



00361
10
Ri.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Evaluación Taxonómica del Género
***Gracilaria* Greville**
(Gracilariales, Rhodophyta)
en el Pacífico Tropical Mexicano

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGÍA)

P R E S E N T A

Blol. Kurt Martin Dreckmann Estay

Directora de Tesis: Dra. Hilda Patricia León Tejera

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN -----	1
ABSTRACT -----	2
INTRODUCCION -----	3
Historia taxonómica -----	3
Antecedentes florísticos -----	6
Importancia económica -----	10
Justificación -----	12
OBJETIVOS -----	13
METODOLOGIA -----	13
Colecta de ejemplares -----	13
Trabajo curatorial -----	13
Material de herbario -----	13
Distribución -----	14
Procedimiento de laboratorio -----	14
Análisis de caracteres -----	14
Registros dudosos -----	15
Ambientes y habitats -----	15
Abreviaturas usadas -----	15
AREA DE ESTUDIO -----	16
RESULTADOS -----	18
ANALISIS DE CARACTERES -----	18
Caracteres reproductivos -----	18
Caracteres vegetativos externos -----	20
Caracteres vegetativos internos -----	21
Caracteres alternativos -----	22
<i>Gracilaria</i> Greville en el Ptm -----	30
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i> (S.G. Gmelin) P.C. Silva -----	30
<i>Gracilaria cerosiana</i> W.R. Taylor -----	34
<i>Gracilaria crispata</i> Setchell et Gardner -----	37
<i>Gracilaria pachydermatica</i> Setchell et Gardner -----	41
<i>Gracilaria veleroae</i> E.Y. Dawson -----	44
Clave tabular -----	47
Clave dicotómica -----	48
REGISTROS DUDOSOS -----	49
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh -----	49
<i>Gracilaria marcialana</i> E.Y. Dawson -----	50
<i>Gracilaria rubrimembra</i> E.Y. Dawson -----	51
<i>Gracilaria subsecundata</i> Setchell et Gardner -----	52
<i>Gracilaria tepocensis</i> (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson -----	53
<i>Gracilaria textorii</i> (Suringar) De Toni -----	54
<i>Gracilaria spinigera</i> E.Y. Dawson -----	56
<i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss -----	57
AJUSTES NOMENCLATURALES -----	59
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> (Bory) E.Y. Dawson, Acleto et Foldvik -----	59
<i>Gracilariopsis symmetrica</i> (E.Y. Dawson) comb. nov. prop. -----	61
DISCUSION -----	62
Caracteres -----	62
Biogeografía -----	67
CONCLUSIONES -----	81
PERSPECTIVAS -----	82
AGRADECIMIENTOS -----	86
BIBLIOGRAFIA -----	87

Evaluación taxonómica del género *Gracilaria* Greville (Gracilariales, Rhodophyta) en el Pacífico tropical mexicano

Kurt M. Dreckmann Estay

Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa.

Apdo. Postal 55-535. México 09340 D.F.

RESUMEN

Se analizan: la historia taxonómica del género *Gracilaria* Greville (Gracilariales, Rhodophyta), los antecedentes del género en la costa del Pacífico mexicano y la importancia económica del mismo. Estos tres aspectos, en conjunto, revelan la necesidad de una evaluación taxonómica del género en el Pacífico tropical mexicano (Ptm). Se analizan y describen los caracteres usados en la descripción de las especies desde que el género fue establecido hasta nuestros días. Resalta la alta heterogeneidad e inconstancia en su uso durante los 166 años transcurridos. Se pondera la presencia y utilidad de dichos caracteres en material de herbario, tipos nomenclaturales, isotipos, fototipos y colectas *ad hoc* pertinentes al Ptm y áreas relacionadas. De las 18 especies y una variedad previamente registradas para 27 localidades del Ptm en la literatura, se reconocen cinco para 43 localidades: *G. crispata* Setchell et Gardner, *G. pachydermatica* Setchell et Gardner, *G. velerone* E.Y. Dawson, *G. cerrosiana* W.R. Taylor y *G. bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva. Se proporcionan una clave tabular y una dicotómica como ayuda para la determinación taxonómica de los ejemplares que se colecten, a futuro, en el Ptm. Dadas las evidencias recientes sobre la distribución frío-templada de *G. verrucosa* (Hudson) Papenfuss, ésta es considerada como un registro incierto en el Ptm. En la misma situación, y por estar avalados por material de herbario escaso o ausente o no reunir los caracteres básicos para su segura identificación, son incluidos los siguientes binómios: *G. cervicornis* (Turner) J. Agardh, *G. marcialana* E.Y. Dawson, *G. spinigera* E.Y. Dawson, *G. subsecundata* Setchell et Gardner, *G. rubrimembra* E.Y. Dawson, *G. tepocensis* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson y *G. textorii* (Suringar) De Toni. *G. textorii* var. *cunninghamii* (Farlow) E.Y. Dawson es reducida a sinónimo de *G. textorii*. *Gracilaria sjoestedtii* Kylin, *Gracilariopsis sjoestedtii* (Kylin) E.Y. Dawson y *Gracilariopsis lemanceiformis* (Bory) Weber-van Bosse deben ser asignadas a *Gracilariopsis lemanceiformis* (Bory) E.Y. Dawson, Acleto et Foldvik. Se propone la transferencia de *Gracilaria symmetrica* E.Y. Dawson a *Gracilariopsis symmetrica* (E.Y. Dawson) comb. nov. Se concluye que la presencia de cistocarpos y espermatangios es fundamental para la delimitación genérica. Asimismo, la forma de los ejes en corte transversal, el diámetro de los mismos, los patrones generales de ramificación, las características de los márgenes, la presencia-ausencia de constricciones en la base de las ramas, el número y tamaño de las células medulares y corticales y las diferencias en la transición de médula a corteza son, en conjunto, caracteres útiles para la determinación de las especies en el Ptm. Se discuten, brevemente, las consecuencias biogeográficas de los resultados obtenidos. Igualmente, se comenta la importancia comercial y las perspectivas en el estudio futuro de las especies de *Gracilaria* involucradas en la flora del Ptm.

ABSTRACT

The taxonomic history of genus *Gracilaria* Greville (Gracilariales, Rhodophyta), every floristics records and checklists previously published for the Tropical Pacific Mexico, and the economic significance of this genus are analyzed together in order to see if there are some kind of taxonomic misunderstanding, as indeed was discovered. A very important degree of confusion both at generic and specific concept levels was found. Structural characters traditionally used in classical and modern monographs were also analyzed and a high amount of inconsistency was found all over the century and a half since the genus was established. Such a taxonomic scenario widely justified an evaluation for the genus in the Tropical Pacific Mexico area, specially if it represents a valuable commercial resource. The taxonomic utility of the characters was evaluated in both herbarium material (type collections included when available) and *ad hoc* field collections. From a list of 18 species, plus one variety, previously recorded for 27 localities in the Tropical Pacific Mexico, we recognize only five for 43 localities: *G. crispata* Setchell et Gardner, *G. pachydermatica* Setchell et Gardner, *G. veleroae* E.Y. Dawson, *G. cerrosiana* W.R. Taylor and *G. bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva. Tabular and dichotomic keys are provided as a help for taxonomic identification of these five species. The following binomials are considered as misapplied names or dubious records for the study area: *G. verrucosa* (Hudson) Papenfuss, *G. cervicornis* (Turner) J. Agardh, *G. marcialana* E.Y. Dawson, *G. spinigera* E.Y. Dawson, *G. subsecundata* Setchell et Gardner, *G. rubrimembra* E.Y. Dawson, *G. tepocensis* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson and *G. textorii* (Suringar) De Toni. Besides, *G. textorii* var. *cunninghamii* (Farlow) E.Y. Dawson is reduced to a synonym of *G. textorii* even although this taxon is not accepted in our study area. *Gracilaria sjoestedtii* Kylin, *Gracilariopsis sjoestedtii* (Kylin) E.Y. Dawson and *Gracilariopsis lemneiformis* (Bory) Weber-van Bosse should be known as *Gracilariopsis lemneiformis* (Bory) E.Y. Dawson, Acleto et Foldvik. Transfer of *Gracilaria symmetrica* E.Y. Dawson to *Gracilariopsis symmetrica* (E.Y. Dawson) comb. nov. is also proposed. It is concluded that cistocarpic and spermatangia are basic characters for generic delimitation. At the species level the shape and diameter of main branches in cross section, general branching patterns, fronds edges characteristics, the presence or absence of basal constrictions on first order branches, number and size of medullary and cortical cells and the presence or absence of a subcortex are, as a set but not one-by-one, useful features for the identification of the Tropical Pacific Mexican representatives of *Gracilaria*. Finally, some comments and ideas about commercial utilization and future perspectives on the study of *Gracilaria* species in the area under scope are developed.

"We learn from failure, not from success!" (Bram Stoker 1897)

"The naming of cats is a difficult matter, it isn't just one of your holiday games; you may think at first I'm as mad as a hatter when I tell you, a cat must have THREE DIFFERENT NAMES" (T.S. Eliot 1939)

"El proceso de bifurcación de especies (esto es, el aislamiento genético completo de las comunidades reproductivas descendientes a partir de la comunidad original), dado que requiere un cierto tiempo para completarse, fue como resultado una cierta inexactitud en la delimitación de las especies" (W. Hennig 1968)

"The variation in thallus structure and form under different ecological, seasonal or geographical conditions is one of the major sources of difficulty in algal taxonomy today, the repercussions of which extend to all aspects of phycology" (P. Dixon 1971)

INTRODUCCION

En términos generales, todo trabajo taxonómico, ya sea una monografía como la de Hillis-Colinvaux (1980) sobre el género *Halimeda* Lamouroux (Chlorophyta), una revisión como la de Van Den Hoek (1982) de las especies americanas del género *Cladophora* Kützing (Chlorophyta) en el Atlántico norte o una sencilla evaluación taxonómica (más restringida regionalmente, como en este caso), tiene como punto de partida un análisis de: a) la historia taxonómica del taxon, b) los antecedentes florísticos existentes para el área de interés y, eventualmente, c) de la importancia económica que el grupo pueda tener en la esfera de los intereses humanos (Maxted 1992). De este modo se logra visualizar más claramente la presencia o ausencia de problemas taxonómicos (clasificación, determinación y nomenclatura) alrededor de él o los taxones involucrados. A continuación se presenta un análisis detallado de cada uno de estos tres aspectos y, subsecuentemente, se justifica la necesidad de una evaluación taxonómica del género *Gracilaria* Greville (Gracilariales, Rhodophyta) en el Pacífico tropical mexicano.

Historia taxonómica

El género *Gracilaria* fue establecido por Greville (1830:123) y posteriormente ubicado por J. Agardh (1852) en la familia Gracilariaceae, previamente descrita por Nägeli (1847) al interior del orden Nemastomatales.

Posteriormente, Kylin (1932) transfiere la familia Gracilariaceae al orden Gigartinales establecido por Schmitz (1892). Este orden se caracteriza por presentar una célula auxiliar formada después de la fertilización, una duplicación del complemento cromosómico de dicha célula auxiliar como resultado de la fusión, por medio de una conexión (denominada indistintamente como célula conectiva, filamento conectivo o tubo corto) con células vegetativas adyacentes, y por poseer conexiones intercelulares lenticulares (*pit -connections*) cuyas uniones carecen de cubiertas externas (Kraft y Robins 1985).

Sin embargo, recientemente, Fredericq y Hommersand (1989a y b) demostraron que, por el contrario, la familia Gracilariaceae no cuenta ni con una célula auxiliar ni con células o filamentos conectivos. En cambio, las células de las ramas estériles que se encuentran adyacentes y en la misma célula de soporte del carpogonio, se fusionan con él dando lugar a una célula de fusión generatriz que, a su vez, origina incisos gonimoblasticos múltiples. Esto los llevó a la conclusión de que la familia Gracilariaceae no comparte los caracteres ordinales con otros miembros de Gigartinales. Subsecuentemente, proponen el

establecimiento de un nuevo orden: Gracilariales Fredericq et Hommersand.

Poco tiempo despues, Fredericq y Hommersand (1990c) vuelven a modificar el esquema de clasificación de las algas gracilarioides. Esta vez, tras estudiar detalladamente la morfología reproductiva, transfieren los géneros *Holmsella* Sturch (familia Choreocolaceae), *Gelidiocolax* Gardner y *Pterocladiophylla* Fan et Papenfuss (familia Gelidiaceae) a la familia Pterocladiophilaceae Fan et Papenfuss. Como consecuencia lógica inmediata de la similitud morfológica obtenida entre los tres taxones y entre éstos y los miembros de Gracilariaceae, Fredericq y Hommersand (1990c) asignan Pterocladiophilaceae al orden Gracilariales. El orden Gracilariales queda, ahora, constituido por dos familias: Gracilariaceae y Pterocladiophilaceae.

La última revisión y caracterización clásica de la familia Gracilariaceae es la de Kylin (1956), en ella contempla 8 géneros: *Gracilaria* Greville, *Corallopsis* Greville, *Melanthalia* Montagne, *Tylopus* J. Agardh, *Curdiea* Harvey, *Gelidiopsis* Schmitz, *Ceratodyction* Zanardini y *Gracilariophylla* Setchell et Gardnerin Wilson. Sin embargo, previamente, Dawson (1949) había separado un grupo de especies de *Gracilaria*, en las cuales no hay células tubulares nutricias o conectivas en el cistocarpo, y las había agrupado en un nuevo género: *Gracilariopsis* E.Y. Dawson (Dawson 1949, véase también Yamamoto 1978). Más adelante se verá con mayor detalle cómo el solo establecimiento de éste nuevo género acarrearía un extraordinario grado de inestabilidad (confusión) en la taxonomía de la familia Gracilariaceae. Por ejemplo, algunos autores (Papenfuss 1966, Yamamoto 1975 y 1978, Abbott y Norris 1985, Abbott 1988, Zhang y Xia 1988, Gargiulo *et al.* 1992) han observado que la presencia de células tubulares entre el gonimoblasto y el pericarpo no constituye un carácter constante en todas las especies y, consecuentemente, han propuesto la reincorporación de *Gracilariopsis* en *Gracilaria*.

Sin embargo, Fredericq y Hommersand (1989b) pudieron mostrar que aquel, ni es un carácter único de delimitación, ni mucho menos el más significativo. Importantes diferencias en el desarrollo reproductivo masculino (espermatangial) y femenino (sobre todo en cuanto a los eventos *post* fertilización) indican que ambos géneros son, efectivamente, dos taxones separados. Después de ello, Bird *et al.* (1990) analizaron la secuencia de nucleótidos de genes de ARN ribosomal 18S de *Gracilaria tikvahiae* McLachlan, *G. verrucosa* y *Gracilariopsis* sp. y encontraron que las dos especies de *Gracilaria* difieren en 15 nt posiciones (substituciones más inserciones/deleciones), mientras que la especie de *Gracilariopsis* se separa de éstas en 80 y 84 nt posiciones respectivamente. Posteriormente, Bird *et al.* (1990, 1992, véase también Bhattacharya *et al.* 1990) demostraron, mediante un estudio comparativo de secuencias de ADN ribosomal 18S, que ambos géneros difieren lo suficiente como para ser considerados entidades genéricas taxonómicamente distintas. Sugieren, incluso, que el género *Gracilariopsis* constituye un grupo aislado del resto de la familia. Una situación similar se desprende del trabajo de Goff *et al.* (1994). Más recientemente, y recurriendo a un análisis de cariotipos y aislamiento de DNA nuclear, Kapraun *et al.* (1993) encontraron que las especies de *Gracilaria* y *Gracilariopsis* se caracterizan por complementos cromosómicos distintos ($n = 24$ y $n = 32$, respectivamente).

A pesar de la evidencia anterior, algunos autores (p. ej. Abbott 1995a, Pacheco-Ruiz y Zertuche-González 1996) continúan dudando de la independencia taxonómica del género *Gracilariopsis*.

Con respecto a la taxonomía genérica de la familia también ha habido novedades que, como se verá más adelante, han permanecido ajenas a la Ficológica Sistemática mexicana. Así, Dawson (1949) excluyó al género *Tylotus* de Gracilariaceae por la presencia de tetrasporangios zonados en *T. obtusatus* (Sonder) J. Agardh. Posteriormente, *Tylotus* fue transferido por Kraft (1977) a la familia Dicranemaceae (Gigartinales). Por lo que respecta a *Corallopsis*, éste fue reducido a sinónimo taxonómico de *Gracilaria* por Dawson (1954), dado que las constricciones basales de las ramas, características diagnósticas de *Corallopsis*, no justificaban plenamente una separación genérica. En la década de los sesentas, Chang y Xia (1963) incorporarían una novedad al establecer el género *Polycavernosa*, caracterizándolo por la presencia de espermatangios en cavidades múltiples y células tubulares nutricias en contacto, exclusivamente, con el piso del cistocarpo (pericarpo interno). Más tarde, Wynne (1989) demostraría que *Hydropuntia* Montagne es el nombre genérico correcto y nomenclaturalmente válido para *Polycavernosa*. Más adelante veremos cómo el establecimiento de éste nuevo género, al igual que el de *Gracilariopsis*, también traería consecuencias taxonómicas importantes en el esquema de clasificación de la familia Gracilariaceae (específicamente a nivel subgenérico). Finalmente, Price y Kraft (1991) transfirieron *Gelidiopsis* Schmitz a la familia Rhodymeniaceae (Rhodymeniales).

De acuerdo a la localización y forma de los conceptáculos espermatangiales, Yamamoto (1975, 1978) estableció tres subgéneros: 1) *Gracilariella*, caracterizado por espermatangios corticales superficiales y dispersos por la superficie de los ejes (tipo *Chorda*); 2) *Textoriella*, con espermatangios en depresiones corticales someras (tipo *Textorii*) y 3) *Gracilaria*, con espermatangios en cavidades corticales elipsoidales profundas (tipo *Verrucosa*). Sin embargo, observaciones posteriores hacen tambalear el esquema infragenérico propuesto por Yamamoto (1975, 1978). Por ejemplo, si el género *Gracilariopsis* es un taxon independiente, entonces el subgénero *Gracilariella* resulta superfluo. Por otro lado, Zhang y Xia (1984) describieron conceptáculos tipo *Textorii* modificándose gradualmente hasta el tipo *Verrucosa* a medida que se incrementa la distancia desde el ápice en un sólo eje de material proveniente de China; Reading y Schneider (1986) observaron lo mismo en ejemplares de Carolina del Norte. Por lo anterior, el subgénero *Textoriella* se encontraría en entredicho. Del mismo modo, Abbott *et al.* (1991) encontraron un cambio gradual en la forma de los conceptáculos tipo *Verrucosa* hacia conceptáculos multicavitarios tipo *Hydropuntia* (= *Polycavernosa*) en *Gracilaria mixta*, por lo que la estabilidad del subgénero *Gracilaria* también se encuentra en duda (los conceptáculos multicavitarios tipo *Hydropuntia* nunca fueron considerados como diagnósticos de un nuevo subgénero). Pese a lo anterior, existen especies con conceptáculos tipo *Verrucosa* constantes a todo lo largo de sus ejes, especies con conceptáculos tipo *Textorii* en igual situación y lo mismo se puede decir de algunas especies con conceptáculos multicavitarios.

Sin el ánimo de anticiparnos a los aspectos biogeográficos exclusivos del Pacífico mexicano (que se verán más adelante), sino para hacer aún más explícitas las consecuencias de la inestabilidad taxonómica del taxon bajo estudio, resulta necesario comentar algo, aunque

sea brevemente, referente a la estrecha relación entre taxonomía y biogeografía. Las especies de *Gracilaria* han sido colectadas y determinadas en, prácticamente, todo el mundo. Sin embargo, el centro de distribución post glaciación se encuentra, aparentemente, en el cinturón tropical, donde han sido registradas el mayor número de especies (Bird *et al.* 1982, Oliveira 1984). Una rápida disminución en el número de especies se presenta a medida que se incrementa la latitud hacia el norte (Schneider y Searles 1973, McLachlan 1979, Kapraun 1980). Un buen ejemplo lo constituye la ausencia total de especies de *Gracilaria* o de otro género de Gracilariaceae en el Mar de Bering (Kussakin e Ivanova 1978, Tarakanova 1978, Vinogradova *et al.* 1978). Asimismo, aunque presentes en la Antártida (Skottsberg 1941, Papenfuss 1964), su número es considerablemente inferior al de las zonas tropicales. En la Isla Macquarie, localizada en el círculo polar antártico a unos 1500 km al sur-sureste de Tasmania, no hay representantes de Gracilariaceae o grupos filogenéticamente relacionados como Gelidiales (Ricker 1987). La inestabilidad taxonómica del género *Gracilaria*, a lo largo de su historia taxonómica, ha tenido influencia sobre la interpretación de patrones biogeográficos. Por ejemplo, en el caso de la Isla Macquarie, *Palmaria decipiens* (Reinsch) R.W. Ricker (Palmariales, Rhodophyta) había sido asignada a *Gracilaria simplex* (A. et E.S. Gepp) A. et E.S. Gepp y *Gracilaria dumontioides* A. et E.S. Gepp, además de a otros taxones como *Rhodymenia* y *Leptosarca* (Ricker 1987). En el mismo sentido, Ricker (1987) comenta que los taxones de la familia Phyllophoraceae, aunque comunes en la flora antártica y subantártica, son frecuentemente estériles y, por lo tanto, no pueden ser distinguidos vegetativamente de miembros de las familias Gracilariaceae, Palmariaceae (Palmariales) y Rhodymeniaceae (Rhodymeniales).

Finalmente, los géneros actualmente reconocidos en la familia Gracilariaceae son: *Gracilaria* Greville (= *Hydropuntia* Montagne) (Fredericq y Hommersand 1989a), *Gracilariopsis* Dawson (Fredericq y Hommersand 1989b), *Congracilaria* Yamamoto (Yamamoto 1986), *Curdia* Harvey (Fredericq y Hommersand 1989c, Womersley 1996), *Gracilariophila* Setchell et Wilson in Wilson (Fredericq *et al.* 1989) y *Melanthalia* Montagne (Fredericq y Hommersand 1990b, Womersley 1996).

Antecedentes florísticos y taxonómicos en el Pacífico mexicano

El género *Gracilaria* en el Pacífico de Baja California y Golfo de California (Pacífico templado mexicano) ha sido objeto de varios estudios morfológicos y taxonómicos (Abbott 1983, 1985a y b; Norris 1985a y c). Esto se ve reflejado, por ejemplo, en la lista de los recursos algales comerciales disponibles en el Golfo de California presentada recientemente por Pachecho-Ruiz y Zertuche-González (1996); en ella aparecen 10 especies útiles de *Gracilaria* bien delimitadas taxonómicamente para el Golfo (*G. crispata*, *G. lemneiformis*, *G. pachydermatica*, *G. pinnata*, *G. rubrimembra*, *G. spinigera*, *G. subsecundata*, *G. textorii*, *G. veleroae* y *G. pacifica*).

Por otro lado, y gracias a la calidad de la información taxonómica existente para el género en el Golfo de California, de las 16 especies actualmente reconocidas para esa región, *Gracilaria ascidiicola*, *G. marcialana*, *G. pinnata*, *G. ramisecunda*, *G. rubrimembra*, *G. spinigera* y *G. subsecundata* han sido consideradas como elementos endémicos para el Golfo de California (Norris 1985c, Espinoza-Avalos 1993).

Un caso diametralmente opuesto lo constituye el Pacífico tropical mexicano, en el cual, como se verá, no se cuenta con muchas publicaciones que incluyan descripciones morfológicas de las especies reportadas y sí, en cambio, abundantes listados florísticos. Afortunadamente, contamos con una obra de reciente aparición que nos permite analizar la enorme producción ficoflorística nacional en el Ptm; se trata del Nomenclátor publicado por González-González *et al.* (1996). En este texto, los nombres y la citas asociadas a ellos están clasificados de acuerdo al grado y tipo de información proporcionado. De manera muy resumida: las citas escritas con letra normal son publicaciones formales, las que están en itálicas no están publicadas y corresponden a trabajos de Tesis; en cambio, las citas escritas en negritas contienen ayuda para la determinación (descripción o diagnóstico, clave a especie y cuadros sinópticos); las citas entre asteriscos incorporan características de ejemplares mexicanos; las citas entre doble asterisco contienen descripciones originales; por último, los nombres de especies con sombreado implican que existe, al menos, una obra citada con ayuda para la determinación. Como se puede apreciar, el Nomenclátor es una excelente ayuda para iniciar una investigación bibliográfica para cualquier grupo algal en las costas mexicanas. Ahora bien, para los objetivos del presente estudio, consultamos, en el citado Nomenclátor, el listado correspondiente al género *Gracilaria* en la parte dedicada a la Costa Pacífica (pp:213-217) y en los Anexos (Costa Pacífica, pp:393-394). Encontramos que ninguno de los trabajos publicados o las Tesis presentadas por ficólogos nacionales contienen alguna ayuda para la determinación. Sin embargo, durante el curso de nuestra investigación, fue posible encontrar dos trabajos de Tesis en los que se proporciona una descripción e íconos (o fotografías) para las especies de *Gracilaria* reportadas, éstos pertenecen a Serviere-Zaragoza (1993) para Bahía de Banderas, Nayarit/Jalisco, y López (1994) para Michoacán.

Quedan, pues, los antecedentes florísticos. A continuación, éstos se analizan de acuerdo a la fuente bibliográfica usada para la determinación de las especies reportadas. Dichas fuentes fueron inferidas a partir de la bibliografía proporcionada en los artículos y posteriormente cotejadas con los mismos autores.

Huerta y Tirado (1970), usando el trabajo de Dawson (1961), determinan *Gracilaria verrucosa* y *G. crispata* en Santa María del Mar en la Laguna Superior, Bahía Santa Cruz, Bahía Huatulco y Bahía Tangola.

Dos años después, Chávez (1972) publica la presencia de *Gracilaria crispata* y *G. cervicornis* en las bahías de Zihuatanejo e Ixtapa en Guerrero. Para determinar la identidad de ambas, la autora usó los textos de Dawson (1961) y Taylor (1960) respectivamente.

Veinte años más tarde, Salcedo-Martínez *et al.* (1988), trabajando en la misma zona (Zihuatanejo e Ixtapa), encuentran *Gracilaria cervicornis*, *G. confervoides* y *G. vivesii*. En términos estrictos, aunque los autores citan el trabajo de Chávez (1972), este texto no pudo haber sido usado para la determinación puesto que en él no se proporcionan descripciones o esquemas. Igualmente, es improbable que se usara el trabajo de Dawson (1961), pues ahí es claro que *G. confervoides* es el tipo nomenclatural de *G. verrucosa* y que *G. vivesii* es un sinónimo aceptado de *G. textorii* var. *textorii*. Por último, para la determinación de *G.*

cervicornis, es probable que el medio usado fuera el libro de Taylor (1960) ya que es en él donde se encuentra la descripción contemporánea más cercana a la original de J. Agardh (1876:425). Sin embargo, no aparece como referencia. Como se puede apreciar, existe un grado de ambigüedad alrededor de la identidad de las especies de *Gracilaria* encontradas por Salcedo-Martínez *et al.* (1988).

Posteriormente tenemos el listado de Pedroche y González-González (1981) para Jalisco. En el cual resulta evidente que usaron el texto de Dawson (1961) para determinar la identidad de la única especie de *Gracilaria* presente en el estado hasta ese momento: *Gracilaria tepocensis* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson. Esto es obvio sencillamente por que los autores, al citar correctamente las autoridades del binomio, están aceptando, así, la nueva combinación taxonómica propuesta por Dawson en dicho trabajo.

Mateo-Cid y Mendoza-González (1991) encuentran 7 especies de *Gracilaria* en 5 localidades del Estado de Colima: *G. crispata*, *G. lemneiformis*, *G. marcialana*, *G. subsecundata*, *G. tepocensis*, *G. textorii* var. *textorii* y *G. verrucosa*. Al menos *G. crispata* y *G. subsecundata* fueron determinadas usando las descripciones originales de Setchell y Gardner (1924). Asimismo, citan a Dawson (1961), trabajo donde Dawson redescubre *G. marcialana*, descrita previamente por él (Dawson 1949:15). Tanto *G. textorii* como *G. verrucosa* son tratadas también en Dawson (1961), por lo que, podemos suponer, fue usado para su determinación. Sin embargo, *Gracilaria lemneiformis* ofrece ciertas dudas pues en ninguno de los trabajos por ellas citados aparece mencionado este taxon. Se citan, en cambio, los trabajos de Dawson (1944, en el que aparece como *Gracilaria sjostedtii*), Dawson (1961, como *Gracilariopsis sjostedtii*) y Abbott y Hollenberg (1976, como *Gracilaria sjostedtii*). El epíteto *Gracilaria lemneiformis* (Bory) Weber-van Bosse aparece publicado por primera vez por Abbott (1983:561), un artículo no mencionado por Mateo-Cid y Mendoza-González (1991). Hay, en este caso, una incongruencia nomenclatural con serias consecuencias florísticas. En otras palabras, resulta importante decidir si se trata de *Gracilaria lemneiformis* (Bory) Weber-van Bosse, *G. sjostedtii* Kylin, *Gracilariopsis sjostedtii* (Kylin) E.Y. Dawson o *G. lemneiformis* (Bory) E.Y. Dawson, Acleto et Foldvik quien está presente en, por lo menos, Colima.

Mendoza-González y Mateo-Cid (1991), en su estudio florístico del estado de Jalisco, encontraron usando el trabajo de Dawson (1961), *Gracilaria crispata* (Yelapa y Cabo Corrientes), *G. pachydermica* (Puerto Vallarta) y *G. tepocensis* (Cabo Corrientes). Agregaron dos especies a la anteriormente reportada por Pedroche y González-González (1981) para esa porción litoral del Ptm.

Un año después, Mateo-Cid y Mendoza-González (1992), publican un estudio de las algas de Nayarit usando, para la determinación de las especies, el texto de Dawson (1961); ahí reportan *G. spinigera* (sin embargo lo hacen con dudas ya que sólo contaron con ejemplares vegetativos).

La primera referencia de *Gracilaria* para el estado de Michoacán es la de López (1994). Ahí, la autora encuentra *G. pachydermatica* (Playa Careicitos y Bahía de Maruata) y *G. textorii* (en El Faro y Playa Careicitos). El texto utilizado fue el de Dawson (1961).

Estudiando ecología de comunidades algales en Bahía de Banderas, Serviere-Zaragoza (1993) encuentra, usando el trabajo de Dawson (1961), *Gracilaria crispata* (Jalisco), *G. marcialana* (Nayarit), *G. spinigera* (Playitas, Jal.) y *G. rubrimembra* (Playitas, Jal. y Las Cuevas, Nay.). Aunque el estudio no se ubica en el Pacífico tropical mexicano estrictamente, resulta de mucha utilidad por dos razones: 1) se preocupa de una zona de intercambio ficoflorístico entre el Pacífico templado y el tropical y 2) las fotografías de *Gracilaria crispata*, *G. rubrimembra* y *G. spinigera* son, a pesar de lo poco que se puede esperar de una impresión de Tesis, bastante buenas.

A los anteriores antecedentes debemos agregar, independientemente, los textos de Setchell y Gardner (1930) y Taylor (1945). Estos, además de constituir una de las bases para las determinaciones de muchos de los listados efectuados por ficólogos nacionales, también son contribuyentes al conocimiento ficoflorístico del Pacífico tropical mexicano. En el primero de ellos se reporta *Gracilaria crispata* en Isla Clarion, Archipiélago de las Revillagigedo, Colima. Ahí no se describe el talo, sólo se hace el comentario de que "tanto la estructura como el hábito diminuto sugieren una cercana relación con la especie del Golfo de California", descrita por ellos mismos (Setchell y Gardner 1924). Es decir, ese texto puede ser omitido como fuente taxonómica del género *Gracilaria* para el Pacífico tropical mexicano. En el trabajo de Taylor (1945) aparecen reportadas las siguientes especies: *G. confervoides* (Islas Socorro y Clarion en el Archipiélago de las Revillagigedo, Colima), *G. pinnata* (Isla María Magdalena en las Tres Marias, Nayarit), *G. johnstonii* (Isla Isabel, Nayarit) y *G. tenuifolia* (Islas Socorro y Clarion). De éstas, *G. johnstonii* es sinónimo de *G. textorii* (véase Norris 1985c), *G. tenuifolia* lo es de *G. veleroae* (véase Dawson 1961) y, como ya se mencionó, *G. confervoides* es el tipo de *G. verrucosa*. A su vez, *G. pinnata*, *G. ascidiicola*, *G. marcialana*, *G. ramisecunda*, *G. rubrimembra*, *G. spinigera* y *G. subsecundata* son consideradas por Norris (1985c) como endémicas del Golfo de California.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, 18 binomios (+ una variedad) asignados al género *Gracilaria* han sido reportados, a la fecha, para 27 localidades del litoral del Ptm. La Tabla 1 resume lo anterior tal y como las especies han sido reportadas por los autores antes mencionados.

Tabla 1. Especies del género *Gracilaria* reportadas en el Ptm hasta la fecha.

<i>G. cervicornis</i> (4, 6, 8)	<i>G. spynigera</i> (9, 11)
<i>G. confervoides</i> (1, 6, 8)	<i>G. subsecundata</i> (7)
<i>G. crispata</i> (3, 4, 7, 8, 9)	<i>G. symmetrica</i> (2)
<i>G. johnstonii</i> (1)	<i>G. tenuifolia</i> (1, 2)
<i>G. lemaneiformis</i> (7)	<i>G. tepocensis</i> (5, 7, 8)
<i>G. marcialana</i> (7, 9)	<i>G. textorii</i> (+ var. <i>cunninghamii</i>) (7, 10)
<i>G. pachydermatica</i> (8, 10)	<i>G. veleroae</i> (2)
<i>G. rubrimembra</i> (9)	<i>G. verrucosa</i> (3, 7)
<i>G. sjoestedtii</i> (3)	<i>G. vivesii</i> (6, 8)

Fuentes: (1) Taylor (1945), (2) Dawson (1961), (3) Huerta y Tirado (1970), (4) Chávez (1972), (5) Pedroche y González-González (1981), (6) Salcedo *et al.* (1988), (7) Mateo-Cid y Mendoza-González (1991), (8) Mendoza-González y Mateo-Cid (1991), (9) Serviere-Zaragoza (1993), (10) López (1994), (11) Mateo-Cid y Mendoza-González (1992).

Importancia económica

La enorme cantidad de estudios publicados sobre bioquímica, genética, fisiología, ecología y ecofisiología dedicados, exclusivamente, a los géneros *Gracilaria* y *Gracilariopsis* se debe, en gran medida, a que constituyen la fuente de agar bacteriológico y alimenticio más importante a nivel mundial (Mathieson 1977, Abbott *et al.* 1985, Santelices 1989, Santelices y Doty 1989, Bird y Hinson 1992).

De acuerdo a Santelices y Doty (1989), cerca de 5000 toneladas (t) de agar son procesadas anualmente a partir de entre 25000 y 30000 t de *Gracilaria* provenientes de granjas marinas en Chile, Argentina, Brasil y Sudáfrica y estanques acuaculturales en Taiwan y China. Pese a ello, ni el recurso *Gracilaria* ni otro recurso algal ha formado parte medular del comercio entre México y Latinoamérica (Dreckmann Lafon 1994).

