

Revisión de las especies mexicanas de *Pneophyllum* Kützing (Corallinales, Rhodophyta)

Revision of the Mexican species of *Pneophyllum* Kützing (Corallinales, Rhodophyta)

Luz Elena Mateo-Cid¹ y A. Catalina Mendoza-González¹

¹Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.
Carpio y Plan de Ayala. Col. Santo Tomás, México, D.F. 11340
lmateoc@ipn.mx

Abstract. - With the aim of characterizing the Mexican species of coralline algae from the genus *Pneophyllum* and their distribution, ten field trips in twelve localities were performed to collect species of *Pneophyllum*, from 1992 to 2004. Species were collected from Baja California, Baja California Sur, Sonora, Jalisco and Oaxaca at the Pacific coast of Mexico, and Quintana Roo at the Atlantic coast of Mexico. In addition, we complemented our study with observations of material currently deposited in different herbaria. Also, an extensive bibliographic revision of the genus *Pneophyllum* Kützing (Corallinales, Rhodophyta) in Mexico was done. Analysis of this information showed that this genus contains four species: *P. confervicola* (Kützing) Chamberlain, *P. conicum* (Dawson) Keats, Chamberlain & Baba, *P. fragile* Kützing and *P. nicholsii* (Setchell & Mason) Silva & Gabrielson. Furthermore, *P. confervicola* and *P. fragile* are distributed in both coasts at the Pacific and Atlantic shores of Mexico. Male and female reproductive structures of *Pneophyllum* are described and for the first time *P. confervicola* is recorded from the Atlantic coast of Mexico. Morphological descriptions, cytology, reproductive stage and photographs of the species examined are included.

Key words: Distribution, incrusting coralline, diversity, Mexico

Resumen. - Con el fin de caracterizar las especies mexicanas de algas coralinas del género *Pneophyllum* y su distribución en México, se realizaron 10 campañas de recolección de material biológico, entre 1992 y 2004, en 12 localidades de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Jalisco y Oaxaca, en la costa Pacífica, y en Quintana Roo, para la costa del Atlántico. Además, este estudio se complementó con una revisión de herbarios de las especies de *Pneophyllum* registradas para la costa de México y con una extensa revisión bibliográfica sobre el género. Los resultados obtenidos indican que el género *Pneophyllum* se encuentra representado por cuatro especies: *P. confervicola* (Kützing) Chamberlain, *P. conicum* (Dawson) Keats, Chamberlain & Baba, *P. fragile* Kützing y *P. nicholsii* (Setchell & Mason) Silva & Gabrielson. Sin embargo, *P. confervicola* y *P. fragile* se distribuyen en ambas costas de México. Se observan estructuras masculinas y femeninas de las especies de *Pneophyllum* y por primera vez se registra *P. confervicola* para la costa del Atlántico de México. Estas especies son descritas con respecto a su morfología, citología, estado reproductivo y fotografías.

Palabras clave: Distribución, coralinas incrustantes, diversidad, México

Introducción

El orden Corallinales, comúnmente conocido como 'algas coralinas incrustantes', está constituido por tres Familias: Hapalidiaceae, Sporolithaceae y Corallinaceae; esta última incluye cuatro subfamilias: Amphiroideae, Corallinoideae, Lithophylloideae y Mastophoroideae. Todos los géneros contenidos en estos grupos taxonómicos tienen como característica formar estructuras reproductoras en cavidades denominadas conceptáculos (Harvey *et al.* 2003). Las especies de la subfamilia Mastophoroideae, específicamente de los géneros *Neogoniolithon* Setchell & Mason, *Hydrolithon* Foslie, *Spongites* Kützing y *Pneophyllum* Kützing, revisten gran importancia desde el punto de vista ecológico y biológico, ya que son formadoras de sustrato

en los ambientes en los que habitan y tienen una amplia cobertura en los arrecifes coralinos (Adey 1970, Littler 1972, Keats *et al.* 1997, Littler & Littler 2000).

Los representantes más importantes de coralinas incrustantes en la costa del Atlántico y del Pacífico de México son los miembros de la subfamilia Mastophoroideae (Setchell 1943), la cual se encuentra representada por siete géneros, especialmente por *Pneophyllum*, *Spongites* y *Neogoniolithon* (Huerta-Múzquiz *et al.* 1987, Ortega *et al.* 2001). Los estudios realizados en coralinas incrustantes de México son en su mayoría listados florísticos, como por ejemplo, las investigaciones taxonómico-florísticas realizadas por Taylor (1945, 1960) y Dawson (1960); este último autor incluyó en su trabajo 56 descripciones de algas coralinas

para la costa del Pacífico de México; Abbott & Hollenberg (1976) registraron varias especies de coralinas articuladas e incrustantes y su distribución en México. Algunos estudios que han incluido registros del género *Pneophyllum* son los de Aguilar-Rosas *et al.* (1990), Huerta-Múzquiz & Tirado (1970), Dreckmann (1991), León-Álvarez & González-González (1993), Mateo-Cid & Mendoza-González (1991a,b, 1992), Mendoza-González & Mateo-Cid (1992a,b), González-González *et al.* (1996). En estos trabajos se han registrado cuatro especies de *Pneophyllum* para México.

Sin embargo, hasta el momento no existe un análisis detallado de las características morfológicas que permitan delimitar objetivamente las especies de este género, aunque lo más cercano a este objetivo fue el trabajo de Fragoso-Tejas & Rodríguez (2002), quienes realizaron una revisión de las coralinas costrosas e incluyeron a la especie *P. fragile* Kützinger para el Pacífico tropical de México. La taxonomía de las especies de este género ha sido reconocida como una tarea difícil debida principalmente al alto grado de variación morfológica, lo que ha llevado a confusiones en la determinación y la clasificación. Asimismo, la falta de consistencia en la evaluación de los caracteres, conlleva a no tener descripciones completas de los taxa. En este sentido, la finalidad del presente estudio fue definir y evaluar los caracteres taxonómicos empleados en la distinción de las especies de *Pneophyllum*, así como su distribución en México.

Material y métodos

Las muestras biológicas se obtuvieron durante 1992, 1995, 1996, 1997, 1998 y 2004 en 12 localidades de seis estados costeros de México. En Baja California se recolectó en El Coloradito (30°34'52"N y 114°40'07"W) y Playa Santa Teresa (30°23'05"N y 114°37'52"W) en octubre de 1995; en Baja California Sur en la localidad de Punta Arenas, Municipio de La Paz (23°59'51"N y 109°48'49"W) en diciembre de 1992 y abril de 1994; Puerto Peñasco, Sonora (31°17'42"N y 113°34'38"W) en junio de 1997. En el estado de Jalisco se visitó Playa La Manzanilla (19°16'52"N y 104°47'49"W) en agosto de 1992 y noviembre de 2004, mientras que en Oaxaca se obtuvieron muestras en Playa Agua Blanca (15°43'58"N y 96°48'50"W), y Bahía de San Agustín (15°41'02"N y los 96°14'17"W) en febrero de 1996 y en la Bahía de Santa Cruz Huatulco (15°44'12"N y 96°08'39"W) en agosto de 1993. Finalmente, en el estado de Quintana Roo, se recolectó en la Isla Cozumel (Playa San Juan) (20°33'02"N y 86°08'39"W), El Zarzal (19°55'47"N y los 87°26'32,7"W), Punta Pájaros (19°42'25"N y 87°29'27"W) y Punta Nohkú (19°38'6"N

y 87°26'57"W) en mayo de 1998. Los ejemplares se recolectaron a mano con ayuda de espátulas, en la zona intermareal rocosa de las 12 localidades; este material se colocó en bolsas de polietileno, se etiquetó y se fijó con una solución de formalina al 4% en agua de mar y fue trasladado al laboratorio. Posteriormente los especímenes se secaron, se colocaron en cajas de cartón y fueron depositados en el herbario ENCB para su posterior identificación.

Asimismo, se revisaron los herbarios de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB), de la Facultad de Ciencias Marinas (CMMEX) de la Universidad Autónoma de Baja California, la Facultad de Estudios Superiores-Iztacala (IZTA), Universidad Nacional Autónoma de México, de la Universidad de Leiden (L), de la Universidad de California (UC) y el del Museo de Historia Natural de Los Ángeles (LAM). Los acrónimos utilizados para referirse a los herbarios son los asignados por Holgren *et al.* (1990).

Tanto los especímenes recolectados como los depositados en los herbarios fueron descalcificados con una solución de HNO₃ 0,6 M y deshidratados con alcohol etílico. Pequeños fragmentos de estos fueron transparentados y embebidos en parafina. Se realizaron cortes con un micrótopo de mano American Optical® en secciones de 9 a 12 µm de grosor, los cortes se fijaron en portaobjetos con adhesivo de Ruyter (Martoja & Martoja-Pierson 1970) y se tiñeron con hematoxilina-eosina para hacer observaciones anatómicas y tomar las medidas tanto de estructuras vegetativas como estructuras de reproducción. En el caso de los talos delgados, estos se descalcificaron con HCl 0,4 N y se hicieron cortes transversales con una navaja de doble filo, se tiñeron con verde yodo y se montaron en un portaobjetos con miel Karo y fenol. Para ilustrar este trabajo se tomaron fotografías de aspectos macroscópicos y microscópicos con una cámara digital Canon® modelo IXUS 70. La descripción de las especies se acompaña de los siguientes datos: a) Nombre válido, autoridad y referencia de la descripción original; b) localidad tipo y sinonimia; c) descripción detallada de la especie, la que incluye hábito, morfología interna de las estructuras vegetativas y reproductoras, acompañadas de las mediciones, figuras y hábitat; d) distribución en la costa de México; e) material examinado con número de herbario, localidad, nombre de colectores, fecha de recolecta e información sobre su estadio reproductivo y f) comentarios generales. La determinación de las especies fue realizada con las obras de Dawson (1960), Masaki (1968), Penrose & Woelkerling (1991), Chamberlain (1983, 1994), Schneider & Searles (1991) y Keats *et al.* (1997).

