



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
“ZARAGOZA”

Análisis de caracteres morfológicos de las especies del género
Padina Adanson, distribuidas en el Golfo de México

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

PRESENTA:

ULISES GARCÍA MÉNDEZ.

ÁREA: SISTEMÁTICA VEGETAL

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ALEJANDRINA G. ÁVILA ORTIZ.

Proyecto PAPIIT-IN211505

MÉXICO, D. F

NOVIEMBRE 2007





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



DEDICATORIA

A mis padres Guillermo G. García R. y G. Marcelina Méndez L., por haberme dado la vida y hacer de mi una persona de bien y que, el concluir ésta etapa de mi vida es un premio y reconocimiento de mi parte a quienes hasta en los momentos más difíciles han estado a mi lado apoyándome en todo... Mil gracias.

A mis hermanos Victor, Gerardo y Francisco A. por los momentos en que hemos compartido juntos tantas cosas y que esto sirva de ejemplo en nuestra frase “como se dice: YO SI PUEDO”.

A mi esposa Alejandra Lozoya, quien ha estado a mi lado soportando mis ausencias, compartido mis alegrías y mis penas... sabes que esto también es un logro que te pertenece. Tu sabes que no te cambiaría por nada flaquita, gracias por estar a mi lado.

A mis hijas que son la fuente de inspiración para seguir adelante así como mi fe y fuerza para llevar a cabo mis propositos, ya que todo les pertenece a ellas.

A mi otra familia, mi suegra Teresa Escalante, mis cuñadas Rosy, Mary y mi cuñado Lalo, quienes también me han apoyado en los momentos en que los he necesitado, gracias por todo



AGRADECIMIENTOS.

Al proyecto PAPIIT-IN211505 por la beca otorgada para la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México nuestra mayor y más importante casa de estudios, por haberme dado la oportunidad de formar parte de ella y desarrollarme académicamente en una de sus mejores planteles la FES “Zaragoza”.

Especialmente mi mas sincero agradecimiento a la Dra. Alejandrina G. Ávila Ortiz, por la paciencia y tiempo para dirigir este proyecto en el cual a lo largo de tres años de trabajar juntos, he aprendido muchísimo de este mundo tan fascinante como lo es la ficología y que sin su ayuda no lo hubiera logrado todo esto, mil gracias.

De igual manera a los integrantes del jurado M. en C. Dolores Escorza, Dr. Isaías Salgad, Dr. Eloy Solano y Biol. Marco A. Hernández, por las atinadas sugerencias y criticas hacia este trabajo con lo cual se vio enriquecido, gracias a ustedes.

A mis amigos entrañables Héctor, Yanet, Elia, Carlos, Karina F., Raquel, Israel, Sinhue, Daniel, Diana, Pedro, Alejandra, Ricardo, así como los demás, disculpen si omití a alguien no es mi intención, pero a ustedes que estuvieron a mi lado saben que los considero mis amigos, gracias por hacer de mi estancia en la FES una experiencia inolvidable.

Así mismo a Sergio Díaz, por hacer de salidas a campo y la estancia en el herbario gratas experiencias y échale ganas para que ya pronto termines tu tesis.

Finalmente cada uno de los profesores que formaron parte en mi formación académica ya que sin educación que recibí de ellos nunca hubiera llegado hasta donde estoy.

Sin más... “Soy Orgullosamente UNAM”

CONTENIDO

	<i>Páginas</i>
Dedicatoria	<i>i</i>
Agradecimientos	<i>ii</i>
Índice de figuras	<i>iii</i>
Índice de láminas y cuadros	<i>iv</i>
 Resumen	
 I. INTRODUCCIÓN	 2
1.1 Generalidades del género <i>Padina</i>	2
1.1.2 Aspectos taxonómicos del género <i>Padina</i>	3
1.2 Caracteres	5
 II. ANTECEDENTES	 7
 III. OBJETIVOS	 10
3.1 Objetivo general	10
3.2 Objetivos particulares	10
 IV. ÁREA DE ESTUDIO	 11
4.1 Descripción de las localidades	11
4.2 Veracruz	12
4.2.1 Localidades litorales	12
4.2.2 Localidades insulares	13
4.3 Campeche	14
4.3.1 Localidades litorales	14
4.4 Yucatán	15
4.4.1 Localidad litoral	15
 V. MATERIAL Y MÉTODO	 17
5.1 Trabajo de campo	17
5.2 Trabajo de laboratorio	18
5.2.1 Medición de caracteres cuantitativos	19
5.2.1.1 Caracteres Macroscópicos	19
5.2.1.2 Caracteres Microscópicos	20
5.2.2 Observación de caracteres cualitativos	22
5.3 Trabajo de gabinete	23
 VI. RESULTADOS	 24
6.1 Caracteres cuantitativos	24



6.1.1 Caracteres microscópicos vegetativos	24
6.1.2 Caracteres microscópicos reproductivos	28
6.1.3 Caracteres macroscópicos	30
6.2 Análisis de componentes principales	32
6.3 Caracteres cualitativos	34
6.4 Diagnósis de las especies	37
6.4.1 <i>Padina</i> aff. <i>gymnospora</i>	38
6.4.2 <i>P. boergesenii</i>	40
6.4.3 <i>P. gymnospora</i>	42
6.4.4 <i>P. sanctae-crucis</i>	44
6.4.5 <i>P. antillarum</i>	46
6.4.5.1 Nuevo registro para México	46
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
7.1 Caracteres microscópicos vegetativos	48
7.1.1 Comparación de datos bibliográficos y los del presente estudio	49
7.2 Caracteres microscópicos reproductivos	50
7.3 Caracteres macroscópicos	51
7.4 Caracteres cualitativos	51
7.5 Consideraciones finales	52
VIII. CONCLUSIONES	53
IX. REFERENCIAS	54
ANEXO 1	59
ANEXO 2	61
ANEXO 3	66
ANEXO 4	69

FIGURAS

	<i>Página</i>
1. Localidades en Veracruz	16
2. Localidades en Campeche y Yucatán	16
3. Recolecta	17
4. Ejemplares en bolsas de plástico.	17
5. Fijado del material.	17
6. Etiquetado de especímenes	17
7. Prensado	17
8. Amarre de prensa	17
9. Inclusión en solución jabonosa	18
10. Muestras en rehidratación	18
11. Calentamiento de 30 a 60 s	18
12. Microscopio estereoscopio Leica EZ4	18
13. Zonas en que se dividió el talo y lugares de medición.	19
14. Medición de ejemplares con vernier	19
15. Distancia entre líneas de pelos y disposición de soros.	20
16. Microscopio óptico Nikon Eclipse 50i	20
17. Observación y medición de preparaciones	20
18. Parte interna y externa del enrollamiento.	21
19. Grosor de la zona apical	25
20. Grosor de la zona media	25
21. Grosor de la zona basal	25
22. Largo de la célula cortical interna en zona apical	25
23. Largo de la célula cortical interna en zona media	25
24. Largo de la célula cortical interna en zona basal	25
25. Ancho de la célula cortical interna en zona apical	26
26. Ancho de la célula cortical interna en zona media	26
27. Ancho de la célula cortical interna en zona basal	26
28. Largo de la célula cortical externa en zona apical	26
29. Largo de la célula cortical externa en zona media	26
30. Largo de la célula cortical externa en zona basal	26
31. Ancho de la célula cortical externa en zona apical	27
32. Ancho de la célula cortical externa en zona media	27
33. Ancho de la célula cortical externa en zona basal	27
34. Largo de células medulares en zona media	27



35. Largo de células medulares en zona basal	27
36. Ancho de células medulares en zona media	28
37. Ancho de células medulares en zona basal	28
38. Largo de esporangios	28
39. Ancho de esporangios	28
40. Largo de oogonios	29
41. Ancho de oogonios	29
42. Largo de anteridios	29
43. Ancho de anteridios	29
44. Tamaño de las especies	30
45. Largo del estípite	30
46. Ancho del estípite	30
47. Ancho del lóbulo máximo	31
48. Ancho del lóbulo mínimo	31
49. Media de la distancia entre líneas de pelos.	31
50. Componentes principales del grosor del talo	33
51. Componentes principales de la longitud de células corticales internas	33
52. Componentes principales de la longitud de células corticales internas	34
53. Forma de la lámina en cada especie	35
54. Forma del estípite en cada especie	35



LÁMINAS

	<i>Página</i>
1. <i>Padina</i> aff. <i>gymnospora</i>	39
2. <i>P. boergesenii</i>	41
3. <i>P. gymnospora</i>	43
4. <i>P. sanctae-crucis</i>	45
5. <i>P. antillarum</i>	47

CUADROS

	<i>Página</i>
1. Eigenvalues de componentes principales.	32
2. Comparación entre bibliografía y la del presente estudio.	49



RESUMEN

Mediante pruebas estadísticas (multivariadas) se reconocieron y determinaron los caracteres de valor taxonómico de cuatro especies y un morfo del género *Padina*: *P. aff. gymnospora* (Kützing) Sonder, *P. antillarum* (Kützing) Piccone, *P. boergesenii* Allender et Kraft, *P. gymnospora* (Kützing) Sonder, y *P. sanctae-crucis* Børgesen. El material fue recolectado en nueve localidades de Veracruz, seis de Campeche y una de Yucatán durante 2005 y 2006. Además se revisó material de los herbarios FEZA y ENCB. Con un total de 144 ejemplares, a los cuales se les hicieron cortes en plano longitudinal en tres zonas de la lámina: margen, media y basal. Se consideraron 33 caracteres cuantitativos y seis cualitativos. Los datos morfométricos se analizaron estadísticamente con las pruebas de ANDEVA y Análisis de Componentes Principales (PCA) del software STATA versión 9.1. Con base en los resultados obtenidos, los caracteres con mayor valor taxonómico fueron: grosor de la lámina a largo del talo, largo-ancho de células corticales internas y externas y largo-ancho de células medulares. Cabe resaltar que durante el presente trabajo se confirma la presencia de *Padina antillarum* como un nuevo registro de para la zona de estudio.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades del género *Padina*.

El género *Padina* es un alga de color pardo ubicada taxonómicamente en la familia Dictyotaceae junto con otros 17 géneros en el orden Dictyotales (Papenfuss, 1977; Silva *et al.*, 1996). Las especies del género *Padina* (*padinos* = planos) se caracterizan por presentar talos flabeliformes (en forma de abanico) con numerosos feoplastos discoidales por célula, márgenes de la lámina circinados y con ciclo de vida diplohaplóntico isomórfico.

Los esporangios y gametangios se agrupan en soros formando líneas regulares concéntricas o bien parches localizados en una o en ambas caras del talo según la especie (Hoek, C van den *et al.*, 1995 y Lee, 1999). Así mismo pueden o no estar cubiertos por un indusio conspicuo, el cual, deriva de las células corticales. Liddle (1972) observó la formación de oogonios una vez al año en talos gametofitos, a diferencia de los esporofitos, los cuales son más comunes, presentándose durante casi todo el año.

Algunas especies presentan carbonato de calcio sobre la lámina que le dan un aspecto yesoso, generalmente es más abundante en la superficie interna (hacia el margen circinado) y escaso o ausente en la externa (contraria al margen circinado) (Borowitzka *et al.*, 1974). Sin embargo, este carácter parece ser distintivo en algunas especies, como en *P. gymnospora*, que tiende a ser escaso, a diferencia de *P. boergesenii* donde es abundante (Bold & Wynne, 1985).

Este género es de gran importancia ecológica, debido a su abundancia y porque forma parte de la dieta, hábitat y sustrato donde se fijan algunos organismos marinos, este género se distribuye en aguas subtropicales y tropicales principalmente.



1.1.2 Aspectos taxonómicos del género *Padina*.

Para el Golfo de México se han registrado seis especies del género *Padina*: *P. boergesenii* Allender et Kraft, *P. gymnospora* (Kützing) Sonder, *P. haitiensis* Thivy, *P. pavonica* (Linnaeus) Thivy, *P. perindusiata* Thivy y *P. sanctae-crucis* Børgesen (Dreckmann, 1998 y Ortega *et al.*, 2001). Las siguientes diagnósis se basaron en Taylor (1960) y Nunes y Paula (2000).

Padina boergesenii Allender *et* Kraft: Talo de 3-13 cm de largo, marrón-verdosa. Lámina entera o dividida, pelos alternando en ambas superficies del mismo. Calcificación acentuada en todo el talo pero sólo en la superficie interna al enrollamiento. En corte transversal, presenta en la región apical enseguida del margen enrollado aproximadamente a 5 mm, 3 capas de células, de 65-106 μm de espesor, en la región media con 3 células, 72-112 μm de espesor, y en la región basal por arriba del estípite, aproximadamente a 1 cm, con 3 capas de células de 68-151 μm de espesor. Esporangios en soros sin indusio, distribuidos concéntricamente en filas inmediatamente encima de las líneas de pelos, con 52-120 μm de ancho. Talos dioicos. Oogonios en soros de 30-55 μm de ancho, cubiertos con un indusio conspicuo y distribuidos irregularmente en la superficie externa del talo. Anteridios de 26.78 μm x 16-21 μm en soros cubiertos por un indusio, distribuidos irregularmente en la superficie externa del talo, (Taylor, 1960; Nunes y Paula 2000).

Padina gymnospora (Kützing) Sonder. Talos frecuentemente gregarios, de 4-16 cm de largo, color marrón. Talo entero o dividido pelos en ambas superficies. Presentando poca calcificación o nula presencia de ésta. En corte transversal, hacia la región del ápice enseguida del margen enrollado, aproximadamente a 5 mm, 3 capas de células, 66-104 μm de espesor, en la región media con 4-6 capas de células, 106-153 μm de espesor y en la región basal, por encima del estípite aproximadamente a 1 cm, con 6 capas de células, de 104-208 μm de espesor. Esporangios agrupados en soros sin indusio, distribuidos concéntricamente en filas entre las zonas de pelos, con 67-122 μm de ancho. Talos dioicos. Oogonios en soros con indusio distribuidos irregularmente en ambas superficies del talo con 65-104 μm de ancho. Anteridios en soros cubiertos por un indusio, dispuestos irregularmente en ambas superficies del talo de 45-104 μm x 18-26 μm (Taylor, 1960).



Padina haitiensis Thivy: Talos de 5-6 cm. de alto, de color marrón claro, margen lobado, fuertemente calcificada en una superficie, líneas de pelos evidentes separados 1.5-2.0 mm. En corte transversal 2 capas de células desde el ápice enrollado, hasta la base por encima del estípite, con grosor en la zona apical de 65 μm y 105 μm de grosor en la zona basal. Células de 25-38 μm de ancho. Esporangios de 80-110 μm de ancho, cubiertos por indusio, distribuidos en la superficie externa del talo, alternando líneas fértiles con estériles. (Taylor, 1960).

Padina pavonica (Linnaeus) Thivy: Talos gregarios, con margen curvado, la superficie externa sustancialmente calcificada, mientras que, la interna pocas veces presenta esta calcificación, en corte transversal la zona apical presenta 2 capas de células de 65 μm de grosor, en la zona media con 3-4 capas de células, 130 μm de grosor. Esporangios en soros más o menos en líneas continuas en una o en ambas superficies, dispuestos por encima de la línea de pelos, de 90-140 μm de ancho, cubiertos por un indusio persistente. Gametofitos monoicos, los soros anteridiales alternándose con los oogoniales, en bandas sobre la superficie interna o externa, por encima de las líneas de pelos, los oogonios miden 50 μm de ancho (Taylor, 1960).

Padina perindusiata Thivy: Talos de hasta 10 cm de altura, ligeramente calcificadas en ambas superficies, líneas de pelos alternando de manera opuesta en ambas superficies, zonas fértiles de 1.5-3.0 mm de ancho o las estériles de 0.75-2.0 mm de ancho, láminas distromáticas de 105 μm de grueso en la base y 90 μm en la zona media, células de la capa inferior de 30-50 μm de ancho, la superior de 0.33-0.5 μm . Soros esporangiales de 0.5-0.75 mm de ancho en una línea continua o de dos a tres líneas discontinuas en medio de cada zona fértil, cubiertos por un indusio conspicuo (Taylor, 1960).

Padina sanctae-crucis Børgesen: Talos de 4-11 cm de altura marrón-amarilla, lamina entera o dividida, presenta pelos en ambas superficies que forman líneas concéntricas. Calcificación presente en la superficie interna del talo. En corte transversal de la zona apical, enseguida del margen enrollado, aproximadamente a 5 mm, 2 capas de células, de 45-68 μm de grosor, en la zona media con 2 capas de células, de 64-84 μm de espesor y en la zona basal encima del estípite a 1 cm. aproximadamente, con 2 capas de células, 61-96 μm de espesor. Soros esporangiales de 67-111 μm de ancho sin indusio, distribuidos por encima de las líneas de pelos,

alternando estas líneas con bandas sin esporangios, presentes en la superficie externa del talo. Oogonios cubiertos por indusio evanescente, presentes en una superficie del talo, arriba y debajo de las líneas de pelos, con 32-62 μm de ancho. No han sido observadas talos masculinos (Taylor, 1960; Nunes y Paula 2000).

1.2 Caracteres.

Los caracteres de un organismo son todos aquellos rasgos o atributos que posee y que pueden compararse, medirse, contarse, describirse o evaluarse de cualquier forma. La taxonomía vegetal utiliza los caracteres morfológicos y anatómicos con el propósito de clasificar y determinar taxonómicamente a las especies. Jones (1987) considera que los caracteres tienen infinidad de usos, entre los que se incluyen los siguientes:

- Proveer información para la construcción de sistemas taxonómicos,
- Proporcionar caracteres para la construcción de claves para la identificación,
- Establecer características útiles para la descripción y delimitación de los taxa, y
- Permitir a los científicos el uso del valor predictivo de las clasificaciones.

Algunos aspectos descriptivos o numéricos están considerados como caracteres y sus variantes se consideran estados de carácter. Por ejemplo la división de la lámina y el ancho de cada segmento son estados de carácter. Los caracteres cuantitativos son aquellos rasgos que pueden contarse o medirse con facilidad, mientras que, los cualitativos son el color, el olor, la forma de la fronda, la pubescencia, entre otras. Normalmente los caracteres cuantitativos son más fácil de obtener y de expresar o describir a diferencia de los cualitativos.

Con el propósito de proporcionar estados de caracteres útiles al taxónomo, deben existir diferencias contrastables en los rasgos fisonómicos. Las partes vegetativas en las algas, como las frondas o rizomas, son relativamente grandes y fáciles de observar, pero por lo general proporcionan pocos caracteres para su análisis, a diferencia de las estructuras reproductivas.



La larga experiencia taxonómica ha mantenido como regla que, los taxa de todos los rangos deben establecerse con base en la correlación de varios caracteres, para evitar así las redundancias de las clasificaciones que se construyen con base en un sólo carácter.