Sin embargo, la industria dedicada a la explotación del recurso *Gracilaria* se ha venido enfrentando a problemas de variabilidad del producto (agar) relacionados con la identidad taxonómica de los recursos seleccionados (Santelices y Doty 1989).

Diferencias significativas en productividad, tanto en biomasa como en la calidad de los geles, han sido encontradas en fases cariológicamente diferentes de algunas especies (Edelstein 1977, Hoyle 1978c). Aunque McLachlan y Bird (1986) piensan que estas diferencias, por confusas, resultan insignificantes, Santelices y Doty (1989) son de la opinión de que, desde el momento en que dos fases pueden exhibir diferentes modos de vida, no debe extrañar que existan diferencias en la productividad de las mismas.

Se ha encontrado que varias propiedades de los agares (proporción agarosa-agar, por ejemplo) cambian de una especie a otra (Santos y Doty 1983). Sin embargo, Kapraun *et al.* (1996) encontraron que ni la calidad ni la cantidad de agar en *Gracilaria firma*, *Gracilariopsis bailinae* e *Hydroputuntia fastigiata* de Filipinas parecen estar correlacionadas con: ya sea largas fracciones repetitivas de ADN o con un alto grado de complejidad del genoma. Desde luego, resulta difícil establecer una correlación entre la variabilidad de los geles y el genoma de diferentes especies si dicho genoma se toma como un todo.

Santelices y Doty (1989) ilustran una serie de problemas emanados del confuso concepto de identidad específica en el recurso *Gracilaria*. Por ejemplo: se ha visto durante algún tiempo que la variación en la producción se presenta entre diferentes especies, diferentes poblaciones y durante las diferentes fases de la historia de vida de una población dada. Asimismo, las diferencias genéticas son de importancia definitiva ya que algunos mutantes de *G. tikvahiae* McLachlan muestran una resistencia de gel (una de las pruebas comerciales de calidad) superior a los tipos silvestres. Algunos parámetros poblacionales, por otro lado, juegan un papel determinante, ya que se ha visto que tanto la producción como la calidad del agar son inversamente proporcionales a la densidad de los lechos o mantos de la especie de *Gracilaria* involucrada.

Otro aspecto que se suma como fuente de confusión taxonómica en la selección del recurso

comercial *Gracilaria* es la extraordinaria variabilidad morfológica de los linajes atribuidos al género como consecuencia directa de la naturaleza modular y clonal de las especies (Janzen 1977, Whitman y Slobodehikoff 1981, Edwards 1984, Vrba 1984, Jackson *et al.* 1985, Harper *et al.* 1986, Vuorisalo y Tuomi 1986). Lo anterior ha sido demostrado experimentalmente por Muñoz y Santelices (1994) y Santelices *et al.* (1995) al describir las consecuencias poblacionales de la coalescencia de plántulas hermanas y entre clones provenientes de un mismo ramet en *Gracilaria chilensis* Oliveira, Bird y McLachlan.

La extraordinaria importancia económica del género *Gracilaria* no sólo ha servido de estímulo para la investigación en Biología General. También la Biología Comparada está aportando, continuamente, soluciones a los problemas de identidad taxonómica del recurso. No existe, por ejemplo, un volumen de revista especializada en el que no aparezca publicado un trabajo sobre Taxonomía, Sistemática, Morfología, Embriología o Biogeografía del género *Gracilaria*. Esto obedece a que, en líneas generales, cualquier población estéril de *Gracilaria* no puede ser positivamente adscrita a una especie Lineana (véase Papavero y Llorente-Bousquets 1994) dado que la taxonomía requiere de un conocimiento detallado de las estructuras reproductivas (Santelices y Doty 1989). No sorprende, por lo tanto, el hecho de que la taxonomía del género se mantenga en un estado de confusión constante (Santelices y Doty 1989). De hecho, la industria del agar prefiere referirse a sus recursos gracilarioides por el área de origen más que por su epíteto específico (Santelices y Doty 1989).

La necesidad de establecer la identidad taxonómica de un recurso como las especies del género *Gracilaria* es, en la actualidad, más relevante que hace unas décadas pues, a partir del paradigma de la Sistemática Filogenética desarrollado por Willi Hennig a principios de los años sesentas (Eldredge y Cracraft 1980, Papavero y Llorente-Bousquets 1996b), el ejercicio taxonómico contemporáneo obliga a un análisis de las relaciones de ancestría-descendencia de caracteres que, si bien son en su mayoría morfológicos, también pueden ser bioquímicos. En otras palabras: la síntesis de ficocoloides (como el agar y sus diferentes formas y calidades), constituye un carácter que puede representar una sinapomorfía para un grupo de especies. Si tal carácter derivado es compartido por esos taxones y no por otros dentro del mismo grupo interno (el género *Gracilaria* por ejemplo), podemos plantear el monofiletismo para dicho grupo y, automáticamente, adquirir la capacidad de predicción para cualquier taxon que coincida en sólo sinapomorfías morfológicas con el grupo de importancia comercial (puesto que un análisis de agares no es tan rápido ni expedito como el de la forma).

A pesar de lo anterior, el modo prevaleciente de selección taxonómica del recurso *Gracilaria* se basa en el análisis de la similitud total morfológica entre los organismos; dando como un hecho el que: si dos entidades biológicas (especies) pertenecen a la misma categoría taxonómica porque son semejantes estructuralmente (y una de ellas es un recurso), entonces la otra también constituye un recurso económico. En otras palabras: el parentesco entre los taxones está determinado por el grado de similitud entre los mismos. Hennig (1968), al cambiar radicalmente el significado tradicional (véase Papavero y Llorente-Bousquets 1996a) del concepto de homología (similitud estructural = comunidad de descendencia) por un concepto de polaridad o serie de transformación evolutiva, planteó que los taxones similares estructuralmente no tienen que compartir, necesariamente, un linaje histórico.

Por último, Hennig (1968) considera que el estudio comparativo de la forma constituye la clave para una construcción de un sistema de clasificación que refleje la relación filogenética entre los taxones.

En resumen: el que un ejemplar algal colectado en una localidad cualquiera del Pacífico tropical mexicano resulte similar, superficialmente, a una especie de *Gracilaria* descrita en las monografías de Setchell y Gardner (1924), Dawson (1944, 1949 y 1961), Taylor (1945) y Abbott y Hollenberg (1976), no significa, inmediatamente, que pueda ser listado como un recurso comercial agarofítico del Ptm. La razón es sencilla: aún no contamos con un conocimiento morfológico adecuado que nos permita determinar los taxones presentes en el área y, subsecuentemente, no estamos preparados para elaborar una hipótesis filogenética que establezca los grados de parentesco necesarios para una selección idónea del recurso.

Justificación

Como podemos ver, el género *Gracilaria* se caracteriza por un alto grado de inestabilidad taxonómica en la definición de los límites específicos. Dicha situación se ve reflejada en los trabajos realizados en el Pacífico tropical mexicano, en los que abundan binomios que, con posterioridad, han caído en sinonimia o que han sido determinados en base a caracteres exclusivamente vegetativos o por el aspecto externo de los ejemplares.

En los últimos 15 años se ha acumulado tal cantidad de evidencia sistemática, que hoy nos enfrentamos a cambios significativos en las categorías de orden, género y especie de las algas gracilarioides. Sobre todo por las continuas aportaciones de información sobre reproducción. Nuevamente, dicha información no se ha reflejado en la asignación de nombres en el Pacífico tropical mexicano. Esto último a pesar de que Dawson (*sic.* 1949:6) planteó que, "...un ordenamiento o clasificación satisfactoria de las especies no puede alcanzarse sin el conocimiento de las fases reproductivas de la historia de vida de ellas...".

La enorme cantidad de información generada en los últimos años obedece a la importancia económica del género *Gracilaria* como fuente de agar en el mundo. Una vez más, desconocemos la potencialidad del Pacífico tropical mexicano con respecto a las agarofitas presentes en él. Una manera de contribuir a resolver la confusión taxonómica descrita por Santelices y Doty (1989), al menos para el área de estudio, es empesar por una evaluación taxonómica basada, a sugerencia de Hennig (1968), en un análisis detallado de los caracteres morfológicos.

Dado lo anterior, se justifica una evaluación taxonómica del género *Gracilaria* en el Pacífico tropical mexicano.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- a) contribuir a resolver la confusión taxonómica (clasificación, determinación y nomenclatura) alrededor del género *Gracilaria* presente en el Pacífico tropical mexicano, con base en un análisis de los caracteres morfológicos tradicionalmente usados,
- b) proponer aquellos caracteres útiles para la determinación de las especies presentes y
- c) evaluar los registros existentes de acuerdo al material de referencia depositado en distintas colecciones.

METODOLOGIA

Colecta de ejemplares

Con el objeto de contar con ejemplares comparativos en líquido se usó material colectado en San Marcos (Guatemala); Boca de Cielo y Paredón en Chiapas; Lagunas Superior, Inferior, Mar Muerto, Laguna Mar Tileme y Santa Elena Cozoaltepec en Oaxaca; Playa Las Peñas, Mexcalhuacan y Chuquiapan en Michoacán; Playa Conchas Chinas en Jalisco y Playa Paraíso en Veracruz durante el período 1984-1995 (véase Mapa 1). Para ello se usó una espátula de albañil en los ambientes intermareal rocoso e inframareal y un rastriillo de jardinero en el ambiente inframareal estuarino. Las muestras fueron puestas en bolsas de plástico acompañadas de etiquetas con los siguientes datos: localidad, colector, fecha de colecta, hábitat y grado de exposición. Posteriormente, se pusieron en hielo seco y se trasladaron al laboratorio. Ahí fueron fijados, después de ser descongeladas a temperatura ambiente, en una solución de formaldehído al 3%, glicerinado al 5% y neutralizado agregando 1.5 gr de borato de sodio por cada 1000 ml de agua marina o corriente.

Trabajo curatorial

Para elaborar los ejemplares se siguieron, con pequeñas modificaciones, las sugerencias de González-González y Novelo (1986); es decir: los talos algales se extendieron sobre hojas blancas de cartulina bristol (50 kg; 35 x 45 cm) sumergidas en agua corriente y sobre una charola. Con agujas de disección y pinzas de relojero se procedió a "peinar" los especímenes respetando la presencia de ejes principales, tipo de ramificación, ramas y proliferaciones marginales. A cada hoja se le anotó la información proveniente de la etiqueta de campo.

Material de Herbario

La mayoría de los ejemplares utilizados para este estudio procedieron de los siguientes herbarios: MEXU (Herbario Nacional, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México), ENCB (Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional), UAMIZ (Herbario Metropolitano, UAM-Iztapalapa), FCME (Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM), UC (Herbario de la Universidad de California en Berkeley) y AHFH (Allan Hancock Foundation Herbarium, ahora en LAM, Herbarium Natural History Museum of Los Angeles County). Los herbarios nacionales fueron

seleccionados de acuerdo a la representación de ejemplares provenientes del Pacífico tropical mexicano (Ortega y Godínez 1994). Aunque no examinados directamente, algunos ejemplares citados en el texto se encuentran en AHFH y BM (Herbarium British Museum Natural History). Los acrónimos utilizados para referirse a los herbarios son los asignados por Holmgren *et al.* (1990). ! = ejemplar examinado.

Entre el material colectado *ex profeso* y el proveniente de Herbarios, fueron estudiados 162 ejemplares.

Distribución

Para establecer la distribución geográfica de las especies de *Gracilaria* en el Pacífico tropical mexicano se usó la información emanada de la literatura y los ejemplares de herbario. Cuando en el rubro correspondiente se omite una referencia bibliográfica, quiere decir que se trata de nuestra contribución.

Procedimiento de laboratorio

Los caracteres morfológicos externos fueron observados directamente; es decir, sin aumentos o con un microscopio estereoscópico. Los cortes transversales y longitudinales fueron hechos con navajas de rasurar de doble filo. Aunque Johansen (1940) recomienda la tinción de Gracilariaceae con Hematoxilina de hierro, se obtienen mejores resultados con Verde Luz (L.E. Mateo-Cid y A.C. Mendoza-González com. pers.), también conocido como Verde Acido (Johansen 1940, Sánchez Rodríguez 1960). Después de ensayar con algunas secciones, se decidió usar el Verde Luz. Una vez teñidas, las secciones fueron montadas en glicerina pura para obtener el máximo de transparencia al microscopio compuesto (Fredericq *et al.* 1992). Posteriormente, las mejores secciones fueron montadas en miel Karo[®] natural diluida al 70% y selladas con barniz delgado. Las ilustraciones fueron elaboradas usando un accesorio de *camara lucida*.

Para medir conceptáculos masculinos, cistocarpos, tetrasporangios y células vegetativas se usó el método convencional propuesto por Yamamoto (1978). Los cortes o secciones se hicieron alrededor de las porciones medias de los ejes primarios y/o ramas. Dado que los cistocarpos son estructuras evidentes, su localización no constituyó un obstáculo. Por el contrario, los tetrasporangios y espermatogonios fueron ubicados mediante un examen superficial con el mayor aumento disponible en el microscopio estereoscópico (frecuentemente 4X).

Análisis de caracteres

El procedimiento para el análisis de caracteres fué el siguiente:

1° Revisión detallada de la literatura (tanto clásica -siglo XIX- como reciente) para extraer aquellos trabajos que incluyen descripciones y

2º Vaciado de todos los caracteres utilizados en dichos trabajos en una lista, misma que se presenta detallada e ilustrada más adelante.

La literatura seleccionada para ésto fué la siguiente: J. Agardh (1876, 1880 y 1901), Setchell y Gardner (1924), Dawson (1944, 1949, 1961), Ohmi (1958), Yamamoto (1975, 1978, 1985, 1986), Edelstein *et al.* (1978), Bird y McLachlan (1982), Chang y Xia Bangmei (1984), Oliveira (1984), Xia Bangmei (1985), Meng Chiang (1985), Norris (1975, 1985c), Fredericq y Hommersand (1989a y b, 1990a y b), Schneider y Searles (1991), Gargiulo *et al.* (1992), Steentoft *et al.* (1995), Plastino y Oliveira (1996) y Womersley (1996).

Registros dudosos

Con el objeto de aportar información comparativa útil a futuros trabajos, se elaboraron descripciones para cada uno de los taxones clasificados en esta categoría. Esto se hizo mediante la combinación de los pocos datos que se pudieron obtener del material de herbario y la de algunos textos clásicos. Los trabajos utilizados para ello se citan en el prolegómeno de cada especie. El tratamiento de los caracteres, dada la inconsistencia en las descripciones y la imposibilidad de estudiarlos todos en el material de herbario, no es, en muchos de los casos, el mismo seguido para las especies presentes en el Pacífico tropical mexicano. En este trabajo se entiende "registro dudoso" como un nombre mal aplicado a talos gracilarioides colectados en el Pacífico tropical mexicano.

Ambientes y habitats

Los ambientes marino y mixohalino (lagunas costeras y estuarios) son entendidos, a lo largo del trabajo, como aquellos cuerpos de agua con salinidad promedio diaria constante (alrededor de 33-36 p.p.m) e inconstante respectivamente. Corresponden a los 10 "ambientes generales o complejos" de González-González (1993:428). El concepto de hábitat se usa, en este trabajo, como una combinación simple de interfase intermareal e inframareal, más el sustrato y el grado de exposición al oleaje (por ejemplo, rocoso expuesto). Las interfases intermareal e inframareal corresponden a las "series" mesomareal e infralitoral descritas por González-González (1993:413-435).

Abreviaturas usadas en las figuras

cca= Células corticales alargadas
ce= Conceptáculo espermatangial
cis= Cistocapo
cm= Célula medular
cp= Carposporas
ct= Células tubulares
cx= Corteza
gn= Gonimoblasto
pe= Pericarpo externo
pi= Pericarpo interno
rt= Rostrum
sc= Subcorteza
sp= Espermacios
tr= Tetrasporangios

AREA DE ESTUDIO

El Pacífico tropical mexicano se extiende, latitudinalmente, desde la frontera con Guatemala hasta el paralelo 23° 5' N, que coincide aproximadamente con la ciudad de Mazatlán, Sinaloa. Sin embargo, de acuerdo a estudios oceanográficos, geológicos, físicos, químicos (De La Lanza 1991) y de biología de macroalgas y fitoplancton (Espinoza-Avalos 1993), esta región llega en el norte hasta Cabo Corrientes, Jalisco. Por otro lado, climáticamente, el Pacífico tropical mexicano se extiende desde la frontera con Guatemala a la isoterma de los 20 °C invernales en febrero (coincidiendo con el límite sur de la regiones templadas del hemisferio norte: Bahía de La Paz en Baja California Sur y Topolobampo en Sinaloa), hasta más arriba de Ensenada en Baja California, con la isoterma de verano en agosto, abarcando, en este momento, todo el Golfo de California (Lüning 1990).

Para una revisión de la descripción y caracterización ecológica de las comunidades y ambientes algales en el Pacífico tropical mexicano, se recomienda la revisión de los trabajos de González-González (1993) Serviere Zaragoza (1993), González-González *et al.* (1996) y León Tejera (1996). Asimismo, para un estudio sobre orígenes, evolución estructural, anomalías geomagnéticas, topografía, batimetría, sedimentos, clasificación de costas y lagunas costeras, se recomiendan los trabajos de Flamand Swamer (1991) y González-González *et al.* (1996).

En el presente estudio, el Pacífico tropical mexicano fue considerado, siguiendo el criterio de Serviere-Zaragoza (1993), desde Cabo Corrientes en el estado de Jalisco (20° 24' 59" N, 105° 41' 50" W), hasta la desembocadura del río Suchiate en la frontera de México con Guatemala (14° 32' 00" N, 92° 14' 01" W) (Mapa 1) y, en lo subsecuente, nos referiremos a él con la abreviatura **Ptm**.

RESULTADOS

ANÁLISIS DE CARACTERES

Los caracteres han sido divididos en cuatro grupos:

- a) Caracteres reproductivos,
- b) Caracteres vegetativos externos,
- c) Caracteres vegetativos internos y
- d) Caracteres alternativos.

Caracteres reproductivos

Cistocarpio. Como consecuencia de eventos pre y post fertilización y subsecuente desarrollo similares, todas las especies de *Gracilaria* presentan cistocarpos externos relativamente parecidos. Las diferencias se encuentran en las medidas de los mismos: ancho, largo o, simplemente, diámetro en corte longitudinal o transversal (Fig. 1). También hay variación en si éste es sésil (Fig. 2), constreñido en la base (esbozo de pedicelo o estípite) o si tiene un rostrum o no en el ápice del ostiolo (ésto, aparentemente, depende de la madurez). Asimismo, todos los cistocarpos presentan un pericarpio interno (ubicado en la base del gonimoblasto) y uno externo (rodeando a la masa de carposporas y separándolas del exterior) más o menos desarrollados. Del mismo modo, los cistocarpos presentan un gonimoblasto compuesto de filamentos pseudoparenquimatosos ramificados, terminados en series de carposporas y abundantes a escasas células tubulares nutricias en contacto con el pericarpio externo (Fig.1).

Estructuras masculinas. Los espermacios se alojan en dos tipos de conceptáculos (Yamamoto 1978):

a) tipo *Textorii* o depresiones conceptaculares cóncavas y someras. Los espermacios se originan, apicalmente, a partir únicamente de las células basales ubicadas en el fondo o piso del conceptáculo; se encuentran delimitados del resto de la corteza por células corticales alargadas (Fig. 3).

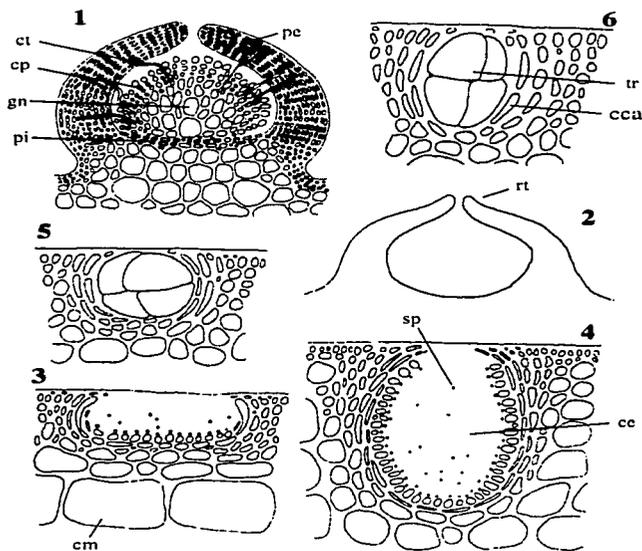
b) tipo *Verrucosa* o depresiones conceptaculares de forma ovoidal a piriforme, generalmente más profundas que la o las capas corticales características. Los espermacios se originan en el ápice de todas las células de la superficie interna del conceptáculo. Se encuentran delimitados del resto de la corteza por filamentos de células alargadas (Fig. 4).

La única variación específica al interior de ambos tipos queda constituida por las medidas de alto y ancho. En la mayoría de las especies se pueden apreciar, con la lupa y en vista superficial, como cúmulos compactos de células más pequeñas y transparentes que aquellas de la corteza circundante.

Distribución de sexos. Con excepción de *Gracilaria preissiana* (Sonder) Womersley in Min-Thein et Womersley, cuyos talos gametangiales pueden ser dioicos o monoicos (Womersley 1996) y una especie aún no descrita (conceptáculos espermatangiales tipo *Hydropuntia*), reportada por Womersley (1996) para la Isla Torrey en Australia del Sur, que es monoica, la

mayoría de las especies del género *Gracilaria* (incluyendo las aquí analizadas) son estrictamente dioicas. Por esta razón, en el presente estudio, la distribución de sexos no fué usada como caracter de delimitación entre especies.

Tetrasporangios. Estos son siempre de tipo cruzado y se localizan en la corteza. Pueden ser esféricos (Fig. 5) o, generalmente, ovoidales (Fig. 6). Otra posible variación puede darse en el largo y ancho. Generalmente están rodeados por células corticales alargadas (Figs. 5 y 6). En la mayoría de los casos, se pueden apreciar con la lupa en vista superficial, como puntos de color violeta, equidistantes unos de otros.



Figuras 1-6: Caracteres reproductivos. 1: Cistocarpo pedicelado. 2: Cistocarpo sésil. 3: Conceptáculo espermatangial tipo *Textorii*. 4: Conceptáculo espermatangial tipo *Verrucosa*. 5: Tetrasporangio esférico. 6: Tetrasporangio ovoidal.

Caracteres vegetativos externos

Ramificación. Todas las especies de *Gracilaria* presentan una forma de ramificación que va desde la estrictamente dicotómica (Fig. 7), policotómica (Fig. 8), a una ostensiblemente irregular. Esta última puede ser descrita toda vez que el ejemplar presenta ramas solitarias que surgen de un eje central hacia ambos lados de él, ya sea de manera alterna o unilateral (Fig. 9).

Planos de ramificación. Una diferencia importante en cuanto a la ramificación, se establece por la orientación de las ramas a partir del eje principal. Es decir, en algunas especies, las ramas pueden surgir, solamente, hacia la derecha e izquierda del eje (ramificación en un sólo plano. Fig. 14) o, en otras, pueden surgir también y simultáneamente hacia adelante o hacia atrás del mismo eje (ramificación en dos o varios planos. Fig. 15). El primer caso lo encontramos en las especies complanadas-aplanadas. El segundo lo podemos encontrar en las especies de ejes cilíndricos.

Segmentos. Otra diferencia específica que emana de la ramificación, se refiere al largo de los segmentos entre una y otra rama. La consecuencia directa de lo anterior es la aparente abundancia de ramas a partir de determinada porción del talo (ya sea basal, media o superior). Así, hay especies con segmentos de longitud constante a lo largo del talo (Fig. 12) y otras con segmentos cada vez más cortos conforme nos aproximamos al ápice (Fig. 13).

Constricciones en la base de las ramas. Este es un carácter fuertemente relacionado al anterior. Las ramas pueden (Fig. 16) o no presentar una disminución en el diámetro cerca de la base de las mismas (Fig. 17); es decir, pueden o no estar constreñidas. A veces, es posible encontrar constricciones muy evidentes en todas las bases o sólo en algunas (Fig. 18); en ambos casos se considera que el talo presenta constricciones.

Ejes. Existen, fundamentalmente, tres tipos rápidamente visibles cuando se hace un corte transversal: cilíndricos (Fig. 19), complanados o comprimidos (Fig. 20) y aplanados (Fig. 21). En realidad, hay muy pocas especies de *Gracilaria* que sólo tengan un tipo de forma a todo lo largo de sus ejes y en todo el hábito. Así, excluyendo a las estrictamente cilíndricas, tenemos las siguientes variables: 1) especies con ejes cilíndricos en su mayor parte, pero ligera a acentuadamente complanados en las ramificaciones (Fig. 22); 2) especies complanadas en su mayor parte, pero con las porciones superiores o apicales ligera a decididamente aplanadas (Fig. 23) y 3) especies con ejes aplanados en su mayor parte, pero con la base de las ramificaciones y pedicelos (estípites) complanados o cilíndricos (Fig. 24). En general, la dominancia de alguno de estos estados de carácter definirá el tipo de forma de los ejes en el hábito. El ancho de los ejes (medido, en las especies aplanadas, de un borde o margen al otro), puede ser constante en algunas especies (Fig. 27), a altamente irregular en otras (Fig. 28). El grosor de los mismos (medido desde una superficie a la otra en corte transversal, en especies complanado-aplanadas) varía de una especie a otra y, generalmente, es constante a partir de la porción media. En especies con ejes cilíndricos, en lugar de medir ancho, se utiliza el diámetro de los ejes.

Consistencia. Este atributo se refiere al grado de cohesión estructural del talo algal, independientemente de la forma biológica. Es decir y por ejemplo: *Grateloupia versicolor* (J. Agardh) J. Agardh (Halymeniaceae, Rhodophyta), una especie común en el Ptm, aunque es postrada en cuanto a su forma, es turgente de acuerdo a su consistencia. En este sentido, los hábitos de las especies de *Gracilaria*, pueden poseer una consistencia rígida, turgente o firme (Fig. 25) o flácida (Fig. 26). En el primer caso pueden tener un cuerpo torcido o ser rectas.

Apices. Estos pueden ser redondeados en todas las ramas de un hábito o bien agudos en todas ellas. Sin embargo, también es posible encontrar hábitos con una mezcla de ambos tipos. Ambas posibilidades suponen ápices lisos. Por supuesto, existe la posibilidad de que los ápices tengan proliferaciones.

Pedicelos o estípites. Como la gran mayoría de las macroalgas marinas bentónicas, las especies de *Gracilaria* presentan un pie de fijación; en este caso no es rizoidal sino discooidal y pseudoparenquimatoso en construcción. De él surgen uno o varios ejes erectos. Estos tienen un segmento antes de la primera ramificación, que puede diferir notablemente del resto del talo y que se denomina pedicelo o estípite. Tanto en el material de herbario como en la literatura (especialmente en las ilustraciones) se aprecian algunas diferencias en cuanto a la forma del mismo (cilíndrico o complanado), la consistencia (si turgente o flácido) y largo (Figs. 29 y 30).

Márgenes. En muchas especies es posible la presencia de proliferaciones en los bordes o márgenes de los ejes. Estas pueden ser cortas, cilíndricas (Fig. 31), espinosas y/o cervicornes (Fig. 32), largas y divididas (Fig. 33) o lobuladas (Fig. 34). También es posible que sean evidentes pequeñas puntas a intervalos irregulares, en ese caso se trata de un margen dentado. Por último, las proliferaciones no se restringen a los márgenes. Al menos una especie descrita para el Golfo de California (*Gracilaria spinigera* E.Y. Dawson) las presenta también en las superficies, por lo que es un estado de carácter que debe ser tomado en cuenta.

Caracteres vegetativos internos

Médula. Todas las especies de la familia Gracilariaceae revelan, en corte transversal o longitudinal, una médula pseudoparenquimatosa compuesta de células grandes y generalmente esféricas y aparentemente sin contenido celular (Figs. 35 y 36). Las diferencias interespecíficas se dan en cuanto al tamaño de las mismas y al número de capas celulares (Fig. 37). Estas características oscurecen la construcción uniaxial del orden Gracilariales (Fritsch 1945, Kylin 1956, Schneider y Searles 1991, Fredericq y Hommersand 1989a) y han llevado a autores como Joly (1965, 1967) y Abbott y Hollenberg (1976) a establecer que Gracilariaceae no posee un eje central, dando a entender, equivocadamente, que la construcción es multiaxial. Otros autores, aunque inseguros, son más cuidadosos (p. ej. Dixon e Irvine 1977) y describen la médula "...without an obvious axial filament..."

Corteza. En todas las especies de *Gracilaria* la corteza está compuesta por filamentos dicotómicos de células pequeñas, esféricas a ovoidales y totalmente pigmentadas con respecto a las medulares. Las diferencias específicas se dan en cuanto al número de capas celulares visibles en corte transversal o longitudinal (Figs. 38 y 39). La forma de las células corticales se puede modificar en gran medida por la presencia de tetrasporangios y conceptáculos espermatangiales. Tanto en la corteza de los ejes como en los cistocarpos es posible apreciar la orientación y forma de las células. Pueden tener forma alargada a comprimida y arreglarse a lo largo o paralelamente a la superficie de los ejes, recibiendo el nombre de periclinales (Fig. 40). O pueden ser también alargadas o redondas, pero orientarse perpendicularmente a la superficie de los ejes, denominándose anticlinales (Fig. 41).

Subcorteza. En varias especies se presenta una zona de transición entre médula y corteza, compuesta por células de tamaño intermedio entre las medulares externas y las corticales, con contenido celular o pigmentación y formas aproximadas a la esférica. Cuando dicha zona se presenta la transición entre médula y corteza es gradual (Fig. 36). Por el contrario, si no es posible detectarla, entonces la transición es abrupta (Fig. 35).

Caracteres alternativos

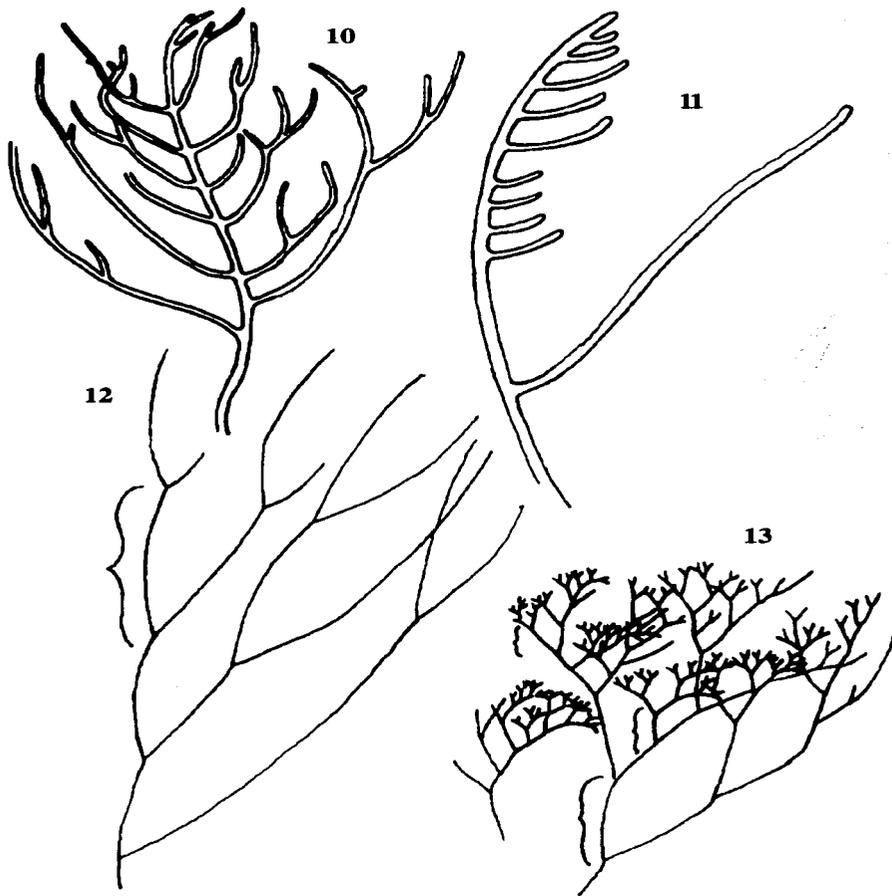
A diferencia de los anteriores caracteres, presentes en mayor o menor medida en las especies descritas en el mundo, los siguientes son una propuesta para uso exclusivo, hasta ahora, en el Ptm.

Ambiente/Habitat. En el Ptm nos encontramos con dos grupos de especies con fuerte afinidad por el habitat: a) con afinidad mixohalina e inframareal y b) con afinidad marina e intermareal.

Altura del talo o hábito algal. Para el caso exclusivo de las especies del Ptm, se presentan dos clases de altura: a) las especies pequeñas (hasta 10 cm de altura) y b) las especies grandes (por arriba de los 10 cm de altura).



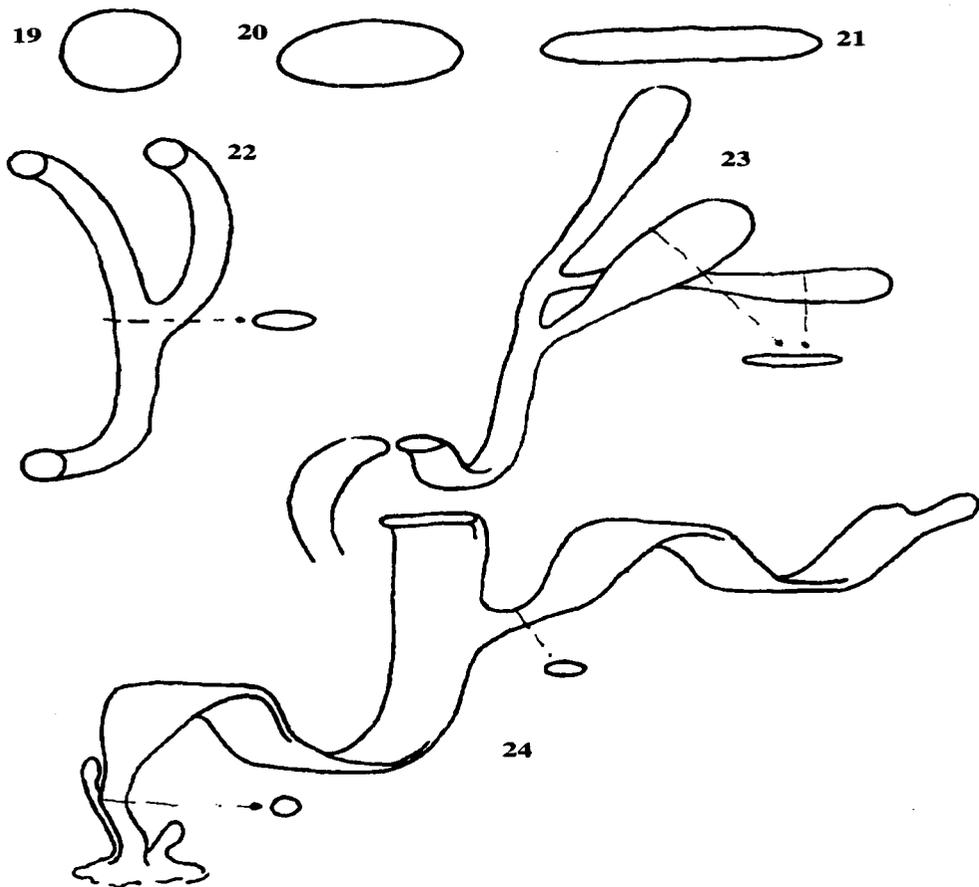
Figuras 7-9: Ramificación. 7: Dicotómica estricta. 8: Policotómica. 9: Irregular.