Resultados

Se confirmó la presencia en México de cuatro especies del género *Pneophyllum*: *P. confervicola* (Kützinger) Chamberlain; *P. conicum* (Dawson) Keats, Chamberlain & Baba; *P. fragile* Kützinger y *P. nicholsii* (Setchell & Mason) Silva & Gabrielson.

Pneophyllum fragile es la especie que presenta la distribución más amplia en México, ya que se ha consignado tanto en la costa del Pacífico como del Atlántico. Además, se amplía la distribución conocida de *P. confervicola* para la costa del Atlántico y de *P. conicum* en el Pacífico.

Diagnosis

Pneophyllum Kützinger

Sinónimos heterotípicos: *Heteroderma* (Foslie) Foslie, 1909. *Fosliella* Howe subg. *Heteroderma* (Foslie) Cabioch, 1972. *Guerinea* Picquenard, 1912

Especie tipo: *Pneophyllum fragile* Kützinger, 1843

Localidad tipo: Mar Mediterráneo

Etimología: posiblemente del verbo griego *pneo* (que respira) y la palabra griega *phyllon* (hoja). Kützinger (1843) no explicó el significado de este nombre.

Talos costrosos, epífitos, epíliticos, perennes y fijos al sustrato por células de adhesión. Estructura pseudoparanquimatosa; organización dorsiventral, construcción dímera que consiste de una sola capa ventral de filamentos ramificados cuyas células no se disponen en empalizada. Filamentos simples o ramificados, uni o multicelulares los cuales surgen de modo más o menos perpendiculares desde las células de los filamentos ventrales. Células de los filamentos adyacentes unidas por fusiones celulares, conexiones secundarias ausentes, células epiteliales formando filamentos sobre la superficie del talo. Tricocitos presentes o ausentes, si presentes son intercalares en los filamentos de primer orden y algunas veces terminales en los de segundo orden pueden estar solitarios o en grupo en la superficie del talo.

Reproducción vegetativa no conocida. Talos gametangiales monoicos, carpogonios y espermacios producidos en conceptáculos diferentes o raramente en el mismo conceptáculo. Los carpogonios formados sobre filamentos de 3 células de largo y que nacen del piso de la cámara. Carposporofitos formados dentro de los conceptáculos femeninos después de la cariogamia, los poros de los conceptáculos delineados por filamentos que en ocasiones forman coronas.

Filamentos espermatangiales no ramificados, los

cuales nacen en el piso de la cámara espermatangial. Tetrasporangios y biesporangios formados a través del piso de la cámara o periféricas a una columela central, techos de los conceptáculos formados por filamentos que son circundantes o ínter espaciados entre las esporangiales iniciales. Poros de los conceptáculos circundados por filamentos que se levantan o se hunden debajo de la superficie del talo. Tetrasporangios zonados sin tapones en el poro del conceptáculo.

Pneophyllum confervicola (Kützinger) Chamberlain

Phyllactidium confervicola Kützinger, 1843

Pneophyllum confervicola (Kützinger) Y.M. Chamberlain 1983: 385-387

Holotipo: L. 941.156.120. Herbario Kützinger, 1843

Localidad Tipo: Cerca de Trieste, Italia, sobre *Conferva vasta*

Sinónimos heterotípicos: *Melobesia minutula* Foslie, 1904. *Heteroderma minutula* (Foslie) Foslie, 1909. *Pneophyllum minutula* (Foslie) Chamberlain, 1983. *Pneophyllum confervicola* (Kützinger) Chamberlain f. *minutulum* (Foslie) Chamberlain, 1983.

Hábito: Talo costroso, liso sin excrescencias (Fig. 1), firmemente adheridas al hospedero, sin haustoria, formando costras muy delgadas de 15-30 µm de grueso, orbicular, costras a veces confluentes, márgenes enteros, superficie lisa, perenne, de extensión indefinida y cubriendo en ocasiones al hospedero hasta un 60% de su superficie.

Estructuras vegetativas: Talos, adheridos al sustrato por células de adhesión de forma subcuadrada de 7,5-9,0 µm de diámetro y 15 a 23 µm de alto, construcción del talo dímera; organización dorsiventral, enteramente biestrato. La capa de filamentos orientados paralelamente a la superficie del talo, epitalo monostromático, las células de forma lenticular de 2-4 µm alto y 6-8 µm ancho. Tricocitos solitarios e intercalares.

Estructuras reproductivas: Conceptáculos tetrasporangiales uniporados, proyectados, redondeados (Fig. 1), cámaras de forma oblonga o elíptica, sin columela (Fig. 2), de 85-100 µm diámetro y 40-50 µm alto; tetrasporangios sobre el piso de la cámara y de 20-30 µm diámetro y 30-40 µm longitud. Talos gametangiales monoicos, en vista superficial los conceptáculos son redondeados. Cámaras espermatangiales orbiculares de 40-50 µm de diámetro y 20-30 µm de alto, espermacios desarrollándose en el piso de la cámara (Fig. 3). Cámaras carposporangiales elípticas de 100-110 µm de diámetro y 40-45 µm de alto,

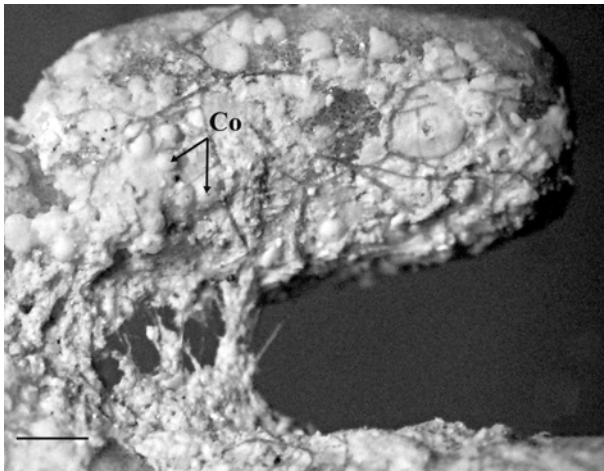


Figura 1

Pneophyllum confervicola. Detalle de la superficie del talo con numerosos conceptáculos tetrasporangiales (Co) uniporados (ENCB 18767), Bahía Ascensión, Punta Pájaros, Quintana Roo. Escala 300 μ m

Pneophyllum confervicola. Detail of thallus surface with numerous uniporate tetrasporangial conceptacles (Co). (ENCB 18767), Bahía Ascensión, Punta Pájaros, Quintana Roo Scale 300 μ m

con un tapón mucilaginoso evidente, carposporangios de 30-35 μ m de diámetro (Fig. 4).

Hábitat: Epífito de *Thalassia testudinum* Banks ex König, *Halimeda incrassata* (Ellis & Solander) J.V. Lamouroux y *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder, intermareal expuesto y protegido.

Distribución en México: Baja California (Pacífico): Isla Guadalupe (Dawson 1960 como *Heteroderma minutula*). Baja California (Pacífico): Bahía de San Quintín (Dawson 1962 como *Heteroderma minutula*). Baja California (Golfo): La Paz (Huerta-Múzquiz & Mendoza-González 1985 como *Heteroderma minutula*). Oaxaca: Huatulco (Dawson, 1961 como *Heteroderma minutula*). Bahía Santa Cruz, Bahía Tangola-Tangola (Huerta-Múzquiz & Tirado 1970, Stewart & Stewart 1984 como *Heteroderma minutula*).

Material examinado:

Colima: El Carrizal, Manzanillo (\oplus); col. E. Y. Dawson, 04-12-1959, ENCB 18760, US 6164; Oaxaca: Playa Agua Blanca (\oplus); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 27-02-1996 ENCB 18761.

Quintana Roo, El Zarzal (\oplus); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 19-05-1998; ENCB 18759;

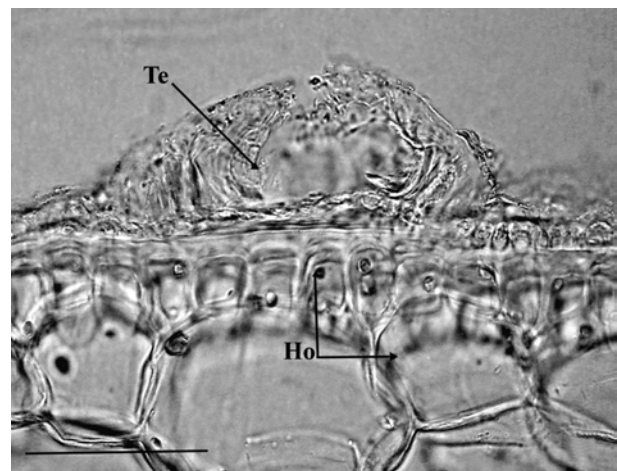


Figura 2

P. confervicola. Sección transversal del conceptáculo tetrasporangial con tetrasporangios zonados (Te) y células del hospedero (Ho). Escala 100 μ m

P. confervicola. Transversal section of tetrasporangial conceptacle with zonately divided tetrasporangia (Te) and host cells (Ho). Scale 100 μ m

Bahía Ascensión, Punta Pájaros (\oplus , X y Y); col. R. B. Searles, 17-05-1998; ENCB 18767.

Comentarios: Los especímenes ubicados en este estudio concuerdan en general con la descripción de Chamberlain (1994) para ejemplares de las Islas Británicas. *P. confervicola* se caracteriza por desarrollar un talo con una o dos capas de células y por poseer tanto conceptáculos espermatangiales como carposporangiales en el mismo talo.

