



Casa abierta al tiempo

---

---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

**UNIDAD IZTAPALAPA**

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

**Estudio taxonómico de los géneros  
*Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum*  
(Corallinales, Rhodophyta) en la costa del  
Atlántico de México**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

LUZ ELENA MATEO CID

DIRECTOR DE TESIS: DR. FRANCISCO F. PEDROCHE

México D. F.

Febrero 2006



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA  
UNIDAD IZTAPALAPA**

México D.F. 9 de febrero de 2006

**Comisión del Doctorado  
Doctorado en Ciencias Biológicas  
PRESENTE**

Por este conducto los abajo firmantes, miembros del Jurado designado para el examen doctoral de la **Biol. Luz Elena Mateo Cid**, después de haber revisado el manuscrito final de su Tesis, que incorpora los comentarios derivados de su presentación durante el pre-doctoral, consideramos que cumple satisfactoriamente los requisitos para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas.

La **Biol. Luz Elena Mateo Cid** se encuentra en posibilidades de programar su examen doctoral para el día viernes 17 de febrero del presente año a las 11:00 hrs.

Sin más por el momento quedamos a sus órdenes

ATENTAMENTE

Dr. Francisco Flores Pedroche  
Presidente

Dra. Alejandrina Avila Ortiz  
Secretaria

Dr. Abel Senties Granados  
Vocal

Dra. Concepción Rodríguez Jimenez  
Vocal

Dr. Manuel Castillo Rivera  
Vocal

---

## DEDICATORIA

*A mi madre Sra. Carlota Cid Flores*

Por sus cuidados y porque gracias a ella estoy aquí.

*A mí querida “negra” Karla Itzel Mateo Díaz*

Por endulzar mi vida y mi corazón, por su cariño y el tiempo compartido

*A Catalina Mendoza González*

Por sus enseñanzas, su sabiduría, su sensibilidad, su cariño, su apoyo y por el hondo significado que tiene en mi vida.

*A mis queridos hermanos José Mateo Cid y Dante Espinosa Cid*

Por los gratos momentos y ante todo por su amor, apoyo y comprensión

*A Laura Huerta Múzquiz †*

Por haber compartido conmigo su sabiduría, por sus enseñanzas, su tiempo y por la ternura y cariño que siempre me prodigó.

*A mis hermanos Adalberto, Carlos, Eduardo, Julio César y Carlos Augusto*

Por los viejos y queridos tiempos.

---

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al esfuerzo, paciencia, guía y ayuda de muchas personas, quienes en los momentos más difíciles supieron darme su apoyo para guiarme hacia el logro de este objetivo llamado “Doctorado”.

Agradezco profundamente a mi Comité Tutorial: Dr. Francisco F. Pedroche, Dra. Concepción Rodríguez Jiménez y Dr. Abel Sentíes Granados por su acertada guía a este trabajo, por sus enseñanzas y su paciencia, ya que en más de una ocasión hicieron que pusiera los pies sobre la tierra. **¡Gracias por todo!**

Mi agradecimiento también para los miembros que integran el Sínodo, quienes al revisar el manuscrito aportaron valiosas sugerencias al mismo: Dra. Alejandrina G. Ávila Ortiz, Dr. Manuel Castillo Rivera y Dr. Margarito Tapia García.

En especial a Catalina Mendoza González, por su apoyo y ayuda en el trabajo de laboratorio, de gabinete, por sus consejos y el tiempo dedicado a este proyecto.

Agradezco a Carlos Alberto Sánchez Mendoza su valiosa ayuda en las cuestiones logísticas, en la preparación del material fotográfico y sobre todo por la alegría y buenos momentos que hemos compartido.

A Luz Elena Tejeda Hernández por su valiosa colaboración en el trabajo de laboratorio y sus palabras de ánimo y aliento. ¡Gracias Lucecita!

A Raúl y Luís Aguilar Rosas por el gran apoyo en la búsqueda de referencias bibliográficas.

A mis amigos que siempre me animaron a seguir adelante: Dora Luz Arvizu Higuera, Rosario Salinas Tobón, Bertha López Sánchez, Reyna Alvarado, Gerardo Ceballos Corona, Rosario Ortega, Raúl Aguilar Rosas, Luís E. Aguilar Rosas. Alejandrina Ávila Ortiz, Elizabeth Rodríguez M. y Rosa María Escamilla.

---

A Donají González Nieto, por su valiosa ayuda en el trabajo de laboratorio y en la preparación del manuscrito, pero ante todo por su apoyo incondicional, el compartir su tiempo conmigo y por su cariño.

A la Universidad Autónoma Metropolitana porque me dio la oportunidad de superarme profesionalmente.

A la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, por proporcionar parte de su infraestructura para la realización de este trabajo.

Agradezco a la M. en C. Angélica M. Rodríguez Dorantes por su apoyo y el préstamo de equipo.

Finalmente agradezco a M. en C. Gloria Garduño Solórzano, Biól. A. Catalina Mendoza González y Dr. Sigurd M. Sastad curadores de los herbarios IZTA, ENCB y TRH, respectivamente por el préstamo de los ejemplares utilizados en este estudio.

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Objetivos.....	5
2. GENERALIDADES.....	6
2.1 Características y clasificación de la familia Corallinaceae.....	6
2.2 Breve historia de la clasificación de las algas coralinas incrustantes.....	8
2.3 Descripción de las características de la subfamilia Mastophoroideae.....	11
2.4 Breve historia de la clasificación de la subfamilia Mastophoroideae.....	16
2.5 Historia taxonómica de los géneros <i>Neogoniolithon</i> , <i>Pneophyllum</i> y <i>Spongites</i> .....	17
3. MÉTODOS.....	23
3.1 Descripción del Área de Estudio.....	23
3.2 Obtención del material de estudio.....	27
3.3 Procesamiento de las muestras.....	28
3.4 Análisis y elección de los caracteres.....	29
3.5 Identificación taxonómica.....	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1 Técnicas histológicas usadas para el estudio de las algas coralinas.....	31
4.2 Análisis y elección de caracteres para la diagnosis de especies.....	42
4.3 Análisis Taxonómico.....	51
4.4 Tratamiento del género <i>Neogoniolithon</i> en el área de estudio.....	53
4.5 Tratamiento del género <i>Pneophyllum</i> .....	114
4.6. Tratamiento del género <i>Spongites</i> .....	121
5. CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS.....	129
6. BIBLIOGRAFÍA.....	130
Anexo 1.....	144
Anexo 2.....	154
Anexo 3.....	158

---

## 1. INTRODUCCIÓN.

El orden Corallinales Silva & Johansen, es uno de los grupos más claramente distinguibles de las algas rojas (Rhodophyta), este grupo de formas calcáreas es uno de los más diversos e importantes dentro del ambiente marino. Ocurren en mares tropicales, templados y fríos, presentan una amplia diversidad de adaptaciones al medio marino, las hay parásitas, epiliticas, epizoicas y además tienen la capacidad de crecer sobre otros sustratos como madera, concreto y plástico, entre otros (Bold y Wynne, 1976; Graham y Wilcox, 2000). Los miembros de este orden, están caracterizados porque la mayoría de sus paredes celulares están impregnadas de carbonato de calcio, en forma de cristales de calcita, lo cual le confiere a los talos una textura dura y rígida. El orden Corallinales esta constituido por dos familias, Sporolithaceae Verheij y Corallinaceae J.V. Lamouroux, esta última incluye ocho subfamilias y todas ellas forman estructuras reproductoras en cavidades denominadas conceptáculos (Woelkerling, 1996). Tres de estas subfamilias son conocidas comúnmente como coralinas geniculadas o articuladas, ya que presentan un talo ramificado en el cual se distingue una zona sin impregnaciones de carbonato de calcio (genicula) que alterna con zonas que tienen impregnaciones de carbonato de calcio (intergeniculas); mientras que las cinco subfamilias restantes no presentan esa diferenciación estructural en cuanto a geniculas e intergeniculas, por lo que son conocidas como coralinas no geniculadas, no articuladas, coralinas costrosas o incrustantes (Woelkerling, 1988, 1996). Las algas coralinas incrustantes, como los géneros *Neogoniolithon* Setchell et Mason, *Lithophyllum* Phillippe, *Lithothamnion* Heydrich y *Spongites* 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 se consideran pioneras en muchas costas rocosas expuestas, además constituyen un alto porcentaje de cobertura en los arrecifes coralinos, (Adey, 1970a; Littler, 1972; Littler y Littler, 2000).

---

Las algas coralinas constituyen un importante y conspicuo elemento de la flora algal de México y se distribuyen desde la zona intermareal hasta los 40 metros de profundidad y, en términos de cobertura, las coralinas incrustantes son más abundantes que las articuladas. Los representantes más importantes de las coralinas costrosas en la costa del Atlántico de México son los miembros de la subfamilia Mastophoroideae (Setchell, 1943); la cual se encuentra representada por siete géneros, entre los que tenemos a *Pneophyllum* Kützing, *Spongites* y *Neogoniolithon*, este último es uno de los componentes más importante de la flora bentónica de los arrecifes coralinos del Caribe mexicano (Huerta *et al.* 1987, Ortega *et al.* 2001), así mismo existen pocos registros del género *Pneophyllum* y no se tienen referencias acerca de la presencia del género *Spongites* en el Atlántico de México.

A pesar del escaso conocimiento sobre los géneros *Pneophyllum* y *Spongites* y de la abundancia de *Neogoniolithon* en esta región, no se ha realizado hasta el momento un estudio crítico sobre estos géneros. En este sentido, la finalidad del presente estudio fue definir y evaluar los caracteres taxonómicos empleados en la distinción de las especies de *Neogoniolithon* así como las diferencias entre los tres géneros objeto de este trabajo y de este modo revalorar dichos caracteres y encontrar otras características que nos auxilien para delimitar más naturalmente a los taxa de *Pneophyllum*, *Spongites* y *Neogoniolithon* presentes en el área de estudio.

### **1.1 Antecedentes**

Los estudios sobre coralinas costrosas en la región del Pacífico y Atlántico de México son de varios tipos y en su mayoría han sido desarrollados en el aspecto florístico. En primer término tenemos las investigaciones taxonómico-florísticas realizadas por Taylor (1945, 1960) y Dawson (1960a); éste último incluyó en su trabajo 56 descripciones de Coralinas para la costa del Pacífico de México; Abbott y Hollenberg (1976), registran varias especies de coralinas articuladas e incrustantes con distribución en México. Algunos estudios florísticos son los de Riosmena-

---

Rodríguez (1993); Riosmena-Rodríguez y Siqueiros-Beltrones (1991); Aguilar-Rosas, R. *et al.* (1990); Huerta y Tirado (1970); Dreckmann (1991); León Álvarez y González-González (1993); Mateo-Cid y Mendoza-González (1991, 1992, 1997); Mendoza-González y Mateo-Cid (1992, 1996). En todos ellos se han registrado 9 especies de *Neogoniolithon*, 3 de *Spongites* y dos especies de *Pneophyllum* para México. Aunque existen varios trabajos florísticos para las costas de México, en los que se tienen numerosos registros de la familia Corallinaceae, la mayoría de ellos no cuentan con descripciones o esquemas del material en los que se basó su determinación, por lo que hasta el momento no existe un análisis detallado de las características morfológicas que permita delimitar objetivamente a las especies de estos tres géneros en México, lo más cercano a este objetivo fue el trabajo de Fragoso-Tejas (1999), quien en su tesis de maestría hace una revisión de las coralinas no geniculadas, en la cual incluye tres especies para el Pacífico tropical de México y son: *Pneophyllum fragile* Kützing, *Spongites fruticulosus* Kützing y *S. yendoi* (Foslie) Y. Chamberlain. Desde el punto de vista taxonómico, la identificación de las especies de estos géneros ha sido reconocida como una tarea difícil, debido principalmente al alto grado de variación morfológica, situación que ha llevado a gran confusión de la identidad de estas especies tanto en la determinación como en la clasificación y sinonimias. Asimismo, la falta de consistencia en la observación y evaluación de los caracteres, conlleva a no tener descripciones completas de los taxa. En la tabla No. 1 se indican las especies que han sido registradas en la costa del Atlántico y del Pacífico de México.

**Tabla 1. Especies de *Neogoniolithon*, *Pneophyllum* y *Spongites* registradas en la costa del Atlántico y del Pacífico de México.**

<i>Neogoniolithon</i>	<i>Pneophyllum</i>	<i>Spongites</i>
1. <i>N. accretum</i> (Foslie et Howe) Setchell et Mason	<i>P. conicum</i> ** (E.Dawson) Keats, Y.Chamberlain et Baba	1. <i>S. decipiens</i> ** (Foslie)Y. Chamberlain
2. <i>N. acropetum</i> (Foslie et Howe) W. H. Adey	<i>P. fragile</i> * Kützing	2. <i>S. fruticosus</i> ** Kützing
3. <i>N. affine</i> (Foslie et Howe) Setchell et Mason		3. <i>S. yendoi</i> ** (Foslie) Y. Chamberlain
4. <i>N. erosum</i> (Foslie) W. H. Adey		
5. <i>N. fosliei</i> (Heydrich) Setchell et Mason		
6. <i>N. mammillare</i> (Harvey) Setchell et Mason		
7. <i>N. spectabile</i> (Foslie) Setchell et Mason		
8. <i>N. strictum</i> (Foslie) Setchell et Mason		
9. <i>N. trichotomum</i> ** (Heydrich) Setchell et Mason		

Los registros sin simbología son exclusivos de la costa del Atlántico.

\*Registrada para ambas costas

\*\* Registradas solamente para el Pacífico de México

---

## **1.2 Objetivos**

Dado que los caracteres utilizados a la fecha no han permitido que las especies de los géneros *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum* se visualicen como unidades independientes, en este caso una revaloración de los atributos morfológicos y reproductivos permitirá la elección de aquellos que sean importantes para delimitar más naturalmente a las especies presentes en México, por lo anterior se planteó lo siguiente:

### **Objetivo General**

Determinar y caracterizar las especies de los géneros *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum* presentes en la costa del Atlántico de México.