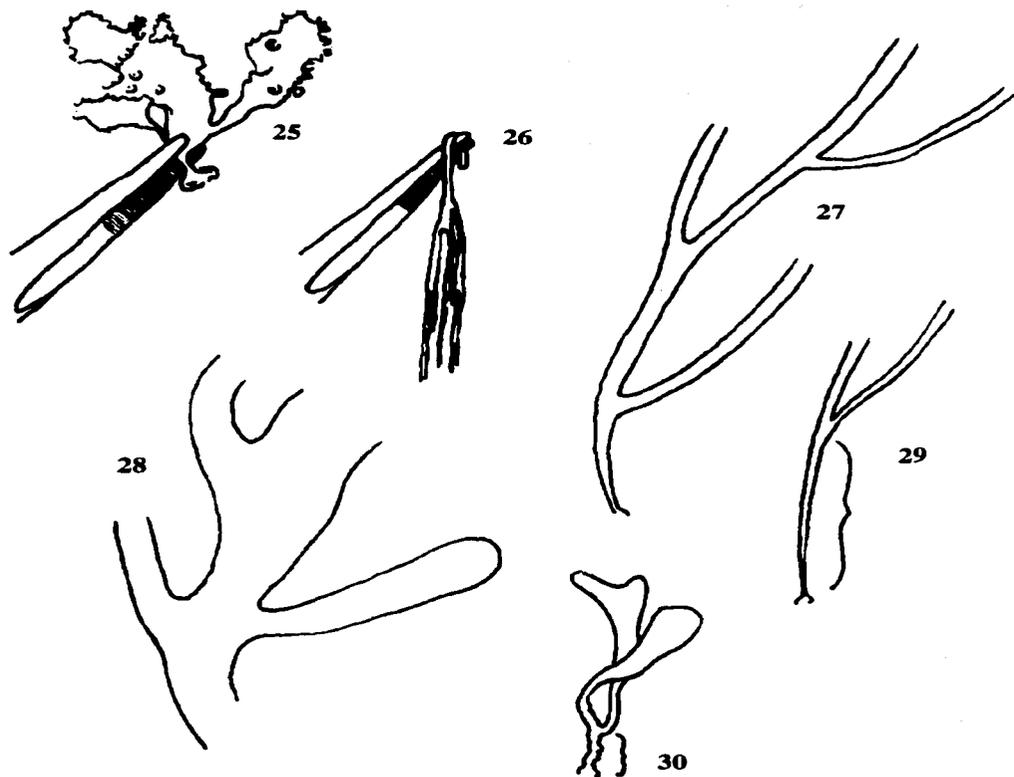
Figuras 10 y 11: Ramificación (cont.). 10: Pinada. 11: Pectinada. Figuras 12 y 13: Segmentos (llaves). 12: Constantes. 13: Variables y disminuyendo hacia los ápices.



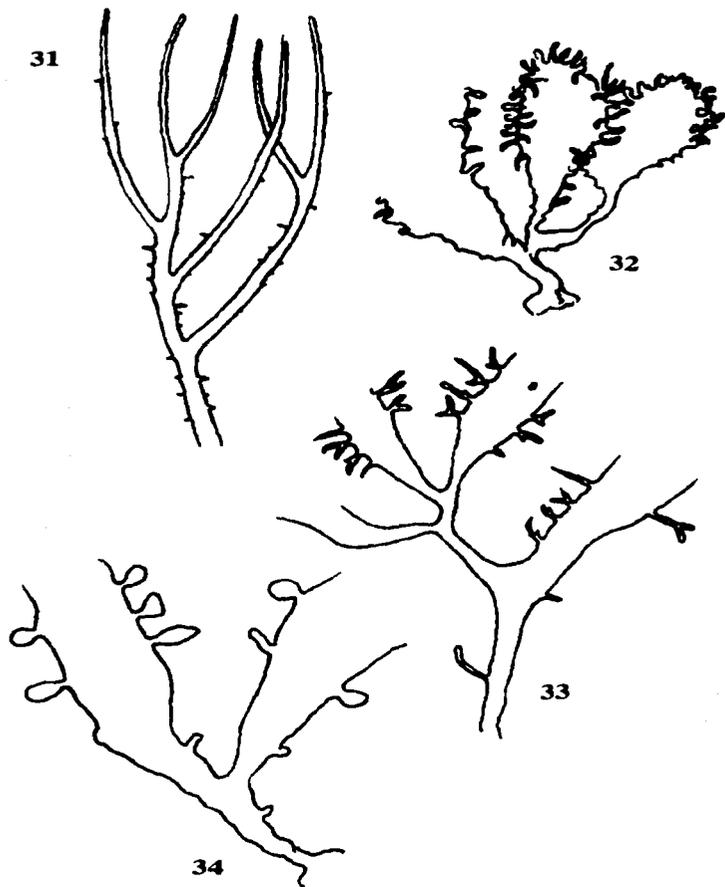
Figuras 14 y 15: Planos de ramificación. 14: Un plano. 15: Varios planos. **Figuras 16 - 18:** Constrictiones en la base de la ramas. 16: Evidentes y en cada rama. 17: Sin constricciones. 18: Constrictiones en algunas ramas.



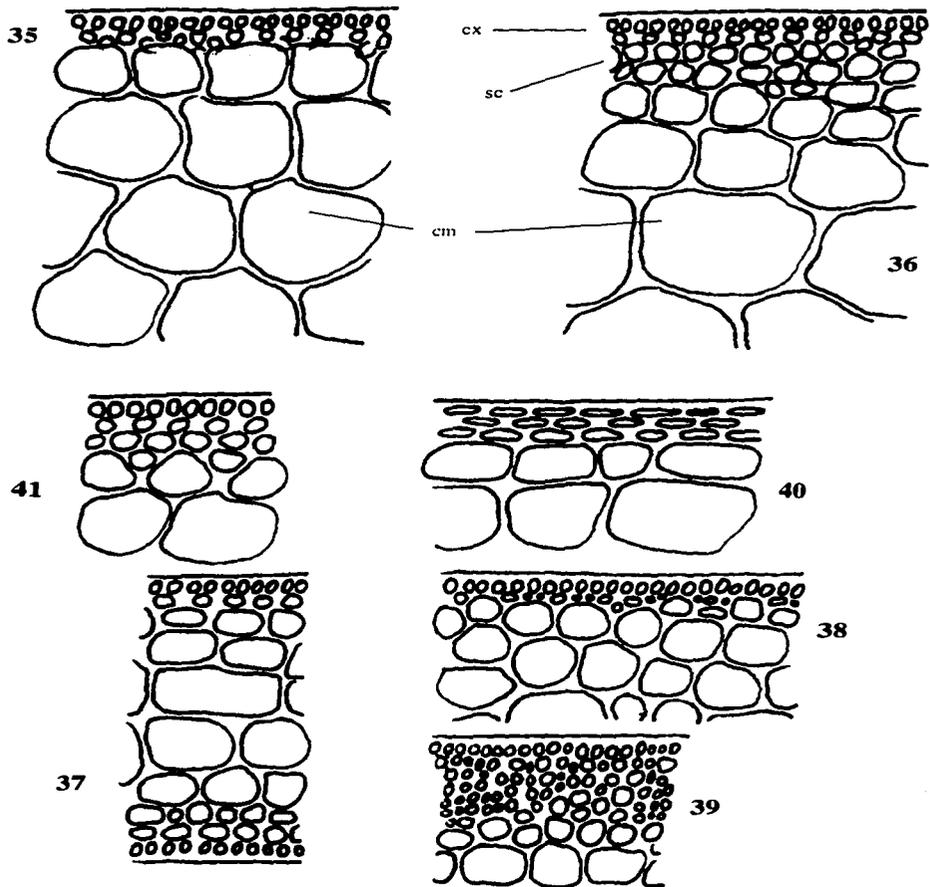
Figuras 19-24: Ejes. 19: Cilíndrico en corte transversal. 20: Complanado en corte transversal. 21: Comprimidos o aplanados en corte transversal. 22: Complanado en las ramificaciones. 23: Combinación de ejes complanados y aplanados. 24: Combinación de ejes complanados, aplanados y cilíndricos.



Figuras 25 y 26: Turgencia. 25: Rígida. 26: Laxa. **Figuras 27 y 28:** Anchura de los ejes. 27: Constante. 28: Irregular. **Figuras 29 y 30:** Pedicelos o estípites. 29: Largo. 30: Corto y robusto.



Figuras 31-34: Márgenes. 31: Con proliferaciones cortas y cilíndricas. 32: Espinosas y cervicornes. 33: Largas y divididas. 34: Lobuladas.



Figuras 35-37: Médula y corteza. 35: Transición abrupta entre médula y corteza. 36: Transición gradual entre médula y corteza. 37: Médula de cinco capas celulares. **Figuras 38 y 39:** Corteza. 38: Corteza de pocas capas celulares. 39: Corteza de muchas capas celulares. **Figuras 40 y 41:** Células corticales (orientación). 40: Periclinales. 41: Anticlinales.

LISTA DE ESPECIES DE GRACILARIA PRESENTES EN EL PTM

Gracilaria Greville, Alg. Brit. liv. 121. 1830.

Tipo: *Gracilaria compressa* (C. Agardh) Greville (*Sphaerococcus compressus* C. Agardh) (typ. cons. prop. M. Steentoft, L.M. Irvine y C.J. Bird, 1991, Taxon 40:663-666).

Gracilaria bursa-pastoris (S.G. Gmelin) P.C. Silva

Figs. 42-46

Silva (1952:265).

Lectotipo: La ilustración original de S.G. Gmelin (1768, Pl. VIII, fig. 3), seleccionada por Dixon e Irvine (1977:206).

Localidad Tipo: Mediterráneo (la localidad específica es desconocida).

Caracteres reproductivos. Los cistocarpos son globulares, 850-1000(2000) μm en diámetro, dispersos por la superficie del talo y pedicelados (Fig. 42). Las carposporas son ovoides y miden (18)20-25 μm en diámetro. El gonimoblasto es una columna parenquimatosa delgada (90-100 μm de ancho); las células tubulares nutricias se encuentran en contacto tanto con el pericarpo externo como con el interno o base del gonimoblasto, pero son más evidentes las primeras. Los conceptáculos espermatangiales son tipo *Textorii*, miden 20-25 μm de alto y 30-50 μm de ancho. Los tetrasporangios son esféricos a ligeramente ovalados, miden (18)25-32 μm de largo.

Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación dicotómica a irregular; es difícil determinar un eje principal. Varios planos de ramificación. Segmentos irregulares en largo. Los ejes son estrictamente cilíndricos excepto en los puntos de ramificación, donde son ligeramente complanados, diámetro constante de 500-1000(2000) μm . Consistencia flácida. Las ramas presentan constricciones ocasionales en sus bases. Apices redondeados. Estípites largos y esbeltos. Márgenes con abundantes proliferaciones sencillas. Internos. Médula de 6-7 capas de células con un diámetro de 150-280(450) μm . Corteza compuesta de 1-2 capas de células con 9-10(20) μm de diámetro, con arreglo anticlinal. Subcorteza compuesta de células con un diámetro de (150)200-280(450) μm . La transición de médula a corteza es, por lo tanto, gradual.

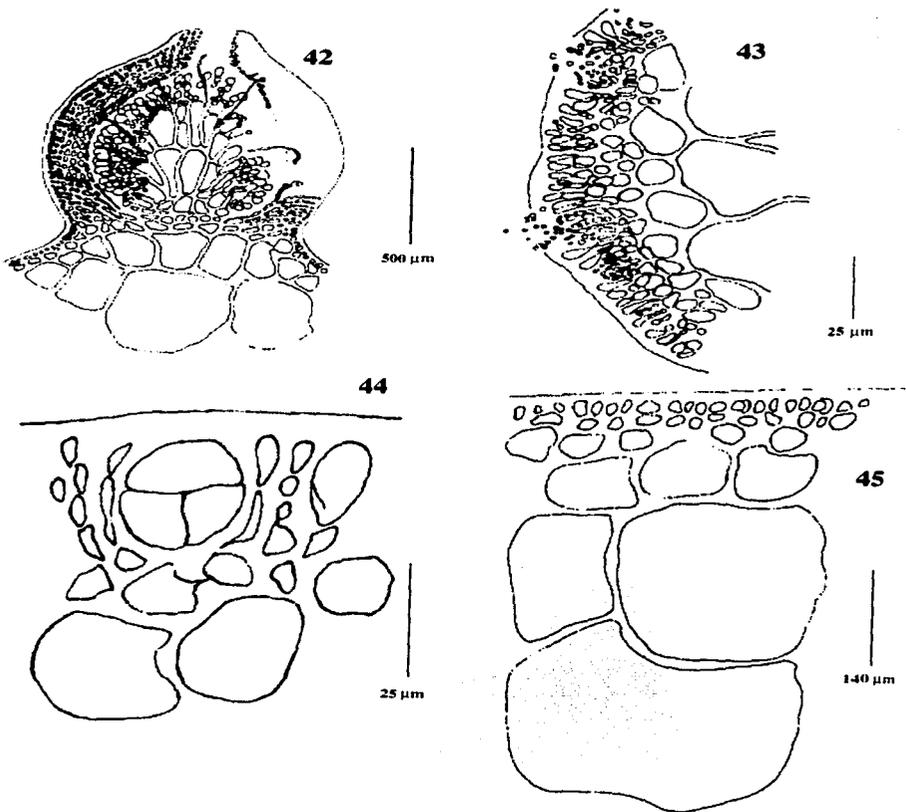
Caracteres alternativos. Crece en ambientes mixohalinos sobre guijarros y conchas de moluscos. Permanentemente sumergida. Hábito de 15-35 cm de altura.

Material revisado. Oaxaca: UAMIZ-163 (Laguna Superior; M. Tapia, 20.10.88), UAMIZ-177 (Laguna Superior; M. Tapia, 30.06.86; talos cistocárpicos y espermatangiales), UAMIZ-494 (Playa Santa María Xadani, Laguna Superior; A. Gamboa, 11.03.93), UAMIZ-162 (Laguna Inferior; M. Tapia, 15.08.88), UAMIZ-165 (Laguna Inferior; Gamboa, Lara, Tapia, Ocaña y Ducoing, 22.10.88; cistocárpica), UAMIZ-797 (Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 14.10.92), UAMIZ-798 (Centro de la laguna, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 04.12.92, cistocárpica), UAMIZ-799 (Río Revolorio, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 04.12.92), UAMIZ-800 (Río Revolorio, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 14.10.92), UAMIZ-801 (Río Revolorio, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 04.12.92), UAMIZ-823 (Poza del Brujo, Laguna Mar Muerto; M.

Tapia, 28.08.92), UAMIZ-824 (La Costa, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 28.08.92), UAMIZ-825 (Punta Flor, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 28.08.92), UAMIZ-827 (La Costa, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 28.08.92), UAMIZ-833 (Playa Vicente, Laguna Superior; J.A. Gamboa, 06.07.91, cistocárpica), UAMIZ-834 (Santa María Xadani, Laguna Superior; J.A. Gamboa, 20.03.92, cistocárpica), ENCB s/n Cat. (San Dionisio del Mar, Laguna Superior; L.E. Mateo & C. Mendoza #oax-92-019, 04.08.92), ENCB s/n Cat. (Santa María del Mar, Laguna Mar Tileme; L.E. Mateo, C. Mendoza & A. Castillo, 05.08.92), FCME-PTM5297 (Laguna Superior; Hilda León, 25.08.95, espermatangial), FCME-PTM5310 (San Vicente, Laguna Superior; Hilda León, 25.08.95), FCME-PTM5296 (San Vicente, Laguna Superior; Hilda León, 11.02.95). **Chiapas:** UAMIZ-796 (Paredón, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 14.10.92), UAMIZ-836 (Paredón, Laguna Mar Muerto; J.A. Gamboa, Junio 1992), UAMIZ-802 (Paredón, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 04.12.92, cistocárpica), ENCB s/n Cat. (Paredón, Laguna Mar Muerto; C. Galicia & L.E. Mateo #chis-93-01, 20/27.07.93), FCME-PTM5628 (Faro, Laguna Superior; Hilda León #Faro II-3, 05.03.96, cistocárpica), FCME-PTM5618 (Faro, Laguna Superior; Hilda León, 05.03.96, tetrasporangial), FCME-PTM5623 (Laguna Superior; Hilda León #F2-2, 05.03.96, cistocárpica).

Distribución en el Ptm. Oaxaca: Lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto.

Comentarios. Mientras Ohmi (1958) sostiene que esta especie presenta constricciones en la base de las ramas, Gargiulo *et al.* (1992) sugieren lo contrario; sin embargo, en las figuras 14, 15, 16 y 17 del trabajo de Gargiulo *et al.* (1992), las constricciones en la base de las ramas son evidentes. Los ejes cilíndricos (complanados en los puntos de ramificación), con constricciones ocasionales en la base de las ramas, su gran tamaño y ramificación irregular, hacen que *G. bursa-pastoris* sea diferente a las otras cuatro especies presentes en el Ptm.



Figuras 42 - 45: *Gracilaria bursa-pastoris*. Fig. 42: Cistocarpo (Laguna Inferior, Oax. 22.10.88). Fig. 43: Conceptáculo espermatangial (Laguna Mar Tileme, Oax. 05.08.92). Fig. 44: Tetrasporangio (Laguna Inferior, Oax. 22.10.88). Fig. 45: Corteza y médula (Laguna Inferior, Oax. 22.10.88).

46

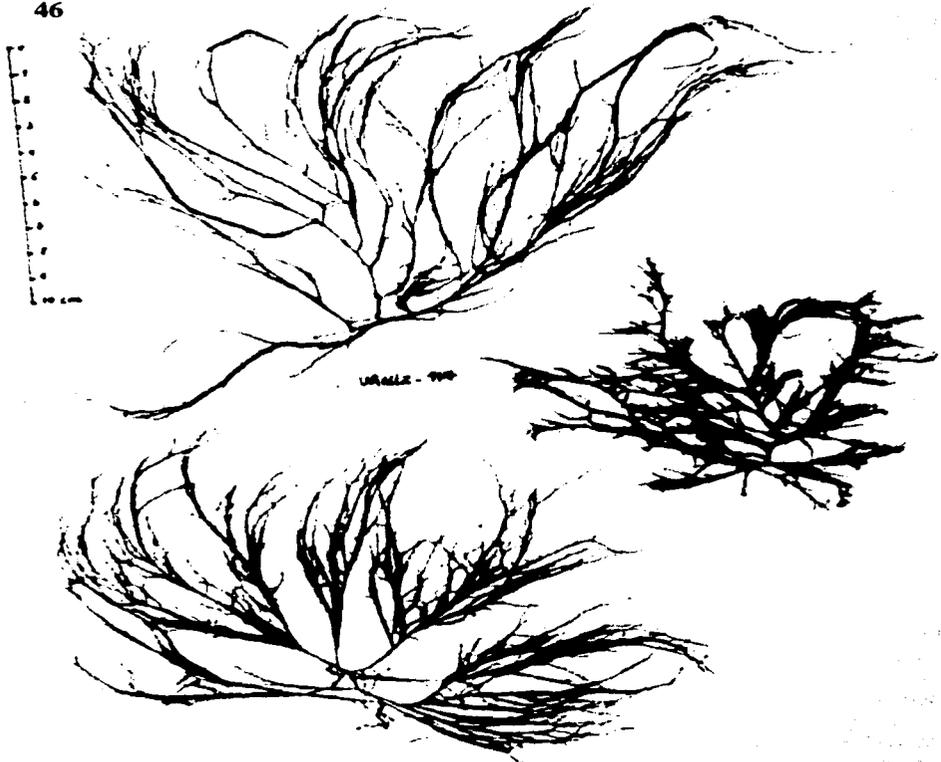


Figura 46: *Gracilaria bursa-pastoris*. Hábito (Santa María Xadani, Laguna Superior, Oax. 11.03.93).

Gracilaria cerrosiana W.R. Taylor

Figs. 47-51

Taylor (1945:232; Pl. 77, fig. 1); Dawson (1961:204; Pl. 22, fig. 1).

Tipo: W.R. Taylor 34-636, Marzo 10 1934, en el Herbarium Allan Hancock Foundation (AHFH 200 -LAM 500262-).

Isotipo: UC 694628 (!).

Localidad Tipo: Sobre rocas en South Bay, Isla Cedros, Baja California.

Caracteres reproductivos. Los cistocarpos son ligeramente constreñidos en la base, se encuentran agrupados en los segmentos superiores y son casi esféricos en corte longitudinal, 800-900 μm de diámetro. Células tubulares en contacto con el pericarpo externo. Los conceptáculos espermatangiales son tipo *Textorii*, miden 18-20 μm de alto por 29-30 μm de ancho, localizados en la capa cortical y generalmente se encuentran agrupados en soros por toda la superficie de los segmentos superiores. Tetrasporangios ovales, de 25-35 μm de ancho.

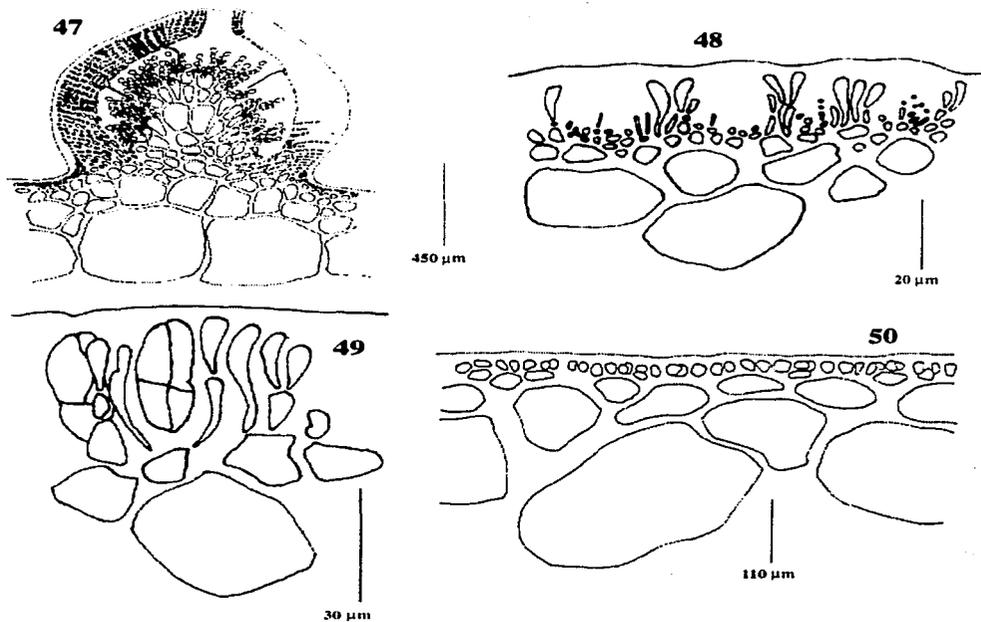
Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación dicotómica a irregular con algunas ramas policotómicas. Un solo plano de ramificación. Los segmentos pueden medir hasta 6 cm en los talos más largos. Ejes complanados en las partes basales y completamente aplanados a todo lo largo, el ancho de los mismos es de 2-5 mm, constante. Consistencia flácida. Sin constricciones en la base de las ramificaciones. Apices agudos a obtusos. Estípites largo y esbelto. Márgenes enteros. **Internos.** Médula de 3-4(5) capas de células de 120-216 μm de diámetro. Grosor de 490-500 μm . Corteza de 1-2 capas de células de 10-14 μm de ancho por 20-30 μm de largo, con arreglo periclinal. Transición abrupta entre corteza y médula.

Caracteres alternativos. Crece en ambientes mixohalinos, permanentemente sumergida, sobre sustrato duro (moluscos, guijarros y crustáceos cirripedios). Hábito de 15-20(35) cm de altura.

Material revisado. Baja California Sur: ENCB-2294 (La Paz, frente a "la Explanada"; Holguín, 14.04.66; cistocárpica. Identificada como *G. subsecundata*), ENCB-8833 (Bahía Asunción; Aguirre y Mateo, 26.09.89; tetrasporangial). **Colima:** ENCB-8805 (Bahía Santiago, Manzanillo; Mendoza, Mateo y Garduño, 05.11.85; talos cistocarpos y tetrasporangiales; como *G. subsecundata*). **Oaxaca:** UAMIZ-495 (Playa Santa María Xadani, Laguna Superior; A. Gamboa, 11.03.93; talos cistocárpicas y espermatangiales), UAMIZ-496 (Playa Santa María Xadani, Laguna Superior; A. Gamboa, 11.03.93; cistocárpica), UAMIZ-498 (Playa Santa María Xadani, Laguna Superior; A. Gamboa, 11.03.93; cistocárpica), UAMIZ-832 (Playa Vicente, Laguna Superior; J.A. Gamboa, 06.07.91), UAMIZ-835 (Santa María Xadani, Laguna Superior; J.A. Gamboa, 20.03.92), FCME s/n Cat. (Playa San Vicente, Laguna Superior; H. León #ptm-5297, 05.04.95), FCME s/n Cat. (Laguna Superior; H. León #ptm-5289, 05.04.95), FCME-PTM5296 (San Vicente, Laguna Superior; Hilda León, 11.02.95; cistocárpica, espermatangial), FCME-PTM5297 (Laguna Superior; Hilda León, 25.08.95), FCME-PTM5628 (Faro, Laguna Superior; Hilda León #Faro II-3, 05.03.96, cistocárpica).

Distribución en el Ptm. Colima: Bahía Santiago, Manzanillo. Oaxaca: Santa María Xadani, playa Vicente (San Vicente) y Faro en la Laguna Superior

Comentarios. Los ejes largos, acintados y de ancho constante, sin proliferaciones marginales ni superficiales, con ramificación dicotómica separada por segmentos largos y ápices aguzados, le dan a esta especie un aspecto esbelto inconfundible con las otras cuatro especies de *Gracilaria* presentes en el Ptm.



Figuras 47 - 50: *Gracilaria cerrosiana*. Fig. 47: Cistocarpo (Bahía Santiago, Manzanillo, Col. 05.11.85). Fig. 48: Conceptáculo espermatangial (Santa María Xadani, Laguna Superior, Oax. 11.03.93). Fig. 49: Tetrasporangio (Santa María Xadani, Laguna Superior, Oax. 05.11.85). Fig. 50: Corteza y células medulares (Santa María Xadani, Laguna Superior, Oax. 11.03.93).

51

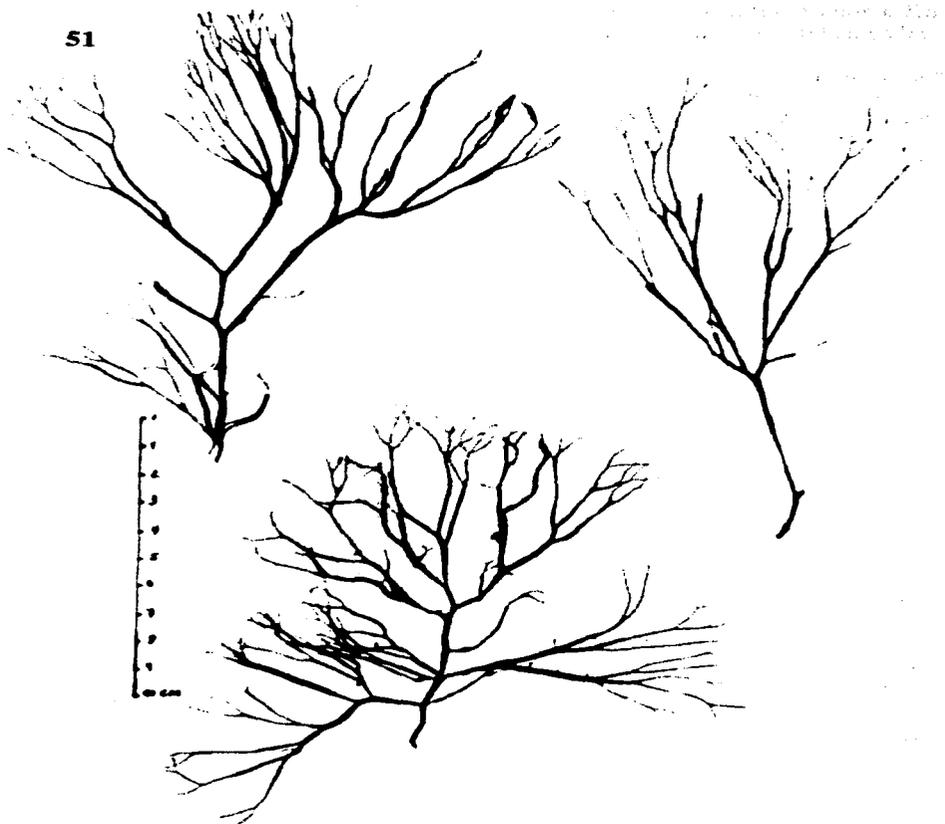


Figura 51: *Gracilaria cerrosiana*. Hábito (Santa María Xadani, Laguna Superior, Oax. 11.03.93).

***Gracilaria crispata* Setchell et Gardner**

Figs. 52-57

Setchell y Gardner (1924:753, Pl. 22, figs. 7-10, Pl. 44a); Dawson (1949:26, Pl. 8, fig. 4, Pl. 9, figs. 4-10, Pl. 10, figs. 5-7); Norris (1985c:125, fig. 6).

Tipo: AHFH (LAM) 75 (!); Col. por Marchant #51, mayo.

Fototipo: La Placa 44a en Setchell y Gardner (1924) (!).

Isotipo: UC 221196 (!).

Localidad Tipo: Rancho Eureka, cerca de Punta Soledad en La Paz, Baja California Sur.

Caracteres reproductivos. Los cistocarpos son ligeramente pedicelados, miden 750-800 μm de diámetro, distribuidos en las partes superiores de las láminas. El gonimoblasto se compone de células pseudoparenquimatosas. Células tubulares abundantes en contacto con el pericarpo externo. Los espermatangios son tipo *Textorii*, miden 44-45 μm de ancho y 37-38 μm de profundidad, separados por hileras de células corticales alargadas. Los tetrasporangios son ovales, 40 μm de largo por 30 μm de ancho.

Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación irregular a policotómica. Un plano de ramificación. Segmentos cortos, inconstantes. Los ejes o láminas, aplanadas a todo lo largo y complanadas en la base de las ramas, miden 2-4(6) mm de ancho y 400-600 μm en grosor; el ancho de las láminas no es constante en todas ellas. Consistencia rígida o turgente. Sin constricciones en la base de las ramificaciones. Apices amplios, redondeados y con proliferaciones similares a las marginales. Estípites cortos y robustos, de 5-7 mm de largo por 1.9-2.2 mm de ancho, liso. Márgenes de las láminas dentados en las partes basales y crespos y espinosos en las superiores.

Internos. La médula es de 3-5 capas de células de 160-200 μm en diámetro. Corteza compuesta de 2-3 capas celulares organizada en hileras de 2-3(4) células anticlinales de 7-7.5 μm ancho por 8.0-8.5 μm de largo. Subcorteza compuesta por 2-3 hileras de células pequeñas; las más externas son alargadas, éstas se mezclan con la corteza. La transición entre médula y corteza es, entonces, gradual.

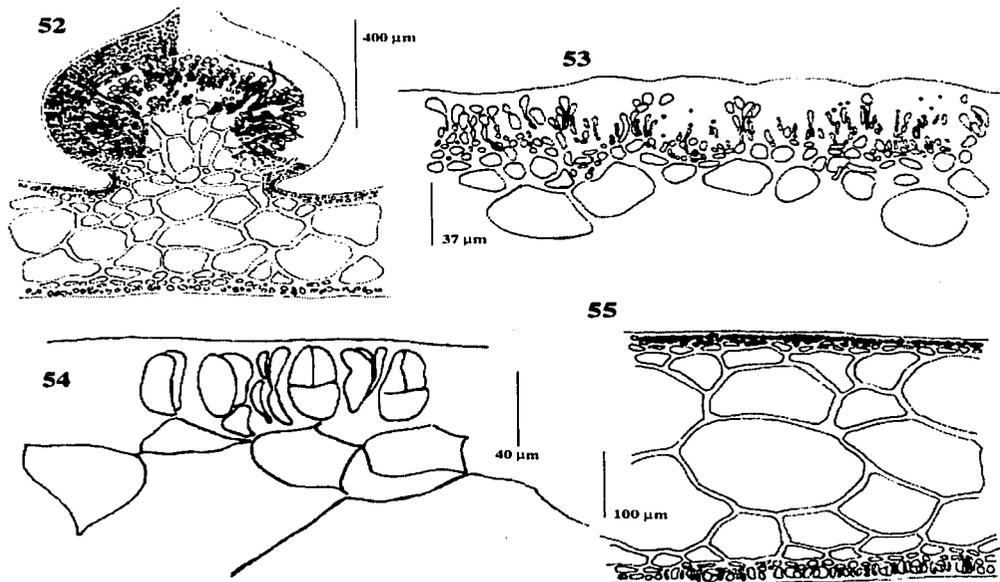
Caracteres alternativos. Ambiente marino, se le encuentra creciendo desde el intermareal expuesto al inframareal somero, sobre roca o algas coralinas no geniculadas (Corallinales, Rhodophyta). León Tejera (1996) la reporta en pozas de marea en Oaxaca. La altura de los hábitos es variable, puede alcanzar (3)4-5(7) cm.