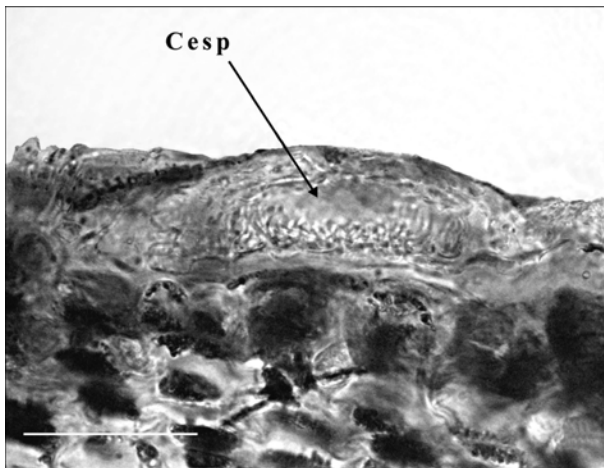
Pneophyllum conicum (Dawson) Keats, Chamberlain & Baba

Isotipo: US: Dawson 12148

Localidad Tipo: Isla Revillagigedo, Colima, México

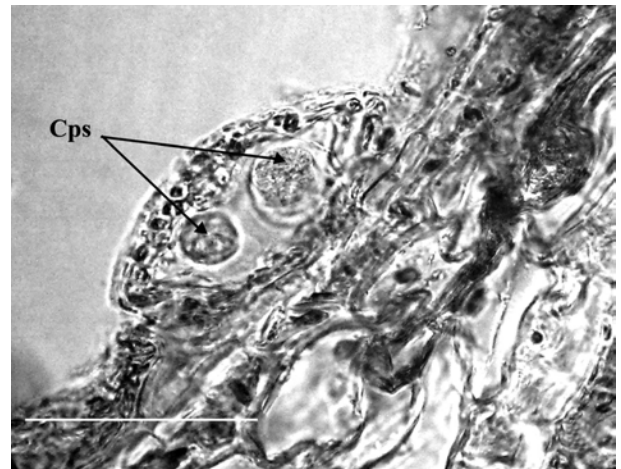
Sinónimos heterotípicos: *Neogoniolithon conicum* (Dawson) Gordon, Masaki & Akioka, 1976. *Paragoniolithon conicum* (Dawson) Adey, Townsend & Boykins, 1982. *Porolithon conicum* (Dawson) Baba 1987.

Hábito: Talo costroso, liso sin excrecencias, formando costras de 500 a 600 μ m de grueso, fuertemente adheridas al sustrato (Fig. 5), creciendo sobre coral vivo o en esqueletos de coral, sin haustoria, márgenes libres y lobados, costras nunca confluentes.

**Figura 3**

P. confervicola. Sección transversal del conceptáculo espermatangial (Cesp) con espermacios confinados en el piso de la cámara espermatangial. Escala 40 μm

P. confervicola. Transversal section of spermatangial conceptacle (Cesp) with the spermatangia confined to the floor of the spermatangial chamber. Scale 40 μm

**Figura 4**

P. confervicola. Conceptáculo carposporangial maduro con carposporangios (Cps). Escala 90 μm

P. confervicola. Mature carposporangial conceptacle showing carposporangia (Cps). Scale 90 μm

Estructuras vegetativas: Talo monómero, el hipotalo o médula coaxial, ocupa del 10 al 25% del grosor del talo (Fig. 6); las células de 15 a 19 μm de diámetro y 26 a 44 μm de alto. Peritalo o corteza ocupa de 75 a 90% del talo, las células de 7,4 a 9,0 μm de diámetro 11 a 15 μm de alto, sin conexiones secundarias evidentes (Fig. 7). Fusiones celulares numerosas tanto en el peritalo como en el hipotalo. Tricocitos abundantes, de 22-25 μm y 35-40 μm de alto, dispuestos en hileras horizontales o en pares (Fig. 7).

Estructuras reproductivas: Conceptáculos tetrasporangiales uniporados, proyectados, cónicos (Fig. 8); cámaras de forma oblonga o elíptica, sin columnela de 430-525 μm diámetro y 150-255 μm alto; tetrasporangios sobre el piso de la cámara de 37-45 μm diámetro y 51-80 μm de longitud (Fig. 9), tapón mucilaginoso evidente. Talos gametangiales dioicos, en vista superficial los conceptáculos carposporangiales son redondeados (Fig. 10). Cámaras carposporangiales elípticas de 150-200 μm de diámetro y 80-120 μm de alto, con carposporangios maduros (Figs. 11 y 12). Conceptáculos espermatangiales no observados.

Hábitat: Sobre esqueletos de coral, en coral vivo o en guijarros, nivel intermareal protegido y hasta 3 m de profundidad.

Distribución en México: Baja California Sur (Golfo): Punta Arena y Cabo Pulmo (Mateo-Cid *et al.* 2000). Colima: Isla Revillagigedo (Dawson 1960 como *Hydrolithon conicum*). Oaxaca: Playa Agua Blanca, Bahía San Agustín y Bahía Santa Cruz Huatulco (Mateo-Cid & Mendoza-González 2001).

Material examinado:

Baja California Sur (Golfo): Punta Arena (X y \oplus); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 6-12-1992 y 26-04-1994, ENCB 12145,18756.

Nayarit: Punta de Mita (\oplus); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 10-08-1991, ENCB 18754. Guayabitos (\oplus); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 06-07-1985, ENCB 18753.

Jalisco: La Manzanilla (X); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 02-08-1992 y 12-11-2004 ENCB 18752.

Oaxaca: Playa Agua Blanca (\oplus); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 27-02-1996, ENCB 18751. Bahía de San Agustín, (\oplus); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González 04-08-1993, ENCB 18746; (\oplus); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 22-02-1996, ENCB 18748. Bahía Santa Cruz Huatulco, (\oplus); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 03-08-1993, ENCB 18750.

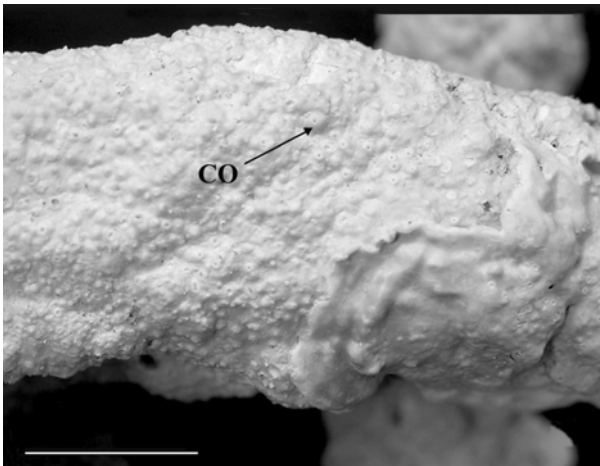


Figura 5

P. conicum. Aspecto general del tetrasporofito con conceptáculos (CO), creciendo sobre esqueletos de coral. (ENCB 18746), Bahía de San Agustín, Oaxaca. Escala 1,5 cm

P. conicum. General aspect of tetrasporophyte with conceptacles (CO), overgrowing on coral skeleton. (ENCB 18746), Bahía de San Agustín, Oaxaca. Scale 1.5 cm

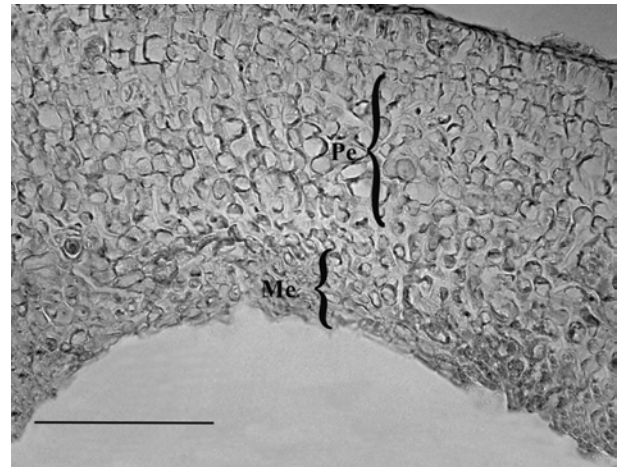


Figura 6

P. conicum. Sección transversal del talo, obsérvese los filamentos medulares coaxiales (Me) y los filamentos corticales (Pe). Escala 300 μ m

P. conicum. Transversal section of thallus noted coaxial medullary filaments (Me) and cortical filaments (Pe). Scale 300 μ m

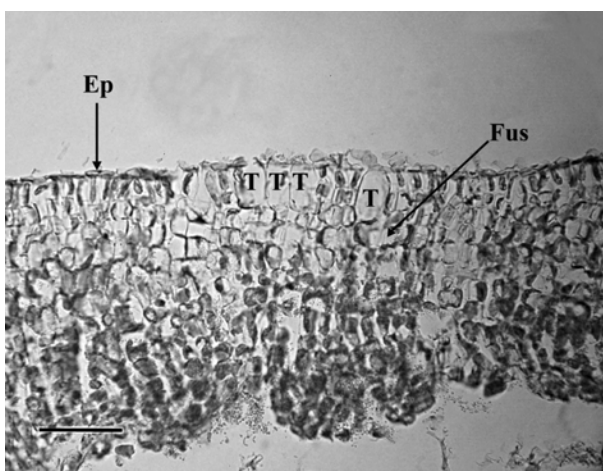


Figura 7

P. conicum. Sección transversal del talo, obsérvese en hileras horizontales los tricocitos (T), células del epitelo (Ep) y fusiones celulares (Fus) en células de los filamentos corticales. Escala 60 μ m

P. conicum. Transversal section of thallus, noted contiguous trichocytes (T), epithallial cells (Ep) and cell fusion (Fus) in cells of cortical filaments. Scale 60 μ m