Con base en lo anterior, las algas no son la excepción, ya que presentan caracteres cuantitativos y cualitativos, que pueden transformarse en estados de carácter. En este sentido, en el género *Padina* se han utilizado los siguientes caracteres, para diferenciar morfológicamente las especies:

Vegetativos: forma de la lámina, margen, presencia o ausencia de carbonato de calcio sobre las superficies de la lámina, tamaño, localización de los pelos feofíceos en relación con los soros, número de capas celulares en tres zonas del talo (apical, media y basal o cerca del estípite), color del talo, largo del estípite y en algunos casos el sustrato (Ávila y Pedroche 2005; Joly, 1967; Littler & Littler, 2000; Taylor, 1960; Nunes y Paula 2000.)

Reproductivos: localización de los soros en una o en ambas superficies de la lámina, presencia o ausencia de indusio en los soros, largo y ancho de esporangios, oogonios y anteridios (Mateo Cid *et al.*, 2000; Nunes y Paula 2000).

Con base en lo anterior, el presente trabajo pretende analizar mediante pruebas estadísticas, los caracteres cuantitativos y cualitativos para obtener aquellos de valor taxonómico que permitan delimitar las especies del género *Padina*. Así mismo con la información obtenida complementar las diagnosis de las especies registradas en el área de estudio.



II. ANTECEDENTES

Thivy (1959) presentó un trabajo sobre la morfología de las estructuras reproductoras, haciendo énfasis en la fase gametofítica (oogonios y anteridios) en *Padina boergesenii* [*P. gymnospora* (Kuetz) Vickers], reconoció que los talos gametofitos se presentan en menor número que los esporofitos.

Taylor (1960) describió los caracteres morfológicos de *Padina gymnospora* [como *P. vickersiae* Hoyt], *P. haitiensis*, *P. pavonica*, *P. perindusiata* y *P. sanctae-crucis*. Es de los primeros autores en incluir como caracteres diagnósticos las medidas de estructuras reproductoras y vegetativas.

Gaillard (1967) realizó un estudio de *Padina tetrastromatica* Hauk, donde se describió con detalle los talos gametofitos (femenino y masculino) y esporofitos. Incluyó dibujos de cortes longitudinales del talo, en los que se observan las estructuras reproductoras.

Liddle (1972) retoma la importancia de las poblaciones gametofíticas y esporofíticas, por lo cual realizó un experimento para observar el desarrollo de las poblaciones de *Padina sanctae-crucis* *in vitro* e *in situ*, concluyendo que las poblaciones esporofíticas se encuentran en casi todo el año, mientras que la fase gametofítica sólo en un período corto.

Gaillard (1975) hizo una comparación de los caracteres morfológicos y la afinidad entre tres especies de *Padina*: *P. sanctae-crucis*, *Padina japonica* Yamada y *P. haitiensis*, considerando el arreglo de las estructuras reproductoras, calcificación, y además la distribución geográfica, para establecer las diferencias entre ellas.

Allender y Kraft (1993) aclararon el estado taxonómico de *Padina boergesenii*, con base en especímenes recolectados en Australia y a su vez discutieron las diferencias con *P. fraseri* y *P. boergesenii*, con base en sus caracteres morfológicos reproductivos y vegetativos.

Ávila y Pedroche (1999) revisaron el ejemplar reportado para México *Padina tetrastromatica* registrado por Setchel y Gardner y aclararon que se trató de una determinación equivocada, ya que correspondía a *Padina crispata* Thivy, tomando en cuenta sus caracteres morfológicos.

Wynne y De Clerck (1999) hicieron un estudio del material tipo de *Padina tetrastromatica*, a la que posteriormente designaron como *Padina antillarum* (Kützinger) Piccone, de acuerdo a los caracteres morfológicos reproductivos y vegetativos.

Mateo Cid *et al.* (2000) estudiaron la familia Dyciotaceae en la península de Baja California, en la que describieron tres especies del género *Padina*, entre ellas *P. gymnospora*. Ellas tomaron en cuenta los caracteres morfológicos y morfométricos de células vegetativas y estructuras reproductoras para separar las especies.

Nunes y Paula (2000) elaboraron un estudio taxonómico del género *Padina* en el litoral del estado De Bahia, Brasil, consideraron caracteres morfológicos y morfométricos de *P. aff. gymnospora*, *P. antillarum*, *P. boergesenii* y *P. sanctae-crucis*. En este mismo trabajo, reconocieron por primera vez un morfo de *P. gymnospora*, así como, la presencia de *P. antillarum* en la costa atlántica de América.

Ávila (2001) estudió taxonómicamente el género *Padina* en las costas del Pacífico mexicano, mediante un análisis estadístico para separar dos complejos del género *Padina*, delimitó el talo en tres zonas (marginal, media y basal), para llevar a cabo la medición de los caracteres vegetativos y reproductivos.

Coppejans *et al.* (2001) realizaron una lista ficoflorística de algas pardas (Phaeophyta) en la costa norte de Papua Nueva Guinea, donde destaca el registro de *Padina antillarum*, *P. boergesenii* y *P. sanctae-crucis* en el área de estudio.



Abbott y Huisman (2003) dieron a conocer una lista de nuevos registros de algas pardas (Phaeophyceae) para las Islas Hawaianas, en la cual se incluyen dos nuevas especies distromáticas de *Padina* de las seis registradas para este lugar. Además incluyen un cuadro comparativo de las especies distromáticas encontradas, así como diagramas que muestran las diferencias más representativas para la identificación de éstas.

Los trabajos realizados para el área del presente estudio, están enfocados a listados ficoflorísticos, entre ellos: Huerta (1961), Humm y Hildebrand (1962), Huerta y Garza (1964), Ramírez (1975) y Mendoza *et al.* (1985), quienes citaron algunas especies del género *Padina* para los estados de Campeche, Veracruz y Yucatán.

El género *Padina*, presenta problemas taxonómicos, debido a la escasa información que proporcionan las descripciones originales. En la mayoría de ellas faltan datos de los caracteres reproductivos, sobre todo los gametangiales (soros oogoniales y anteridiales). En algunas, se describe sólo uno de los talos que integran las fases del ciclo de vida, ya sea el esporofito o el gametofito masculino o femenino. La única descripción completa es la de *Padina gymnospora*, en la que se describen con detalle los soros oogoniales y anteridiales. Es por ello que en el presente trabajo se evaluarán los caracteres vegetativos y reproductivos que complementen las descripciones de las especies del género *Padina* distribuidas en el Golfo de México.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Reconocer, determinar y seleccionar los caracteres con valor taxonómico que permitan delimitar las especies del género *Padina* distribuidas en el Golfo de México.

3.2 Objetivos Particulares

- Delimitar los caracteres cualitativos y cuantitativos del género *Padina*
- Analizar mediante pruebas estadísticas multivariadas los caracteres cuantitativos.
- Evaluar y seleccionar de acuerdo al análisis de componentes principales, los caracteres con valor taxonómico para separar las especies.
- Contribuir al conocimiento taxonómico del género *Padina*.
- Incrementar la colección ficológica del herbario FEZA.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Descripción de las localidades

A lo largo del litoral del Golfo de México los ecosistemas mejor representados son las playas, éstas están conformadas por bancos arenosos en los fondos protegidos de bahías, lagunas costeras, estuarios y hasta playas abiertas. Por su ubicación en la línea de costa son ambientes dinámicos, con sustratos poco estables en un intervalo de condiciones físicas y químicas variables que determinan los tipos de comunidades asociadas a los sedimentos (Jiménez, S., Salinas W. y Campos J. 2004).

Los litorales, se localizan en los márgenes del continente y poseen una plataforma expuesta a la acción corrosiva de vientos, olas, mareas y corrientes. Están formados por rocas ígneas, sedimentarias o incluso metamórficas dependiendo de las características propias de cada lugar (Ortega *et al.*, 2001). Están constituidas por playas arenosas, rocosas y mixtas, en las cuales se aprecian diversos microambientes que pueden ser naturales o artificiales.

Las islas son una extensión natural de tierra, rodeada de agua, que se encuentra sobre el nivel del agua en pleamar. De acuerdo con este concepto, una isla es una superficie permanente por encima de las aguas, compuesta de tierra y formada naturalmente (Islas mexicanas, 1987). El territorio insular edificado sobre la plataforma continental comprende islas, islotes, bajos, cayos y arrecifes.

El área de estudio comprendió cinco localidades litorales de Veracruz: Playa Boca Andrea, Los Muñecos, Paraíso, Punta Delgada y Villa Rica. Cuatro insulares: Arrecife Anegada de Adentro, La Blanquilla, Isla de Enmedio e Isla Verde (Fig. 1). Seis localidades litorales de Campeche: Boxol, Escollera de Campeche, km 106 de Champotón, km 26 a Champotón, playa Sabancuy, Punta Xen y una en Yucatán: Escollera de San Crisanto (Fig. 2).

4.2 VERACRUZ

4.2.1 Localidades litorales.

Playa Muñecos. Localizada al norte de Veracruz a los 19°44'35.7"N y 96°24'23.4"O, entrando por un camino de terracería sobre la carretera federal Nautla-Veracruz, perteneciente al municipio de Palmazola. Es una playa mixta, caracterizada por formaciones rocosas de tipo ígnea extrusiva de origen volcánico, la formación principal presenta una plataforma, canales de corriente y pozas de marea que favorecen el establecimiento de comunidades algales, así como su fauna como colonias de erizos de mar, pólipos, anémonas, peces, entre otros.

Playa Paraíso. Situada dentro del complejo de la estación Biológica "CICOLMA" (Centro de Investigación Costera La Mancha) del Instituto de Ecología, A. C., localizada en las coordenadas 19°36'08"N y 96°22'18"O. Esta playa se caracteriza por ser baja, arenosa, y de poca longitud, debido a que estacionalmente la porción rocosa de la playa esta sometida a la fuerza de las olas y tormentas. Durante el invierno hay acarreo de arena que cubre el sustrato rocoso, mientras que, en el verano el nivel de arena es bajo, con marea alta las rocas reciben el impacto directo del oleaje. De acuerdo a los rasgos topográficos se distinguen tres micro-ambientes, una zona semi expuesta, otra protegida determinada por una banqueta arrecifal y una última expuesta al impacto directo del oleaje (De la Garza, 2003).

Playa Villa Rica. La región de Villa Rica se localiza a los 19°40'36"N y 96° 23'38"O, en el municipio de Actopan. La playa se ubicada en el km 40 sobre la carretera costera Villa Rica-Cardel-Nautla, entre los poblados de Tinajitas y El Viejón. Es de tipo mixto, conformada por una punta rocosa y playa arenosa que permite el establecimiento de comunidades algales, tanto en la plataforma rocosa, como en las pozas de marea y canales de corriente que se forman en las orillas de la playa rocosa. Durante la marea alta, las rocas permanecen sumergidas (De la Garza, 2003).

Punta Delgada. Localizada a los 19°51'37.5"N y 96°27'36.0"O, pertenece al municipio de Alto Lucero. Sobre la carretera federal Nautla-Veracruz a la altura del km 153 se encuentra a la entrada de un camino de terracería que desemboca hasta la playa. Es una playa rocosa de

origen volcánico (basaltos), condición que permite la formación de pozas y canales de corriente que se cubren al subir la marea y sirven de excelente sustrato para las comunidades algales y de resguardo para algunos animales marinos.

4.2.2 Localidades insulares.

Arrecife Anegada de Adentro. Este arrecife se encuentra en las coordenadas 19°13'42"N y 96°03'40"O y cubre grandes extensiones, con profundidades que van desde los 40 cm hasta los 4 m aproximadamente, caracterizado por corales de diversas formas, plantas acuáticas, numerosas colonias de erizos, así como, comunidades algales que sólo se presentan en este tipo de localidades.

Arrecife la Blanquilla. Ubicado en las coordenadas 19°13'24"N y 96°05'54"O, es un arrecife con profundidades que van desde los 0.4 a 4.5 m aproximadamente. En marea baja sobresale una franja de arena con una extensión de 100 m que permite que sea visitada por el turismo, aun cuando esto no está permitido oficialmente. Cuenta con una porción arenosa, cantos rodados, así como estructuras rocosas artificiales que crean microambientes los cuales facilitan el establecimiento de las comunidades algales.

Isla de En medio. El arrecife coralino de la Isla de Enmedio se ubica a los 19°05'42"N y 95°56'41"O, pertenece a la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV). Se encuentra a 7 km del poblado de Antón Lizardo. El arrecife de forma elíptica tiene alrededor de 1200 m de largo por 1000 m de ancho aproximadamente. La profundidad del agua varía de 1.5 hasta 25 m. La isla es de forma triangular y está localizada al sur del arrecife. Presenta una vegetación de *Thalassia testudinum* que la rodea y un canal hecho por el hombre que extiende hacia el sur. Tiene aproximadamente 250 m de largo por 93 m de ancho y está formada por arena calcárea (Mateo-Cid *et al.*, 1996).

Isla Verde. Isla Verde forma parte del Sistema Arrecifal Veracruzano, en las coordenadas 19°11'50"N y 96°04'06"O, está ubicada a 5.37 km del puerto de Veracruz, tiene una extensión de 1214 m de largo y 750 m en su parte más ancha, presenta una porción emergida en el sur del

arrecife con 300 m de largo y 170 m de ancho, en la plataforma se encuentran pequeños cantos rodados que facilitan el asentamiento de poblaciones algales. (Mateo-Cid *et al.*, 1996).

4.3 CAMPECHE

4.3.1 Localidades litorales.

Boxol. Es una playa con una plataforma rocosa ubicada en las coordenadas 19°43'63"N y 90°40'12"O. Su irregularidad propicia la formación de microambientes como pozas de marea y canales de corriente someros. A pesar de ser una playa turística, no ha sufrido aún un deterioro mayor que limite el establecimiento de la ficoflora (Díaz 2007).

Escollera de Campeche. Ubicada en las inmediaciones de la capital de Campeche con coordenadas 19°51'49.9"N y 90°31'39.4"O. Es un ambiente artificial de roca sedimentaria, que ofrece una superficie sólida y de protección que favorece el desarrollo de algas. Más allá de éste, se encuentra un sustrato limoso sobre el cual se desarrollan muy pocas especies algales y pastos marinos (Díaz 2007).

29 km de Sabancuy y km 106 a Champotón. Con coordenadas 19°7'50"N, 90°58'36.5"O y 19°7'51.2"N, 90°58'32.5"O respectivamente, son localidades que presentan un sustrato limoso, que al estar suspendido por el oleaje, impide la observación y recolecta de individuos en el lecho marino. En ambos sitios existen bloques de concreto a lo largo del litoral que ayudan a mitigar el impacto de las olas y sirven de sustrato, además de pequeños guijarros y cantos rodados a los que se adhieren las algas (Díaz, 2007).

Playa Sabancuy. Situada al noreste de Ciudad del Carmen Campeche en las coordenadas 18°59'35"N y 91°11'8.3"O, presenta un sustrato mixto compuesto por rocas (escolleras) y arena mezclada con restos de conchas y guijarros, sin embargo, la presencia de pilotes asociados a rocas que permanecen sumergidas en la marea alta, favorecen el crecimiento de algas sobre la superficie de éstas. Por otra parte, la contaminación en este sitio es alta, debido a la afluencia turística. Un factor a considerar, es la desembocadura del Estero de Sabancuy, que en época de



lluvias desprende y arrastra un gran número de algas, pastos marinos y basura, depositándolas a la orilla de la playa (Díaz, 2007).

Punta Xen. Al suroeste de Champotón en las coordenadas 19°10'50"N y 90°54'9.6"O, es una playa arenosa y somera con elementos rocosos distribuidos a lo largo del litoral. A pesar de no presentar escolleras, se observa la formación de una plataforma rocosa, así como pozas de marea y canales de corriente que favorecen el establecimiento de comunidades algales (Díaz, 2007).

4.4 YUCATÁN

4.4.1 Localidad litoral.

Escollera de San Crisanto. Ubicada aproximadamente a unos 70 km al este de Puerto Progreso Yucatán, en las coordenadas 21°21'20.5"N y 89°8'42.6"O, esta localidad presenta una plataforma de roca sedimentaria irregular que contribuye a la formación de diversos microambientes entre los cuales sobresalen las pozas de marea y canales de corriente, además de cantos rodados y una escollera artificial que es la que predomina en el sitio, los cuales favorecen el desarrollo de algas y las protege contra el oleaje directo (Díaz, 2007).



Fig. 1. Localidades en Veracruz.



Fig. 2. Localidades en Campeche y Yucatán.

V. MATERIAL Y MÉTODO

5.1 Trabajo de campo.

La recolecta de ejemplares de *Padina*, se llevó a cabo en seis salidas al campo; cuatro en 2005 (abril, mayo, junio y noviembre) en las que se visitaron cinco localidades litorales en Veracruz: Playa Boca Andrea, Los Muñecos, Paraíso, Punta Delgada y Villa Rica. Además cuatro insulares: Arrecife Anegada de Adentro, La Blanquilla, Isla de Enmedio e Isla Verde. Dos en 2006 (abril y junio) donde se recolectó en seis localidades litorales de Campeche: Boxol, Escollera de Campeche, km 106 de Champotón, km 26 a Champotón, playa Sabancuy, Punta Xen y una en Yucatán: Escollera de San Crisanto.

Los especímenes fueron desprendidos del sustrato desde el disco basal con ayuda de una espátula (Fig. 3). Una vez recolectadas se colocaron en bolsas de plástico (Fig. 4) para ser fijadas en formol (Fig. 5) al 4% (formalina) colocando una etiqueta de papel película en el interior de ésta con los siguientes datos: fecha de recolecta, localidad, coordenadas, parámetros (pH, temperaturas ambiente y del agua, salinidad y microambiente) y recolector (Fig. 6). Otros ejemplares fueron prensados (Figs. 7 y 8) siguiendo el método de Ortega *et al.* (1993).



Fig. 3. Recolecta



Fig. 4. Ejemplares en bolsas de plástico.



Fig. 5. Fijado del material.



Fig. 6. Etiquetado de especímenes



Fig. 7. Prensado



Fig. 8. Amarre de prensa

5.2 Trabajo de laboratorio.

Del material herborizado se rehidrataron pequeños fragmentos de la lámina de las tres zonas a considerar (margen, media y basal), en una solución jabonosa (Figs. 9 y 10). Posteriormente se introdujeron de 30 a 60 segundos, en un horno de microondas convencional (Fig. 11) marca LG a la máxima potencia, favoreciendo así la rehidratación del material.



Fig. 9. Inclusión en solución jabonosa



Fig. 10. Muestras en rehidratación



Fig. 11. Calentamiento de 30 a 60 s.

En todos los casos, fue necesario hacer cortes del talo en plano longitudinal con la ayuda de un microscopio estereoscópico Marca Leica modelo EZ4 (Fig. 12). Para la determinación taxonómica de las algas, se consultaron diferentes claves taxonómicas y literatura especializada entre las cuales destacan Taylor (1960), Joly (1967) y Littler y Littler (2000).