### **Objetivos particulares**

- 1.- Revisión y evaluación de los caracteres morfológicos y de reproducción encontrados en las especies de los géneros *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum* que habitan el área de estudio.
- 2.- Ponderación de los caracteres seleccionados y su aplicación en la diagnosis de las especies localizadas.
- 3.- Elaboración de claves genéricas y específicas de los representantes determinados en este estudio.

---

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1 Características y clasificación de la familia Corallinaceae**

Las algas marinas rojas que pertenecen a la familia Corallinaceae (Corallinales, Rhodophyta) están caracterizadas por tener tejidos pseudo parenquimatosos y porque las paredes celulares de la mayoría de ellas están impregnadas por carbonato de calcio, principalmente en forma de cristales de calcita, lo cual les brinda una textura rígida y dura. El resultado de esta primera característica es que son algas difíciles de recolectar y de estudiar. Las algas coralinas pueden habitar sobre otras macroalgas, pastos marinos, animales o rocas, inclusive son parásitas de otras coralinas y además tienen una amplia distribución en los mares fríos, templados y tropicales del mundo, desde la zona intermareal hasta los 268 metros de profundidad (Graham y Wilcox, 2000). Tradicionalmente, las algas coralinas han sido divididas en dos grupos morfológicos: las formas articuladas y las formas no articuladas o incrustantes. Las coralinas articuladas se caracterizan por poseer una porción no calcificada (genicula) la cual alterna con porciones calcificadas (intergeniculas). La genicula les confiere flexibilidad a los talos, protegiéndolos del daño físico que puede ocasionarles el oleaje, las coralinas geniculadas o articuladas generalmente son muy ramificadas (Graham y Wilcox, 2000). Por otro lado, las coralinas incrustantes o no articuladas, se caracterizan por que todas sus células tienen impregnaciones de carbonato de calcio.

Existen tres formas de crecimiento en estas coralinas no articuladas las cuales representan tres niveles de complejidad morfológica: a) las costras simples; b) las costras complejas y c) las formas arborescentes (Chamberlain, 1983). La primera, las costras simples, producen costras delgadas e inconspicuas que crecen principalmente como epífitas en otras algas o pastos marinos, pero también ocurren en conchas, rocas, guijarros y fragmentos de vidrio, mientras que las costras complejas viven adheridas a un sustrato, extendiéndose de manera radial sobre de él, formando

---

una capa carbonatada que toma la forma y relieve del mismo, pueden medir algunos milímetros a varios centímetros de grosor y crecen sobre rocas, moluscos o guijarros. Otras especies pueden desarrollar protuberancias o ramas, y en este último caso alcanzan tallas mayores tanto en altura como en diámetro. En contraste, las formas articuladas poseen de dos a 200 intergenículas cuya forma varía de cilíndrica a aplanada, este tipo de talos se ramifican de manera dicotómica, subdicotómica, pinada, irregular o alterna (Cabioch, 1972, 1978).

Tradicionalmente la familia Corallinaceae ha sido dividida en subfamilias, fue Harvey (1849) quien delimitó por primera vez a dos subfamilias distinguiendo a cada una de ellas por la ausencia o presencia de genícula. Desde entonces, esta diferencia fue considerada muy importante para delimitar a las subfamilias de las algas coralinas. Algunos taxónomos como Mason (1953) y Dawson (1960a) basaron su clasificación de las coralinas en función de la presencia o ausencia de la genícula ya que la ocurrencia de ésta es una de las características más fácilmente detectables y estables de las algas coralinas. Johansen (1969, 1974), usó entre otras características las diferencias en la anatomía de la genícula para delimitar a las tres subfamilias cuyos representantes poseen genículas e intergenículas: Amphiroideae Johansen, en la cual la genícula es multizonada y esta más o menos corticada, los conceptáculos gametangiales y esporangiales se desarrollan en la corteza de las intergenículas, el representante mejor conocido de esta subfamilia es *Amphiroa* Lamouroux. En contraste, Corallinoideae (Areschoug) Foslie posee una genícula ecorticada y unizonada y los conceptáculos gametangiales y esporangiales se desarrollan en las porciones apicales de los talos, como ejemplo tenemos al género *Corallina* Linnaeus y por último la subfamilia Metagoniolithoideae Johansen, en donde la genícula es corticada y los filamentos que la conforman no están organizados en hileras, así mismo los conceptáculos gametangiales y

---

esporangiales son terminales, representando a esta subfamilia tenemos a *Metagoniolithon* Weber-van Bosse.

Por lo que respecta a los géneros que no poseen genícula o incrustantes, Woelkerling (1988) los delimitó en cuatro subfamilias, basándose principalmente en las características reproductivas y anatómicas de los talos. En el caso de la subfamilia Melobesioideae (Areschough) Mason, sus representantes poseen conceptáculos tetrasporangiales multiporados, conexiones primarias y secundarias y ausencia de tricocitos, los géneros mejor conocidos son *Melobesia* Lamouroux y *Lithothamnion* Heydrich. Los géneros de Lithophylloideae Setchell, tienen conceptáculos tetrasporangiales uniporados, conexiones primarias y secundarias y ausencia de tricocitos, el taxón representativo es *Lithophyllum* Philippi. Por otro lado, la subfamilia Choreonematoideae Woelkerling, tiene un único representante que es *Choreonema* Schmitz y se caracteriza por ser parásito, endófito, sin presencia de conexiones secundarias o tricocitos. Por último, los géneros incluidos en la subfamilia Mastophoroideae Setchell, tienen conceptáculos tetrasporangiales y gametangiales uniporados, ausencia de conexiones secundarias y presencia de tricocitos, como ejemplos tenemos a *Spongites* Kützing, *Pneophyllum* Kützing y *Neogoniolithon* Setchell et Mason.

Finalmente, Harvey y Woelkerling (1995) crearon la subfamilia Austrolithoideae, la cual incluye dos géneros *Boreolithon* y *Austrolithon* los que se caracterizan por ser endófitos o epíliticos, poseen conceptáculos tetrasporangiales multiporados y no presentan conexiones secundarias o tricocitos en sus tejidos.

## **2.2 Breve historia de la clasificación de las algas coralinas incrustantes**

Ya que el presente trabajo está enfocado en el estudio de tres géneros de coralinas incrustantes, se incluye una breve historia de la clasificación de estas formas.

---

Entre 1887 y 1909, Foslie incrementó el número de especies y formas de algas coralinas de 175 a 650; él utilizó como criterio taxonómico las características de los conceptáculos esporangiales, aunque reconoció la extrema variación de este grupo en sus características vegetativas y reproductivas. Por otro lado, el mismo autor continuamente cambiaba de opinión con relación a la importancia de los caracteres sobre los que basaba su clasificación (Chamberlain, 1983).

En la época de Foslie, varios coralinólogos contribuyeron al conocimiento de este grupo, entre ellos Heydrich (1897); Yendo (1902, 1905) y Weber van Bosse (1904), las contribuciones de estos ficólogos aportaron muchas de las diferencias fundamentales entre los grupos de algas coralinas incrustantes y forman la base sustancial sobre la cual subsecuentes trabajos han dado forma y mejorado la clasificación de las algas coralinas. Por lo que respecta a los estudios más importantes sobre coralinas costrosas tenemos los realizados por Foslie que junto con Heydrich y Lemoine aportaron y desarrollaron diferentes sistemas de clasificación sobre estos organismos. Cada uno de estos tres investigadores abordaron la taxonomía de este grupo desde diferentes puntos de vista (Mason, 1953). Foslie utilizó como criterio principal la disposición de las tetrasporangias y las diferencias vegetativas y anatómicas del talo como segundo criterio de clasificación. Heydrich (1897) basó su esquema de clasificación en criterios similares a los de Foslie; pero más tarde (1900) elaboró su propio esquema sobre la base de las diferencias en el desarrollo de las estructuras reproductoras femeninas, segregando así a muchos géneros tales como *Lithophyllum* y *Melobesia*, entre otros. Por otro lado, Lemoine se ocupó principalmente de las coralinas fósiles cuyas estructuras reproductivas usualmente eran ausentes, considerando que las diferencias anatómicas vegetativas eran de primordial importancia. La influencia de Foslie fue

---

tan grande que su esquema de clasificación fue utilizado hasta mediados del siglo XX (Mason, 1953).

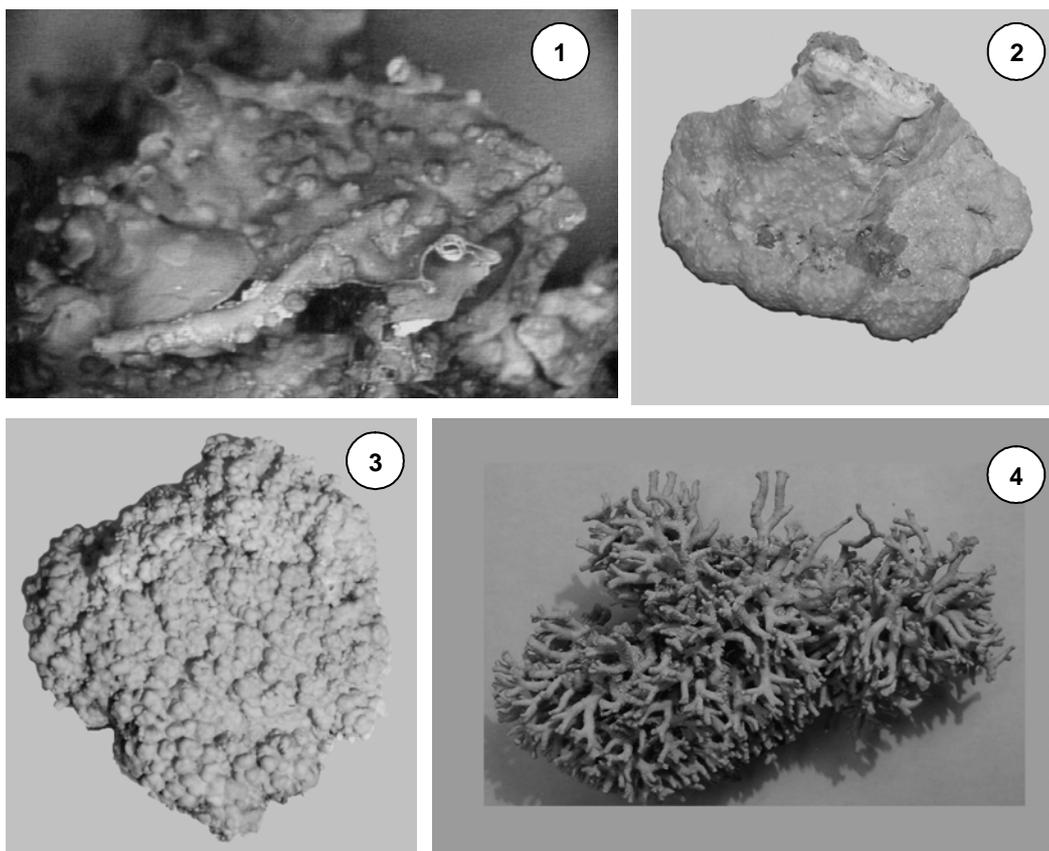
En los albores de los 1970's, es cuando surge un gran interés en la taxonomía de las algas coralinas incrustantes, tomándose en cuenta diferentes características a las utilizadas anteriormente (Chamberlain, 1983; Woelkerling, 1985, 1988), por lo que la taxonomía y los criterios de clasificación usados para estos organismos cambiaron sustancialmente. Por ejemplo, Cabioch (1972), basó su estudio en el desarrollo de los caracteres morfológicos (ontogénesis y morfogénesis) eligiendo a la familia Corallinaceae en la que incluye como subfamilia a Sporolithoideae. La autora afirma que los organismos de ésta familia son de origen monofilético, que esta conformada por subfamilias que incluyen mezcla de géneros de coralinas geniculadas y no geniculadas y concluyó que los caracteres de significado taxonómico y relevancia filogenética son los relacionados con estructuras reproductoras, el tipo de uniones celulares y los patrones de crecimiento del talo, en donde la presencia de genícula queda reducida a la calidad de carácter derivado desde ancestros con formas de crecimiento costrosos y no geniculado. Su propuesta taxonómica-sistemática reconoce a cinco subfamilias, tres de ellas con representantes no geniculados. El esquema propuesto por Johansen (1981), reconoce cuatro subfamilias y dos tribus de coralinas no geniculadas, en esta clasificación el autor no asigna una ponderación diferencial a los caracteres, ya que todos ellos tienen el mismo peso, pero reconoce como diferentes a las coralinas articuladas de las no articuladas y las diferencia entre si por características citológicas y anatómicas. Woelkerling (1988), elabora una propuesta taxonómica-fenética considerando solo caracteres morfológicos en donde se les da el mismo peso a todos los caracteres, esta propuesta se basó en los estudios de Johansen (1969), Adey y Johansen (1972) y Adey y MacIntyre (1973). Su criterio de ordenación es el morfológico separando a las coralinas geniculadas de las no

---

geniculadas, en este último grupo segrega géneros por caracteres anatómicos y reproductivos. El esquema de Woelkerling (1988), es el más reconocido y usado actualmente por la mayor parte de los especialistas en el grupo, sin embargo la propuesta de Cabioch (1972) es considerada y analizada cada vez por más taxónomos, dado que representa la única hipótesis evolutiva del orden.

