29.

McLachlan, J. y C.J. Bird, 1983. *Gracilaria* in the seaweed market: a prospectus. Symp. Int. Acuicultura, Coquimbo, :133-157.

Melo, R.A., B.W.W. Harger y M. Neushul. 1991. *Gelidium* cultivation in the sea. Hydrobiologia 221:91-106.

*Mendoza-González, A.C. y L.E. Mateo-Cid, 1985. Contribución al estudio florístico ficológico de la costa occidental de Baja California, México. Phytologia 59(1):17-33.

*Mendoza-González, A.C. y L.E. Mateo-Cid, 1986. Flora marina bentónica de la costa noroeste del estado de Sonora, México. Phytologia 60(6):414-427.

*Mendoza-González, A.C. y L.E.

Mateo-Cid, 1992. Estudio preliminar de las algas marinas bentónicas de la costa de Jalisco, México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex. 37:9-25.

*Nájera, R.A. 1967. Algas de la familia Dictyotaceae (División Phaeophyta) de la Bahía de Zihuatanejo. Tes. Prof., Fac. Cienc., UNAM, 90 pp.

*Norris, J.N. 1972. Marine algae from the 1969 cruise of *Makrele* to the northern Gulf of California. Bol. Soc. Bot. Mex. 32:1-30.

*Norris, J.N. 1975. Marine algae of the Northern Gulf of California. Ph. D. Diss., Univ. Calif. 575 pp.

Okamura, K. 1934. On *Gelidium* and *Pterocladia* of Japan. Jour. Fish. Inst. (Tokyo Univ.) 29:47-67.

*Pacheco, R.I. y R.L. Aguilar, 1984. Distribución estacional de Rhodophyta en el noroeste de Baja California. Cienc. Mar. 10(3):67-80.

*Rodríguez, D. 1989. Gelidiales-Rhodophyta: Una contribución a la Flora Tónica del Pacífico tropical mexicano. Propuesta teórico-metodológica, a partir de la teoría de procesos alterados. Tes. Doc., Fac. Cienc., UNAM, 398 pp.

Rodríguez, D. y B. Santelices, 1987. Patterns of apical structure in the genera *Gelidium* and *Pterocladia* (Gelidiaceae: Rhodophyta). Hidrobiologia 151/152:199-203.

Rodríguez, D. y B. Santelices, 1988. Separation of *Gelidium* and *Pterocladia* on vegetative characters. Taxonomy of Economic Seaweeds California. Sea Grant Coll. Progr. Univ. Calif., 2:115-121.

Rodríguez, D. y B. Santelices, 1992. Variations in medullary structure in species of *Gelidium* and *Pterocladia* (Gelidiales- Rhodophyta). Abst. 14th Inter. Seaweed Symp. p. 47.

Santelices, B. 1977. A taxonomic review of Hawaiian Gelidiales (Rhodophyta). Pac. Sci. 31(1):61-84.

Santelices, B. 1988. Synopsis of biological data on the seaweed Genera *Gelidium* and *Pterocladia* (Rhodophyta). FAO Fish. Synop. 145:1-55.

Santelices, B. 1991a. Variations in cystocarp structure in *Pterocladia* (Gelidiales: Rhodophyta). Pac. Sci. 45(1):12-27.

Santelices, B. 1991b. Infrageneric differences in cystocarp structure in *Gelidium* and *Pterocladia*. *Hydrobiologia* 221:1-17.

Santelices, B. 1991c. Production ecology of *Gelidium*. *Hydrobiologia* 221: 31-44.

Santelices, B. 1991d. Concluding remarks. *Hydrobiologia* 221:195-196.

Santelices, B. y S. Montalva, 1983. Taxonomic studies of Gelidiaceae (Rhodophyta) from Central Chile. *Phycologia* 22(2): 185-196.

*Santelices, B. y J.G. Stewart, 1985. Pacific species of *Gelidium* Lamouroux and other Gelidiales (Rhodophyta), with keys and descriptions to the common of economically important species. In Abbott I.A. y J.N. Norris. Taxonomy of Economic Seaweeds. California Sea Grant Coll. Progr. niv. Calif., 1:17-31

Serviere, E., D. Rodríguez y J. González-González, 1993. Gelidiaceae in Bahía de Banderas, Western Pacific, México. *Hydrobiologia* (en prensa).