Fig. 12. Microscopio estereoscópico Leica EZ4

El talo se dividió en tres zonas en sentido transversal, la primera va desde el margen circinado hasta aproximadamente 1 cm hacia el estúpide, después de ésta se localiza la segunda ó zona media, es importante mencionar que en ésta, se encuentra la zona fértil (soros esporangiales

o gametangiales), la tercer zona ó basal comprende 1.5 cm aproximadamente por arriba del estípite (Fig. 13). Los cortes en cada una de las zonas de la lámina se realizaron en plano longitudinal, con una navaja de rasurar de doble filo a mano libre, para observar las estructuras de interés en la determinación de los ejemplares (células vegetativas y reproductivas). Los cortes fueron teñidos con verde de metilo para evidenciar estructuras efímeras como la presencia de indusio y la separación entre células, éstos montaron en gelatina glicerinada para facilitar la medición. Estas laminillas y los ejemplares determinados y montados en cartulina ahora forman parte de la colección ficológica del herbario FEZA.

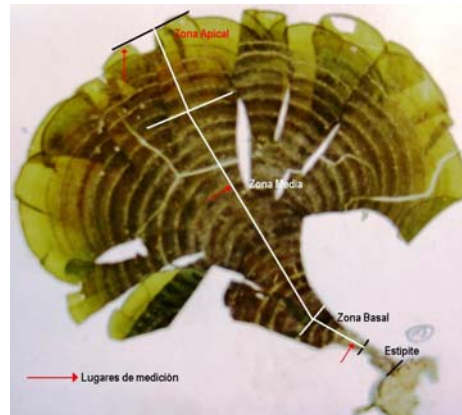


Fig.13. Zonas en que se dividió el talo y lugares de medición.

5.2.1 Medición de caracteres cuantitativos.

5.2.1.1 Caracteres macroscópicos.

Las mediciones de los caracteres macroscópicos (tamaño del talo, largo de los lóbulos, ancho y largo del estípite y distancia entre líneas de pelos) se realizaron con un vernier (Fig. 14).



Fig. 14. Medición de ejemplares con vernier

Tamaño del talo: se registró desde la parte inferior del disco basal hasta el margen circinado en sentido longitudinal, tomando en cuenta la porción más larga del talo.

Largo del estípite: este se midió por encima del disco basal hasta donde se inicia la lámina. Además se tomaron en cuenta el ancho en la parte media de éste, su forma (cónica o cilíndrica) y la presencia de rizoides (estuposo).

Largo de los lóbulos: en algunas especies la lámina se divide en segmentos o lóbulos, los cuales varían en su anchura, dependiendo de la madurez del talo. Se midieron los de menor y los de mayor ancho de cada ejemplar.

Distancia entre líneas de pelos: es el intervalo de distancia comprendida entre las líneas de pelos, la cual es más evidente en la parte media del talo (Fig. 15).

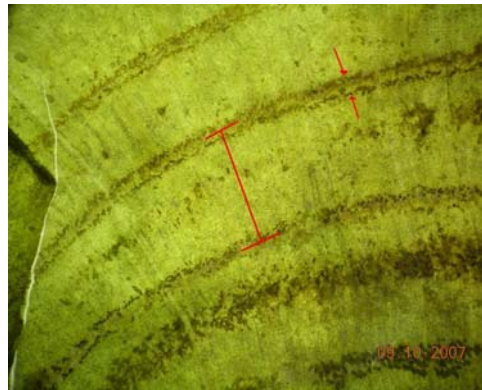


Fig. 15. Distancia entre líneas de pelos y disposición de soros.

5.2.1.2 Caracteres microscópicos.

Las mediciones microscópicas se llevaron a cabo un microscopio óptico compuesto marca Nikon modelo *Eclipse 50i* equipado con un ocular micrométrico (Figs. 16 y 17).



Fig. 16. Microscopio óptico Nikon *Eclipse 50i*



Fig. 17. Observación y medición de preparaciones

Grosor de la lámina: el grosor se midió de forma transversal en los cortes longitudinales, en cada una de las zonas en las que se dividió la lámina (apical, media y basal).

Largo-ancho de células corticales y medulares: en cada una de las zonas se registro el largo y ancho de las células corticales internas, las cuales se localizan en la superficie hacia el enrollamiento apical y externas ubicadas en la parte contraria al enrollamiento, tomando en cuenta para la medición las de mayor largo (Fig. 18). Las células medulares se presentaron en talos con más de tres capas de células. Se consideró igualmente la célula de mayor largo y ancho de la zona media y basal del talo, ya que generalmente tienden a aumentar sus dimensiones hacia la base.



Fig. 18. Parte interna y externa del enrollamiento.

Largo-ancho de esporangios y gametangios: estos fueron medidos generalmente en la zona media del talo donde se ubican los soros maduros. Se consideraron los esporangios, que mostraron divisiones para dar lugar a las esporas. En el caso de los gametangios femeninos u oogonios, se registró los que mostraran en el centro un núcleo evidente y de los masculinos o anteridios los ubicados en medio del soro y con divisiones claramente visibles, siendo estos los que se encuentran maduros.

Todas estas mediciones se realizaron con el objetivo de 40X del microscopio óptico compuesto, y sólo en algunos casos extraordinarios con el de 10X, debido a que las medidas sobrepasan la reglilla del ocular.

5.2.2 Observación de caracteres cualitativos

Forma de la lámina: aunque en general es una lámina flabeliforme, presenta variaciones, por lo que delimitaron los siguientes estados de carácter:

- Entero, es la forma completa de la lámina en forma de abanico, la cual no presenta ninguna división.
- Lobado, dividido en porciones o segmentos redondeados.
- Laciniado, con divisiones paralelas o tiras, formando segmentos largos y angostos.

Forma del estípite: es la estructura de soporte de la lámina, conjuntamente con el disco basal y presenta las siguientes formas:

- Aplanado estuposo,
- Cilíndrico,
- Cilíndrico estuposo, y
- Cónico estuposo.

Indusio: sólo se registró la ausencia o presencia. Para observarlo fue necesario teñir los cortes con verde de metilo, para evidenciar su presencia, sobre todo cuando es evanescente.

Disposición de pelos feofíceos y su relación con los soros: los pelos feofíceos se disponen en bandas concéntricas sobre la lámina y los soros esporangiales o gametangiales pueden estar presentes entre, debajo o por encima de ellas, ya sea en una o ambas superficies de la lámina. Se consideró la siguiente variación:

- Por encima de la línea de pelos, formando líneas continuas,
- Esparcidos en la parte media entre dos líneas de pelos,
- En una o en ambas superficies de la lámina,
- Por encima y por debajo de la línea de pelos intercalándose con bandas sin soros.

Presencia de carbonato de calcio: Se registró la presencia o ausencia de impregnaciones de carbonato de calcio en los especímenes, éstas pueden presentarse en mayor o menor cantidad, en una o ambas superficies del talo.

Color del talo: se evaluó directamente sobre los ejemplares herborizados y frescos.

5.3 Trabajo de gabinete.

Se consultó literatura especializada, para la determinación taxonómica: Taylor (1960), Joly, (1967), Allender y Kraft (1983), Wynne y De Clerck (1999), Nunes y Paula (2000), Littler y Littler (2000) y Ávila y Pedroche (2005), y referente a la distribución en el área de estudio: Dreckmann (1998) y Ortega *et al.* (2001).

Con los datos obtenidos de la medición de caracteres cuantitativos y descripción de los cualitativos, se elaboró una matriz básica de datos en Excel 2003. A partir de esta matriz básica, los datos fueron tratados mediante un análisis estadístico, involucrando procedimientos exploratorios y confirmatorios tanto univariados (diagramas de tallo y hoja, diagramas de caja, entre otras) como multivariados con el auxilio del paquete estadístico “Stata” (Salgado-Ugarte, 1992).

Dentro de la estadística multivariada se realizó el análisis de componentes principales, con el fin de encontrar aquellos componentes con mayor importancia, útiles en la explicación de la variabilidad, los cuales representan a los caracteres con mayor peso taxonómico. Cada componente principal contiene una parte de la variabilidad de los caracteres. Por lo general, el primero es el que explica la mayor variabilidad de los caracteres analizados, mientras que, el segundo y tercer componentes muestran el resto, sin ser menos importantes que el primer componente, ya que con la relación entre ellos se puede entender de manera gráfica la variabilidad de los caracteres entre las especies (STATA. Corp. 2005).

VI. RESULTADOS

Se revisaron 144 especímenes recolectados en las 16 localidades, así como 32 ejemplares depositados en los herbario FEZA y ENCB, con fechas comprendidas de marzo de 1970 a diciembre de 2004. De las seis especies del género *Padina* reportadas para el Golfo de México y Mar Caribe, en el presente estudio se encontraron tres de ellas: *Padina boergesenii*, *P. gymnospora* y *P. sanctae-crucis*. Además se confirma la existencia de un morfo de *P. gymnospora* al que se denominó *P. aff. gymnospora* y un nuevo registro para México *P. antillarum*.

A continuación se mencionan las mediciones de cada uno de los caracteres cuantitativos macroscópicos y microscópicos, así como los caracteres cualitativos. Así mismo se indica el valor medio con su representación gráfica, los números en el eje de las ordenadas corresponden a las especies en orden alfabético: 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

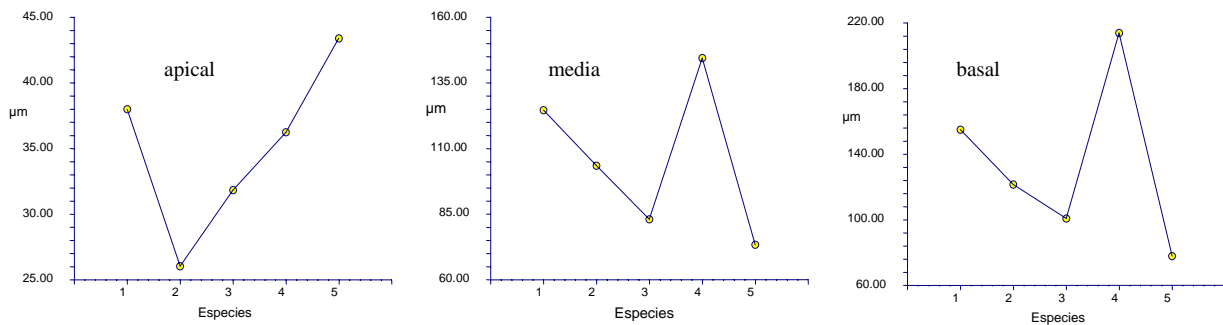
6.1 Caracteres cuantitativos.

6.1.1 Caracteres microscópicos vegetativos.

Grosor de la lámina: en la zona apical se observó que el margen esta constituido por sólo dos capas de células, el grosor de ambas fue variable en cada una de las especies, sin embargo, la más gruesa fue *Padina sanctae-crucis* con 43.38 μm , a pesar de ser un talo distromático a todo lo largo, mientras que la más delgada se observó en *P. antillarum* con 26.03 μm , aun cuando en esta última se diferencian células medulares, en cuanto a las otras tres especies mantienen una similitud en su grosor (Fig. 19).

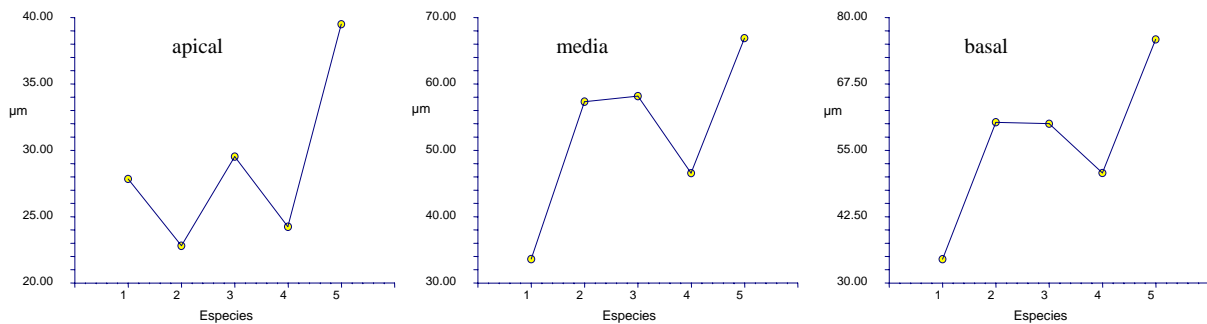
Por lo que se refiere a la zona media, *Padina gymnospora* fue la que presentó el mayor grosor 144.48 μm , le sigue *P. aff. gymnospora* con 124 μm , *P. antillarum* 103.48 μm , *P. boergesenii* 83.04 μm y la más delgada *P. sanctae-crucis* de 45 μm , cabe mencionar que esta ultima no presenta células medulares. Los datos de la zona basal nos indican que la más gruesa

corresponde a *P. gymnospora* con 213.09 μm , *P. aff. gymnospora* 154.99 μm , *P. antillarum* 121.57 μm , *P. boergesenii* 100.8 μm y *P. sanctae-crucis* 77.9 μm (Figs. 20 y 21).



Figs. 19, 20 y 21. Grosor del talo en las tres zonas. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

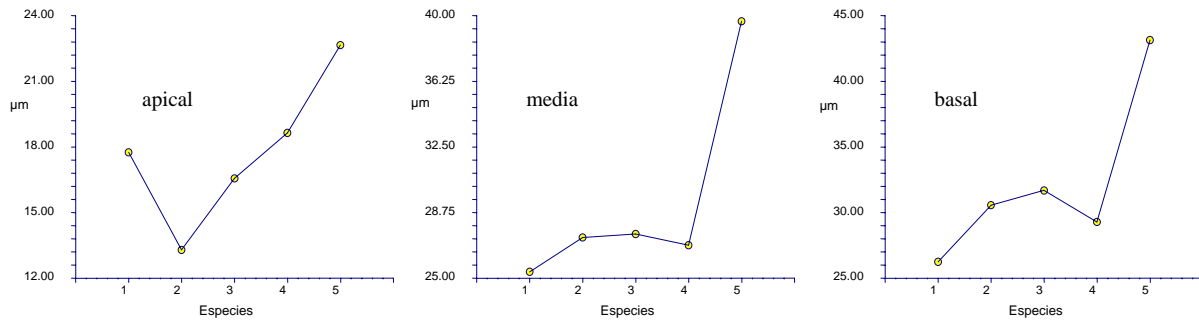
Largo de células corticales internas: se midió el largo de estas células, en las tres regiones de la lámina (apical, media y basal), se observó que las células de *Padina sanctae-crucis* presentaron las más largas en todo el talo, en la zona apical con 39.5 μm , la zona media 66.9 μm y la basal 75.85 μm , por el contrario las más cortas fueron las de *P. aff. gymnospora*, en la zona media 33.6 μm y en la basal 34.48 μm . En general las otras especies mostraron poca variabilidad en cuanto al largo de las células en la zona apical, sin embargo, en la zona media y basal si hay diferencias, excepto en *P. antillarum* y *P. boergesenii* que son similares (Figs. 22, 23 y 24).



Figs. 22, 23 y 24. Largo de la célula cortical interna en las tres zonas del talo. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

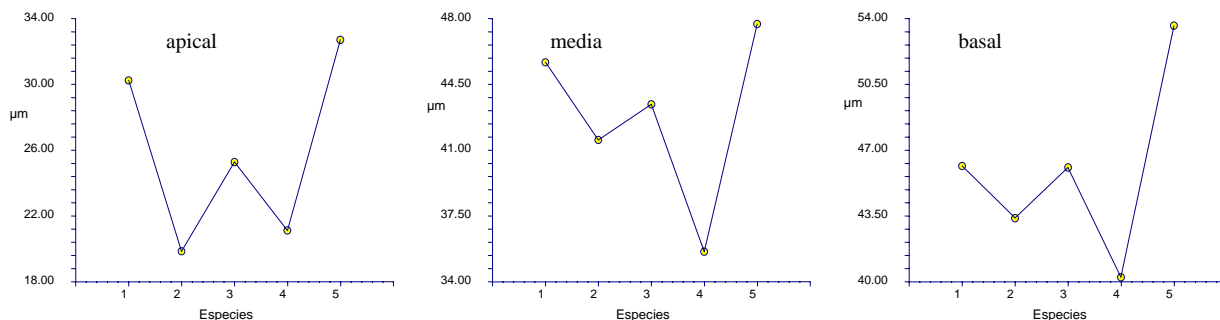
Ancho de células corticales internas: las células con mayor ancho en las tres zonas del talo correspondieron a *Padina sanctae-crucis*, mientras que las de menor ancho en la zona apical se presentaron en *P. antillarum* con 13.3 μm y en la zona media y basal para *P. aff. gymnospora* con 25.36 μm y 26.24 μm respectivamente. Las mediciones de las zonas media y basal en las

otras especies, mostraron una mínima variación, un micrómetro entre cada una de ellas (Figs. 25, 26 y 27).



Figs. 25, 26 y 27. Ancho de las células corticales internas en las tres zonas del talo. 1) *Padina* aff. *gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

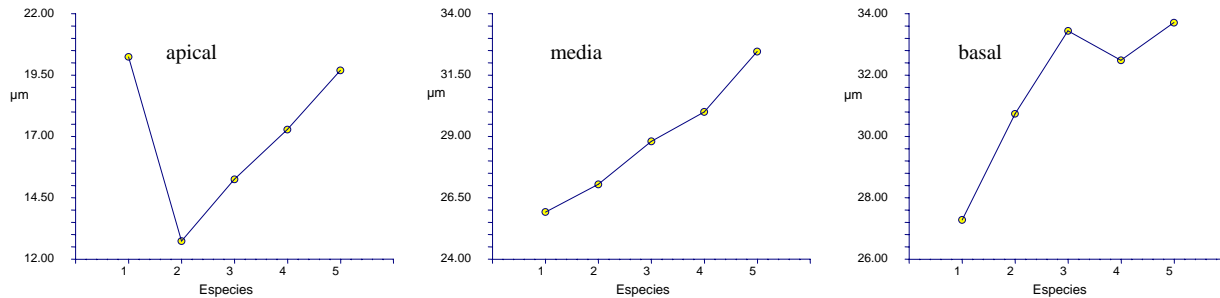
Largo de células corticales externas: de la misma manera que en las células corticales internas *Padina sanctae-crucis* mostró las células más largas en las tres zonas del talo, en el ápice con 32.71 µm, en la zona media 47.71 µm y en la base 53.62 µm, mientras que, *P. antillarum* con 19.85 µm fue la que se registró las células más cortas en la zona apical y *P. gymnospora* en las zonas media y basal con 35.6 µm y 40.24 µm respectivamente (Figs. 28, 29 y 30).