Material revisado. Baja California Sur: ENCB-10183 (Bahía Concepción, El Tasajero; Sánchez y Mateo, 16.01.90; vegetativa). Sonora: ENCB-8779 (Bahía San Carlos; C. Galicia, 27.10.91; cistocarpos). Sinaloa: ENCB-8777 (Playa Norte, Mazatlán; Mendoza y Mateo, 27.07.87; cistocarpos). Navarrit: UAMIZ-673 (Las Minas, lado sur de Playa Venados; Pedroche, 06.09.92; cistocárpica), UAMIZ-764 (Cruz de Huanacaxtle; Pedroche, 20.03.91; espermatangial, tetrasporangial), "FCME G. crispata" (El Tizate; E. Serviere), "FCME G. crispata" (Bahía de Banderas; E. Serviere), FCME-PTM4220 (Playa Careyeros; E. Serviere, 23.06.91; tetrasporangial), FCME-PTM4188 (El Tizate; E. Serviere, 21.06.91; cistocárpica, espermatangial), FCME-PTM4189 (El Tizate; E. Serviere, 21.06.91; tetrasporangial). Jalisco: ENCB-8775 (Bahía Yelapa; Mendoza, Huerta y Chávez, 27.07.87; cistocarpos),

ENCB-8776 (Cabo Corrientes; Mendoza, Huerta y Chávez, 18.05.80; cistocarpos), ENCB s/n Cat. (Playa Conchas Chinas, Puerto Vallarta; L.E. Mateo, C. Mendoza, L. Huerta & C. Galicia, 05.11.91). **Michoacán:** ENCB-2700 (Las Peñas; Chávez, 26.12.70), ENCB-10883 (Playa Careyctos, Michoacán; Mendoza, 18.05.86; cistocárpica), ENCB-10882 (Maruata; G. Ceballos, 25.11.83). **Guerrero:** ENCB-2024 (Bahía de Zihuatanejo; Chávez y Forsman, 00.12.68), ENCB-2719 (Las Peñitas, Bahía Petacalco; Chávez, 03.01.71; vegetativa). **Oaxaca:** FCME-PTM4808 (Barra Santa Elena, Oaxaca; H. León Tejera, 14.12.93; cistocarpos y espermatangios), ENCB s/n (Agua Blanca; C. Mendoza-González y L.E. Mateo-Cid #Col. OAX/96/64-01, 27.02.96, cistocarpos y tetrasporangios) FCME-PTM5577 (Barra Santa Elena; Hilda León #H-3, 04.03.96), FCME-PTM5580 (Barra Santa Elena; Hilda León #H-6, 04.03.96, espermatangial), FCME-PTM5594 (Santa Elena; Hilda León, 04.03.96), FCME-PTM4808 (Santa Elena; Hilda León, 14.12.93), FCME-PTM5633 (Barra Santa Elena; Hilda León #P-4, 04.03.96).

Distribución en el Ptm. **Nayarit:** Bahía de Banderas (Dawson 1961), El Tizate, Las Cuevas, Playa Los Muertos, Sayulita, Isla Larga (Serviere- Zaragoza 1993), Las Minas al sur de Playa Venados (nuevo registro). **Jalisco** (Serviere-Zaragoza *et al.* 1993), Bahía Yelapa, Cabo Corrientes (nuevo registro). **Colima:** Isla Clarion (Setchell y Gardner 1930), Bahía Manzanillo, Boca Miramar en Juluapan (Mateo-Cid y Mendoza-González 1991). **Michoacán:** Maruata, Las Peñas, Playa Careyctos. **Guerrero:** Acapulco (Dawson 1961, Norris 1985c), Las Peñitas en Bahía Petacalco, Playa Las Gatas, Playa La Ropa, Playa Madera, Playa de Zihuatanejo, Embarcadero, Playa Almacén, Playa Majahua, Ixtapa, Isla Ixtapa (Chávez 1972), Zihuatanejo (ENCB-2024). **Oaxaca:** Bahía Santa Cruz en Huatulco, Bahía Tangola (Huerta y Tirado 1970), Puerto Angel, Bahía Tangolunda (véase León-Tejera y González-González 1993), Barra Santa Elena, Santa Elena Cozoaltepec, Agua Blanca.

Comentarios. Ganesan (1994) sugiere que *Gracilaria crispata* podría estar fuertemente relacionada por su similitud en cuanto al hábito, márgenes espinosos y estructuras masculinas a *G. cuneata* J.E. Areschoug, especie con distribución restringida al Atlántico americano tropical. Por otro lado, *G. crispata* presenta un sorprendente parecido superficial con algunas especies de *Cryptonemia* J. Agardh (Halymeniaceae, Rhodophyta), sobre todo aquellas de talos pequeños (4-6 cm), ejes aplanados, torcidos y con márgenes microdentados. Algunos ejemplos de éstas son *C. guaymasensis* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson, *C. decolorata* W.R. Taylor y *C. luxurians* (Mertens) J. Agardh. Esta última ha sido registrada para Puerto Rico (Díaz-Piferrer 1965) y en general para el Atlántico americano templado, tropical y subtropical (Wynne 1986, Schneider y Searles 1991). Asimismo, fué colectada recientemente (27.02.96) y por primera vez para el Ptm en Agua Blanca, Oaxaca, por C. Mendoza-González y L.E. Mateo-Cid (Mendoza-González y Mateo-Cid, datos no publicados). La diferencia vegetativa entre ambos géneros es la médula filamentososa en *Cryptonemia* y pseudoparenquimatosa en *Gracilaria*. Pese a lo anterior, el estípite grueso, tamaño reducido, las ramas aplanadas, anchas y torcidas, pero sobre todo las proliferaciones espinosas de sus márgenes, separan a esta especie de las otras cuatro registradas para el Ptm.



Figuras 52 - 55: *Gracilaria crispata*. Fig. 52: Cistocarpo (Santa Elena Cozaltepec, Oax. 22.02.96). **Fig. 53:** Conceptáculo espermatangial (Santa Elena, Oax. 14.12.93). **Fig. 54:** Tetrasporangio (Agua Blanca, Oax. 27.02.96). **Fig. 55:** Corteza y células medulares (Agua Blanca, Oax. 27.02.96).

56



1.5 cm

HERBARIUM OF THE ALLAN HANCOCK FOUNDATION

Gracilaria crispata Setchell & Gardner
portion of type

Orange, San Diego Co., California, Mexico

TYPE COLLECTION

Gracilaria crispata S. & G.

Orin. Desc. S. & G. 1927, p. 751. A.H.F. No. 75

Collected by Setchell & Gardner

Det. by

THE UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA

57



1.5 cm

Figuras 56 y 57: *Gracilaria crispata* (Holotipo).

***Gracilaria pachydermatica* Setchell et Gardner**

Figs. 58-62

Setchell y Gardner (1924:753; Pl. 24, figs. 30 y 31).

Tipo: #1355, en el Herbarium of California Academy of Sciences, colectado por Ivan M. Johnson (#122), junio (Setchell y Gardner 1924).

Localidad Tipo: Isla Tortugas, Golfo de California.

Sinonimia: *Gracilaria guaymasensis* E.Y. Dawson, *Gracilaria sinicola* E.Y. Dawson (Norris 1985c, Abbott 1995b).

Caracteres reproductivos. Cistocarpos esféricos (750-1000 μm en diámetro) y con una ligera constricción en la base. Carposporas de 13-15(20) μm de diámetro. Gonimoblasto compuesto de células pseudoparenquimatosas y abundantes células tubulares en contacto con el pericarpo externo. Conceptáculos espermatangiales tipo *Textorii*, miden 15 μm de ancho por 20 μm de largo. Tetrasporangios ovales de 20-22 μm de ancho por 25-30(35) μm de largo.

Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación dicotómica. Un plano de ramificación. Los segmentos disminuyen su largo hacia los ápices. Ejes cilíndricos en las partes basales y complanados a todo lo largo, de 1.5-2.5(3) mm de ancho, 1000-2000 μm de grosor; el ancho de los mismos aumenta ligeramente hacia los ápices. Consistencia turgente. Sin constricciones en la base de las ramas. Apices redondeados. Estípites corto. Márgenes enteros. Internos. Médula compuesta de 17-20 capas de células grandes y uniformes en tamaño (170-200 μm de diámetro). Corteza de 2-3 capas de células anticlinales, 5-6 μm de ancho por 10 μm de largo. Transición abrupta.

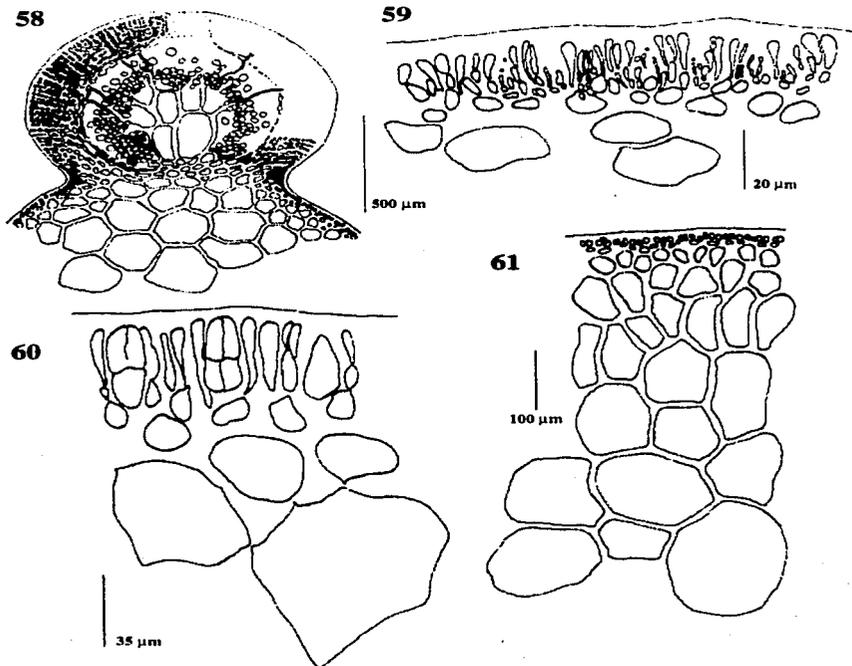
Caracteres alternativos. Ambiente marino, se le puede encontrar creciendo desde el intermareal rocoso expuesto al submareal somero. Hábito de 3-5(6) cm de altura.

Material revisado. Baja California Sur: ENCB-5174 (Calerita, al norte de la ciudad de La Paz; Mendoza, Flores y Garduño, 22.06.83), ENCB-10181 (Todos Los Santos, Los Cerritos; Mendoza y Mateo, 12.11.88), UAMIZ-765 (Punta Arenas; L.E. Mateo-Cid, 26.04.94). Sonora: ENCB-8789 (Bahía Kino; Flores y Mateo, 16.11.83), ENCB-8812 (Bahía Kino; Mateo y Flores, 16.11.83; tetrasporangial). Colima: ENCB-8794 (Manzanillo, Playa La Audiencia; Mendoza, López y Mateo, 07.10.87; cistocárpica). Michoacán: ENCB-"D" (El Faro; Mendoza, 16.05.86; cistocárpica), ENCB-10890 (El Faro; Mendoza, 16.05.86), ENCB-10891 (Maruata; Mendoza, 09.09.87), UAMIZ-493 (Playa Las Peñas; Pedroche, Dreckmann y Senties, 26.05.88; cistocárpica; como *G. cerrosiana*), UAMIZ s/n (Chuquiapan; A. Senties #FM-125, 03.04.84, ramas carpogoniales). Oaxaca: FCME-PTM5580 (Barra Santa Elena; Hilda León #H-6, 04.03.96, tetrasporangial)

Distribución en el Ptm. Jalisco: Puerto Vallarta (Mendoza-González y Mateo-Cid 1991). Colima: Playa La Audiencia en Manzanillo. Michoacán: Playa Careycitos, Bahía de Maruata (Maruata) (López 1994), El Faro, Maruata, Playa Las Peñas, Chuquiapan. Oaxaca: Barra Santa Elena.

Comentarios. Aunque *Gracilaria pachydermatica* ha sido frecuentemente registrada en el Golfo de California (Dawson 1949), también ha sido encontrada en el Pacífico de Baja California, sobre todo en Isla Cedros, Bahía Vizcaino e Isla Magdalena (Dawson 1961), lo que sugiere que es una especie con afinidad templada más que tropical. La descripción proporcionada por Norris (1985c) difiere substancialmente de la original de Setchell y Gardner (1924:753), sobre todo en los caracteres vegetativos internos. Por ejemplo, mientras Norris habla de una subcorteza (por lo tanto de una

transición gradual) y de ejes cilíndricos, Setchell y Gardner describen una transición abrupta entre médula y corteza y ejes complanados. Los ejemplares del Ptm se ajustan perfectamente a la descripción original. Su tamaño reducido y ejes complanados de ancho constante a ligeramente mayor cerca de los ápices, pero más que nada la abundante ramificación dicotómica a partir de las porciones medias, la hacen diferente de las otras cuatro especies del Ptm.



Figuras 58 - 61: *Gracilaria pachydermatica*. **Fig. 58:** Cistocarpo (Santa Elena Cozoaltepec, Oax. 22.02.96). **Fig. 59:** Conceptáculo espermatangial (Santa Elena Cozoaltepec, Oax. 22.02.96). **Fig. 60:** Tetrasporangio (Puerto Escondido, Oax. 25.02.96). **Fig. 61:** Corteza y células medulares (Puerto Escondido, Oax. 25.02.96).

62

UAM12 - 493

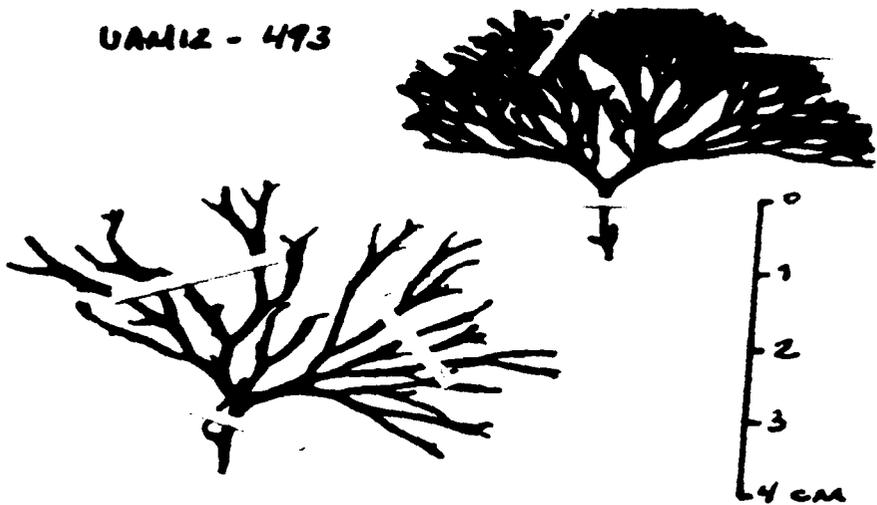


Figura 62: *Gracilaria pachydermatica* (Las Peñas, Mich. 26.05.88).

***Gracilaria veleroae* E.Y. Dawson**

Figs. 63-67

Dawson (1944:297, Pl. 70, fig. 2-izq.-).

Tipo: AHFH 37 (!) (LAM 500277) (Material adicional en frasco # 3, vial 26 y preparación 215 -1). Col. por E.Y. Dawson # 141a, enero 25 de 1940.

Isotipo: UC 700707.

Localidad Tipo: Bearn Trawling entre 4 y 30 m de profundidad en el extremo sur de Isla Tiburón, cerca de Isla Turner, Sonora, Golfo de California.

Sinonimia. *Gracilaria tenuifolia* W.R. Taylor (Dawson 1961, Anderson 1991:27).

Caracteres reproductivos. Cistocarpos globosos y pedicelados, miden hasta 1000 µm de diámetro. Gonimoblasto con abundantes células tubulares en contacto con el pericarpo externo. Conceptáculos espermatangiales tipo *Textorii*, 30-50 µm de profundidad por 15-20 µm de ancho, espermarios de 2.5-3.0 µm de diámetro. Los tetrasporangios son ovalados a ligeramente esféricos, 25-35 µm de ancho y largo, distribuidos por la superficie de las ramas.

Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación predominantemente dicotómica a irregular. Un plano de ramificación. Segmentos constantes. Ejes o ramas aplanadas, de 2-5(7) mm de ancho en las partes medias y apicales y más delgadas hacia la base; 150-300(400) µm de grosor. Consistencia turgente. Sin constricciones en la base de las ramificaciones. Apices redondeados. Estípote corto y robusto. Márgenes enteros. **Internos.** Médula compuesta por 2-3 capas de células, cada capa mide 170-300 µm de diámetro. Una o dos capas de células corticales periclinales, éstas miden 5-9 µm de ancho por 12-13 µm de largo. No hay subcorteza, por lo que la transición entre médula y corteza es abrupta.

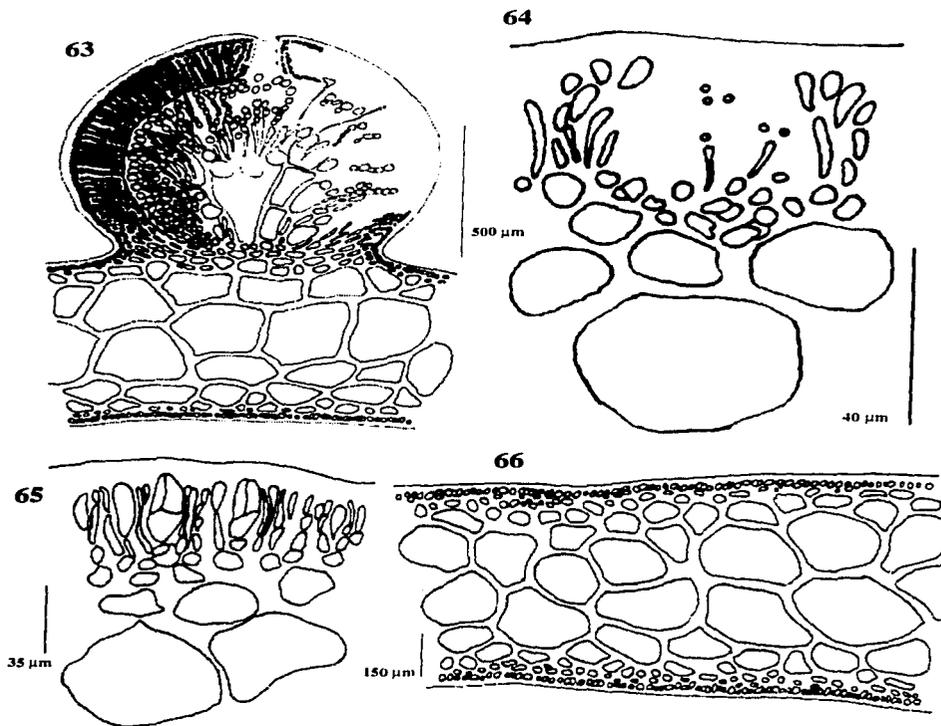
Caracteres alternativos. Ambiente marino, crece en el intermareal rocoso a inframareal somero. León Tejera (1996) la reporta en pozas de marea en Oaxaca. Hábito de 6-8 cm de altura.

Material revisado. Sonora: LAM 500277 (sur de Isla Tiburón, cerca de Isla Turner. Holotipo). **Navarit:** "FCME *Gracilaria vivesii*" (Bahía de Banderas; Serviere-Zaragoza). **Colima:** ENCB-8778 (Manzanillo, Playa San Pedro; Mendoza y Mateo, 06.10.87; cistocárpica). **Michoacán:** ENCB-11139 (Maruata; Mendoza, 17.05.86; tetrasporangial), UAMIZ s/n (Mexcalhuacán; A. Senties, 30.04.85, espermatangial), UAMIZ s/n (Chuquiapan; A. Senties #FM-125, 03.04.84, tetrasporangial). **Oaxaca:** FCME-PTM4802 (Barra Santa Elena; H. León Tejera, 14.12.93), FCME-PTM5580 (Barra Santa Elena; Hilda León #H-6, 04.03.96, tetrasporangial), FCME-PTM4802b (Santa Elena; Hilda León, 14.12.93, cistocárpica), FCME-PTM5625 (Barra Santa Elena; Hilda León #F2-4, 05.03.96, cistocárpica), FCME-PTM5633 (Barra Santa Elena; Hilda León #P-4, 04.03.96, tetrasporangial).

Distribución en el Ptm. Navarit: Isla Isabel (Dawson 1949), Bahía de Banderas (Serviere-Zaragoza 1993, como *Gracilaria vivesii*). **Colima:** Islas Clarion y Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo (Taylor 1945), Bahía Santiago (Schneider 1975), Playa San Pedro en Manzanillo (este estudio). **Michoacán:** Maruata, Mexcalhuacán, Chuquiapan. **Guerrero:** Acapulco (Dawson 1949). **Oaxaca:** Barra Santa Elena, Santa Elena Cozoaltepec.

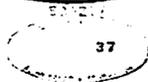
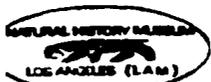
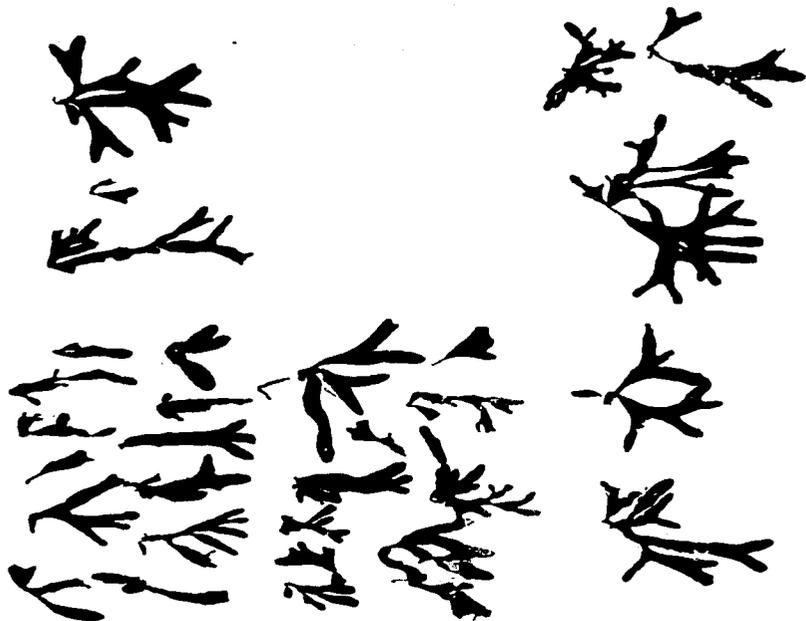
Comentarios. Schneider (1975), al comparar material de *Gracilaria mammillaris* (Montagne) M.A. Howe de Carolina del Norte con material de *G. veleroae* colectado por Dawson y almacenado en varios Herbarios (entre ellos AHFH), no encontró diferencias significativas y propuso la sinonimia de *G. veleroae* con *G. mammillaris*. Posteriormente, Norris (1985c) comenta que, dado que Schneider no revisó material tipo de ninguno de los dos binomios, ambas especies deben seguir siendo consideradas como entidades distintas. Durante este estudio, se examinó el tipo de *G. veleroae* y, su comparación con abundante material (femenino,

masculino y tetrasporangial) de varias localidades de Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo, apoya la propuesta de Schneider (1975). Sin embargo, es indispensable la revisión del tipo de *Rhodymeia mammillaris* Montagne (el basionimo de *G. mammillaris*) para tener una mayor certeza. Su tamaño reducido, ramificación, márgenes lisos y enteros, cistocarpos mamilares y ápices romos, la hacen una especie diferente a las demás del Ptm.



Figuras 63- 66: *Gracilaria veleroae*. Fig. 63: Cistocarpio (Santa Elena Cozoaltepec, Oax. 22.02.96). Fig. 64: Conceptáculo espermatangial (Chuquiapan, Mich. 03.04.84). Fig. 65: Tetrasporangio (Santa Elena Cozoaltepec, Oax. 22.02.96). Fig. 66: Corteza y células medulares (Santa Elena Cozoaltepec, Oax. 22.02.96).

67



ANNEXATION
 DEVELOPED BY THE U.S. GEOLOGICAL SURVEY
 AND THE U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
 TYPE COLLECTION
 THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
 LOS ANGELES

DEPARTMENT OF THE U.S. GEOLOGICAL SURVEY
 PLANTING THE PACIFIC EXPEDITION
 1845-1846

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
 LOS ANGELES

Figura 67: *Gracilaria veleroae* (Holotipo) (la escala es aproximadamente 1:2.5).

CLAVE TABULAR

Cuando nos enfrentamos a unidades taxonómicas cuyos caracteres de delimitación presentan algún grado de sobreposición, es conveniente utilizar una clave tabular. Ejemplos claros de lo anterior han sido ilustrados por Johansen (1976 y 1981) y Woelkerling (1988) en sus análisis taxonómicos respectivos de las algas coralinas (Corallinales, Rhodophyta). Este tipo de claves son útiles, ya que, dada su construcción, permiten la recuperación permanente de la información taxonómica del grupo en cuestión. A continuación se presenta un ensayo de ese tipo con las especies de *Gracilaria* presentes en el Ptm.

Para determinar una especie usando la clave tabular, primero se empieza con algún rasgo listado en la Tabla de Caracteres (Tabla 2.1) y se determina cuál especie en la Clave Tabular (Tabla 2.2) posee el estado de caracter encontrado en el espécimen. Luego, se elige otro caracter y se repite el proceso usando sólo aquellas especies asociadas por la búsqueda del caracter inicial. Se continúa de ese modo hasta que todas, excepto una de las especies, hayan sido eliminadas. La especie restante, teóricamente, es aquella a la cual pertenece el espécimen o ejemplar.

Tabla 2.1. Tabla de caracteres y código de caracteres usados en la clave tabular (Tabla 2.2). Los caracteres están numerados en la secuencia usada en la Tabla 2.2. Para una explicación más detallada de cada caracter ver el texto y figuras descriptivas.

I. Caracteres reproductivos

1. Cistocarpus
 - S- sésil
 - C- constreñido en la base
2. Espermatangios
 - T- tipo *Textorii*
 - V- tipo *Verrucosa*
3. Tetrasporangios
 - E- esféricos
 - O- ovalados

II. Caracteres vegetativos externos

4. Ramificación
 - D- dicotómica
 - P- policotómica
 - I- irregular
5. Planos de ramificación
 - U- un plano
 - M- más de un plano
6. Segmentos
 - C- constantes en el largo
 - I- inconstantes en el largo
7. Ejes
 - CI- cilíndricos
 - CO- complanados
 - AP- aplanados
8. Consistencia
 - R- rígida/turgente
 - L- flácida
9. Ancho de los ejes
 - C- constante
 - I- irregular
10. Constricciones en la base de las ramas
 - P- presentes
 - A- ausentes

11. Apices

- R- redondeados o romos
- A- agudos
- M- mixtos

12. Pedicelos o estípites

- L- largos y/o esbeltos
- C- cortos y/o robustos

13. Margenes

- PR- prolíferos
- LI- lisos o enteros

III. Caracteres vegetativos internos

14. Médula

- G- células grandes
- P- pequeñas
- M- muchas capas celulares
- N- pocas capas celulares

15. Corteza

- P- células periclinales
- A- células anticlinales
- S- una capa de células
- D- dos a cuatro capas celulares
- M- más de cuatro capas celulares

16. Subcorteza

- G- gradual
- A- abrupta (o ausente)

IV. Caracteres alternativos

17. Ambiente/Habitat

- S- mixohalino
- M- marino
- I- inframaral (o sumergido)
- E- intermareal

18. Altura del talo

- P- pequeñas (0-10 cm)
- G- grandes (0-25 cm)

Tabla 2.2. Clave tabular para las especies de *Gracilaria* presentes en el Ptm. Los caracteres y código de caracteres son los usados en la Tabla 2.1.

Especies/Caracteres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>G. bursa-pastoris</i>	C	T	OE	DI	M	I	CI	L	C	P	R	L	LI	GN	AD	G	SI	G
<i>G. cerrosiana</i>	C	T	O	DI	U	C	AP	L	C	A	A	L	LI	PN	PD	A	SI	G
<i>G. crispata</i>	C	T	O	DP	U	I	AP	R	I	A	R	C	PR	GN	AD	G	ME	P
<i>G. pachydermatica</i>	C	T	O	D	U	I	CO	R	I	A	R	C	LI	GM	AD	A	ME	P
<i>G. veleroae</i>	C	T	OE	D	U	C	AP	R	I	A	R	C	LI	GN	PS	A	ME	P

CLAVE DICOTOMICA

A continuación se presenta una clave dicotómica tradicional, construida a partir de tres caracteres vegetativos externos, que permite la determinación rápida de ejemplares colectados en el Ptm.

1. Ejes cilíndrico *G. bursa-pastoris*
1. Ejes no cilíndricos 2

2. Ejes complanados *G. pachydermatica*
2. Ejes aplanados 3

3. Márgenes con proliferaciones *G. crispata*
3. Márgenes enteros 4

4. Ancho de los ejes constante *G. cerrosiana*
4. Ancho de los ejes irregular *G. veleroae*

REGISTROS DUDOSOS

Dado lo escaso del material disponible en algunos casos, la ausencia de estructuras asociadas a la reproducción en otros o, definitivamente, la falta de material de herbario (véase, por ejemplo, el caso de *Gracilaria cervicornis*), los siguientes registros son considerados como dudosos para, exclusivamente, el Ptm.

Gracilaria cervicornis (Turner) J. Agardh 1876

Agardh (1876:425); Taylor (1960:445); Oliveira, Bird y McLachlan (1983).

Lectotipo: En BM, talo tetrasporangial, seleccionado por Oliveira *et al.* (1983).

Localidad Tipo: "... in atlantico calidiore ad littora Americae " (J. Agardh 1876). Oliveira *et al.* (1983) opinan que se trata, específicamente, de Jamaica.

Caracteres reproductivos. Cistocarpos frecuentes en las ramitas apicales (500-1100 µm de diámetro), pedicelados. Carposporas organizadas en cadenas o filamentos cortos. Gonimoblasto con células tubulares abundantes en contacto con el pericarpo externo, éstos presentan además fusiones celulares extensas (Oliveira *et al.* 1983). Conceptáculos espermatangiales tipo *Verrucosa*, de aproximadamente 20 µm de diámetro, frecuentemente agrupados. Tetrasporangios ovales, de 30-40 µm de largo por 22-25 µm de ancho.

Caracteres vegetativos. **Externos.** Ejes principales ramificados dicotómicamente. Un plano de ramificación. Segmentos inconstantes. Ejes ligeramente cilíndricos en la base y aplanados a todo lo largo, varían en número de 2-3(4) por pie de fijación, ancho de los ejes de 1-4 mm, constante. Consistencia flácida. Sin constricciones en la base de las ramas. Apices agudos. Pedicelos o estípites largos y esbeltos. Márgenes con proliferaciones divididas, delgadas y subdísticas. **Internos.** Médula de células grandes (300 µm de diámetro) y paredes gruesas (12-20 µm). Oliveira *et al.* (1983) comentan que este último rasgo puede variar de acuerdo a la tinción, medio de montaje o, incluso, por la aplicación de calor. Corteza compuesta de 2-4 capas celulares. Subcorteza de dos capas de células (20-30 µm de diámetro). Transición gradual.

Caracteres alternativos. Ambiente marino, inframareal somero, crece sobre sustrato duro como conchas y rocas. Altura del hábito de hasta 30 cm.

Material revisado. **Veracruz:** UAMIZ-480 (Playa Paraiso-Morro de la Mancha; J. Altamira, 02.12.90; cistocárpica), UAMIZ-481 (Playa Paraiso-Morro de la Mancha; AARJ, 02.12.90; cistocárpica), UAMIZ-482 (Playa Paraiso-Morro de la Mancha; Sobrino Figueroa, 04.02.89; cistocárpica), UAMIZ-483 (Playa Paraiso-Morro de la Mancha; Suárez Núñez, 02.12.90; cistocárpica), UAMIZ-485 (Playa Paraiso-Morro de la Mancha; I. Stout, 02.12.90; cistocárpica), UAMIZ-486 (Playa Paraiso-Morro de la Mancha; González Maldonado, 02.12.90), UAMIZ-487 (Playa Paraiso-Morro de la Mancha; Dreckmann, 02.12.90; cistocárpica), UAMIZ-499 (Playa Paraiso-Morro de la Mancha; Sobrino, 04.02.89; cistocárpica).

Distribución. Chávez (1972) y Salcedo-Martínez *et al.* (1988) la reportan para Isla Ixtapa, Playa La Ropa y Zihuatanejo en el estado de Guerrero.

Comentarios: *Gracilaria cervicornis* es una especie exclusiva del Golfo de México, Caribe mexicano y Atlántico tropical en general (Taylor 1960, Díaz-Piferrer y Caballer De Pérez 1964, Oliveira *et al.* 1983, Norris 1985b, Wynne 1986, Gargiulo *et al.* 1992). Desgraciadamente, el material de Herbario que debería avalar el registro de Chávez (1972) para Zihuatanejo no se encuentra en la Colección Ficológica de ENCB. Peor aún, en el caso del registro de Salcedo-Martínez *et al.* (1988), no fue posible localizar la colección de referencia en el edificio del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Con el objeto de confirmar el registro, se estudió material recientemente colectado en la localidad (depositado en la colección del Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM); sin embargo éste no coincidió con la descripción de *G. cervicornis*, sino con *G. cerrosiana* W.R. Taylor.

Gracilaria marcialana E.Y. Dawson

Dawson (1949:15, Pl. 24, fig. 6, Pl. 25, figs. 1-6); Dawson (1961:205, Pl. 10, fig. 15, Pl. 11, figs. 4 y 5, Pl. 12, fig 1).

Tipo: AHFH 15089 -LAM 500266- (véase Anderson 1991:26).

Localidad Tipo: Arrecife San Marcial, sur de Agua Verde, Golfo de Baja California.

Caracteres reproductivos. Cistocarpio de forma globosa (750-800 µm de diámetro), usualmente con constricción basal. Gonimoblasto compuesto de células largas y conectadas con el pericarpio por medio de abundantes células tubulares. Carposporas de 30 µm de diámetro. Espermatangios tipo *Textorii*, de 20-40 µm de ancho, separados por 1-2 hileras de células corticales alargadas. Cada espermacio mide 3-4 µm en diámetro. Tetrasporangios ovales, 30-35 µm de diámetro, distribuidos a lo largo de una corteza muy poco modificada.

Caracteres vegetativos. **Externos.** Ramificación dicotómica a irregular. Ejes cilíndricos, 1.5-2.0(3.0) mm de diámetro constante. Consistencia flácida. Sin constricciones en la base de las ramas. Apices redondeados a mixtos. Márgenes generalmente con proliferaciones espinosas. Talos cistocárpicos más robustos y turgentes que los tetrasporangiales y espermatangiales. **Internos.** Médula de 6-7 capas de células grandes y de pared delgada, éstas miden 250-300 µm de diámetro, se reducen a 80 µm en el margen exterior y se mezclan con células subcorticales de 40-70 µm de diámetro. Corteza compuesta de una hilera de 1-2 células anticlinales de forma irregular de alrededor de 10 µm de diámetro. Transición gradual entre médula y corteza.

Caracteres alternativos. Ambiente marino, inframareal, crece sobre fragmentos de coral a profundidades de 16-30 m. Talo de 5.5-6.0 cm de altura.

Material revisado. **Sonora:** ENCB-8830 (Roca Roja, Bahía Kino; Flores y Mateo, 17.11.83; tetrasporangial).

Distribución. **Colima:** Reportada con este nombre en Bahía Manzanillo por Mateo-Cid y Mendoza-González (1991).

