

**Guía morfo-anatómica para la
determinación taxonómica de la
Familia Dictyotaceae
distribuida en costas mexicanas del
Golfo de México y Mar Caribe**

Alejandrina Graciela Avila Ortiz
Sergio Díaz Martínez
Lisandro Hernández Anaya

Imágenes
Arturo Ubaldo Fuentes



PAPIME PE207819

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



**Guía morfo-anatómica para la
determinación taxonómica de la
Familia Dictyotaceae
distribuida en costas mexicanas del
Golfo de México y Mar Caribe**

**Alejandrina Graciela Avila Ortiz
Sergio Díaz Martínez
Lisandro Hernández Anaya**

**Imágenes
Arturo Ubaldo Fuentes**



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza



Dr. Vicente Jesús Hernández Abad
Director

Dra. Mirna García Méndez
Secretaria General

Dr. José Luis Alfredo Mora Guevara
Secretario de Desarrollo Académico

CD. Yolanda Lucina Gómez Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo Estudiantil

Mtro. Luis Alberto Huerta López
Secretario Administrativo

Dra. María Susana González Velázquez
Jefa de la División de Planeación Institucional

Dra. Rosalva Rangel Corona
Jefa de la División de Vinculación

Dr. David Nahum Espinosa Organista
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Lic. Carlos Raziel Leaños Castillo
Jefe del Departamento de Diseño Editorial y Comunicación Gráfica

Datos para catalogación bibliográfica

Autores: Alejandrina Graciela Avila Ortiz, Sergio Díaz Martínez y Lisandro Hernández Anaya.

Imágenes: Arturo Ubaldo Fuentes.

Guía morfo-anatómica para la determinación taxonómica de la Familia Dictyotaceae distribuida en costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe.

UNAM, FES Zaragoza, agosto de 2022.

70 pp.

UNAM-DGAPA-PAPIME PE207819 "Las colecciones científicas de algas, hongos y líquenes del Herbario FEZA y su apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje".

Diseño de portada: Carlos Raziel Leaños Castillo.
Formación de interiores: Claudia Ahumada Ballesteros.

Este libro fue dictaminado a través del Comité Editorial de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y se aprobó en agosto de 2022, con número de registro 115-10-2022DPFESZ-A9.

DERECHOS RESERVADOS

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del texto o las ilustraciones de la presente obra bajo cualesquiera formas, electrónicas o mecánicas, incluyendo fotocopiado, almacenamiento en algún sistema de recuperación de información, dispositivo de memoria digital o grabado sin el consentimiento previo y por escrito del editor.

Guía morfo-anatómica para la determinación taxonómica de la Familia Dictyotaceae distribuida en costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe.

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México
Av. Universidad # 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México, C.U.,
Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Av. Guelatao # 66, Col. Ejército de Oriente,
Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09230, Ciudad de México, México.

Contenido

Prólogo	5
Agradecimientos	6
Introducción	7
Familia Dictyotaceae	8
Clasificación de la familia Dictyotaceae	10
Género <i>Canistrocarpus</i> De Paula & De Clerck	16
Género <i>Dictyota</i> J.V.Lamouroux	19
Género <i>Dictyopteris</i> J.V.Lamouroux	29
Género <i>Lobophora</i> J. Agardh	34
Género <i>Padina</i> Adanson	37
Género <i>Spatoglossum</i> Kützing	44
Género <i>Styopodium</i> Kützing	45
Género <i>Zonaria</i> C. Agardh	46
Glosario	47
Referencias	49
Láminas	53





Lista de láminas

Lámina 1. Caracteres vegetativos externos de talos en forma de cinta.	54
Lámina 2. Caracteres vegetativos internos y externos de talos en forma de cinta.	55
Lámina 3. Caracteres reproductivos de talos en forma de cinta.	56
Lámina 4. Caracteres morfológicos de talos en forma de lámina angosta y dividida.	57
Lámina 5. Talos en forma de lámina flabelada o espatulada con crecimiento marginal.	58
Lámina 6. Caracteres internos del género <i>Padina</i> .	59
Lámina 7. Caracteres vegetativos y reproductivos del género <i>Padina</i> .	60
Lámina 8. Caracteres internos de los géneros <i>Lobophora</i> y <i>Styopodium</i> .	61
Lámina 9. Caracteres vegetativos y reproductivos de <i>Canistrocarpus cervicornis</i> , <i>Dictyota bartayresiana</i> y <i>D. caribaea</i> .	62
Lámina 10. Caracteres vegetativos y reproductivos de <i>Dictyota ciliolata</i> y <i>D. crenulata</i> .	63
Lámina 11. Caracteres vegetativos y reproductivos <i>Dictyota dichotoma</i> y <i>D. implexa</i> .	64
Lámina 12. Caracteres vegetativos y reproductivos de <i>Dictyota jamaicensis</i> y <i>D. menstrualis</i> .	65
Lámina 13. Caracteres vegetativos de <i>Dictyota pulchella</i> y <i>Dictyopteris delicatula</i> .	66
Lámina 14. Caracteres vegetativos de <i>Lobophora dispersa</i> y <i>L. variegata</i> .	67
Lámina 15. Caracteres vegetativos y reproductivos <i>Padina antillarum</i> y <i>P. boergesenii</i> .	68
Lámina 16. Caracteres vegetativos y reproductivos de <i>Padina gymnospora</i> y <i>P. haitiensis</i> .	69
Lámina 17. Caracteres vegetativos y reproductivos de <i>Padina sanctae-crucis</i> .	70
Lámina 18. Caracteres vegetativos y reproductivos de <i>Spatoglossum schroederi</i> y <i>Styopodium zonale</i> .	71

Prólogo

La presente guía, es el resultado del trabajo cotidiano en el laboratorio de docencia e investigación del herbario FEZA, el interés de conocer a las algas, y elaborar material de apoyo con el propósito de facilitar la determinación taxonómica de algas marinas en particular la Familia Dictyotaceae del Phylum Ochrophyta, distribuida en la costa Atlántica de México.

Esta guía está dirigida a estudiantes de la Carrera de Biología y áreas afines. Contiene claves taxonómicas a nivel de género y de las especies correspondientes. Se presenta una diagnosis para cada una de las especies, hábitat, material revisado y distribución. Se incluyen láminas con imágenes que ilustran los caracteres vegetativos y reproductivos que se consideran en la determinación taxonómica. Es importante mencionar que la mayoría de las especies contenidas en la presente guía tienen evidencia con datos moleculares, las cuales están marcadas con un asterisco. Los ejemplares de respaldo se mencionan al final de cada diagnosis como material revisado y están depositados en la Colección Ficológica del herbario FEZA, de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.



Agradecimientos

UNAM-DGAPA-PAPIME PE207819 “Las colecciones científicas de algas, hongos y líquenes del Herbario FEZA y su apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje”.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y a la carrera de Biología y por las facilidades para las salidas a campo.

A las alumnas prestadoras de Servicio Social y becarias del proyecto Diana Laura Pérez Reyes y Andrea Merit Ontiveros Loera.



Introducción

Las algas pardas pertenecen a la Clase Phaeophyceae de la División Ochrophyta, comprende organismos eucariotas fotoautótrofos en su mayoría de ambiente marino, la pared celular está constituida de celulosa, ácido algínico, polímeros de ácido gulurónico y manurónico, así como polisacáridos sulfatados. Los alginatos forman una matriz mucilaginoso entre los espacios intercelulares, protegen al talo de la desecación y permiten su flexibilidad (Graham y Wilcox, 2000). Presentan un plasto de origen secundario producto de su historia evolutiva, cada célula presenta uno o varios plastos o feoplastos, contienen clorofila a, clorofila c_1 y c_2 , β caroteno y xantofilas entre ellas, la fucoxantina es la responsable del color “pardo”. Material de reserva laminarina. El nivel de organización más sencillo es filamentosos ramificados, pseudoparenquimatoso y parenquimatoso. El crecimiento es por medio de un “meristemo algal” constituido de una, dos o varias células apicales o marginales. En las Laminariales existe un “meristoderma” del que se diferencia un tejido análogo al *cambium* en las plantas terrestres. Las gametas y esporas son las únicas células con flagelos de tipo heterocontos. La reproducción asexual es por esporas, vegetativa por fragmentación del talo como *Sargassum* y propágulos en *Sphacelaria*. En algunos grupos la reproducción sexual es isógama pero en su mayoría es oógama, es común la partenogénesis, los ciclos de vida son bifásicos o alternancia de generaciones en el que alternan un esporofito en la fase diploide y un gametofito en la haploide, de igual o diferente forma.

Actualmente se proponen cuatro subclases y 20 órdenes (Guiry & Guiry, 2020) entre ellos el Orden Dictyotales con la Familia Dictyotaceae.





Familia Dictyotaceae

Las especies de esta familia presentan talos flabelados o en forma de abanico, otros son cintas ramificadas, diferenciado en disco de fijación, estípite y lámina (Láminas 1–5), la estructura interna es un parénquima con dos o más capas de células (Láminas 2–8) en el que se distingue la médula y la corteza. El crecimiento es apical o por un meristemo marginal (Van den Hoek, 1995) (Láminas 1,5). Presentan ciclos de vida diplohaplontico o bifásico, isomórfico. El talo gametofito es haploide y de vida libre. De las células corticales se diferencian los gametangios femeninos u oogonios, y los masculinos o anteridios, los cuales se agrupan en soros dispuestos en bandas o parches en una o en ambas superficies del talo (ver ejemplos en Láminas 3,6,7).

Por lo general se presentan en talos separados o dioicos, es decir, talo gametofito femenino y talo gametofito masculino. El talo esporofito es diploide. De las células corticales se diferencian los esporangios en donde sucede la meiosis y da lugar a cuatro esporas haploides. Los esporangios pueden estar solitarios o agrupados en soros en una o ambas superficies del talo. El ciclo es isomórfico (Fig. 1), tanto el talo esporofito como el gametofito son de igual forma. También es oogámico debido a que las gametas son de diferente forma y tamaño, la oosfera es inmóvil y el anterozoide es uniflagelado (Lee, 1998; Graham & Wilcox, 2000). La familia Dictyotaceae comprende aproximadamente 320 especies (Guiry y Guiry, 2020), de las cuales cerca de 32 especies han sido registradas para la costa Atlántica de México (Dreckman, 1998; Ortega *et al.*, 2001; Lozano-Orozco, 2016; Díaz-Martínez *et al.*, 2016; Pedroche y Sentíes, 2020) aunque el número total sigue siendo incierto.

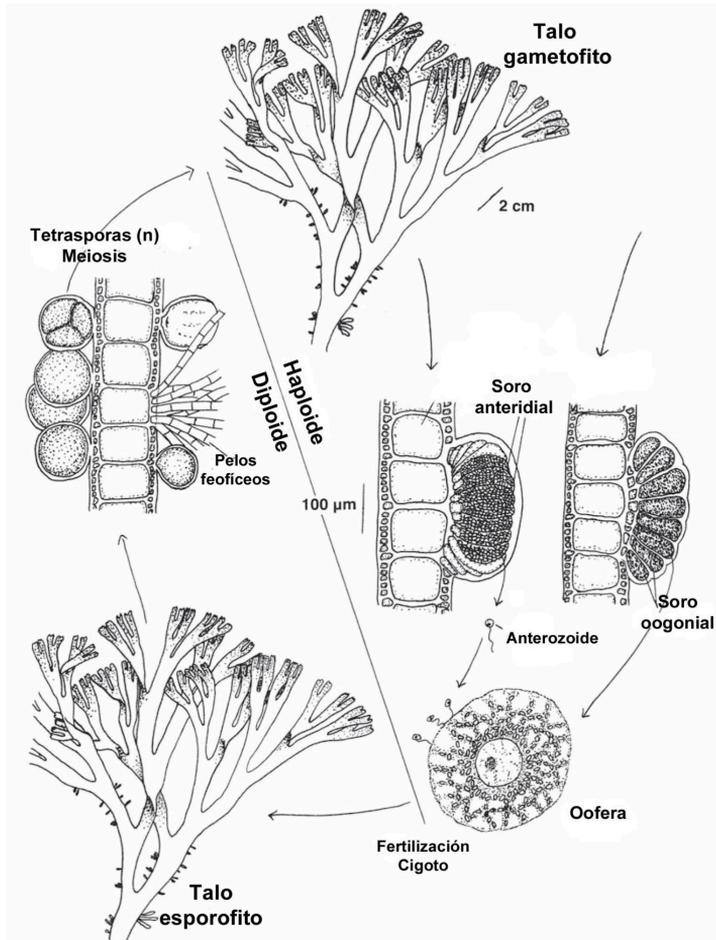


Fig. 1 Ciclo de vida de *Dictyota*. Tomado y modificado de Lee, 1998.

La familia Dictyotaceae se subdivide en la Tribu Dictyoteae que presentan crecimiento apical, comprende seis géneros y la Tribu Zonarieae que se caracteriza por su crecimiento marginal y comprende 20. En la presente guía se consideran 25 especies de nueve géneros registrados en las costas del Atlántico mexicano. La siguiente clasificación sigue el esquema propuesto en AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2020).



Imperio Eucariota Chatton, 1925

Reino Chromista Cavalier-Smith, 1981

Phylum Ochrophyta Cavalier-Smith in Cavalier-Smith & E.E.Chao, 1996

Clase Phaeophyceae Kjellman , 1891

Subclase Dictyotophycidae Silberfeld, F.Rousseau & Reviere, 2014

Orden Dictyotales Bory, 1828

Familia Dictyotaceae J.V.Lamouroux ex Dumortier, 1822

Tribu Dictyoteae Greville, 1833

Género *Canistrocarpus* De Paula & De Clerck, 2006

Dictyota J.V.Lamouroux, 1809

Tribu Zonarieae O.C.Schmidt, 1938

Género *Dictyopteris* J.V.Lamouroux, 1809,

Lobophora J.Agardh, 1894

Padina Adanson, 1763

Spatoglossum Kützing, 1843

Stypodium Kützing, 1843

Zonaria C. Agardh, 1817

Las especies marcadas con “*” han sido recuperadas con diversos análisis moleculares por medio de uno o varios marcadores genéticos (*COI*, *cox3*, *psbA* y *rbcL*).

Caracteres morfológicos y anatómicos para la revisión y determinación taxonómica de taxones de la familia Dictyotaceae

La revisión de géneros y especies de la familia Dictyotaceae requiere la observación de estructuras morfológicas externas y caracteres anatómicos. Es recomendable que algunos de ellos sean observados en los especímenes al momento de la recolección en campo ya que pueden ser modificados por la preservación. Para reconocer los caracteres anatómicos es necesario hacer cortes en plano transversal y longitudinal del talo. A continuación se describen los de mayor relevancia.

Caracteres vegetativos de talos en forma de cinta y láminas angostas (*Canistrocarpus*, *Dictyopteris*, *Dictyota*, *Spatoglossum*)

Lámina 1, Lámina 2, Lámina 4

Hábito: Los talos de las especies de los géneros *Canistrocarpus*, *Dictyopteris* y *Dictyota* generalmente son erectos y solitarios. Sin embargo, en ciertas especies los talos tienden a ser decumbentes o procumbentes, algunos talos tienen consistencia firme o coriácea otros son flexibles y forman densas matas que se desprenden fácilmente por acción del oleaje.

Talos espiralados: En especies del género *Dictyota* los talos pueden presentar cierta tendencia a enrollarse sobre su propio eje, de tal manera que muestran “torsión” ligera o fuerte, suele presentarse en las ramas o en todo el talo. Es importante observar este carácter mientras el ejemplar está en su medio, ya prensado se dificulta reconocerlo.

Ápice de las ramas: Éste puede ser redondeado o agudo, está determinado por el número y tamaño de las células apicales, generalmente es una originando un ápice agudo, pero puede dividirse y mantenerse dos o más células al mismo tiempo lo que resulta un ápice redondeado.

Presencia o ausencia de iridiscencia: Este carácter sólo se puede observar cuando el ejemplar está vivo dentro del agua. Es común en especies del género *Dictyota*, es la propiedad de reflejar diversas tonalidades cromáticas de luz, los colores varían de tonalidades tornasol de azul, amarillas, manchas blancas o combinadas con tonos de café. La iridiscencia puede presentarse en todo el talo, en las bifurcaciones, en los ápices de las ramas, a lo largo de las ramas.



Longitud de las últimas ramas: Pueden ser iguales casi paralelas o desiguales.

Ángulos de las ramas: Pueden ser agudos u obtusos. Es recomendable observarlos ya que varían a lo largo del talo.

Grado de ramificación: Se refiere a los diferentes grados en que se ramifica el talo, este carácter varía de uno o más de cuatro grados de ramificación, principalmente en talos de especies del género *Dictyota*.

Tipo de ramificación: Esta puede ser dicotómica, subdicotómica, simpodial a irregular.

Ancho de las ramas o segmentos: Se recomienda medir en tres zonas del talo, en las últimas ramas, en las ramas medias y en las bifurcaciones, debido a que las medidas varían de acuerdo a la madurez del talo y la especie. Sin embargo, en algunas especies la medida se mantiene constante desde la base hacia el ápice. En otras, el ancho del talo es mayor en las ramas basales y en las bifurcaciones, de tal manera que se angosta gradual o abruptamente hacia el ápice.

Margen: El margen del talo puede ser entero, dentado o erosivo. Observar si es constante o varía a lo largo del talo.

Médula: Generalmente es uniestratificada en *Dictyota* pero puede aumentar el número de células en la parte media del talo o hacia el margen. En *Dictyopteris* la médula es multiestratificada. Es necesario hacer cortes en plano transversal en tres zonas del talo; las últimas ramas, en las ramas medias y en las bifurcaciones, debido a que el número y forma de las células medulares tienden a variar. Se recomienda utilizar material fresco para evitar variación provocada por el proceso de rehidratación en ejemplares de herbario.

Proliferaciones: Son pequeñas excrescencias que se localizan en el margen o sobre la superficie de todo el talo, derivan de las células corticales, están presentes en algunas especies de *Dictyota*.

Textura: Suave, áspera, coriáceas, membranosa.

Pelos feofíceos: Filamentos que crecen en la superficie del talo, generalmente asociados a estructuras reproductoras o en manchones de manera dispersa.

Línea media: En *Dictyopteris* se aprecia una línea media, este carácter lo distingue de otros géneros.

Germinados: Se refiere a las esporas o quizá oogonios que germinan en “*in situ*”, se llegan a confundir con proliferaciones.



Caracteres reproductivos de talos en forma de cinta y láminas angostas (*Canistrocarpus*, *Dictyopteris*, *Dictyota*, *Spatoglossum*)

Lámina 3

Los **esporangios** pueden estar solitarios o en soros dispersos en una o ambas superficies del talo. En *Canistrocarpus* los esporangios están provistos de un involucro. Es recomendable realizar el corte en la zona media del talo para asegurar que estén maduros y apreciar las líneas de división como resultado de la meiosis.

Los **oogonios** generalmente forman soros dispersos en una o ambas superficies del talo.

Los **anteridios** forman soros, en *Dictyota* cuando están inmaduros los cubre un delgado indusio que semeja una burbuja, o un cráter cuando se han liberado los anterozoides quedando restos de las paráfisis.

Caracteres vegetativos de talos en forma de abanico (*Padina*, *Lobophora*, *Styopodium*)

Lámina 5, Lámina 6, Lámina 7, Lámina 8

Hábito: En los talos de *Padina* y *Lobophora* están diferenciados en lámina, estípite y disco basal, generalmente son erectos, también tienden a ser decumbentes o procumbentes.

Lámina entera: Cuando no se presentan divisiones, la lámina se extiende en forma de abanico como en *Padina* y *Lobophora*.

Lámina dividida: En especies del género *Padina* la lámina tiende a dividirse en segmentos de diferente anchura en ocasiones muy angostas parecidas a tiras.

Lámina lobada: Se refiere a la lámina dividida en lobos o lóbulos, más o menos redondeados, no profundos característica de especies del género *Lobophora*.