Figs. 28, 29 y 30. Largo de las células corticales externas en las tres zonas del talo. 1) *Padina* aff. *gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

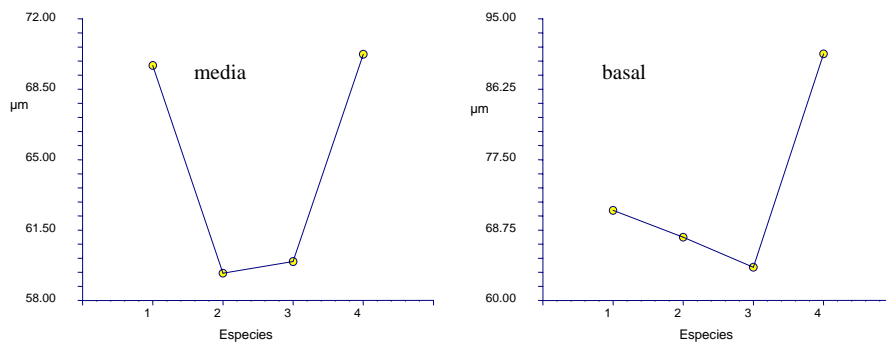
Ancho de células corticales externas: *Padina* aff. *gymnospora* y *P. sanctae-crucis* presentaron las células más anchas, 20.24 µm y 19.69 µm respectivamente en la zona apical, también esta última especie en la zona media con 32.46 µm, las células de mayor anchura en la zona basal correspondieron tanto a *P. sanctae-crucis* con 33.71 µm como a *P. boergesenii* 33.44 µm. Por el contrario las células más angostas en la zona apical fueron de *P. antillarum* 12.74

μm ., en cuanto a la parte media $25.92 \mu\text{m}$ y basal $27.28 \mu\text{m}$ se midieron en *P. aff. gymnospora* (Figs. 31, 32 y 33).



Figs. 31, 32 y 33. Ancho de las células corticales externas en las tres zonas del talo. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

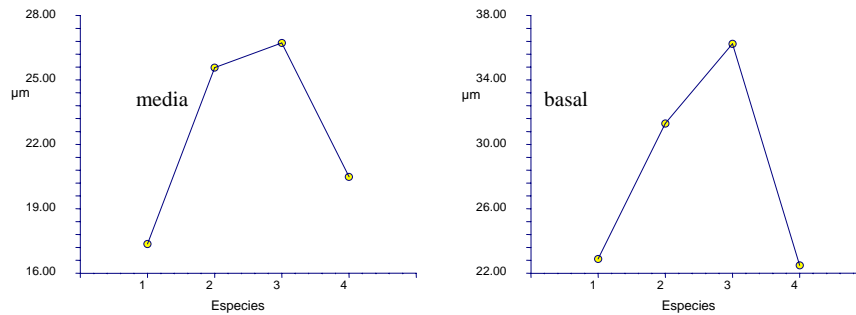
Largo de células medulares: estas se diferencian a partir de las células corticales internas, su largo varía en cada una de las especies, tanto en la zona media como en la basal, como se observa en las figuras 34 y 35. Las más largas, en la zona media se observaron en *Padina gymnospora* con $70.24 \mu\text{m}$ y *P. aff. gymnospora* de $69.68 \mu\text{m}$, mientras que, las más cortas correspondieron a *P. antillarum* con $59.35 \mu\text{m}$ y *P. boergesenii* con $59.93 \mu\text{m}$. En la zona basal, las más largas se presentaron en *P. gymnospora* con $90.64 \mu\text{m}$ y las más cortas en *P. boergesenii* con $64.12 \mu\text{m}$.



Figs. 34 y 35. Largo de las células medulares en la zona media y basal. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii* y 4) *P. gymnospora*.

Ancho de células medulares: en términos generales el ancho de las células medulares de la zona media es menor que las de la zona basal. Aun así, *Padina boergesenii* es la especie que tuvo los valores más altos en la zona media con $26.72 \mu\text{m}$, seguida de *P. antillarum* con $25.56 \mu\text{m}$, (escasamente con la diferencia de un micrómetro) y la de menor anchura fue *P. aff.*

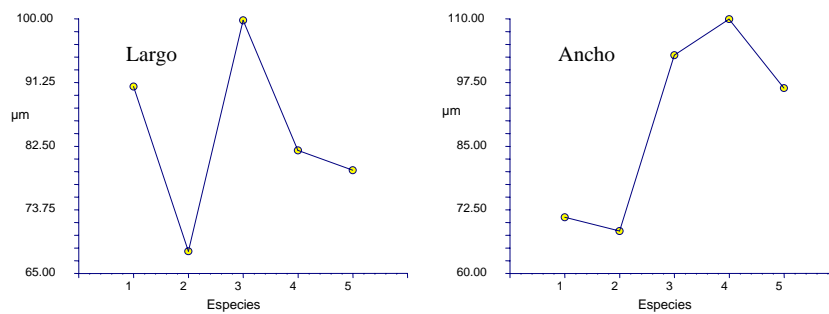
gymnospora con 17.36 μm en la zona basal se registró el mayor ancho nuevamente en *P. boergesenii* con 36.24 μm y las de menor correspondieron a *P. gymnospora* con 22.48 μm y *P. aff. gymnospora* con 22.88 μm (Figs. 36 y 37).



Figs 36 y 37. Anchura de las células medulares en la zona media y basal. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii* y 4) *P. gymnospora*.

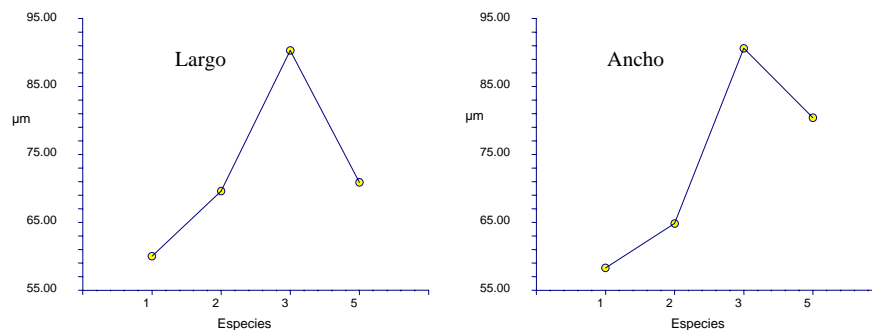
6.1.2 Caracteres microscópicos reproductivos.

Largo-ancho de esporangios: Los esporangios son claviformes, de los cuales se tomó la medida del más desarrollado dentro del soro, la diferencia de largo fue notoria en las cinco especies: *Padina boergesenii* 99.82 μm , *P. aff. gymnospora* 90.70 μm , *P. gymnospora* 81.93 μm , *P. sanctae-crucis* 79.2 μm y *P. antillarum* 68.05 μm . Por lo que se refiere al ancho del esporangio, *P. boergesenii* y *P. gymnospora* presentaron los valores más altos 102.87 μm . y 109.96 μm respectivamente y los de menor en *P. antillarum* con 68.33 μm (Figs. 38 y 39).



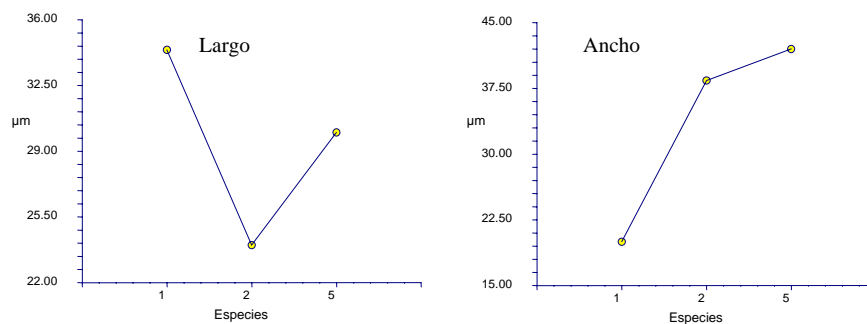
Figs. 38 y 39. Largo y ancho de esporangios. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Largo-ancho de oogonios: Los oogonios por lo general son globosos y la presencia de éstos es escasa en comparación con los esporangios, por esta razón no fue posible observarlos en *Padina gymnospora*. Sin embargo en las otras cuatro especies sí se localizaron, el largo registrado fue: *P. boergesenii* 90.3 μm , *P. sanctae-crucis* 70.87 μm , *P. antillarum* 69.6 μm y *P. aff. gymnospora* 60 μm . De la misma manera el ancho fue variable en cada una; *P. boergesenii* 90.6 μm , *P. sanctae-crucis* 80.4 μm , *P. antillarum* 64.8 μm y *P. aff. gymnospora* 58.29 μm (Figs. 40 y 41).



Figs. 40 y 41. Largo y ancho de oogonios. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Largo-ancho de anteridios: Los anteridios son botuliformes, también se agrupan en soros y su presencia es aún más escasa que los oogonios, por lo que únicamente se encontraron en tres especies, cuyos largos fueron: *Padina aff. gymnospora* 34.4 μm , *P. sancta-crucis* 30 μm y *P. antillarum* 24 μm . En cuanto al ancho se obtuvo lo siguiente: *Padina aff. gymnospora* 20 μm , *P. sancta-crucis* 38.4 μm y *P. antillarum* 42 μm (Figs. 42 y 43).



Figs. 42 y 43. Largo y ancho de anteridios 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum* y 5) *P. sanctae-crucis*.

6.1.3 Caracteres macroscópicos.

Tamaño del talo: este carácter guarda un intervalo constante en cada una de las especies, los ejemplares de mayor tamaño se presentaron en *P. gymnospora* con 18.5 cm y *Padina* aff. *gymnospora* con 13.5 cm, por el contrario las de menor tamaño fueron *P. boergesenii* con 3.2 cm y *P. sanctae-crucis* con 2.5 cm (Fig. 44).

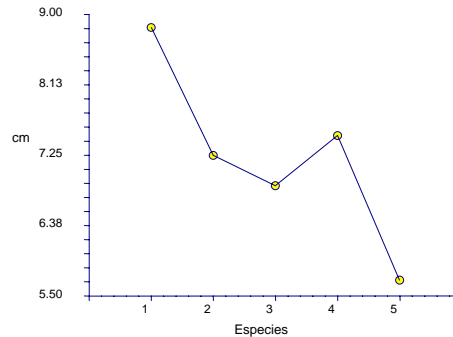
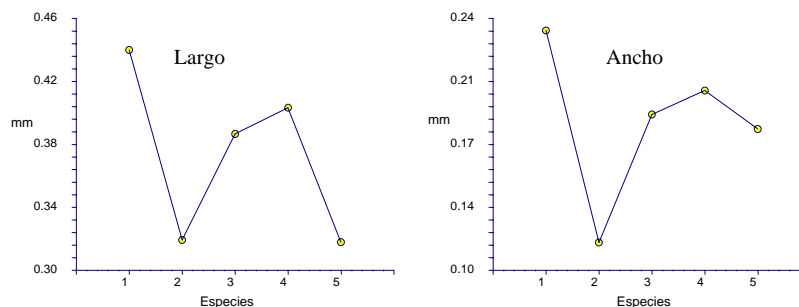


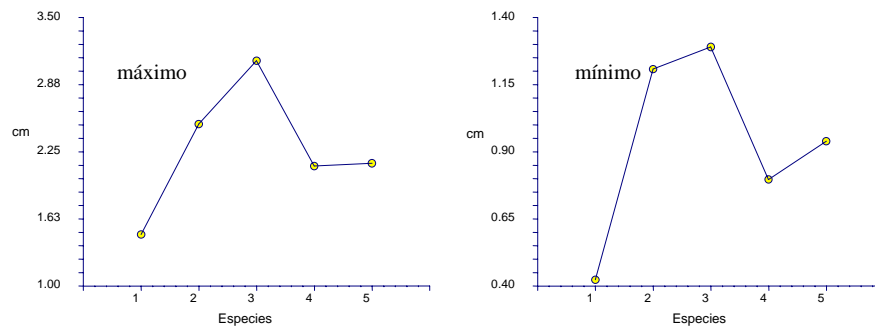
Fig. 44. Tamaño de las especies. 1) *Padina* aff. *gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Largo y ancho del estípite: el estípite en la mayoría de las especies presentó valores de 0.3 y 0.4 cm, salvo en *Padina boergesenii* que llegó a medir hasta 0.7 cm de largo y los más cortos en *P. sanctae-crucis* de 0.2 cm. En cuanto al ancho, la mayoría de las mediciones fueron de 0.1 y 0.2 cm de igual forma en las cinco especies. Las medias de mayor largo y ancho correspondieron a *Padina* aff. *gymnospora* y la media menor fue para *P. antillarum* (Figs. 45 y 46).



Figs. 45 y 46. Largo y ancho del estípite. 1) *Padina* aff. *gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Ancho de lóbulos: la lámina del género *Padina*, por lo general presenta lóbulos de diferentes medidas, en este caso se tomó en cuenta para cada lámina el lóbulo más ancho y a su vez el más angosto. *Padina boergesenii* presentó los lóbulos más anchos hasta 6.4 cm y por el contrario los más angostos correspondieron a *P. aff. gymnospora* con 0.1 cm (Figs. 47 y 48).



Figs. 47 y 48. Ancho de lóbulo máximo y mínimo. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Distancia entre líneas de pelos: en la mayoría de los ejemplares de las cinco especies, la distancia entre las líneas de pelos fue de 0.3 cm, aunque se presentaron medidas mayores y menores a ésta. En *Padina gymnospora* esta distancia se registró de hasta 0.5 cm y la menor en *P. sanctae-crucis* con 0.2 cm (fig. 49).

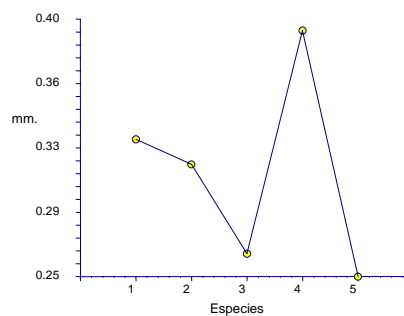


Fig. 49. Distancia entre líneas de pelos. 1) *Padina aff. gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Con base en los resultados obtenidos del ANDEVA se confirma que las diferentes especies poseen características propias, incluso el morfo *Padina aff. gymnospora* el cual se separa de *P. gymnospora*.

6.2 Análisis de componentes principales.

Este análisis se realizó comparando las mediciones microscópicas de las tres zonas del talo, de los siguientes caracteres:

- Grosor de la lámina.
- Largo y ancho de células corticales internas.
- Largo y ancho de células corticales externas.
- Largo y ancho de células medulares.

De los cuales se pueden observar los valores de importancia, resultado del análisis de componentes principales (cuadro 1).

Cuadro 1. Eigenectores de componentes principales.

<u>Variable</u>	<u>Comp1</u>	<u>Comp2</u>	<u>Comp3</u>
grosor zona apical	0.0419	0.9986	0.0309
grosor zona media	0.7069	-0.0078	-0.7072
grosor zona basal	0.706	-0.0514	0.7063
Largo célula cort. int. zona media	0.6294	-0.3655	0.6857
Largo célula cort. int. zona basal	0.6482	-0.2398	-0.7228
Ancho célula cort. int. zona media	0.6419	-0.2895	-0.7101
Ancho célula cort. int. zona basal	0.6388	-0.3104	0.704
Largo célula cort. ext. zona media	0.6380	-0.1939	-0.7452
Largo célula cort. ext. zona basal	0.5983	-0.4845	0.6382
Ancho célula cort. ext. zona basal	0.6915	-0.2395	-0.6998
Ancho célula cort. ext. zona media	0.7115	0.0632	0.6815
Largo célula medular zona media	0.7071	0.7071	-
Largo célula medular zona basal	0.7071	-0.7071	-
Ancho célula medular zona media	0.7071	0.7071	-
Ancho célula medular zona basal	0.7071	-0.7071	-

cort.: cortical, int.: Interna y ext.: externa.

Los caracteres fueron variables y se agrupan de acuerdo a su valor de correlación, lo que permite observar de manera gráfica, el comportamiento de las especies de acuerdo a cada una de estas variables. Únicamente se consideraron los tres primeros componentes, debido a que en éstos es en donde se ubica la mayor relación entre las variables (Anexo 3).

Al agrupar el componente 1 y 2 (Fig. 50), considerando el grosor de las tres zonas del talo permite inferir que *Padina gymnospora* (4) y su morfo *P. aff. gymnospora* (1) están relacionadas de acuerdo a este carácter. Así mismo, la relación entre *P. antillarum* (2) y *P. boergesenii* (3) queda manifestada.

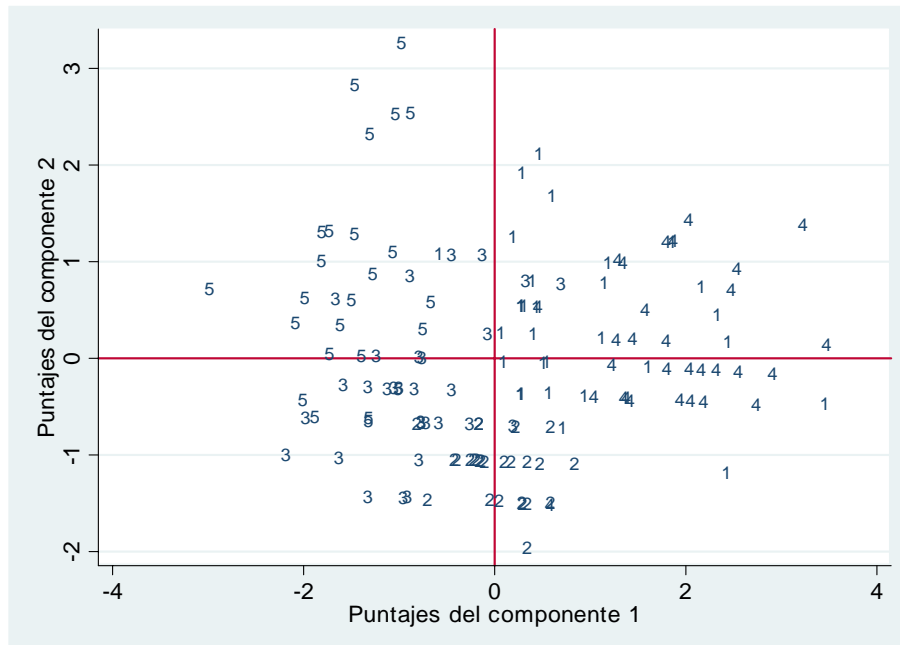


Fig. 50. Componentes principales del grosor de las tres zonas del talo. 1) *Padina* aff. *gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Con estos mismos componentes (1 y 2), pero ahora tomando en cuenta el largo de las células corticales internas, en las tres zonas del talo, se observa claramente la separación del morfo *Padina* aff. *gymnospora* (1) en el cuadrante superior izquierdo y hacia el superior derecho *P. sanctae-crucis* (5) guarda cierta relación con *P. boergesenii* (3) (Fig. 51).