Comentarios: El único material disponible para estudiar *Gracilaria marcialana* proviene de Bahía Kino, Sonora, y es tetrasporangial. Los tetrasporangios de otras dos especies de ejes

cilíndricos conocidas para la misma zona (*G. turgida* y *G. ramisecunda*), tienen la misma forma y miden aproximadamente lo mismo (25-30 µm de diámetro), por lo que no es un carácter muy útil de separación. Los cistocarpos son, asimismo, similares en forma, constricción basal y medidas (600-1200 µm de diámetro). Ambas especies también presentan conceptáculos espermatangiales tipo "*textorii*". Ahora bien, Dawson (1949) establece que la diferencia entre *G. turgida* y *G. marcialana* está en el tamaño de las carposporas (30 µm en esta última y 18-20 µm en la primera). Esto es afirmado también por Norris (1985c), quien agrega que, mientras *G. marcialana* es más pequeña (5.5 cm de altura) y sólo se le conoce en arrecifes de aguas profundas, *G. turgida* es más alta (hasta 15 cm) y se le encuentra en lagunas someras de fondo lodoso

Gracilaria rubrimembra E. Y. Dawson

Dawson (1949:32, Pl. 13 Figs. 1-8); Dawson (1961:208, Pl. 10, Fig. 11, Pl. 13, Fig. 2); Norris (1975).

Tipo: AHFH 4522, Dawson #1918, mayo 18 de 1946.

Localidad tipo: Lado sur de la Ensenada San Francisco, cerca de Puerto San Carlos, Sonora, México.

Caracteres reproductivos. Cistocarpos globosos de alrededor de 900 µm de diámetro. Gonimoblasto con células tubulares nutricias en contacto con el pericarpo externo. Plantas masculinas desconocidas (Dawson 1949, 1961). Tetrasporangios ovales de 20-30 µm de diámetro.

Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación policotómica. Ejes complanados, con las porciones medias más anchas que el resto, 1.0-2.5 mm. Apices redondeados, con proliferaciones. Márgenes dentados y con proliferaciones lobuladas. Grosor en corte transversal de 700-850 µm. Internos. Células medulares de 120-160 µm de diámetro. Corteza de 1-2 capas de células (ésta de 8-14 µm de diámetro). Subcorteza de células de 20-25 µm de diámetro. Transición gradual.

Caracteres alternativos. Ambiente marino, intermareal rocoso. Hábito de 8-12 cm de altura.

Material revisado. "FCME- *G. rubrimembra*" (Bahía de Banderas, Nayarit; Serviere; abril de 1988).

Distribución. Serviere-Zaragoza (1993) asigna este nombre a plantas colectadas durante octubre de 1987 y abril de 1988 en Playitas, Jalisco y Las Cuevas, Nayarit.

Comentarios: El examen de los únicos especímenes disponibles de *Gracilaria rubrimembra* para el Ptm, depositados en FCME (FCME *G. rubrimembra*), reveló un mayor parecido con *G. crispata*. Esta última es una especie que, como todas, presenta un alto grado de variabilidad morfológica sin salirse de los límites establecidos por Dawson (1949) para la misma. Norris (1985c), comenta que esta especie puede ser confundida con *G. textorii* dado que es difícil diferenciar la forma de las proliferaciones en ambas. En *G. rubrimembra* parecen estar más divididas que en *G. textorii*. Asimismo, los cistocarpos son más grandes

en *G. textorii*. *G. rubrimembra* también es similar a *G. spinigera* en los mismos atributos. Nótese que la localidad tipo de *G. spinigera* y *G. rubrimembra* es la Ensenada de San Francisco. Desde la descripción de *G. rubrimembra* (Dawson 1949), no han sido descritas las estructuras masculinas (Norris 1985c). Esto es crucial, pues sin ellas, resulta bastante complicado delimitar a las tres entidades. Por esto, es conveniente mantener el registro como dudoso tanto a nivel específico como subgenérico.

***Gracilaria subsecundata* Setchell et Gardner**

Setchell y Gardner (1924:755, Pl. 23, figs. 26 y 27, Pl. 59); Dawson (1949:20, Pl. 6, figs 3-11, Pl. 7, figs. 1-9); Dawson (1961:209, Pl. 10, fig. 10, Pl. 11, figs. 1 y 6, Pl. 12, figs 3 y 4, pl. 17); Norris (1975).

Tipo: AHFH, Marchant #56, Mayo (Setchell y Gardner 1924:755).

Localidad Tipo: Guaymas, Sonora.

Caracteres reproductivos. Cistocarpos de 700-800 μm de ancho. Gonimoblasto con una base ancha, parenquimatosa y con células tubulares en contacto con el pericarpio externo. Espermatangios tipo *Textorii*, 14-17 μm de alto, separados por células corticales, distribuidos en grupos más o menos discretos por toda la superficie de las ramas. Tetrasporangios de 25-30(45) μm de diámetro.

Caracteres vegetativos. **Externos.** Ramificación irregular. Largo de los segmentos entre ramificaciones de acuerdo al tamaño y edad del alga (Setchell y Gardner 1924) desde unos pocos milímetros hasta 6 cm en talos muy grandes, en general constantes. Ejes complanados, 1-2 mm de diámetro, disminuyen gradualmente de grosor hasta llegar a un ápice agudo. Consistencia flácida. Márgenes enteros. **Internos.** Médula de 8-10 capas de células de alrededor de 200 μm de diámetro, que disminuyen gradualmente hasta una capa de células subcorticales alargadas de 25 μm de diámetro. Corteza externa de 3-4 células anticlinales, cada una de 10 μm de largo y 5-8 μm de ancho. Transición gradual.

Caracteres alternativos. Frecuente en bahías y estuarios. También se le encuentra desde la zona intermareal a la inframaréal somera. Crece sobre rocas o en sustrato cubierto por arena. Hábito de 10-14(25) cm de largo.

Material revisado. California: ENCB-10076 (Camel River, USA; A. y R. Guerrero, 26.02.74; cistocárpica). Baja California Sur: ENCB-2493 (Playa de la ciudad de La Paz; Holguín y Velásquez, 19.05.65), ENCB-8803 (Bahía Magdalena, Isla Margarita; Aguirre y Sánchez, 05.08.87; tetrasporangial). Sonora: ENCB-8790 (Guaymas, Playa Miramar; Galicia, 26.10.91), ENCB-8791 (Roca Roja, Bahía Kino; Mendoza y Mateo, 17.11.83; cistocárpica), UAMIZ-478 (Pasiotécola, Laguna de Agiabampo, Sonora-Sinaloa; M. Ortega, 27.02.70; cistocárpica). Sinaloa: ENCB-8807 (Topolobampo; Mendoza, Mateo y Nava, 26.10.86; cistocárpica), ENCB-8808 (Entre Bahía Ohuira y Bahía Topolobampo; Mendoza, Mateo, Nava y López, 02.10.86), ENCB-8810 (Muelle Fiscal de Topolobampo; Mendoza, Mateo, Nava y López, 02.10.86; tetrasporangial). Colima: ENCB-8804 (Laguna Juluapan, Manzanillo; Mateo y Mendoza, 29.07.88).

Distribución. Serviere-Zaragoza *et al.* (1993) la reportan para Nayarit y Mateo-Cid y Mendoza-González (1991) para Boca Miramar en Juluapan, Colima.

Comentarios: Con respecto a la relación del largo de los segmentos con la edad de las plantas, sugerida por Setchell y Gardner (1924) para *Gracilaria subsecundata*, es necesario recalcar que, hasta ahora, no se ha diseñado un modelo que permita calcular la edad de los ejes en especies de *Gracilaria*. Mientras el material proveniente de localidades del Golfo de California (ENCB 2294, 8803, 8808, 8810, 8811 y 10076), cercanas a la localidad tipo (Guaymas, Sonora) y dentro de la zona central de donde es endémica (Espinoza-Avalos 1993 y trabajos ahí citados), corresponden a la descripción original de Setchell y Gardner (1924) y ampliada posteriormente por Dawson (1949, 1961), el material de Colima (ENCB 8805) es más cercano a *G. cerrosiana*, por lo que se mantiene el registro como incierto.

Gracilaria tepocensis (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson
Dawson (1944: 307, Pl. 65, Fig. 1.); Dawson (1949:30, Pl. 11, figs. 1-9, Pl. 12, figs. 7-9 como *G. crockeri*); Norris (1975:571, Pl. 21, 1985c:131, fig. 13); Dawson (1961:211).
Tipo: AHFH, Dawson 367-40, abril 2 de 1940.
Localidad Tipo: Bahía Tepoca, Sonora (dragada de 30 m).

Caracteres reproductivos. Cistocarpos globosos de 500 µm de diámetro. Gonimoblasto con células tubulares en contacto con el pericarpo externo. Espermatangios tipo *Textorii* de (17)18-20(21) µm de alto por 20-31 µm de ancho, los espermacios miden 3-4 µm de diámetro. Tetrasporangios ovales de 20-21 µm de ancho, inmersos en la corteza exterior.

Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación irregular y a intervalos de 1-2(6) cm. Un plano de ramificación. Segmentos inconstantes. Ejes aplanados, 1-3(5.5) mm de ancho constante. Consistencia flácida. Sin constricciones en la base de las ramas. Márgenes enteros. En corte transversal, las láminas miden 150-300 µm de grosor. Internos. Médula de dos capas de células grandes (100-200 µm de diámetro), ésta se une a una capa subcortical. Corteza externa constituida por 1-2 capas de células de 7-19 µm de largo. Transición gradual.

Caracteres alternativos. Ambiente marino, inframarino, a profundidades de 4.5-10.6 m, aunque ha sido dragada desde 21 hasta 113 m (Norris 1985c). Hábito de 5-13(26) cm de altura.

Material revisado. Jalisco: ENCB-2345 (Cabo Corrientes; Tirado, 24.05.70).

Distribución. Pedroche y González-González (1981) la reportan para Careyes en Jalisco y Mateo-Cid y Mendoza-González (1991) para Boca Miramar en Juluapan, Colima.

Comentarios: El único material disponible de *Gracilaria tepocensis*, proveniente de Cabo Corrientes en Jalisco (relativamente cercano a las dos únicas localidades de registro en el Ptm: Careyes, Jalisco y Juluapan, Colima), presenta una alta similitud externa e interna con *G. tepocensis* descrita por Dawson (1944, 1949, 1961) para Bahía Tepoca, Sonora (véase

ENCB 2345); sin embargo, es estéril. En ese mismo sentido, también se parece externa e internamente a *Gymnogongrus martinensis* Setchell y Gardner y *Gymnogongrus platyphyllus* Gardner. Si estas dos especies, provenientes de Maruata en Michoacán, no fueran cistocárpicas (véase Masuda 1993), podrían ser fácilmente confundidas no sólo con *G. tepocensis*, sino también con *G. cerrosiana*, *G. pachydermatica*, *G. subsecundata*, *G. veleroae* o, incluso, con *G. mammillaris* y *Rhodymenia pseudopalmeta* (estas dos últimas de Tamaulipas y Playa del Carmen en el Golfo de México y Caribe mexicano respectivamente). Cabe mencionar aquí, que el basiónimo de *G. tepocensis* es *Rhodymenia tepocensis* Dawson (1944:307, Pl. 65, Fig. 1), descrita a partir de material completamente estéril colectado en Bahía Tepoca, Sonora. La confusión en el parecido vegetativo de esta especie (*G. tepocensis*) y de otras de *Gracilaria* con otros géneros de algas rojas, no se restringe al Pacífico mexicano y Ptm sólomente; *G. mammillaris* (Montagne) Howe, mencionada unas líneas más arriba, una especie aplanada del Caribe, fue descrita como *Rhodymenia mammillaris* Montagne (Taylor 1960:448); de hecho, Schneider (1975) trató a *G. mammillaris* como un sinónimo de *G. veleroae* aunque Norris (1985c) opine que, mientras no se examinen los tipos de una y otra, ambas especies deban mantenerse separadas. El género *Rhodymenia*, a diferencia de *Gymnogongrus* es isomórfico; por lo que uno puede encontrar talos tetraspóricos y continuar en la confusión intra genérica. Por el contrario, el género *Gymnogongrus*, heteromórfico, presenta en su historia vital un tetrasporofito costroso. Los cistocarpos son, sin embargo, perfectamente diferentes en los tres géneros. Continuando en la misma línea, *Ahnfeltia durvillaei* (Bory) J. Agardh (Maggs *et al.* 1989), previamente conocida como *Plocaria durvillaei* Bory (una especie relacionada vegetativamente a *Gymnogongrus* registrada para Guadalupe en las Antillas), es muy probablemente una especie de *Gracilaria* (Taylor 1960:472). *Plocaria disciplinaria* Bory, transferida posteriormente a *Gymnogongrus disciplinaria* (Bory) J. Agardh (Taylor 1960:471), constituye otra evidencia del cuidado que hay que tener al asignar nombres a plantas vegetativas similares, al menos, a los géneros *Gracilaria*, *Gymnogongrus* y *Rhodymenia*. La confusión debida a la similitud vegetativa entre especies de *Gracilaria* y miembros de las familias Rhodymeniaceae y Phylloporaceae, ya había sido notada por Ricker (1987) en su estudio taxonómico y biogeográfico de las algas marinas de la Isla Macquarie, en el círculo polar antártico. Si bien *G. tepocensis* ha sido registrada para un lugar tan alejado de la localidad tipo como Santa Catarina, Brasil (Cordeiro-Marino 1978:61, Figs. 151-153), la carencia de material reproductivo hace que los registros para el Ptm sean dudosos. Por último, el caso de *G. tepocensis* es aplicable a muchas especies de macroalgas uniaxiales y pseudoparenquimatosas (incluidos los otros registros inciertos de este estudio) que se presentan vegetativas al ser colectadas.

***Gracilaria textorii* (Suringar) De Toni**

J. Agardh (1876:426); De Toni (1895:27, citado por Yamamoto 1978:123); Ohmi (1958:40, Figs. 20 y 21); Yamamoto (1978:124; Pls. 12-14; Pl. 42, figs. 5-7; Pl. 43, Figs. 1-4); Norris (1975, 1985c:132, Fig. 1).

Tipo: Una colección de *Textor* entre el material de Suringar en el Rijksherbarium, Leiden, Netherlands (Dawson 1961:212).

Localidad Tipo: Mar de Japón.

Sinonimia: *Gracilaria vivesii* Howe 1911:503, Pl. 30, Pl. 33, Figs. 1-5 (Ohmi1958:40, véase también Dawson 1961: 211 y Norris 1985c:132); *Gracilaria vivipara* Setchell et Gardner 1924:750, Pl. 24, figs. 28 y 29, Pl. 63 (Yamamoto 1978); *Gracilaria sinicola* Setchell et Gardner 1924:752, Pl. 62 (Yamamoto 1978); *Gracilaria johnstonii* Setchell et Gardner 1924:752, Pl. 22, figs 11-14, Pl. 60 (Yamamoto 1978); *Gracilaria textorii* var. *cunninghamii* (Farlow) E.Y. Dawson 1961:213, Pl. 10, fig. 1, Pl. 12, fig. 12, Pl. 13, fig. 1 (Tipo: Una colección de Mrs. Bigham en el Herbario Agardh, Universidad de Lund. Localidad Tipo: Santa Barbara, California).

Caracteres reproductivos. Cistocarpos globulares de 1200-2900 µm de ancho, con constricciones basales. Gonimoblasto con numerosas células tubulares en contacto con el pericarpo externo. Espermatangios tipo *Textorii*, de 40-50 µm de alto por 20-30 µm de ancho. Tetrasporangios ovales, de 15-20(30) µm de ancho por 40-50 µm de largo.

Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación dicotómica. Un plano de ramificación. Ejes aplanados, de 2-5(6) mm de ancho, inconstantes. Consistencia flácida. Apices redondeados. En algunos casos los márgenes son enteros y lisos, en otros, tienen proliferaciones simples o ramificadas. En corte transversal revela un grosor de 350-800(1000) µm. **Internos.** Médula de 7-9 capas de células grandes (250-500 µm de diámetro) con paredes delgadas. Corteza de 1-2(3) capas de células anticlinales, cada una de ellas de 6.5-11 µm de ancho y de 9.5-16 µm de largo. Transición abrupta.

Caracteres alternativos. Ambiente marino, crece en el intermareal rocoso a inframareal somero. Hábito de 5-20(47) cm de largo.

Material revisado. var. *textorii*. Baja California Sur: ENCB-4122 (Punta Comitán; Chávez, 08.08.79). var. *cunninghamii*. Baja California Sur: ENCB-4966 (Bahía Tortugas; Mendoza, Flores y Garduño, 24.06.83), ENCB-5871 (Bahía Tortugas; Flores, Mendoza y Garduño, 24.06.83; tetrasporangial), ENCB-9664 (Bahía Magdalena, Uña del Gato; Sánchez y Vilchis, 31.05.84; cistocárpica), ENCB-10386 (Todos Santos, Los Cerritos; Mateo, Rodríguez y Sánchez, 31.05.89; tetrasporangial; con *Gracilariophyla gardnerii*). Siноloa: ENCB-3416 (El Sábalo, Mazatlan; Tirado, 00.11.73; cistocárpica), ENCB-8827 (Cerro San Carlos, Bahía Topolobampo; Mendoza y Mateo, 04.10.86; tetrasporangial), ENCB-8828 (Cerro Las Gallinas, Bahía Topolobampo; Mendoza, Mateo, Nava y López, 02.10.86; tetrasporangial), ENCB-8829 (Entre Bahía Ohuira y bahía Topolobampo; Mendoza, Mateo, Nava y López, 01.10.86; tetrasporangial). Michoacán: ENCB-5865 (Faro de Bucerías; Holguín, 02.07.87, cistocárpica; identificada como *G. turgidula*), ENCB-5869 (Faro de Bucerías; Holguín, 11.07.87; cistocárpica).

Distribución. Colima: Bahía Braithwaite, Isla Socorro y Sulphur Bay en Isla Clarion, Archipiélago de las Revillagigedo (Taylor 1945, Dawson 1961); Playa Santiago (Mateo-Cid y Mendoza-González 1991). Michoacán: El Faro, Playa Careycitos, Bahía de Maruata (López 1994); Faro de Bucerías. Guerrero: Zihuatanejo (Salcedo-Martínez et al. 1988).

Comentarios: Dawson (1961) es explícito con respecto a las casi inexistentes diferencias entre *Gracilaria textorii* var. *textorii* y *G. textorii* var. *cunninghamii*. En cuanto a los caracteres vegetativos, la variedad *cunninghamii* difiere de la variedad tipo en que la ramificación

es tri-policotómica y los segmentos son más alargados y estrechos. La revisión de material de Herbario confirma lo comentado por Howe (1911), al establecer la estrecha similitud entre *G. vivesii* y *G. cunninghami* Farlow. Asimismo, Dawson (1961) comenta que en aguas más profundas y en localidades más sureñas a la localidad tipo (Santa Bárbara), por ejemplo a lo largo de Baja California, ambas son prácticamente indiferenciables. En lo que corresponde a los caracteres reproductivos, la similitud en las estructuras reproductivas de ambas variedades hizo pensar a Dawson (1961) que *G. cunninghami* Farlow no era más que una variación norteña de *G. textorii*. Independientemente de los comentarios de Dawson (1961), avalados muy superficialmente durante este estudio con el único material de Herbario disponible, las monografía clásicas acerca de *G. textorii* hechas por Ohmi (1958) y Yamamoto (1978), confirman que la diferencia en la ramificación es inconstante para mantener una separación incluso a nivel de variedad. El único material de herbario disponible, proveniente del Ptm, difiere completamente de la descripción original y de los ejemplares examinados del Golfo de California (identificados como *G. textorii*). Si agregamos a lo anterior el hecho de que aún estamos en espera del material que Taylor (1945) y Dawson (1961) reportaron como *G. textorii* para el Archipiélago de las Revillagigedo, Colima (solicitado a LAM), es conveniente mantener el reporte como dudoso.

Gracilaria spinigera E.Y. Dawson

Dawson (1949:24, Pl. 8, Figs. 1-3, Pl. 9, Figs. 1-3); Norris (1975).

Tipo: AHFH 4949, Dawson 1903, espermatangial, cistocárpica y tetraspórica, mayo 18 de 1946.

Localidad Tipo: Ensenada de San Francisco, cerca de Guaymas, Sonora; a la deriva y sobre rocas sublitorales.

Caracteres reproductivos. Cistocarpos globosos, 1200-1500 µm de diámetro. Gonimoblasto con numerosas células tubulares en contacto con el pericarpo externo. Conceptáculos espermatangiales tipo *Verrucosa* de 35-60 µm de alto por 28-45 µm de ancho. Tetrasporangios ovales de 20 µm de ancho por 24 µm de largo, localizados en los segmentos superiores.

Caracteres vegetativos. Externos. Ramificación dicotómica a irregular. Ejes complanados a aplanados de 3.5-6.5(12) mm de ancho. Consistencia flácida. Los últimos segmentos con proliferaciones espinosas tanto marginales como superficiales. Ejes de 600-1500 µm de grosor. **Internos.** Médula de células de 150-180 µm de diámetro y con entre 8 y 9 capas medulares. Corteza de una única capa de células 1.5 a 2.5 veces tan largas como anchas. La transición entre médula y corteza es gradual.

Caracteres alternativos. Hábito de 5-15 cm de altura.

Material revisado: Jalisco-Nayarit: "FCME *G. spinigera*" (Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco; E. Serviere; abril de 1988).

Distribución. Mateo-Cid y Mendoza-González (1992), la reportan tetrasporangial para Punta de Mita, Nayarit. Serviere-Zaragoza (1993) asigna este nombre a plantas femeninas colectadas durante octubre de 1987 y abril de 1988 en Playitas, Jalisco.

Comentarios: El único material de herbario disponible de *Gracilaria spinigera* ("FCME G. spinigera" Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, colectado por Serviere-Zaragoza en 1993), si bien presenta cistocarpos y proliferaciones marginales espinosas como las descritas por Dawson (1949), carece de las proliferaciones superficiales que caracterizan a la especie (véase Dawson 1959:26, Fig. 5). Por otro lado, es indispensable contar con talos masculinos para saber si se trata, efectivamente, de *G. spinigera* (conceptáculos tipo *Verrucosa*), o de una forma de *G. crispata* (conceptáculos tipo *Textorii*). Por lo pronto, la evidencia biogeográfica disponible, es decir: que *G. spinigera* es un elemento endémico del Golfo de California (Norris 1985c; Espinoza-Avalos 1993), nos sugiere que las plantas registradas para el Ptm corresponden a otra entidad (probablemente *G. crispata*).

Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss

Papenfuss (1950:195); Abbott (1985 a y b:116); Norris (1975); Gargiulo, De Mazi y Tripodi (1992:71, figs. 83-92).

Lectotipo: Descripción de Hudson, seleccionada por Dixon e Irvine (1977:210). Sin embargo, ésta no es aceptada actualmente de acuerdo al artículo 7.5 del ICBN (Greuter 1988. Véase Steentoft *et al.* 1995). La lectotipificación de *G. verrucosa* aún se mantiene como un interesante problema nomenclatural.

Localidad Tipo: Costa sur de Inglaterra (Rice y Bird 1990, Gargiulo, De Mazi y Tripodi 1992).

Sinonimia: *Gracilaria confervoides* (Linnaeus) Greville. J. Agardh (1876:413). Dawson (1949:13, Pl. 15, fig. 9).

Tipo: No disponible (Silva *et al.* 1987:44).

Localidad Tipo: "...in oceano atlantico, pacifico, indico et australi" (J. Agardh 1876).

Todo parece indicar que el nombre *G. confervoides* (Linnaeus) Greville esta basado en *Fucus confervoides* Linnaeus 1763, el que, a su vez, es un homónimo tardío de *Fucus confervoides* Hudson 1762 y, por lo tanto, no es aplicable (Silva *et al.* 1987:44). Por otro lado, Fredericq y Hommersand (1989a:213) comentan que el basónimo disponible prioritario para *G. confervoides* es *Flagellaria confervoides* Stackhouse 1809 y que el generitipo debe ser *G. confervoides* (Stackhouse) Greville. Papenfuss (1950:195) encontró que el nombre correcto prioritario es *Fucus verrucosus* Hudson 1762, estableciendo la combinación *G. verrucosa* (Hudson) Papenfuss. Por lo anterior, y actualmente, es considerada un sinónimo de *G. verrucosa* (véase Gargiulo *et al.* 1992:71).

Caracteres reproductivos. Cistocarpos globosos y notoriamente sobresalientes, dispersos por la superficie de las ramas. Gonimoblasto de células parenquimatosas grandes, se desarrolla a partir de una célula de fusión conspicua y tiene numerosas células tubulares nutricias o que lo unen al pericarpo externo. Espermatangios tipo *Verrucosa*, 24-30(60) µm de alto por 30-35 µm de ancho. Tetrasporangios ovales de 20-30 µm de ancho por 30-33(45) µm de largo, se encuentran en la corteza (la que está poco modificada por su presencia), dispersos por la superficie de las ramas.

Caracteres vegetativos. **Externos.** Ramificación generalmente irregular. Varios planos de ramificación. Ejes cilíndricos poco a muy ramificados, 0.5-1.0(2.0) mm de diámetro

constante. Consistencia flácida. Constrictiones presentes en la base de algunas ramas. Frecuentes proliferaciones laterales. **Internos.** Médula de 6-7(8) capas de células largas (300-400 µm de diámetro). Corteza de 2-3 capas de células anticlinales, transición gradual. "Pelos" deciduos (se proyectan hacia el exterior desde la corteza superficial) de hasta 1 mm en las porciones superiores de las ramas.

Caracteres alternativos. Ambientes marino y mixohalino, desde el intermareal rocoso al inframareal somero. Hábito de 25- 30 cm de altura.

Material revisado. **Francia:** ENCB-275 (Roscoff -Finistere-, Bretaña; Sánchez, 14.02.69). **Baja California:** ENCB-2289 (Bahía de los Angeles; Holguín, 31.05.66). **Baja California Sur:** ENCB-2494 (Playa de la ciudad, La Paz; Holguín y Velázquez, 19.05.65, vegetativa), ENCB-4710 (El Malecón de la ciudad de La Paz; Holguín y Vázquez, 01.02.82), ENCB-4711 (Bahía Balandra, al norte de la ciudad de La Paz; Chávez, 01.08.79), ENCB-4712 (Bahía Balandra, al norte de la ciudad de La Paz; Chávez, 01.08.79), ENCB-5087 (Malecón de la ciudad de La Paz; Mendoza, Flores y Garduño, 22.06.83), ENCB-5277 (Playa el Conchalito, Ensenada Ampe, La Paz; Chávez, 22.12.78), ENCB-8780 (Bahía Concepción, Estero Santispac; Mateo, 18.01.90; cistocárpica), ENCB-9644 (Playa El Conchalito, parte norte del CICIMAR; Flores, 02.02.82), ENCB-9645 (Estero Zacatecas, Ensenada Ampe, La Paz; Chávez, 21.12.78, cistocárpica), ENCB-9647 (Isla Magdalena, Bahía Magdalena, Punta Arena; Chávez y Quintanar, 08.08.79). **Sonora:** ENCB-8786 (Punta Chueca; Mateo y Flores, 16.11.83). **Sinaloa:** ENCB-8781 (Isla de la Piedra, Mazatlán; Mendoza y Mateo, 13.08.88; cistocárpica), ENCB-8782 (Teacapan, a 5 km adentro de la boca del estero; Garcia, 00.04.85), ENCB-8787 (Las Fuentes, Culiacán; Flores y Cisneros, 23.10.83), ENCB-8788 (Playa Altata; Flores y Cisneros, 28.10.83; tetrasporangios inmaduros). **Colima:** ENCB-8784 (Bahía Santiago, Manzanillo; Mendoza, Mateo y Garduño, 05.11.85; cistocárpica). **Oaxaca:** ENCB-2309 (Laguna Inferior; Huerta, 14.02.69). **Campeche:** MEXU-1060 (Laguna de Términos, en la laguna; R. Cruz, 00.04.64), MEXU-1065 (Laguna de Términos, frente a Balchacán; R. Cruz, 00.04.64).

Distribución. **Colima:** Islas Clarion y Socorro, Archipiélago Revillagigedo (Taylor 1945), Boca Miramar en Juluapan (Mateo-Cid y Mendoza-González 1991). **Guerrero:** Zihuatanejo (Salcedo-Martínez *et al.* 1988). **Oaxaca:** Santa María del Mar en Laguna Inferior (Huerta y Tirado 1970).

Comentarios: Los reportes de *Gracilaria verrucosa* fuera del Océano Atlántico del este son, ahora, considerados como incorrectos (Abbott 1985 a y b, Abbott *et al.* 1985). Esta es una especie confinada al Atlántico noreste y toda referencia a ella fuera de dicha zona requiere de una revisión cuidadosa (Bird *et al.* 1982, Fredericq y Hommersand 1989a, Rice y Bird 1990, Godin *et al.* 1993). Adicionalmente, ninguno de los ejemplares de herbario examinados durante la presente investigación es masculino. La mayoría son vegetativos; unos cuantos cistocárpicos y, los menos, tetraspóricos. El carácter básico para asignarlos al subgénero *Gracilaria* es la presencia de conceptáculos espermatangiales en concavidades profundas con forma de copa y en los que las células basales de toda la superficie dan lugar a espermacios apicales (Yamamoto 1975, 1978). Recientemente, usando endonucleasas de restricción, Rice y Bird (1990) demostraron que *G. verrucosa* se distribuye en Gales, Noruega,

Francia, Argentina y Japón, y que grupos de similar morfología corresponden, ya sea a otro género (*Gracilariopsis*) o a otro taxon. Posteriormente, Bird *et al.* (1992) demostraron que los registros de *G. verrucosa* fuera del Atlántico europeo son incorrectos. Ahora vemos que, no necesariamente restringida al hemisferio norte, *G. verrucosa* presenta una distribución templado-fría.

AJUSTES NOMENCLATURALES

Dado que algunas especies del género *Gracilaria* registradas para el Ptm han sido, posteriormente, reasignadas a *Gracilariopsis*, es necesario hacer algunos ajustes nomenclaturales (las diferencias entre ambos géneros fueron ampliamente discutidas en la primera parte de este trabajo). La revisión bibliográfica (Abbott 1983, Fredericq y Hommersand 1989a y b, Goff y Coleman 1988, Bird *et al.* 1992) y de Herbario, sugiere que las algas previamente reportadas para el Ptm bajo los epítetos *Gracilaria lemneiformis* (Bory) Weber-van Bosse, *Gracilaria sjoestedtii* Kylin y *Gracilariopsis sjoestedtii* (Kylin) Dawson, deben ser asignadas a *Gracilariopsis lemneiformis* (Bory) Dawson, Acleto et Foldvik (non Weber van-Bosse). A continuación se proporciona una descripción ampliada de la especie basada en Abbott (1983) y Fredericq y Hommersand (1989a).

Gracilariopsis lemneiformis (Bory) E.Y. Dawson, Acleto et Foldvik
Dawson *et al.* (1964:59, pl. 54, Figs. A y B, pl. 55); Norris (1975 como *Gracilaria sjoestedtii*, 1985c:125, Figs 9 y 10).

Tipo: "... una colecta de D'Urville en el Bory St. Vincent Herbarium, Museo de Historia natural de París" (véase Dawson *et al.* 1964:59).

Localidad Tipo: Paita, Perú.

Caracteres reproductivos. Los cistocarpos tienen forma de domo, miden 800-1800 µm de diámetro y sobresalen de la superficie de las ramas; se distribuyen por toda la superficie de las ramas. Las carposporas están organizadas en cadenas, miden alrededor de 28 µm de diámetro. El gonimoblasto es de células pequeñas y no presenta células tubulares nutricias en contacto con pericarpo externo o interno. Los espermatangios son tipo *Chorda*, surgen de las células corticales y se distribuyen por la superficie de las ramas. Los tetrasporangios son ovales, miden hasta 38 µm de largo y se encuentran inmersos en la corteza, la que se modifica ligeramente; se distribuyen por toda la superficie de las ramas.

Caracteres vegetativos. **Externos.** Consistencia flácida. Ejes de 0.5-3.5 mm en diámetro, constante; compuesto de pocos o varios ejes cilíndricos. Con constricciones ocasionales en la base de las ramificaciones. Ramificación irregular, dispersa. Varios planos de ramificación. Las ramas tienen frecuentemente proliferaciones laterales también cilíndricas. **Internos.** Médula compuesta de 6-7 capas de células de 180-200 µm de diámetro; éstas van disminuyendo progresivamente su tamaño conforme avanzan hacia el exterior, convirtiéndose en una corteza de 1-2 capas de células anticlinales, 6.5-7.5 µm de ancho por 8.0-10 µm de largo.

Caracteres alternativos. Es frecuente encontrar esta especie creciendo en rocas cubiertas de arena en condiciones de permanente inmersión (inframareal). Habitante común de lagunas costeras, estuarios y bahías protegidas y de aguas tranquilas y someras. Hábito de altura variable, (15)50-200 cm de altura.

Material revisado. Baja California: ENCB-274 (Santa Rosalillita; Huerta y Aguilar, 27.05.60; cistocárpica; como *Gracilaria sjoestedtii*), ENCB-2057 (Bahía de los Angeles, parte norte - Est. 25-; Holguín, 02.02.66; como *Gracilaria sjoestedtii*), ENCB-3967 (Bahía de los Angeles; Holguín, 31.05.66; como *Gracilaria sjoestedtii*). Baja California Sur: ENCB-4096 (Punta Arena, Isla Magdalena, en Bahía Magdalena; Chávez y Quintanar, 08.08.79; como *Gracilaria sjoestedtii*), ENCB-4372 (La Paz; Ramírez, 03.10.81; como *Gracilaria sjoestedtii*), ENCB-4713 (Bahía Balandra, norte de La Paz; Flores, 04.11.82; como *Gracilaria sjoestedtii*), ENCB-9649 (Punta Arena, Isla Magdalena de la Bahía; Chávez, 08.07.79; como *Gracilaria sjoestedtii*). Sonora: ENCB-4101 (Bahía Tepoca; Holguín, 03.06.66; como *Gracilaria sjoestedtii*), UAMIZ-479 (Pasiotécola, Laguna de Agiabampo, Sonora-Sinaloa; M. Ortega, 27.02.70; cistocárpica). Colima: ENCB-8795 (Laguna Juluapan; Mateo, Mendoza y López, 06.10.87; cistocárpica). Oaxaca: ENCB-2320 (Puerto Estero; Huerta, 14.02.69; como *Gracilaria sjoestedtii*), UAMIZ-786 (Santa María Xadani, Laguna Superior; J. Gamboa Marzo-Abril de 1995), UAMIZ-787 (Punta Conchal, Laguna Mar Muerto; J. Gamboa 28.06.95), UAMIZ-787 (Punta Conchal, Laguna Mar Muerto; J.A. Gamboa 28.06.95), UAMIZ-803 (Centro de la Laguna, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 04.12.92), UAMIZ-804 (Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 04.12.92); UAMIZ-805 (Paredón, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 01.12.92), UAMIZ-806 (Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 14.10.92), UAMIZ-822 (Poza del Brujo, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 28.08.92), UAMIZ-826 (Punta Flor, Laguna Mar Muerto; M. Tapia, 28.08.92), UAMIZ-828 (La Costa, Laguna Mar Muerto; J.A. Gamboa, Junio 1992, espermatangial), UAMIZ-829 (La Costa, Laguna Mar Muerto; J.A. Gamboa, Junio 1992, cistocárpica), UAMIZ-830 (Paredón, laguna Mar Muerto; J.A. Gamboa, 12.03.92), UAMIZ-831 (La Costa, Laguna Mar Muerto; J.A. Gamboa, 12.03.92, cistocárpica). Chiapas: UAMIZ-472 (Boca de Cielo; Dreckmann, 26.03.93). Guatemala: UAMIZ-497 (Almendrales-Tilapa-Ocos San Marcos; Dreckmann, 22.03.93; cistocárpica). Veracruz: MEXU-1297 (Barra de Tupilco, Municipio de Paraíso; Sylvia Earle, M.A. Magaña y C. Cowan -col. num. 2145-, 05.06.79; como *Gracilaria sjoestedtii*).