Setchell, W.A. y N.L. Gardner, 1924. Expedition of the California Academy of Science to the Gulf of California in 1921. The Marine Algae. Proc. Calif. Acad. Sci. (Ser. 4) 12(29):695-949.

Setchell, W.A. y N.L. Gardner, 1930. Marine algae of the Revillagigedo Islands Expedition in 1925. Proc. Calif. Acad. Sci. 19(11):109-215.

Stackhouse, J. 1801. *Nereis Britannica*; continens species omnes fucorum in insulis Britannicis crescentium. Bath. Fasc. 3, xl-112 + 7 pp.

Stewart, J.G. 1974. Systematics of *Pterocladia media* from California. Bull. So. Calif. Acad. Sci. 73(2):105-108.

Stewart, J.G. 1976. Gelidiaceae. In Abbott, I.A. y G.J. Hollenberg. Marine algae of California pp. 340-352, Stanford Univ. Press.

*Stewart, J.G. y J. Norris, 1981. Gelidiaceae (Rhodophyta) from the northern Gulf of California, México. *Phycologia* 20(3):273-284.

*Stewart, J.G. y J.A. Stewart, 1984. Algas marinas de isla Guadalupe, México, incluyendo una lista de verificación. *Cienc. Mar.* 10(2):135-148.

*Taylor, W.R. 1945. Pacific Marine Algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pac. Exped. 12:1-528.

*Treviño, M.L. 1986. Estudio ficológico del ambiente marino escollera en la zona costera de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Tes. Prof., Fac. Cienc., UNAM, 92 pp.

Turner, D. 1819. *Fuci, sive plantarum fucorum generi a botanicis ascriptarum icones descriptiones et historia*. 4:1-153.

Tabla 1. Distribución de especies de *Gelidium* y *Pterocladia* en el Pacífico americano (según Rodríguez 1989) y en el Pacífico Mexicano (ver refs. con *). La distribución se indica con: 1= Pacífico americano, 2= Pac. Baja California, 3= golfo de California, y 4= PTM.

<i>G. arborescens</i> Gardner 1	<i>G. nudifrons</i> Gardner 1,2
<i>G. californicum</i> J. Agardh 2	<i>G. plumosa</i> Loomis 1
<i>G. coronadense</i> Dawson 1,2,3	<i>G. pseudointricatum</i> (Skottsberg) Levring 1
<i>G. crinale</i> (Turner) Lamouroux 3,4	<i>G. purpurascens</i> Gardner 1,2
<i>G. chilense</i> (Montagne) Santel. et Montalva 4	<i>G. pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis 2,3,4
<i>G. coulteri</i> Harvey 1,2,3	<i>G. reediae</i> Loomis 1
<i>G. crinale</i> (Turner) Lamouroux 1,2,3,4	<i>G. rex</i> Santelices et Abbott 1
<i>G. deciduum</i> Dawson 1,2,3	<i>G. robustum</i> (Gardner) Hollenberg y Abbott & Thuret 1,2
<i>G. filicinum</i> Bory 1	<i>G. sclerophyllum</i> Taylor 1,3,4
<i>G. galapagense</i> Taylor 1,4	
<i>G. hancockii</i> Taylor 1	<i>P. bulbosa</i> Loomis 1,4
<i>G. isabelae</i> Taylor 1	<i>P. caerulescens</i> (Kützinger) Santelices 1
<i>G. johnstonii</i> Setchell & Gardner 1,2,3	<i>P. caloglossoides</i> (Howe) Dawson 1-4
<i>G. lingulatum</i> Kützinger 1	<i>P. capillacea</i> (Gmelin) Bornet et Thuret 1-4
<i>G. microdentatum</i> Dawson 1,4	

P. media Dawson 1-4

P. mcNabbiana Dawson 1,3

P. musciformis Taylor 1,4