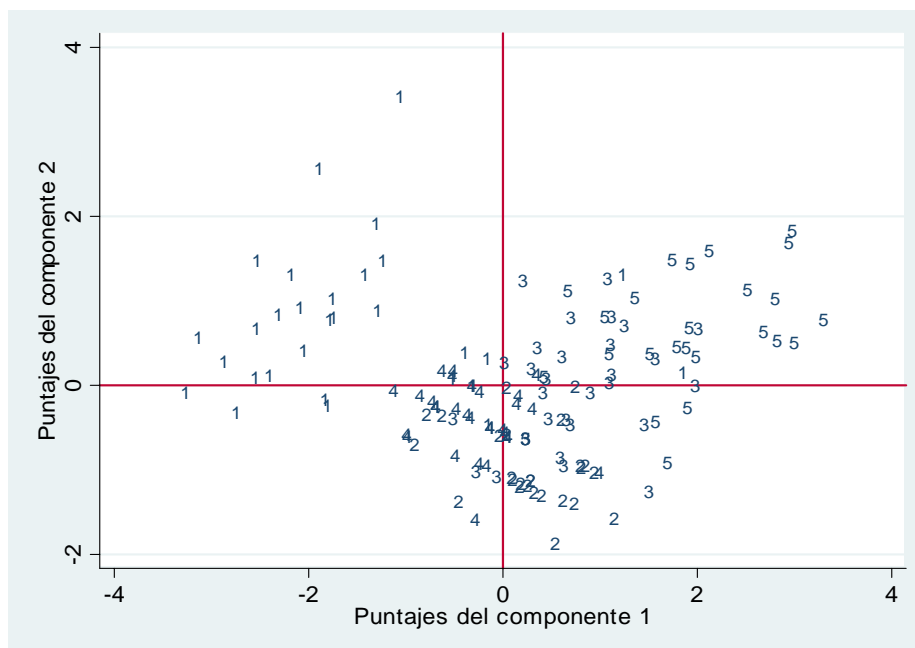


Fig. 51. Componentes principales de la largo de las células corticales internas. 1) *Padina* aff. *gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Al relacionar los componentes 1 y 3, nuevamente de la largo de las células corticales internas, se observa que *Padina* aff. *gymnospora* (1) tiene cierta relación con *P. gymnospora* (4), por otro lado *P. sanctae-crucis* (5) se empalma con *P. boergesenii* (3) (Fig. 52).

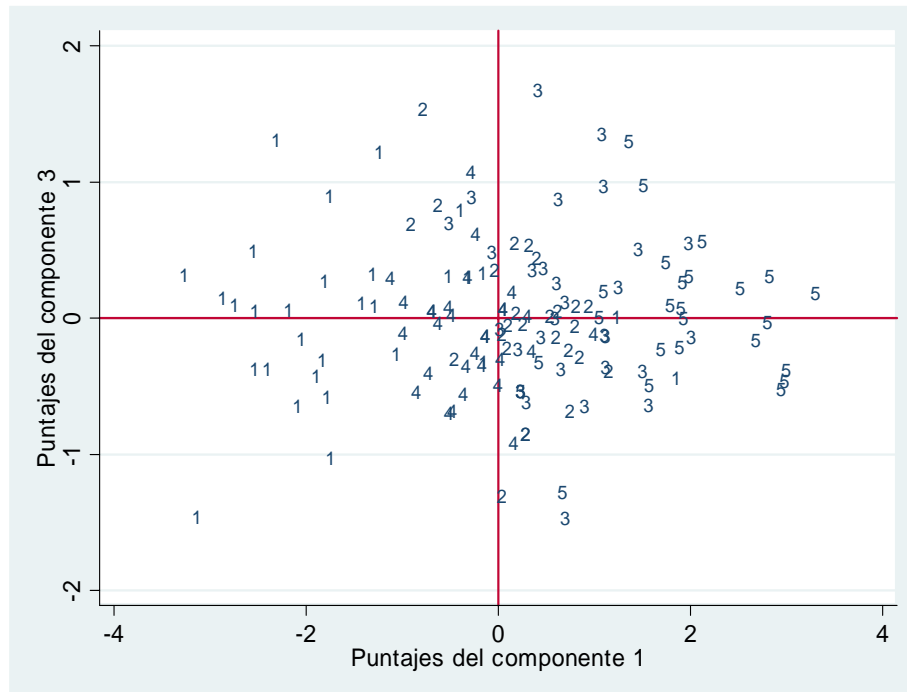


Fig. 52. Componentes principales de la largo de las células corticales internas. 1) *Padina* aff. *gymnospora*, 2) *P. antillarum*, 3) *P. boergesenii*, 4) *P. gymnospora* y 5) *P. sanctae-crucis*.

Finalmente el análisis de componentes principales y el ANDEVA, sirvieron para determinar los caracteres de peso taxonómico, los cuales son: grosor de la lámina en tres zonas del talo, largo-ancho de células corticales (internas y externas) y largo-ancho de células medulares.

6.3 Caracteres cualitativos.

Forma de la lámina: este carácter se presentó como lámina laciniada principalmente en ejemplares de *P. aff. gymnospora*, talo de entero a lobado en *P. boergesenii* y *P. sanctae-crucis*, mientras la forma lobada en *P. gymnospora*, aunque es común en todas las especies, pero con menor frecuencia (Fig. 53).

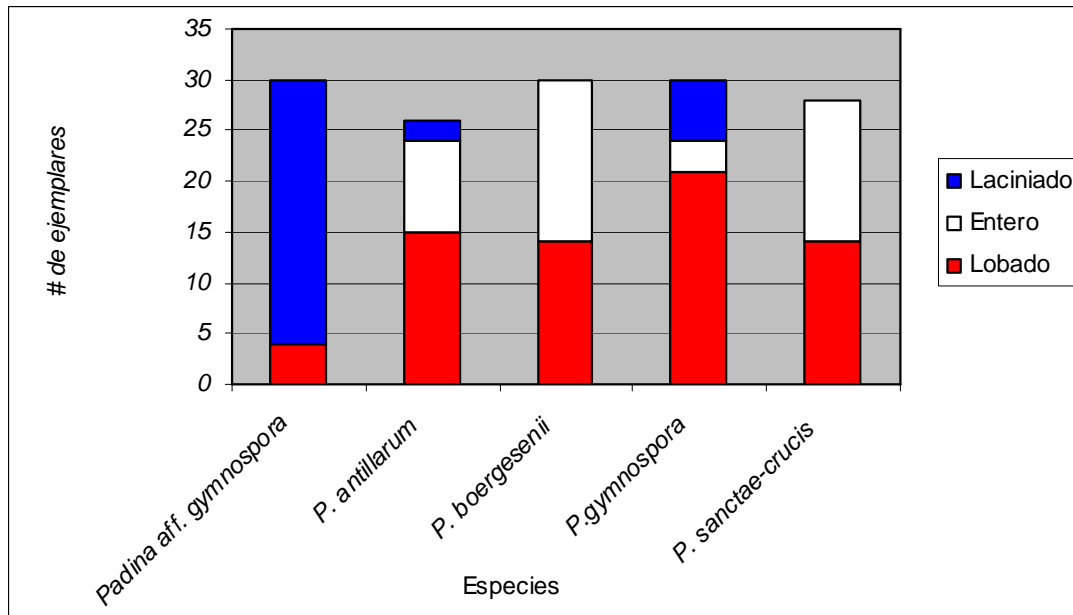


Fig. 53. Forma de la lámina en cada especie

Forma del estípite: la forma cónico estuposo fue similar en todas las especies, seguido por cilíndrico estuposo, mientras que aplanado estuposo, cilíndrico y cónico sólo se presentaron en *Padina sanctae-crucis*, quedando la proporción de la siguiente manera como se muestra en la figura 54.

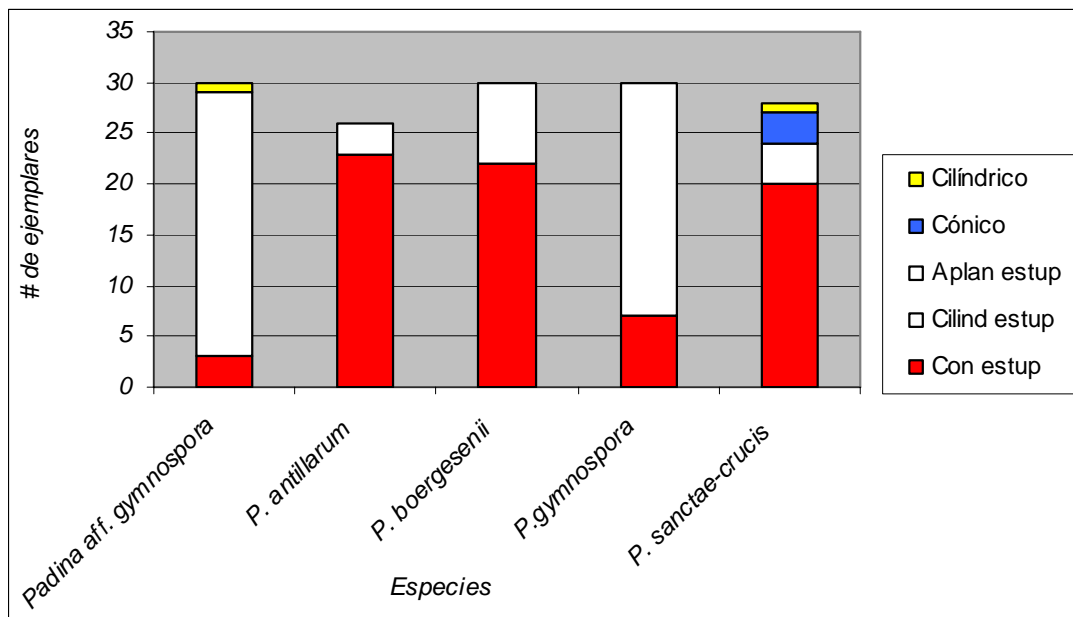


Fig. 54. Forma del estípite en cada especie

Indusio: esta estructura se presentó cubriendo los soros oogoniales de *Padina boergesenii*. En *P. aff. gymnospora* y *P. sanctae-crucis*, se encontró en los oogoniales, anteridiales y esporangiales, finalmente para *P. gymnospora* sólo en los esporangios.

Disposición de pelos feofíceos y su relación con los soros: esta disposición ó relación entre la línea de pelos y los soros fue particular para cada una de las especies:

Los soros de *Padina aff. gymnospora* se presentaron en su mayoría formando dos líneas discontinuas o manchones entre las líneas de pelos, sobre la superficie externa de la lámina o sea contraria al margen enrollado.

Padina antillarum presentó líneas de soros continuas, las cuales están por encima y por debajo de la línea de pelos, principalmente sobre la superficie externa de la lámina, aunque esporádicamente pueden encontrarse dispersos en la superficie interna.

En *Padina boergesenii*, los soros están en líneas continuas, en la parte media entre la línea de pelos sobre la superficie externa, ocasionalmente se presentaron dispersos en la superficie interna.

Los soros de *Padina gymnospora* se localizaron en líneas discontinuas o formando manchones entre las líneas de pelos en ambas superficies del talo, predominando en la parte externa.

La disposición de los soros en *Padina sanctae-crucis* fue en líneas continuas, solamente en la superficie externa, alternando con las líneas de pelos, es decir intercalándose una banda fértil y otra vegetativa.

Presencia de carbonato de calcio: todos los especímenes revisados de *Padina boergesenii* y *P. sanctae-crucis* presentaron calcificación en gran cantidad, sobre la superficie interna de la lámina, es decir, hacia el margen circinado, sin embargo, la segunda presenta un poco más que la primera, por lo que se observó un aspecto yesoso. En el caso de *Padina aff.*

gymnospora la mayoría de los talos presentaron calcificación en la superficie interna salvo en algunos casos en ambas superficies, pero escasa. Mientras que, en *P. gymnospora* la calcificación fue mínima o casi nula sobre la superficie interna y finalmente *P. antillarum* es la única que no presentó calcificación.

Color del talo: aunque el color es un carácter relativo se observaron ciertas diferencias entre las especies, las láminas de *Padina gymnospora* y *P. aff. gymnospora*, por lo general son de color pardo oscuro casi negro hacia el estípote. El color de *P. boergesenii* tiende a ser pardo claro a verde olivo. La lámina de *P. antillarum*, hacia el margen es verde olivo y hacia el estípote pardo oscuro. Los talos de *P. sanctae-crucis* variaron en color desde pardo claro a verde claro con aspecto yesoso.

6.4 Diagnósis de las especies.

Con base en la medición y observación de los caracteres cuantitativos y cualitativos evaluados en este trabajo, se elaboraron las diagnósis de las especies del género *Padina* distribuidas en la zona de estudio. En éstas se incluyen por primera vez los siguientes caracteres: largo-ancho de las células corticales internas y externas, largo-ancho de las células medulares, en las tres regiones del talo (apical, media y basal). Adicionalmente se tomaron en cuenta otros caracteres que aunque carecen de valor taxonómico son indispensables para complementarlas: forma y tamaño del estípote, forma y anchura de lóbulos de la lámina, distancia entre las líneas de pelos. También se incluyen datos fenológicos, con los cuales se complementaron los ciclos de vida de: *P. aff. gymnospora* y *P. sanctae-crucis*. Con esto se puede confirmar que todas las especies estudiadas en esta investigación son dioicas. Además se encontró un nuevo registro para la costa mexicana del Golfo de México. En todas las diagnósis, se actualiza su distribución para el área de estudio.

6.4.1 *Padina* aff. *gymnospora*. (Kützing) Sonder. Talos de 5-13 cm de altura, color pardo oscuro a casi negro hacia el estípote. Lámina laciniada, con segmentos de 0.4-1.5 cm de ancho. Estípote cilíndrico estuposo de 0.4 cm de largo y 0.2 cm de ancho. Calcificación en la superficie interna hacia el enrollamiento marginal, salvo en algunos casos en ambas superficies, pero escasa. En corte longitudinal presenta en la zona apical 2 capas de células de 26.4-55.2 μm de grosor, células corticales internas 19.2-50.4 μm de largo y 12-31.2 μm de ancho, largo de células corticales externas 19.2-43.2 μm y ancho de 12-26.4 μm . En la zona media 6 capas de células (4 medulares + 2 corticales) con grosor de 86.4-232.8 μm , largo de células corticales internas de 16.8-62.4 μm y ancho de 16.8-43.2 μm , células corticales externas de 31.2-72.8 μm de largo y 19.2-36 μm de ancho, células medulares con largo de 45.6-108 μm y ancho de 9.6-33.6 μm . En la zona basal 6 (4+2) capas celulares con grosor de 103.2-264.4 μm , largo de células corticales internas 19.2-86.4 μm y ancho de 16.8- 46.8 μm ; células corticales externas de 28.8-74.4 μm de largo y 16.8-36 μm de ancho, células medulares de 26.4-151.2 μm de largo y 14.4-43.2 μm de ancho. Los soros se presentan en su mayoría en dos líneas discontinuas o manchones entre las líneas de pelos, sobre la superficie externa de la lámina, contraria al margen enrollado, plantas dioicas. Soros esporangiales y gametangiales cubiertos por un indusio conspicuo persistente. Esporangios de 48-134.4 μm de largo y 33.6-122.8 μm de ancho; oogonios de 43.2-88.8 μm de largo y ancho de 36-96 μm , anteridios con largo de 31.2-38.4 μm y 16.8-26.4 μm de ancho (Lámina 1).

Distribución: Campeche, Veracruz y Yucatán

Ecología: crecen sobre sustrato rocoso ígneo en Veracruz y sedimentario en Campeche y Yucatán, en pozas de marea, canales de corriente, riscos sumergidos, cantos rodados y expuesta al oleaje directo. La fase gametofítica se presentó en mayo y junio, mientras que, la esporofítica en casi todo el año.

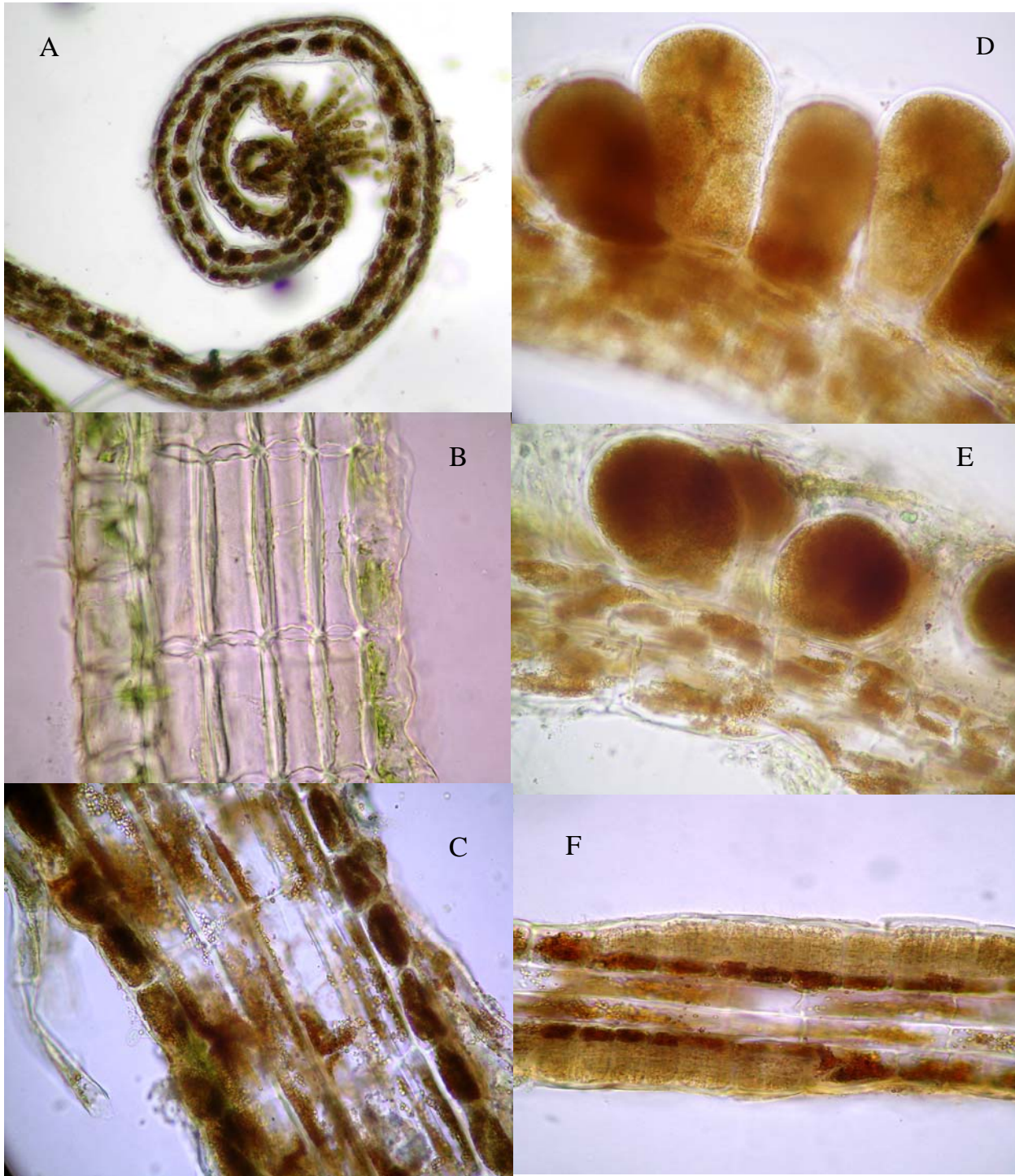


Lámina 1. *Padina* aff. *gymnospora*. Cortes en plano longitudinal: A. zona apical con 2 capas de células. B. Zona media con 6 capas de células. C. Zona basal con 6 capas celulares. D. Soro esporangial y esporas. E. Soro oogonial y F. Soros anteridiales.