Distribución. Colima: Boca Miramar en Juluapan (Mateo-Cid y Mendoza-González 1991). Oaxaca: Puerto Estero (Huerta y Tirado 1970), Punta Conchal, Punta Flor y Paredón en Laguna Mar Muerto, Santa María Xadani en la Laguna Superior. Chiapas: Boca de Cielo.

Comentarios. El epíteto específico original "*lemaeformis*" (Bory 1828:151), que hace referencia al parecido con el género de Rhodophyta dulceacuícola *Lemanea*, es incorrecto nomenclaturalmente y fue cambiado a "*lemaneiformis*" por Abbott (1983). A lo largo del Pacífico mexicano, es normal encontrar dos formas de esta especie: una robusta (ejes de hasta 3 mm de diámetro) y poco ramificada y otra más esbelta (nunca más de 1.5 mm de diámetro en los ejes), con ramificación y proliferaciones exuberantes. Futuros estudios pueden dar como resultado el que esta última sea, en realidad, una especie diferente:

Gracilariopsis tenuifrons (Bird et Oliveira) Fredericq et Hommersand, previamente descrita para Brasil (Bird y Oliveira 1986).

Gracilariopsis symmetrica (E.Y. Dawson) comb. nov.

Dawson (1949:31, pl. 12, figs 1-6); Dawson (1961:210, pl.10, fig. 4, pl. 12, fig. 7-8, pl. 21, fig. 2).

Basiónimo: *Gracilaria symmetrica* E.Y. Dawson, Allan Hancock Found. Publ. Occ. Pap. 7:31, 1949.

Holotipo: Templeton Crocker 38, January 20, 1933 en el Herbarium California Academy of Sciences.

Isotipo: AHFH 12822 (LAM 500274; véase Anderson 1991:27).

Localidad Tipo: Puerto Parker, Bahía Santa Elena, Costa Rica.

Caracteres reproductivos. Los cistocarpos son esféricos, pequeños (menos de 800 μm de diámetro), sobresalientes y dispersos por ambas superficies de las ramas. El gonimoblasto se compone de una base pequeña y presenta abundantes filamentos nutricios en contacto con el pericarpio externo; las carposporas miden alrededor de 25 μm de diámetro. Los espermatangios son tipo *Chorda* (superficiales; no se encuentran en depresiones o cavidades), organizados en pequeños soros o grupos circulares, separados por células corticales prácticamente no modificadas. Los tetrasporangios son esféricos, de alrededor de 30 μm de diámetro, localizados en la corteza (no modificada por su presencia); distribuidos por ambas superficies de las ramas.

Caracteres vegetativos. **Externos.** Ramificación dicotómica. Un plano de ramificación. Segmentos 1.5-3.0 cm de largo y de ancho uniforme. Ejes aplanados, 2-4 mm de ancho. Consistencia flácida. Sin constricciones en la base de las ramas. Apices redondeados. Pedicelos o estípites largos. Márgenes lisos, sin proliferaciones. Grosor de 280-300 μm . **Internos.** Médula de células grandes (hasta 100 μm de diámetro). Corteza externa compuesta de un capa de células pequeñas (6-8 μm de diámetro) ligeramente alargadas. Subcorteza de células de 25-80 μm de diámetro. La transición es, por lo tanto, gradual.

Caracteres alternativos. Habitat aún no determinado dada la ausencia de material recolectado después de descrita la especie. Se desconoce si crece en el intermareal rocoso o inframareal. De acuerdo a Dawson (1961), probablemente crece en bahías protegidas. Hábito de hasta 18 cm de altura.

Distribución. **Jalisco:** Bahía Chamela (Dawson 1961). **Oaxaca:** Bahía Chacahua (Dawson 1961).

Comentarios: Dawson (1949) describió esta especie para Bahía Santa Elena en Costa Rica y, posteriormente, la registró para Jalisco y Oaxaca en México (Dawson 1961). Las figuras de ambas publicaciones ilustran perfectamente bien espermatangios superficiales tipo *Chorda* (Yamamoto 1975, 1978); un rasgo considerado, actualmente, como diagnóstico del género *Gracilariopsis* (Fredericq y Hommersand 1989b, 1990a). Por otro lado, la relación de esta especie con el género *Gracilariopsis* ya había sido sugerida por Bird y Oliveira (1986). De acuerdo a ésto, *Gracilaria symmetrica* E.Y. Dawson debe ser transferida al género *Gracilariopsis*.

Esta nueva combinación debe ser tomada como una propuesta preliminar por dos razones: 1) el autor no ha tenido éxito buscando material fresco para examinar en Bahía Chamela en Jalisco y Chacahua, Oaxaca, y 2) aún no se ha recibido el tipo solicitado a AHFH.

DISCUSION

En esta sección se analiza la forma en que los resultados contrastan con la información previamente registrada en la literatura pertinente al Ptm. Esto se hace enfatizando o profundizando en los comentarios ya hechos en el cuerpo de los resultados.

Caracteres

Caracteres reproductivos

Estructuras femeninas. Como se mencionó con anterioridad, todas las especies de *Gracilaria* presentan un cistocarpio similar. Si éste presenta abundantes, escasas o nulas células tubulares nutritivas en contacto con el pericarpio externo y o interno, será un atributo importante para delimitar a qué especie pertenece el espécimen bajo examen. No contamos con suficientes estudios para evaluar la importancia taxonómica del número y forma de las células de los filamentos del pericarpio externo o las capas del interno. Lo mismo ocurre con respecto a las características del gonimoblasto. La presencia de células tubulares en el cistocarpio, por otro lado, no es un atributo exclusivo de *Gracilaria*, también se presentan en el género *Hypnea* (Tanaka 1941). Esto puede traer problemas, pues ambos géneros son uniaxiales en construcción y, en cortes transversales muy por abajo del ápice, la célula axial rodeada de cinco a seis pericentrales (condición típica de *Hypnea*) puede ser difícil de observar. Por ejemplo, talos vegetativos de *Hypnea cervicornis* J. Agardh fueron, en su momento, atribuidos a *Gracilaria confervoides* (Taylor 1960:466).

Estructuras masculinas. Los conceptáculos espermatangiales del género *Gracilaria* son, por su estructura, únicos entre los otros ordenes de Rhodophyta (en Corallinales, aunque similares, éstos son calcificados), por lo que son importantes para la delimitación genérica. Una vez ubicados en el género, encontramos que hay, al menos, dos tipos de conceptáculos ("*Textorii*" y "*Verrucosa*") que definen a dos grupos o subgéneros de especies. Sin embargo, como hemos visto, tales categorías se encuentran en entredicho. Pese a ello, y mientras no se desarrolle una revisión de los conceptos subgenéricos en *Gracilaria*, resulta un carácter de utilidad para saber a cuál de ambos grupos pertenece el ejemplar bajo estudio. Ahora bien, una vez que hemos decidido a cuál grupo pertenece nuestro ejemplar, el carácter deja de tener relevancia pues no contamos con estudios morfológicos que revelen diferencias interespecíficas con respecto a él. Aunque no es un carácter muy útil, entonces, para la separación total entre especies de *Gracilaria*, puede tener utilidad en el caso de regiones muy bien localizadas y con especies bien definidas (Bird *et al.* 1982). Por ejemplo, en el caso de especies muy similares superficialmente, como *G. crispata* y *G. spinigera*, el único carácter que puede separarlas es el tipo de conceptáculo: "*Textorii*" en la primera y "*Verrucosa*" en la segunda. Un problema interesante es el de *G. rubrimembra*, en la que no se conocen los conceptáculos espermatangiales y, por lo tanto, no sabemos a qué grupo asociarla sistemáticamente a pesar de ser una especie bastante conspicua superficialmente. En el Ptm, sin embargo, sólo tenemos especies con conceptáculos tipo "*Textorii*".

Tetrasporangios. Estos son siempre de tipo cruzado y se localizan en la corteza. Falta mucho estudio morfológico para probar que constituyen un carácter delimitante entre las especies.

Caracteres vegetativos externos

Ramificación. Este es un caracter bastante útil para separar especies. Sobre todo si se asocian al largo de los segmentos y, por lo tanto, al aspecto del hábito. Desde luego, es fundamental tener muchos ejemplares herborizados (bien prensados) y frescos para apreciar una di, tri o policotomía. Una ayuda importante es tener en cuenta que en el Ptm no tenemos, hasta ahora, reportes de especies con tipos de ramificación pinada y pectinada. La única especie con ejes ramificados de manera pinada es *Gracilaria pinnata*, del Golfo de California. Asimismo, la única que presenta ejes con ramas pectinadas (Fig. 11) es *Hydropuntia cornea* (= *Gracilaria cornea*, *G. debilis* y *G. wrightii*), del Atlántico mexicano. Se ha sugerido (Santelices *et al.* 1996) que los patrones de ramificación de las especies de *Gracilaria* están o pueden estar totalmente alterados por procesos de germinación *in situ*. En el caso de que esto estuviera ocurriendo en las especies del Ptm, tendríamos:

1) ejemplares de *Gracilaria bursa-pastoris* (ejes cilíndricos) con patrones de ramificación irregular, como de hecho ocurre. Ahora bien, dado que el concepto de esta especie incorpora dicha posibilidad, la alteración no modifica el valor del caracter para separarla de los otros taxones presentes en el Ptm y

2) ejemplares de *Gracilaria pachydermatica* (ejes complanados), *G. cerrosiana*, *G. crispata* y *G. veleroae* (ejes aplanados) con ramas en la superficie de los ejes. Esto no fué observado en ninguno de los ejemplares examinados durante el trabajo. Es aparente, por lo tanto, que la alteración no se presenta en estos taxones.

Por último, la germinación *in situ* tendría que dar lugar a talos de la especie epífitos del talo parental. Esto tampoco fué observado en el material del Ptm.

Planos de ramificación. Este caracter, no usado previamente en la literatura, resulta atractivo pues se relaciona a la forma de las plantas en corte transversal. Por ejemplo, la única especie cilíndrica en el Ptm (*Gracilaria bursa-pastoris*), es también la única con varios planos de ramificación. Las restantes, ya sean aplanadas (comprimidas) o complanadas, presentan un solo plano de ramificación. Se trata de un caracter útil que, después de someterlo a un mayor número de especies del género, podría ser incorporado al tratamiento taxonómico de las mismas.

Segmentos. Lo importante estriba en la constancia de los segmentos entre ramificaciones sucesivas y, como consecuencia, en el aspecto de la ramificación a partir de determinada porción del talo (basal, media o superior). Así, excepto por *Gracilaria pachydermatica*, que tiene aspecto de arbusto por el hecho de que los segmentos entre ramificaciones son, a partir del tercio medio, cada vez más cortos hacia los ápices, las restantes especies (que tienen segmentos constantes) se dividen, a su vez, en las de segmentos largos (*G. cerrosiana* y *G. bursa-pastoris*) y cortos (*G. crispata* y *G. veleroae*).

Ejes. En realidad, es difícil encontrar una especie de *Gracilaria* que sólo tenga un tipo de forma a todo lo largo de sus ejes y en todo el hábito. Las únicas excepciones se dan en las

costas del Atlántico mexicano y Pacífico de Baja California. En *Gracilaria blodgettii*, *G. pacifica* y *G. tabacensis* los ejes son estrictamente cilíndricos a todo lo largo. Las demás presentan con frecuencia una mezcla o la dominancia de una de las formas descritas en las Figs. 19-24. En el Ptm, podemos formar, rápidamente, tres grupos de especies con base en este carácter: 1) cilíndricas (*G. bursa-pastoris*), 2) complanadas (*G. cerrosiana* y *G. pachydermatica*) y 3) comprimidas o aplanadas (*G. crispata* y *G. veleroae*).

Con respecto al ancho de los ejes, vemos que en el Ptm este carácter se comporta de la siguiente manera: mientras en *G. bursa-pastoris*, *G. cerrosiana* y *G. pachydermatica* hay un ancho constante, en *G. crispata* y *G. veleroae* éste es variable.

Consistencia. De acuerdo a la consistencia de los talos, tenemos dos grupos de especies: 1) robustas (*Gracilaria crispata*, *G. pachydermatica* y *G. veleroae*) y 2) flácidas (*G. cerrosiana* y *G. bursa-pastoris*). Este carácter está, en el Ptm, fuertemente relacionado al tipo de ambiente y hábitat. Mientras las tres especies robustas siempre se encuentran en el intermareal rocoso expuesto del ambiente marino, las dos especies flácidas viven en el inframareal protegido de ambientes mixohalinos. Aunque, indudablemente, este no es un carácter que pueda ser utilizado aún en un sentido genérico amplio, resulta útil en un contexto geográfico localizado. Es decir, si en el Ptm tenemos los dos grupos mencionados, entonces podemos usar el atributo de consistencia para una determinación específica preliminar.

Constricciones. Como se definió con anterioridad, éstas se presentan solamente en las especies de ejes cilíndricos. En el Ptm, tenemos sólo una especie con dicho atributo: *Gracilaria bursa-pastoris*. Las restantes son aplanadas o complanadas y, por lo tanto, presentan nada más una disminución gradual del diámetro cerca de la base de las ramas.

Apices. Tenemos, fundamentalmente, dos formas de definición apical en el Ptm: 1) con proliferaciones (*Gracilaria crispata*) y 2) sin éstas (*G. bursa-pastoris*, *G. cerrosiana*, *G. pachydermatica* y *G. veleroae*). Este es el único carácter vegetativo que separaría a *G. crispata* de *G. spinigera* (proliferaciones apicales "crispadas" en la primera y "espinosas" en la última); sin embargo, como se puede apreciar, la diferencia entre una condición y la otra es tan ambigua (ambos términos significan más o menos lo mismo), que su utilidad taxonómica debe ser examinada en el holotipo de ambas especies. Hay que recordar que, mientras *G. spinigera* tiene proliferaciones en la superficie de los ejes, *G. crispata* sólo las presenta en los márgenes. La discusión anterior es con respecto a la semántica alrededor de los ápices.

Pedicelos o estípites. Este es un carácter no usado con constancia en la bibliografía. Sin embargo, en el caso de las especies presentes en el Ptm, éste define dos grupos: a) estípite corto y robusto (*Gracilaria crispata*, *G. pachydermatica* y *G. veleroae*) y b) estípite largo y esbelto (*G. bursa-pastoris* y *G. cerrosiana*). Probablemente, a futuro, demuestre tener un valor taxonómico más aceptado.

Márgenes. En este sentido tenemos los siguientes grupos: 1) sin proliferaciones (*Gracilaria bursa-pastoris*, *G. cerrosiana*, *G. pachydermatica* y *G. veleroae*) y 2) con proliferaciones (*G. crispata*). También es posible que, si bien no hayan proliferaciones, sí sean evidentes

pequeñas puntas a intervalos irregulares; se trata de un margen dentado. La posibilidad de márgenes dentados y proliferaciones al mismo tiempo, se da en el caso de una de las especies del Ptm (*G. crispata*). En el caso de las especies cilíndricas, sobre todo en *G. verrucosa* (tratada aquí como un registro incierto o dudoso), es común la presencia de proliferaciones delgadas y pequeñas, fáciles de detectar con ayuda de una lupa.

Caracteres vegetativos internos

Médula. Algunos autores (Xia Bangmei 1985, Meng Chiang 1985, Norris 1985c) han hecho referencia al grosor de la pared de las células medulares. Sin embargo, unos dan las medidas y otros sólo dicen que son "gruesas" o "delgadas", restándole así utilidad al rasgo como carácter taxonómico. Por otro lado, Bird y Oliveira (1986) advierten lo difícil que es reconstituir material de herbario, sobre todo para examinar caracteres medulares o cistocárpicos (fenómeno comprobado durante este estudio).

Corteza. Este es un carácter frecuente en las descripciones de las especies (Setchell y Gardner 1924, Norris 1985c). Sin embargo, por él se entienden varias posibilidades: número de capas, forma y arreglo de las células. Pero además, debe tenerse en cuenta que encontramos corteza no solo en los ejes o ramas, sino también en los cistocarpos y asociada a conceptáculos espermatangiales y tetrasporangios. Por ejemplo, es frecuente que, en los cistocarpos, mientras las células epidérmicas son anticlinales, las correspondientes al pericarpo externo, es decir de un poco más abajo, sean periclinales. Este carácter no es utilizado con constancia por los diferentes autores en las descripciones de la mayoría de las especies por lo que, desgraciadamente, no podemos evaluar su importancia taxonómica. Su estudio en los ejemplares de herbario disponibles para las especies del área de estudio resultó prácticamente imposible debido a las deformaciones producto de la deshidratación; artefacto que ya había sido notado por Oliveira (1984). En general el número de capas involucradas y si son periclinales o anticlinales son los dos atributos más constantes hasta ahora.

Subcorteza. El tamaño de las células comprometidas en este tejido es, así como el número de las mismas, altamente variable en un mismo eje. J. Agardh (1901), sin embargo, diferenció esto y estableció las categorías *Macrocytistidae* (equivalente a una transición abrupta), *Microcytistidae*, *Platycystistidae* y *Plectocystistidae* (éstas tres últimas equivalentes a una transición gradual). En ellas la variante es la forma y tamaño de las células de la subcorteza. En el trabajo citado, J. Agardh estableció dos subgéneros: *Plocaria* y *Podium*, el primero compuesto de tres series (*Macro*, *Micro* y *Plectocystistidae*) y el último por la serie *Platycystistidae*. A pesar de esto, son contados los autores que han considerado dicha clasificación (Oliveira 1984). En lo que al Ptm respecta, éste carácter ha sido reducido a la presencia y/o ausencia de subcorteza.

Los patrones de agrandamiento o expansión celular, tanto cortical, subcortical o medular, descritos en la mayoría de los representantes de la subclase *Floriophycidae*, tienen serias consecuencias en relación a las afirmaciones rutinariamente hechas sobre las medidas celulares "promedio" en trabajos taxonómicos y florísticos (Dixon 1971). Las medidas

“promedio” de células axiales (medulares) o corticales en el talo de floridae no tienen sentido, a menos que se basen en células del mismo tipo en posiciones equivalentes (Dixon 1971). Esto es muy delicado pues significa que debemos, en el futuro, ser más rigurosos al evaluar las medidas “promedio” como carácter de delimitación entre especies de *Gracilaria*.

Caracteres alternativos

(denominados así porque ningún autor a considerado su importancia taxonómica)

Ambiente/Habitat. Pese a que el habitat ocupado por una especie sólo es tratado como parte de estudios ecológicos y nunca en el contexto de un análisis taxonómico, durante el presente reporte se observó que, en el Ptm, hay dos grupos de especies con fuertes diferencias en afinidad por el ambiente y habitat: a) uno con fuerte afinidad mixohalina e inframareal (*Gracilaria bursa-pastoris* y *G. cerrosiana*), éstas no se presentan, hasta ahora, fuera de las lagunas costeras de la costa de Oaxaca en el Golfo de Tehuantepec, y b) otro con fuerte afinidad marina e intermareal (*G. crispata*, *G. pachydermatica* y *G. veleroae*). Aquellas especies asignadas como registro dudoso y que presentan cierta similitud con *G. cerrosiana*, del mismo modo y de acuerdo a la información obtenida durante el presente estudio, sólo habitan los estuarios de Colima. Serviere-Zaragoza (1993), mediante un método de análisis completamente distinto al usado en el presente estudio, demostró que *G. crispata* en la Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, es característica de ambientes expuestos del intermareal rocoso.

Por otro lado, resulta interesante ver que *Gracilaria cuneata* J.E. Areschoug, una especie restringida al Atlántico americano tropical, pero que presenta un parecido tan sorprendente con *G. crispata* que Ganesan (1994) sugiere que son necesarios estudios ecológicos y bioquímicos para aclarar la situación de ambos binomios, vive en el mismo tipo de habitat que *G. crispata* (el intermareal rocoso de Brasil, Costa Rica y Venezuela). En el mismo sentido, *G. veleroae*, una especie idéntica tanto en morfología vegetativa como reproductiva a *G. mammillaris* (Atlántico mexicano), vive en ambientes expuestos del intermareal rocoso del Golfo de California, incluso vive en el mismo tipo de habitat (Schneider 1975). Por último, en la Laguna de Mecoaacán, Tabasco, *G. simulans* (Dreckmann, datos no publicados), similar en todos los caracteres a *G. bursa-pastoris* (excepto en los conceptáculos espermatangiales), crece en habitat y ambiente similares (inframareal protegido estuarino). Por último, una tercera especie similar a las dos anteriores (*G. pacifica* Abbott), es típica de los estuarios de Baja California. Sin embargo, es necesario revisar si ocurre lo mismo con otras especies en otras latitudes.

Lo anterior adquiere mayor significado cuando analizamos lo que ocurre en otros grupos de algas rojas sometidos a cambios de inmersión. Algunos miembros, por ejemplo, de la tribu Bostrichioideae (Rhodomelaceae, Ceramiales) se caracterizan por su alto contenido en dulcitol y sorbitol, alcoholes poco usuales en otras rodofitas. Ambos polioles están fuertemente involucrados en la aclimatación osmótica (West *et al.* 1992, Barrow *et al.* 1995). Dado que estos compuestos pueden jugar un papel fisiológico diferente del de simplemente almacenar carbono y/o nitrógeno, es posible que sean factores ecológicos más que fisiológicos los responsables de su presencia. De hecho, los géneros *Caloglossa*, *Bostrychia* y

Stictosiphonia contienen altos niveles de polioles y son característicos de la zona intermareal en los sistemas radicales del manglar, lo que sugiere que la presencia de altas concentraciones de polioles puede significar adaptaciones bioquímicas que permitan, mediante regulación osmótica, soportar cambios de salinidad así como períodos de desecación (Karsten *et al.* 1994, Barrow *et al.* 1995, Mostaert *et al.* 1995). Con estudios como los anteriores en mente, resulta interesante la idea de estructurar alguna investigación de tipo ecofisiológica con los grupos de *Gracilaria* inframareales-estuarinos e intermareales-marinos, detectados durante el presente estudio, para ver si obtenemos resultados equivalentes a los citados.

Altura de los hábitos. La altura de los hábitos no es un carácter usado para la determinación de las especies de *Gracilaria*. Sin embargo, la confrontación de todos los ejemplares de Herbario examinados y los abundantes datos encontrados en la literatura (para las especies registradas en el Ptm, pero no restringidas nada más a los litorales mexicanos), arroja dos grupos: a) uno compuesto por especies con intervalo de altura máxima de 2-8(9) cm, y b) otro de especies con intervalo de altura máxima de 2-15(30) cm. Esto significa que, dado un conjunto de ejemplares de *Gracilaria* pertenecientes al Ptm, éste se puede sectorizar *a priori* en dos clases de intervalo de alturas, ayudando a una determinación preliminar. Además este carácter se relaciona positivamente con la consistencia de los mismos: las especies enanas (*G. crispata*, *G. pachydermatica* y *G. veleroae*), además de ser robustas, viven en el intermareal rocoso expuesto (ambiente marino); mientras las especies grandes (*G. bursa-pastoris* y *G. cerrosiana*), además de ser flácidas, viven en el ambiente inframareal protegido (lagunas costeras y estuarios).

Los anteriores caracteres son útiles para la determinación específica si vienen previamente avalados por la determinación genérica (a partir, únicamente, de la presencia de estructuras femeninas y masculinas). Esto es en virtud de que muchos de los anteriores atributos vegetativos son compartidos en mayor o menor grado con géneros de otros órdenes como *Gymnogongrus*, *Almfeltia*, *Almfeltiopsis*, *Rhodymenia*, *Hypnea*, *Euclima* y *Leptofauche*, por mencionar algunos de los más comunes en aguas tropicales y subtropicales de México.

Biogeografía

En términos generales, y como se señaló brevemente en los párrafos finales de la introducción al presente estudio, el género *Gracilaria* se distribuye ampliamente en el mundo. Por otro lado, los problemas taxonómicos alrededor del mismo no están restringidos a México. La misma confusión impera en todos los países que tienen representado al género en su lista de recursos algales de importancia económica. Una consecuencia inmediata de lo anterior es que, mientras no se resuelvan los problemas de identidad taxonómica en otras regiones del planeta resulta inútil intentar establecer áreas de endemismo para hacer biogeografía. Sin embargo y aunque constituya una prospección modesta, es posible, contemplando los resultados del presente estudio, establecer algunas consideraciones sobre la distribución de las especies en el Pacífico mexicano.

El conocimiento taxonómico del género *Gracilaria* en el Golfo de California es, como se describió más arriba, bastante completo gracias a los estudios de Norris (1973, 1975, 1985a, b y c) y Norris y Bucher (1976). Lo mismo se comentó para el Pacífico de la península de Baja California, donde los aportes de Abbott (1983, 1985 a y b) contribuyeron a un mejor entendimiento del género. También se explicó que no ocurría lo mismo en el Ptm y que dicha situación, por lo tanto, constituía una de las justificaciones para emprender el presente estudio.

Ahora bien, la información contenida en las páginas precedentes permite establecer:

- 1) la presencia de cinco especies de *Gracilaria* bien caracterizadas taxonómicamente en el Ptm,
- 2) los cambios nomenclaturales ocurridos durante los últimos 35 años que afectan los registros previos en el área y algunos de los registrados para el Pacífico templado y
- 3) actualizar los binomios listados por González-González *et al.* (1996) y utilizar los trabajos de Setchell y Gardner (1924), Dawson (1959, 1960, 1966 a y b), Dawson *et al.* (1960), Mateo-Cid y Mendoza-González (1994a y b), Mateo-Cid *et al.* (1993) y Mendoza-González y Mateo-Cid (1985), en conjunto a los mencionados al principio de este apartado, para elaborar mapas de distribución de las especies del género *Gracilaria* en el Pacífico mexicano.

Así, de los 34 binomios (+ una variedad) listados por González-González *et al.* (1996) para la costa Pacífica mexicana, el presente estudio permite rastrear 25; actualizar la nomenclatura correspondiente a ellos y presentar 17 taxones estables taxonómicamente (véase más abajo). Los 9 taxones restantes listados por González-González (1996), a saber: *Gracilaria guaymasensis* E.Y. Dawson, *G. hancockii* E.Y. Dawson, *G. lacerata* Setchell et Gardner, *G. lichenoides* (Lamouroux) Greville, *G. pinnata* Setchell et Gardner, *G. robusta* Setchell y *G. secundata* Setchell et Gardner, ya habían sido reducidos a sinonimia en trabajos precedentes (Dawson 1944, 1949, 1961; Norris 1985c).

En otras palabras, ahora estamos en posición de construir un listado taxonómicamente robusto de las especies de *Gracilaria* presentes en el Pacífico mexicano y elaborar mapas de distribución tanto para el género como para cada una de las especies.

1. *Gracilaria ascidiicola* E.Y. Dawson

Dawson (1961:203, Pl. 14).

Tipo: E.Y. Dawson #7149, 18 de marzo de 1949, Herbario Allan Hancock Foundation.

Localidad tipo: Al interior de Puerto Escondido, Baja California Sur, Golfo de California.

Abundante en el fondo limoso de la laguna a una profundidad de 2-3 m.

Mapa 2.

2. *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva
Mapa 3.

3. *Gracilaria cerrosiana* W.R. Taylor
Mapa 4.

4. *Gracilaria crispata* Setchell et Gardner
Mapa 5.

5. *Gracilaria marcialana* E.Y. Dawson
Mapa 6.

6. *Gracilaria megaspora* (E.Y. Dawson) Papenfuss

Gracilariopsis megaspora E.Y. Dawson

Dawson (1949:45, Pl. 18, Figs. 1-3)

Tipo: Dawson #1880, 17.05.46 (AHFH -4521-).

Localidad tipo: Laguna somera en la Bahía San Carlos, Sonora, Golfo de California (el tipo fué colectado flotando en la laguna).

Mapa 6.

7. *Gracilaria pacifica* Abbott

Esta es la primera mención de la especie en el texto y es necesario, por lo tanto, un pequeño comentario introductorio. *Gracilaria pacifica* fué descrita por Abbott (1985b:116) para agrupar a aquellas plantas con un alto parecido externo con el concepto verdadero de *G. verrucosa* (véase Abbott y Hollenberg 1976:500) pero con diferencias internas lo suficientemente robustas como para admitir una nueva entidad.

Tipo: Abbott #16141, I.A. Abbott, 08.07.82 (UC).

Localidad tipo: A medio camino hacia el límite suroeste de Stillwater Cove, Pebble Beach, Monterey County, California.

Sinónimos: *Gracilaria lemneiformis* (Bory) Weber van-Bosse; *G. sjoestedtii* Kylin; *G. confervoides* (Linnaeus) Greville; *G. verrucosa sensu* Taylor (1945), Dawson (1949), Huerta y Tirado (1970), Norris (1975), Abbott y Hollenberg (1976), Salcedo-Martínez *et al.* (1988) y Mateo-Cid y Mendoza-González (1991) non *G. verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Los únicos registros de *Gracilaria pacifica*, posteriores a su descripción, son los de Aguilar-Rosas *et al.* (1993), en el marco de un estudio sobre la variación estacional de las fases reproductivas y vegetativas de poblaciones de la especie y Pacheco-Ruíz *et al.* (1993), durante el estudio de la ecología reproductiva de la misma especie. Ambos trabajos fueron llevados a cabo en Punta Banda, Bahía de Todos Santos, Baja California. Por otro lado, durante el trabajo para elaborar la revisión de la familia Gracilariaceae en el litoral de México fueron encontrados, recientemente en ENCB, dos ejemplares correspondientes a *G. pacifica* también colectados en el Pacífico de Baja California, éstos son: ENCB-5682 (La Bufadora, Municipio de Ensenada, Baja California, M.E.S.R. y M. Aviles #1121, 11.11.86, cistocárpica. Identificada previamente como *Gracilaria sjoestedtii* por N. Ramírez O. Posteriormente fué revisada por Raúl Aguilar Rosas, quien encontró filamentos nutritivos) y ENCB-9646 (Entrada Norte de la Ciudad de Ensenada, Baja California, C. Mendoza y

L.E. Mateo, 01.08.87, cistocárpica. Identificada previamente como *Gracilaria verrucosa* por L.E. Mateo y A.C. Mendoza-González. Posteriormente, Raúl Aguilar Rosas encontró filamentos nutritivos y, consecuentemente, cambió el epíteto). En tanto se reuna el material de Herbario necesario y suficiente para evaluar los ejemplares previamente asignados a *G. verrucosa*, *G. sjoestedtii* y *G. confervoides* en el litoral mexicano, los anteriores constituyen registros dudosos.

Mapa 7.

8. *Gracilaria pachydermatica* Setchell et Gardner

Mapa 8.

9. *Gracilaria pinnata* Setchell et Gardner

Setchell y Gardner (1924:751, Pl. 61)

Tipo: El No. 1352 en el Herbarium of the California Academy of Sciences, Col. por Ivan M. Johnson (No. 44), junio.

Localidad tipo: Bahía de Los Angeles, Baja California, Golfo de California.

Mapa 9.

10. *Gracilaria ramisecunda* E.Y. Dawson

Dawson (1949:17, Pl. 3, Fig. 1-8, Pl. 4, Fig. 1-2, Pl. 5, Fig. 1-2).

Tipo: Dawson #3314, 9 de noviembre de 1946, Herbario Allan Hancock Foundation (hoja 12870).

Localidad tipo: Intertidal, Cabeza Ballena (8 km al este de Cabo San Lucas), Baja California Sur, Golfo de California.

Mapa 10.

11. *Gracilaria rubrimembra* E.Y. Dawson

Dawson (1949:32, Pl. 13, Fig. 1-8).

Tipo: Dawson #1918, 18 de mayo de 1946, Herbario Allan Hancock Foundation (4522).

Localidad tipo: Lado sur de la Ensenada de San Francisco (cerca de Puerto San Carlos), Sonora, Golfo de California.

Mapa 11.

12. *Gracilaria spinigera* E.Y. Dawson

Dawson (1949:24, Pl. 8, Fig. 1-3, Pl. 9, Fig. 1-3).

Tipo: Dawson #1903, 18 de mayo de 1946, Herbario Allan Hancock Foundation (4949).

Localidad tipo: Rocas sublitorales superiores, Ensenada de San Francisco, Sonora, Golfo de California.

Mapa 12.

13. *Gracilaria subsecundata* Setchell et Gardner

Setchell y Gardner (1924:755, Pl. 23, Fig. 26-27, Pl. 59).

Tipo: Marchant #56, mayo, Herbario Universidad de California.

Localidad tipo: Guaymas, Sonora, Golfo de California.

Mapa 13.

14. *Gracilaria tepocensis* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson

Dawson (1944:307, Pl. 65, Fig. 1).

Tipo: Dawson #367-40, 4 de febrero de 1940, Herbario Allan Hancock Foundation (46).

Localidad tipo: Dragada de 71 ft de profundidad en la Bahía Tepoca, Sonora, Golfo de California.

Mapa 14.

15. *Gracilaria textorii* (Suringar) De Toni

J. Agardh (1876:426).

Tipo: Una colección de *Textor* entre el material de Suringar en el Rijksherbarium, Leiden, Netherlands (Dawson 1961).

Localidad tipo: Mar de Japón (*sine locus*).

Sinónimos: *Gracilaria vivesii* Howe 1911:503, Pl. 30, Pl. 33, Figs. 1-5 (Ohmi1958:40, ver también Dawson 1961: 211 y Norris 1985c:132); *Gracilaria vivipara* Setchell et Gardner 1924:750, Pl. 24, figs. 28 y 29; Pl. 63 (Yamamoto 1978); *Gracilaria sinicola* Setchell et Gardner 1924:752; Pl. 62 (Yamamoto 1978); *Gracilaria johnstonii* Setchell et Gardner 1924:752; Pl. 22, figs 11-14; Pl. 60 (Yamamoto 1978); *Gracilaria textorii* var. *cunninghamii* (Farlow) E.Y. Dawson (1961:213; pl. 10, fig. 1; pl. 12, fig. 12; pl. 13, fig. 1. Tipo: Una colección de Mrs. Bigham en el Herbario Agardh, Universidad de Lund -ilustrado por Kylin (1941)-. Localidad Tipo: Santa Barbara, California).

Mapa 15.

16. *Gracilaria turgida* E.Y. Dawson

Dawson (1949:14, Pl. 21, Fig. 1-11, Pl. 24, Fig. 1).