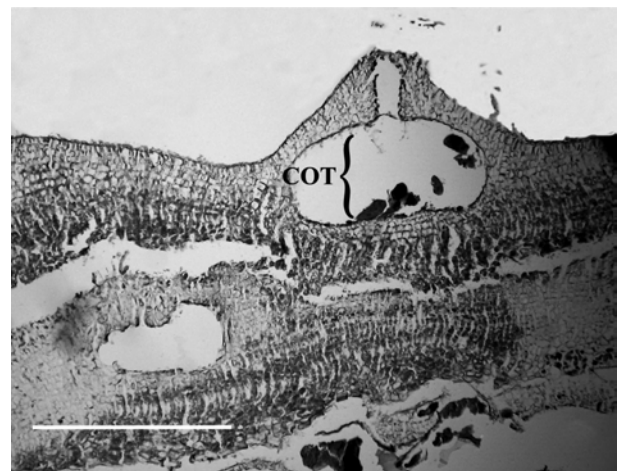


Figura 8

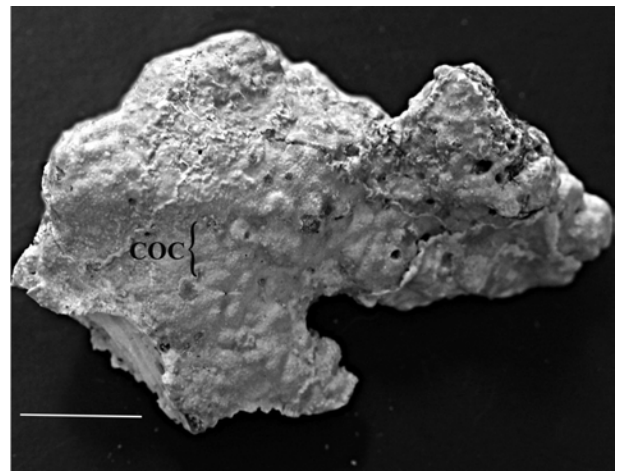
P. conicum. Sección transversal del talo con un conceptáculo tetrasporangial (COT) uniporado. Escala 430 μ m

P. conicum. Transversal section of thallus with uniporate tetrasporangial conceptacle (COT). Scale 430 μ m

**Figura 9**

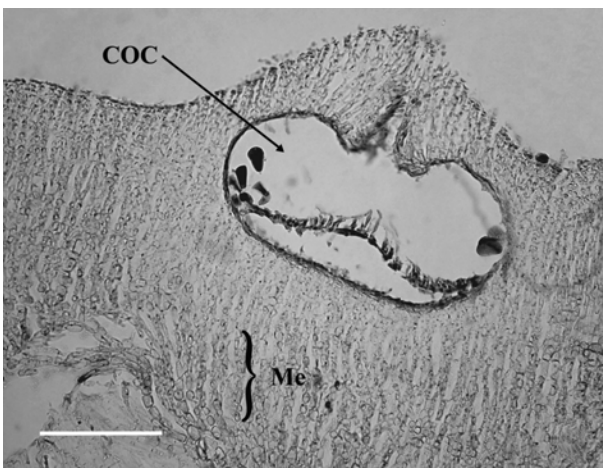
P. conicum. Detalle del conceptáculo tetrasporangial maduro con tetrasporangios (Te) zonados.
Escala 60 μ m

P. conicum. Detail of the mature tetrasporangial conceptacle with zonately divided tetrasporangia (Te).
Scale 60 μ m

**Figura 10**

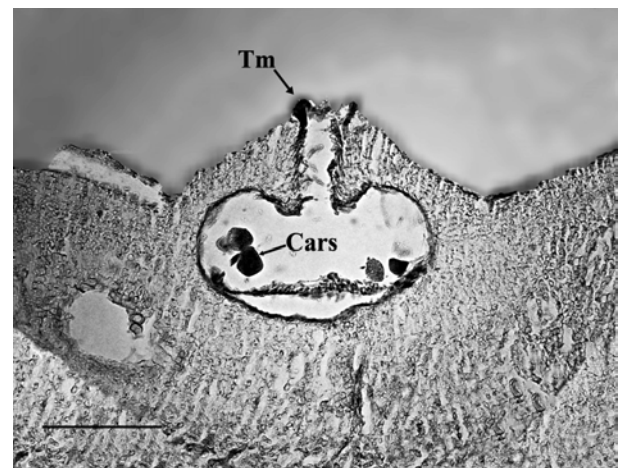
P. conicum. Aspecto del talo femenino con conceptáculos (COC) de Punta Arena, Baja California Sur, ENCB 12145. Escala 1,0 cm

P. conicum. Aspect of female thalli with conceptacles (COC) from Punta Arena, Baja California Sur, ENCB 12145. Scale 1.0 cm

**Figura 11**

P. conicum. Detalle de los conceptáculos carposporangiales (COC), obsérvese los filamentos medulares coaxiales (Me) del talo.
Escala 80 μ m

P. conicum. Detail of carposporangial conceptacles (COC), noted coaxial medullary filaments (Me) from thallus.
Scale 80 μ m

**Figura 12**

P. conicum. Conceptáculo carposporangial maduro con carposporangios (Cars) y restos del tapón mucilaginoso (Tm). Escala 100 μ m

P. conicum. Mature carposporangial conceptacle with carposporangia (Cars) and remains mucilaginous plug (Tm).
Scale 100 μ m

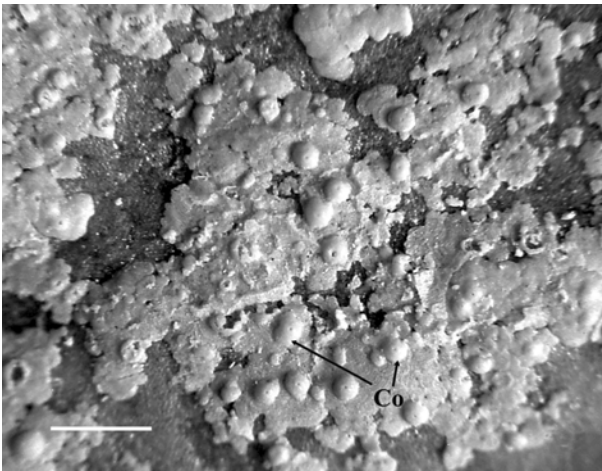


Figura 13

P. fragile. Aspecto superficial del esporofito con numerosos conceptáculos tetrasporangiales (Co). (ENCB 7922), Isla Verde, Veracruz. Escala 300 μ m

P. fragile. Surface appearance of the sporophyte with numerous tetrasporangial conceptacles (Co). (ENCB 7922), Isla Verde, Veracruz. Scale 300 μ m

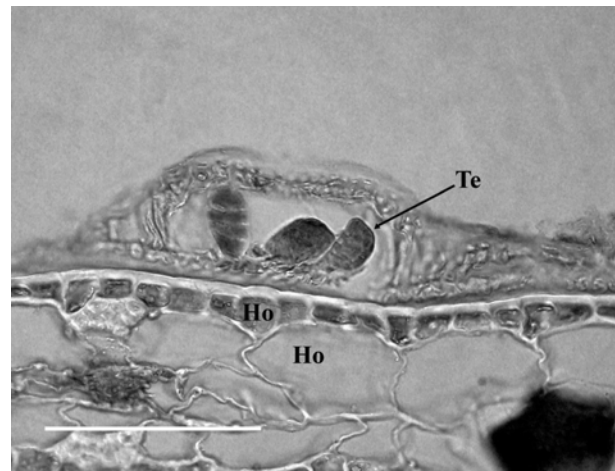


Figura 14

P. fragile. Sección transversal del talo, mostrando un conceptáculo tetrasporangial con tetrasporangios zonados (Te) y células del hospedero (Ho). Escala 130 μ m

P. fragile. Transversal section of thallus, showing a tetrasporangial conceptacle with zonately divided tetrasporangia (Te) and host cells (Ho). Scale 130 μ m

Comentarios: *Pneophyllum conicum* es una especie claramente definida entre los taxa de *Pneophyllum* presentes en México porque presenta tricocitos en hileras horizontales y un talo monómero con filamentos medulares dispuestos de modo coaxial, además los conceptáculos tetrasporangiales son de un diámetro mucho mayor que el resto de las especies presentes en México. Esta especie se ubica exclusivamente en el litoral del Pacífico de México. Por otro lado, *P. conicum* se distribuye ampliamente en el Océano Índico, Hawai, Fiji, Guam China, Japón y Sudáfrica, donde es un componente conspicuo de los arrecifes coralinos de esos lugares (Silva *et al.* 2006, Guiry & Guiry 2009).

Pneophyllum fragile Kützing, 1843

Holotipo: L. 941.241.152. Herbario Kützing, Kützing, 1835

Localidad tipo: Mar Mediterráneo, sobre *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse

Sinónimos heterotípicos: *Melobesia lejolisii* Rosanoff, 1866. *Pneophyllum lejolisii* (Rosanoff) Chamberlain, 1983.

Hábito: Talo costroso, liso sin excrecencias, formando costras muy delgadas de 20-45 μ m de grueso, perenne, de extensión indefinida y cubriendo en ocasiones al hospedero hasta en un 90% de su superficie (Fig. 13).

Estructuras vegetativas: Talos fijos al sustrato por células de adhesión de forma subcuadrada de 10-12 μ m, construcción del talo dímera; organización dorsiventral. Hipotalo o médula compuesto de una sola capa de filamentos orientados paralelamente a la superficie del talo, las células de 6-12 μ m diámetro y 7-12 μ m longitud. Corteza o perítalo constituido por filamentos de células que presentan fusiones celulares, las células de 6-8 μ m diámetro y 5-8 μ m alto; epítalo monostromático, las células de 3-6 μ m alto y 4-7 μ m ancho. Tricocitos ausentes u ocasionales y en este caso solo visibles en vista superficial.

Estructuras reproductivas: Conceptáculos tetrasporangiales uniporados, proyectados, redondeados (Fig. 14); cámaras sin columnela de 130-140 μ m diámetro y 40-50 μ m alto; tetrasporangios sobre el piso de la cámara y de 20-26 μ m diámetro y 30-48 μ m longitud. Talo dioico, Conceptáculos espermatangiales proyectados, cámaras de 55-70 μ m diámetro y 30-35 μ m alto, con espermatangios simples confinados al piso de la cámara, conceptáculo con un tubo mucilaginoso (Fig. 15).