Margen circinado: o arrollado del ápice hacia la base, este carácter distingue al género *Padina*.

Capas de células medulares: En talos de especies del género *Padina*, se recomienda hacer cortes del talo en tres zonas: margen, media y basal en plano transversal y longitudinal ya que el número de capas celulares varía conforme madura el talo y la especie. El *Lobophora* la capa medular es generalmente uniestratificada.



Células corticales: es la capa externa del talo generalmente es uniestratificada. En talos distromáticos de *Padina*, las medidas de las células de las dos capas pueden permanecer semejantes o variar en una de las dos capas interna o externa.

Células subcorticales: se localizan por debajo de las células corticales y por encima de las medulares, es característica de *Lobophora*.

Pelos feofíceos: Se localizan en bandas concéntricas en una o ambas superficies de la lámina, asociados con soros esporangiales o gametangiales. Se pueden observar en cortes longitudinales preferentemente cerca de los soros. También están presentes sobre el margen.

Caracteres reproductivos de talos en forma de abanico (*Padina*, *Lobophora*, *Stypopodium*)

Lámina 7

Soros esporangiales: Es la agrupación de esporangios los cuales se disponen en bandas concéntricas asociados o alternando con pelos feofíceos, también en manchones dispersos en una o ambas superficies de la lámina. En ocasiones pueden estar cubiertos por una membrana o indusio, visible persistente o evanescente. Los esporangios tienen pared gruesa y al madurar puede observarse las líneas de división resultado de la meiosis.

Soros oogoniales: Se disponen de la misma manera que los esporangiales, los oogonios se distinguen por su pared delgada.

Soros anteridiales: Siempre cubiertos por un indusio, se disponen en manchones dispersos en una o ambas superficies de la lámina.



Clave para el reconocimiento de los principales géneros de la familia Dictyotaceae distribuidas en el Atlántico mexicano

- 1a Talo en forma de cinta con crecimiento por una (o dos) células apicales _____ 2
- 2a Segmentos 10 mm de ancho, esporangio con involucre _____ *Canistrocarpus*
- 2b Segmentos 1 – 5 mm, esporangio sin involucre _____ *Dictyota*
- 1b Talo en forma de lámina o cinta con crecimiento marginal _____ 3
- 3a Lámina o cintas angostas y divididas _____ 4
- 4a Talos laminares o acintados con ramificación dicotómica o subdicotómica, con presencia de línea media conspicua _____ *Dictyopteris*
- 4b Ramificación irregular, talo sin línea media _____ *Spatoglossum*
- 3b Lámina flabeliforme o espatuliforme _____ 5
- 5a Talo espatuliforme, talo erecto con zonación _____ *Styopodium*
- 5b Talo flabeliforme _____ 6
- 6a Talo con meristemo marginal, margen enrollado _____ *Padina*
- 6b Talo con meristemo marginal, margen sin enrollamiento _____ 7
- 7a Talo con líneas de zonación bien definidas _____ *Zonaria*
- 7b Talo lobulado sin líneas de zonación definidas _____ *Lobophora*



Subclase Dictyotophycidae

Orden Dictyotales

Familia Dictyotaceae

Tribu Dictyoteae

Canistrocarpus

Lámina 9

Talo plano, en forma de cinta, erecto o postrado, decumbente, con márgenes lisos, adherido por rizoides basales o por rizoides marginales dispersos a lo largo del talo, ramificación dicotómica-desigual o alterna, o cervicorne, o recurvada. Ápices redondeados o agudos. Pelos y proliferaciones superficiales presentes. Corteza y médula uniestratificada. Esporangios aislados o agrupados en soros, con un pedicelo de una sola célula y rodeado por un involucre de células estériles. Anteridios soportados por un pedicelo unicelular, en soros rodeados por paráfisis multicelulares pigmentadas; oogonios suspendidos por un pedicelo unicelular agrupados en soros (De Clerck *et al.*, 2006). La presencia del involucre lo diferencia del género *Dictyota*.

- 1a Talo erecto, segmentos angostos hasta 10 mm de ancho _____ *C. cervicornis*
1b Talo postrado decumbente segmentos anchos hasta 21 mm de ancho ____ *C. crispatus*

*Canistrocarpus cervicornis** (Kützing) De Paula & De Clerck

Lámina 9. Figuras a y b

Talo de hasta 20 cm de longitud, erecto o postrado; pardo a verde olivo, ramificación cervicorne, dicotómica o subdicotómica. Segmentos de 0.6 – 10 mm y de 0.8 – 12 mm de ancho en las bifurcaciones. Ápices agudos o redondeados, células apicales una o dos. Médula uniestratificada de 52.8 – 134.4 μm de grosor, esporangios distribuidos en una o ambas superficies del talo, de 64.8 – 146.4 μm de diámetro, rodeados por un involucro de células estériles. Oogonios distribuidos en una cara del talo agrupados en soros, de 105.6 – 140 μm de diámetro.

El análisis de secuencias de ADN recupera a esta especie y se separa del género *Dictyota*. En listados previos había sido registrada como *Dictyota cervicornis* Kützing

Hábitat: Sustrato rocoso, oleaje moderado, asociado con especies de *Dictyota* y *Caulerpa*.

Material revisado: México. TAM. Punta Piedra (FEZA 3758 veg., 3762 esp., 3763 esp., 3764 esp., 3765 esp., 3766 esp., 3768 esp., 3771 veg.) El Tordo (FEZA 3779 esp., 3780 ♀, 3891♀) VER. Monte Pío (FEZA 4099 esp., 4107 ♀, 4103 esp., 4105 veg., 4106 ♀); Punta Puntilla (FEZA 4136 ♀, 4137♀, 4139♀, 4141 veg., 4142♀, 4146♀).

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Quintana Roo, Tamaulipas (Hernández-Anaya, 2019), Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Canistrocarpus crispatus (J.V.Lamouroux) De Paula & De Clerck

Talo de hasta 7.5 cm de longitud, erecto o postrado; pardo a verde olivo, ramificación cervicorne, dicotómica o subdicotómica. Segmentos hacia el ápice de 0.75 – 1.5 mm de ancho, hacia la base 1.5 – 2.1 mm y en las bifurcaciones 2.5 – 3.8 (4.2) mm de ancho. Hacia el ápice ángulos agudos de 30° – 45° (58°), en la zona media de 46° – 60° (90°) y hacia la base ángulos obtusos de 66° – 68° (77°), hasta cinco grados de ramificación, ápices agudos a redondeados una célula apical. Médula uniestratificada a lo largo del talo, grosor del talo en la zona media 144 – 170 μm , en la base 235 – 274 μm , células medulares de la zona media 146 – 156 (180) μm de longitud por 84 – 96 (120) μm de ancho, células de la zona basal 153 – 182 μm de longitud por 91 – 122 (160) μm de ancho. Oogonios de 122-144 μm de diámetro, solitarios, dispersos, opuestos sobre ambas superficies del talo. Esporangios no observados.

Hábitat: Sustrato rocoso, oleaje fuerte a moderado, exposición indirecta.

Material revisado: México. VER. Monte Pío (FEZA 5477).

Distribución: Veracruz, Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Dictyota

Láminas 9–13

Talos en forma de cinta, espiralado o no espiralado, con ramificación dicotómica, subdicotómica a irregular, hasta cuatro grados de ramificación (ver glosario). Crecimiento apical de una célula, a veces dos células visibles. Margen entero, dentado o eroso. Hábito erecto o postrado, solitarios o formando matas o tapetes. Con ápices obtusos o agudos, de igual o diferente longitud. Segmentos de 0.1 – 1.0 cm, con o sin iridiscencia, médula y corteza generalmente uniestratificada. Esporangios solitarios o agrupados en soros en una o ambas superficies del talo. Anteridios asociados con paráfisis. Oogonios agrupados en soros en una o ambas superficies.

- 1a Talo con margen entero _____ 2
- 2a Segmentos menos de 1 mm de ancho _____ *D. implexa*
- 2b Segmentos más de 1 mm de ancho _____ 3
- 3a Segmentos de 1 a 2 mm de ancho, ramificación con ángulos obtusos _____ *D. caribaea*
- 3b Segmentos más de 2 mm de ancho _____
4
- 4a Segmentos de 2 a 4 mm de ancho, ramificación con ángulos agudos _____ 5
- 4b Segmentos de 2 a 5 mm de ancho, ramificación con ángulos generalmente obtusos _____
_____ *D. bartayresiana*
- 4c Segmentos de 4 – 5 mm de ancho, ramificación con ángulos agudos _____ *D. menstrualis*
- 5a Ápices agudos _____ *D. pulchella*
- 5b Ápices redondeados _____ *D. dichotoma*
- 1b Talo con margen dentado _____ 6
- 6a Margen dentado hacia el ápice, segmentos de 2 mm de ancho, ápice redondeado, proliferaciones en el margen _____ *D. crenulata*
- 6b Margen dentado a todo lo largo del talo , segmentos de más de 2 mm de ancho _____ 7
- 7a Dientes aculeados, curvados hacia el ápice, ápice redondeado, últimas ramas en ángulos obtusos _____ *D. ciliolata*
- 7b Dientes agudos, margen eroso, ramas de 2 a 3 mm de ancho, últimas ramas ángulos agudos _____ *D. jamaicensis*



*Dictyota bartayresiana** J.V.Lamouroux

Lámina 9. Figuras c y d

Talo en forma de cinta 4 cm de longitud, erecto, café claro, ramificación dicotómica, segmentos de 2 – 4 mm de ancho en todo el talo, ángulos apicales de 90°, ángulos basales 40°, ápices redondeados, margen entero, médula uniestratificada, zona apical 127.4 μm , en la zona media 52.8 μm de grosor, células medulares de la zona apical 98 μm de largo por 117.6 μm de ancho, células de la zona media 31.2 μm de largo por 50.4 μm de ancho. Talo vegetativo.

Nota: Esta especie se recupera con evidencia molecular.

Hábitat: Arenoso, protegido, oleaje moderado, especie asociada a *Caulerpa* sp., *Udotea* sp.

Material revisado: México. Q. R: Akumal (FEZA 4036).

Distribución: Campeche (Dreckmann, 1998), Quintana Roo, Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



*Dictyota caribaea** Hörnig & Schnetter

Lámina 9. Figuras e y f

Talo en forma de cinta, erecto, 6 – 7 cm de longitud, café claro, ramificación dicotómica, segmentos de 1 – 2 mm de ancho, en la bifurcación 3mm, últimas ramas 2 mm de ancho. Ápices redondeados y margen entero. Hacia el ápice ángulos agudos de 30° – 40°, en la zona media de 60° – 70° y hacia la base ángulos obtusos de 110° – 120°. Hasta cuatro grados de ramificación. Grosor del talo en la zona media de 148 – 225 µm y 176.4 – 215 µm en la zona basal. Médula uniestratificada a todo lo largo del talo, células medulares 68 – 127 µm de longitud, 68 – 147 µm de ancho en la zona media, 124.8 – 245 µm de longitud, 78 – 117 µm de ancho hacia la base del talo. Esporangios 60 µm de diámetro. Esporangios 67 – 79 (100) µm de diámetro solitarios distribuidos en ambas caras.

Nota. Esta especie se recupera con evidencia molecular, se confirma este registro para el Caribe mexicano.

Hábitat: Sustrato arenoso, submareal, oleaje moderado.

Material revisado: México. Q. R.: Puerto Morelos (FEZA 4019).

Distribución: Quintana Roo, Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



*Dictyota ciliolata** Sonder ex Kützing

Lámina 10. Figuras a – c

Talo en forma de cinta, erecto hasta 14 cm de longitud, café oscuro, ramificación dicotómica o subdicotómica, segmentos de 3 – 4 mm de ancho, en la bifurcación de 5 – 6 (8) mm de ancho, últimas ramas 1 mm de ancho misma longitud, ángulos agudos de 30° – 55° (60°) hacia el ápice, ángulos en la zona media 35° – 40° (50°), ángulos de la zona basal de 70° – 120°, hasta seis grados de ramificación, ápices redondeados, una célula apical, margen con dientes en forma de aguijón. Médula generalmente uniestratificada a lo largo del talo, grosor del talo en la zona del ápice 117 µm, zona media 117 – 137 (157) µm y base 117 – 144 µm, células medulares de la zona media 122 – 166 µm de longitud por 77 – 96 (170) µm de ancho, células de la zona basal 108 – 134 (200) µm de longitud por 108 – 132 (245) µm de ancho. Soros anteridiales opuestos en ambas superficies del talo de 303 – 343 µm de longitud, anteridios 48 – 78 (91) µm de alto por 19.2 – 21.6 µm de diámetro. Oogonios de 117 – 132 µm de diámetro, solitarios, dispersos, opuestos sobre ambas superficies del talo. Esporangios no observados.

Nota: Especie recuperada con evidencia molecular

Hábitat: Sustrato rocoso, oleaje moderado, asociado a *Padina gymnospora* y *P. boergesenii*.

Material revisado: México. VER: Penacho de Indio (FEZA 3815♂, 3817♀, 3824♀, 3826♀); Villa Rica (FEZA 3915); Punta Puntilla (FEZA 4138).

Distribución: Campeche (Dreckmann, 1998), Quintana Roo, Tamaulipas (Dreckmann, 1998), Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Yucatán (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001; Mateo-Cid *et al.*, 2019).



*Dictyota crenulata** J.Agardh

Lámina 10. Figuras d – f

Talo en forma de cinta, erecto hasta 6 cm de longitud, color café oscuro en la base y verde olivo hacia el ápice, iridiscente, espiralado, ramificación irregular. Segmentos de 1 – 2 mm constante, base de las dicotomías 1.5 – 5 mm, ápices redondeados, 1 – 2 células apicales, hasta seis grados de ramificación, últimos segmentos de la misma longitud, proliferaciones en el margen, médula uniestratificada en todo el talo, hacia el ápice 84 μm de grosor, en la zona media 124.8 – 132 μm y en la base 120 – 148.8 μm . Células medulares del ápice 48 μm de longitud por 52,8 μm de ancho, las de la zona media 60 – 72 μm de longitud por 50.4 – 72 μm de ancho y las de la base 64 – 81 (108) μm de longitud por 72 – 84 μm de ancho. Esporangios 31 – 38 μm de diámetro, Oogonios 60 – 100 μm de diámetro, presencia de paráfisis en los soros anteridiales.

Notas: Los ejemplares revisados son similares a *D. crenulata* y la especie ha sido reportada en otros listados (ver. Mendoza-González *et al.*, 2017; Mateo-Cid *et al.*, 2019). Secuencias de ADN del gen *rbcL* obtenidas de los ejemplares FEZA: 4101 y 4102 muestran similitud con un ejemplar de *D. crenulata* de Islas Canarias (registro en GenBank JQ061121). Sin embargo, estas secuencias difieren de otras provenientes del Pacífico, región tipo de esta especie. Futuros análisis con otros marcadores ayudarán a la confirmación taxonómica de la especie.

Hábitat: Sustrato rocoso, oleaje moderado, asociado a *Canistrocarpus cervicornis*.

Material revisado: México. VER: Monte Pío (FEZA: 4101♀, 4102♀, 4108♀).

Distribución: Campeche, Quintana Roo (Mateo-Cid *et al.*, 2019), Tabasco (Mendoza-González *et al.*, 2017), Veracruz, Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Dictyota dichotoma (Hudson) J.V.Lamouroux

Lámina 11. Figuras a – c

Talo en forma de cinta hasta 9 cm de longitud, erecto, no espiralada, café claro, ramificación dicotómica, segmentos de 1.6 – 3.1 mm de ancho en la zona media, en la zona basal de 1.5 – 2 mm, en las bifurcaciones de 5.1 – 6.2 mm de ancho, hasta cuatro grados de ramificación, margen entero, proliferaciones sólo en la base, ápice redondeado, dos células apicales, ángulos agudos de 20° – 25° hacia el ápice, ángulos en la zona media 30° – 50°, ángulos de la zona basal de 40° – 50° (90)°, médula uniestratificada a lo largo del talo, zona media de 107 – 132 µm de grosor, zona basal 205 – 274 µm de grosor, células medulares de la zona media 68 – 88 µm de longitud por 49 – 98 µm de ancho, de la zona basal 117 – 166 µm de longitud y 58 – 156 (245) µm de ancho. Oogonios 96 µm de diámetro, dispuestos en ambas superficies del talo. Esporangios 132 – 144 µm de diámetro distribuidos en ambas caras

Hábitat: Sustrato rocoso, oleaje leve a moderado.

Material revisado: México. VER: Penacho del Indio (FEZA 3822); Villa Rica (FEZA 3913). CAM. Puerto Real (FEZA 4201).

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Tamaulipas (Dreckmann, 1998), Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Quintana Roo, Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Dictyota implexa (Desfontaines) J.V.Lamouroux

Lámina 11. Figuras d – f

Talo en forma de cinta hasta 8 cm de longitud, erecto, muy espiralada, formando tapetes, café oscuro, ramificación pseudodicotómica, segmentos de 0.6 – 1.9 mm de ancho en todo el talo, en las bifurcaciones de 1.25 – 2 mm de ancho, ángulos apicales de 55° – 90°, en la zona media de 40° – 50°, ángulos basales 40° – 60° (75)°, ápices redondeados, 1 – 2 células apicales, margen entero, médula uniestratificada, zona media 107 – 137 μm de grosor, zona basal 235 – 294 μm , células medulares de la zona media 49 – 58 μm de longitud por 58 – 78 μm de ancho, en la zona basal 225 – 245 μm de longitud y 107 – 137 μm de ancho. Oogonios 132 μm de diámetro.

Hábitat: Sustrato arenoso y rocoso, forma matas que fácilmente se desprenden, oleaje moderado, asociada a *Dictyota bartayresiana*.

Material revisado: México. VER: Balzapote (FEZA 3924, 4417, 3929). Q. R: Punta Esmeralda (FEZA 4301); Mahahual (FEZA 4078).

Distribución: Campeche, Quintana Roo, Veracruz, Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



*Dictyota jamaicensis** W.R.Taylor

Lámina 12. Figuras a – c

Talo en forma de cinta, 3 – 14 cm de longitud, erecto, verde oliva ramificación irregular, segmentos angostos hacia la base de 1 – 1.5 (5) mm de ancho, ensanchando hacia el ápice 3.5 – 6 mm de ancho, base de las dicotomías 2 – 5 mm de ancho, ápices redondeados y paralelos, una célula apical, ángulos agudos de 10° – 30° hacia el ápice, ángulos en la zona media 30° – 40°, ángulos de la zona basal de 20° – 35°, margen con dientes pequeños, proliferaciones sobre la superficie del talo, médula uniestratificada, zona media de 127 – 147 μm de grosor, zona basal 117 – 147 μm de grosor, células medulares de la zona media 68 – 117 μm de longitud por 79.2 – 98 (147) μm de ancho, de la zona basal 68 – 98 μm de longitud y 68 – 78 (176) μm de ancho. Esporangios 72 μm de diámetro. Oogonios 156 μm de diámetro, paráfisis presentes en soros anteridiales en ambas superficies.

Hábitat: Sustrato arenoso, protegido, oleaje moderado, asociado a *Udotea* sp. *Penicillus* sp. y *Halimeda* sp.

Material revisado: México. Q. R: Punta Esmeralda (FEZA 4035).

Distribución: Campeche, Quintana Roo, Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Yucatán.



Dictyota menstrualis (Hoyt) Schnetter, Hörning & Weber-Peukert

Lámina 12. Figuras d – f

Talo en forma de cinta hasta 10.5 cm de longitud, erecto, no espiralada, café claro a verde olivo, ramificación irregular, segmentos hacia el ápice de 2 – 3.5 mm de ancho, hacia la base 1.5 – 2 mm de ancho, en las bifurcaciones de 6 – 10 mm de ancho, hasta cuatro grados de ramificación, margen entero excepto en el interior de las bifurcaciones crenulado o dentado, ápice redondeado, dos células apicales, ángulos apicales de 25° – 35°, en la zona media de 25° – 30°, ángulos basales 50° – 60°, médula uniestratificada, zona media del talo 120 – 132 μm de grosor, zona basal 132 – 151 μm , células medulares de la zona media 72 – 93 μm de longitud por 76 – 112 μm de ancho, en la zona basal 81 – 86 μm de longitud y 79 – 110 μm de ancho. Oogonios 67 μm de diámetro, dispuestos en ambas superficies, soros anteridiales en ambas superficies 597 μm de longitud con paráfisis.