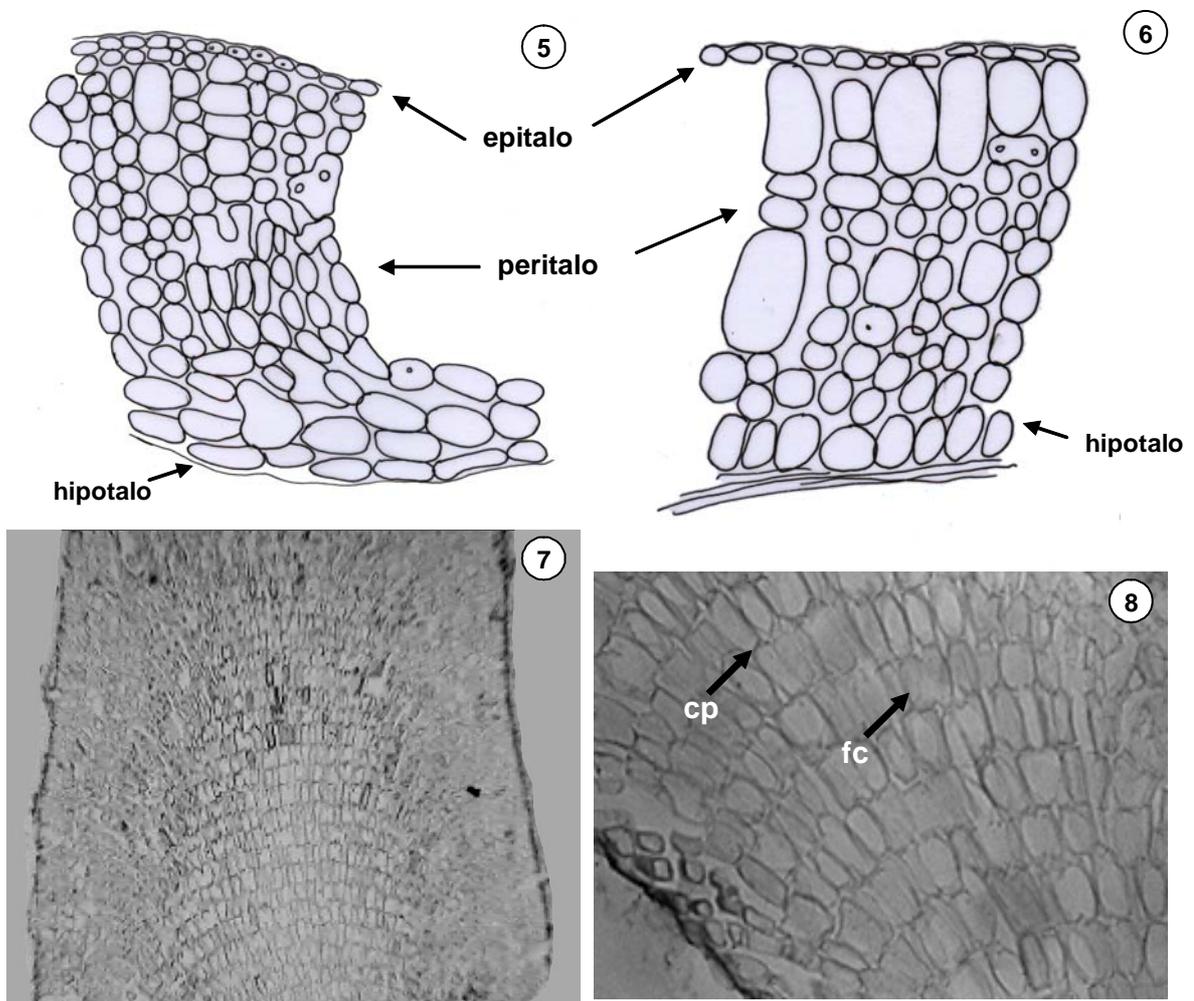
### 2.3 Descripción de las características de la subfamilia Mastophoroideae

La subfamilia Mastophoroideae Setchell, esta constituida por nueve géneros cuyos talos se caracterizan por ser no geniculados, postrados, lisos, ramificados o no, laminares, costrosos o protuberantes (figs. 1, 2, 3), foliosos o arborescentes (fig. 4), parcialmente endófitos, epifitos, epilíticos o de vida libre formando rodolitos, estas coralinas incrustantes son perennes y pueden vivir más de 100 años (Woelkerling, 1988).



Figuras 1-4. Hábitos de crecimiento de coralinas incrustantes; 1) Laminar, 2) Costroso, 3) Con protuberancias, 4) Ramificado

Estos organismos poseen una estructura pseudo parenquimatosa la cual esta formada por filamentos celulares agrupados paralelamente, estos filamentos pueden tener dos tipos básicos de construcción ya sea monómero (fig. 5) ó dímero (Fig. 6). En la construcción monómera se reconoce un solo grupo de filamentos que están dispuestos paralelamente al sustrato, los cuales forman la zona basal o hipotalo (médula) y algunos de estos filamentos se curvan hacia arriba para formar el peritalo (corteza).



Figs 5- 6. Construcción de los talos costrosos. 5) Monómera, 6) Dímera, Fig. 7. Porción ramificada con construcción monómera. Fig. 8. Detalle del hipotalo con fusiones celulares (fc) y conexiones primarias (cp).

---

En la construcción dímica se reconocen dos tipos de filamentos, un grupo de ellos es el que da lugar al hipotalo, otros filamentos por ramificación dan lugar a filamentos erectos que forman el peritalo. Así mismo, en las formas arborecentes o ramificadas se observa una construcción monómera (Fig. 7), en una sección longitudinal del talo se observa que los filamentos de la región medular o hipotalo se curvan hacia la periferia para formar tanto el peritalo como el hipotalo. En el hipotalo y en el peritalo existen conexiones primarias así como células de filamentos adyacentes unidas por fusiones celulares (fig. 8), nunca se forman conexiones secundarias. El hipotalo puede presentar dos tipos de arreglo, uno conocido como no coaxial (fig. 9) donde los filamentos hipotaliales no tienen un arreglo definido; mientras que, en el arreglo coaxial se observa un corazón de filamentos que derivan tanto hacia la superficie como a la porción basal de los talos (fig. 10).

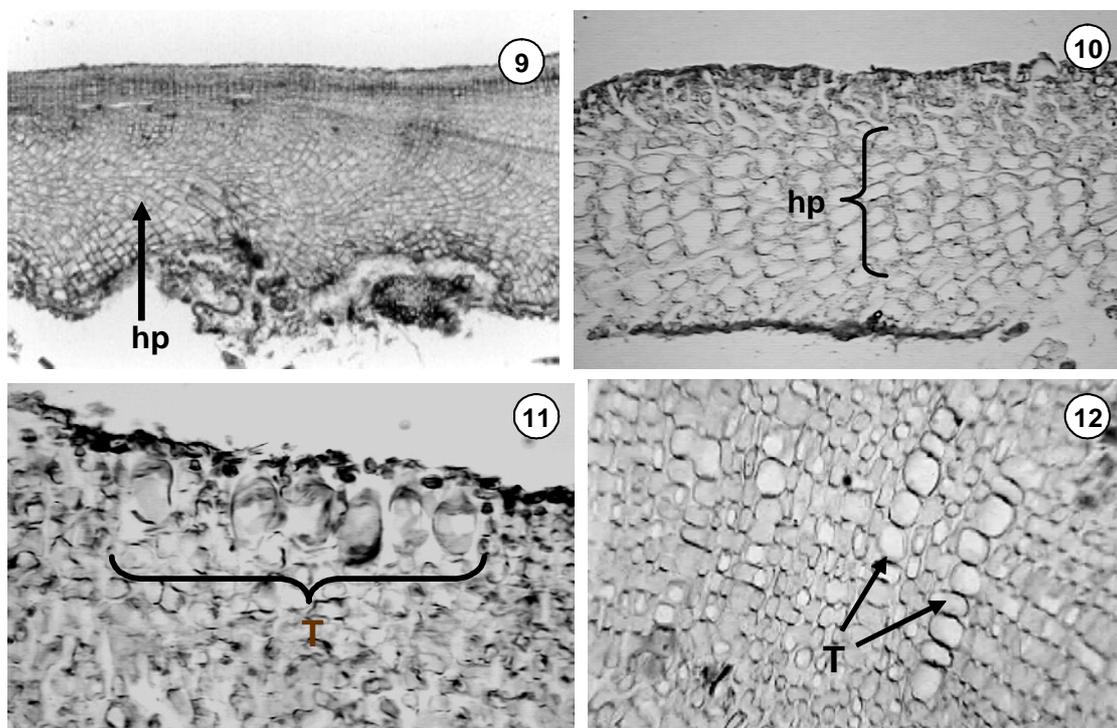


Fig 9. Hipotalo (hp) no coaxial. Fig 10. Hipotalo (hp) coaxial. Fig.11 Tricocitos (T) en hileras horizontales. Fig 12. Tricocitos (T) en hileras verticales

---

Entre estos tejidos también se encuentran megacélulas ó tricocitos los cuales a diferencia del resto de las células son de tamaño más grande y pueden estar dispuestos en series horizontales (fig. 11), verticales (fig. 12) ó formarse aislados en la zona superficial del talo o estar inmersas en él.

Los tejidos de estos talos se desarrollan por medio de meristemas, ya sea por medio de un tejido meristemático (Fig. 13) o por medio de una célula meristemática inicial (Fig. 14).

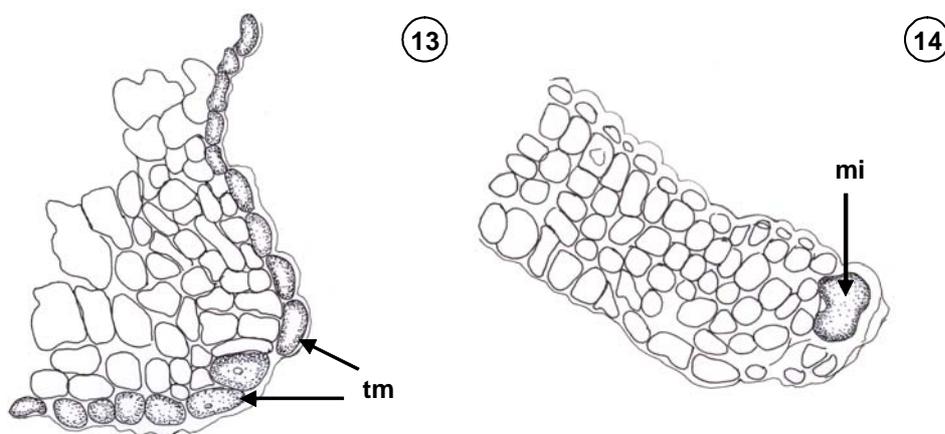


Fig. 13. Crecimiento de los talos por tejido meristemático (tm).  
Fig. 14. Crecimiento por célula meristemática inicial (mi).

### Reproducción

Ciclo de vida con alternancia de fases trifásicas y generaciones gametofíticas y tetrasporofíticas isomórficas. Reproducción vegetativa por fragmentación del talo, bisporangios apomeioticos o propágulos. Se reproducen por gametangios, carposporangios, tetrasporangios y bisporangios, los cuales se desarrollan en conceptáculos uniporados que pueden estar proyectados o embebidos en el talo. Talos gametangiales monoicos ó dioicos. Los conceptáculos tetrasporangiales (fig. 15) y bisporangiales con el poro delineado por células que están orientadas más o menos paralelas a la superficie del techo y que penetran lateralmente dentro del canal del

---

poro. El techo del conceptáculo esta formado sólo por filamentos que rodean a las esporangias iniciales (Penrose, 1996, Woelkerling, 1996).

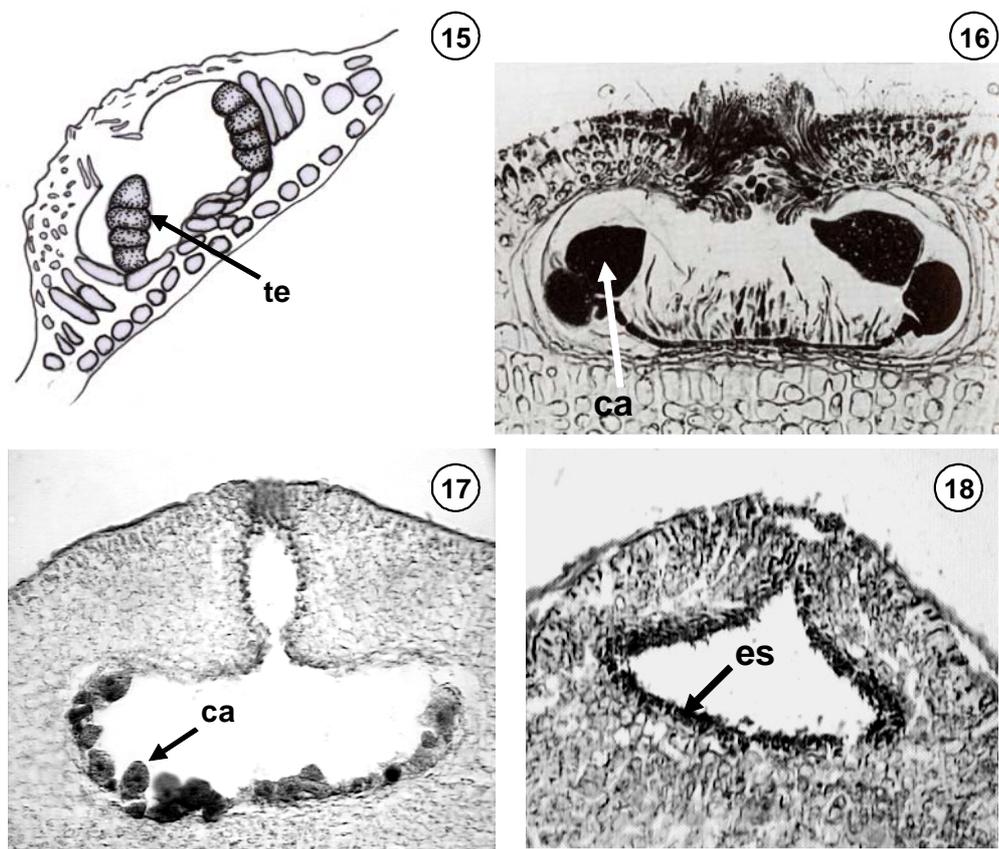


Fig. 15. Conceptáculo tetrasporangial con tetrasporangias (te). Figs. 16-17. Conceptáculos carposporangiales con carposporangios (ca). Fig. 18. Conceptáculo espermatangial con espermatangios y espermacios (es).