Conceptáculos carpoesporangiales elevados, con cámaras elípticas de 110-140 μ m de diámetro y 30-45 μ m de alto con columnela (Fig. 16), otras cámaras son

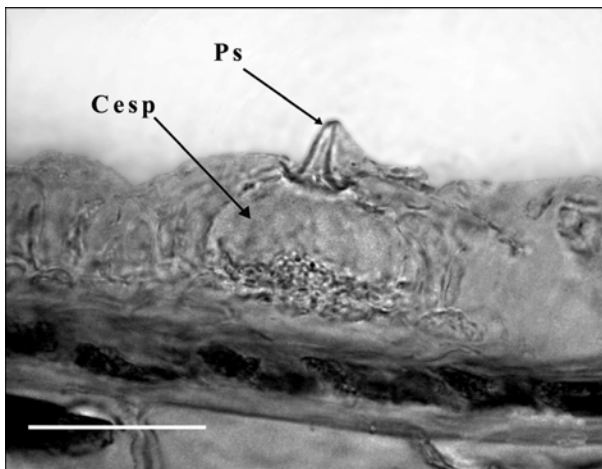


Figura 15

P. fragile. Conceptáculo espermatangial (Cesp) con espermacios confinados al piso de la cámara y tubo mucilaginoso (Ps). Escala 60 μm

P. fragile. Spermatangial conceptacle (Cesp) with spermatangia confined to the floor of the spermatangial chamber and mucilaginous tube (Ps). Scale 60 μm

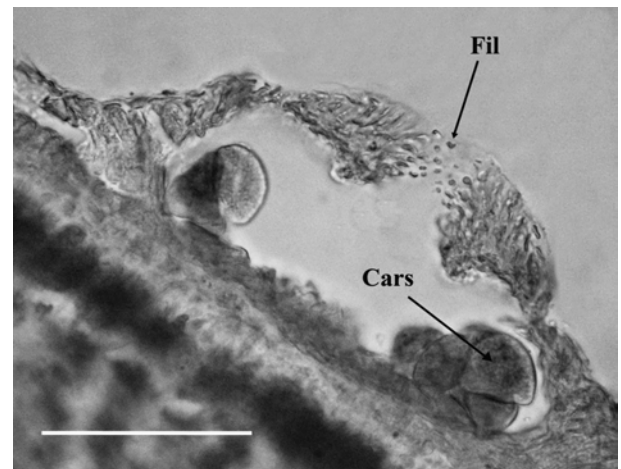


Figura 16

P. fragile. Conceptáculo carposporangial con carposporangios (Cars), obsérvese los filamentos que definen el canal del poro (Fil). Escala 70 μm

P. fragile. Carposporangial conceptacle with carposporangia (Cars), noted the filaments that defined the pore channel (Fil). Scale 70 μm

redondeadas y miden 80-90 μm de diámetro: Carposporangios de 30-45 μm de longitud y 25-42 μm de longitud.

Hábitat: Epífito de *Thalassia testudinum* y *Padina gymnospora* (Kützing) Sonder, intermareal expuesto y protegido.

Distribución en México:

Océano Pacífico

Baja California: (Pacífico): Bahía San Quintín (Dawson 1960, como *Heteroderma lejolisii*). Oaxaca: El Maguey (Huerta-Múzquiz & Tirado 1970, como *Fosliella lejolisii*), Playa Agua Blanca y Bahía de San Agustín (Mendoza-González & Mateo-Cid 1999 y Mateo-Cid & Mendoza-González 2001).

Océano Atlántico

Tamaulipas: Ciudad Madero, escollera N del Río Pánuco, Tamaulipas (Garza-Barrientos *et al.* 1984); Altamira, (Martínez-Lozano *et al.* 1992). Veracruz: Isla Lobos (Chávez *et al.* 1970); Isla Sacrificios (Huerta-Múzquiz 1960); Arrecife La Blanquilla (Huerta-Múzquiz & Garza-Barrientos 1964); Isla de Enmedio (Huerta-Múzquiz *et al.* 1977); Monte Pío, Villa Rica, Boca Andrea, La Mancha (Sánchez-Rodríguez *et al.* 1975 y Sánchez-Rodríguez 1980); Arrecifes e islas situados frente al

Puerto de Veracruz, (Earle 1972, Humm & Hildenbrand 1962); Isla Verde (Mateo-Cid *et al.* 1996). Campeche: Al NE de la Laguna Chacal, Laguna de Términos; Puerto Real, Punta Gorda (Ortega 1995). Yucatán: Isla Pérez, Arrecife Alacrán, Yucatán (Kim 1964 y Huerta-Múzquiz *et al.* 1987). Quintana Roo: Isla Mujeres (Mendoza-González & Mateo-Cid 1992a como *P. lejolisii*); Isla Cozumel (Mateo-Cid y Mendoza-González 1991a); Arrecife Colombia (Mateo-Cid *et al.* 2006).

Material examinado:

Sonora: Puerto Peñasco (X y Y); col. A.C. Mendoza-González, L.E. Mateo Cid, R. Aguilar y L.E. Aguilar, 12-06-1997; ENCB 18757.

Veracruz: Isla Verde (\oplus , X y Y); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 23-11-1986, ENCB 7922; Villa Rica (\oplus); col. A. Ramírez, 16-03-1974, ENCB 4918.

Quintana Roo: Puerto Juárez (\oplus), A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 30-10-1984; ENCB 18758; Isla Cozumel, Playa San Juan (\oplus y Y); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 04-06-1998, ENCB 6868; Bahía de La Ascensión, Punta Pájaros (\oplus); col. R. B. Searles, 17-05-1998, ENCB 18766; Punta Nohkú (\oplus y Y); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 18-05-1998; ENCB 18767, Banco Chinchorro, Cayo Norte (\oplus); col. L. Huerta Múzquiz,

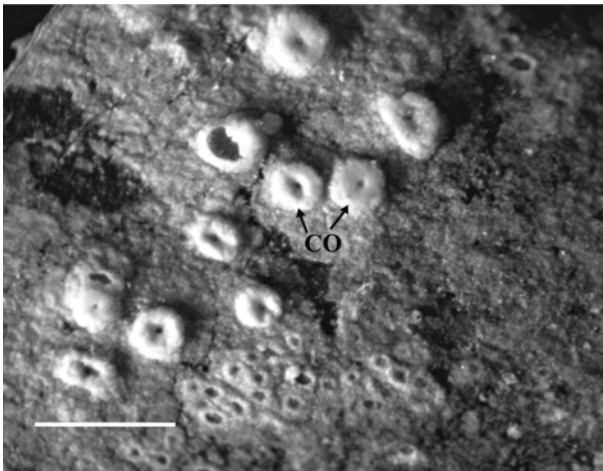


Figura 17

P. nicholsii. Aspecto superficial del talo con conceptáculos tetrasporangiales (CO), obsérvese los conceptáculos aplanados (ENCB 11388), Laguna de Juluapan, Manzanillo, Colima. Escala 400 μm

P. nicholsii. Aspect of thallus surface with tetrasporangial conceptacles (CO), noted the complanated conceptacles. (ENCB 11388), Laguna de Juluapan, Manzanillo, Colima. Scale 400 μm

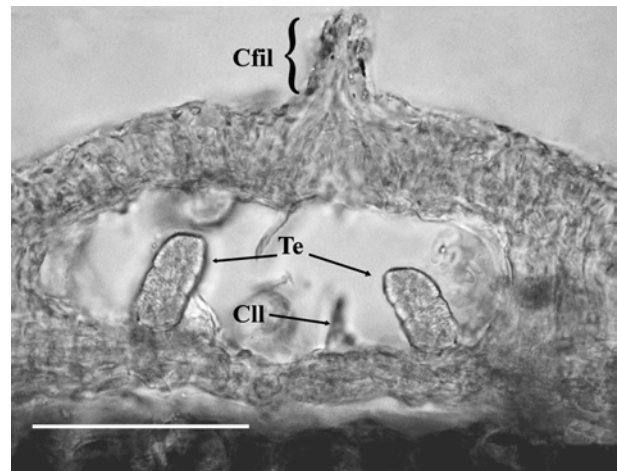


Figura 18

P. nicholsii. Conceptáculo tetrasporangial maduro con tetrasporangios zonados (Te), columella (CII) y corona de filamentos (Cfil). Escala 100 μm

P. nicholsii. Mature tetrasporangial conceptacle with zonately divided tetrasporangia (Te), a central columella (CII) and upward ostiole filaments (Cfil). Scale 100 μm

22-07-1982; El Zarzal (\oplus), col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 17-05-1998, ENCB 18759 (asociado a *Pneophyllum confervicola*).

Comentarios: Los ejemplares revisados en este estudio concuerdan en general con la descripción original de la especie (Kützting 1843) y al material presentado por Penrose & Woelkerling (1991) en el sureste de Australia, sin embargo, los conceptáculos espermatangiales de especímenes mexicanos son de menor diámetro que los registrados en Australia. Aunque existen varios registros de esta especie para el Golfo de México y Caribe mexicano, no fue posible corroborar la presencia de todos ellos, ya que al revisar los especímenes asignados a este género se encontró que varios de ellos pertenecen al género *Hydrolithon*, *Melobesia* o *Titanoderma*, por tal motivo únicamente ubicamos nueve especímenes de *Pneophyllum fragile*, para la costa del Atlántico.

Pneophyllum nicholsii (Setchell & Mason) Silva & Gabrielson

Heteroderma nicholsii Setchell & Mason, 1943

Holotipo: Herbario UC. 758761 (Dawson, 1960).

Localidad Tipo: La Jolla, San Diego, California (Dawson 1960a). Nichols 418; Junio 1907.; sobre *Dictyota*

binghamiae J. Agardh.