Hábitat: Sustrato rocoso y arenoso, oleaje leve a moderado.

Material revisado: México. VER: Balzapote (FEZA 4084) Punta Puntilla (FEZA 5352, 5355) Q. R. Puerto Morelos (FEZA 4031)

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Dictyota pulchella Hörning & Schnetter

Lámina 13. Figuras a – c

Talo en forma de cinta, erecto hasta 9 cm de longitud, café oscuro, ramificación dicotómica o subdicotómica, segmentos hacia el ápice de 0.6 – 0.8 mm de ancho, las de la base 2 – 3 mm de ancho, en la bifurcación de 3 – 4 mm de ancho, ángulos agudos de 50° – 54° (65°) hacia el ápice, ángulos en la zona media 50° – 74° (90°), ángulos de la zona basal de 120° – 140°, hasta seis grados de ramificación, ápices agudos, dos células apicales, margen entero con pocas proliferaciones hacia la base. Médula generalmente uniestratificada a lo largo del talo, grosor del talo en la zona media 136 – 144 μm y base 235 – 254 μm , células medulares de la zona media 103 – 112 μm de longitud por 62 – 81 (112) μm de ancho, células de la zona basal 184 – 200 μm de longitud por 115 – 177 μm de ancho. Esporangios 98 μm de diámetro.

Hábitat: Sustrato arenoso y rocoso, forma tapetes.

Material revisado: México. CAM: Puerto Real (FEZA 3986) Sabancuy (FEZA 4017) Q. R. Punta Esmeralda (FEZA 4301, 4303).

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Subclase Dictyotophycidae

Orden Dictyotales

Familia Dictyotaceae

Tribu Zonarieae

Dictyopteris

Lámina 4. Figura a – d. Lámina 13. Figuras d – f

Talo en forma de cinta se diferencia de otros géneros por la presencia de una línea media que semeja una nervadura central a lo largo del talo o sólo hacia las últimas ramas. Para la costa Atlántica de México han sido registradas seis especies en Tamaulipas, Veracruz, Campeche Yucatán y Quintana Roo.

- 1a Talo erecto o decumbente, solo con venación dicotómica, márgenes ensanchados y siempre de múltiples capas celulares, con 3 – 5 capas de células _____ 2
- 1b Talos siempre erectos, con venación dicotómica o pinnada, márgenes nunca ensanchados, monostromáticos o hasta de cuatro capas de células _____ 3
- 2a Talos erecto o reptante, ramificación dicotómica o irregular, de 1.5 – 7.5 cm de alto, oogonios embebidos en el talo, sin estipe evidente _____ *D. delicatula*
- 2b Talos siempre erecto; ramificado dicotómicamente una a tres veces, de 10 – 30 cm de alto, segmentos 10 – 35 mm ancho, oogonios libres sobre el talo, estipe 1 – 3 cm longitud _____ *D. jolyana*
- 3a Márgenes con dos capas de células o monostromáticos, ramificación dicotómica o alterna, con o sin venación lateral o pinnada _____ 4
- 3b Márgenes con tres capas de células, lámina de cuatro capas celulares a todo lo largo, nervadura con ocho o diez capas ramificación dicotómica y sólo venación dicotómica _____ *D. justii*
- 4a Láminas con dos capas de células a todo lo largo, excepto cerca de la nervadura, con venación lateral; ramificación alterna _____ *D. plagiogramma*
- 4b Láminas de dos a cuatro capas de células, excepto nervadura y márgenes, con o sin venación pinnada, ramificación dicotómica _____ 5
- 5a Ramificación dicotómica irregular, con venación dicotómica y pinnada, márgenes enteros de dos o una capa de células _____ *D. polypodioides*
- 5b Ramificación subdicotómica irregular, sólo con venación dicotómica, márgenes dentados monostromáticos, láminas con dos capas de células soros dispuestos a ambos lados de la nervadura _____ *D. jamaicensis*

Nota: Clave adaptada de Mendoza-González y Mateo-Cid (2005).



*Dictyopteris delicatula** J.V.Lamouroux

Lámina 4. Figura a, b, c y d. Lámina 13. Figuras d, e, y f

Talo decumbente de 1.5 – 5 cm de alto, ramificación dicotómica. Segmentos de 1 – 3 mm de ancho y hasta 4 mm en la bifurcación. Ápices redondeados. De 2 capas de células, 88 – 98 μm de grosor excepto hacia el margen, aumenta de 4 – 6 capas celulares, 112 – 120 μm de grueso, en la vena media hasta 10 capas de células con 176 – 196 μm de grosor. Los márgenes aparentan tener nervadura marginal. Oogonios embebidos en el talo y dispersos irregularmente de 60 μm de diámetro. Anteridios en soros irregulares a ambos lados de la nervadura (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).

Hábitat: Sustrato rocoso, semiprotegido a expuesto, asociado a *Dictyota* sp. y *Sargassum buxifolium*.

Material revisado: México. VER: Punta Delgada (FEZA 4159, 4160, 4161); Boca Andrea (FEZA 4174); Villa Rica (FEZA 4191).

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Quintana Roo, Tabasco (Mendoza-González *et al.*, 2017), Tamaulipas (Dreckmann, 1998); Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Yucatán



Dictyopteris jamaicensis W.R.Taylor

Talo erecto de 5 – 10 cm de alto, ramificación subdicotómica en la base y alterna en la parte media. Láminas fijas al sustrato por una masa compacta de rizoides. Segmentos enteros o finamente dentados. Ápices redondeados. Nervadura evidente. Lámina de dos capas de células con 50 – 60 μm de grosor; en la vena media de 10 a 13 capas de células con 190 – 210 μm de grosor; una capa de células en el margen. Anteridios en soros irregulares en ambos lados de la nervadura y márgenes. Esporangios en soros alineados a los lados de la nervadura. Esporangios sin indusio de 80 – 90 μm de diámetro, sobre la corteza o embebidos en la superficie (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).

Hábitat: Rocoso, pozas de marea.

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Yucatán y Quintana Roo (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).



Dictyopteris jolyana E.C.Oliveira & R.P.Furtado

Talo erecto de 9–30 cm de alto, ramificación dicotómica de uno a tres grados. Láminas fijas al sustrato por una masa de rizoides. Estípites cilíndricos de 2 mm de diámetro. Segmentos con márgenes crenados y de forma oblongo-lanceolado, membranosos de 10–35 mm de ancho y 4.5–15 cm de longitud. Ápices ligeramente hundidos. Nervadura evidente y dicotómica. Lámina de seis capas de células con 210–250 μm de grosor; en la vena media de 14–18 capas de células con 720–810 μm de grosor. Márgenes con varias capas y ensanchados. Oogonios en soros irregulares, a ambos lados de la lámina, ovoides de 80–120 μm diámetro y 110–150 μm de longitud. Anteridios poco evidentes, irregulares y distribuidos a ambos lados de las nervaduras. (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).

Hábitat: Rocoso, pozas de marea.

Distribución: Yucatán (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).

Dictyopteris justii J.V.Lamouroux

Talo erecto hasta 17 cm de alto, color pardo oscuro casi negro, ramificación dicotómica, de hasta cuatro grados. Láminas fijas al sustrato por una masa de rizoides similar a un cojinete. Estípites cilíndricos de 2 mm de diámetro. Segmentos espatuliformes, coriáceos y ondulados al margen, de 1–3 cm de ancho y hasta 9 cm de largo. Ápices ligeramente hundidos. Nervadura conspicua en la parte media y basal, desvaneciéndose hacia los ápices. Lámina de cuatro capas celulares con 210–240 μm de grosor; en la nervadura de 8–11 capas celulares con 280–300 μm de grosor; márgenes de tres capas de células no ensanchados. Oogonios formando soros esparcidos en ambas caras de la lámina y asociados a pelos feofíceos de 70–100 μm de diámetro y 122–150 μm de longitud (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).

Hábitat: Rocoso y pozas de marea.

Distribución: Yucatán y Quintana Roo (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).



Dictyopteris plagiogramma (Montagne) Vickers

Talo erecto amarillo-café, hasta 23 cm de alto, ramificación subdicotómica, de varios grados de ramificación. Láminas fijas al sustrato por filamentos. Estípites comprimidos. Segmentos delgados, en forma de cinta, membranosos de 0.3 – 0.7 cm de ancho y 1 – 2.5 cm de largo. Ápices ligeramente hundidos. Nervadura prominente y ramificada en forma pinnada. Lámina de dos capas celulares de 70 – 90 μm de grosor cerca de la nervadura; en la nervadura de 6 – 8 capas celulares de 150 – 170 μm de grosor; márgenes de una capa celulares de 5 – 50 μm de grosor. Oogonios en soros alargados a ambos lados de la nervadura, sin indusio, de 80 – 120 μm diámetro y 110 – 150 μm de longitud, asociados a pelos feofíceos (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).

Hábitat: Rocoso, intermareal y submareal.

Distribución: Yucatán y Quintana Roo (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).

Dictyopteris polypodioides (A. P. De Candolle) J. V. Lamouroux

Talo erecto amarillo-café brillante, hasta 26 cm de alto, ramificación irregular-dicotómica. Estípites comprimidos con numerosas capas celulares. Segmentos delgados, en forma de cinta, con márgenes ondulados o crenados, de 0.6 – 1.3. Ápices irregulares. Nervadura recurrentes. Lámina de dos a cuatro capas celulares cerca de la nervadura; en la nervadura de 6 – 7 capas celulares con 90 – 110 μm de grosor; márgenes de una a dos células. Oogonios en soros irregulares organizados de forma oblicua a ambos lados de la nervadura, de 55 – 70 μm diámetro y 52 – 72 μm de alto, asociados a pelos feofíceos (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).

Hábitat: Rocoso, intermareal y submareal.

Distribución: Quintana Roo (Mendoza-González y Mateo-Cid, 2005).



Lobophora

Lámina 14

Talo decumbente o erecto, flabeliforme, adherido por rizoides, hasta 20 cm de longitud, con frondas ramificadas anchamente flabeladas o irregularmente laterales. Crecimiento iniciado por una hilera de células apicales, no enrollado. Talo usualmente de 7 – 12 células de grosor con una capa externa de células corticales. Células en sección transversal, rectangulares, arregladas en capas. Células medulares uniformes en tamaño excepto por la capa central marcadamente de mayor tamaño. Formación de capas de células subcorticales de menor, de menor tamaño que las medulares. Células corticales con numerosos cloroplastos discoidales. Pelos feofíceos arreglados en líneas concéntricas o mechones. Soros esporangiales dispersos en bandas concéntricas en ambas superficies del talo, con indusio y sin paráfisis. Oogonio en soros indefinidos en ambas superficies de la lámina.

- 1a Talo flabelado procumbente, de 5 a 8 capas celulares _____ *L. dispersa*
- 1b Talo decumbente de 5 capas celulares _____ *L. declerckii*
- 1c Talo erecto de 5 a 7 capas celulares _____ *L. variegata*



Lobophora dispersa Camacho, Freshwater & Fredericq

Lámina 14. Figuras a, b y c

Talo flabelado, margen entero, procumbente, café claro y verde olivo en el margen, 2.5 cm de longitud, 1.5 – 2 cm de ancho, una capa de células medulares, una capa de células corticales y una subcortical a ambos lados de la médula, 74.4 – 84 de grosor, célula medular de 36 – 45.6 μm de longitud, 26.4 – 28.8 μm de ancho, rizoides uniseriados y ramificados sólo en una superficie.

Nota: Los ejemplares revisados no coinciden completamente con las nuevas descripciones de *L. declerckii* y *L. variegata* (Godínez-Ortega *et al.*, 2018) y son más similares a *L. dispersa*. Asimismo, secuencias de los genes *psbA* de los ejemplares FEZA: 1796, 1797 y 1798, son genéticamente muy similares a los *L. dispersa* publicados en Camacho *et al.*, (2019) sugiriendo su conespecificidad. Secuenciación del marcador *cox3* podrá confirmar su taxonomía.

Hábitat: Sustrato rocoso, submareal.

Material revisado: México. VER: Boca Andrea (FEZA 4177), Playa Muñecos (FEZA:1796, 1797, 1798).

Distribución: Veracruz (Presente trabajo).



***Lobophora declerckii* N. E. Schultz, C. W. Schneider & L. Le Gall**

Talos simples o lobados de 1 a 4 cm de alto de 2 a 7 cm de ancho decumbente de 70 – 110 μm de grosor, color pardo claro, hasta 5 capas celulares. Médula con células de una capa celular de 27 a 75 μm de alto, 53 – 103 μm de longitud y 18 – 41 μm de ancho. Dos capas de células corticales dorsales de 7 – 16 μm de alto, 24 – 42 μm de longitud y 8 – 29 μm de ancho, y de una a dos capas de células corticales ventrales de 7 – 17 μm de alto, 15 – 79 μm de longitud y 9 – 35 μm de ancho. Esporangios formando soros en la superficie dorsal, de 50 – 65 μm de diámetro y 70 – 95 μm de alto.

Nota: La diagnosis de esta especie fue con base en la bibliografía (Schultz *et al.*, 2015 y Godínez-Ortega *et al.*, 2018).

Distribución: Veracruz (Godínez-Ortega *et al.*, 2018).

***Lobophora variegata* (J. V. Lamouroux) Womersley ex E. C.Oliveira**

Lámina 14. Figuras d, e y f

Talo flabelado, margen lobado, erecto, café claro, verde olivo hacia el margen, 3.3 cm de alto, 2.5 cm ancho, una capa de células medulares una capa de células corticales y dos subcorticales a ambos lados de la médula, 180 μm de grosor, célula medular de 105.6 μm de longitud, 74.4 μm de ancho, rizoides en la base del talo.

Hábitat: Sustrato arenoso, submareal, oleaje moderado.

Material revisado: México. Q. R.: Puerto Morelos (FEZA 4024, 4025).

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Quintana Roo (Godínez-Ortega *et al.*, 2018), Tamaulipas (Dreckmann, 1998), Veracruz (Dreckmann, 1998), Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Padina

Láminas 15 – 17

Talo en forma de abanico diferenciado en médula de una o varias capas de células y corteza uniestratificada. Crecimiento mediante un meristemo marginal el cual se enrolla hacia la parte superior del talo (capa interna). Presencia de pelos feofíceos dispuestos en bandas, algunas veces alternando con estructuras reproductivas (esporangios o gametangios). El talo se adhiere mediante un disco basal que se continúa con un estípite corto cilíndrico o cónico. Lámina de varios centímetros de largo y ancho, dividida o lobulada. Soros esporangiales formando bandas concéntricas, manchones o dispersos, sobre una o ambas caras del talo, con indusio presente o ausente. Soros oogoniales en la mayoría de los casos dispuestos de forma similar a los esporangios. Soros anteridiales distribuidos concéntricamente o en parches, de color blanquecino o transparentes. Presenta deposición de carbonato de calcio en una o ambas caras. Pueden presentar un crecimiento acintado terete similar que termina en la formación de láminas cortas denominado fase *Vaughaniella* (Taylor, 1960; Ni-Ni-Win *et al.*, 2010; Díaz-Martínez *et al.*, 2016).

A la fecha este género comprende al menos seis especies distribuidas en la costa Atlántica de México, *Padina antillarum* (Kützinger) Piccone, *P. boergesenii* Allender et Kraft, *P. gymnospora* (Kützinger) Sonder, *P. haitiensis* Thivy, *P. perindusiata* Thivy, *P. sanctae-crucis* Børgesen, aunque el total de especies es aún incierto (ver Díaz-Martínez *et al.*, 2016). A pesar de que en diversos trabajos se ha propuesto la presencia de *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy (Dreckman, 1998; Pedroche y Sentíes, 2020), su presencia en las costas del atlántico no ha sido confirmada con datos moleculares, por lo que es posible que se trate de un nombre mal aplicado a *P. boergesenii* o *P. antillarum*, especies con morfología muy similar (Díaz-Martínez *et al.*, 2016). Por esta razón no es considerada dentro de este trabajo.

- 1a Talo con dos capas de células del margen hacia la base _____ 2
- 1b Talo con más de dos capas de células _____ 4
- 2a Fase *Vaughaniella* observable, células internas de mayor tamaño ____ *P. sanctae-crucis*
- 2b Fase *Vaughaniella* no observable _____ 3
- 3a Soros alternando entre zonas fértiles y estériles respecto a los pelos feofíceos. Células del mismo tamaño a todo lo largo del talo _____ *P. haitiensis*
- 3b Soros continuos sin formación de zonas estériles respecto a los pelos feofíceos. _____ *P. perindusiata*
- 4a Talo de tres capas de células en la zona basal, alternando de dos a tres en la zona media _____ *P. boergesenii*
- 4b Talo de más de tres capas de células _____ 5
- 5a. Talo con dos capas de células en el margen y cuatro hacia la base _____ *P. antillarum*
- 5b Talo con dos capas de células en el margen y más de cuatro hacia la base _____ *P. gymnospora*



*Padina antillarum**

Lámina 15. Figuras a, b y c

Talo de hasta 10 cm de alto, lámina lobulada a laciniada, ondulado, pudiendo presentarse profundamente dividida con estípites cilíndrico a cónico. De dos a tres capas de células en el margen, cuatro en la zona media y cuatro en la zona basal. Grosor del talo en el margen 43 – 45 μm , en la zona media 120 – 156 (170) μm y basal 136 – 144 μm . Esporangios en líneas paralelas en la cara externa justo por arriba y por debajo de la línea de pelos feofíceos, manchones en la cara interna. Soros oogoniales con disposición similar a los esporangios, presentando indusio, de 57 – 69 μm de diámetro. Calcificación escasa o nula en ambas caras. Fase *Vaughaniella* ausente. Como característica particular se ha observado la presencia de plántulas creciendo en la posición de los soros esporangiales (Wynne y De Clerck, 1999; Díaz-Martínez *et al.*, 2016).

Hábitat: Sustrato rocoso, oleaje moderado, asociada a *Padina gymnospora*.

Material revisado: México. CAM: Isla Aguada (FEZA 1174); Playa Bonita (FEZA 1685); Puerto Real (FEZA 825, 1614); Sabancuy (FEZA 756, 758, 708, 1128); VER.: Mar Azul (FEZA 1713); Monte Pío (FEZA 1565); Penacho de Indio (FEZA 674, 1577, 1600); Playa Hermosa (FEZA 1551); Playa Muñecos (FEZA 3279); Punta Delgada (FEZA 1699); Villa Rica (FEZA 1552, 1707); Q. R.: Mahahual (FEZA 229); Punta Esmeralda (FEZA 2212); YUC.: San Crisanto (1703).

Distribución: Campeche (Díaz-Martínez *et al.*, 2016), Veracruz (Díaz-Martínez *et al.*, 2016).



*Padina boergesenii**

Lámina 15. Figuras d, e y f

Talo hasta 9 cm de longitud, lámina entera, dividida a lobada, con estípite cilíndrico a cónico. De dos capas de células en el margen, dos a tres capas pudiendo ser intermitentes en la zona media y hasta tres capas en la zona basal. Grosor del talo en el margen de 50 μm , en la zona media y basal 91 – 110 μm . Esporangios en líneas en cara externa por arriba de la línea de pelos feofíceos y manchones dispersos y poco numerosos en la interna, de 120 μm de diámetro. Oogonios en disposición similar a los esporangios, con indusio persistente, de 64 – 110 μm de diámetro. Estructuras fértiles en la cara externa alternando con zonas no fértiles entre las bandas de pelos feofíceos. Soros anteridiales en bandas sobre la cara externa, anteridios 48.1 – 51.8 μm de longitud por 18.5 μm de ancho. Calcificación de moderada a ligera en la cara interna y escasa en la cara externa. Fase *Vaughaniella* presente. (Allender y Craft, 1983; Avila-Ortiz *et al.*, 2011; Díaz-Martínez *et al.*, 2016)

Hábitat: Sustrato rocoso, arenoso, oleaje moderado, asociado a *Padina gymnospora*.