Tipo: Hollenberg #3182, 14 de junio de 1941, Herbario Allan Hancock Foundation (12871).

Localidad tipo: Adherida a conchas en el fondo limoso, lado norte del puente de la autopista 101, Newport-Balboa, California.

Mapa 16.

17. *Gracilaria veleroae* E.Y. Dawson

Mapa 17.

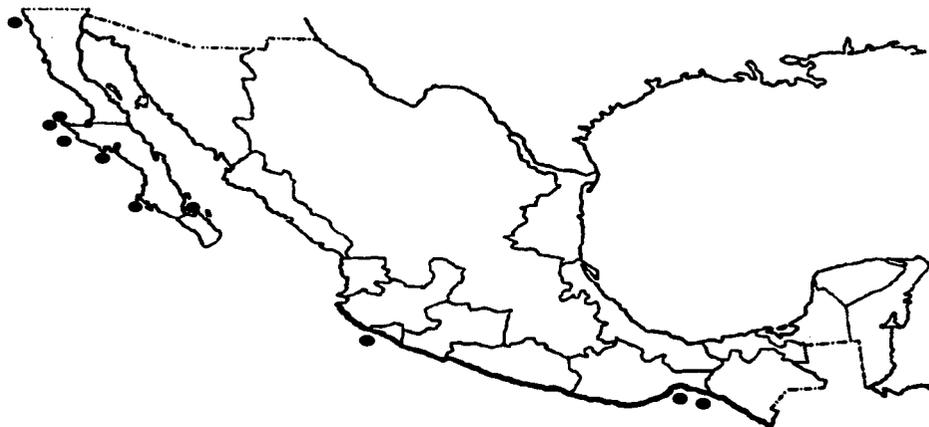
La distribución del género *Gracilaria* en el Pacífico mexicano se ilustra en el Mapa 18.



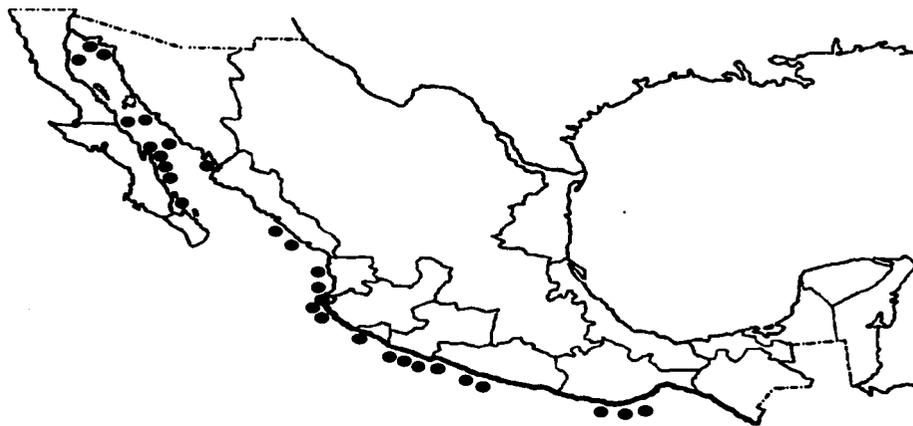
Mapa 2: Distribución conocida de *Gracilaria ascidicola*.



Mapa 3: Distribución conocida de *Gracilaria bursa-pastoris*.



Mapa 4: Distribución conocida de *Gracilaria cerrocina*.



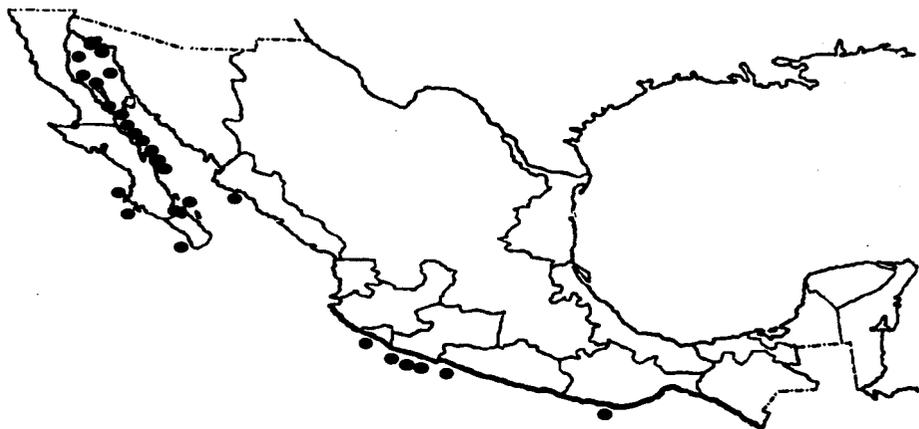
Mapa 5: Distribución conocida de *Gracilaria crispata*.



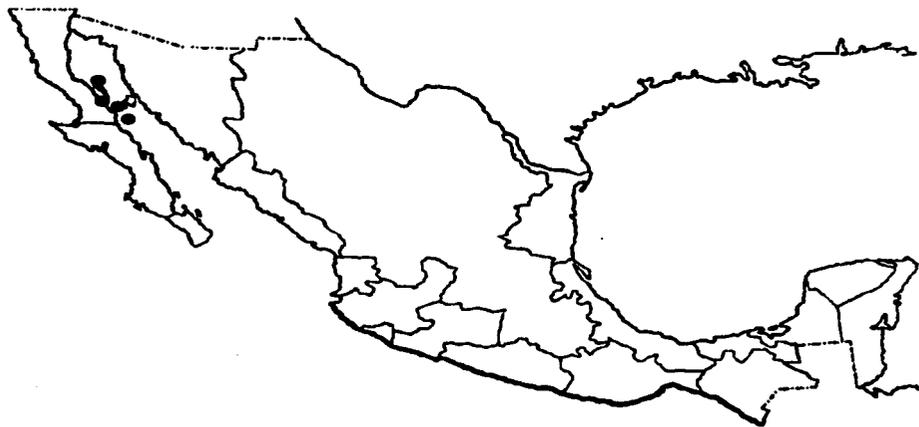
Mapa 6: Distribución conocida de *Gracilaria marcialana* (cuadrados) y *Gracilaria megaspora* (círculos).



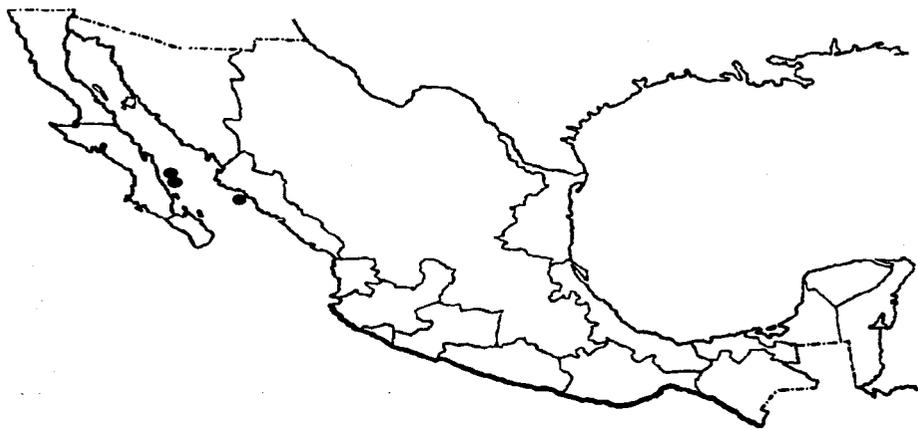
Mapa 7: Distribución conocida de *Gracilaria pacifica*.



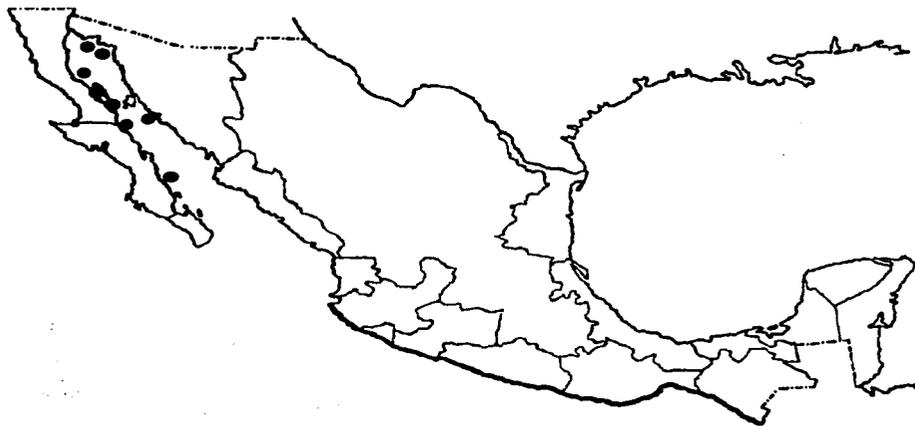
Mapa 8: Distribución conocida de *Gracilaria pachydermatica*.



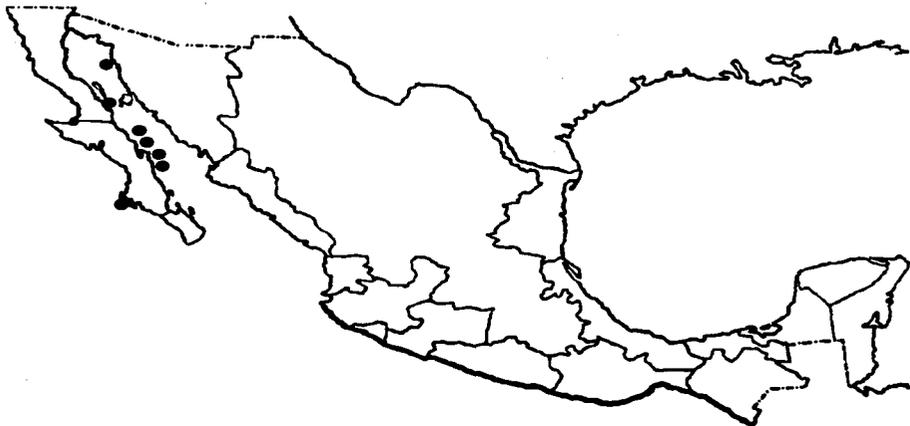
Mapa 9: Distribución conocida de *Gracilaria pinnata*.



Mapa 10: Distribución conocida de *Gracilaria ramisecunda*.



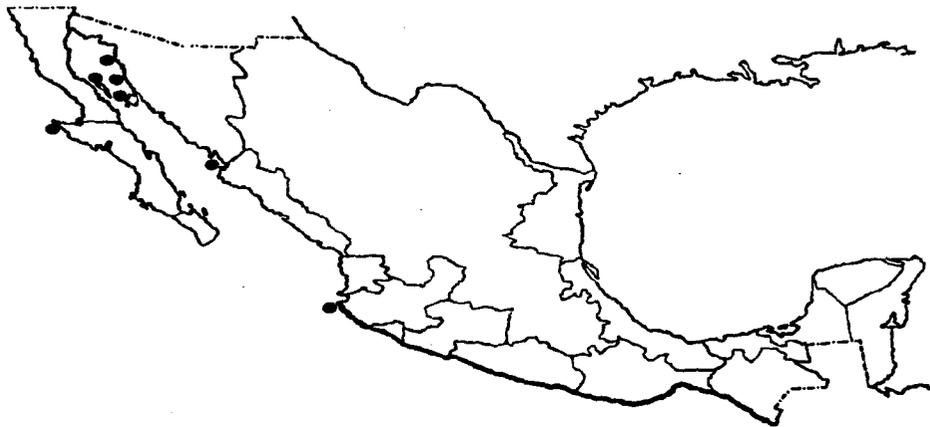
Mapa 11: Distribución conocida de *Gracilaria rubrimembra*.



Mapa 12: Distribución conocida de *Gracilaria spinigera*.



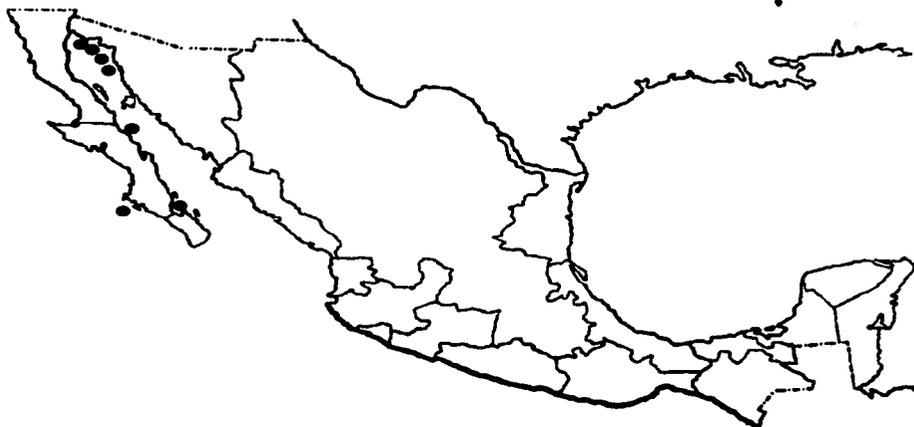
Mapa 13: Distribución conocida de *Gracilaria subsecundata*.



Mapa 14: Distribución conocida de *Gracilaria tepocensis*.

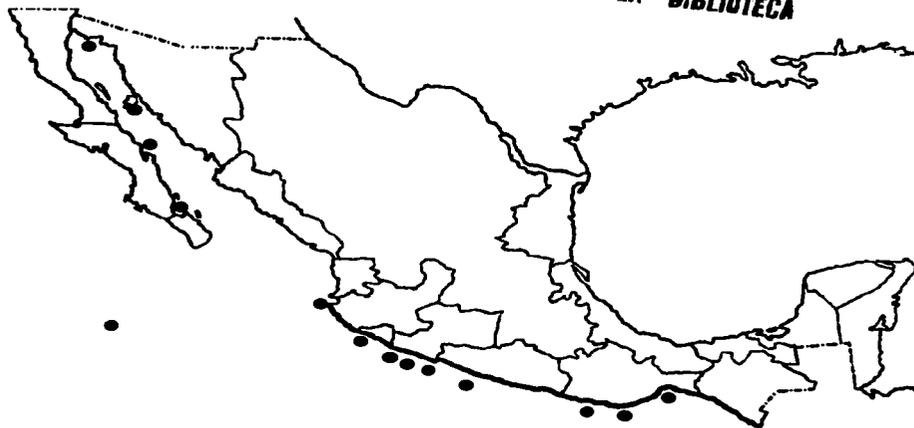


Mapa 15: Distribución conocida de *Gracilaria textorii*.

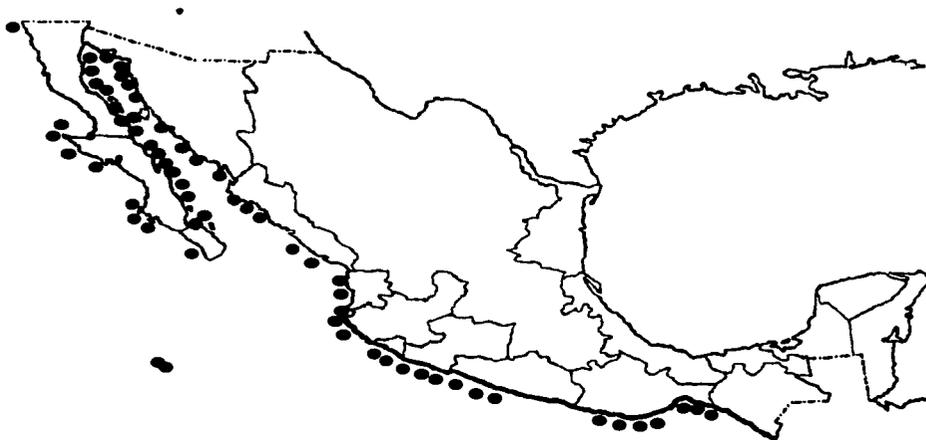


Mapa 16: Distribución conocida de *Gracilaria turgida*.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



Mapa 17: Distribución conocida de *Gracilaria veleroae*.



Mapa 18: Distribución conocida del género *Gracilaria*.

El procedimiento adecuado para el análisis de éstos mapas involucra los siguientes pasos:

- 1) Modelado de una base de datos en la cual se incorpore la información proveniente de los ejemplares de herbario de las colecciones disponibles,
- 2) Integrar dicha base a un sistema de información geográfica y
- 3) Mediante algebra de mapas, obtener, entre otras cosas, la distribución de los taxónes en las épocas del año. De este modo podríamos, a partir de la distribución potencial ilustrada, inferir la distribución durante las dos estaciones climáticas dominantes en el Pacífico mexicano.

CONCLUSIONES

Caracteres útiles

La presencia de cistocarpos y espermatangios es fundamental para la delimitación genérica.

El tipo de conceptáculo espermatangial resulta fundamental para la delimitación específica.

La forma de los ejes en corte transversal (cilíndricos, planos o complanados), ramificación, planos de ramificación, característica de los segmentos, ápices, pedicelos o estípites, márgenes, presencia y/o ausencia de constricciones en la base de las ramas, médula, corteza, transición entre médula y corteza y organización de ésta, son caracteres útiles para la delimitación de las especies en el Ptm. Si bien Plastino y Oliveira (1996) sugieren que los únicos caracteres útiles para la determinación específica son aquellos asociados a cistocarpos y conceptáculos espermatangiales, es necesario recordar que su estudio se limitó a las especies cilíndricas del Brasil. El Ptm, aunque presenta sólo cinco especies de *Gracilaria*, despliega un espectro morfológico mucho más complejo que el examinado por los autores citados. La consistencia (túrgido vs. flácido) de los hábitos es un atributo útil, hasta ahora, sólo en el contexto del Ptm.

El ambiente, hábitat y altura de los hábitos, sólo son significativos en el contexto del Ptm, por lo que son considerados como caracteres alternativos.

Especies presentes en el Ptm

De las 18 especies y una variedad del género *Gracilaria* Greville (Gracilariales, Rhodophyta), reportadas previamente para el Ptm, sólo encontramos cinco que se ajusten estrictamente a los caracteres taxonómicos de conceptos específicos ya establecidos. Estas son:

Gracilaria bursa-pastoris (S.G. Gmelin) P.C. Silva,
Gracilaria cerrosiana W.R. Taylor
Gracilaria crispata Setchell et Gardner,
Gracilaria pachydermatica Setchell et Gardner, y
Gracilaria veleroae E.Y Dawson.

La drástica reducción en el número de especies involucradas se debe, por un lado, a la diferente interpretación, por parte de los autores analizados, de los caracteres diagnósticos. Otra causa ha sido la regular asignación de nombres que posteriormente han caído en sinonimia. Sin embargo, dicha situación es explicable por la alta inestabilidad taxonómica del grupo hasta hace 15 años.

Registros dudosos para el Ptm

Gracilaria cervicornis (Turner) J. Agardh,

Gracilaria marcialana E.Y. Dawson,

Gracilaria rubrimembra E.Y. Dawson,

Gracilaria spinigera E.Y. Dawson,

Gracilaria subsecundata Setchell et Gardner,

Gracilaria tepocensis (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson,

Gracilaria textorii (Suringar) De Toni,

Gracilaria textorii var. *cunninghamii* (Farlow) E.Y. Dawson (reducida a sinónimo de *G. textorii*).

Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss

Ajustes nomenclaturales

Gracilaria sjoestedtii Kylin, *Gracilariopsis sjoestedtii* (Kylin) E.Y. Dawson y *Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory) Weber-van Bosse, deben ser asignadas a *Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory) E.Y. Dawson, Acleto et Foldvik

Propuesta de nueva combinación

Gracilariopsis symmetrica (E.Y. Dawson) comb. nov.

PERSPECTIVAS

En esta parte se sugieren las posibilidades de estudio a futuro sobre las especies del género *Gracilaria*. Primero se hace un análisis de las alternativas sistemáticas diferentes a la morfología, que se han propuesto para afinar la separación entre las especies. Luego se plantean las dificultades técnicas a las que nos enfrentamos, en México, para abordar la taxonomía del género *Gracilaria*. En seguida se evalúan los resultados de este mismo estudio y se sugieren tanto algunas ideas para complementarlo, como técnicas que pueden ser utilizadas para facilitar la investigación taxonómica. Por último se discute la potencialidad económica del género *Gracilaria* en el trópico mexicano.

La dificultad para delimitar especies ha llevado a numerosos investigadores al estudio de rasgos que pudieran ser útiles. Así, además de los caracteres descritos durante este trabajo, constantes en la literatura taxonómica, se ha intentado encontrar alguna correlación entre contenidos químicos (sobre todo sulfatos, esteroides, ácidos grasos y carotenoides) y dureza de los geles (agares) y las diferentes especies usadas, sin mayor éxito (Oliveira 1984). Stoloff y Silva (1957) intentaron determinar algún posible significado taxonómico de los diferentes polisacáridos encontrados en algunas algas rojas y, aunque efectivamente, vieron que ciertos grupos presentan sólo alguno de los constituyentes (agares, carragenanos o gelanos), en el caso del género *Gracilaria* todas las especies consideradas presentan agar en sus paredes celulares. Brown y McLachlan (1982), independientemente de encontrar dos carotenoides completamente inusuales en Rhodophyta (anteraxantina y viofláccidantina) en ocho especies de *Gracilaria*, concluyen que estos pigmentos accesorios son de poco significado taxonómico ya que su presencia es, probablemente, más común entre las algas rojas de lo

que se había pensado. Asimismo, con respecto a la estructura química de los agares, Mihghou *et al.* (1985) no encontraron diferencias taxonómicas significativas entre *G. verrucosa*, *G. tenuistipitata* y *G. blodgettii*.

Considerando que las especies de *Gracilaria* son dioicas, pueden ser objeto de estudios de hibridación. Estos se pueden dirigir hacia dos fines: 1) demostrar la interfertilidad y posible sinonimia de plantas con diferentes formas y nombres y 2) detectar la incompatibilidad sexual o genética entre plantas similares con el mismo nombre (pero de diferentes regiones geográficas). Los pocos intentos documentados en la literatura (Bird y McLachlan 1982, Bird *et al.* 1982, Plastino y Oliveira 1989, Plastino 1985, 1991), han arrojado buenos resultados. Sin embargo, hay que recordar que las algas en general, como una gran cantidad de plantas, presentan alto grado de hibridación. En consecuencia, las especies deben mantenerse interfértiles, en condiciones de laboratorio, por lo menos hasta F_2 o F_3 (véase Oliveira y Plastino 1984, Plastino 1985, 1991).

Un rasgo mencionado con frecuencia en la mayoría de las descripciones, es la presencia de "pelos" unicelulares apoplastídicos (con núcleo y vacuola, pero sin cloroplastos) en muchas especies de *Gracilaria* y de otros géneros de la familia. Estos se desarrollan a partir de células corticales altamente modificadas, generalmente de mayor tamaño y densidad que las corrientes. Dependiendo de la morfología de los talos pueden diferir en localización (apicales o a lo largo de los ejes), largo, diámetro y abundancia. A pesar de esto, la presencia de ellos en un gran porcentaje de las cerca de 4000 rodofitas descritas (Oates y Cole 1994) les resta, por ahora, importancia como carácter taxonómico. Por ejemplo, recientemente Oates y Cole (1994) hicieron un estudio comparativo del desarrollo y citología de las células pilíferas de *Gelidium vagum* y *Gracilaria pacifica* y, aunque encontraron interesantes diferencias, vieron que éstas se relacionan a aspectos como demanda de nitrógeno e iluminación. Es decir, la presencia de pelos es, posiblemente, resultado de variaciones ecofisiológicas. En lo que respecta a las especies de *Gracilaria* del Ptm, los caracteres que más se alteran por variaciones de este tipo son la altura y grosor de los ejes.

Desde hace algunos años, la técnica de contar cromosomas ha sido usada para encontrar una posible "huella de identidad" de numerosas especies (Cole 1990). Bird y McLachlan (1982). Véase también Bird *et al.* 1982) documentan el caso de siete especies de *Gracilaria* y Cole (1990) aumentó el número a cerca de once. Sin embargo, Godin *et al.* (1993), usando material de localidades dentro del intervalo de distribución de *G. verrucosa* (Gales, Noruega, Japón y Francia), encontraron diferentes números cromosómicos. Lo mismo se ha presentado en *Polysiphonia ferulacea*, *Polysiphonia haveyi*, *Porphyra leucostica* y *Porphyra spiralis* var. *amplifolia* (Kapraun 1977, 1978, Kapraun *et al.* 1991). Por el contrario, tanto en *Gracilaria foliifera* como en *G. tikvahiae* (dos especies ligeramente parecidas) el número es $n=24$, sin embargo, estas no son interfértiles (McLachlan *et al.* 1977, McLachlan 1979). Algo que es necesario evaluar es si las similitudes y diferencias cuantitativas cromosómicas equivalen cualitativamente a la información genética en ellos contenida. Aunque Kapraun *et al.* (1993) han demostrado que la cuantificación y caracterización de ADN nuclear permite delimitar al género *Gracilaria* de *Gracilariopsis*, lo mismo no es posible para delimitar especies al interior de los géneros *Gracilaria* y *Gelidium*.

A lo anterior se puede agregar que la frecuente poliploidía en células vegetativas, endopoliploidía en células apicales y aneuploidía, presente en muchas algas rojas, complica bastante la determinación de los números cromosómicos haploides básicos (Godin *et al.* 1993).

En menos de 20 años, la Biología Molecular ha desarrollado técnicas sorprendentes para aislar, cuantificar e identificar proteínas y otras moléculas estrechamente asociadas al genoma de individuos, poblaciones y especies. La utilidad de éstas fué rápidamente entendida por muchos biólogos preocupados por la taxonomía y sistemática de grupos particularmente difíciles de delimitar por la extrema intersección de caracteres morfológicos. Ha sido tal el grado de impacto que hoy, todo estudio que use moléculas para establecer relaciones de parentesco entre taxones, es incorporado a la disciplina conocida como Sistemática Molecular. En el caso concreto de *Gracilaria*, Goff y Coleman (1988) y Goff *et al.* (1994) encontraron que no sólo hay diferencias en los patrones de ADN plastidial entre géneros (*Gracilaria* y *Gracilariopsis*) sino que los fragmentos de restricción difieren entre especies del mismo género. Muchos casos de sobreposición morfológica en taxones algales mexicanos podrían ser resueltos por medio de estudios de Sistemática Molecular. Desgraciadamente, el diseño experimental involucra equipo extremadamente costoso.

El presente estudio se basó en ejemplares de herbario producto de colectas puntuales; es decir, no fueron realizadas (en su mayoría) desde un punto de vista poblacional. Debido a esto, no es posible intentar un análisis como el realizado por León-Alvarez y González-González (1995) con *Ralfsia hancockii* en el Ptm. Los autores encontraron que diferencias microambientales son la causa de la presencia de dos morfos poblacionales, uno de los cuales ha sido reportado con otro nombre (*R. hesperia*). En otras palabras, la confusión en la interpretación de los caracteres al momento de asignar un nombre en los trabajos inventariales previos, puede deberse, en gran medida, al desconocimiento de la variabilidad morfológica intrapoblacional espontánea o a causa de la exposición a microcondiciones de poblaciones separadas. El modelo planteado por León-Alvarez y González-González (1995) debe constituir un ejemplo para los futuros trabajos monográficos en las costas mexicanas.

El estudio de las especies de *Gracilaria* se torna particularmente difícil por lo siguiente: excepto por *G. bursa-pastoris*, *G. textorii*, *G. verrucosa* y *Gracilariopsis lemnaiformis*, todos los tipos nomenclaturales de las especies descritas para localidades mexicanas se encuentran en LAM (Anderson 1991). Dicha colección recibió el material del Herbario Allan Hancock Foundation (AHFH) hace tan sólo dos o tres años (M. Wynne, com. pers.) y actualmente se encuentra en un nuevo proceso de traslado, esta vez el destino es aún desconocido (H. León Tejera, com. pers.). Como si esto no fuera suficiente, la actitud actual de la institución es que los tipos no pueden ser enviados ni devueltos por correo (R. Gustafson, Research/Collections, com. pers.).

Con respecto a lo anterior, si bien los ejemplares de herbario son de extrema utilidad en el análisis de los caracteres externos, la edad y las diferentes técnicas de preservación, usadas por los numerosos colectores y curadores, no aseguran un buen estado de los caracteres internos. Para subsanar esto, se recomienda mantener siempre una pequeña colección de

talos o ejes en líquido (puede ser una solución suave de formaldehído al 2-3%, glicerinado al 5% y neutralizado con 1-2 mg de borato de sodio). Por muy decolorado que llegue a estar el material así conservado, siempre podemos recurrir a teñir con cristal violeta o azul de metileno y obtener buenos resultados.

Aunque parece claro que hay menos especies de *Gracilaria* en el Ptm que las 18 previamente registradas por la literatura, el presente reporte constituye sólo el primer paso en el estudio del género en el trópico mexicano. Los resultados de nuestra evaluación se pueden ver seriamente modificados si se realizan más colectas, específicamente en los ambientes inframareales (poco estudiados en el Ptm) y en localidades intermedias a las tradicionalmente colectadas. Durante este estudio fue dominante la presencia de material cistocárpico y/o vegetativo en las colecciones, dando la apariencia de que tanto talos masculinos como tetrasporofíticos no abundan en las poblaciones naturales. Esto podría no corresponder a la realidad de acuerdo a Bird *et al.* (1982); ellos encontraron una relación 1:1 de sexos en plantas cultivadas tanto *in vitro* como *in situ*. Tal parece que hay una tendencia marcada hacia la colecta de ejemplares evidentemente fértiles, favoreciendo así a las plantas cistocárpicas y causando que las otras dos fases esten poco representadas en las colecciones. Asimismo, 162 ejemplares de herbario examinados no son suficientes y es indispensable enriquecer nuestras colecciones. Tomando en cuenta que, de las cinco especies reconocidas por este estudio para el Ptm, dos proceden de ambientes mixohalinos, se sugiere que los estuarios y lagunas costeras sean tomados más en cuenta en los futuros estudios ficológicos del Ptm.

El conocimiento taxonómico del género *Gracilaria* en el Ptm se sostiene en 162 ejemplares distribuidos en cinco Herbarios (FCME, ENCB, UAMIZ, C y LAM). Sin embargo, sigue siendo un grupo poco representado en nuestras colecciones (pese a su importancia económica). Es evidente la necesidad de extender el estudio del género a futuro.

Respecto al género *Gracilaria* como un recurso potencial en el Ptm, aunque resulta difícil precisar el número de especies válidamente descritas hasta la fecha, muchas de ellas son utilizadas como fuente de agar alrededor del mundo. Por razones obvias, las preferidas son las que superan los 10-15 cm de altura. Asimismo, son aquellas especies que forman o dan lugar a prados o "lechos" en lagunas costeras, estuarios o bahías someras y protegidas, las más usadas para su aprovechamiento (Mathieson 1977, Santelices 1989). De las especies identificadas en el Ptm, sólo *G. bursa-pastoris* es utilizada como agarofita en la cuenca del Pacífico (véase Abbott y Norris 1985 y Hoyle 1978 a y b). Tanto *G. bursa-pastoris* como *G. cerrosiana* forman prados en las Lagunas Superior e Inferior en el estado de Oaxaca, por lo que son factibles de ser incluso cultivadas para incrementar su productividad y asegurar su manejo racional.

Restringida al Golfo de California y Ptm, *Gracilaria cerrosiana* no ha sido motivo de estudios sobre las propiedades fisico-químicas de su ficocoloide. Las otras tres especies (*G. crispata*, *G. pachydermatica* y *G. veleroae*) son habitantes comunes del ambiente inter a inframareal del litoral marino rocoso y no alcanzan las tallas comerciales. Sólo un estudio de las propiedades fisico-químicas de sus ficocoloides, permitirá saber si vale la pena experimentar

con su posible "aclimatación" y subsecuente aprovechamiento en áreas someras y tranquilas adyacentes a sus ambientes naturales. El hecho de que *G. mammillaris* presente tolerancia fisiológica y de crecimiento a salinidades de 10-45(60) ppm (Bird y MacLachlan 1986), constituye un antecedente positivo como para empezar a trabajar con, al menos, *G. veleroae* (especie gemela) en el Ptm.

AGRADECIMIENTOS

Al jurado: Dra. Hilda Patricia León Tejera, Dra. Graciela De Lara Isassi, Dra. Dení Claudia Rodríguez, Dra. María Esther Meave, Dra. Ligia Collado Videz, Dr. José Luis Arredondo y M. en C. Carlos Candelaria Silva. A los colegas y amigos: Dra. Graciela De Lara Isassi, Dr. Abel Senties Granados, Ubaldo, Juan, Charly, Paco Pedroche, Sergio, Cruz, Margarita. A Amanda, Max, Ilsa, Christian, Rocko, mi viejo, Paula, Yolanda, Don Enrique y Diego. A la UAM-Iztapalapa. A mi mejor amigo: Christian "Coy" Dreckmann Estay, por ser la mejor otra mitad de mi historia; pero también por diseñar y editar este libro. Finalmente, y por supuesto, a **Mac**.

BIBLIOGRAFIA

- Abbott, I.A. 1983. Some species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from California. *Taxon* 32(4): 561-564.
- Abbott, I.A. 1985a. *Gracilaria* from California: Key, List and Distribution of the Species. *Tax. Econ. Seaweeds* 1: 97-99.
- Abbott, I.A. 1985b. New species of *Gracilaria* Greville (Gracilariaceae, Rhodophyta) from California and Hawaii. *Tax. Econ. Seaweeds* 1: 137-150.
- Abbott, I.A. 1988. Some species of *Gracilaria* and *Polycavernosa* from Thailand. *Tax. Econ. Seaweeds* 2: 137-150.
- Abbott, I.A. 1995a. Introduction to Section III. *Gracilaria*. *Tax. Econ. Seaweeds* 5: 175-176.
- Abbott, I.A. 1995b. A decade of species of *Gracilaria* (*sensu lato*). *Tax. Econ. Seaweeds* 5:185-195.
- Abbott, I.A. y G.J. Hollenberg. 1976. *Marine algae of California*. Stanford University Press. Stanford. 827 pp.
- Abbott, I.A. y J.N. Norris. 1985. *Taxonomy of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Caribbean species*, vol. I. I.A. Abbott and J.N. Norris, eds. [i-ii] + iii-xv + 1-167. California Sea Grant College, University of California, La Jolla, Calif. Report No. T-CSGCP-011.
- Abbott, I.A. y G.J. Hollenberg. 1976. *Marine Algae of California*. Stanford University Press. California. USA. 827 pp.
- Abbott, I.A., Y.M. Chiang, S. Fredericq, J.N. Norris, R.T. Tsuda, Xia Bangmei y H. Yamamoto. 1985. The red alga *Gracilaria* Greville (Gracilariaceae, Gigartinales). *Tax. Econ. Seaweeds* 1: 67-68.
- Abbott, I.A., Zhang Junfu y Xia Bangmei. 1991. *Gracilaria mixta* sp. nov. and other western Pacific species of the genus (Rhodophyta: Gracilariaceae). *Pacific Science* 45: 12-27.
- Agardh, J.G. 1852. *Species Genera et Ordines Algarum, ...* Lipsiae: Apud T.O. Weigel (Facs. J. Cramer, 1977). Vol. 2(3): 787-1291.
- Agardh, J.G. 1876. *Species Genera et Ordines Algarum. Epicrisis Systematis Floridearum*. Lipsiae: Apud T.O. Weigel (Facs. J. Cramer, 1977). Vol. 3: 1-724.
- Agardh, J.G. 1880. *Species Genera et Ordines Algarum. Morphologia Floridearum*. Lipsiae: Apud T.O. Weigel (Facs. J. Cramer, 1977). Vol. 3(2): 1-301.