Sinónimo heterotípico: *Fosliella nicholsii* (Setchell & Mason) Smith, 1944.

Hábito: Talo costroso, liso sin excrescencias, firmemente adherido al hospedero, sin haustoria, formando costras muy delgadas de 25-45 μm de grueso, orbicular, costras a veces confluentes, márgenes enteros, superficie lisa, perenne, de extensión indefinida (Fig. 17) y cubriendo en ocasiones al hospedero hasta un 50% de su superficie.

Estructuras vegetativas: Talos adheridos al sustrato por células de adhesión de forma subcuadrada de 3,5-4,5 μm de diámetro y 2 a 3 μm de alto, construcción del talo dímera; organización dorsiventral, conformado por 4 o 7 capas de células, monostromático sólo en los márgenes. La capa de filamentos orientados paralelamente a la superficie del talo, las células de la corteza o peritalo de 7,4-8,0 μm de diámetro y 11-12 μm de alto. Epitalo monostromático, las células de forma lenticular de 1,5-2 μm alto y 3,5-4,5 μm ancho. Tricocitos solitarios e intercalares.

Estructuras reproductivas: Conceptáculos tetrasporangiales uniporados, proyectados, redondeados (Fig. 18); en sección transversal cámaras de forma elíptica de 185-

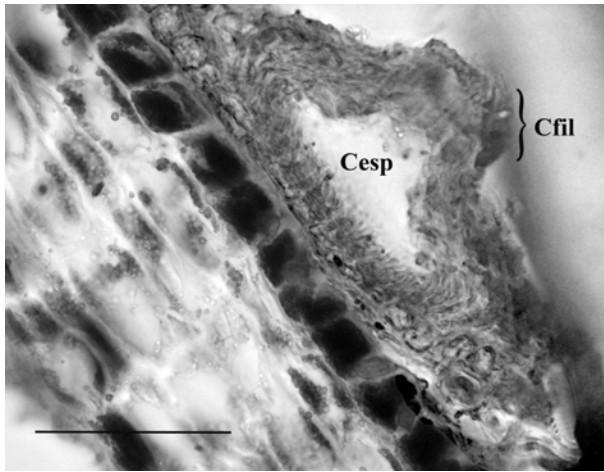


Figura 19

P. nicholsii. Conceptáculo espermatangial con espermacios (Cesp) y corona de filamentos (Cfil).

Escala 30 μm

P. nicholsii. Spermatangial conceptacle with spermatangia (Cesp) and upward ostiole filaments (Cfil). Scale 30 μm

210 μm de diámetro y 40-60 μm de alto, con columnela (Fig. 18); tetrasporangios sobre el piso de la cámara y de 18-23 μm de diámetro y 35-40 μm de longitud. Talos gametangiales monoicos, en vista superficial los conceptáculos femeninos son achatados. Cámaras espermatangiales ovoides de 60-65 μm de diámetro y 40-45 μm de alto (Fig. 19), espermacios desarrollándose en el piso de la cámara. Cámaras carposporangiales alargadas de 185-230 μm de diámetro y 30-40 μm de alto (Fig. 20), carposporangios de 22-25 μm de diámetro y 30 μm de alto. Tanto los conceptáculos gametangiales como tetrasporangiales con una corona de filamentos en los ostiols (Figs. 18, 19, 20).

Hábitat: Epífito, sobre *Padina crispata* Thivy y *P. durvillae* Bory de Saint Vincent, intermareal expuesto y protegido.

Distribución en México: Baja California (Pacífico): Bahía de Todos Santos, Ensenada, Isla San Geronimo, Punta Abreojos (Dawson 1960, como *Heteroderma nicholsii*); Isla San Geronimo (Dawson *et al.* 1960). Baja California (Golfo): San Pedro Nolasco (Dawson 1959, como *Heteroderma nicholsii*). Baja California Sur (Golfo): La Paz (Mason 1953); Bahía Concepción (Mateo-Cid *et al.* 1993). Baja California Sur (Pacífico): Bahía Asunción (Mateo-Cid & Mendoza-González 1994); Bahía Magdalena (Sánchez-Rodríguez *et al.* 1989). Todos Santos, Los Cerritos (Mateo-Cid & Mendoza-González

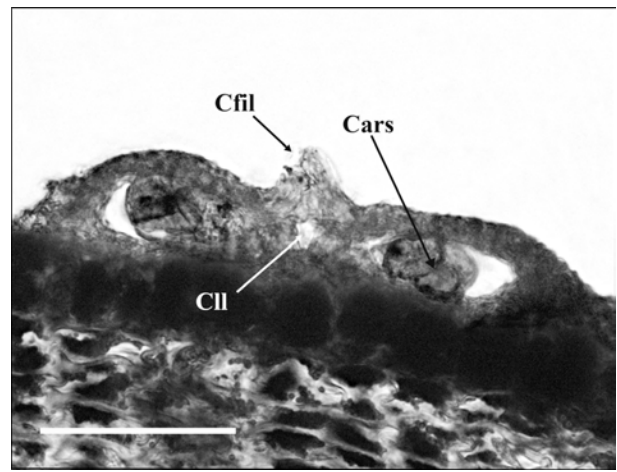


Figura 20

P. nicholsii. Conceptáculo carposporangial maduro con carposporangios (Cars), restos de una columnela (CII) y corona de filamentos en el poro del conceptáculo (Cfil).

Escala 100 μm

P. nicholsii. Mature carposporangial conceptacle with carposporangia (Cars), remains of a central columella (CII) and upward ostiole filaments in the conceptacle pore (Cfil).

Scale 100 μm

1994). Sinaloa: Mazatlán (Mendoza-González *et al.* 1994). Nayarit: Punta de Mita y Playa Guayabitos (Mateo-Cid & Mendoza-González 1992). Jalisco: Puerto Vallarta, Yelapa, Cabo Corrientes (Mendoza-González & Mateo-Cid 1992b). Colima: Diversas localidades de Manzanillo (Mateo-Cid & Mendoza-González 1991b; como *Heteroderma nicholsii*). Michoacán: Punta San Juan de Alima (Dreckmann *et al.* 1990); Faro de Bucerías (Stout & Dreckmann 1993).

Material examinado:

Baja California (Pacífico): Isla Cedros (X y Y), col. O. Holguín, 19-05-1965. ENCB 18765.

Baja California (Golfo): Playa Santa Teresa (X), col. A.C. Mendoza González, L.E. Mateo Cid, R. Aguilar y L.E. Aguilar, 21-10-1995, ENCB 18764; El Coloradito (\oplus), col. A.C. Mendoza González, L.E. Mateo Cid, R. Aguilar y L.E. Aguilar, 22-10-1995, ENCB 18763.

Sonora: Puerto Peñasco (\oplus y X), col. L. E. Aguilar y R. Aguilar, 10-03-1997, ENCB 18762; Bahía San Carlos (\oplus), col. C. Galicia García, 27-10-1991, ENCB 10248; Isla Tiburón, (Y, \oplus), col. O. Holguín, 31-03-1962, ENCB 7978.

Colima: Laguna de Juluapan, Manzanillo (\oplus , X y Y);

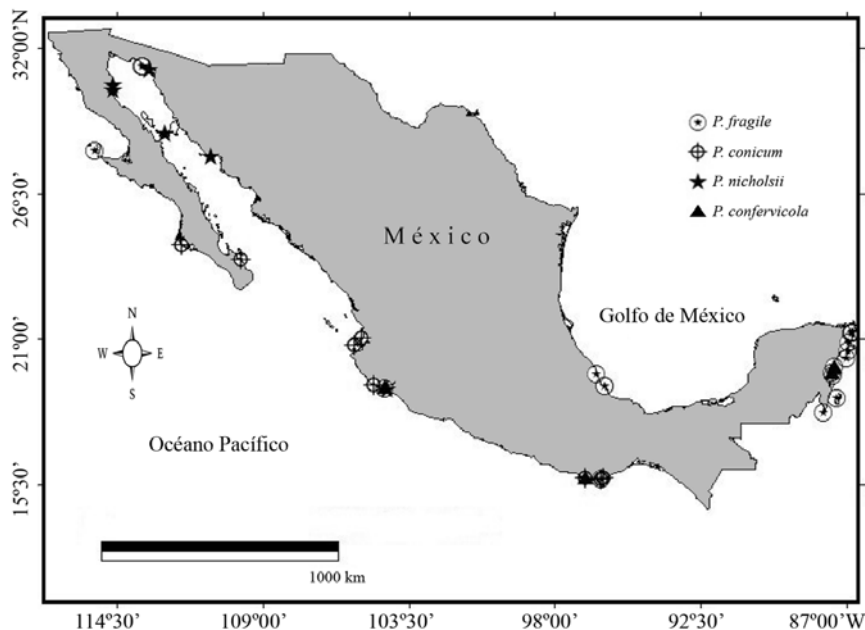


Figura 21

Distribución de las especies mexicanas de *Pneophyllum*

Distribution of Mexican species of *Pneophyllum*

1985; ENCB 11388; Playa La Audiencia, Manzanillo (⊕, X y Y); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 27-07-1988; ENCB 11386.

Comentarios: *Pneophyllum nicholsii* es una especie que se reconoce por la presencia de una corona de filamentos en los ostiolos de los conceptáculos gametangiales y tetrasporangiales; además en vista superficial los conceptáculos son achatados y las cámaras son de poca altura y alargadas, estos tres caracteres nos permiten separar a *P. nicholsii* de *P. confervicola* y *P. fragile*, como se observa en la Fig. 21 la distribución de *P. nicholsii* se encuentra restringida a la costa del Pacífico de México.