Material revisado: México. VER: Punta Delgada (FEZA 3849 c/ esporangios, 3850 ♀, 3854 ♀), Boca Andrea (FEZA 3867 ♀, 3871 vegetativa, 3873 ♀); Villa Rica (FEZA 3910 ♀).

Distribución: Campeche (Dreckmann, 1998, Avila-Ortiz *et al.*, 2011), Quintana Roo (Avila-Ortiz *et al.*, 2011), Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001; Avila-Ortiz *et al.*, 2011), Yucatán (Avila-Ortiz *et al.*, 2011; Mateo-Cid *et al.*, 2019).



*Padina gymnospora**

Lámina 16. Figuras a, b y c

Talo hasta 13 cm de longitud, lámina entera a muy dividida, lobulada, con estípites cónicos. De tres a cuatro capas de células cerca del margen con 58 μm de grosor, de cuatro a seis en la zona media con 124 – 144 μm grosor, y de seis a diez en la zona basal con 148 – 180 μm de grosor. Esporangios formando líneas entre las bandas de pelos feofíceos, a veces esparcidos en manchones, con indusio persistente, de 72 – 86 μm de diámetro. Presentes en ambas caras, pero más abundantes en la interna. Oogonios con distribución similar a los esporangios, de 88 – 98 μm . Soros anteridiales de 282 – 921 μm de longitud dispuestos en caras, anteridios de 28 – 43 μm de longitud por 16 – 26 μm de diámetro. Calcificación moderada a ligera en la cara interna y ligera en la externa. Fase *Vaughaniella* ausente (Allender y Craft, 1983; Díaz-Martínez *et al.*, 2016).

Nota: Datos moleculares indican la presencia de dos clados independientes, uno con ejemplares de Tamaulipas y Veracruz, y otro con ejemplares de Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Sin embargo, ambos se incluyen dentro de un clado principal con ejemplares de distintas partes del mundo y que comparten la misma asignación de nombre. Estudios posteriores podrán determinar si se tratan de dos especies distintas o únicamente variación genética intraespecífica.

Hábitat: Sustrato rocoso, oleaje de moderado a fuerte, forma poblaciones, asociada con otras especies de *Padina*.

Material revisado: México. VER: Penacho del Indio (FEZA 3810♀); Barra de Cazones (FEZA 3829 vegetativa, 3830 c/ esporangios); Lechuguillas (FEZA 3836♀, 3837♀, 3838♂); Punta Delgada (FEZA 3855♂, 3857 vegetativa, 4168♂); Villa Rica FEZA 3908 vegetativa); Balzapote (FEZA 3922 vegetativa, 3923 c/esporangios, 4093 c/esporangios); Playa Hermosa (FEZA 3968♂); Punta Puntillas (FEZA 4147 c/esporangios, 4149 c/esporangios); Q. R. Puerto Morelos (FEZA 4021c/ esporangios, 4022 c/ esporangios).

Distribución: Campeche (Dreckmann, 1998; Díaz-Martínez *et al.*, 2016), Quintana Roo (Díaz-Martínez *et al.*, 2016), Tamaulipas (Dreckmann, 1998), Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Yucatán (Díaz-Martínez *et al.*, 2016; Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Padina haitiensis

Lámina 16. Figuras d, e, f y g

Talo hasta 6 cm de longitud, lámina dividida, lobada, con estípites cortos ligeramente cilíndricos. De dos capas de células en todo el talo, margen con 36 – 43 μm de grosor, zona media y basal de 52 – 69 μm grosor, células internas de 19.2 μm de ancho por 62 – 88 μm de longitud; las externas 21 – 24 μm de ancho por 69 – 76 μm de longitud ambas capas celulares más o menos del mismo tamaño. Esporangios formando líneas, en ocasiones discontinuas, entre las bandas de pelos feofíceos, sobre la cara externa y con indusio persistente, ausentes en la cara interna, de 88 – 107 μm de diámetro. Oogonios con arreglo similar a los esporangios. Estructuras fértiles en la cara externa alternando con zonas no fértiles entre las bandas de pelos feofíceos. Calificación fuerte en la cara interna y externa. Fase *Vaughaniella* ausente (Taylor, 1960; Ni-Ni-Win *et al.*, 2010).

Nota: A pesar de encontrarse reportada para las costas del Atlántico mexicano no se ha confirmado con datos moleculares.

Hábitat: Sustrato rocoso y arenoso, restos de coral, oleaje suave a moderado.

Material revisado: México. CAM. Playa Bonita (FEZA 3990, 3992,4432,4438); VER: Boca Andrea (FEZA 3879).

Distribución: Quintana Roo, Veracruz, Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Padina perindusiata

Talo hasta 10 cm de longitud, lámina entera o dividida, lobada, con estípites cortos ligeramente cilíndricos. Dos capas de células en todo el talo. Esporangios formando varias líneas entre la banda de pelos feofíceos, sobre la cara externa y con indusio persistente, ausentes en la cara interna, de 170 μm de diámetro. Oogonios con arreglo similar a los esporangios. Estructuras fértiles sin alternancia con zonas no fértiles entre las bandas de pelos feofíceos. Calificación ligera en la cara interna y externa. Fase *Vaughaniella* ausente. Descripción basada en Taylor (1960) y Ni-Ni-Win *et al.*, (2010).

Nota. A pesar de encontrarse reportada para las costas del Atlántico mexicano no se ha confirmado con datos moleculares.

Hábitat: Sustrato rocoso y arenoso, restos de coral, oleaje suave a moderado. Distribución: Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001).



*Padina sanctae-crucis**

Lámina 17. Figuras a, b, c y d

Talo hasta 8.5 cm de longitud, lámina dividida, lobada, con estípites cortos ligeramente cilíndricos. De dos capas de células en todo el talo, margen con 48 – 58 μm de grosor, zona media 88 – 98 μm y basal con 88 – 107 μm grosor. Células de la capa interna de 36 μm de ancho por 76 μm de longitud en el margen, 38 – 45.6 μm de ancho por 74.4 – 79 μm de longitud en la zona media y basal; células de la capa externa de 24 μm de ancho por 40.8 μm de longitud en el ápice, 24 – 33 μm de ancho por 43 – 52 μm de longitud en la zona media y basal. Esporangios formando líneas arriba de banda de pelos feofíceos, sobre la cara externa y con indusio persistente, ausentes en la cara interna, de 58 – 110 μm de diámetro. Oogonios con arreglo similar a los esporangios, de 36 μm de diámetro. Soros anteridiales de 120 – 240 μm de longitud en la cara interna, anteridios 26.4 μm de diámetro por 50 – 55 μm de longitud. Estructuras fértiles en la cara externa alternando con zonas no fértiles entre las bandas de pelos feofíceos. Calificación fuerte en la cara interna, escasa o ausente en la cara externa. Fase *Vaughaniella* presente. (Abbott y Huisman, 2003; Geraldino *et al.*, 2005; Díaz-Martínez *et al.*, 2016)

Nota: Los estudios moleculares no han podido confirmar la identidad taxonómica de esta especie, ya que han observado al menos cuatro clados que portan el nombre. Debido a la incertidumbre, se han propuesto cambios nomenclaturales hasta que estudios del material tipo o de la región de dicho material sean realizados.

Hábitat: Substrato arenoso, rocoso, restos de coral, oleaje suave a moderado, Material revisado

México. VER: Balzapote (3921♀, 3920); Montepío (FEZA 3945); Q. R. Puerto Morelos (4023♀); Punta Esmeralda (FEZA 4032 vegetativa, 4297♂); Mahahual (FEZA 4044, 4056 vegetativa, 4057 c/ esporangios, 4058 c/ esporangios, 4063, 4073♀, 4076).

Distribución: Campeche (Dreckmann, 1998; Díaz-Martínez *et al.*, 2016), Quintana Roo (Díaz-Martínez *et al.*, 2016), Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001; Díaz-Martínez *et al.*, 2016), Yucatán (Díaz-Martínez *et al.*, 2016; Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Spatoglossum

Lámina 18

Talo erecto hasta 80 cm de longitud, adherido por rizoides, complanado, dividido en segmentos dicotómicos a subpalmados, 0.5 – 5 cm de ancho, con márgenes ondulados a dentados, carecen de línea media o venas, crecimiento por una hilera de células apicales. Talo de 2 a 10 células de grosor, médula de varias capas no arregladas en hileras. Matas de pelos dispersos naciendo de una depresión en el talo. Esporangios dispersos en ambas superficies del talo, parcial o enteramente embebidos. Oogonio disperso solitario o en pequeños grupos en ambas superficies del talo. Soros anteridiales dispersos en ambas superficies parcial o enteramente embebidos en el talo (Guiry & Guiry, 2020). Una especie ha sido registrada para las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe.

Spatoglossum schroederi (C.Agardh) Kützing

Lámina 18. Figuras a, b y c

Talo en forma de cinta, 5 – 14.5 cm de longitud, color café claro, de consistencia coriácea, ramificación irregular hasta 1.5 cm de ancho en la bifurcación, segmentos de 5 – 8 mm de ancho, margen con dientes y proliferaciones, médula de cuatro capas de células dispuestas irregularmente, grosor del talo en el ápice 76 – 108 μm de grosor, en la zona media 100 – 112 μm de grosor, en la base de 176 – 215 (246) μm de grosor, talo vegetativo.

Hábitat: Sustrato rocoso, oleaje moderado.

Material revisado: México. VER: Penacho del Indio (FEZA 407).

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Tamaulipas (Dreckmann, 1998), Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Styopodium

Lámina 18

Talo erecto o postrado, adherido por rizoides, hasta 35 cm de longitud, flabelado o dividido en segmentos lineares. Crecimiento iniciado por una hilera de células apicales. Talo de 2 – 4 células de grosor de la parte apical a la media y en la base de 6 a 10 células de grosor. Líneas concéntricas de pelos en ambas superficies del talo. Esporangios dispersos o en soros irregulares en ambas superficies de talo. Soros anteridiales entre las líneas de pelos (Guiry & Guiry, 2020). Una especie ha sido registrada para la costa Atlántica de México

Styopodium zonale (J.V.Lamouroux) Papenfuss

Lámina 18. Figuras d, e y f

Talo flabeliforme, 4.5 – 15 cm de longitud, café oscuro cuando se deshidrata, dividido en segmentos cuneados hacia la base, 1.5 – 2 cm de ancho, bandas de pelos con intervalos de 2.25 mm, médula con dos capas de células, células de 129.6 – 153.6 μm de longitud, 28.8 – 40.8 μm de ancho, una capa cortical, grosor del talo hacia el ápice 52 – 88 μm , en la zona media de 103 – 186 μm , hacia la base de 120 – 352 μm de grosor, esporangios dispersos sobre un lado del talo o soros en la cara opuesta, 108 – 110.4 μm de diámetro, con una célula de pedicelo.

Hábitat: Sustrato arenoso, submareal, asociado a *Caulerpa* sp.

Material revisado: México. Q. R.: Mahahual (FEZA 4042, 4043).

Distribución: Campeche (Mateo-Cid, 2013), Quintana Roo, Tamaulipas (Dreckmann, 1998), Veracruz (Dreckmann, 1998; Ortega *et al.*, 2001), Yucatán (Mateo-Cid *et al.*, 2019).



Zonaria

Talo erecto o decumbente, hasta 25 cm de longitud, adherido por rizoides, flabelado o muy ramificado, con ramas basales estuposas, ramas superiores complanadas a espiraladas, de 0.1 – 6 cm de ancho. Crecimiento por una hilera de células apicales. Talos de 4 a 10 células de grosor. Pelos dispersos en zonas concéntricas. Soros esporangiales dispersos en ambas superficies del talo, con numerosos pelos multicelulares blanquecinos. Esporangios ovados o clavados, externos al talo, 90 – 180 mm de alto y 70 – 115 mm de ancho. Soro oogonial ovado a irregularmente concéntrico, disperso en ambas superficies del talo. Oogonios clavados u ovoides alargados, con una célula de pedicelo. Soro anteridial blanquecino, grande, ovado a irregularmente concéntrico, 1 – 2 mm de longitud y 0.2 – 1 mm de ancho, disperso en ambas superficies de las ramas superiores, rodeado por células estériles ligeramente elongadas. Cada anteridio con numerosos lóculos y un pedicelo unicelular (Guiry & Guiry, 2020). Una especie ha sido registrada para la costa Atlántica de México.

Zonaria tournefortii (J. V. Lamouroux)

Frondas erectas, 3.5 – 17.0 cm de alto, estipitados, adheridos por un disco acolchado en la base, sustancia firme, color pardo rojizo; estípites subteretes, elongados, ramificados, densamente pardos; ramas que terminan cuneiformes, láminas planas flabeladamente incisas, marcadas por unas líneas radiando desde la base hacia el ápice, bastante indistintas, zonaciones paralelas concéntricas con el margen distal; estípites que continúan como líneas medias en el segmento plano de la lámina. Soros irregulares, o parches puntuales sobre la superficie de la lámina fértil.

Nota: La diagnosis de este género y especie fue con base en la bibliografía (Guiry & Guiry, 2020; Taylor, 1960)

Glosario

Acintado, da *ribbon-like* (de *cinta*): láminas alargadas, bordes paralelos, a modo de cinta.

Anteridio *antheridium* (del griego, *antherós*, antera): gametangio masculino, en el que se forman los anterozoides o gametas masculinas.

Coriácea (o) (del lat. *coriaceous*): con la consistencia del cuero.

Corteza *cortex* (del lat. *corticea*): cubierta celular compacta, a menudo pseudoparenquimática.

Decumbente *decumbent* (del lat. *decumbens*): talos inclinados o con tendencia a echarse sobre el sustrato.

Dicotómico, ca, dicótomo, ma, *dichotomous* (del griego *dicótomos*, cortado en dos): ramificación en que el punto vegetativo se divide en dos equivalentes, de manera que se produce una horcadura de ramas iguales.

Diploide *diploid* (del griego *diploús*, doble): célula con dos grupos de cromosomas que se denominan como dos.

Eroso *erose* (del lat. *erosus*): cualquier órgano laminar de borde desigual, con dientes no uniformes o pequeñas sinuosidades poco profundas y desiguales.

Espora *spore* (del griego *sporá*, espora): pequeña unidad de propagación, unicelular, asexual, móvil o inmóvil, que funciona como una semilla, pero sin embrión preformado; célula reproductora que puede convertirse en un adulto sin necesidad de fusionarse con otra célula reproductora.

Esporangio *sporangium* (del griego *sporá*, y *angeíon*, vaso, recipiente): estructura de formas diversas que produce esporas de origen asexual. Estructura hueca, derivada de una o varias células, que contiene esporas.

Esporofito *sporophyte* (del griego *phytón* planta con el prefijo *sporá*, vegetal productor de esporas): talo que produce esporangios con esporas asexuales; una de las dos generaciones pluricelulares de una planta o alga, compuesta de células diploides.

Flabelado, da, flabeliforme *flebellate*, *flabelliform* (del lat. *flabellum*, abanico, y *formis*, forma): de forma de abanico.

Gameta (o) *gamete* (del griego *gamein*, casarse): célula sexual haploide.

Gametofito *gametophyte* (vegetal productor de gametos): talo que produce gametangios con gametas.



Hábitat *habitat* (del lat. hábitat, de *habitare*, habitar): el lugar natural donde crece un organismo.

Hábito *habit, habitus* (del lat. *habitus*, parte, aspecto exterior): apariencia general, externa y característica, o manera de crecer de un talo.

Haploide *haploid* (del griego *haplóos*, simple): organismo, o fase de su ciclo de vida cuyas células tienen el número de cromosomas reducidos a una serie *n*.

Indusio *indisium* (del lat. *indusium*, túnica, camisa): apéndice que se despliega como una membrana que cubre los soros esporangiales y gametangiales.

Involúcro (del lat. *involucrum*): envoltura o cubierta, conjunto de células que rodean las fructificaciones.

Iridiscencia *iridescent* (del lat. *iris, iridis*, y *ascente*, hecerse): que muestra los colores del arcoíris, tienen la propiedad de reflejar diversas tonalidades cromáticas de luz.

Lámina *blade*: parte foliácea en el talo de algas macroscópicas.

Margen *margin* (del lat. *margo*, inis): orilla o borde.

Médula *medulla* (del lat. *medulla*, médula, meollo): porción interna del talo, de una o varias capas de células incoloras que se diferencian de las externas.

Oogonio: *oogon, oogone, oogonium* (del griego *gogon*, huevo u óvulo y del neol lat. *gonium*, del griego *gónos*, lo engendrado): gametangio femenino, compuesto por una célula que contiene una o varias oosferas.

Paráfisis *paraphysis* (del griego *paráphysis*, retoño, de *pará* al lado, y *physis*, acción de brotar, nacer, un crecimiento): estructuras alargadas, huecas, entremezcladas con los anteridios.

Procumbente *procumbent* (del lat. *procumbens*): adj. Lo que está tendido, sin fuerza para mantenerse erguido.

Proliferación *proliferation* (de proliferar, de prolífero, y éste del lat. *prolifer, prolificus*, que tiene la capacidad de engendrar): acción y efecto de proliferar, desarrollo sucesivo de partes nuevas, desarrollo de pequeños talos sobre un talo adulto.

Simpodial *sympodial*, simpodio (*sympodium*) (del neol. latín *sympodium* y éste del griego, *dim.* de *poús, podós*, pie, soporte, con la prep. *simp* concrecencia): tipo de ramificación con un eje simple, adopta la forma de zigzag.

Soro *sorus* (del griego *sorós*, montón, acervo): grupo de esporangios o gametangios.

Talo *thallus* (del griego *thallós*, brote, vástago): cuerpo vegetativo o soma de las algas. El talo puede ser unicelular o pluricelular, no está diferenciado en raíz, tallo, hojas, flores y frutos, como en las plantas vasculares.

Referencias

- Abbott, I.A. & Huisman, J.M. (2003). New species, observations, and a list of new records of brown algae (Phaeophyceae) from the Hawaiian Islands. *Phycological Research* 51: 173–185.
- Allender, B.M. & Kraft, G.T. (1983). The marine algae of Lord Howe Island (New South Wales): the Dictyotales and Cutleriales (Phaeophyta). *Brunonia* 6: 73–130.
- Avila-Ortiz, A., Mateo-Cid, L.E. & Mendoza-González, A.C. (2011). Caracterización morfológica de *Padina boergesenii* (Dictyotaceae, Phaeophyceae) en las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. *Polibotánica* 31: 75–94.
- De Clerck, O., Leliaert, F., Verbruggen, H., Lane, C. E., Campos, J., Payo, D. A. & Coppejans, E. (2006). A revised classification of the Dictyoteae (Dictyotales, Phaeophyceae) based on rbcL and 26S ribosomal DNA sequence analyses. *Journal of Phycology* 42: 1271–1288.
- Díaz-Martínez, S., Zucarello, G. C., Salazar-Chávez, G. A., Pedroche, F. F. & Avila-Ortiz, A. G. (2016). Species of *Padina* (Dictyotales, Phaeophyceae) in tropical Mexican waters based on molecular-assisted taxonomy. *Phycologia* 55: 673–687.
- Dreckmann, M. K. (1998). *Clasificación y nomenclatura de las macroalgas marinas bentónicas del atlántico mexicano*. México D.F.: CONABIO.
- Font Quer, P. (1979). *Diccionario de Botánica*. Editorial Labor, Barcelona España.
- Gaillard, J. (1975). *Padina santae-crucis* Børgesen, *Padina japonica* Yamada, *Padina haitiensis* Thivy et leurs affinités. *Botaniste*, 57, 85–103.
- Geraldino, P.J.L., Liao, L.M. & Boo, S.M. (2005). Morphological study of the marine algal genus *Padina* (Dictyotales, Phaeophyceae) from southern Philippines: 3 species new to Philippines. *Algae* 20: 99–112.
- Godínez-Ortega, J. L., Cabrera, L. I., García-Sandoval, R., Wynne, M. J., Olivares-Rubio, H. F., Ramírez-García, P., & Granados-Barba, A. (2018). Morphological and molecular characterization of *Lobophora declerckii* and *L. variegata* (Dictyotales, Ochrophyta) on the Atlantic coast of Mexico. *Phytotaxa* 382: 57–73.
- González-González, J., Gold-Morgan, M., León-Tejera, H., Candelaria, C., León-Álvarez, D., Serviere, Z. E. & Fragoso, D. (1996). *Catálogo onomástico (Nomenclátor) y bibliografía indexada de*



las algas bentónicas marinas de México. D.F, México: Cuadernos del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Graham, L. E. & Wilcox, L. W. (2000). *Algae*. USA: Prentice Hall.