6.4.2 *Padina boergesenii* Allender *et* Kraft. Talos de 3.5-12 cm de altura, color pardo claro a verde olivo. Lámina de entera a lobada, con lóbulos de 1.5-6.4 cm de ancho. Estípites cónicos estuposos con 0.4 cm de largo y 0.2 cm de ancho. Calcificación en gran cantidad, sobre la superficie interna de la lámina, es decir, hacia el margen circinado. En corte longitudinal presenta en la zona apical 2 capas de células con grosor de 24-43.2 μm , células corticales internas 21.6-40.8 μm de largo y 9.6-24 μm de ancho; largo de células corticales externas 16.8-36 μm y ancho de 9.6-21.6 μm . En la zona media 3 capas celulares (1 medular + 2 corticales) con 57.6-110.4 μm de grosor, largo de células corticales internas 36-81.6 μm y ancho de 21.6-36 μm , células corticales externas de 24-64.8 μm en largo y 19.2-40.8 μm de ancho, célula medular con largo de 38.4-86.4 μm y ancho de 12-43.2 μm . En la zona basal de 3 (1+2) capas celulares con grosor de 72-151.2 μm , largo de células corticales internas 36-88.8 μm y ancho de 16.8-43.2 μm ; células corticales externas de 31.2-67.2 μm de largo y de 24-55.2 μm de ancho y célula medular con 45.6-96 μm de largo y 24-62.4 μm de ancho. Los soros presentándose en líneas continuas, en la parte media entre la línea de pelos y sobre la superficie externa, ocasionalmente se presentan dispersos en la superficie interna, plantas dioicas. Indusio conspicuo cubriendo los soros oogoniales. Esporangios de 76.8-122.4 μm de largo y de 69.6-139.2 μm de ancho; oogonios de 74.4-103.2 μm de largo y ancho de 74.4-120 μm . No se encontraron anteridios (Lámina 2).

Distribución: Campeche y Veracruz.

Ecología: Crece sobre sustrato rocoso ígneo en Veracruz y sedimentario en Campeche, en pozas de marea, canales de corriente ríscos sumergidos, cantos rodados, protegidos del oleaje directo. La fase gametofítica se presentó en abril, aunque, este dato falta por confirmarse, hasta que se registre la presencia del talo masculino, ya que los oogonios pueden ser confundidos con esporangios inmaduros, mientras que los talos esporofitos se presentaron casi todo el año.

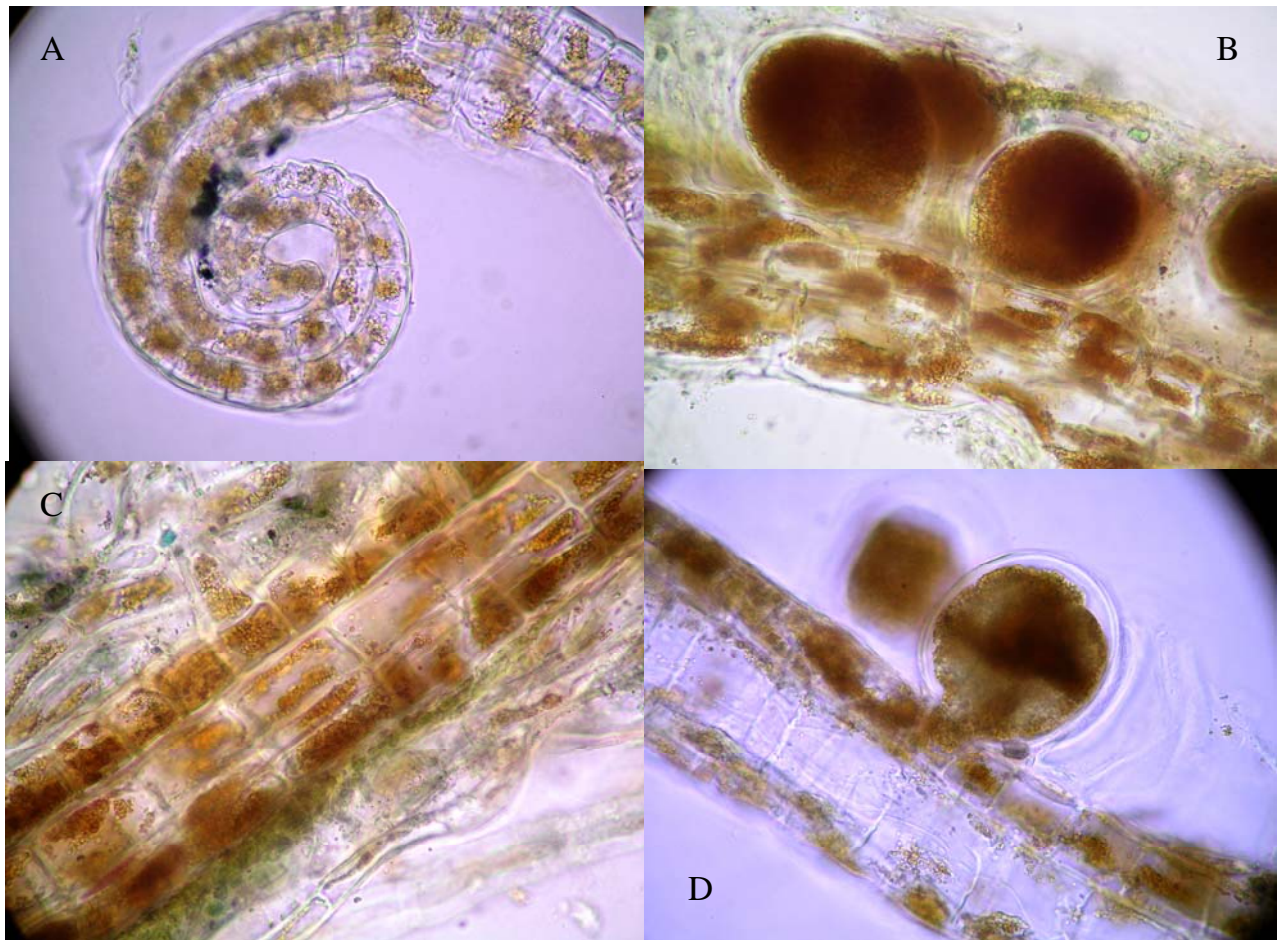


Lámina 2. *Padina boergesenii*. Cortes en plano longitudinal: A. zona apical con 2 capas de células. B. Zona media con 3 capas de células, soros oogoniales. C. Zona basal con 3 capas celulares. D. Soro esporangial y esporas.

6.4.3 *Padina gymnospora* (Kützing) Sonder. Talos de 4-18 cm de altura, color pardo oscuro a casi negro hacia el estípite. Lámina lobada, lóbulos de 0.5-4.3 cm de ancho. Estípite cilíndrico estuposo de 0.4 cm de largo y 0.2 cm de ancho. Calcificación mínima o casi nula en la superficie interna, es decir, hacia el margen circinado. En corte longitudinal presenta en la zona apical 2 capas de células con 24-45.6 μm de grosor, células corticales internas 19.2-28.8 μm de largo y 9.6-26.4 μm de ancho; largo de células corticales externas 16.8-26.4 μm y ancho de 12-21.6 μm . En la zona media con 6, 8 o 10 capas celulares (4, 6 u 8 medulares + 2 corticales) con grosor de 105.6-225.6 μm ; largo de células corticales internas 36-69.6 μm y ancho 19.2-40.8 μm , células corticales externas 24-45.6 μm de largo y 19.2-43.2 μm de ancho; células medulares con largo de 43-84 μm y ancho de 14.4-24 μm . En la zona basal 8 o 10 capas celulares (6 u 8+2) con grosor 129.6-303.8 μm , largo de células corticales internas 36-67.2 μm y ancho 21.6- 38.4 μm ; células corticales externas 28.8-48 μm de largo y 21.6-43.2 μm de ancho, células medulares 67.2-124.8 μm de largo y 14.4-33.6 μm de ancho. Los soros se localizaron en líneas discontinuas o formando manchones entre las líneas de pelos en ambas superficies del talo, predominando en la externa, plantas dioicas. Soros esporangiales cubiertos por un indusio conspicuo persistente. Esporangios 60-105.6 μm de largo y 76.8-139.2 μm de ancho; no se registraron soros gametangiales (Lámina 3).

Distribución: Campeche y Veracruz.

Ecología: se encuentran sobre sustrato rocoso ígneo en Veracruz y sedimentario en Campeche, en pozas de marea, canales de corriente, riscos sumergidos, cantos rodados, escolleras artificiales y en rocas expuestas al oleaje directo. La fase esporofítica predomina casi todo el año.

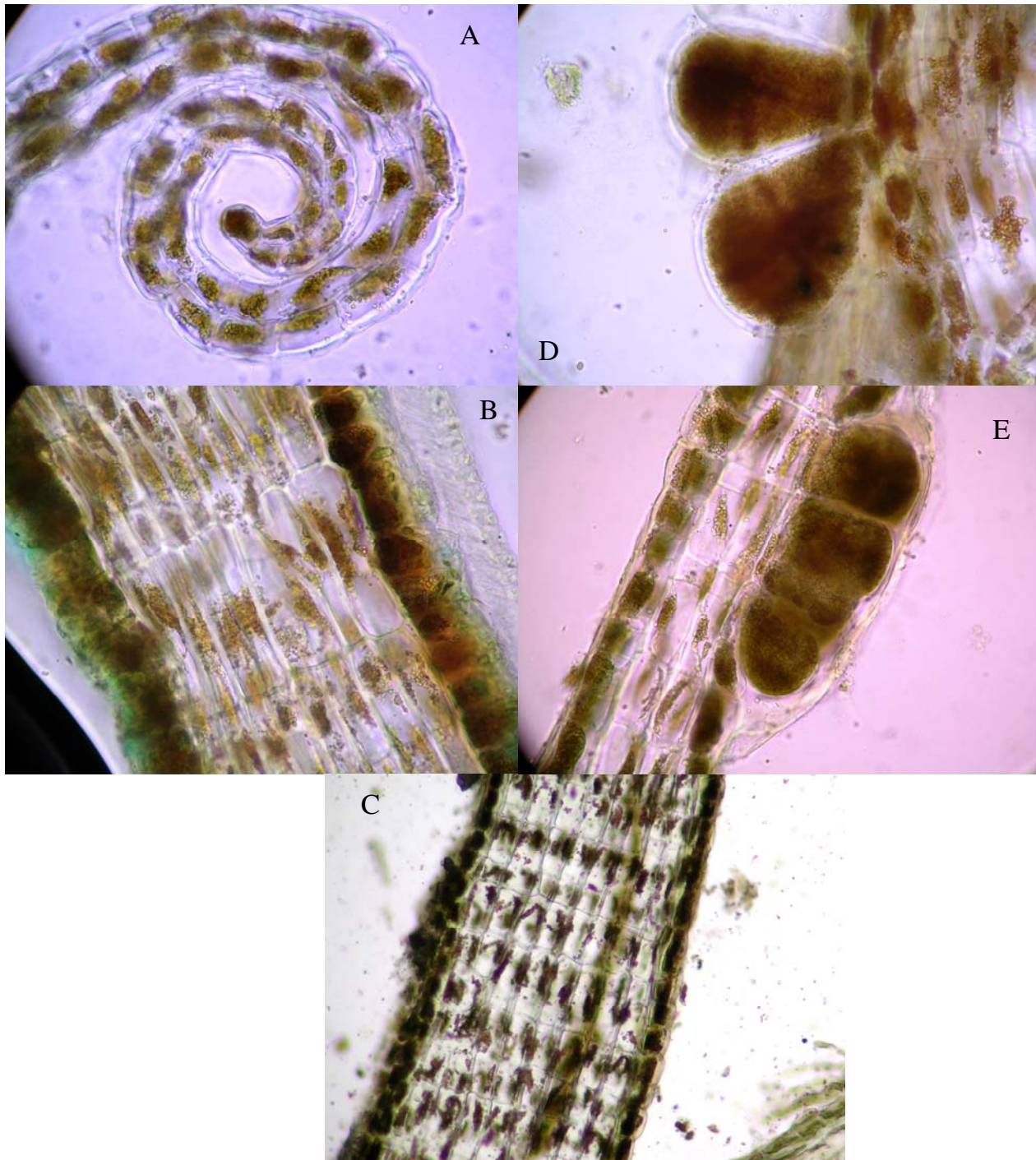


Lámina 3. *Padina gymnospora*. Cortes en plano longitudinal: A. zona apical con 2 capas de células. B. Zona media con 6, 8 o 10 capas de células. C. Zona basal con 8 o 10 capas celulares. D. y E. Soros esporangiales y esporas.



6.4.4 *Padina sanctae-crucis* Børgesen. Talos de 2.5-9.5 cm de altura, color pardo claro a verde claro con aspecto yesoso. Lámina de entera a lobada, con lóbulos de 1.5-3.6 cm de ancho. Estípites cónicos estuposos de 0.3 cm largo y 0.2 cm. ancho. Calcificación en gran cantidad, sobre la superficie interna de la lámina, es decir, hacia el margen circinado. En corte longitudinal presenta en la zona apical 2 capas de células 28.8-78 μm de grosor; células corticales internas 24-60 μm de largo y 14.4-36 μm de ancho; largo de células corticales externas 16.8-60 μm y ancho de 14-39 μm . En la zona media con 2 capas celulares con grosor de 45-96 μm ; largo de células corticales internas 36-90 μm y ancho de 23-50.4 μm , células corticales externas 35-75 μm de largo y 22-45 μm de ancho. En la zona basal de 2 capas celulares con grosor 63-98.4 μm , largo de células corticales internas 45-108 μm y ancho 27-62.4 μm ; células corticales externas 36-81 μm de largo y 23-50 μm de ancho. Los soros se presentan en líneas continuas, solamente en la superficie externa, alternando con las líneas de pelos, intercalándose una banda fértil y otra vegetativa, plantas dioicas. Soros esporangiales y gametangiales cubiertos por un indusio evanescente. Esporangios 60-93.6 μm de largo y 60-123 μm de ancho; oogonios 39-10.8 μm de largo y ancho de 66-91.2 μm , anteridios con largo de 24-36 μm y 36-48 μm de ancho (Lámina 4).

Distribución: Campeche, Veracruz y Yucatán.

Ecología: se localizan sobre sustrato rocoso ígneo en Veracruz y sedimentario en Campeche y Yucatán, en pozas de marea, canales de corriente, cantos rodados y escolleras artificiales, en ambientes protegidos del oleaje directo. La fase gametofítica se presentó en junio y la fase esporofítica durante casi todo el año.

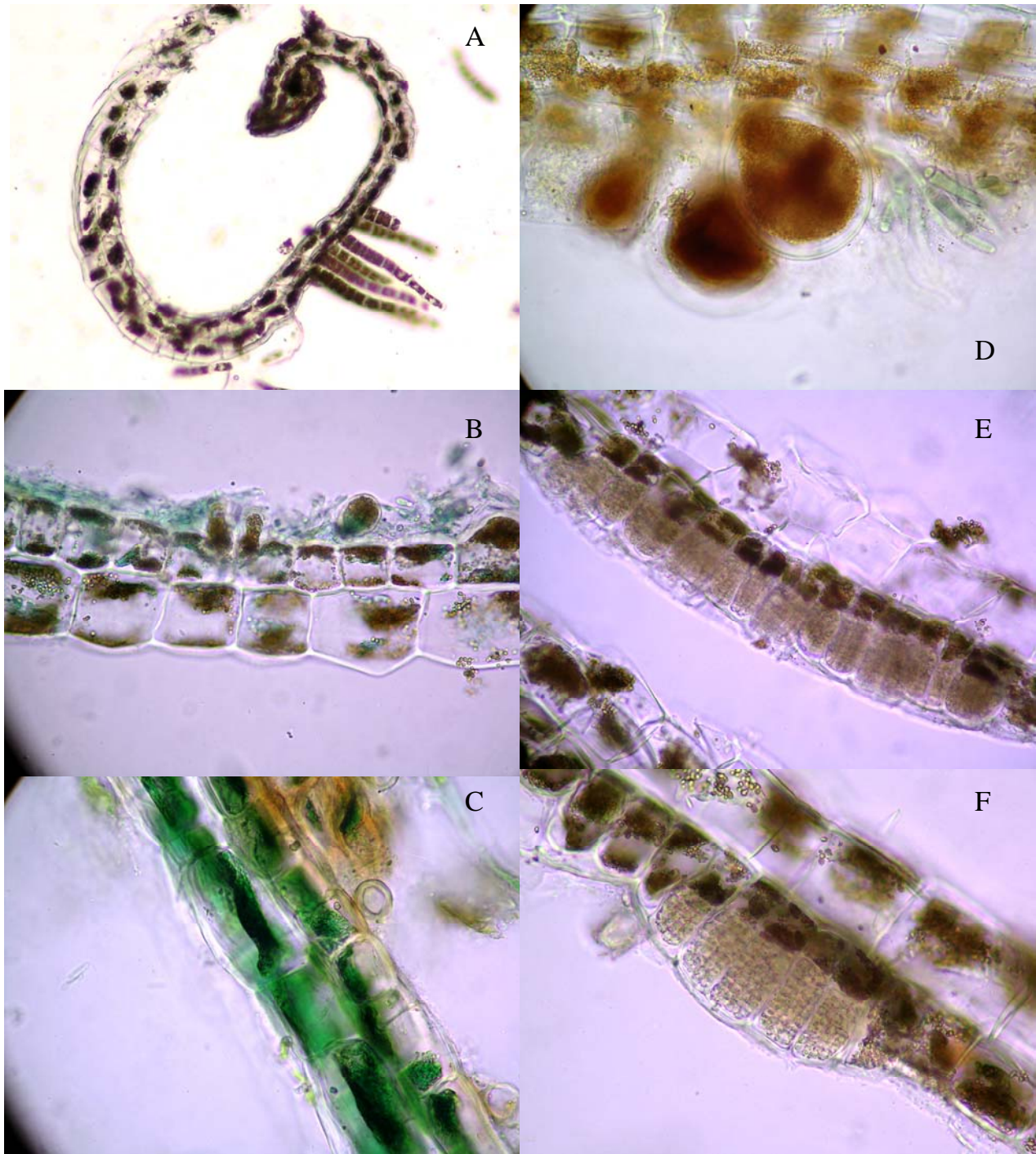


Lámina 4. *Padina sanctae-crucis*. Cortes en plano longitudinal: A. zona apical con 2 capas de células. B. Zona media con 2 capas de células. C. Zona basal con 2 capas celulares. D. Soro esporangial y esporas. E. y F. Soros anteridiales.