Diversidad y distribución del género. Actualmente se reconocen 18 especies de *Pneophyllum*. Este género posee una distribución principalmente tropical con algunas especies que se ubican en regiones templadas. Por ejemplo, en el Océano Índico se han registrado siete especies (Silva *et al.* 1996), en Sudáfrica se han consignado cuatro taxa (Maneveldt *et al.* 2008), en Australia, tres (Penrose 1996), en las Islas Británicas, cinco (Chamberlain 1994); mientras que en la costa oeste del Atlántico de América sólo se han consignado dos especies: *P. confervicola* y *P. fragile*. (Wynne 2005, Suárez 2005, Guiry & Guiry 2009). Otras zonas donde

se menciona a este género son el Mar Adriático, Grecia, Francia, Italia, Portugal, Noruega, Eslovenia, Islas Canarias, Egipto, Ghana, Marruecos, India, Irán, Irak, Nueva Zelanda, Vietnam y Túnez (Guiry & Guiry 2009). La Fig. 21 que indica la distribución de las especies en México, se refiere al material obtenido de los herbarios y como puede observarse en esta imagen, la distribución de *Pneophyllum* en México está mejor representada en el Océano Pacífico y en el Caribe mexicano y sólo se encontró en dos localidades del estado de Veracruz.

Discusión y conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos y como se observa en la Tabla 1, *Pneophyllum conicum* se caracteriza por crecer sobre esqueletos de coral, estar estructurada en talos monómeros, coaxiales y presentar tricocitos en agregados dispuestos en hileras horizontales. En contraste, las especies restantes son epífitas, de construcción dímica, no coaxiales y los tricocitos son escasos o solitarios.

Las especies de *Pneophyllum confervicola*, *P. fragile* y *P. nicholsii* presentan alta similitud en el tipo de crecimiento y estructura del talo, sin embargo, a *P. confervicola* no se le observaron tricocitos y el desarrollo

Tabla 1
Características distintivas de las especies mexicanas de *Pneophyllum*
 Distinctive characteristics of the Mexican species of *Pneophyllum*

Carácter	<i>P. confervicola</i>	<i>P. conicum</i>	<i>P. fragile</i>	<i>P. nicholsii</i>
Sustrato	Epífita	Sobre esqueletos de coral	Epífita	Epífita
Estructura del Talo	Dímero	Monómero	Dímero	Dímero
Tipo de médula	No coaxial	Coaxial	No coaxial	No coaxial
Frecuencia / Arreglo	No observados	En agregados y en hileras	Escasos, solitarios o	Escasos, solitarios
Tricocitos		horizontales	en pares	
Diámetro / Alto Cámara tetrasporangial	85-100 µm diam / 40-50 µm alto	405-525 µm diam / 150-255 µm alto	130-140 µm diam / 40-45 µm alto	185-210 µm diam / 40-60 µm alto
Forma Cámara	Orbicular	Elíptica	Orbicular / Oblonga	Oblonga / Ovada
Forma Conceptáculo	Domoide	Cónico	Domoide	Aplanado
Diámetro / Alto Cámara espermatangial	30-45 µm diam / 20-25 µm alto	No observada	55-60 µm diam / 30-35 µm alto	85-95 µm diam / 40-45 µm alto
Forma Cámara	Orbicular	-	Oblonga	Ovoide
Forma Conceptáculo	Domoide	Domoide	Domoide	Aplanado
Diámetro / Alto Cámara carposporangial	47-10 µm diam / 39-68 µm alto	150-200 µm diam / 80-120 µm alto	130-140 µm diam / 40-50 µm alto	210-230 µm diam / 30-40 µm alto
Forma Cámara	Orbicular	Ovoide	Oblonga	Alargada
Forma conceptáculo	Domoide	Cónico	Domoide	Aplanado
Corona Filamentos en el ostiolo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
Columnella	Ausente	Presente	Presente	Presente

de las cámaras tetrasporangiales, espermatangiales y carposporangiales es menor que las de *P. fragile* y *P. nicholsii*. Por otro lado, las especies más cercanas son *P. fragile* y *P. nicholsii* ya que comparten diversas características; no obstante, las cámaras tetrasporangiales, espermatangiales y carposporangiales tienen diferencias en dimensiones y formas; además, en *P. nicholsii* se presenta un característico agregado de filamentos en el poro de los conceptáculos.

Los resultados derivados de este trabajo en el que se reconocieron cuatro especies del género *Pneophyllum*, indican que tres de ellas son epífitas y de corta talla, por lo que probablemente pasen desapercibidas, además de que se asocian a otras coralininas incrustantes como *Melobesia*, *Titanoderma*, *Lithophyllum* e *Hydrolithon*. Al revisar a los hospederos, las especies de *Pneophyllum* pueden ser excluidas de este complejo de incrustantes epífitas, razón por la cual es necesario revisar minuciosamente a los hospederos de estas especies. Por otro lado, México tiene más de 10.000 km de litoral, mientras que el área revisada en este estudio comprende menos del 5% de esta región y es evidente que aún existen zonas donde es necesario llevar a cabo investigaciones y

colectas de material en localidades litorales e insulares del Golfo de México y en la zona submareal de ambas costas para conocer la distribución real de las especies de *Pneophyllum* en México.

Agradecimientos

Al Instituto Politécnico Nacional por facilitar las instalaciones y equipo necesario para el desarrollo de este estudio. La segunda autora agradece la beca otorgada por la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas (COFAA). A los curadores de los herbarios UC, LAM, ENCB, IZTA y CMMEX por las facilidades otorgadas para la revisión de ejemplares. A los evaluadores anónimos quienes con sus sugerencias y comentarios mejoraron notablemente este manuscrito.

Literatura citada

- Abbott IA & GJ Hollenberg. 1976.** Marine algae of California, 789 pp. University Press, Stanford.
- Adey WH. 1970.** A revision of the Foslie crustose Coralline herbarium. Kjelder Norske Videnskabers Selskab skrifter 1970(1): 1-46.

- Adey WH, RA Townsend & WT Boykins. 1982.** The crustose coralline algae (Rhodophyta, Corallinaceae) of the Hawaiian Islands. *Smithsonian Contribution to the Marine Science* 15(1-4): 1-74.
- Aguilar-Rosas R, IPacheco Ruiz & LE Aguilar-Rosas. 1990.** Algas marinas de las islas Todos Santos, Baja California, México. *Ciencias Marinas* 11(3): 121-126.
- Baba M. 1987.** Taxonomic study of Lithophylloideae and Mastophoroideae (Corallinales, Rhodophyta) in southern Japan. Unpublished Ph. D. thesis, Hokkaido University, Hokkaido, 428 pp.
- Cabioch J. 1972.** Etude sur les corallinacees II. La morphogenése; conséquences systématiques et phylogénétiques. *Cahiers de Biologie Marine* 13:137-288.
- Chamberlain YM. 1983.** Studies in Corallinaceae with special reference to *Fosliella* and *Pneophyllum* in the British Isles. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Botany Series* 11: 291-463.
- Chamberlain YM. 1994.** Mastophoroideae. En: Irvine LM & YM Chamberlain (eds). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1. Rhodophyta, Part. 2B: Corallinales, Hildenbrandiales*, pp. 113-158. The Natural History Museum, London.
- Chávez EA, E Hidalgo & ML Sevilla. 1970.** Datos acerca de las comunidades bentónicas del arrecife Lobos, Veracruz. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 31:211-280.
- Dawson EY. 1959.** Marine algae from the 1958 cruise of the *Stella Polaris* in the Gulf of California. *Los Angeles County Museum Contributions in Science* 27: 1-39.
- Dawson EY. 1960.** Marine red algae of Pacific Mexico 3. Cryptonemiales, Corallinaceae, subfamily Melobesioideae. *Pacific Naturalist* 2(1): 3-125.
- Dawson EY. 1961.** A guide to the literature and distribution of Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands. *Pacific Science* 15(3):370-461.
- Dawson EY. 1962.** Marine red algae of Pacific México VI. Rhodymeniales. *Nova Hedwigia* 5: 437-476.
- Dawson EY, M Neushul & RD Wildman. 1960.** Seaweeds associated with kelps beds along Southern California and Northwestern Mexico. *Pacific Naturalist* 1(14): 1-81.
- Dreckmann KM. 1991.** Géneros de algas calcificadas de México. I. Nomenclatura y Sistemática. *Hidrobiológica* 1: 29-39.
- Dreckmann KM, FF Pedroche & A Senties-Granados. 1990.** Lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50:19-42.
- Earle SA. 1972.** Benthic algae and seagrass species in the Gulf of Mexico. En: Bushnell VC (ed). *Serial atlas of the marine environment*, pp. 25-29. American Geographical Society, New York.
- Foslie M. 1904.** Algologiske notiser. *Kjelder Norske Videnskabers Selskab skrifter* 1904(2): 1-9.
- Foslie M. 1909.** Algologiske notiser. VI. *Kjelder Norske Videnskabers Selskab skrifter* 1909(2): 1-63.
- Fragoso-Tejas D & D Rodríguez. 2002.** Algas coralinas no geniculadas (Corallinales, Rhodophyta) en el Pacífico tropical mexicano. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 73(2): 97-136.
- Garza-Barrientos MA, S Martínez-Lozano & MA Escalante. 1984.** Contribución al conocimiento de las algas marinas bentónicas de Ciudad Madero, Tamaulipas, México. *Phycologia Latino-Americana* 2:103-125.
- González-González J, M Gold-Morgan, H León-Tejera, C Candelaria, D León-Álvarez, ES Zaragoza & D Fragoso. 1996.** Catálogo onomástico 'nomenclátor' y bibliografía indexada de las algas marinas bentónicas de México, 492 pp. Cuadernos Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gordon GD, T Masaki & H Akioka. 1976.** Floristic and distributional account of the common crustose Coralline algae. *Micronesica* 12(2) : 247-277.
- Guiry MD & GM Guiry. 2009.** *AlgaeBase* version 4.2. Worldwide electronic publication, National University of Ireland, Galway. [en línea] <<http://www.algaebase.org>>
- Harvey AS, ST Broadwater, W Woelkerling & PJ Mitrovski. 2003.** *Choreonema* (Corallinales, Rhodophyta): 18S rDNA phylogeny and resurrection of the Hapalidiaceae for the subfamilies Choreonematoideae, Austrolithoideae, and Melobesioideae. *Journal of Phycology* 39(5): 988-998.
- Holmgren PK, NH Holmgren & LC Barnett. 1990.** *Index herbariorum*. Part I. The herbaria of the world, 693 pp. New York Botanical Garden, New York.
- Huerta-Múzquiz L. 1960.** Lista preliminar de las algas marinas del litoral del Estado de Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 25: 39-45.
- Huerta-Múzquiz L & MA Garza-Barrientos. 1964.** Algas marinas de la Barra de Tuxpan y de los arrecifes Blanquilla y Lobos. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México* 13: 5-21.
- Huerta-Múzquiz L & AC Mendoza-González 1985.** Algas marinas de la parte sur de la Bahía de La Paz, B. C. S. *Phytologia* 59(1): 35-37.
- Huerta-Múzquiz L & JL Tirado. 1970.** Estudio florístico ecológico de las algas marinas de la costa del Golfo de Tehuantepec. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 31: 115-137.
- Huerta-Múzquiz L, ML Chávez & ME Sánchez-Rodríguez. 1977.** Algas marinas de la Isla de Enmedio, Veracruz. *Memorias Congreso Nacional de Oceanografía (Guaymas, Sonora, México, 1974)* 5: 314-325.
- Huerta-Múzquiz L, AC Mendoza-González & LE Mateo-Cid. 1987.** Avance sobre un estudio de las algas marinas de la Península de Yucatán. *Phytologia* 62(1): 23-53.
- Humm HJ & HH Hildebrand. 1962.** Marine algae from the Gulf Coast of Texas and Mexico. *Publications Institute of Marine Science* 8: 227-268.