Carpogonios y espermacios producidos en conceptáculos separados. Conceptáculos carposporangiales uniporados, carposporangios desarrollándose dentro de estos conceptáculos a partir de filamentos gonimoblasticos que nacen de una fusión central que se desarrolla en el piso del conceptáculo (figs. 16 y 17). Los filamentos espermatangiales pueden ser ramificados o no y

---

están confinados al piso de las cámaras o más raramente en el piso, paredes y techo de la cámara (fig. 18).

#### **2.4 Breve historia de la clasificación de la subfamilia Mastophoroideae**

Los géneros de algas coralinas incrustantes que tradicionalmente han sido incluidos en la subfamilia Mastophoroideae han sido segregados con base a sus características vegetativas anatómicas (Penrose y Woelkerling, 1988). De acuerdo a Adey (1970a) las especies de *Hydrolithon* presentan tricocitos (megacélulas) solitarios y región basal uniestratificada. Las especies de *Spongites* presentan tricocitos solitarios o en hileras verticales y posee una región basal multiestratificada. Sin embargo, Woelkerling (1985) noto que la presencia de tricocitos en estos tres géneros no es constante, Mendoza y Cabioch (1986) encontraron que en las especies de *Hydrolithon*, los tricocitos pueden o no ocurrir. Además, en otros géneros de la subfamilia Mastophoroideae (*Fosliella*, *Mastophora* y *Pneophyllum*), la ocurrencia de los tricocitos está influenciada por condiciones ecológicas (ambientales), Woelkerling (1987) concluyó que las aparentes diferencias en el arreglo de los tricocitos en las especies de *Neogoniolithon* y *Paragoniolithon* no podían ser usadas para separar a dichos géneros. La presencia y/o ausencia de los tricocitos, su arreglo y número así como el número de capas de células de la región basal y el arreglo de la misma han sido caracteres utilizados para segregar a los géneros de la subfamilia Mastophoroideae, sin embargo, estas características se sobreponen en especies de diferentes géneros que poseen regiones basales uni y multiestratificadas (Penrose y Woelkerling, 1988). Por otro lado, la delimitación de los géneros de la subfamilia Mastophoroideae ha tenido varios cambios de acuerdo a los diferentes caracteres diagnósticos utilizados por diversos autores (Woelkerling, 1988, Penrose y Woelkerling, 1991). Los caracteres usados conciernen principalmente a las estructuras vegetativas incluyendo la presencia o ausencia de una médula

---

coaxial, si la médula o hipotalo es uni o multiestratificado, la presencia o ausencia de tricocitos y cuando estos están presentes el arreglo de ellos en el talo (Dawson, 1960a y b, Adey *et al.*, 1982, Penrose y Woelkerling, 1988).

## **2.5 Historia taxonómica de los géneros *Neogoniolithon*, *Pneophyllum* y *Spongites***

En estudios recientes Penrose y Woelkerling (1991) propusieron nuevos caracteres diagnósticos para estos géneros. Penrose y Woelkerling (1985, 1991) indicaron que los caracteres utilizados previamente son inconsistentes para ser usados como diagnósticos y plantearon nuevas delimitaciones para los géneros *Spongites* y *Neogoniolithon* basada en caracteres reproductivos. Penrose (1992) encontró que en *Spongites* los espermatangios sólo se desarrollan en el piso de la cámara mientras que en *Neogoniolithon* los espermatangios crecen tanto en las paredes como en el piso de la cámara gametangial masculina. Por otro lado, Penrose y Woelkerling (1991) delimitaron a *Pneophyllum* de *Spongites* con base a que en *Pneophyllum* el techo del conceptáculo está formado por filamentos circundantes e ínter espaciados entre las esporangiales iniciales, mientras que en *Spongites* el techo del conceptáculo está formado sólo por filamentos circundantes a las esporangiales iniciales. Finalmente, Penrose y Woelkerling (1991) indican que en *Spongites* los poros de los canales de los conceptáculos tetrasporangiales están limitados por células que nacen de los filamentos periféricos del techo y que sobresalen o se proyectan dentro del canal y están orientados más o menos de forma paralela a la superficie del techo.

Desde el punto de vista taxonómico, la identificación de los géneros *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum*, ha sido reconocida como una tarea difícil, debido principalmente a que los caracteres utilizados para segregar a estos géneros muchas veces se solapan entre ellos, lo que origina un manejo heterogéneo de los caracteres, para la definición y delimitación de los taxa, lo

---

que ha motivado que la historia taxonómica de estos tres géneros haya sido particularmente difícil.

Dentro de este contexto, se enlistan a continuación las características más importantes que han sido utilizados para delimitar a *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum* por diversos autores; así como una breve reseña histórica de cada género.

### ***Neogoniolithon***

En sus primeros estudios sobre coralinas incrustantes Foslie (1898) propuso un nuevo género *Goniolithon*; cuya descripción fue poco detallada. En 1900, Foslie desechó su género *Goniolithon*, establecido en 1898 y propuso un nuevo *Goniolithon* al cual distinguió por tener a los tetrasporangios distribuidos sobre el piso de la cámara tetrasporangial y por la presencia de tricocitos esparcidos en todo el peritalo. En este sentido hay dos hechos claros 1) que Foslie descartó por completo a su *Goniolithon* creado en 1898 y 2) que Foslie gradualmente desarrolló a su nuevo *Goniolithon* hasta llevarlo a su máxima expresión en 1909. Ambos *Goniolithon* estaban completa y legalmente establecidos y ninguna especie descrita del *Goniolithon* original (1898) se incluyó dentro del *Goniolithon* de 1900. Por tal motivo Setchell y Mason (1943) concluyeron que *Goniolithon* Foslie (1900a) era un homónimo tardío de *Goniolithon* Foslie (1898) y ellos reemplazaron a *Goniolithon* Foslie (1900a) con un nuevo género: *Neogoniolithon*, designando a *N. foslie* como la especie tipo del género.

En su trabajo Setchell y Mason (1943, p. 89) explícitamente limitan al género con aquellos especímenes que tienen médula coaxial (hipotalo). Hamel y Lemoine (1953) concluyeron que las especies que Setchell y Mason incluyeron en *Neogoniolithon* mostraban una gran variación que fue indicada en la circunscripción del género, y consecuentemente; ellos también incluyeron a aquellos taxa con médula no coaxial. Este concepto fue aceptado por Adey (1970a), Cabioch

---

(1972, 1988) y Johansen (1976, 1981). Otro carácter, utilizado para separar a *Neogoniolithon* como género es la ocurrencia y arreglo de tricocitos; este carácter presenta algunos problemas, ya que los tricocitos se encuentran también en *Spongites* y *Pneophyllum*. Adey (1970a) observó que algunas especies de *Pseudolithophyllum* pueden producir pequeños tricocitos. Cabioch (1972) registro la ocurrencia de tricocitos en series horizontales tanto en *Porolithon* como en *Neogoniolithon*.

Estudios hechos por Jones y Woelkerling (1984) y Chamberlain (1983) demuestran que los tricocitos están presentes o ausentes en una población dependiendo de las condiciones ambientales a las que están sujetos los taxa.

Woelkerling (1988) circunscribió a *Neogoniolithon* como género en base a las siguientes características: 1) talos no endófitos; 2) la región ventral del talo nunca compuesta por células en empalizada; 3) médula coaxial y 4) haustoria ausente. Sin embargo, Penrose (1992) encontró que las células de la región basal pueden estar arregladas de manera coaxial o no coaxial, además ella menciona que este carácter no puede ser utilizado para separar a *Neogoniolithon* de *Spongites*. Así mismo, el arreglo de los tricocitos, la posición de las tetrasporangias en las cámaras en las cámaras del conceptáculo y la anatomía del techo de la cámara que habían sido considerados como caracteres diagnósticos de *Neogoniolithon* por otros autores (Hamel y Lemoine, 1953, Masaki, 1968, Townsend, 1981, Adey *et al.*, 1982) no fueron considerados taxonómicamente robustos por Woelkerling (1985).

Finalmente, Penrose (1992) consideró a *Neogoniolithon* como un género distintivo por la combinación de los siguientes caracteres: 1) talo no endófito y sin haustoria; 2) talos cuyos filamentos de células ventrales no están dispuestos en empalizada; 3) espermatangios que se

---

desarrollan tanto en el piso como en las paredes de las cámaras espermatangiales y 4) filamentos gonimoblásticos desarrollados dorsalmente desde las células de fusión del piso de la cámara.

### *Spongites*

El género *Spongites* fue establecido por Kützing (1841) para ciertos “nulliporos”, un nombre obsoleto para varias corallinas que aparentemente carecían de poros. Kützing asignó seis especies a este género basándose en colecciones hechas en varias localidades del Mediterráneo y él circunscribió en *Spongites* a aquellos taxa con talos calcáreos protuberantes o globulares, en forma de estalactitas u ocasionalmente dentados, por lo que la descripción original de *Spongites* esta basada solo en características morfológicas externas, (Woelkerling, 1985).

En trabajos subsecuentes, las especies asignadas a *Spongites* fueron transferidas a *Melobesia* (Decaisne, 1842), *Lithothamnion* (Foslie, 1895) y *Paraspora* (Heydrich, 1900). Otros autores como Lemoine (1920), Weber van Bosse (1928), Hamel y Lemoine (1953), Dawson (1960a) y Bressan (1974) adoptaron la propuesta hecha por Foslie (1895) y refirieron los taxa de *Spongites* a *Lithothamnion*, un género caracterizado por tener conceptáculos multiporados y asignado a la subfamilia Melobesioideae. En 1985, Woelkerling examinó el espécimen tipo de *Spongites fruticulosus* Kützing y encontró que este tenía conceptáculos tetrasporangiales uniporados y que este carácter lo ubicaba en la subfamilia Mastophoroideae, por tal motivo él reinstaló a *Spongites* como un género válido.

De acuerdo al estudio realizado por Woelkerling (1985) él circunscribió dentro de *Spongites* a todos aquellos taxa de Corallinaceae que poseen los siguientes caracteres:

Talos no geniculados; médula (hipotalo) multiestratificada, no coaxial y sin células en forma de empalizada; corteza (peritalo) multiestratificada y presente en todo el talo; células de los filamentos contiguos interconectados por fusiones celulares; tricocitos (megacélulas), cuando

---

presentes solitarios o en series verticales y conceptáculos tetrasporangiales uniporados y tetrasporangios desprovistos de tapones en el ápice.

Penrose (1991) en su estudio sobre *Spongites fruticulosus* en el sur de Australia mencionó que en *Spongites* los talos pueden tener de 20 a 50 más células de grosor y que el arreglo de las células en la región ventral variaba de coaxial a no coaxial. Además, indicó que la posición y origen de los espermatangios dentro de los conceptáculos masculinos ha sido considerado como un carácter importante dentro de las coralinas no geniculadas, ya que Lebednik (1978) encontró que estos son formados en el piso y el techo de las cámaras en todos los géneros de la subfamilia Melobesioideae, mientras que en otros géneros de coralinas no articuladas, con dos excepciones, los espermatangios están confinados al piso de la cámara. En *Spongites*, los espermatangios están confinados en el piso de las cámaras espermatangiales y este carácter es utilizado para separar a *Spongites* de *Neogoniolithon*.

### ***Pneophyllum***

El género *Pneophyllum* fue propuesto por Kützing (1843) y se describió con la especie *P. fragile*, ésta fue caracterizada por tener un talo de 2 capas de células, la superior o células corticales (epitalo) eran mucho más pequeñas que las células basales (hipotalo). Este género se distinguió de *Melobesia*, *Lithophyllum* y *Spongites* porque estos últimos tenían muchas capas de células. Por alguna razón el nombre *Pneophyllum* nunca fue utilizado por los coralinólogos contemporáneos de Kützing. Chamberlain (1983) indicó que alrededor de 20 especies de *Pneophyllum* habían sido descritas bajo otros nombres genéricos tales como *Fosliella* M. Howe y *Heteroderma* (Foslie) Foslie. Por otro lado, ella estudió el espécimen tipo de *Pneophyllum*, al cual encontró en buenas condiciones y que además pudo ser asignado sin ningún problema al género descrito por Kützing en 1843.

---

Por cerca de 100 años las coralinas no articuladas cuyo talo estaba constituido por 2-3 (5) células de grueso habían sido apreciadas como géneros distintos de aquellos cuyo talo esta compuesto de numerosas capas de células como *Melobesia* J.V. Lamouroux, *Lithothamnion* o *Lithophyllum* (Heydrich, 1897, Suneson, 1943, Adey, 1970a, Cabioch, 1972,1978, Johansen, 1976, Woelkerling, 1988). Términos tales como “costras delgadas” y “costras gruesas” o “costras simples” y “costras complejas”, que a menudo solo están vagamente definidas, han sido usadas para delimitar a géneros tales como *Fosliella*, *Heteroderma*, *Pneophyllum* o *Melobesia* (Cabioch, 1972, Johansen, 1976).

Dentro de la subfamilia Mastophoroideae, las diferencias en el grosor del talo han sido usadas para delimitar a *Spongites* de *Pneophyllum* (Woelkerling, 1988). Sin embargo, la variabilidad en el grosor del talo de *Pneophyllum fragile* no es único entre las coralinas no geniculadas. Una variabilidad similar ha sido encontrada en *Titanoderma pustulatum* J.V. Lamouroux y otros géneros de la subfamilia Mastophoroideae. Debido a que el carácter de costra “delgada” o “gruesa” puede ocurrir en la misma especie, agrupar a diferentes géneros de coralinas incrustantes bajo este carácter tiene poca significancia taxonómica (Penrose y Woelkerling, 1991).

---

### **3. MÉTODOS**

#### **3.1 Descripción del área de estudio.**

La costa mexicana del Golfo de México y Caribe mexicanos se ubica dentro del Océano Atlántico Occidental entre los 97° 08' y 86° 57' longitud Oeste y 18° 53' y 25° 58' latitud Norte. Tiene una extensión de 2, 756 Km. de longitud (Tamayo, 1990) y se encuentra desde la desembocadura del Río Bravo del Norte, frontera con los Estados Unidos de América hasta la desembocadura del Río Hondo, frontera con Belice.