6.4.5 *Padina antillarum* (Kützinger) Piccone. Talos de 4-12 cm de altura, color verde olivo hacia el margen y pardo oscuro hacia el estípite. Lámina lobada a entera en algunas ocasiones, con lóbulos de 1-5.2 cm. de ancho. Estípite cónico estuposo 0.3 cm de largo y 0.1 cm de ancho. Talos sin calcificación. En corte longitudinal presenta en la zona apical 2 capas de células 21.6-28.8 μm de grosor, células corticales internas 19.2-28.8 μm de largo y 12-16.8 μm de ancho, largo de células corticales externas 19.2-21.6 μm y ancho 9.6-16.8 μm . En la zona media 4 capas celulares (2 medulares + 2 corticales) con grosor de 74.4-134.4 μm , largo de células corticales internas 36-67.2 μm y ancho de 24-36 μm , células corticales externas 24-60 μm de largo y 16.8-33.6 μm de ancho, células medulares con largo de 48-72 μm y ancho de 19.2-36 μm . En la zona basal 4 (2+2) capas de células con grosor de 103.2-144 μm , largo de células corticales internas 28.8-84 μm y ancho 24-38.4 μm ; células corticales externas 26.4-62.4 μm de largo y 24-40.8 μm de ancho y células medulares de 45.6-91.2 μm de largo y 21.6-43.2 μm de ancho. Los soros en dos líneas continuas por encima y por debajo de la línea de pelos, principalmente sobre la superficie externa de la lámina, aunque esporádicamente pueden encontrarse dispersos en la superficie interna, plantas dioicas. Soros sin indusio. Esporangios de 40.8-93.6 μm de largo y 40.8-96 μm de ancho; oogonios 40.8-84 μm de largo y ancho de 55.2-81.6 μm y anteridios con largo de 24 μm y 38 μm de ancho (lámina 5).

6.4.5.1 Nuevo registro para México

Padina antillarum es un nuevo registro de *Padina* para la zona de estudio y para México.

Distribución: Campeche.

Ecología: se presentan sobre sustrato sedimentario, en pozas de marea, canales de corriente ríscos sumergidos, cantos rodados, así como escolleras artificiales expuestas al oleaje directo. La fase gametofítica se presentó en abril y la esporofítica durante el resto del año.

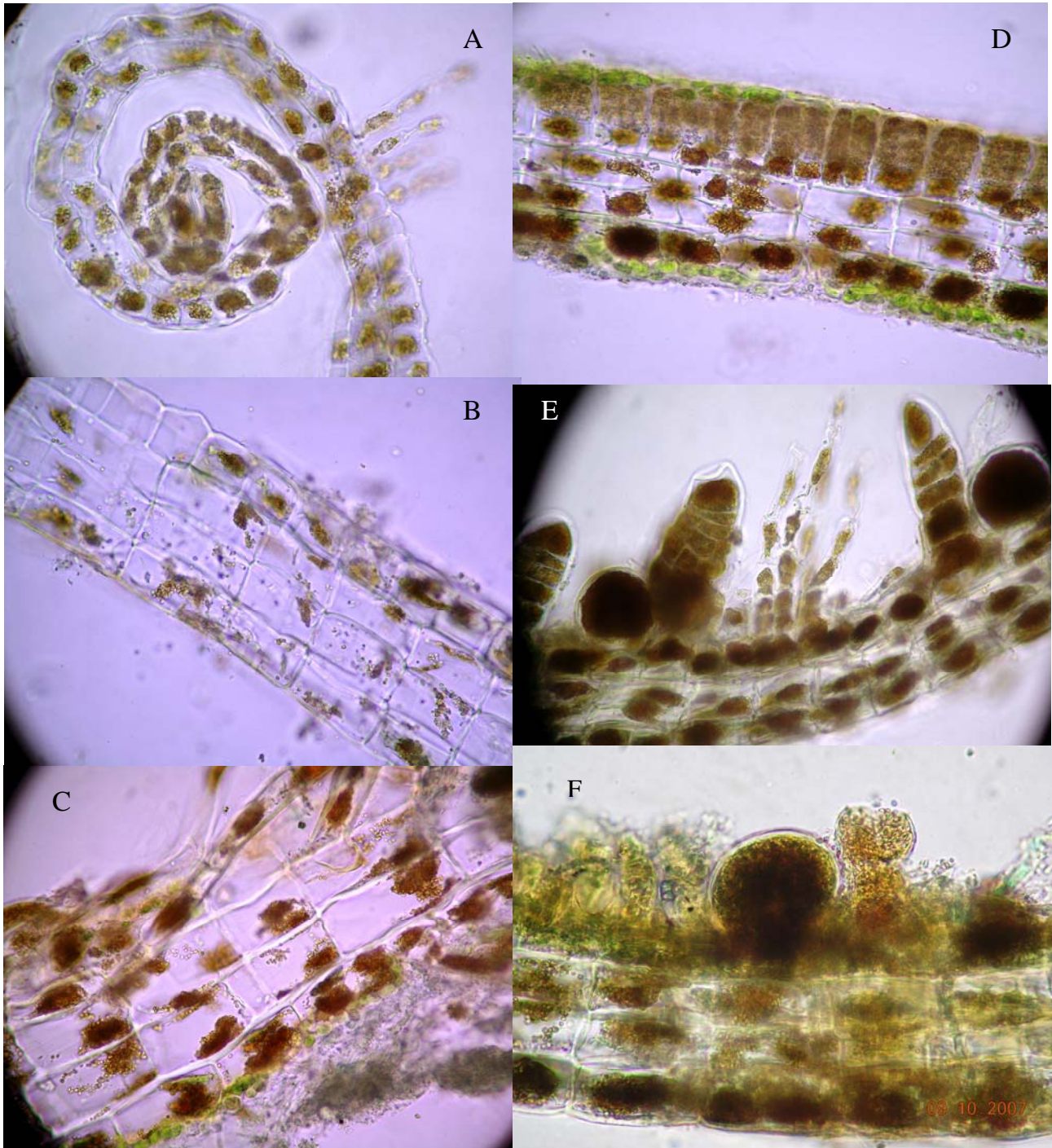




Lámina 5. *Padina antillarum*. Cortes en plano longitudinal: A. zona apical con 2 capas de células. B. Zona media con 2+2 capas de células. C. Zona basal con 2+2 capas celulares. D. Soros anteridiales. E. Soro esporangial y esporas. F. Soro oogonial.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en el análisis estadístico de componentes principales y ANDEVA de los caracteres cuantitativos, se obtuvieron los caracteres que se pueden considerar de valor taxonómico: grosor de la lámina, largo-ancho de células corticales internas y externas y largo ancho de células medulares. Presentes en los tres primeros componentes.

7.1 Caracteres microscópicos vegetativos

Grosor de la lámina: en la medición de las tres zonas del talo (apical, media y basal), permitió corroborar que este carácter separa a las especies, principalmente en la zona basal, ya que en las zonas apical y media existe cierto traslape en algunas especies. Sin embargo el análisis de componentes principales demuestra que existe cierta semejanza entre “*Padina gymnospora* y *P. aff. gymnospora*”, “*P. sanctae-crucis* y *P. boergesenii*” y “*P. antillarum* y *P. boergesenii*”.

Células corticales internas: el largo de estas células fue similar en la zona apical, pero, conforme madura el talo tienden a alargarse hacia la zona media y basal, lo que permite una variación entre cada una de las especies, por ejemplo, el largo de las células medulares en *Padina antillarum* es similar, mientras que, en *P. gymnospora* éstas son hasta tres veces más cortas que las medulares. Este carácter de acuerdo al análisis de componentes principales permitió separar *P. aff. gymnospora* del resto de las especies, por lo que debe considerarse con valor taxonómico. Por el contrario, el ancho de estas células se mantuvo más o menos constante, sin mostrar diferencia entre las demás especies.

Células corticales externas: en general, éstas son más cortas que las anteriores, es importante mencionar que disminuyen en largo y ancho sobre todo aquellas que dan origen a los pelos y a las estructuras reproductoras. Sin embargo, se observó que son dos o tres veces más cortas que las medulares.

Células medulares: estas células se diferencian por debajo del margen circinado, la relación largo-ancho guarda cierta semejanza entre ellas mismas, como se observó en *Padina aff.*

gymnospora y *P. antillarum*. En *P. boergesenii* la célula medular tiende a fusionarse con la célula cortical interna en la zona media y basal del talo, lo que caracteriza a esta especie tristemática. En el caso particular de *Padina gymnospora*, no mantiene alguna relación de largo y ancho, ya que las células son irregulares entre sí. A pesar de estas diferencias, el análisis de componentes principales nos indica que hay traslape entre los caracteres.

7.1.1 Comparación de datos bibliográficos y el presente estudio

Con el fin de confirmar la determinación taxonómica de las especies estudiadas, se consultaron diferentes referencias bibliográficas (Taylor 1960, Wynne y Declerk 1999, Nunes y Paula 2000, Mateo Cid *et al.*, 2000) en las que se describen las especies, tomando en cuenta las mediciones de grosor en las tres zonas de la lámina y éstas se compararon con las obtenidas en este trabajo. Es importante mencionar que las mediciones de la zona apical según la literatura fueron tomadas 0.5 cm por debajo del enrollamiento, incluso a esta distancia ya se diferenciaron las primeras células medulares, en caso de presentarlas. En este trabajo la medida de la zona apical, se tomó sólo en el margen circinado, es decir, considerando únicamente dos capas de células. Para la parte media y basal, los autores no mencionan el estado fonológico ni el tamaño de los ejemplares, por lo cual la clara diferencia entre sus mediciones y las registradas en este trabajo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medidas del grosor del talo, entre bibliografía y el presente estudio.

Especie	Bibliografía			Presente estudio		
	a	m	b	a	m	b
<i>Padina aff gymnospora</i>	66-104	106-153	104-208	38	124.64	154.98
<i>P. antillarum</i>	63-84	73-84	78-102	26.3	103.47	121.56
<i>P. boergesenii</i>	65-106	72-112	68-151	31.84	83.04	100.8
<i>P. gymnospora</i>	66-104	106-153	104-208	36.24	144.48	213.9
<i>P. sanctae-crucis</i>	45-68	64-84	67-111	43.8	73.37	77.9

Zonas: a= apical, m= media y b= basal. Medidas en micrómetros (μm).

7.2 Caracteres microscópicos reproductivos.

Esporangios: estas estructuras fueron muy frecuentes en los ejemplares que se revisaron de las cinco especies, observándose diferencias en medidas y forma, ya que en *Padina gymnospora* y *P. aff. gymnospora* son claviformes, más largos que anchos, en *P. antillarum*, *P. boergesenii* y *P. sanctae-crucis* son globosos. Otra diferencia radica en la forma en que se dividen los esporangios, así, en *P. antillarum*, *P. boergesenii*, *P. gymnospora* y *P. sanctae-crucis* se dividen de manera cruzada, sólo en *P. aff. gymnospora* la división es en “zig-zag”. En cuanto a la relación largo-ancho, no representa un carácter de importancia taxonómica, por otra parte, la presencia de éstos, confirma la fase esprofítica.

Oogonios: éstos sólo se presentaron en cuatro especies de las cinco estudiadas: *Padina aff. gymnospora*, *P. antillarum*, *P. boergesenii* y *P. sanctae-crucis*, fueron escasos debido a que la fase gametofítica es poco frecuente. En cuanto a su forma todos son globosos, los oogonios más grandes se presentaron en *Padina boergesenii* y por el contrario los de menor tamaño en *P. aff. gymnospora*. Cabe destacar que en *P. gymnospora* no se encontraron oogonios durante los dos años de muestreo en que se realizó este trabajo. De la misma manera que en los esporangios, no tienen valor taxonómico, excepto que su presencia evidencia la fase gametofítica, indispensable para determinar si una especie es dioica o monoica

Anteridios: sólo se encontraron en tres especies: *Padina aff. gymnospora*, *P. antillarum* y *P. sanctae-crucis*, éstas estructuras son aún más escasas que los oogonios. En todas las especies los anteridios son botuliformes, aunque se observó una diferencia en el tamaño, así en *Padina aff. gymnospora* son los más largos y más angostos, por el contrario, los de *P. antillarum* son los más cortos y más anchos. La presencia de estos talos confirma la época de reproducción sexual. Sin embargo, debido a la escasa presencia de talos, no es material suficiente para realizar un análisis estadístico.

7.3 Caracteres macroscópicos

Tamaño del talo: este carácter no tiene valor taxonómico, debido a que no existe un patrón definido para cada especie. Ya que en una misma especie, los talos varían en tamaño, dependiendo de la época del año, su exposición al oleaje, fase reproductiva y condiciones ambientales.

Largo, ancho y forma del estúpito: de la misma manera que el carácter anterior, no puede ser considerado con valor taxonómico, sin embargo, es de utilidad para complementar las diagnós de las especies.

Anchura y forma de lóbulos: la variación de este carácter depende de: edad de la lámina y condiciones ambientales, sobre todo la exposición al oleaje. A pesar de ésto, se observaron ciertas particularidades: en *Padina boergesenii* los lóbulos son enteros y muy anchos, en ocasiones constituyen una lámina completa en forma de abanico; los lóbulos del talo de *P. sanctae-crucis* también son enteros, aunque pueden dividirse en lóbulos anchos; en *P. antillarum* y *P. gymnospora* el talo se divide en lóbulos de diferente anchura y finalmente la lámina de *P. aff. gymnospora* es de forma laciniada.

Distancia entre líneas de pelos: este carácter no representa valor taxonómico importante, sin embargo, se observó que en *Padina gymnospora* posee una mayor distancia entre las líneas de pelos sin importar el tamaño de talo y en *P. sanctae-crucis* se presentó la menor distancia.

7.4 Caracteres cualitativos.

Indusio: la presencia o ausencia del indusio es considerado un carácter con valor taxonómico en ciertas especies como en: *Padina gymnospora*, *P. aff. gymnospora* esta estructura es persistente en los esporofitos y gametofitos, en *P. boergesenii* sólo en los gametofitos. En *P. sanctae-crucis* el indusio es evanescente y en *P. antillarum* está ausente.

Disposición de pelos feofíceos y su relación con los soros: de los caracteres morfológicos cualitativos, es el de mayor valor taxonómico, dicha relación es particular en cada una de las especies, como se describen en los resultados.

Presencia de carbonato de calcio: es un carácter complementario o diagnóstico, sólo en algunas especies se presenta en mayor o menor cantidad: *Padina sanctae-crucis*, *P. boergesenii*, *P. aff. gymnospora* y *P. gymnospora*, o bien ausente como en *P. antillarum*.

Color del talo: este carácter es subjetivo, dependiendo si es material fresco o seco, su exposición a la luz directa, grosor del talo y presencia o ausencia de carbonato de calcio, a pesar de ello se observaron diferencias en las especies, que aun cuando no tienen valor taxonómico son de ayuda en la complementación de las diagnosis.

7.5 Consideraciones finales

El análisis estadístico de los caracteres morfológicos fue de ayuda para corroborar y definir con esta nueva información generada a las especies del género *Padina*, sin embargo, es necesario emplear otras herramientas (un análisis estadístico mas minucioso, marcadores moleculares, entre otros) para resolver la taxonomía de algunas especies que siguen teniendo problemas, debido a la falta de información sobre sus ciclos de vida y al traslape de ciertos caracteres que dificultan su determinación.

VIII. CONCLUSIONES

Los caracteres cuantitativos con mayor valor taxonómico según al análisis de componentes principales y el ANDEVA son: grosor de la lámina, largo-ancho de células corticales internas, largo-ancho de células corticales externas y largo-ancho de células medulares.

De los caracteres cualitativos, el de importancia taxonómica es: la relación de soros con respecto a las líneas de pelos.

Se confirmó la existencia de *Padina* aff. *gymnospora*, como un morfo de *P. gymnospora*. El cual se estudiará mas adelante con la posibilidad de proponerlo como una variedad.

Se reconoció a *Padina antillarum* como un nuevo registro para la costa Atlántica de México.

En el presente estudio se complementaron las diagnosis de *Padina boergesenii*, *P. gymnospora* y *P. sanctae-crucis*, con la información de caracteres vegetativos y reproductivos que no habían sido incluidos anteriormente.

Adicionalmente se contribuyó al incremento de la colección de macroalgas marinas del herbario FEZA.



IX. REFERENCIAS

- Abbott, I. A. y J. M. Huisman. 2003. New species, observations, and a list of new records of brown algae (Phaeophyceae) from the Hawaiian Islands. *Phycological Research*. **51**: 173-185.
- Ávila, O. A. 2001. Estudio taxonómico del género *Padina* Adanson (Dictyotaceae Phaeophyceae) en las costas del Pacífico tropical mexicano. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM. México.
- Ávila, O. A. y F. F. Pedroche. 2005. El género *Padina* (Dictyotaceae, Phaeophyceae) en la región tropical del Pacífico mexicano. 139-171 In: A. G. Senties. y K. Dreckmann. (Eds.) Monografías Ficológicas Vol. 2. Editor; Red Latinoamericana de Botánica.
- Ávila, O. A. y F. F. Pedroche 1999. *Padina tetrastromatica* Hauk, a misapplied name for *P. crispata* Thivy in Pacific Mexico. *Botanica Marina*. **42**: 355-358.
- Allender, B. M. y G. T. Kraft. 1983. The marine algae of Lord Howe Island (New South Wales): The Dictyotales and Cutleriales (Phaeophyta). *Brunonia*. **6**: 73-130.
- Bold, H. C. y M. J. Wynne. 1985. Introduction to the algae. Prentice-Hall, INC.
- Borowitzka, M. A., A. W. D. Larrum y C. E. Nocrolds. 1974. A scanning electro microscope study of the structure and organization of the calcium carbonate deposit of algae. *Phycologia*. **13**: 195-203.
- Carmona, J. J., M. A. Hernandez y M. Ramirez. 2004. Algas... Glosario Ilustrado. 1a. edición. Las prensas de la ciencia. Facultad de Ciencias UNAM. México, D. F.
- Coppenjans, E., O. De Clerck y F. Leliaert. 2001. Marine brown algae (Phaeophyta) from the north coast of Papua New Guinea, with a description of *Dictyota magneana sp.nov.* Editions scientifiques et medicales Elsevier. **22**: 15-40.



- Díaz, M. S. 2007. Estudio ficoflorístico del litoral de Campeche y Yucatán (abril y junio 2006). Reporte de Servicio Social, FES Zaragoza. UNAM. México. D. F.
- Dreckmann, M. K. 1998. Clasificación y nomenclatura de las macroalgas marinas Bentónicas del Atlántico Mexicano. CONABIO. México, D. F.
- Gaillard, J. 1975. *Padina sanctae-crucis* Boergesen, *Padina japonica* Yamada, *Padina haitiensis* Thivy et leurs affinités. *Botaniste*. **57**: 85-103.
- Gaillard, J. 1967. Étude monographique de *Padina tetrastromatica* (Hauck.) *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Notre*. Tome XXIX, serie A, n° 2 avril, 447-463.
- Garza De la, F. C. 2003. Clave genérica de las algas rojas marinas macroscópicas y comunes de las costas de Veracruz. Tesis de Licenciatura. UNAM. México, D. F.
- Hoek, C van den., D. G. Mann y H. M. Jahns. 1995. *Algae. Introduction to phycology*. University Press. Cambridge. Great Britain.
- Huerta, M. L. 1961. Flora marina de los alrededores de isla Pérez, Arrecife Alacranes, sonda de Campeche, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. **10**: 11-22.
- Huerta, M. L. y B. A. Garza. 1964. Algas marinas de la Barra de Tuxpan y de los arrecifes Blanquilla y Lobos. *Anales de la Escuela Nacionales de Ciencias Biológicas*. **13**: 5-21.
- Humm, H. J. y H. H. Hildebrand. 1962. Marine algae from the Gulf Coast of Texas and México. *Public. Inst. Mar. Sci.* **8**: 227-268.
- Islas mexicanas, 1987. Secretaría de Gobernación, Secretaria de Marina y Talleres Gráficos de la Nación, México, D. F.