- Keats DW, YM Chamberlain & M Baba. 1997.** *Pneophyllum conicum* (Dawson) comb. nov. (Rhodophyta, Corallinaceae) a widespread Indo-Pacific non geniculate coralline alga that overgrows and kills live coral. *Botanica Marina* 40: 263-279.
- Kim CS. 1964.** Marine algae of Alacran Reef, Southern Gulf of Mexico. Tesis Doctoral, Duke University, Durham, 213 pp.
- Kützing FT. 1843.** *Phycologia generalis oder anatomie, physiologie und systemkunde der tange*, Leipzig, 458 pp. 80 pls. FA Brockhaus, Leipzig.
- León-Álvarez D & J González-González. 1993.** Algas costeros del Pacífico tropical de México. En: Salazar-Vallejo SI & NE González (eds). Biodiversidad marina y costera de México, pp. 456-474. CONABIO-CIQRO, México.
- Littler MM. 1972.** The crustose Corallinaceae. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 10: 1-311.
- Littler DS & MM Littler. 2000.** Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico, 542 pp. Offshore Graphics, Hong Kong.
- Maneveldt GW, YM Chamberlain & DW Keats. 2008.** A catalogue with keys to the non-geniculate coralline algae (Corallinales, Rhodophyta) of South Africa. *South African Journal of Botany* 74: 555-566.
- Martínez-Lozano S, JM López-Bautista & S Vázquez-Martínez. 1992.** Flora ficológica marina de Altamira, Tamaulipas. *Publicaciones Biológicas Facultad Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León* 6(1): 30-37.
- Martoja R & M Martoja-Pierson. 1970.** Técnicas de histología animal, 254 pp. Toray-Masson, Barcelona.
- Masaki T. 1968.** Studies on the Melobesiodeae of Japan. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University* 16(1-2): 1-80.
- Mason LR. 1953.** The crustaceous coralline algae of the Pacific coast of the United States, Canada and Alaska. *University of California Publications in Botany* 26: 313-389.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 1991a.** Algas marinas béticas de la isla Cozumel, Quintana Roo, México. *Acta Botánica Mexicana* 16: 57-87.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 1991b.** Algas marinas béticas del estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 13: 9-30.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 1992.** Algas marinas bentónicas de la costa sur de Nayarit, México. *Acta Botánica Mexicana* 20: 13-28.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 1994.** Algas marinas bentónicas de Todos Santos, B.C.S., México. *Acta Botánica Mexicana* 29: 31-47.
- Mateo-Cid LE & AC Mendoza-González. 2001.** Algas marinas bentónicas de la costa de Oaxaca. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México* 47(1): 11-26.
- Mateo-Cid LE, AC Mendoza-González & C Galicia-García. 1996.** Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* 36: 59-75.
- Mateo-Cid LE, AC Mendoza-González & RB Searles. 2006.** A check list and seasonal account of the deepwater Rhodophyta around Cozumel Island on the Caribbean Coast of Mexico. *Caribbean Journal of Science* 42(1): 39-52.
- Mateo-Cid LE, AC Mendoza-González, C Galicia-García & L Huerta-Múzquiz. 2000.** Contribución al estudio de las algas marinas bentónicas de Punta Arena y Cabo Pulmo, Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana* 52: 55-73.
- Mateo-Cid LE, I Sánchez-Rodríguez, YE Rodríguez-Montesinos & MM Casas. 1993.** Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, B.C.S. *Ciencias Marinas* 19(1): 41-60.
- Mendoza-González AC & LE Mateo-Cid. 1992a.** Algas marinas bentónicas de Isla Mujeres, Quintana Roo, México. *Acta Botánica Mexicana* 19: 37-61.
- Mendoza-González AC & LE Mateo-Cid. 1992b.** Estudio preliminar de las algas marinas bentónicas del estado de Jalisco, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 37: 9-25.
- Mendoza-González AC & LE Mateo-Cid. 1999.** Adiciones a la ficoflora marina bentónica de las costas de Oaxaca, México. *Polibotánica* 10: 39-58.
- Mendoza-González, AC, LE Mateo-Cid & L Huerta-Múzquiz. 1994.** Algas marinas bentónicas de Mazatlán, Sinaloa, México. *Acta Botánica Mexicana* 27: 99-115.
- Ortega MM. 1995.** Observaciones del fitobentos de la laguna de Términos, Campeche, México. *Anales Instituto Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 66(1):1-36.
- Ortega MM, JL Godínez & G Garduño-Solórzano. 2001.** Catálogo de algas béticas de las Costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe, 594 pp. Comisión de Estudio para la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Penrose DL. 1996.** Subfamily Mastophoroideae. En: Womersley HBS (ed). *The marine benthic flora of Southern Australia Part III B. Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaisoniales*, pp. 153-158. *Australian Biological Resources Study*, Canberra.
- Penrose D & WJ Woelkerling. 1991.** *Pneophyllum fragile* in Southern Australia: implications for generic concepts in the Mastophoroideae (Corallinaceae, Rhodophyta). *Phycologia* 30(6): 495-506.
- Picquenard CA. 1912.** Études sur les collections botaniques des frères Crouan. III. *Guerinea* Picq. *Travaux Scientifiques du Laboratoire de Zoologie et de Physiologie Maritime de Concarneau* 4(3): 1-5.
- Rosanoff S. 1866.** Recherches anatomiques sur les Melobésiées (*Hapalidium*, *Melobesia*, *Lithophyllum* et *Lithothamnion*). *Mémoires de la Société Impériale des Sciences Naturelles de Cherbourg* 12: 5-112.

- Sánchez-Rodríguez ME. 1980.** Ficoflora del sustrato rocoso dentro de las costas del Golfo de México. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29(2): 347-350.
- Sánchez-Rodríguez I, C Fajardo-León & C Oliveiro-Pantoja. 1989.** Estudio florístico estacional de las algas en Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 4(1): 35-48.
- Sánchez-Rodríguez ME, G Flores-Davis & A Ramírez-Rodríguez. 1975.** Trayecto Playa Paraíso-Villa Rica-Boca Andrea. En: Sarukhán J (ed). *Guías botánicas de excursiones en México*, pp. 77-82. Sociedad Botánica de México, Xalapa.
- Schneider CW & RB Searles. 1991.** *Seaweeds of the Southeastern United States*, 589 pp. Duke University Press, Durham & London.
- Setchell WA. 1943.** *Mastophora* and the Mastophorae: Genus and subfamily of Corallinaceae. *Proceedings of the National Academic Science of the United States of America* 29: 127-135.
- Setchell WA & LR Mason. 1943.** New or little known crustaceous corallines from Pacific North America *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 29: 92-97.
- Silva PC, PW Basson & RL Moe. 1996.** *Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean*. University of California Publications in Botany 79: 1-1259.
- Smith GM. 1944.** *Marine algae of the Monterey Peninsula*, 622 pp. Stanford University Press, Stanford.
- Stewart JG & JR Stewart. 1984.** Marine algae of Guadalupe Island, México, including a check list. *Ciencias Marinas* 10: 129-147.
- Stout I & KM Dreckmann. 1993.** Macroalgas bentónicas de Faro de Bucerías, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 64(1): 1-23.
- Suárez AM. 2005.** Lista de las macroalgas marinas cubanas. *Revista de Investigaciones Marinas* 26: 93-148.
- Taylor WR. 1945.** Pacific marine algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 12: 1-528.
- Taylor WR. 1960.** *Marine algae of the eastern Tropical and Subtropical coasts of the America*, 870 pp. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Woelkerling WJ. 1988.** *The Coralline red algae: an analysis of the genera and subfamilies of non-geniculate Corallinaceae*, 268 pp. Oxford University Press & British Museum (Natural History), Oxford/London.
- Woelkerling WJ. 1996.** Nongeniculate Corallinales. En: Womersley HBS (ed). *The marine benthic flora of southern Australia. Part IIIB. Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaissoniales*, pp. 146-323. Australian Biological Resources Study, Canberra.
- Wynne MJ. 2005.** A check-list of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: Second revision. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 129: 1-152.

Recibido el 2 de diciembre de 2008 y aceptado el 25 de agosto de 2009