El área costera comprende la planicie costera y la plataforma continental. En la planicie costera se ubican 6 entidades federativas que localizadas de Norte a Sur son Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Cea Herrera *et al.*, 1990). Geológicamente el Golfo de México es una provincia distributiva, ya que ahí llegan las descargas de los sistemas fluviales continentales. El sistema Grijalva-Usumacinta, junto con el Papaloapan, aportan el 55% de las descargas fluviales en la vertiente Atlántica de México (Toledo Ocampo, 1996). En general se localizan playas bajas arenosas con áreas que presentan afloraciones rocosas cuando las estribaciones de las serranías se aproximan a la costa. Los sedimentos que se acumulan en esta provincia son del tipo de lodos terrígenos, arenas limosas o arenas gruesas.

En general, la plataforma continental es bastante ancha, con mayor desarrollo en la parte Oeste y Norte de la península de Yucatán. La cuenca del Caribe se conforma por una plataforma continental muy estrecha, con sólo 20 Km. frente a Cancún y atenuándose hacia el Sur y en Puerto Morelos, Quintana Roo, prácticamente desaparece. Los sedimentos que se acumulan contienen grandes cantidades de carbonatos de tipo biogénico. En su plataforma se localizan una multitud de bajos que rodean a las islas y arrecifes emergentes (Tamayo, 1990).

---

## **Costa**

Ortiz Pérez y Espinosa Rodríguez (1991) clasifican las costas mexicanas del Golfo de México y Caribe mexicanos con base en el origen, la morfología, la dinámica y la evolución de estos procesos. Esta clasificación incluye cinco tipos de costas las cuales son:

1.- Costas erosivas (rocosas). Se refiere a todas aquellas costas en donde el proceso dominante es el trabajo abrasivo del oleaje esculpiendo la roca firme del litoral. Este tipo de costas son poco frecuentes en esta área de México. Algunos promontorios rocosos o acantilados se presentan en el área volcánica de los Tuxtlas, Veracruz y al Norte de Champotón, Campeche.

2.- Costas abrasivo acumulativas (mixtas). En este caso se presenta una combinación tanto espacial como temporal de formas acumulativas que se intercalan con las erosivas. Por ejemplo, costas rocosas alternando con playas y/o conos detríticos y/o aluviales; entrantes con depósitos de playa alternando con salientes o puntas rocosas. Este tipo de litorales, son poco frecuentes en el área; sin embargo, sobresalen las puntas rocosas que alternan con playas en el estado de Veracruz, particularmente en Punta Villa Rica y Punta el Morro, entre otras.

3.- Costas acumulativas (Playas bajas arenosas). Son playas con un dominio de sedimentación típica. Por ejemplo, campos de dunas y cordones litorales (bermas, líneas de playa antigua). Sobre la línea de costa se observan otros ambientes como islas de barrera, barras y flechas litorales, en bocas, lagunas y esteros. En general este tipo de costas son muy abundantes en los estados de Tamaulipas, Tabasco y Yucatán.

4.- Costas acumulativas (potamogénicas y marismas). Su acumulación se origina de la fuente interior de los ríos y el consecuente depósito se hace a través de humedales, estuarios, deltas, llanuras de inundación, manglares y pantanos marinos. Esta clase de costas es la más frecuente en

---

el área de estudio, ejemplo de ello son las 37 lagunas costeras presentes en esta área (Pica Granados y Pineda-López, 1991). Por su extensión, las más importantes son la Laguna Madre, Laguna de Tamiahua, Laguna de Términos y Laguna de Nichupté.

5.- Costas biogénicas (coralinas). Se refiere a los corales emergentes y a la barrera coralina. Como ejemplo, en el Golfo de México se encuentran principalmente tres grandes áreas de distribución. Una de ellas se localiza frente al Sur de Veracruz para formar el sistema arrecifal Veracruzano, conocido como SAV (Ortega *et al.* 2001). La otra se localiza sobre la plataforma continental cercana a la Península de Yucatán, nombrada como banco o Sonda de Campeche y finalmente, frente a Quintana Roo se localiza el arrecife de barrera más grande del país.

Las localidades insulares presentes en el Golfo de México y Caribe mexicanos comprenden ambientes diversos y particulares, y se encuentran edificadas sobre la plataforma continental, se clasifican en islas, bajos, cayos, islotes y arrecifes. De acuerdo a Islas mexicanas (1987) se han registrado 90 formaciones; sin embargo existen muchas más que no tienen nombre.

A lo largo del litoral se presentan discontinuidades geográficas que conforman afloramientos rocosos, puntas rocosas, playas de arena, estuarios, bocas, desembocaduras, barras, canales de manglar, pequeñas lagunas, lagunas costeras, caletas, bahías, además de sustratos como escolleras de cemento, malecones y otros como unicel y cuerdas de lanchas, donde las algas se desarrollan con éxito. Así mismo, el epifitismo y particularmente las algas flotantes representan una compleja combinación de hábitat en donde se suceden una serie de procesos físicos, químicos e interrelaciones biológicas que hacen del Golfo de México y Caribe mexicanos un gran almacén biológico. Particularmente la temperatura, la salinidad, las mareas y corrientes juegan un papel de enorme importancia en la distribución y zonación de la biota algal (Dawes, 1986).

---

## **Clima**

Un complejo y diverso gradiente climático se presenta en las regiones templadas, cálido húmedas y secas del continente y sus costas. Atraviesa regiones subtropicales de los Estados Unidos de América y México, llega a las regiones tropicales lluviosas del Sureste mexicano (*Aw*, *Am*) y termina con un clima seco (*BSh<sup>f</sup>*) en Yucatán y cálido húmedo en Quintana Roo (García, 1981). Este gradiente climático afecta principalmente la masa de agua superficial.

## **Temperatura y salinidad**

En el verano el calentamiento de las aguas superficiales del Golfo y Caribe alcanza sus niveles máximos. La temperatura en la masa superficial registra un gradiente latitudinal. En esta época las aguas del norte alcanzan 30°C, en la parte central se registran 29.7 °C y en el Sureste 28.9 °C, lo cual corresponde a la categoría de tropical. Los niveles de salinidad oscilan entre 36 y 36.7 %.

En invierno en el área Norooccidental del Golfo de México, la temperatura de las aguas superficiales desciende hasta 19°C; por su parte en la plataforma de Yucatán alcanza 25°C. La salinidad superficial tiene un comportamiento similar al de la temperatura con variaciones entre 3.11 % en el Norte hasta 36.6 % en el Banco de Campeche. Particularmente en las áreas donde desemboca gran cantidad de agua dulce puede modificarse la salinidad de 1 a 10%. Por el contrario, en las áreas de evaporación intensa puede aumentar hasta 42% (Ortega *et al.*, 2001).

## **Corrientes**

Las corrientes juegan un papel decisivo en la circulación, renovación, balance térmico y salino de las masas de aguas superficiales. La corriente de Lazo, junto con los anillos ciclónicos y anticiclónicos, constituye uno de los mecanismos primarios que movilizan y dispersan las masas de agua en el Golfo de México. Cuando la Corriente del Lazo penetra al área Oriental del Golfo,

---

se crean inestabilidades que forman los anillos ciclónicos y anticiclónicos que se desprenden de la corriente y viajan generalmente hacia el Occidente, hasta chocar con la pendiente de la plataforma continental al Este de Tamaulipas. En esta área de colisión, la circulación superficial se divide, una parte corre hacia el Norte y otra hacia el Sur en paralelo a la costa Occidental. Estos flujos permanecen generalmente de 6 a 8 meses. En el Golfo de México y Caribe mexicanos, no se presentan surgencias; sin embargo, en la plataforma de Yucatán se han registrado aguas ricas en nutrimentos (Toledo-Ocampo, 1996).

### **Mareas**

En general, en todas las áreas de las costas mexicanas del Golfo de México y Caribe mexicanos las mareas son diurnas, con oscilaciones no mayores de 30 a 60 cm.; excepto en la Sonda de Campeche, en donde se reportan mareas semidiurnas. En el Caribe mexicano las mareas son mixtas. Particularmente en al Bahía de Chetumal los registros indican una amplitud de marea nula (Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991).

### **3.2 Obtención del material de estudio**

El material estudiado fue recolectado en la costa del Atlántico de México por diversas personas de dos instituciones y en diferentes ambientes entre 1957 y 2005. Se obtuvieron 182 ejemplares procedentes de diversos herbarios (tabla 2). La secuencia de este trabajo fue el siguiente:

#### **Trabajo de campo**

Recolecta de material. Se recolectó material ficológico complementario en varios arrecifes del Sistema Arrecifal Veracruzano en junio de 2004 y abril de 2005. Se visitaron las siguientes zonas: Isla Verde, Isla de Enmedio, Anegada de Adentro y Arrecife La Blanquilla. Se obtuvieron 20

muestras de algas coralinas incrustantes, las cuales se fijaron en una solución de formalina al 5% en agua de mar, se etiquetaron y se trasladaron al laboratorio para su posterior estudio. Los especímenes recolectados se herborizaron colocándolos en cajas de cartón en la cual se depositó una etiqueta con los datos de recolecta, nombre de la especie y fecha de determinación

### **Trabajo de herbario**

Se inició con la revisión bibliográfica sobre el tema y la búsqueda de ejemplares en diferentes herbarios para obtener especímenes e información de los géneros propuestos para este estudio. Los resultados obtenidos en la revisión de herbarios se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2. Herbarios consultados y especímenes obtenidos**

<b>Nacionales</b>		<b>Otros países</b>	
<b>Siglas</b>	<b>Ejemplares obtenidos</b>	<b>Siglas</b>	<b>Ejemplares obtenidos</b>
ENCB	176	TRH	5 (Lectotipos)
IZTA	7	L	2 (Lectotipos)
UAMIZ	0	MICH	0
MEXU	0	US	0
CMMEX	0	LAM	0
<b>TOTAL</b>	<b>183</b>	<b>TOTAL</b>	<b>7</b>

Además del material recolectado se revisaron los lectotipos de *Lithothamnion foslie* y *Goniolithon solubile* procedentes del herbario TRH (Botanisk Ardeling, Museum of Natural History and Archeology of the University of Trondheim) y los ejemplares depositados en el herbario ENCB (Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional) e IZTA (Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Autónoma de México). Los acrónimos utilizados para referirse a los herbarios son los asignados por Holmgren *et.al.* (1990).

---

### **3.3 Procesamiento de la muestras**

Después de haber obtenido los ejemplares para elaborar este estudio, se procedió a procesarlos, primero se llevaron a cabo cuatro técnicas de tinción y de esta forma se determinó cual era la más adecuada para el estudio de estos organismos. Una vez elegida la técnica de tinción y obtenidas las laminillas de los 182 ejemplares se procedió a seleccionar las mejores, con ellas se realizó el análisis microscópico y, finalmente con esta información se eligieron los caracteres que nos permitieran delimitar a los géneros y especies bajo estudio.

### **3.4 Análisis y elección de los caracteres**

Los especímenes obtenidos para realizar el presente estudio, tanto de recolecta como de herbarios fueron 132 y de ellos se obtuvieron 1500 laminillas que se utilizaron para analizar los caracteres anatómicos vegetativos y reproductivos, tratando siempre de obtener cortes con estructuras reproductivas maduras. Después de elegir las laminillas adecuadas se procedió a tomar microfotografías, así como fotografías digitales de los aspectos macroscópicos de los talos y en algunos casos se realizaron esquemas a cámara clara con el fin de obtener la mayor información posible y de esta forma con el mayor número de caracteres describir a los taxa ubicados en este trabajo.

### **3.5 Identificación taxonómica**

La determinación de las especies fue realizada con base a las características observadas en los especímenes revisados en este trabajo, los lectotipos de *Neogoniolithon fosliei* (= *Lithothamnion fosliei* Heydrich) y *N. solubile* (= *Goniolithon solubile* Foslie & Howe), así como de otros estudios de tipo florístico y monográfico. Las obras utilizadas para auxiliarnos en dicha determinación fueron las de Taylor (1960), Dawson (1960a), Masaki (1968), Adey *et al.* (1982), Penrose y Woelkerling (1991), Chamberlain (1993) y Schneider y Searles (1991). Cuando fue

---

posible se compararon las descripciones originales con las obtenidas en el presente estudio. Se elaboró una clave genérica y la clave dicotómica para el género *Neogoniolithon*, ya que *Spongites* y *Pneophyllum* son uniespecíficos.

Para cada especie se presenta información con los siguientes datos: a) Nombre válido, autoridad y referencia de la descripción original; b) localidad tipo y sinonimia; c) descripción detallada de cada especie la que incluye hábito, morfología externa e interna de las estructuras vegetativas y reproductivas, acompañadas de medidas, figuras y hábitat; d) distribución en la costa del Atlántico de México; e) Material examinado al que se incorporará registro de herbario, localidad, nombre de los colectores, fecha de recolecta e información sobre su estadio reproductivo y f) comentarios sobre problemas nomenclaturales o su identificación taxonómica y una discusión acerca de su distribución y presencia en el Golfo de México y Caribe mexicanos.

---

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el presente estudio, así como la respectiva discusión acerca de las técnicas de tinción, elección de los caracteres, claves genéricas, específicas y tratamiento de los géneros *Neogoniolithon*, *Pneophyllum* y *Spongites* presentes en la costa del Atlántico de México.

##### **4.1 Técnicas histológicas usadas para el estudio de las algas coralinas**

El estudio de las algas coralinas, como el de los vegetales en general requiere un conocimiento estructural tanto externo como interno. El primero puede efectuarse a simple vista, mientras que para el segundo es necesario un estudio microscópico, el cual se logra a través de cortes histológicos en preparaciones adecuadas que permitan observar en forma detallada la estructura interna de los talos. Estas observaciones se logran por medio de las técnicas histológicas. Las algas coralinas constituyen un tipo de material biológico de difícil manipulación, pues requieren de un tratamiento previo de descalcificación, aunado a esto, el talo algal después de preservado y seccionado tiene poco contraste al observarse en el microscopio de luz. Por tal motivo, es necesario utilizar alguna técnica de tinción que permita distinguir las características celulares que son necesarias para el trabajo taxonómico (Fragoso-Tejas, 1999).