- Jiménez, S., W. Salinas y J. Campos. 2004. Los impactos de la urbanización en zonas costeras. Caso de estudios: Zona conurbana Altamira-Madero-Tampico, Tamaulipas, Tamaulipas, México. 417-421. In: Caso M., Pisanty I. y Ecurra E (Comp.) Diagnóstico ambiental del Golfo de México. INE-SEMARNAT .México, D. F.
- Joly, B. A. 1967. Géneros de algas marinas da costa Atlántica Latino-Americana. Editôra da Universidad de São Paulo. Brasil.
- Jones, S. B. 1987. Sistemática vegetal. 2a. edición. McGraw-Hill USA.
- Lee, R. 1999. Phycology. 3^a Edition. University Press. Cambridge. Great Britain.
- Liddle, L. B. 1972. Development of gametophyte and sporophyte populations of *Padina sanctae-crusis* Borg. In the field and laboratory. *Proc. Int. Seaweed Symp.* **7**: 80-82.
- Lincoln, R. J., G. A. Boxshall y P. F. Clark. 1985. Diccionario de ecología, evolución y taxonomía. Fondo de cultura económica. México. D. F.
- Little, S. D. y M. M. Little. 2000. Caribbean Reef plants. An identification to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. OffShore Graphics, Inc. Washington, D. C.
- Mateo-Cid, L. E., A. C. Mendoza-González, L. Huerta-Múzquiz, R. Aguilar-Rosas, y L. E. Aguilar-Rosas. 2000. La Familia *Dictyotaceae* (Dictyotales Phaeophyta) en la Península de Baja California, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, **46**: 189-207.
- Mateo-Cid, L. E., A. C. Mendoza González y C. Galicia García. 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*. **36**: 59-75.
- Mendoza-González, C. A. Y L. E. Mateo-Cid. 1985. Contribución al estudio florístico ficológico de las islas Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz. *Phytologia*. **59**: 9-16.



- Nunes, J. M. y E. J. Paula 2000. Estudos taxonômicos do gênero *Padina* Adanson (Dictyotaceae-Phaeophyta) no litoral do estado da Bahia, Brasil. *Acta Botânica Malacitana*. Málaga. **25**:21-43.
- Ortega, M. M., L. J. Godínez y G. G. Solórzano. 2001. Catálogo de algas Bentónicas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Biología. UNAM. México, D. F.
- Ortega, M. M., J. L. Godínez y R. M. Ruvalcaba. 1993. Una clave de campo para las algas pardas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. AGT Editor. México, D. F.
- Papenfuss, G. F. 1977. Review of the genera of Dictyotales (Phaeophycophyta). *Bulletin of the Japanese Society of Phycology*. **25**: 271-287.
- Ramírez, R. Ma. L. A. 1975. Contribución al conocimiento de las algas marinas del litoral rocoso de Villa Rica, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa Veracruz.
- Salgado-Ugarte, I. H. 1992. El Análisis exploratorio de los datos Biológicos. Fundamentos y Aplicaciones. Marc Ediciones y Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM. México.
- STATA, Corp. 2005. Stata Statistical Software: Release 9. College Station, Stata Corp. LP. Texas.
- Taylor, W. R. 1960. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coast of the Americas. The University of Michigan Press. Ann Arbor.
- Thivy, F. 1959. On the Morphology of the gametophytic generation of *Padina gymnospora* (Kutetz.) Vickers. *J. Mar. Biol. Ass. India* **1**: 69-76.



Wynne, M. J. y O. Clerck De. 1999. First reports of *Padina antillarum* and *P. glabra* (Phaeophyta-Dictyotaceae) from Florida, With a Key to the Western Atlantic Species of the Genus. *Caribbean Journal of science*, **35**: 286-295.

Wynne, M. J. y S. Loiseaux. 1976. Recent advances in life history studies of the Phaeophyta. *Phycology*. **15**: 435-452.



Formato 1 registro de caracteres macroscópicos

Padina															
														Formato 1/2	
No.	Fecha	Localidad	Talla	Color	F	Estípite		Calcif.	Pelos			Largo/Ancho			Indusio
						Forma	Largo/Ancho	P/A	P/A	Disposición	Rel. c/soros	Esporangios	Oogonios	Anteridios	P/A

No. = Numero de registro
 F = Forma de la fronda
 Calcif. = Calcificación
 P/A = Presencia o Ausencia
 Rel. = Relación con soros



Formato 2 registro de caracteres microscópicos

Padina													
												Formato 2/2	
No.	Zona apical			Zona media					Zona basal				
	Grosor	Largo/Ancho		Grosor	Largo/Ancho		Células medulares		Grosor	Largo/Ancho		Células medulares	
		Cel.Int	Cel.Ext.		Cel. Cort. Int.	Cel. Cort. Ext.	No.	Largo/Ancho		Cel. Cort. Int.	Cel. Cort. Ext.	No.	Largo/Ancho

No. = Numero
 Cel. = Células
 Int. = Internas
 Ext. = Externas
 Cort. = Corticales

**Ejemplares revisados:***Padina aff. gymnospora*

Registro de herbario	Fecha	Localidad	Estado fenológico
FEZA 746	15-May-04	Villa Rica	Esporangio
FEZA 746	15-May-04	Villa Rica	Esporangio
FEZA 743	08-May-05	Villa Rica	Anteridio
FEZA 743	08-May-05	Villa Rica	Oogonio
FEZA 744	08-May-05	Villa Rica	Esporangio
FEZA 745	08-May-05	Villa Rica	Esporangio
FEZA 753	01-Abr-03	Puerto Progreso	Esporangio
FEZA 744	08-May-05	Villa Rica	Esporangio
FEZA 749	29-Jun-05	Los Muñecos	Anteridio
FEZA 749	29-Jun-05	Los Muñecos	Oogonio
FEZA 749	29-Jun-05	Los Muñecos	Oogonio
FEZA 750	30-Jun-05	Los Muñecos	Oogonio
FEZA 747	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 747	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 751	15-May-04	Boca Andrea	Oogonio
FEZA 752	29-Jun-05	Punta Delgada	Esporangio
FEZA 752	30-Jun-05	Punta Delgada	Oogonio
FEZA 748	12-Dic-04	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 748	12-Dic-04	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 752	29-Jun-05	Punta Delgada	Esporangio
FEZA 752	30-Jun-05	Punta Delgada	Esporangio
FEZA 753	01-Abr-03	Puerto Progreso	Esporangio
FEZA 742	24-Jun-06	km 106 Carr. Champotón	Oogonio
FEZA 742	24-Jun-06	km 106 Carr. Champotón	Anteridio
FEZA 741	23-Jun-06	Escolleras de Sancrianto	Esporangio
FEZA 741	23-Jun-06	Escolleras de Sancrianto	Esporangio
FEZA 741	23-Jun-06	Escolleras de Sancrianto	Esporangio
FEZA 747	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 747	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 747	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio

Ejemplares revisados:

<i>Padina antillarum</i>			
Registro de herbario	Fecha	Localidad	Estado fenológico
FEZA 755	21-Abr-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 758	21-Abr-06	Sabancuy	Oogonio
FEZA 708	24-Jun-06	Sabancuy	Oogonio
FEZA 754	21-Abr-06	29 km Sabancuy	Oogonio
FEZA 754	21-Abr-06	29 km Sabancuy	Oogonio
FEZA 754	21-Abr-06	29 km Sabancuy	Esporangio
FEZA 755	21-Abr-06	29 km Sabancuy	Anteridio
FEZA 708	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 708	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 708	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 755	21-Abr-06	Sabancuy	Vegetativo
FEZA 755	21-Abr-06	Sabancuy	Vegetativo
FEZA 708	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 756	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 756	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 756	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 757	24-Jun-06	Sabancuy	Oogonio
FEZA 757	24-Jun-06	Sabancuy	Oogonio
FEZA 757	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 755	21-Abr-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 754	21-Abr-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 754	21-Abr-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 754	21-Abr-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 754	21-Abr-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 754	21-Abr-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 754	21-Abr-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 754	22-Abr-06	Sabancuy	Esporangio

Ejemplares revisados:

<i>Padina boergesenii</i>			
Registro de herbario	Fecha	Localidad	Estado fenológico
FEZA 722	25-Abr-05	Anegada de Adentro	Oogonio
FEZA 722	25-Abr-05	Anegada de Adentro	Oogonio
FEZA 722	25-Abr-05	Anegada de Adentro	Oogonio
FEZA 720	07-May-05	Playa Paraíso	Esporangio
FEZA 720	07-May-05	Playa Paraíso	Esporangio
FEZA 723	24-Abr-05	Isla La blanquilla	Esporangio
FEZA 723	24-Abr-05	Isla La blanquilla	Esporangio
FEZA 723	24-Abr-05	Isla La blanquilla	Esporangio
FEZA 723	24-Abr-05	Isla La blanquilla	Esporangio
FEZA 693	25-Abr-05	Isla de En medio	Esporangio
FEZA 693	25-Abr-05	Isla de En medio	Esporangio
FEZA 721	08-May-05	Villa Rica	Oogonio
FEZA 695	12-Dic-04	Boca Andrea	Esporangio
FEZA 724	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 724	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 695	12-Dic-04	Los Muñecos	Oogonio
FEZA 725	29-Jun-05	Punta Delgada	Oogonio
FEZA 725	29-Jun-05	Punta Delgada	Oogonio
FEZA 696	15-May-04	Villa Rica	Esporangio
FEZA 696	15-May-04	Villa Rica	Esporangio
FEZA 709	24-Jun-06	km 106 Carr. Champotón	Oogonio
FEZA 709	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 706	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 707	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 708	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 710	25-Abr-05	Anegada de Adentro	Esporangio
FEZA 712	24-Abr-05	Isla Verde	Esporangio
FEZA 711	24-Abr-05	Isla La blanquilla	Esporangio
FEZA 713	24-Abr-05	Isla La blanquilla	Esporangio
FEZA 713	24-Abr-05	Isla La blanquilla	Esporangio

Ejemplares revisados:

<i>Padina gymnospora</i>			
Registro de herbario	Fecha	Localidad	Estado fenológico
FEZA 734	08-May-05	Villa Rica	Esporangio
FEZA 726	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 727	07-May-05	Playa Paraíso	Esporangio
FEZA 432	21-Abr-01	Playa Escondida	Esporangio
FEZA 432	21-Abr-01	Playa Escondida	Esporangio
FEZA 432	21-Abr-01	Playa Escondida	Esporangio
FEZA 740	29-Jun-05	Boca Andrea	Vegetativo
FEZA 459	28-Oct-04	Penacho de Indio	Esporangio
FEZA 728	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 728	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 728	23-Abr-05	Los Muñecos	Vegetativo
FEZA 728	23-Abr-05	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 729	12-Dic-04	Los Muñecos	Esporangio
FEZA 730	31-Mar-06	Villa Rica	Vegetativo
FEZA 730	31-Mar-06	Villa Rica	Vegetativo
FEZA 730	31-Mar-06	Villa Rica	Esporangio
FEZA 735	31-Mar-06	Villa Rica	Esporangio
FEZA 735	31-Mar-06	Villa Rica	Esporangio
FEZA 731	21-Abr-06	Punta Xen	Esporangio
FEZA 731	21-Abr-06	Punta Xen	Esporangio
FEZA 732	21-Abr-06	29 km de Sabancuy	Esporangio
FEZA 736	21-Abr-06	Punta Xen	Esporangio
FEZA 737	29-Jun-05	Boca Andrea	Vegetativo
FEZA 738	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
FEZA 738	24-Jun-06	Sabancuy	Esporangio
	05-Nov-05	Los Muñecos	Vegetativo
FEZA 739	29-Jun-05	Punta Delgada	Esporangio
FEZA 739	29-Jun-05	Punta Delgada	Vegetativo
	07-May-05	Playa Paraíso	Esporangio
FEZA 740	29-Jun-05	Boca Andrea	Vegetativo

**Ejemplares revisados:**

<i>Padina sanctae-crucis</i>			
Registro de herbario	Fecha	Localidad	Estado fenológico
FEZA 719	29-Jun-05	Los Muñecos	Esporangios
FEZA 719	29-Jun-05	Los Muñecos	Esporangios
FEZA 715	24-Jun-06	Escolleras de Campeche	Esporangios
FEZA 715	24-Jun-06	Escolleras de Campeche	Esporangios
FEZA 715	24-Jun-06	Escolleras de Campeche	Esporangios
FEZA 715	24-Jun-06	Escolleras de Campeche	Esporangios
FEZA 716	24-Jun-06	Escolleras de Campeche	Oogonios
FEZA 716	24-Jun-06	Escolleras de Campeche	Esporangios
FEZA 715	24-Jun-06	Escolleras de Campeche	Oogonios
FEZA 715	24-Jun-06	Escolleras de Campeche	Anteridios
FEZA 717	22-Abr-06	Cerca de Boxol	Oogonios
FEZA 718	22-Abr-06	Cerca de Boxol	Esporangios
ENCB 6934	10-Oct-83	Isla Cozumel	Oogonios
ENCB 7747	08-Nov-84	Isla Cozumel	Esporangios
ENCB 9222	14-Nov-84	Playa del Carmen	Oogonios
ENCB 9222	14-Nov-84	Playa del Carmen	Anteridios
ENCB 9222	14-Nov-84	Playa del Carmen	Esporangios
ENCB 7749	27-Feb-85	Isla Cozumel	Esporangios
ENCB 6927	26-Feb-85	Isla Cozumel	Esporangios
ENCB 7748	08-Nov-84	Isla Cozumel	Oogonios
ENCB 3658	23-Mar-70	Isla Cozumel	Esporangios
ENCB 7106	08-Nov-84	Isla Cozumel	Esporangios
ENCB 10627	10-Nov-84	Playa del Carmen	Esporangios
ENCB 6909	01-Nov-84	Isla Mujeres	Esporangios
QROO-93-03	15-May-93	Faro Celarin	Esporangios
QROO-93-49	15-May-93	Punta Morena	Esporangios
	22-May-93	Playa Azul	Vegetativo
QROO-93-97	12-Sep-93	Punta Chiquero	Esporangios



Componentes Principales

```
pca zagrosor zm Grosor zb Grosor
Principal components/correlation      Number of obs = 141
                                      Number of comp. = 3
                                      Trace = 3
Rotation: (unrotated = principal)    Rho = 1.0000
```

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.88354	.884246	0.6278	0.6278
Comp2	.999291	.882118	0.3331	0.9609
Comp3	.117172	.	0.0391	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Unexplained
zagrosor	0.0419	0.9986	0.0309	0
zm Grosor	0.7069	-0.0078	-0.7072	0
zb Grosor	0.7060	-0.0514	0.7063	0

```
pca apintlong zmintlong zbintlong
Principal components/correlation      Number of obs = 141
                                      Number of comp. = 3
                                      Trace = 3
Rotation: (unrotated = principal)    Rho = 1.0000
```

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.87984	1.07338	0.6266	0.6266
Comp2	.806464	.492769	0.2688	0.8954
Comp3	.313695	.	0.1046	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Unexplained
apintlong	0.4286	0.8994	0.0859	0
zmintlong	0.6294	-0.3655	0.6857	0
zbintlong	0.6482	-0.2398	-0.7228	0

```
pca apintdiam zmintdiam zbintdiam
Principal components/correlation      Number of obs = 141
                                      Number of comp. = 3
                                      Trace = 3
Rotation: (unrotated = principal)    Rho = 1.0000
```

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.81229	.99042	0.6041	0.6041
Comp2	.821865	.456015	0.2740	0.8781
Comp3	.36585	.	0.1219	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Unexplained
apintdiam	0.4242	0.9055	0.0143	0
zmintdiam	0.6419	-0.2895	-0.7101	0
zbintdiam	0.6388	-0.3104	0.7040	0



pca apextlon zmextlong zbextlong
Principal components/correlation

Number of obs = 141
Number of comp. = 3
Trace = 3
Rho = 1.0000

Rotation: (unrotated = principal)

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.56124	.721938	0.5204	0.5204
Comp2	.839297	.23983	0.2798	0.8002
Comp3	.599467	.	0.1998	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Unexplained
apextlon	0.4848	0.8531	0.1931	0
zmextlong	0.6380	-0.1939	-0.7452	0
zbextlong	0.5983	-0.4845	0.6382	0

pca apextdiam zbextdiam zmextdiam
Principal components/correlation

Number of obs = 141
Number of comp. = 3
Trace = 3
Rho = 1.0000

Rotation: (unrotated = principal)

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.48277	.466375	0.4943	0.4943
Comp2	1.01639	.515548	0.3388	0.8331
Comp3	.500843	.	0.1669	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Unexplained
apextdiam	0.1246	0.9688	0.2141	0
zbextdiam	0.6915	-0.2395	0.6815	0
zmextdiam	0.7115	0.0632	-0.6998	0

pca zmmedlong zbmedlong
Principal components/correlation

Number of obs = 116
Number of comp. = 2
Trace = 2
Rho = 1.0000

Rotation: (unrotated = principal)

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.19873	.397451	0.5994	0.5994
Comp2	.801274	.	0.4006	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Unexplained
zmmedlong	0.7071	0.7071	0
zbmedlong	0.7071	-0.7071	0



pca zmeddiam zbmeddiam

```
Principal components/correlation          Number of obs   =      116
                                           Number of comp. =        2
                                           Trace           =        2
Rotation: (unrotated = principal)        Rho             =      1.0000
```

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.68731	1.37461	0.8437	0.8437
Comp2	.312694	.	0.1563	1.0000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Unexplained
zmeddiam	0.7071	0.7071	0
zbmeddiam	0.7071	-0.7071	0

GLOSARIO

Anteridio: Estructura donde se producen los gametos masculinos.

Dioico: Especies de algas que poseen estructuras reproductoras masculinas y femeninas en individuos diferentes.

Esporangio: Estructura especializada donde se forman las esporas como resultado de la división celular.

Estuposo: Que tenga o este compuesto por matas de filamentos

Gametangio: Estructura donde se diferencian y albergan los gametos.

Gameto: Célula reproductora sexual masculina o femenina, haploide, flagelada o no.

Indusio: Membrana que cubre los soros, la cual se deriva de células corticales.

Monoico: Especie de alga que posee estructuras reproductoras masculinas y femeninas en el mismo individuo.

Morfo: Cualquier variante fenotípica o genotípica en una población local de una misma especie.

Oogonio: Estructura donde se producen los gametos femeninos.

Soro: Conjunto de estructuras reproductoras (usualmente esporangios), frecuentemente unidos por la base.