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2020). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; consultado el 05 Septiembre 2020.

Hernández-Anaya, L. (2019). *Estudio molecular en las algas pardas (Phaeophyceae) del Atlántico Mexicano*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX, México.

Mateo-Cid, L. E., Mendoza-González, A. C., Avila-Ortiz, A. G. & Díaz-Martínez, S. (2013). Algas marinas bentónicas del litoral de Campeche, México. *Acta Botánica Mexicana* 104: 53–92.

Mateo-Cid, L. E., Mendoza-González, A. C., & Casas, C. M. H. (2019). Diversity of brown algae (Ochrophyta, Phaeophyceae) of Sian Kaan reserve biosphere, Mexican Caribbean. *Pakistan Journal of Botany* 51: 361–366.

Mateo-Cid, L. E., Mendoza-González, C., & Fredericq, S. (2013). A checklist of subtidal seaweeds from Campeche Banks, Mexico. *Acta Botanica Venezuelica* 36: 95–108.

Mendoza-González, A. C., & Mateo-Cid, L. E. (2005). El género *Dictyopteris* J. V. Lamouroux (Dictyotales, Phaeophyceae) en las costas de México. *Hidrobiológica* 15, 43–63.

Mendoza-González, A. C., Mateo-Cid, L. E., & García-López, D. Y. (2017). Inventory of benthic marine and estuarine algae and Cyanobacteria for Tabasco, México. *Biota Neotropica* 17.

Lozano-Orozco, J. G. (2016). *El género Dictyota (Phaeophyceae: Dictyotales) en el Atlántico mexicano: análisis molecular y morfológico*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. CDMX, México.

Lozano-Orozco, J. G., Sentíes, A., De Clerck, O., Dreckmann, K. M. & Díaz-Larrea, J. (2015). Two new species of the genus *Dictyota* (Phaeophyceae: Dictyotales) from the Mexican Caribbean. *American Journal of Plant Sciences* 6: 2492–2501.

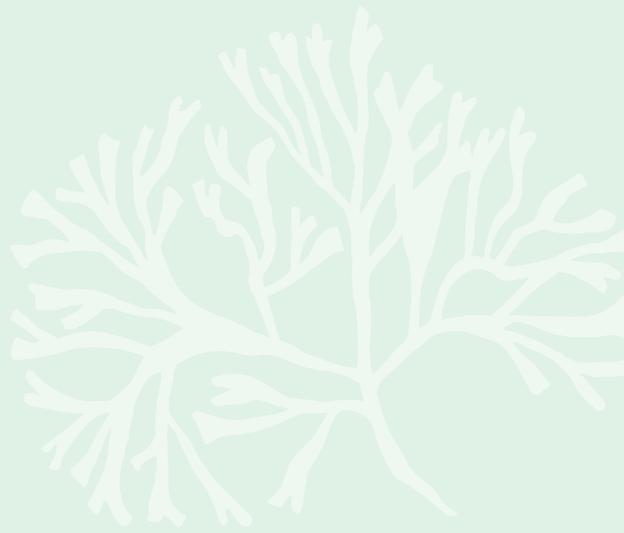
Lozano-Orozco, J. G., Sentíes, A., Díaz-Larrea, J., & Pedroche, F. F. (2016). *Dictyota chalchicueyecanensis* sp. nov. (Dictyotales; Phaeophyceae) en el Golfo de México: Evidencias moleculares y morfológicas. *Hidrobiológica* 26: 225–231.

Lozano-Orozco, J. G., Sentíes, A., Díaz-Larrea, J., Pedroche, F. F. & De Clerck, O. (2014). The occurrence of *Dictyota canariensis* (Dictyotales, Phaeophyceae) in the Gulf of Mexico. *Botanica Marina* 57: 359–365.



- Ni-Ni-Win, Hanyuda, T., Arai, S., Uchimura, M., Prathep, A., Draisma, S. G. A., Soe-Htun y Kawai, H. (2010). Four new species of *Padina* (Dictyotales, Phaeophyceae) from the western Pacific Ocean, and reinstatement of *Padina japonica*. *Phycologia* 49: 136–153.
- Ortega, M. M., Godínez, J. L. & Garduño, S. G. (2001). *Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del golfo de México y Mar Caribe*. México: Instituto de Biología, UNAM. México, D.F.
- Pedroche, F. F., & Senties, A. (2020). Diversidad de macroalgas marinas en México. Una actualización florística y nomenclatural. *Cymbella* 6, 04-55.
- Pedroche, F. F., Silva, P. C., Aguilar-Rosas, L. E., Dreckmann, K. M. & Aguilar-Rosas, R. (2008). *Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México II. Phaeophycota*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
- Taylor, W. R. (1960). *Marine Algae of the Eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. USA, Michigan: The University of Michigan Press.
- Wynne, M.J. (2017). A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fourth revision. *Nova Hedwigia Beihefte*, 145, 1–202.
- Wynne M.J. y De Clerck O. (1999). First reports of *Padina antillarum* and *P. glabra* (Phaeophyta-Dityotaceae) from Florida, with a key to the Western Atlantic species of the genus. *Caribbean Journal of Science* 35: 286–295.

Láminas



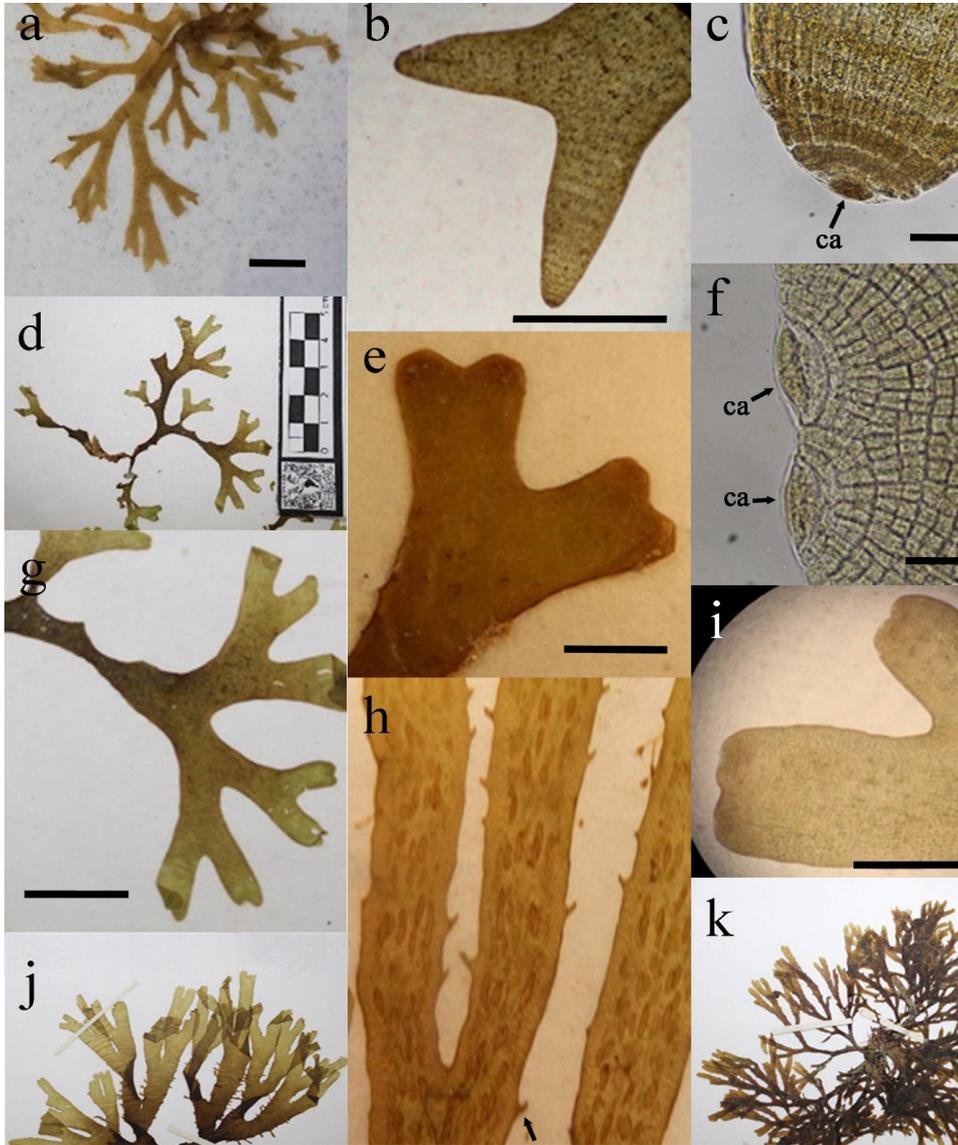


Lámina 1. Caracteres vegetativos externos de talos en forma de cinta. Ápices de las ramas: b-c) agudo; e-f, i) redondeado u obtuso. Longitud de las últimas ramas: e) iguales o equidistantes; i) desiguales; h) iguales y paralelas. Ángulos de las ramas: a, j y k) agudos; d y g) agudos y obtusos. Grado de ramificación: j) y k) más de cuatro grados de ramificación. Tipo de ramificación: e y g) dicotómica, a) subdicotómica; k) irregular. Margen: a, g, i) entero; h) dentado. Célula apical = ca; dientes del margen = di. Barras: a, g, h, k = 1 cm; b, e, i = 500 μ m; c, f = 100 μ m; d = testigo en imagen.

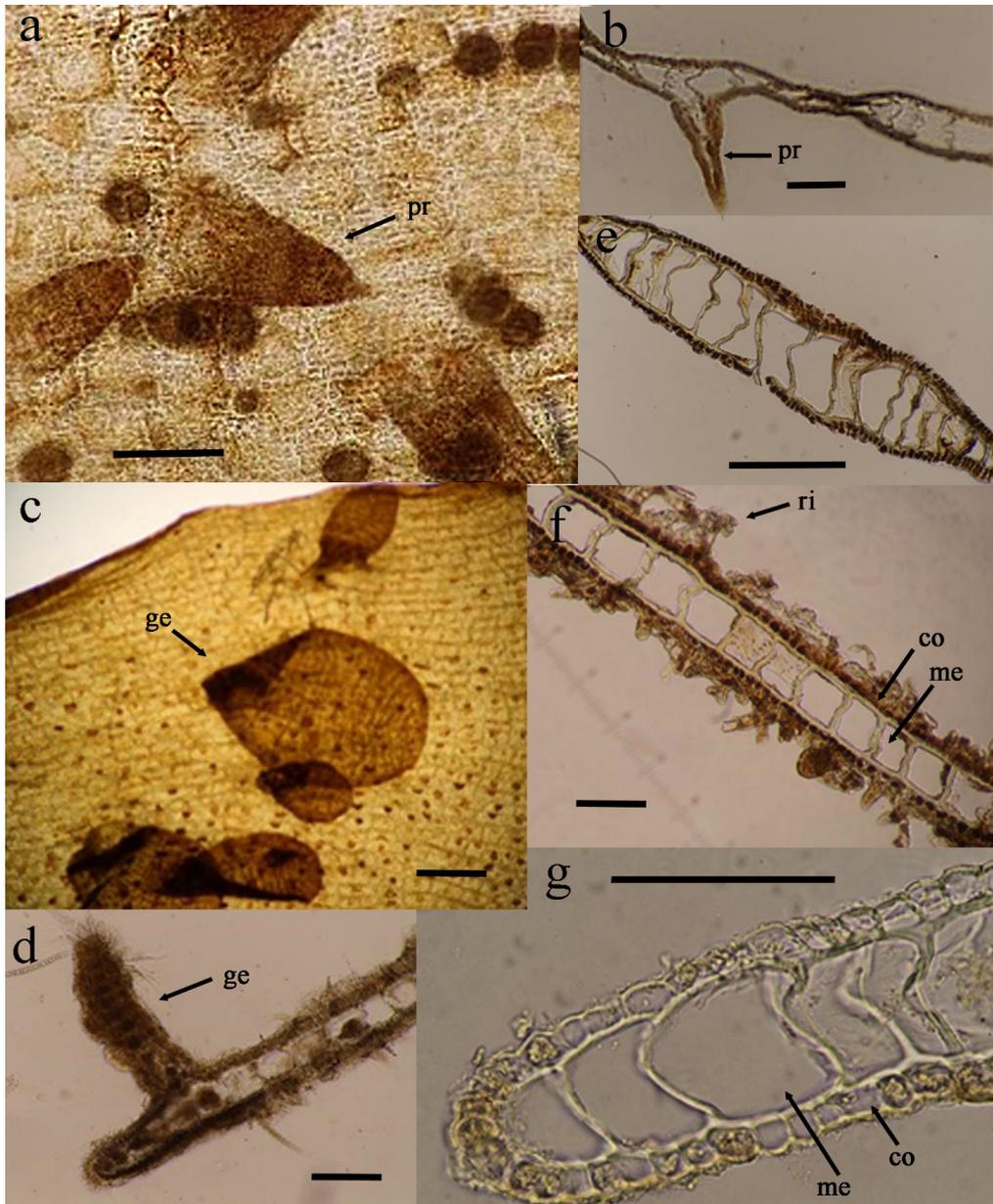


Lámina 2. Caracteres vegetativos internos y externos de talos en forma de cinta. a-b) proliferaciones (pr) en vista superficial y corte transversal. Corte transversal: e y g) zona media; f) zona basal. c-d) germinados *in situ* vista superficial. Corteza = co, médula = me, rizoides = ri, germinados = ge. Barras: a, b, d, f, g = 100 μ m; e = 200 μ m; c = 300 μ m.

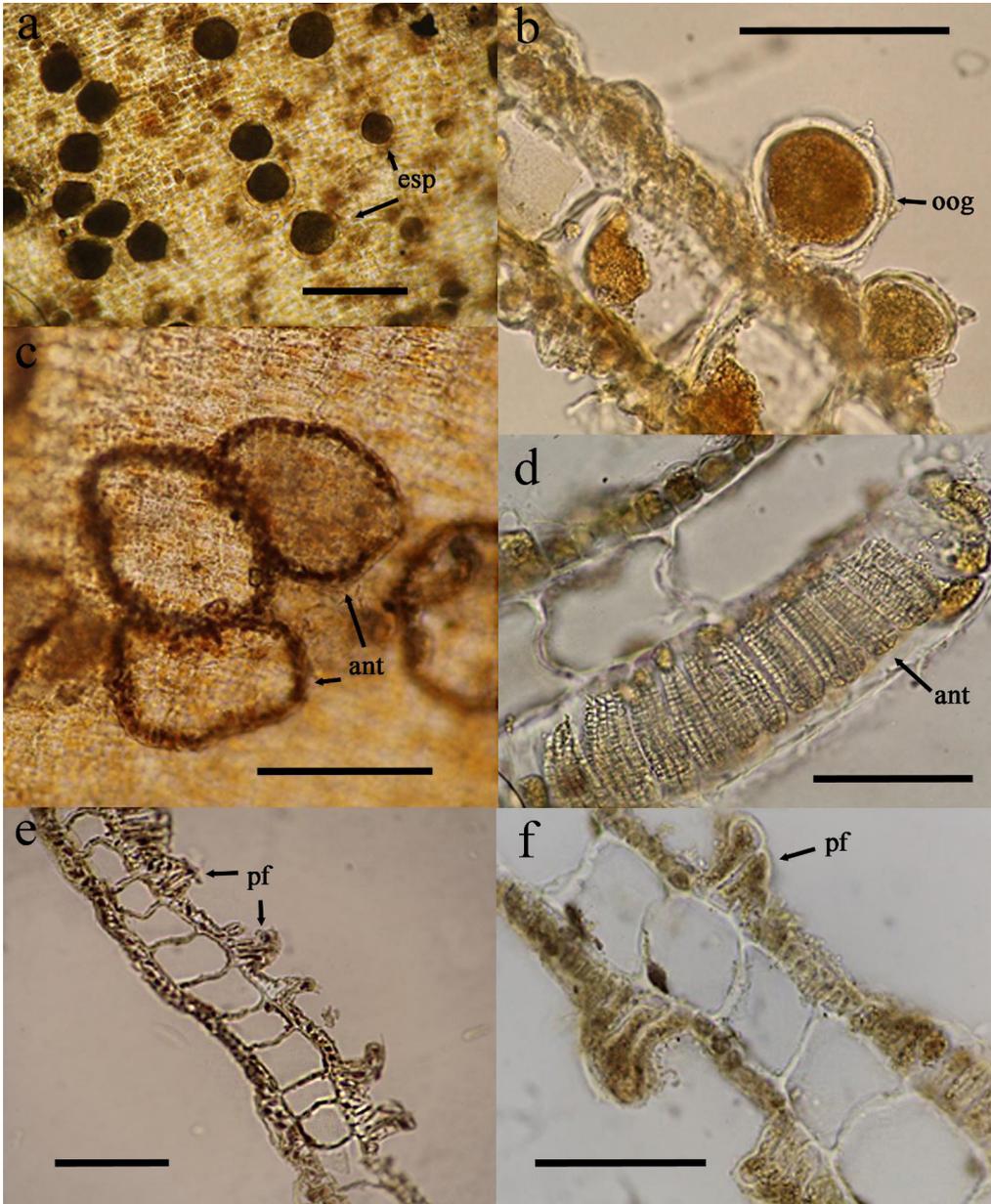


Lámina 3. Caracteres reproductivos de talos en forma de cinta. a) vista superficial de esporangios (esp); b) corte en plano transversal, oogonios (oog). c) vista superficial de anteridios (ant); d) corte en plano transversal, anteridios (ant). e y f) corte en plano transversal, paráfisis (pf). Barras: a, b, d, e, f = 100 μ m; c = 300 μ m.