Algunas de las técnicas de tinción citadas para el estudio de las algas coralinas son: hematoxilina de Delafield (Mason, 1953), permanganato de potasio acuoso (Woelkerling, 1978, Jones y Woelkerling, 1984), hematoxilina de Harris-Erlich y eosina (Johansen, 1970), hematoxilina-fucsina básica (Riosmena-Rodríguez, 1991), hematoxilina-eosina (Riosmena-Rodríguez, 1993), azul de anilina acuoso (Jones y Woelkerling, 1984) y hematoxilina verde luz (Suneson, 1982), entre otros.

---

Sin embargo, en la mayoría de los trabajos no se mencionan los resultados y el porqué de la elección de una técnica en particular (Fragoso-Tejas *et al.*, 1999). Tomando en cuenta la importancia del estudio microtécnico de las algas coralinas por medio de las técnicas de tinción, se consideró revisar cuatro técnicas diferentes para evaluar cual de ellas podría ser la más adecuada en el proceso del estudio histológico de estos organismos.

Las técnicas elegidas fueron azul de anilina y permanganato de potasio acuosos; ya que estos se citan con mucha frecuencia en los estudios realizados por diferentes coralinólogos (Chamberlain, 1983, Penrose y Woelkerling, 1985, 1988, Penrose, 1991, Verheij, 1994). Así mismo se consideraron las técnicas de hematoxilina-eosina y safranina-verde rápido, con el fin de comparar resultados y tiempo empleado en cada técnica. Por otro lado, las pruebas de tinción se realizaron en cuatro diferentes formas de crecimiento de las algas coralinas incrustantes; como son: formas costrosas lisas delgadas, costrosas lisas gruesas, costrosas con protuberancias y costrosas arborescentes o ramificadas, esto último se hizo con el fin de comprobar si todos los talos reaccionaban de igual forma ante el mismo colorante. A continuación se describe la metodología utilizada para realizar estas técnicas así como las modificaciones hechas a la técnica original y los resultados obtenidos para cada tipo de espécimen examinado.

#### **a. Descalcificación**

Este paso se realiza del mismo modo para todos los talos, independientemente de la técnica de tinción que se aplique a ellos. Previo a la descalcificación del material biológico este se rehidrata en formalina al 4 % en agua de mar durante 24 horas, después de esto el material es tratado con HNO<sub>3</sub> 0.6 M, realizándose de 1 a 6 cambios del ácido, esto depende del grosor del talo ya que los talos delgados se descalcifican en unas pocas horas, mientras que los talos ramificados o gruesos tardan de 1 a 7 días para descalcificarse. Cuando los talos están completamente

descalcificados se elimina el ácido lavando los ejemplares con agua destilada en 3 o 4 cambios, cuidando los tejidos ya que estos quedan muy frágiles y suaves, lo cual los hace susceptibles a romperse con facilidad.

### **b. Deshidratación**

Cuando las muestras están descalcificadas se procede a la deshidratación, esta se realiza en 12 cambios de soluciones alcohólicas a diferente porcentaje como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3. Proceso de deshidratación para algas coralinas incrustantes**

<b>COSTRAS DELGADAS LISAS</b>		<b>COSTRAS GRUESAS Y TALOS ARBORESCENTES</b>	
<b>Alcohol etílico</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Alcohol etílico</b>	<b>Tiempo</b>
10 %	30 minutos	10 %	60 minutos
20 %	30 minutos	20 %	60 minutos
30 %	30 minutos	30 %	60 minutos
40 %	30 minutos	40 %	60 minutos
50 %	30 minutos	50 %	60 minutos
60 %	30 minutos	60 %	60 minutos
70 %	30 minutos	70 %	60 minutos
80 %	30 minutos	80 %	60 minutos
90 %	30 minutos	90 %	60 minutos
100 % (3 cambios)	60 minutos (cada cambio)	100 % (3 cambios)	60 minutos (cada cambio)
Se transparenta en xileno (2 cambios)	5 minutos (cada cambio)	Se transparenta en xileno (2 cambios)	15 minutos (cada cambio)

### **c. Inclusión en parafina.**

En este paso, a todos los fragmentos deshidratados y transparentados se les deja el mismo tiempo de inclusión, independientemente de que sean talos costrosos delgados o gruesos y/o

---

ramificados, ya que el tiempo que permanece el material biológico en la parafina hace que la penetración de la misma sea más efectiva. Este proceso se realizó en una estufa eléctrica marca Felisa cuya temperatura se mantuvo siempre constante entre 57-58 °C.

Parafina 54-56° - xileno 1:1                      20-24 horas

Parafina 54-56°                                      12-24 horas

Parafina 56-58°                                      12-24 horas

Inclusión en parafina pura 56-58 °C

#### **d. Corte y Montaje de las muestras**

Después de que las muestras se incluyeron en parafina se procedió a hacer los cortes en un Microtomo Manual de Rotación Marca American Optical. De las costras delgadas se hicieron cortes de 9 µm y las gruesas y/o ramificadas fueron cortadas entre 10-12 µm de grosor.

Se montaron los cortes en portaobjetos con Adhesivo de Riuter (Martoja y Martoja-Pierson, 1970). El procedimiento es el siguiente: se barniza el portaobjetos con el Riuter y se disponen las series de cortes. Estos se colocan en una plancha que se encuentra a 37-40 °C y se dejan ahí hasta que la parafina se extienda y no presente dobleces o arrugas.

Los cortes se desparafinaron en una estufa a una temperatura de 58-60 °C de 12 a 15 horas. Se termina la desparafinación con xileno, en dos cambios de 10 minutos cada uno.

Posteriormente se rehidrató el material con alcohol a diferentes concentraciones: 96%, 85%, 75%, 50% y 30%.

#### **e. Tinción**

El material se tiñó con cuatro diferentes colorantes: azul de anilina acuosa, permanganato de Potasio, safranina-verde rápido y hematoxilina-eosina. En la tabla 4 se indican los resultados obtenidos en cada técnica de tinción.

---

El proceso de tinción dura una semana para las costras lisas y dos semanas para los talos costrosos ramificados o con protuberancias. En las técnicas utilizadas se llevaron a cabo los diferentes cambios de soluciones alcohólicas paulatinamente y con mayor tiempo en cada solución lo que permitió una deshidratación o hidratación más lenta, lo que protege a los tejidos de daño físico por rupturas o quemaduras.

#### **f. Resultados de la Tinción**

En las figuras 17-32 se observan los resultados obtenidos en cada tinción, y se puede constatar que los tejidos de las especies de *Neogoniolithon* y *Spongites* tienen diferente afinidad por los colorantes utilizados en las 4 técnicas. En el caso de la tinción con permanganato de Potasio no se obtuvieron buenos contrastes entre los tejidos (figs. 21, 22, 29), además los tejidos tienden a transparentarse con el paso de los días motivo por el cual esta técnica no fue usada para teñir nuestros ejemplares, ya que uno de los objetivos de este proceso fue obtener preparaciones permanentes que nos permitan observar las características anatómicas y reproductivas de las algas coralinas por varios años y las técnicas de anilina azul, hematoxilina eosina y safranina verde rápido cumplieron con este objetivo.

En el caso de la técnica safranina y verde rápido, esta da buenos resultados (figs. 19, 20, 28) pero es costosa y requiere de más tiempo (4 a 5 horas) para llevar a cabo todo el proceso de tinción. Las técnicas elegidas para este estudio fueron azul de anilina acuosa que se utilizó en los talos costrosos delgados y gruesos ya que estos presentaron una excelente afinidad por este colorante (figs. 23, 30-32), además el tiempo empleado en la tinción fue de dos horas, aunque cabe mencionar que este colorante tiñe tenuemente los tejidos de los talos ramificados (fig. 24). En el caso de los talos con excrecencias y/o protuberancias y los ramificados se usó la técnica de hematoxilina-eosina, ya que fue la tinción con la que se obtuvieron los mejores resultados en cuanto a la diferenciación de los tejidos y las estructuras de reproducción (figs. 17, 18, 25-27).

En la tabla 4 se indica el proceso general para cada técnica, así como las modificaciones realizadas a la técnica original y la afinidad que muestran los tejidos por cada colorante en particular.

**Tabla 4. Resultados de las técnicas de tinción**

**A) Hematoxilina (en alumbre)-Eosina (1% en alcohol al 96%)**

Procedimiento de acuerdo a: <b>Johansen (1940); Sánchez-Rodríguez (1960); Gaviño <i>et al.</i> (1978)</b>	Modificaciones a la técnica original	RESULTADOS			
		Costras delgadas lisas	Costras gruesas lisas	Costras con protuberancias	Talos Ramificados
Se tiñe con hematoxilina de Harris 1 minuto. Viraje en agua. Se deshidrata en alcohol etílico 20, 30, 40, 50, 60 y 70%, 5-10 minutos cada uno.  Se contrasta con eosina y se tiñe 10 minutos.  Lavar con alcohol al 96%. Colocar en alcohol absoluto 5 minutos.  Xileno (10 minutos).  Se monta en bálsamo de Canadá.	Teñir con hematoxilina de Harris 15 minutos. Lavar con agua destilada. Lavar con alcohol ácido, dos veces. Colocar en agua amoniacal por 5 minutos. Lavar en agua destilada (2 minutos).  Teñir con eosina 5 minutos.  Deshidratar con alcohol etílico 96% 5 minutos (3 cambios).  Colocar en xileno, 3 cambios 5 minutos cada uno.  Montar en resina sintética.	Epitalo, estructuras de reproducción, plastos y núcleos en color violeta.  Corteza y médula en tonos rosas muy claros.  Tricocitos poco teñidos.	Epitalo, estructuras de reproducción, plastos y núcleos en color violeta.  Corteza y médula en tonos rosas muy claros.  Tricocitos poco teñidos.	Epitalo, estructuras de reproducción, plastos y núcleos en color violeta.  Corteza y médula en tonos rosas a lilas.  Tricocitos poco teñidos.	Epitalo, estructuras de reproducción, plastos y núcleos en color violeta.  Corteza y médula en tonos rosas a lilas.  Tricocitos muy teñidos.

**B) Safranina (1% en alcohol al 95%)-Verde rápido (0.5% en alcohol y aceite de clavo).**

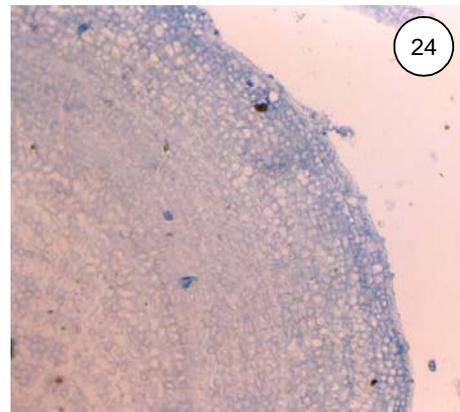
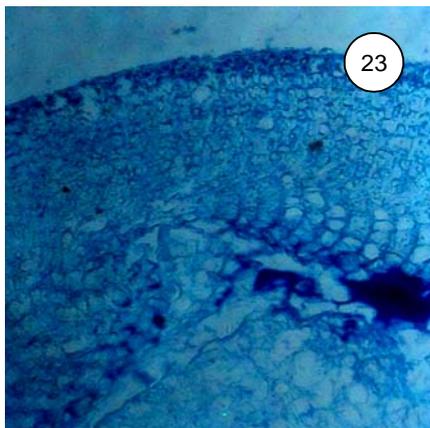
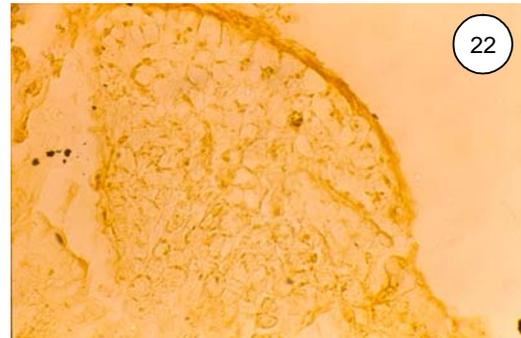
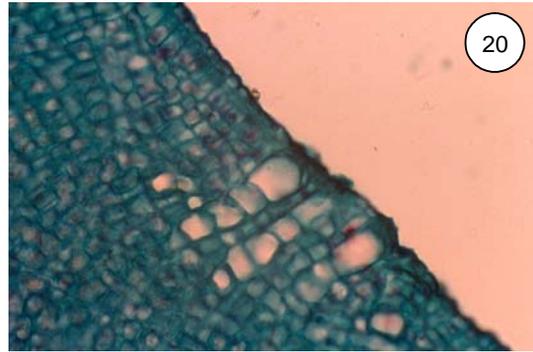
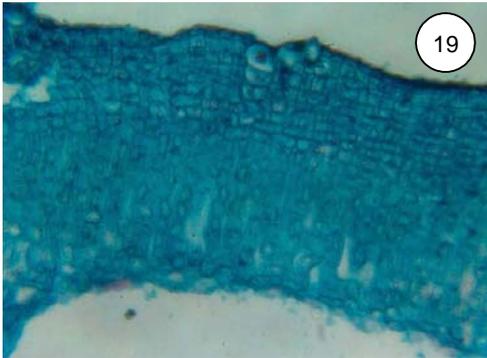
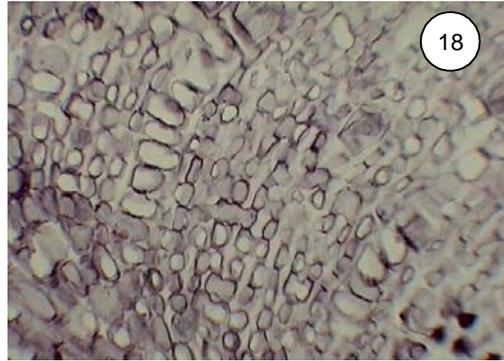
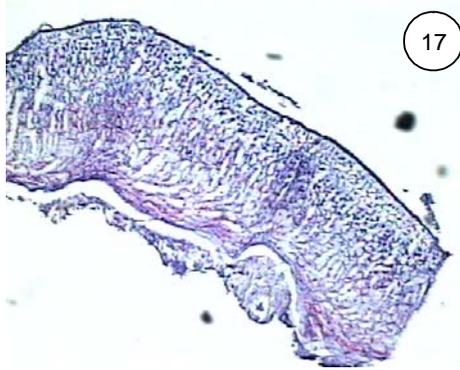
Procedimiento de acuerdo a: (Fragoso-Tejas <i>et al.</i> , 1999)	RESULTADOS				
	Modificaciones a la técnica original	Costras delgadas lisas	Costras gruesas lisas	Costras con protuberancias	Talos Ramificados
<p>Se rehidratan los cortes en alcohol etílico al 100, 95, 70 y 50%, 5 minutos cada uno.</p> <p>Teñir con safranina 1-6 horas.</p> <p>Se lavaron los cortes con alcohol al 50%.</p> <p>Se dejan los cortes en alcohol etílico al 70 % 3 minutos.</p> <p>Se pasan los cortes a alcohol etílico al 96 % 3 minutos.</p> <p>Se tiñe con verde rápido de 30 a 60 minutos.</p> <p>Enjuagar con alcohol al 96%.</p> <p>Cambio a alcohol etílico al 96% de 3 a 4 minutos.</p> <p>Cambio a alcohol etílico al 100% de 3 a 4 minutos.</p> <p>Cambio a xileno de 3 a 4 minutos (2 cambios).</p> <p>Montar en bálsamo de Canadá</p>	<p>Se rehidratan los cortes en alcohol etílico al 100, 96, 85, 70 y 50 %, 10 minutos cada uno.</p> <p>Se tiñó por 2 horas.</p> <p>Las costras delgadas se tiñen de 10 a 15 minutos, las costras con protuberancias y las ramificadas de 30 a 45 minutos.</p> <p>Se contrasta el verde rápido con una solución de aceite de clavo-alcohol-xileno (2:1:1) (2 cambios) de 5 minutos cada uno.</p> <p>Montar en resina sintética.</p>	<p>Epitalo, núcleos y estructuras de reproducción en color rojo.</p> <p>Corteza, médula, paredes celulares y plastos teñidos en color verde.</p>	<p>Epitalo, corteza y médula en color verde.</p> <p>Estructuras de reproducción y primera capa de la médula en color rojo.</p> <p>Núcleos rojos.</p>	<p>Epitalo y núcleos en color rojo.</p> <p>Corteza, médula, paredes celulares y plastos en color verde.</p>	<p>Epitalo y estructuras reproductoras en color rojo.</p> <p>Tricocitos evidentes en color verde.</p> <p>Corteza y médula en color verde.</p> <p>Plastos y paredes celulares teñidos de color verde intenso.</p>