Agardh, J.G. 1901. Species Genera et Ordines Algarum. De Florideis Mantissa Collecta. Lipsiae: Apud T.O. Weigel (Facs. J. Cramer, 1977). Vol. 3(4): 1-149.

Aguilar-Rosas, R., R. Marcos-Ramírez, J.M. Lobo-Niembro y J.A. Zertuche-González. 1993. Variación estacional de fases reproductivas y vegetativa de *Gracilaria pacifica* Abbott, en el estero de Punta Banda, Baja California, México. Ciencias Marinas 19(2): 219-228.

Anderson, V.L. 1991. Type specimens of algae in the Herbarium of the Natural History Museum of Los Angeles County. Natural History Museum of Los Angeles County Technical Report Number 4: 1-63.

Barrow, K.D., U. Karsten, R.J. King y J.A. West. 1995. Floridoside in the genus *Laurencia* (Rhodomelaceae: Ceramiales) - a chemosystematic study. Phycologia 34: 279-283.

Bhattacharya, D., H.J. Elwood, L.J. Goff y M.L. Sogin. 1990. Phylogeny of *Gracilaria lemaneiformis* (Rhodophyta) based on sequence analysis of its small subunit ribosomal RNA coding region. J. Phycol. 26: 181-186.

Bird, C.J. y J. McLachlan. 1982. Some underutilized taxonomic criteria in *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales). Botanica Marina 25: 557-562.

Bird, C.J. y J. McLachlan. 1986. The effect of salinity on distribution of species of *Gracilaria* Grv. (Rhodophyta, Gigartinales): An experimental assessment. Botanica Marina 29: 231-238.

Bird, C.J. y E.C. de Oliveira F. 1986. *Gracilaria tenuifrons* sp. nov. (Gigartinales, Rhodophyta), a species from the tropical western Atlantic with superficial spermatangia. Phycologia 25(3): 313-320.

Bird, C.J., J.P. Van der Meer y J. McLachlan. 1982. A comment on *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. (Rhodophyta: Gigartinales). J. mar. biol. Ass. U.K. 62: 453-459.

Bird, C.J., E.L. Rice, C.A. Murphy, Q.Y. Liu y M.A. Ragan. 1990. Nucleotide sequences of 18S ribosomal RNA genes from the red algae *Gracilaria tikvahiae* McLachlan, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss and *Gracilariopsis* sp. Nucleic Acids Research 18(13): 4023-4024.

Bird, C.J., E.L. Rice, C.A. Murphy y M.A. Ragan. 1992. Phylogenetic relationships in the Gracilariales (Rhodophyta) as determined by 18S rDNA sequences. Phycologia 31: 510-522.

Bird, K.T. y T.K. Hinson. 1992. Seasonal variations in agar yields and quality from North Carolina agarophytes. Botanica Marina 35: 291-285.

Bory de Saint-Vincent, J.B. 1828-29. Cryptogamie. In: L.E. Duperrey (Ed.) Voyage autour du monde... sur... La Coquille... Paris. 301 pp.

- Brown, L.M. y J. McLachlan. 1982. Atypical carotenoids for the Rhodophyceae in the genus *Gracilaria* (Gigartinales). *Phycologia* 21(1): 9-16.
- Chang, C.F. y B. Xia. 1963. *Polycavernosa*, a new genus of the Gracilariaceae. *Studia Marina Sinica* 3: 119-126.
- Chang, C.F. y Xia Bangmei. 1984. Some problems in the taxonomy of Chinese species of *Gracilaria* (Rhodophyta). *Hydrobiologia* 116/117: 61-62.
- Chávez, M.L. 1972. Estudio de la flora marina de la bahía de Zihuatanejo y lugares adyacentes. *Mem. Congr. Nac. Ocean. México* 4: 265-271.
- Cole, K.M. 1990. Chromosomes. In: *Biology of the Red Algae* (K.H. Cole & R.G. Sheath, Eds.), pp. 73-101. Cambridge University Press. Cambridge. 453 pp.
- Cordeiro-Marino, M. 1978. Rodofíceas bentónicas marinhas do estado de Santa Catarina. *Rickia* 7: 1-212
- Dawson, E.Y. 1944. The marine algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pacific Expedition* 3: 189-464.
- Dawson, E.Y. 1949. Studies of northeast Pacific Gracilariaceae. *Allan Hancock Foundation Publications, Occ. Pap.* 7: 1-105.
- Dawson, E.Y. 1954. Notes on tropical Pacific marine algae. *Bull. Calif. Acad. Sci.* 53: 1-7.
- Dawson, E.Y. 1959. Marine algae from the 1958 Cruise of the *Stella Polaris* in the Gulf of California. *Los Angeles County Museum Contributions in Science* 27: 1-39.
- Dawson, E.Y. 1960. New records of marine algae from Pacific Mexico and Central America. *Pacific Naturalist* 1(20):31-52.
- Dawson, E.Y. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4. Gigartinales. *Pacific Naturalist* 2: 191-343.
- Dawson, E.Y. 1966a. Marine algae in the vicinity of Puerto Peñasco, Sonora, Mexico. *Gulf of California Field Guide Series #1*, The University of Arizona. Tucson. 57 pp.
- Dawson, E.Y. 1966b. New records of marine algae from the Gulf of California. *Journal of the Arizona Academy of Science* 4(2):55-66.
- Dawson, E.Y., M. Neushul y R.D. Wildman. 1960. New records of sublittoral marine plants from Pacific Baja California. *Pacific Naturalist* 1(19):3-30.

- Dawson, E.Y., C. Acleto y N. Foldvik. 1964. The seaweeds of Peru. *Nova Hedwigia* 13: 1-111 + 81 plates.
- De La Lanza, E.,G. 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor. México D.F. 569 pp.
- Díaz-Piferrer, M. 1965. Notas sobre el género *Cryptonemia* (Rhodophyta) en Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 5(1-2): 1-7.
- Díaz-Piferrer, M. y C. Caballer De Pérez. 1964. Taxonomía, ecología y valor nutricional de algas marinas de Puerto Rico. Algas productoras de agar. Admon. de Fomento Económico, Lab. de Investigaciones Industriales Hato Rey, Puerto Rico y Colegio de Agricultores y Artes Mecánicas, Universidad de Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico. Mayaguez. 145 pp.
- Dixon, P.S. 1971. Cell enlargement in relation to the development of thallus form in Florideophyceae. *Br. phycol. J.* 6(2): 195-205.
- Dixon, P.S. y L.M. Irvine. 1977. *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1. Rhodophyta. Part 1. Introduction, Nemaliales, Gigartinales.* British Museum (Natural History). London. 252 pp.
- Dreckmann Lafon, K. 1994. Acuerdo de complementación económica entre México y Chile. UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, Serie I: Estudios de Derecho Económico #23. México, D.F. 122 pp.
- Edelstein, T. 1977. Studies on *Gracilaria* sp.: experiments on inocula incubated under greenhouse conditions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 30: 249-259.
- Edelstein, T., L.C.-M. Chen y J. McLachlan. 1978. Studies on *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta): reproductive structures. *J. Phycol.* 14: 92-100.
- Edwards, J. 1984. Spatial pattern and clone structure of the perennial herb, *Aralia nudicaulis* L. (Araliaceae). *Bull. Torrey Botanical Club* 111(1): 28-33.
- Eldredge, N. y J. Cracraft. 1980. *Phylogenetic Patterns and the Evolutionary Process. Method and Theory in Comparative Biology.* Columbia University Press. New York. 349 pp.
- Eliot, T.S. 1939. *Old Possum's Book of Practical Cats.* Harvest/HBJ Book. London. 59 pp.
- Espinoza-Avalos, J. 1993. Macroalgas marinas del Golfo de California. In: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (Eds.). *Biodiversidad marina y costera de México.* Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO. Chetumal. 865 pp.
- Flamand Swaner, C.L. 1991. Pacífico tropical mexicano, Cabo Corrientes a la frontera con Guatemala. In: G. de la Lanza Espino (Compiladora). *Oceanografía de Mares Mexicanos.*

AGT Editor, S.A. México D.F. 569 pp.

Fredericq, S. y M.H. Hommersand. 1989a. Proposal of the Gracilariales ord. nov. (Rhodophyta) based on an analysis of the reproductive development of *Gracilaria verrucosa*. Journal of Phycology 25: 213-227.

Fredericq, S. y M.H. Hommersand. 1989b. Comparative morphology and taxonomic status of *Gracilariopsis* (Gracilariales, Rhodophyta). Journal of Phycology 25: 228-241.

Fredericq, S. y M.H. Hommersand. 1989c. Reproductive morphology and development of the cystocarp in *Curdia flabellata* Chapman (Gracilariales, Rhodophyta). New Zealand Journal of Botany 27: 521-530.

Fredericq, S. y M.H. Hommersand. 1990a. Diagnoses and key to the genera of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta). Hydrobiologia 204/205: 173-178.

Fredericq, S. y M.H. Hommersand. 1990b. Taxonomy of *Melanthalia obtusata* var. *abscissa* and its placement in the Gracilariales (Rhodophyta). Cryptogamic Botany 2: 4-11.

Fredericq, S. y M.H. Hommersand. 1990c. Morphology and systematics of *Holmsella pachyderma* (Pterocladophilaceae, Gracilariales). Br. phycol. J. 25:3 9-51.

Fredericq, S., M.H. Hommersand y J.N. Norris. 1989. Morphological observations on the adelphoparasite *Gracilariophyla oryzooides* (Gracilariales, Rhodophyta). Jpn. J. Phycol. (Sorui) 37:167-179.

Fredericq, S., M.H. Hommersand y L. Leister. 1992. Morphology and systematics of *Acanthococcus antarcticus* (Cystocloniaceae, Rhodophyta). Phycologia 31(1): 101-118.

Fritsch, F.E. 1945. The Structure and Reproduction of the Algae. Vol. II. Foreword, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Mixophyceae. Cambridge University Press. Cambridge, London, New York, Melbourne. 939 pp.

Ganesan, E.K. 1994. Morphology and taxonomy of the Little-known species *Gracilaria cuneata* J.E. Areschoug (Gracilariales: Rhodophyta) from Venezuela. Caribbean Journal of Science 30 (1-2): 124-129.

Gargiulo, G.M., F. De Masi y G. Tripodi. 1992. Morphology, reproduction and taxonomy of the Mediterranean species of *Gracilaria* (Gracilariales, Rhodophyta). Phycologia 31: 53-80.

Gmelin, S.G. 1768. Historia fucorum. Academia scientiarum, St. Petersburg 8:1-239.

Godin, J., C. Destombe y C.A. Maggs. 1993. Unusual chromosome number of *Gracilaria verrucosa* (Gracilariales, Rhodophyta) in the Cape Gris-Nez area, Northern France. Phycologia 32(4): 291-294.

- Goff, L.J. y A.W. Coleman. 1988. The use of plastid DNA restriction endonuclease patterns in delineating red algal species and populations. *J. Phycol.* 24: 357-368.
- Goff, L.J., D.A. Moon y A.W. Coleman. 1994. Molecular deliniation of species and species relationships in the red algal agarophytes *Gracilariopsis* and *Gracilaria* (Gracilariales). *J. Phycol.* 30: 521-537.
- González-González, J. 1993. Comunidades algales del Pacífico tropical. In: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (Eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO. Chetumal. 865 pp.
- González-González, J. y E. Novelo. 1986. Técnicas especiales de recolección y preparación de ejemplares de grupos selectos de plantas: Algas. In: A. Lot y F. Chang (Eds.) Manual de Herbario. Consejo Nacional Flora de México. México, D.F. 178 pp.
- González-González, J., M. Gold-Morgan, H. León-Tejera, C. Candelaria, D. León-Alvarez, E. Serviere Zaragoza y D. Fragoso. 1996. Catálogo onomástico (Nomenclator) y bibliografía indexada de las algas bentónicas marinas de México. Cuadernos del Instituto de Biología, UNAM 29: 1-492.
- Greuter, W. (Coord.). 1988. International Code of Botanical Nomenclature, Adopted by the Fourteenth International Botanical Congress, Berlin, July-August 1987. Koeltz Scientific Books. (Regnum Vegetabile Vol. 118). Königstein. xiv + 328 pp.
- Greville, R.K. 1830. *Algae Britannicae*, or descriptions of the marine and other inarticulated plants of the British Islands, belonging to the order Algae, with plates illustrative of the genera. MacLachlan & Stewart Pub. Edinburg. 218 pp.
- Harper, J.L., B.R. Rosen y J. White. 1986. Preface. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 313: 3-5.
- Hennig, W. 1968. *Elementos de una Sistemática Filogenética*. Eudeba Editorial Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires. 353 pp.
- Hillis-Colinvaux, L. 1980. Ecology and taxonomy of *Halimeda* : primary producer of coral reefs. *Advances in Marine Biology* 17: 1-327.
- Hoek, C. Van Den. 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, Afd. Natuurkunde, Tweede Reeks, Deel 78*. North-Holland Pub. Co. Amsterdam, Oxford, New York. 236 pp.
- Holmgren, P.K., W.H. Holmgren y L.C. Barnett. 1990. *Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World*. New York Botanical Garden. (Regnum Vegetabile Vol. 120) 693 pp.

Howe, M.A. 1911. Phycological studies. V. Some marine algae of lower California, Mexico. Bulletin of the Torrey Botanical Club 38: 489-514.

Hoyle, M.D. 1978a. Agar studies in two *Gracilaria* species (*G. bursapastoris* (Gmelin) Silva and *G. coronopifolia* J. Ag.) from Hawaii. I. Yield and gel strength in the gametophyte and tetrasporophyte generations. Botanica Marina 21: 343-345.

Hoyle, M.D. 1978b. Agar studies in two *Gracilaria* species (*G. bursapastoris* (Gmelin) Silva and *G. coronopifolia* J. Ag.) from Hawaii. II. Seasonal aspects. Botanica Marina 21: 347-352.

Hoyle, M.D. 1978c. Reproductive phenology and growth rates in two species of *Gracilaria* from Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 35: 273-283.

Huerta, L.M. y J.L. Tirado. 1970. Estudio florístico-ecológico de las algas marinas de la costa del Golfo de Tehuantepec, México. Bol. Soc. Bot. Méx. 31: 113-137.

Jackson, J.B.C., L.W. Buss y R.E. Cook (Eds.). 1985. Population Biology and Evolution of Clonal Organism. Yale University Press. New Haven. 731 pp.

Janzen, D.H. 1977. What are dandelions and aphids? American Naturalist 111: 586-589.

Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Company. New York, London. 523 pp.

Johansen, H.W. 1976. Current status of generic concepts in coralline red algae (Rhodophyta). Phycologia 15: 221-244.

Johansen, H.W. 1981. Coralline Algae: A First Synthesis. CRC Press. Boca Raton. 239 pp.

Joly, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte de Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. Bol. Fac. Fil. Cienc. e Letras da U.S.P. Botânica 21: 1-393.

Joly, A.B. 1967. Gêneros de Algas Marinhas da Costa Atlantica Latino-Americana. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. 461 pp.

Kapraun, D.F. 1977. Asexual propagules in the life history of *Polysiphonia ferulacea* (Rhodophyta, Ceramiales). Phycologia 16: 417-426.

Kapraun, D.F. 1978. A cytological study of varietal forms in *Polysiphonia haveyi* and *P. ferulacea* (Rhodophyta, Ceramiales). Phycologia 17:152-158.

Kapraun, D.F. 1980. An illustrated guide to the benthic marine algae of coastal North Carolina. I. Rhodophyta. The University of North Carolina Press. Chapel Hill. 206 pp.

Kapraun, D.F., T.K. Hindson y A.J. Lemus. 1991. Karyology cytophotometric estimation of inter-and intraspecific nuclear DNA variation in four species of *Porphyra* (Rhodophyta). *Phycologia* 30: 458-466.

Kapraun, D.F., J.A. Dutcher y D.W. Freshwater. 1993. Quantification and characterization of nuclear genomes in commercial red seaweeds: Gracilariales and Gelidiales. *Hydrobiologia* 260/261: 679-688.

Kapraun, D.F., J. Lopez-Bautista, G. Trono y K.T. Bird. 1996. Quantification and characterization of nuclear genomes in commercial red seaweeds (Gracilariales) from the Philippines. *Journal of Applied Phycology* 8: 125-130.

Karsten, U., K. Kück, C. Daniel, C. Wiencke y G.O. Kirst. 1994. A method for complete determination of dimethylsulphoniopropionate (DMSP) in marine macroalgae from different geographical regions. *Phycologia* 33: 171-176.

Kraft, G.T. 1977. Studies of marine algae in the lesser-known families of the Gigartinales (Rhodophyta). II. The Dicranemaceae. *Austr. J. Bot.* 25: 219-267.

Kraft, G.T. y P.A. Robins. 1985. Is the order Cryptonemiales (Rhodophyta) defensible?. *Phycologia* 24: 67-77.

Kussakin, O.G. y M.B. Ivanova. 1978. The intertidal zone of the Bering Sea coast of Chukotka. In: O.G. Kussakin (Ed.). *The Intertidal Zone of the Bering Sea and South-Eastern Kamchatka*. pp: 10-40. USSR Academy of Sciences, Far East Science Center, Institute of Marine Ecology, "NAUK" Moscow. 175 pp. (En ruso).

Kylin, H. 1932. Die Florideenordnung Gigartinales. *Lunds Univ. Arsskr., N.F. Avd. 2*, 28(8): 1-88.

Kylin, H. 1956. *Die Gattungen der Rhodophyceen*. C.W.K. Gleerup. Lund. 673 pp.

León-Alvarez, D. y J. González-González. 1995. Characterization of the environmental distribution and morphs of *Ralfsia hancockii* Dawson (Phaeophyta) in the Mexican Tropical Pacific. *Botanica Marina* 38: 359-367.

León Tejera, H.P. 1996. Caracterización ficoflorística del límite sur del Pacífico tropical mexicano: el litotal rocoso de Oaxaca. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. 146 pp.

León-Tejera, H.P. y J. González-González. 1993. Macroalgas de Oaxaca. In: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (Eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO. Chetumal. 865 pp.

López, S., B. 1994. Contribución al estudio de las algas marinas bentónicas del estado de

- Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 104 pp.
- Lüning, K. 1990. Seaweeds. Their environment, Biogeography, and Ecophysiology. John Wiley & Sons, Inc. New York. 527 pp.
- Maggs, C.A., J.L. McLachlan y G.W. Saunders. 1989. Infrageneric taxonomy of *Ahnfeltia* (Ahnfeltiales, Rhodophyta). J. Phycol. 25: 351-368.
- Masuda, M. 1993. *Ahnfeltiopsis* (Gigartinales, Rhodophyta) in the western Pacific. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 41: 1-6.
- Mateo-Cid, L.E. y A.C. Mendoza-González. 1991. Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, México. Acta Botánica Mexicana 13: 9-30.
- Mateo-Cid, L.E. y A.C. Mendoza-González. 1992. Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit, México. Acta Botánica Mexicana 20: 13-28.
- Mateo-Cid, L.E. y A.C. Mendoza-González. 1994a. Algas marinas bentónicas de Todos Santos, Baja California Sur, México. Acta Botánica Mexicana 29: 31-47.
- Mateo-Cid, L.E. y A.C. Mendoza-González. 1994b. Estudio florístico de las algas bentónicas de Bahía Asunción, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas 20(1): 41-64.
- Mateo-Cid, L.E., I. Sánchez-Rodríguez, Y.E. Rodríguez-Montesinos y Ma.M. Casas-Valdez. 1993. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, B.C.S., México. Ciencias Marinas 19(1): 41-60.
- Mathieson, A.C. 1977. Seaweed cultivation: A review. In: C.J. Sindermann (Ed.) Proceedings of the Sixth U.S.-Japan Meeting on Aquaculture, Santa Barbara, California, August 27-28, 1977. Pp: 26-66. U.S. Dep. Commer., Rep. NMFS Circ. 442 pp.
- Maxted, N. 1992. Towards defining a taxonomic revision methodology. Taxon 41: 653-660.
- McLachlan, J. 1979. *Gracilaria tikvahiae* sp. nov. (Rhodophyta, Gigartinales, Gracilariaceae), from the northwestern Atlantic. Phycologia 18: 19-23.
- McLachlan, J., J.P. van der Meer y N.L. Bird. 1977. Chromosome numbers of *Gracilaria foliifera* and *Gracilaria* sp. (Rhodophyta) and attempted hybridizations. J. Mar. Biol. Assoc., U.K., 57: 1137-1141.
- McLachlan, J. y C.J. Bird. 1986. *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) and productivity. Aquat. Bot. 26(1-2): 27-49.
- 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. 1991. Estudio preliminar de las algas bentónicas de la costa de Jalisco, México. *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.* 37: 9-25.

Meng Chiang, Y. 1985. *Gracilaria* from Taiwan: list and distribution of the species. *Tax. Econ. Seaweeds* 1: 81-83.

Minghou, J., M. Lahaye y W. Yaphe. 1985. structure of agar from *Gracilaria* spp. (Rhodophyta) collected in the People's Republic of China. *Botanica Marina* 28(12): 521-528.

Mostaert, A.S., U. Karsten y R.J. King. 1995. Inorganics ions and mannitol in the red alga *Caloglossa leprieurii* (Ceramiales, Rhodophyta): response to salinity change. *Phycologia* 34: 501-507.

Muñoz, A.A. y B. Santelices. 1994. Quantification of the effects of sporeling coalescence on the early development of *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 30: 387-392.

Nägeli, C.W. 1847. Die neuern Algensysteme. *Neue Denksch. allg. schweitz. ges. Naturwiss* 9(2): 1-227.

Norris, J.N. 1973. Marine algae from the 1969 cruise of "Makrele" to the northern part of the Gulf of California. *Bol. Soc. Bot. México* 32: 1-30.

Norris, J.N. 1975. The Marine Algae of Northern Gulf of California. Ph.D. Tesis. USA. 575 pp.

Norris, J.N. 1985a. *Gracilaria* from the Gulf of California: Key, List and Distribution of the Common Species. *Tax. Econ. Seaweeds* 1: 93-96.

Norris, J.N. 1985b. *Gracilaria* and *Polycavernosa* from the Caribbean and Florida: Key and List of the Species of Economic Potential. *Tax. Econ. Seaweeds* 1: 101-113.

Norris, J.N. 1985c. Studies on *Gracilaria* Grev. (Gracilariaceae, Rhodophyta) from the Gulf of California, México. *Tax. Econ. Seaweeds* 1: 123-135.

Norris, J.N. y K.E. Bucher. 1976. New records of marine algae from the 1974 R/V *Dolphin* cruise to the Gulf of California. *Smithsonian Contrib. Bot.* 34: iv + 22.

Oates, B.R. y K.M. Cole. 1994. Comparative studies on hair cells of two agarophyte red algae, *Gelidium vagum* (Gelidiales, Rhodophyta) and *Gracilaria pacifica* (Gracilariales, Rhodophyta). *Phycologia* 33: 420-433.

Ohmi, H. 1958. The species of *Gracilaria* and *Gracilariopsis* from Japan and adjacent wa-

- ters. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 6(1): 1-66.
- Oliveira, E.C. 1984. Taxonomic criteria in the genus *Gracilaria* Grev. (Rhodophyta): An experience with western Atlantic species. *Hydrobiologia* 116/117: 55-58.
- Oliveira, E.C. y E.M. Plastino. 1984. The life history of some species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from Brazil. *Jap. J. Phycol.* (Sôrui) 32: 203-208.
- Oliveira, E.C., C.J. Bird y J. McLachlan. 1983. The genus *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales) in the western Atlantic. *Gracilaria domingensis*, *G. cervicornis*, and *G. ferox*. *Can. J. Bot.* 61: 2999-3008.
- Ortega, M.M. y J.L. Godínez. 1994. Perspectivas de la ficología en México. *Bol. Soc. Bot. México* 55: 115-122.
- Pacheco-Ruiz, I., y J.A. Zertuche-González. 1996. The commercially valuable seaweeds of the Gulf of California. *Botanica Marina* 39: 201-206.
- Pacheco-Ruiz, I., J.A. Zertuche-González y R. Aguilar-Rosas. 1993. Ecología reproductiva de *Gracilaria pacifica* Abbott (Gracilariales; Rhodophyta), en el estero de Punta Banda, México. *Ciencias Marinas* 19(4): 491-501.
- Papavero, N. y J. Llorente-Bousquets. 1994. Principia Taxonomica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. IV. El Sistema Natural y otros sistemas, reglas, mapas de afinidades y el advenimiento del tiempo en las clasificaciones: Buffon, Adanson, Maupertius, Lamarck y Cuvier. Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Servicios Editoriales de la Facultad de Ciencias. México, D.F. 137 pp.
- Papavero, N. y J. Llorente-Bousquets. 1996a. Principia Taxonomica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. VII. La taxonomía evolutiva. Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Servicios Editoriales de la Facultad de Ciencias. México, D.F. 182 pp.
- Papavero, N. y J. Llorente-Bousquets. 1996b. Principia Taxonomica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. VIII. Los sistemas filogenéticos del siglo XX. Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Servicios Editoriales de la Facultad de Ciencias. México, D.F. 130 pp.
- Papenfuss, G.F. 1950. Review of the genera of algae described by Stackhouse. *Hidrobiologia* 2(3): 181-208.
- Papenfuss, G.F. 1964. Catalogue and bibliography of Antarctic and sub-Antarctic benthic marine algae. *Antarctic Research Series* 1: 1-76.

- Papenfuss, G.F. 1966. Notes on algal nomenclature. V. Various Chlorophyceae and Rhodophyceae. *Phykos* 5: 95-105.
- Pedroche, F.F. y J. González-González. 1981. Lista florística preliminar de las algas marinas de la región sur de la costa de Jalisco, México. *Phycol. lat-amer.* 1: 60-72.
- Plastino, M.E. 1985. As espécies de *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales) da praia Dura, Ubatuba, SP - Aspectos biológicos e fenologia. Tesis de Maestría, Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo. São Paulo. 124 pp.
- Plastino, M.E. 1991. Cultivo *in vitro*. Estudos reproductivos e biosistemática de algas gracilarióides (Rhodophyta, Gracilariales) de talo cilíndrico. Tesis de Doctorado, Instituto de Biociencias, Universidad de São Paulo. São Paulo. 170 pp.
- Plastino, M.E. y E.C. de Oliveira. 1989. Crossing experiments as an aid to the taxonomic recognition of the agarophyte *Gracilaria*. In: E.C. de Oliveira y N. Kautsky (Eds.). *Cultivation of seaweeds in Latin America (Workshop)*. Univ. S. Paulo/Int. Foundation for Science. S. Sebastião. Pp: 127-133.
- Plastino, M.E. y E.C. Oliveira. 1996. Approaches to the identification of terete Brazilian Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 326/327: 145-148.
- Price, I.R. y G.T. Kraft. 1991. Reproductive development and classification of the red algal genus *Ceratodictyon* (Rhodymeniales, Rhodophyta). *Phycologia* 30(1): 106-116.
- Reading, R.P. y C.W. Schneider. 1986. On the male conceptacles of two terete species of *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales) from North Carolina. *Journal of Phycology* 122: 395-398.
- Rice, E.L. y C.J. Bird. 1990. Relationships among geographically distant populations of *Gracilaria verrucosa* (Gracilariales, Rhodophyta) and related species. *Phycologia* 29(4): 501-510.
- Ricker, R.W. 1987. Taxonomy and biogeography of Macquarie Island seaweeds. British Museum (Natural History). London. 344 pp.
- Salcedo-Martínez, S., G. Green, A. Gamboa y P. Gómez. 1988. Inventario de macroalgas y macroinvertebrados bénticos, presentes en áreas rocosas de la región de Zihuatanejo, Guerrero, México. *Anales Instituto Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 15(1): 73-96.
- Sánchez Rodríguez, Ma.E. 1960. Revisión de técnicas histológicas para el estudio de las algas marinas macroscópicas. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 25: 23-38.
- Santelices, B. 1989. Algas marinas de Chile. Distribución, ecología, utilización, diversidad.

Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. 399 pp.

Santelices, B. y M.S. Doty. 1989. A review of *Gracilaria* farming. *Aquaculture* 78(2): 95-133.

Santelices, B., D. Aedo y D. Varela. 1995. Causes and implications of intra-clonal variation in *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology* 7: 283-290.

Santelices, B., J.A. Correa, I. Meneses, D. Aedo y D. Varela. 1996. Sporelings coalescence and intracolonial variation in *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta). *Journal of Phycology* 32:313-322.

Santos, G.A. y M.S. Doty. 1983. Agarose from *Gracilaria cylindrica*. *Botanica Marina* 26: 31-34.

Schmitz, F. 1892. Klasse Rhodophyceae, 2. Unterklasse Floridae. In Engler, A., *Syllabus...* Grosse Ausgabe. Berlin. Pp. 16-23.

Schneider, C.W. 1975. Taxonomic notes on *Gracilaria mammillaris* (Mont.) Howe and *Gracilaria veleroae* Dawson. *Taxon* 24(5/6):643-646.

Schneider, C.W. y R.B. Searles. 1973. North Carolina marine algae. II. New records and observations of the benthic offshore flora. *Phycologia* 12(3-4): 201-211.

Schneider, C.W. y R.B. Searles. 1991. *Seaweeds of the Southeastern United States. Cape Hatteras to Cape Canaveral.* Duke University Press. Durham, London. 553 pp.

Serviere-Zaragoza, E. 1993. Descripción y análisis de la ficoflora del litoral rocoso de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F. 71 pp.

Serviere-Zaragoza, E., J. González-González y D. Rodríguez-Vargas. 1993. Ficoflora de la región de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. In: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (Eds.). *Biodiversidad marina y costera de México.* Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO. Chetumal. 865 pp.

Setchell, W.A. y N.L. Gardner. 1924. New marine algae from the Gulf of California. *Proceedings California Academy Sciences* 12(29): 695-949.

Setchell, W.A. y Gardner, N.L. 1930. Marine algae of the Revillagigedo Island Expedition in 1925. *Proceedings California Academy Sciences, Fourth Series* 19(11): 109-215.

Silva, P.C. 1952. A review of nomenclatural conservation in the algae from the point of view of the type method. *University of California Publications in Botany* 25(4): 241-324.

Silva, P.C., E.G. Meñes y R.L. Moe. 1987. *Catalog of the benthic marine algae of the*

Philippines. Smithsonian Contributions to the Marine Sciences 27: 1-179.

Skottsberg, C. 1941. Communities of marine algae in subantarctic and Antarctic waters. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, Tredje Serien 19(4): 1-92 + 2 plates.

Steenftoft, M., L.M. Irvine y W.F. Farnham. 1995. Two terete species of *Gracilaria* and *Gracilariopsis* (Gracilariales, Rhodophyta) in Britain. *Phycologia* 34: 113-127.

Stoloff, L. y P.C. Silva. 1957. An attempt to determine possible taxonomic significance of the properties of water extractable polysaccharides in red algae. *Economic Botany* 11: 327-330.

Tanaka, T. 1941. The genus *Hypnea* from Japan. Scientific Papers Institute of Algological Research, Fac. of Sci., Hokkaido Imp. Univ. 2(2): 227-250 + 2 plates.

Tarakanova, T.F. 1978. The quantitative distribution of intertidal macrobenthos of the Bering Island (Commandor Islands). In: O.G. Kussakin (Ed.) *The Intertidal Zone of the Bering Sea and South-Eastern Kamchatka*. pp:63-77. USSR Academy of Sciences, Far East Science Center, Institute of Marine Ecology, "NAUK" Moscow. 175 pp. (En ruso).

Taylor, W.R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Expedition to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pacific Expedition 12: 1-528 + 3 Figs & 100 Plates.

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

Vrba, E. 1984. What is species selection?. *Systematic Zoology* 33: 318-328.

Vinogradova, K.L., L.P. Perestenko y N.G.A. Kleshkova. 1978. A list of macrophytes from the intertidal zone of the western coast of the Bering Sea. In: O.G. Kussakin (Ed.) *The Intertidal Zone of the Bering Sea and South-Eastern Kamchatka*. pp:150-155. USSR Academy of Sciences, Far East Science Center, Institute of Marine Ecology, "NAUK" Moscow. 175 pp. (En ruso).

Vuorisalo, T. y J. Tuomi. 1986. Unitary and modular organisms: criteria for ecological division. *Oikos* 47: 382-385.

West, J.A., G.C. Zuccarello, F.F. Pedroche y U. Karsten. 1992. Marine red algae of the mangroves in Pacific México and their polyol content. *Botanica Marina* 35: 567-572.

Whitman, T.G. y C.N. Slobodehikoff. 1981. Evolution by individuals, plant-herbivore interactions, and mosaics of genetic variability: the adaptative significance of somatic mutations in plants. *Oecologia (Berl.)* 49: 287-292.

Woerkerling, Wm.J. 1988. *The Coralline red algae: An analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate Corallinaceae*. British Museum (Natural History) & Oxford University Press. London, Oxford. 268 pp.

Womersley, H.B.S. 1996. The Marine Benthic Flora of Southern Australia. Rhodophyta - Part IIIB, Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaisoniales. Flora of Australia Supplementary Series Number 5, Australian Biological Resources Study, Canberra. 392 pp.

Wynne, J.M. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. Can. J. Bot. 64: 2239-2281.

Wynne, J.M. 1989. The re-instatement of *Hydropuntia* Montagne (Gracilariaceae, Rhodophyta). Taxon 38: 476-479.

Xia Bangmei. 1985. *Gracilaria* from China: key, list and distribution of the species. Tax. Econ. Seaweeds 1: 71-76.

Yamamoto, H. 1975. The relationship between *Gracilariopsis* and *Gracilaria* from Japan. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 26(3): 217-222.

Yamamoto, H. 1978. Systematic and anatomical study of the genus *Gracilaria* in Japan. Men. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 25(2): 97-152.

Yamamoto, H. 1985. *Gracilaria* from Japan: vegetative and reproductive keys and list of the species. Tax. Econ. Seaweeds 1: 77-80.

Yamamoto, H. 1986. *Congracilaria babae* gen. et sp. nov. (Gracilariaceae), an adelphoparasite growing on *Gracilaria salicornia* of Japan. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 37(4): 281-290.

Zhang Junfu (C.F. Chang) y Xia Bangmei. 1984. Some problems in the taxonomy of Chinese species of *Gracilaria* (Rhodophyta). Hydrobiologia 116/117: 59-62.

Zhang Junfu (C.F. Chang) y Xia Bangmei. 1988. On two new *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) from south China. Tax. Econ. Seaweeds 2: 131-136.