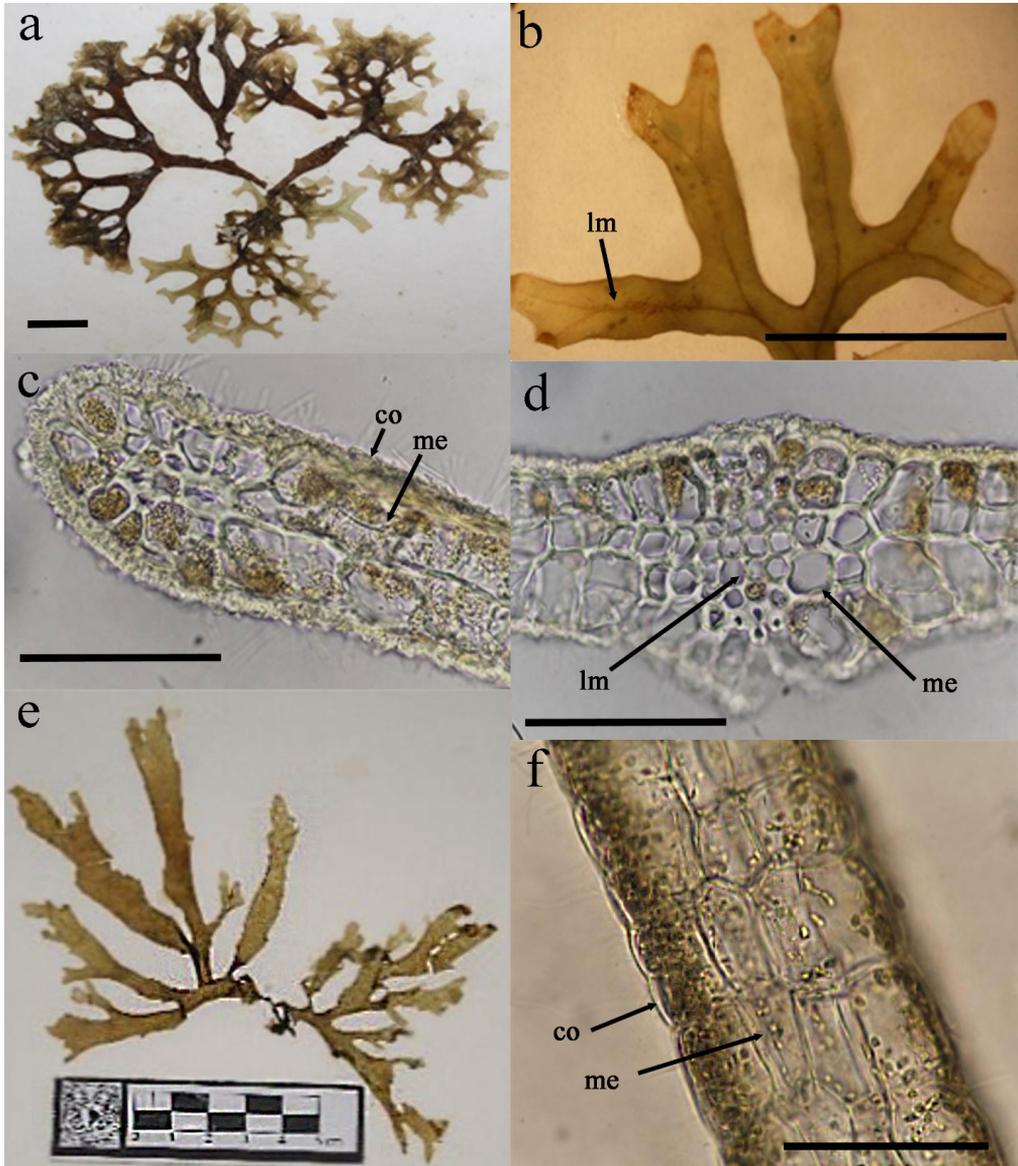


Lámina 4. Caracteres morfológicos de talos en forma de lámina angosta y dividida. a-d) *Dictyopteris*: a) hábito; b y d) línea media del talo (lm), b) vista superficial, d) corte en plano transversal; c) margen, médula multiestratificada, corte en plano transversal mostrando médula (me) y corteza (co). e y f) *Spatoglossum*: e) hábito, f) corte en plano transversal, lámina multiestratificada mostrando médula (me) y corteza (co). Barras: a, b = 1 cm; c, d, f = 100 μ m; e = testigo en imagen.

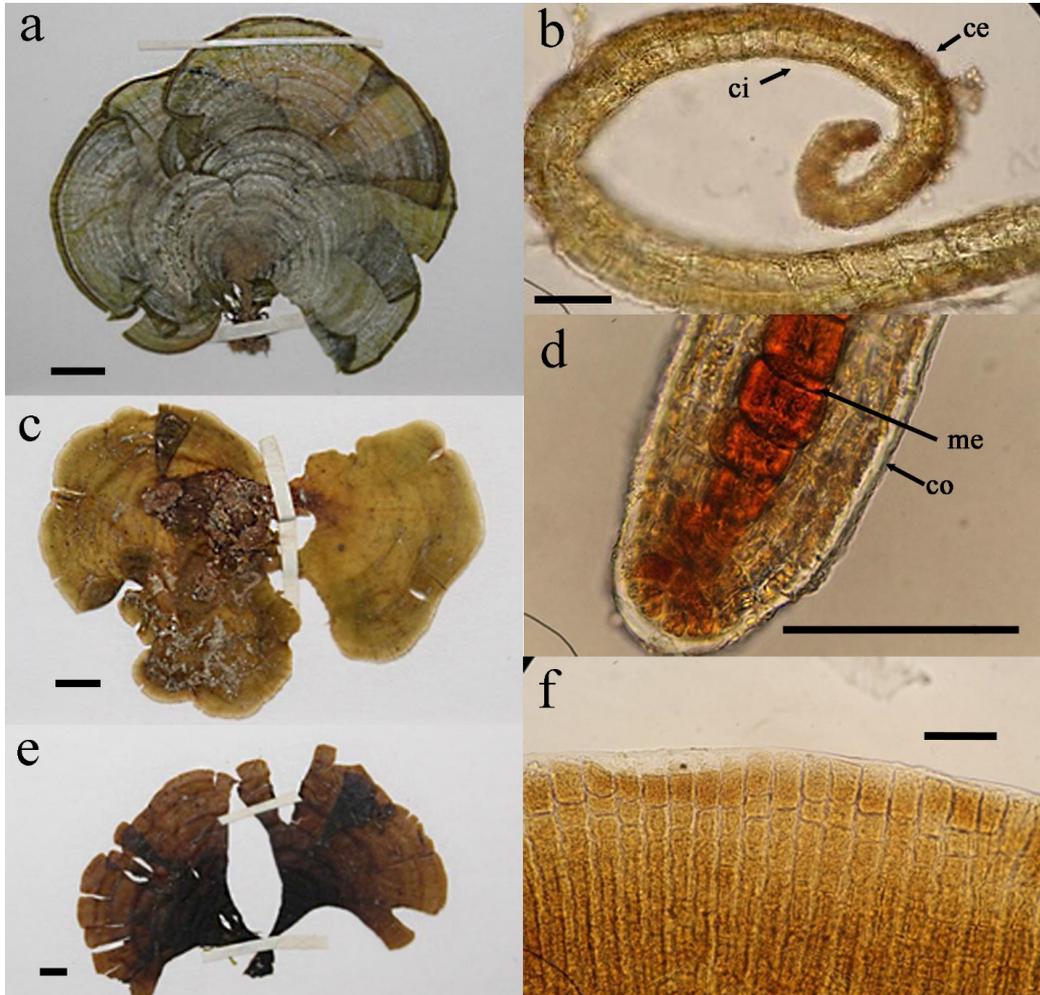


Lámina 5. Talos en forma de lámina flabelada o espatulada con crecimiento marginal. a-b) *Padina*: a) hábito; b) margen enrollado, corte en plano longitudinal mostrando la cara interna (ci) y cara externa (ce). c-d) *Lobophora*: c) hábito, lámina lobada; d) corte en plano transversal de la lámina mostrando médula (me) y corteza (co). e-f) *Stypopodium*: e) hábito, lámina espatuliforme; f) margen sin enrollamiento. Barras: a, c, e = 1 cm; b, f = 50 μ m; d = 100 μ m.

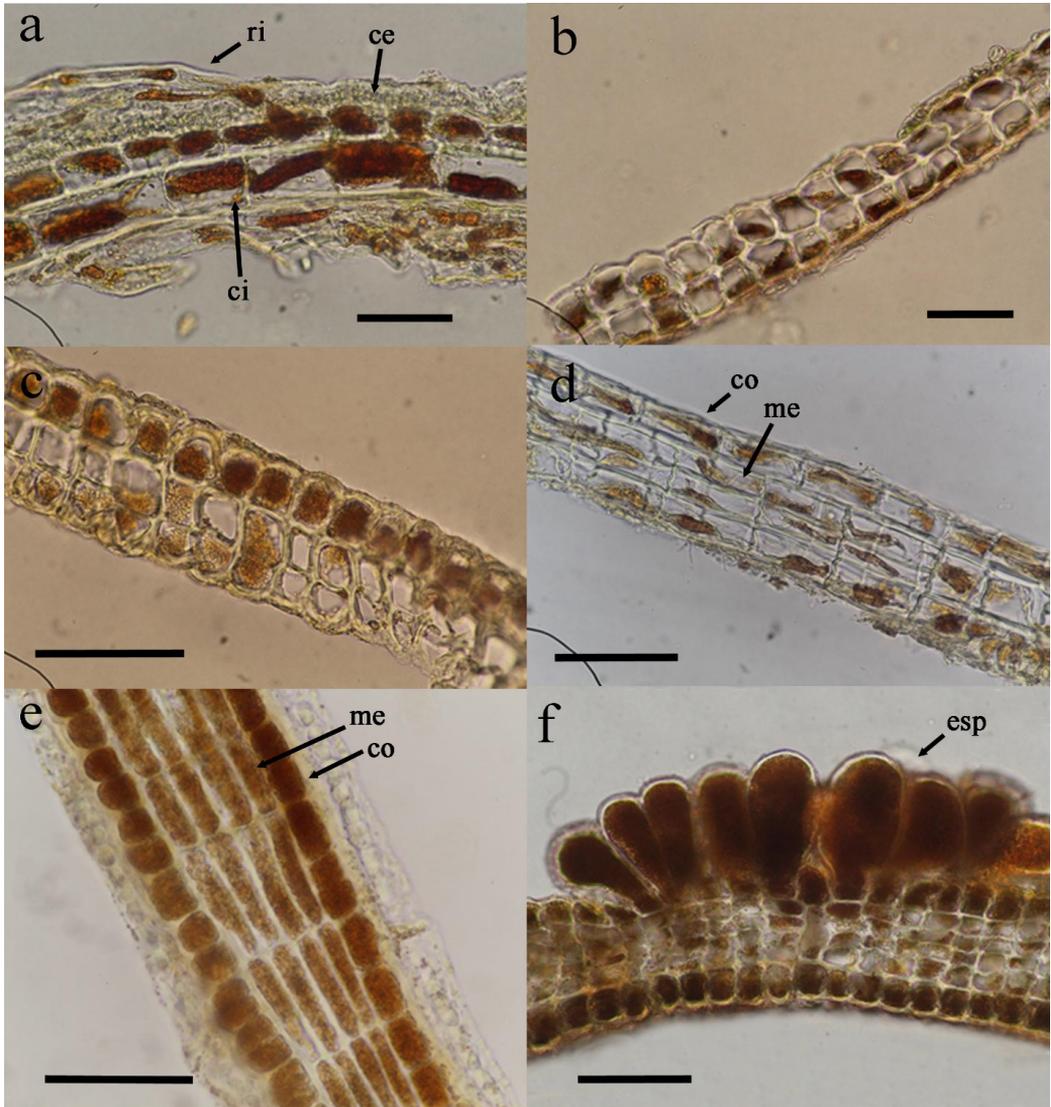


Lámina 6. Caracteres internos del género *Padina* (a-f): a) lámina distromática, corte en plano longitudinal mostrando células de la cara interna (ci) y de la cara externa (ce), además de rizoides (ri); b) corte en plano transversal; c) lámina con tres capas celulares, corte en plano transversal; d) lámina de tres a cuatro capas celulares, corte en plano longitudinal y diferenciación en médula (me) y corteza (co). e y f) Lámina con cuatro capas celulares medulares (me) y dos corticales (co); e) corte en plano longitudinal; f) corte en plano transversal mostrando esporangios (esp). Barras: a, b = 50 μ m; c-f 100 μ m.

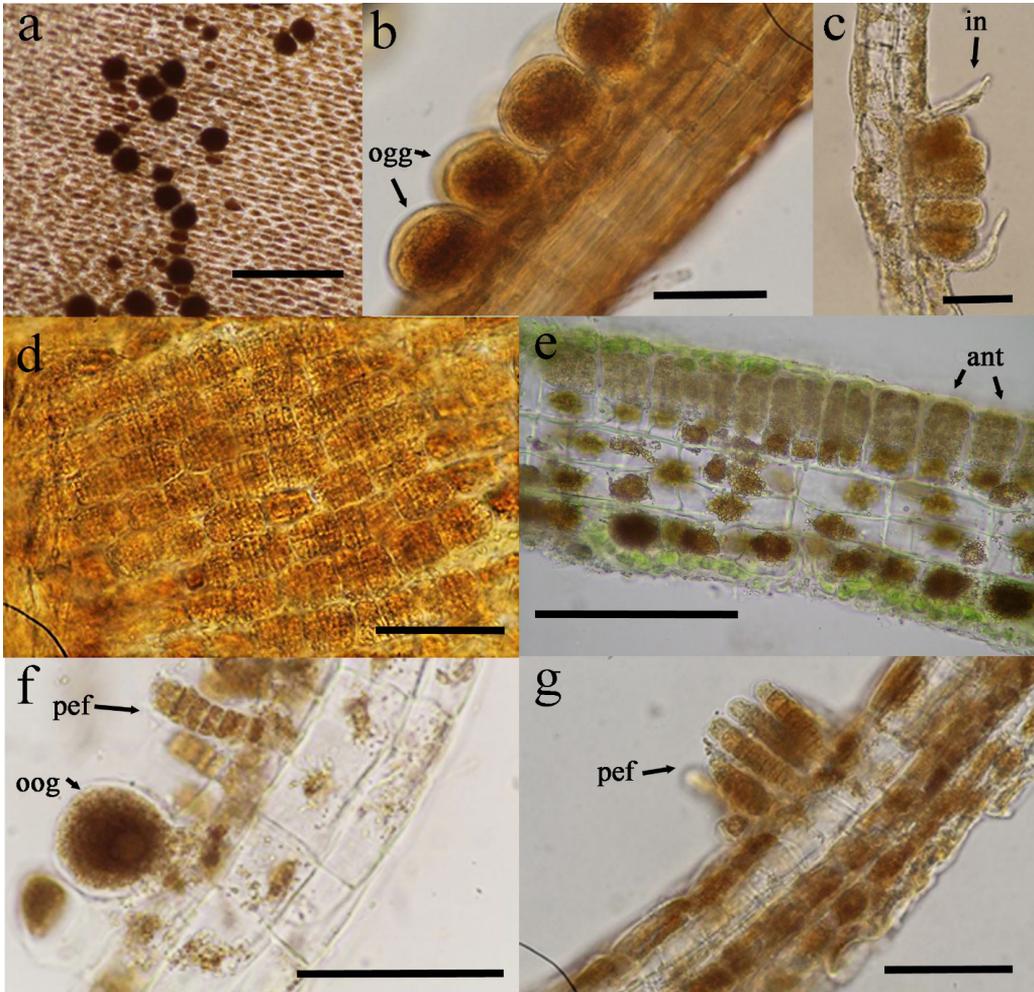


Lámina 7. Caracteres vegetativos y reproductivos del género *Padina* (a-g): a-c) soro oogonial, a) vista superficial, b) corte en plano longitudinal mostrando oogonios (oog), c) soro con indusio (in), corte en plano longitudinal; d y e) soro anteridial, d) vista superficial, e) corte en plano longitudinal mostrando anteridios (ant); f) oogonio (oog) y pelos feoïceos (pef), corte en plano longitudinal; g) pelos feoïceos (pef), corte en plano longitudinal. Barra: a = 300 μ m; b, d-g = 100 μ m; c= 50 μ m.

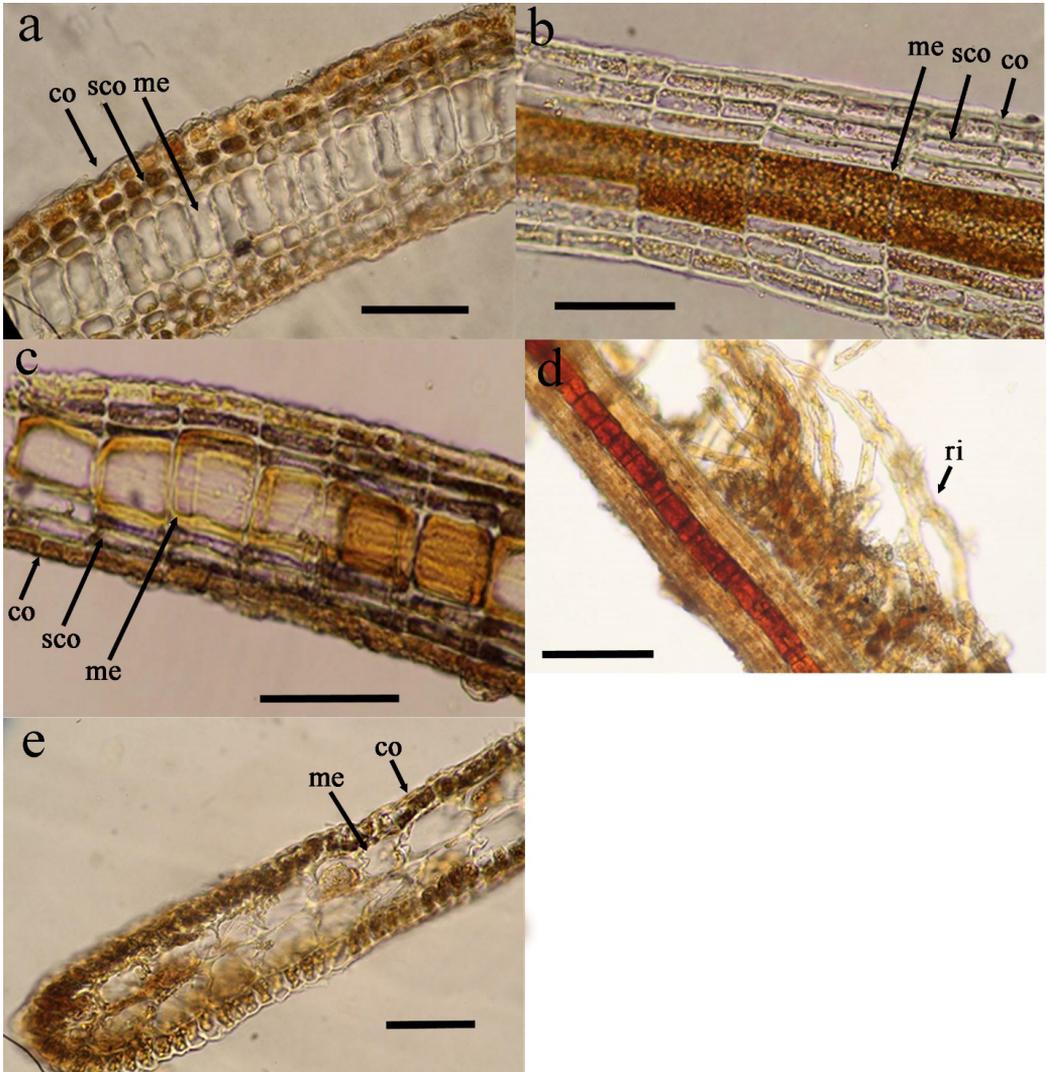


Lámina 8. Caracteres internos de los géneros *Lobophora* y *Stypopodium*. a-d) *Lobophora*: a) corte en plano transversal, capa de células medulares (me), subcorticales (sco) y corticales (co); b-d) corte en plano longitudinal, d) rizoides (ri). e) *Stypopodium*, corte en plano longitudinal mostrando células corticales (co) y medulares (me). Barras: a = 200 μ m; b, c = 100 μ m; d = 300 μ m; e = 50 μ m.