**C) Permanganato de potasio (al 2% en solución acuosa).**

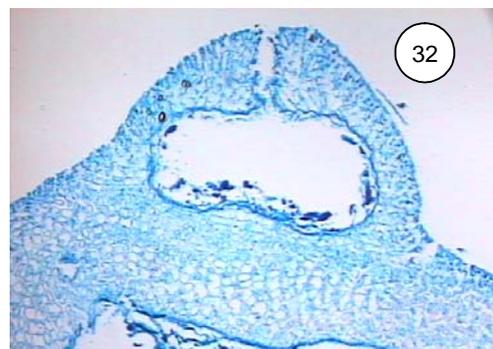
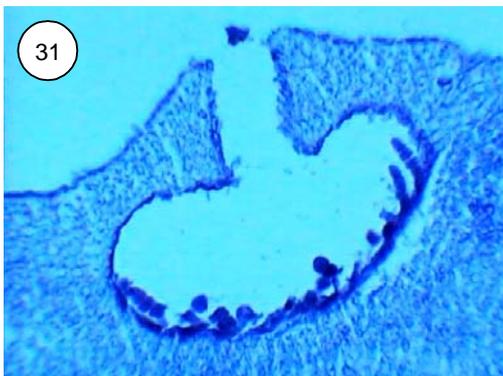
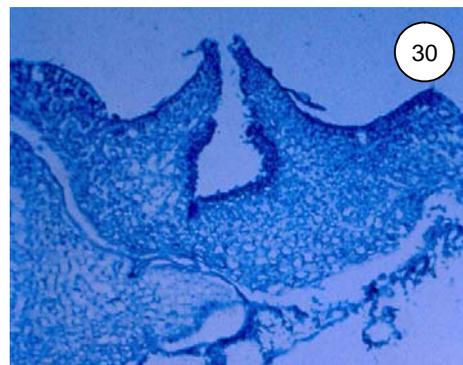
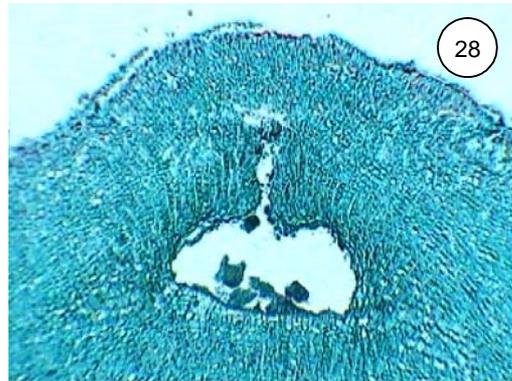
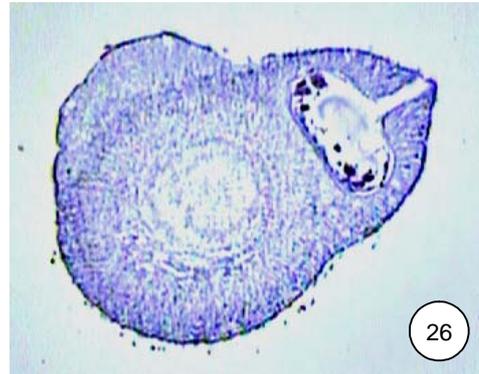
<b>Procedimiento de acuerdo a: (Woelkerling, 1988)</b>	<b>Modificaciones a la técnica original</b>	<b>RESULTADOS</b>			
		<b>Costras delgadas lisas</b>	<b>Costras gruesas lisas</b>	<b>Costras con protuberancias</b>	<b>Talos ramificados</b>
<p>Se rehidratan los cortes en alcohol etílico absoluto, 96, 75, 50 y 30% y agua destilada 10 minutos cada uno.</p> <p>Teñir con permanganato de potasio de 15-30 minutos.</p> <p>Lavar con agua destilada</p> <p>Deshidratar en alcohol al 30, 60 y 90% y alcohol absoluto 5 minutos cada uno.</p> <p>Impregnar con xileno.</p> <p>Montar en bálsamo de Canadá.</p>	<p>Además se incluyó alcohol al 85%.</p> <p>Las costras lisas se tiñeron 10 minutos. Las ramificadas y con protuberancias de 20 a 30 minutos.</p> <p>Lavar en agua destilada.</p> <p>Se montó en miel karo con fenol.</p>	<p>Epitalo y estructuras de reproducción en color café oscuro.</p> <p>Resto del tejido de color amarillo sin una clara diferenciación entre ellos.</p> <p>Plastos en color amarillo.</p>	<p>Epitalo y estructuras de reproducción en color café oscuro.</p> <p>Corteza, médula, plastos y paredes celulares en color amarillo.</p>	<p>Epitalo y estructuras de reproducción en color café oscuro.</p> <p>Corteza, médula, plastos y paredes celulares se tiñen de color amarillo muy claro.</p>	<p>Epitalo y estructuras de reproducción en color café oscuro.</p> <p>Corteza, médula, plastos y paredes celulares teñidas de color amarillo.</p>

**D) Azul de anilina (al 1% acuosa).**

Procedimiento (Searles, com. pers.)	Modificaciones a la técnica original	RESULTADOS			
		Costras delgadas lisas	Costras gruesas lisas	Costras con protuberancias	Talos Ramificados
<p>Se rehidratan los cortes en alcohol etílico absoluto, 96, 85, 75, 50 y 30% y agua destilada 10 minutos cada uno.</p> <p>Se tiñe con azul de anilina durante 3 minutos.</p> <p>Cuando se está tiñendo se agrega HCl 0.1 N para fijar el colorante.</p> <p>Se escurre el exceso de colorante.</p> <p>Se monta en miel karo con fenol y agua destilada a la consistencia deseada.</p>	<p>Costras lisas delgadas y gruesas se tiñen de 20 a 45 minutos.</p> <p>Costras con protuberancias se tiñen de 40 a 60 minutos.</p> <p>Talos ramificados 60 minutos.</p>	<p>Epitalo, núcleos, plastos y estructuras de reproducción en color azul marino.</p> <p>Corteza y paredes celulares en color azul intenso.</p> <p>Médula en color azul claro.</p>	<p>Epitalo, núcleos, plastos y estructuras de reproducción en color azul marino.</p> <p>Corteza y paredes celulares en color azul intenso.</p> <p>Médula en color azul claro.</p>	<p>Epitalo, núcleos, plastos y estructuras de reproducción en color azul claro.</p> <p>Corteza y médula en tonos azules muy claros.</p>	<p>Epitalo, núcleos, plastos y estructuras de reproducción en color azul claro.</p> <p>Corteza y médula en tonos azules muy claros o casi transparente.</p>



Figs. 17-18. Talos teñidos con Hematoxilina-Eosina. Figs. 19-20 Talos teñidos con Safranina-verde rápido. Figs. 21-22. Talos teñidos con Permanganato de Potasio. Figs. 23-24 Talos teñidos con Anilina Azul acuosa.



Figs. 25-27. Talos teñidos con Hematoxilina-Eosina. Fig. 28 Talo teñido con Safranina-verde rápido. Fig. 29. Talo teñido con Permanganato de Potasio. Figs. 30-32 Talos teñidos con Anilina Azul acuosa.

---

## 4.2 Análisis y elección de caracteres para las diagnosis de especies

### Carácter

El término “carácter” dentro de un contexto taxonómico tiene varias definiciones; según Stuessy (1990), la definición de carácter taxonómico es: “Una característica de un organismo que es divisible en al menos dos condiciones o estados”. Jones y Luchsinger (1986) lo definieron como “los caracteres de un organismo son todas aquellas características o atributos que posee el organismo y que pueden ser comparados, medidos, contados, descritos o evaluados de otra manera”, Ross (1974) los definió como “algún atributo característico de un organismo” y Crawson (1970) simplemente sugirió que “carácter es cualquier característica la cual puede ser usada para distinguir un taxón de otro”. Stevens (1980), sugirió que un carácter es cualquier aspecto de un organismo que puede ser examinado; mientras que los estados de carácter son manifestaciones variadas de un carácter en diferentes organismos o taxa.

Por otro lado, existen diferentes tipos de caracteres de acuerdo con la forma en que se manifiestan sus estados. Un estado de carácter es una variante de un carácter y pueden reconocerse caracteres cualitativos y cuantitativos, los primeros son aquellos cuyas variantes son observables pero no se pueden cuantificar. Este tipo de caracteres son la base de la sistemática desde sus inicios hasta nuestros días.

A continuación se hace una breve descripción de los caracteres que tradicionalmente se han utilizado para delimitar las especies de *Neogoniolithon*, así como los que se ubicaron en este estudio y el porque se eligió a cada uno de ellos para elaborar la descripción de cada especie. En la tabla 5 se indican los caracteres y estados de carácter utilizados en este estudio.

---

**a) Forma del talo:**

Estos talos son no geniculados o incrustantes, perennes y pueden estar fijos o ser libres (rodolitos), ser costrosos, laminares, nodulosos, tener protuberancias redondeadas, proyecciones cilíndricas o comprimidas, simples o de una a varias veces ramificadas. Diferentes autores han utilizado las variantes de hábito o forma del talo para determinarlas y clasificarlas (Adey *et.al.*, 1982; Taylor, 1960; Masaki, 1968; Gordon *et.al.*, 1976; Ringeltaube y Harvey, 2000). Foslie y Pilger (Woelkerling, 1988); consideraron que este carácter había sido sobreestimado dado la alta variación intraespecífica que habían observado; este hecho fue corroborado por Lee (1967) y Steneck (1986) quienes señalaron que existe una correlación entre la profundidad y las aguas tranquilas con alta transparencia para que algunas especies presenten protuberancias o ramificaciones; en este caso existen caracteres asociados a estas ramificaciones como altura, diámetro, forma y tipo de ramificación; sin embargo para Woelkerling (1988), la forma, densidad y dimensiones de las protuberancias o ramas son características con un alto grado de variabilidad.

Por otro lado Masaki (1968), consideró el carácter de la forma superficial del talo de las costras, catalogándolas como crecimientos costrosos con o sin excrecencias. Chamberlain (1983) divide a las coralinas incrustantes como simples o complejas, estas últimas son las que tienen talos gruesos epiliticos y denomina costras simples a aquellas delgadas e inconspicuas que tienen hábito epifito. Steneck (1986) menciona que en regiones con oleaje fuerte y continuo las coralinas incrustantes tienden a ser gruesas, no ramificadas o con protuberancias redondeadas, en las regiones tropicales las coralinas están ramificadas (*Lithophyllum* y *Neogoniolithon*) y dominan en las zonas intermareales someras. A pesar de las variaciones que presentan en su morfología externa, varios géneros tienen una predominancia de ciertos estados morfológicos, por ejemplo

---

*Lithothamnion* sp. es ramificado; la mayoría de las especies de *Mesophyllum* son láminas delgadas y todas las especies de *Clathromorphum* son costrosas.

A pesar de la variabilidad que presentan las corallinas incrustantes en la forma del talo algunos autores como Johansen (1981) y Woelkerling (1978, 1988), lo consideran como un elemento para delimitar algunos taxones, por ejemplo *Lithophyllum*, *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Lithothamnion*.