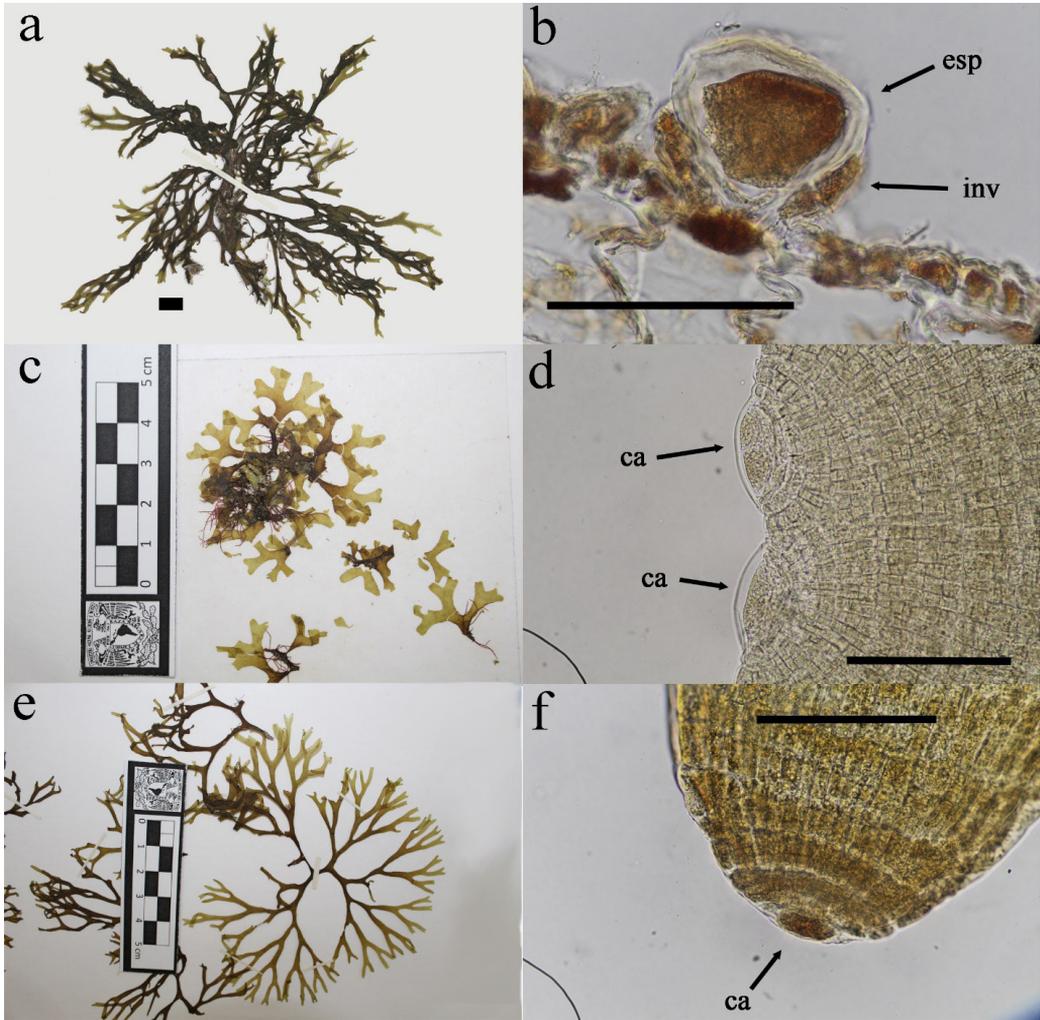


Lámina 9. Caracteres vegetativos y reproductivos de *Canistrocarpus cervicornis*, *Dictyota bartayresiana* y *D. caribaea*. a-b) *C. cervicornis*: a) hábito; b) esporangio (esp) rodeado por involucro (in), corte en plano transversal. c-d) *D. bartayresiana*: c) hábito; d) ápice con dos células apicales (ca). e-f) *D. caribaea*: e) hábito; f) ápice con una célula apical (ca). Barras: a = 1 cm; b, f = 50 μ m; c, e = testigos en imagen; d = 100 μ m.

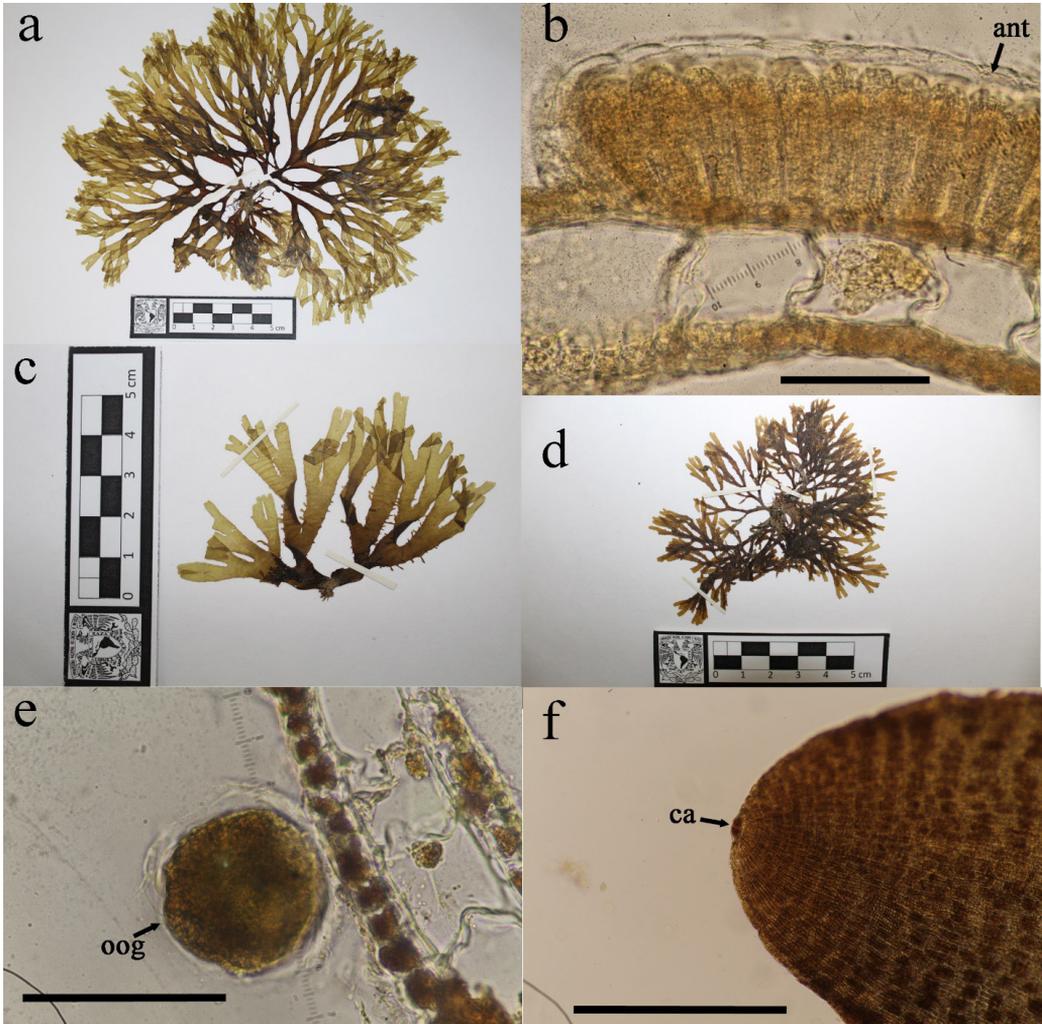


Lámina 10. Caracteres vegetativos y reproductivos de *Dictyota ciliolata* y *D. crenulata*. a-c) *D. ciliolata*: a y c) hábito; b) Soro anteridial (ant), corte en plano transversal. d-f) *D. crenulata*: d) hábito; e) oogonio (oog), corte en plano transversal; f) célula apical (ca). Barras: a, c, d = testigos en imagen; b, e = 100 µm; f = 300 µm.

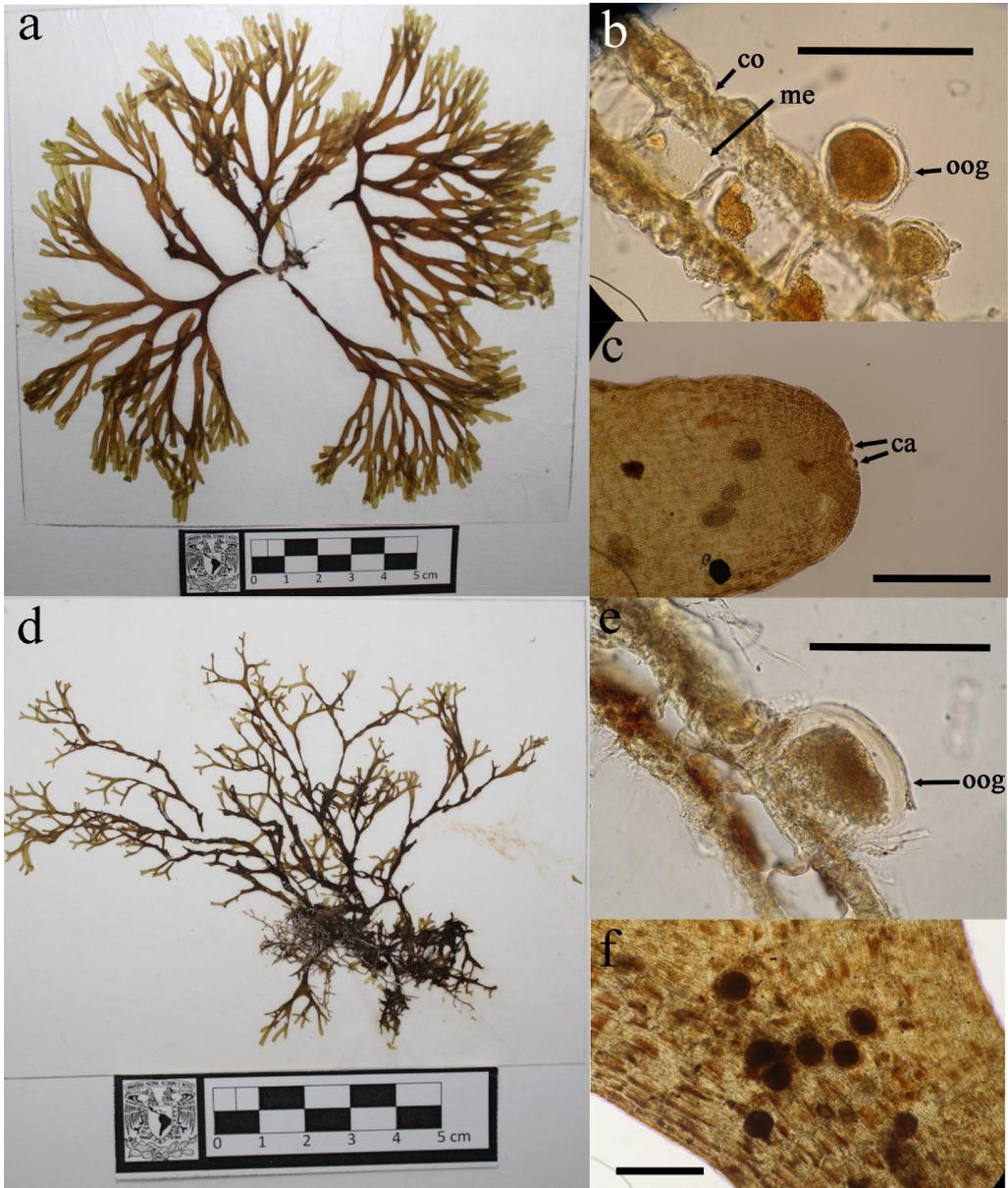


Lámina 11. Caracteres vegetativos y reproductivos *Dictyota dichotoma* y *D. implexa*. a-c) *D. dichotoma*: a) hábito; b) oogonio (oog), corte en plano transversal mostrando médula (me) y corteza (co); c) ápices redondeados con dos células apicales (ca). d-f) *D. implexa*: d) hábito; e) oogonio (oog), corte en plano transversal; f) oogonios, vista superficial. Barras: a, d = testigos en imagen; b, e = 100 μ m; c = 500 μ m; f = 200 μ m.

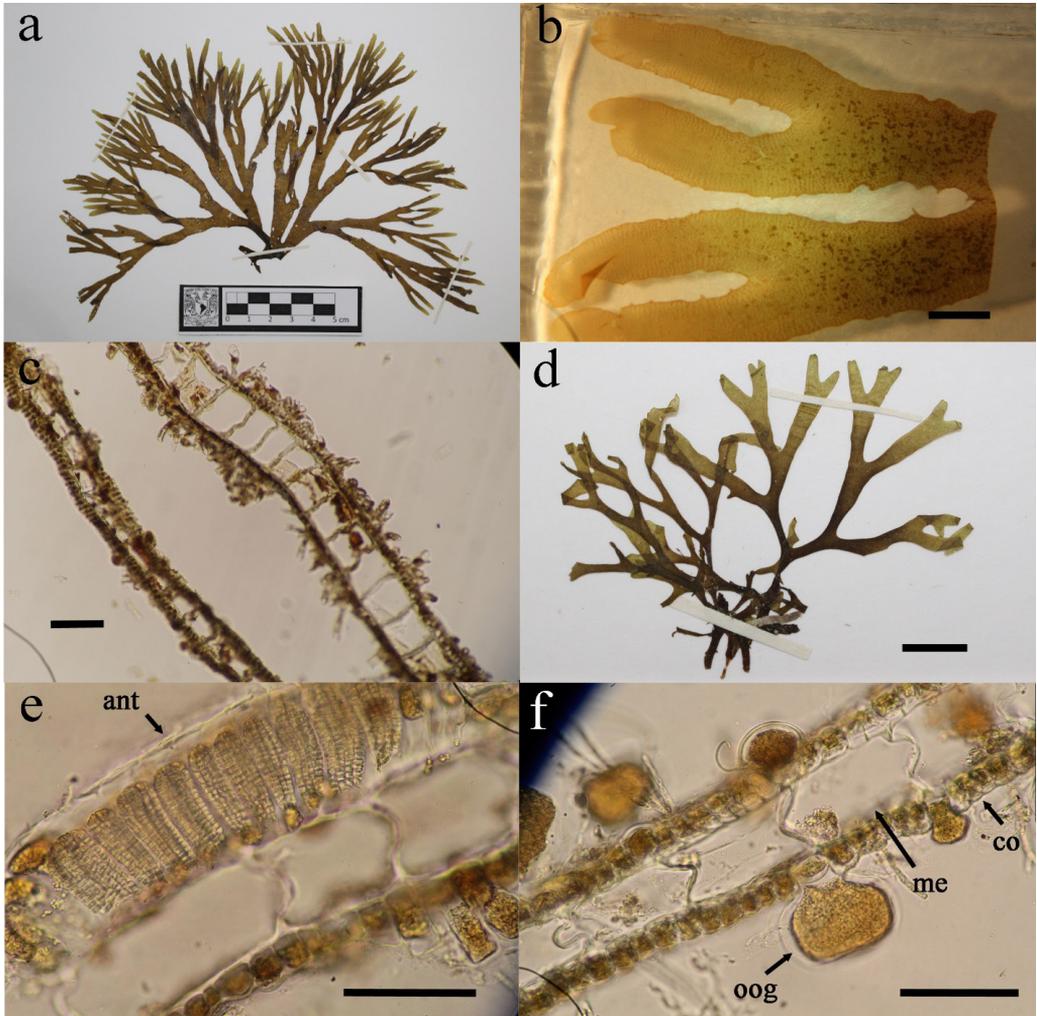


Lámina 12. Caracteres vegetativos y reproductivos de *Dictyota jamaicensis* y *D. menstrualis*. a-c) *D. jamaicensis*: a) hábito; b) ramas apicales; c) corte en plano transversal de la base del talo. d-f) *D. menstrualis*: d) hábito; e) anteridios, corte en plano transversal; f) oogonios (oog), corte en plano transversal. Barra: a = testigo en imagen; b = 2 mm; c, e, f = 100 μ m; d = 1 cm.

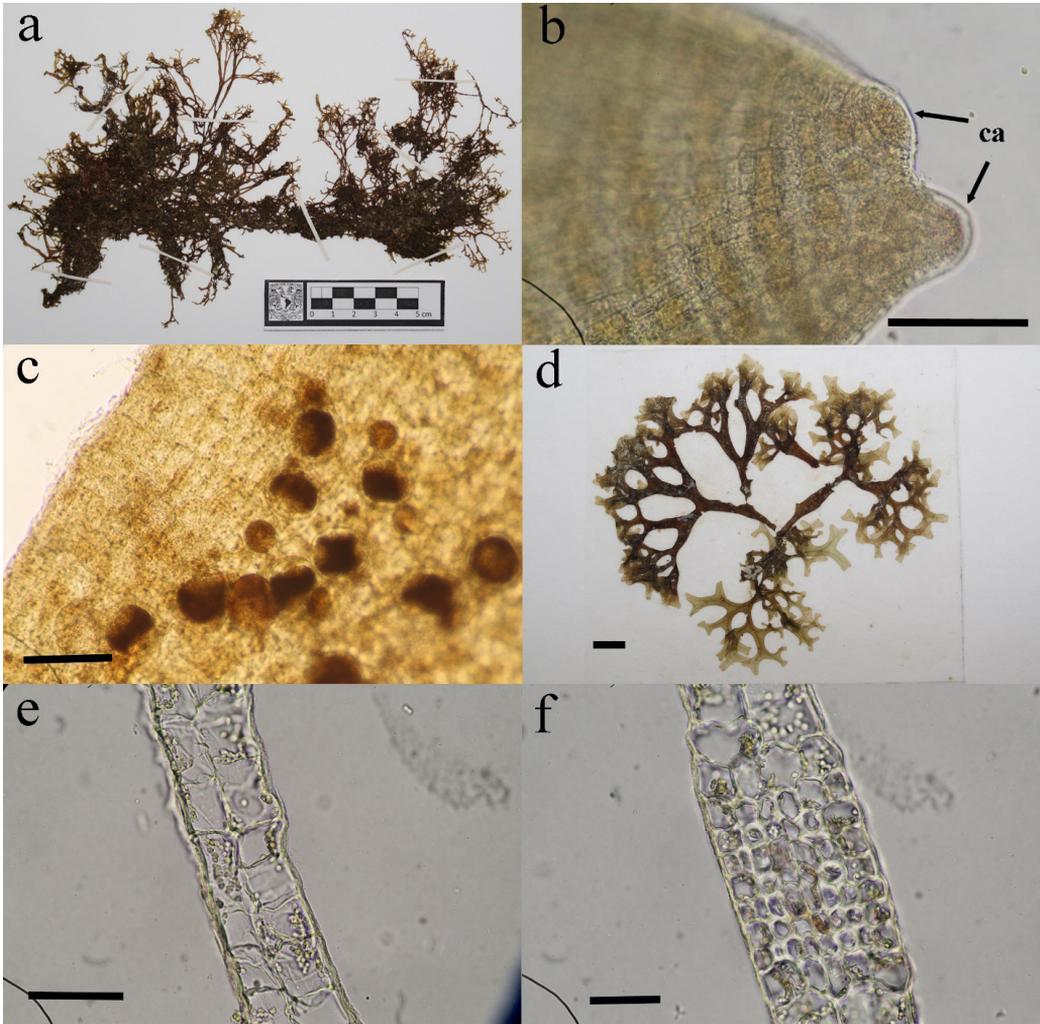


Lámina 13. Caracteres vegetativos de *Dictyota pulchella* y *Dictyopteris delicatula*. a-c) *D. pulchella*: a) hábito; b) ápices con célula apical (ca); c) oogonios, vista superficial. d-f) *D. delicatula*: d) hábito; e) corte en plano transversal del talo, cerca del margen; f) corte en plano transversal del talo, sobre la línea media. Barra: a = testigo en imagen; b, c, e, f = 100 µm; d = 1 cm.

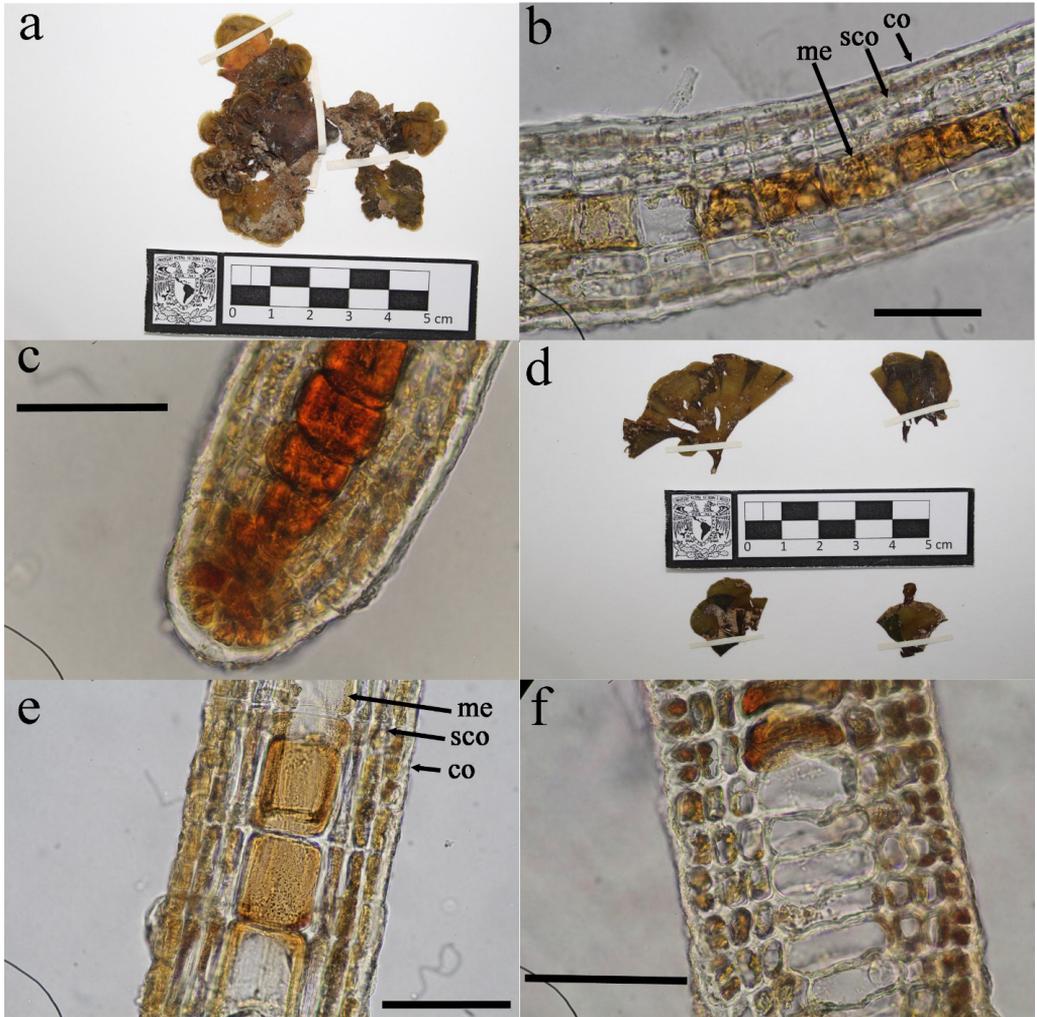


Lámina 14. Caracteres vegetativos de *Lobophora dispersa* y *L. variegata*. a-c) *L. dispersa*: a) hábito, b y c) capas celulares del talo; b) corte en plano longitudinal mostrando células corticales (co), subcorticales (sco) y medulares (me); c) corte en plano transversal. d-f) *L. variegata*: d) hábito; e y f) capas celulares del talo, e) corte en plano longitudinal mostrando células corticales (co), subcorticales (sco) y medulares (me); f) corte en plano transversal. Barras: a, d = testigos en imagen; b, c, e, f = 100 μm .

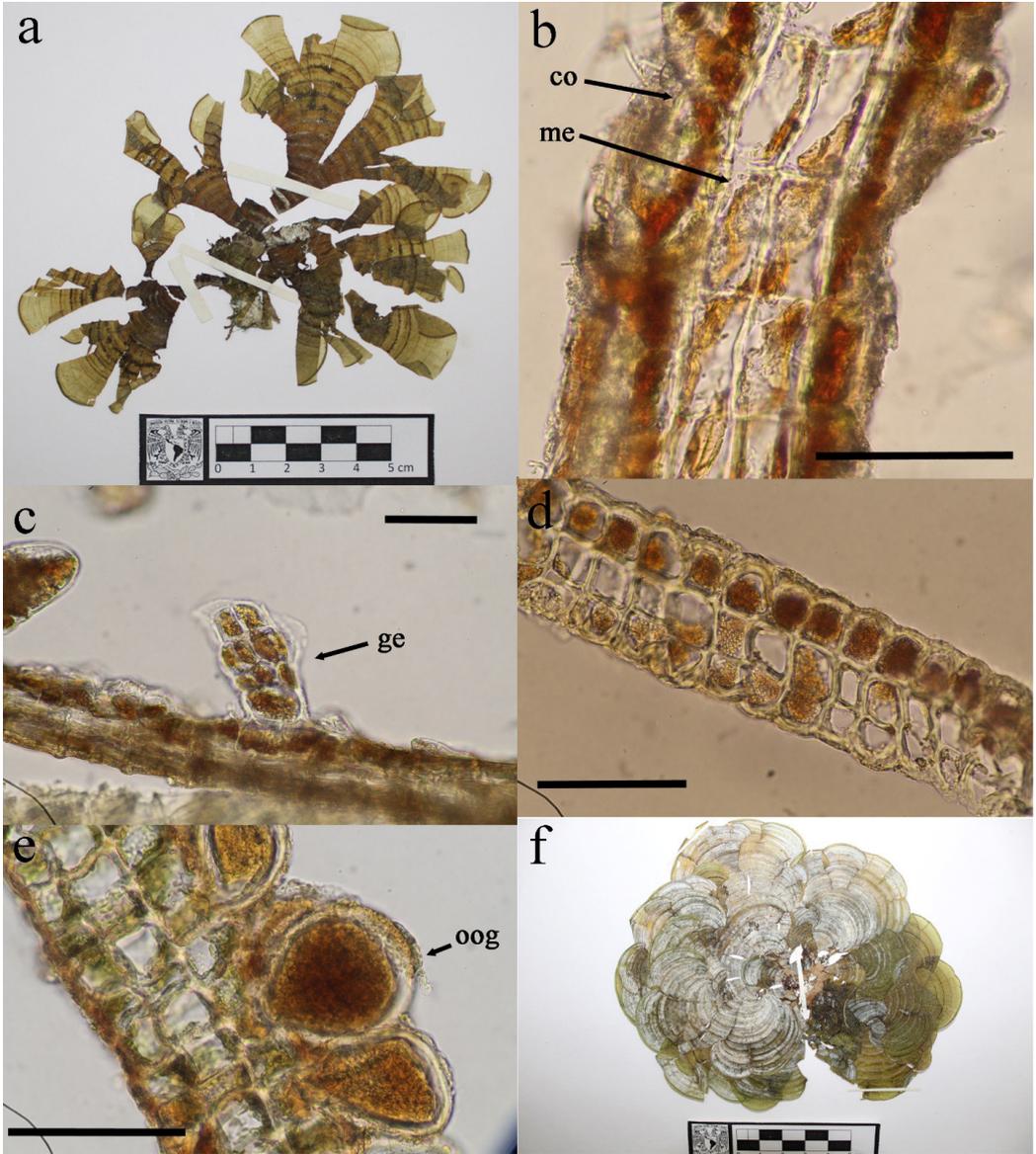


Lámina 15. Caracteres vegetativos y reproductivos *Padina antillarum* y *P. boergesenii*. a-c) *P. antillarum*: a) hábito; b) capas celulares mostrando médula (me) y corteza (co), corte en plano longitudinal; c) germinados (ge) *in situ*, corte en plano longitudinal. d-f) *P. boergesenii*: d) capas celulares, corte en plano transversal; e) oogonios (oog), corte en plano transversal; f) hábito. Barras: a, f = testigo en imagen; b - e = 100 μ m.

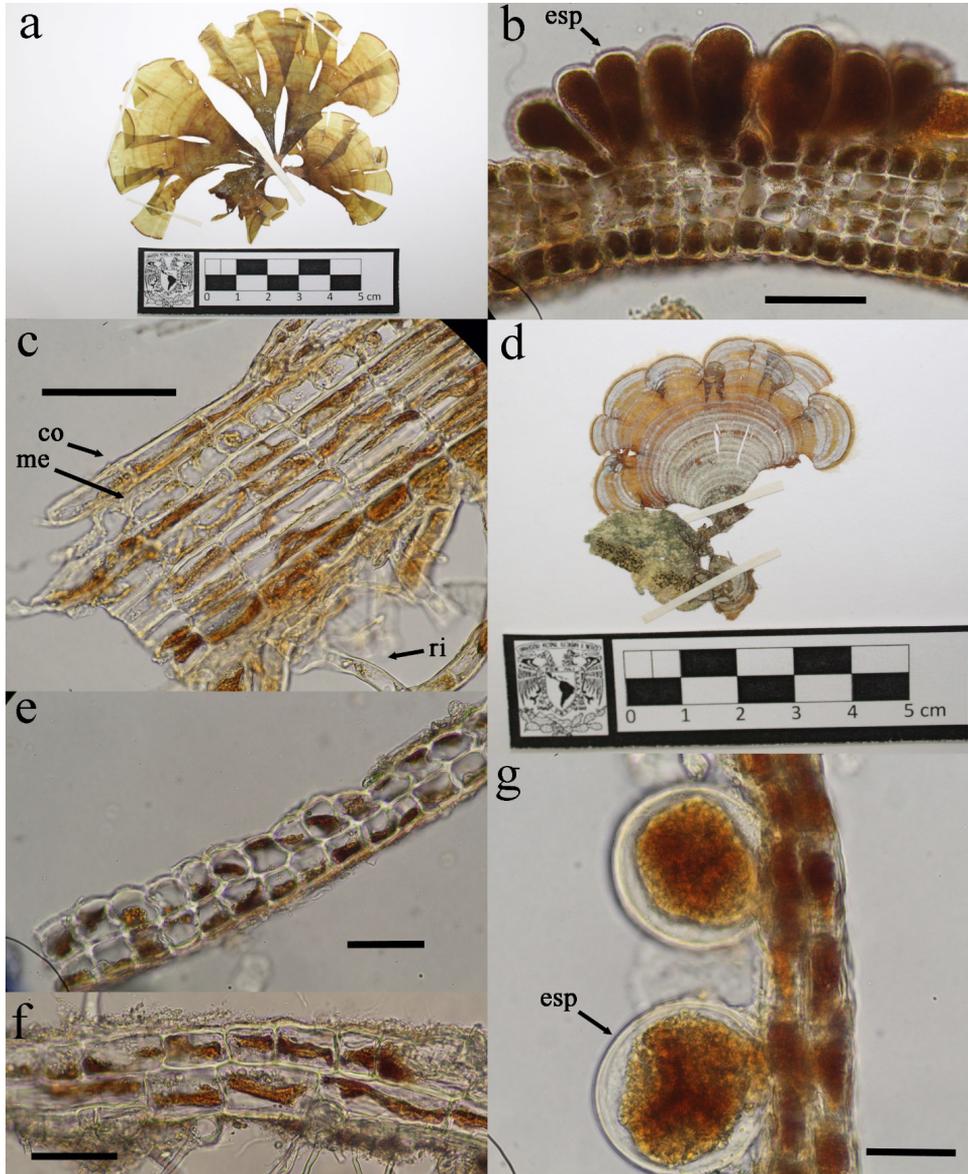


Lámina 16. Caracteres vegetativos y reproductivos de *Padina gymnospora* y *P. haitiensis*. a-c) *P. gymnospora*: a) hábito; b) soro esporangial (esp), corte en plano transversal; c) capas celulares, corte en plano longitudinal mostrando células medulares (me), corticales (co) y rizoides (ri). d-g) *P. haitiensis*: d) hábito; e y f) capas celulares, e) corte en plano transversal, zona media del talo, f) corte en plano longitudinal, zona basal del talo con rizoides; g) esporangios (esp), corte en plano longitudinal. Barras: a, d = testigo en imagen; b, c = 100 µm; e-g = 50 µm.

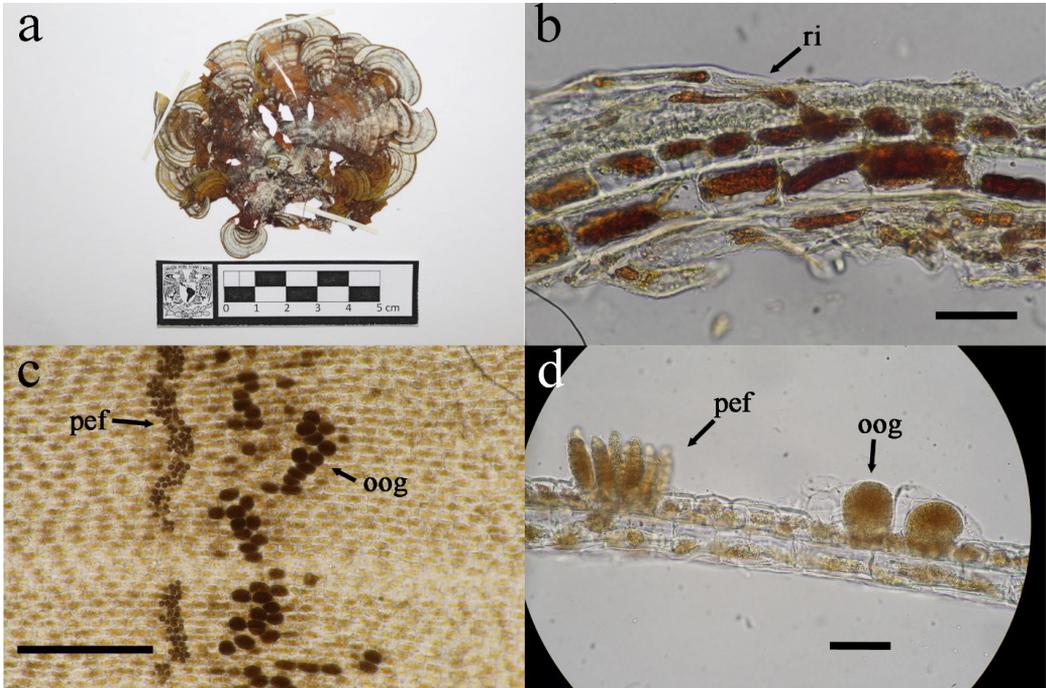


Lámina 17. Caracteres vegetativos y reproductivos de *Padina sanctae-crucis*: a) hábito; b) corte en plano longitudinal del talo cerca de la base mostrando rizoides (ri); c) soros oogoniales (oog) y pelos feofíceos (pef), vista superficial; d) oogonios (oog) y pelos feofíceos (pef), corte en plano longitudinal. Barra: a = testigo en imagen; b, d = 50 µm; c = 300 µm.

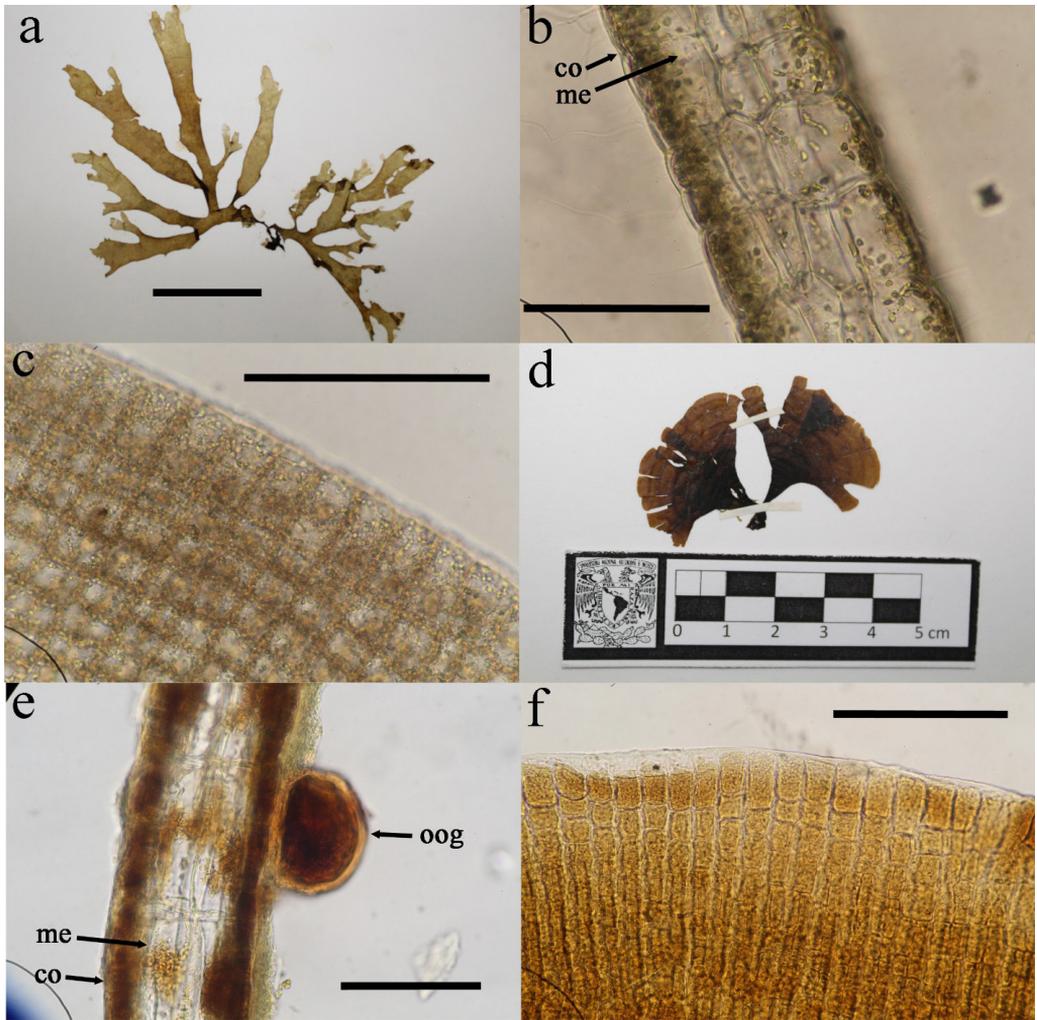


Lámina 18. Caracteres vegetativos y reproductivos de *Spatoglossum schroederi* y *Stypopodium zonale*. a-c) *S. schroederi*: a) hábito; b) corte en plano transversal del talo mostrando médula (me) y corteza (co); c) vista superficial del talo. d-f) *S. zonale*: d) hábito; e) oogonio (oog), corte en plano longitudinal mostrando médula (me) y corteza (co); f) vista superficial del talo, sin enrollamiento del margen. Barras: a = 5 cm; b, c, e, f = 100 μ m; d = testigo en imagen.

Guía morfo-anatómica para la determinación taxonómica de la **Familia Dictyotaceae** distribuida en costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe

Alejandrina Graciela Avila Ortiz
Sergio Díaz Martínez
Lisandro Hernández Anaya

Imágenes
Arturo Ubaldo Fuentes

La presente guía, es el resultado del trabajo cotidiano en el laboratorio de docencia e investigación del herbario FEZA, el interés de conocer a las algas, y elaborar material de apoyo con el propósito de facilitar la determinación taxonómica de algas marinas en particular la Familia Dictyotaceae del Phylum Ochrophyta, distribuida en la costa Atlántica de México.

Esta guía está dirigida a estudiantes de la Carrera de Biología y áreas afines. Contiene claves taxonómicas a nivel de género y de las especies correspondientes. Se presenta una diagnosis para cada una de las especies, hábitat, material revisado y distribución. Se incluyen láminas con imágenes que ilustran los caracteres vegetativos y reproductivos que se consideran en la determinación taxonómica. Es importante mencionar que la mayoría de las especies contenidas en la presente guía tienen evidencia con datos moleculares, las cuales están marcadas con un asterisco. Los ejemplares de respaldo se mencionan al final de cada diagnosis como material revisado y están depositados en la Colección Ficológica del herbario FEZA, de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza,
Campus I. Av. Guelatao No. 66 Col. Ejército de Oriente,
Campus II. Batalla 5 de Mayo s/n Esq. Fuerte de Loreto,
Col. Ejército de Oriente.
Iztapalapa, C.P. 09230 Ciudad de México,
Campus III. Ex fábrica de San Manuel s/n,
Col. San Manuel entre Corregidora y Camino a Zautla,
San Miguel Contla, Santa Cruz Tlaxcala.

<http://www.zaragoza.unam.mx>