En este estudio las formas de crecimiento encontradas fueron: laminares, costrosos delgados y gruesos; con protuberancias redondeadas y ramificadas. Por lo cual se utilizó este carácter para tratar de delimitar a las especies y corroborar si efectivamente este carácter es útil en nuestro trabajo taxonómico. En el caso de los talos ramificados también se utilizó el tipo de ramificación, el número de veces que se ramifican y la forma de las ramas ya sean cilíndricas o comprimidas.

**b) Apariencia de la superficie del talo:**

Este carácter se relaciona con la forma de crecimiento del espécimen y depende en gran medida del sustrato donde crece y al tipo de oleaje, pastoreo o relaciones con otros organismos. Los estados de este carácter son simples (liso, rugoso o con granulaciones) o complejo (con protuberancias, pero no elevaciones a manera de ejes) Woelkerling (1988) se refiere a este carácter del talo liso o protuberante y al igual que él la mayoría de los autores (Adey *et al.*, 1982, Gordon *et al.*, 1976) solo hacen mención a de la diferenciación en la forma del talo. Aunque este no es un carácter del cual exista un significado delimitativo entre las especies, este se utilizó por haberse observado variaciones en los especímenes revisados en este estudio.

**c) Células de adhesión:**

Se refiere a que existen diferencias anatómicas en las células de la parte basal del talo que se adhieren al sustrato. En las especies del género *Ezo* Adey, Masaki y Akioka, *Kvaleya* Adey y Sperapani y *Lesueuria* Woelkerling y Ducker, unas células se desarrollan a manera de pequeños

---

rizoides y han sido denominadas haustorias por Woelkerling (1988) quién los utilizó como elemento de reconocimiento para estos géneros. Ningún otro autor hace referencia a diferencias entre las células de adhesión.

En este estudio se observaron al menos dos formas diferentes de esas células de adhesión, por lo que este carácter se utilizó para separar a algunas especies de *Neogoniolithon*.

### **Caracteres anatómicos vegetativos.**

#### **d) Construcción del talo:**

El tejido pseudoparenquimatoso de las coralinas está formado por filamentos constituidos de células ovaladas, rectangulares o alargadas, dispuestas paralela o perpendicularmente al sustrato; los filamentos por su origen y arreglo pueden tener dos tipos de construcción: monómera o dímera. En la construcción monómera se distingue un grupo de filamentos que se disponen paralelamente al sustrato, dando lugar a la extensión de la costra, estos son los filamentos basales, medulares o hipotalo, algunos de estos se curvan hacia la superficie para dar origen al grosor de la costra y formar la región media, corteza o peritalo. En la construcción dímera se reconocen dos tipos de filamentos un grupo de ellos dan lugar al sistema postrado y están en contacto con el sustrato (hipotalo) y estos por ramificación dan origen a filamentos erectos (peritalo). Así, mientras que en los talos de construcción monómera, todos los filamentos tienen el mismo origen y el grosor del talo esta dado por los filamentos postrados que se curvan hacia arriba, en los talos de construcción dímera primero se forman los filamentos postrados llamados primigenios y estos dan lugar a los filamentos que engrosaran al talo y que han sido denominados postígenos (Woelkerling, 1988, Fragoso-Tejas, 1999). Lemoine (1911) enfatizó la importancia del carácter monómero o dímero, por considerarlo de tipo ontogenético. Setchell y Mason (1943). Adey (1970a), Woelkerling (1985) y Penrose (1992, 1996) utilizaron este carácter para delimitar a

---

varios géneros como *Tenarea* Bory de Saint Vincent y *Masthophora* Decaisne, por lo cual resulta un carácter delimitativo entre géneros.

En el material revisado se ubicaron las dos tipos de construcciones del talo; en *Neogoniolithon* se encontró talos monómeros y dímeros; en *Pneophyllum* sólo se ubicó la construcción dímera y en *Spongites* la monómera.

**e) Simetría del talo: Dorsiventral y Radial.**

Estos caracteres están relacionados con la construcción del talo. La simetría dorsiventral, se reconoce tanto en talos monómeros como dímeros, dado que en un corte longitudinal radial, se observan diferencias entre el arreglo de los filamentos (forma y posición de las células) de la parte basal y superior del talo. Woelkerling (1988) menciona que la organización radial de las ramas está relacionada con una construcción monómera del talo y es aquella donde los filamentos parten del centro hacia el exterior del talo, pero no se identifica un corazón central de filamentos. En los ejemplares examinados se observó simetría dorsiventral y radial.

**f) Diferenciación del talo: Hipotalo y Peritalo.**

En relación al número de capas y cobertura del talo que ocupa el hipotalo y el peritalo, en la bibliografía no se dan datos precisos sobre este carácter y la información se presenta más bien en términos cualitativos de pocas o varias capas de células.

En este trabajo se encontró que en los especímenes del género *Neogoniolithon* existen variaciones en la cobertura del hipotalo, que en algunos casos es del 50-85% y en otros es menor al 5%, del 5-40% o del 40-60% del grosor total de los talos, por lo que este carácter también fue utilizado para tratar de segregar a los taxa de *Neogoniolithon*.

**g) Presencia y arreglo de los tricocitos (heterocistos o megacélulas):**

Son células de diferente tamaño, potencialmente productoras de un pelo, las cuales se pueden desarrollar en las partes terminales o intercalares de los filamentos primigenios, estas células

---

pueden estar arregladas en hileras horizontales, verticales, en agregados o bien encontrarse aisladas. Este carácter ha sido ampliamente utilizado para segregar géneros (Taylor, 1960, Adey *et al.*, 1982, Woelkerling *et al.*, 1993); pero algunos otros consideran que la presencia de tricocitos está influenciada por las condiciones del medio (Chamberlain, 1983, Jones y Woelkerling, 1984)

En el material de estudio, siempre se encontraron tricocitos en diferentes arreglos; algunas veces escasos o frecuentes. Por lo anterior, se consideró utilizar este carácter para saber si es útil para delimitar a las especies.

#### **h) Tamaño de las células meristemáticas o iniciales:**

Las células meristemáticas pueden ser terminales o intercalares de acuerdo a su posición y pueden alcanzar una talla máxima antes de dividirse, por lo que serían más grandes que las inmediatas anteriores o bien dividirse antes de crecer por lo que serían de la misma talla o más pequeñas que las inmediatas anteriores a las que dan lugar.

No es un carácter de uso amplio en la literatura, pero fue usado por Adey (1970a) para separar *Clathromorphum* y *Phymatolithon* de otros géneros de algas incrustantes. Adey y Johansen (1972) lo utilizaron para separar dos tribus de la subfamilia Melobesioideae y Woelkerling (1988) lo usó con mucha frecuencia aunque él aclaró que era necesario obtener más información sobre este carácter. En la bibliografía no existe ninguna referencia sobre el uso de este carácter para delimitar a los taxa de *Neogoniolithon*, pero al revisar nuestros especímenes si se observaron diferencias por lo cual se propuso este carácter para diferenciar a nuestras especies.

#### **Caracteres anatómicos reproductivos**

Debido a que solo se ubicó una especie para los géneros *Pneophyllum* y *Spongites*, se obvió el desarrollo de los espermatangios en los conceptáculos espermatangiales; por lo que solo se eligieron algunas características de los conceptáculos tetrasporangiales del género *Neogoniolithon* y que son caracteres poco mencionados en la literatura.

---

**i) Conceptáculos embebidos o proyectados:**

Tanto en los talos costrosos, protuberantes o ramificados se observaron diferencias en el lugar donde se desarrollan los conceptáculos tetrasporangiales, estos pueden estar embebidos en el talo o proyectados.

**j) Conceptáculos redondeados, apiculados o mamiliformes:**

Referido a la forma del conceptáculo, este puede ser alargado y adelgazándose hacia el ápice y en este caso es apiculado, también puede tener forma de pequeñas mamas (mamiliforme) o presentar la forma de un domo y en este caso sería redondeado.

**k) Forma de las cámaras tetrasporangiales**

Carácter que no se menciona frecuentemente en la literatura, sin embargo al revisar los especímenes se observa que existen al menos tres formas de las cámaras: elípticas, redondeadas y suborbiculares.

**l) Diámetro de las cámaras tetrasporangiales**

Al realizar las mediciones de las cámaras, se constato que existen diferencias entre los diámetros de estas y aunque en varias especies se solapan estas medidas puede ser un carácter útil para distinguir a los taxa de estos géneros.

**m) Longitud vs. diámetro del canal:**

Se refiere al alargamiento del techo del conceptáculo o en su defecto a la formación de una estructura redondeada, este carácter esta ligado al diámetro de la cámara tetrasporangial. En nuestros especímenes se observó una variación significativa entre la longitud y el diámetro del canal del conceptáculo, motivo por el cual se uso esta característica para delimitar a estos organismos.

---

**n) Disposición de los conceptáculos en los talos ramificados:**

Carácter poco manejado en la literatura y al cual no se ha dado un valor taxonómico importante. Sin embargo, al realizar la revisión de los talos ramificados fértiles se encontró que la disposición de los conceptáculos varía; ya que unos se encontraron apicales o terminales; en el caso de otros ejemplares los conceptáculos estaban dispuestos lateralmente en las ramas embebidos o proyectados y en estos casos eran apiculados, mamiliformes o redondeados.

**m) Presencia/ausencia de tapón esporangial**

Esta estructura tiene forma de tapón y su función es obstruir la salida de las esporas hacia el exterior hasta que éstas están maduras. En general los tapones esporangiales se presentan en especies con conceptáculos multiporados. Sin embargo, Woelkerling (1988) mencionó que en *Choreonema*, cuyas especies tienen conceptáculos uniporados se presentan estas estructuras, así mismo Chamberlain (1993) registró la presencia de tapones esporangiales en *Spongites*. Este carácter tampoco ha sido utilizado para caracterizar a alguna especie de *Neogoniolithon*.

**Otros caracteres utilizados para la delimitación de las especies:**

Existe un conjunto de características morfoanatómicas y reproductivas que aunque han sido consideradas en la literatura (Taylor, 1960, Masaki, 1968, Adey *et al.*, 1982 y Woelkerling, 1988) para la segregación de especies no es muy claro su valor taxonómico. Entre ellas tenemos los siguientes:

Diámetro y altura de las cámaras gamentangiales.

Diámetro de los tetrasporangios, considerando el diámetro y alto de estos.

Dimensiones de los tricocitos (alto y diámetro).

Dimensiones en diámetro y largo de las células del hipotalo y peritalo.

Relación alto-ancho de las células epiteliales y su forma anatómica.

En los ejemplares revisados en este estudio se observó que hubo semejanzas en las dimensiones de las características mencionadas anteriormente por tal motivo, solo fueron utilizadas para la descripción de cada especie.

En la tabla 5 se enlistan los caracteres y estados de carácter elegidos para describir y delimitar a los taxa.

**Tabla 5. Lista de caracteres diagnósticos de los taxa de *Neogoniolithon*.**

<b>CARÁCTER</b>	<b>ESTADO DE CARÁCTER</b>
<b>1. Hábito</b>	a) Costroso b) Laminar c) Verrucoso d) Protuberante e) Ramificado
<b>2. Superficie del talo</b>	a) Rugosa b) Lisa
<b>3. Los talos ramificados</b>	a) Sin porción basal costrosa evidente b) Con una porción basal costrosa evidente
<b>4. Tipo de ramificación de los talos arborescentes</b>	a) Dicotómica b) Irregular c) Dicotómica a tricotómica
<b>5. Número de ramificaciones</b>	a) 1-5 veces b) Más de cinco
<b>6. Forma de las porciones ramificadas</b>	a) Cilíndricas b) Cilíndricas y comprimidas
<b>7. Células de adhesión</b>	a) Alargadas o rectangulares b) Ovaladas
<b>8. Construcción del talo</b>	a) Dímero b) Monómero
<b>9. Simetría del talo</b>	a) Dorsiventral b) Radial c) Dorsiventral y Radial
<b>10. Organización del hipotalo</b>	a) Coaxial b) No Coaxial c) Coaxial y No Coaxial
<b>11. Cobertura total del hipotalo</b>	a) <5% b) 5-40% c) 40-70% d) 50-85%
<b>12. Frecuencia de los tricocitos</b>	a) Raros o escasos b) Frecuentes
<b>13. Disposición de los tricocitos</b>	a) En hileras verticales y/o horizontales b) En hileras verticales, horizontales y en agregados densos c) Aislados
<b>14. Crecimiento de los talos</b>	a) Por célula meristemática inicial b) Por tejido meristemático c) Por tejido y célula meristemática inicial.
<b>15. Células meristemáticas iniciales y elongación celular</b>	a) De igual talla o menores que las inmediatas anteriores b) Más grandes que las inmediatas anteriores
<b>16. Disposición de los conceptáculos en los talos costrosos</b>	a) Embebidos b) Proyectados
<b>17. Forma de los conceptáculos proyectados</b>	a) Redondeados b) Apiculados y/o Mamiliformes
<b>18. Disposición de los conceptáculos en los talos ramificados</b>	a) Laterales b) Apicales

---

<b>19. Forma y disposición de los conceptáculos</b>	a) Embebidos b) Proyectados
<b>20. Forma de los conceptáculos proyectados</b>	a) Redondeados b) Apiculados y/o Mamiliformes
<b>21. Longitud vs. diámetro del canal del conceptáculo</b>	a) 1-3 veces largo/ancho b) 3-7 veces c) 5-10 veces d) 10-12 veces
<b>22. Tapón esporangial</b>	a) Presencia b) Ausencia
<b>23. Forma de las cámaras tetrasporangiales</b>	a) Elíptica b) Elíptica y redondeada c) Elíptica y deprimida-globosa

---

### 4.3 Análisis taxonómico

Al realizar el análisis microscópico de las muestras de los 183 ejemplares procesados se encontró que 50 de ellos no pertenecían a los géneros propuestos en este estudio ya que pertenecen a otros géneros de coralinas incrustantes como *Hydrolithon* (Foslie) Foslie, *Lithoporella* (Foslie) Foslie o *Lithophyllum*. La información completa de estos especímenes se presenta en el anexo 3.

Los resultados obtenidos en el análisis taxonómico nos indican la presencia de 9 especies de *Neogoniolithon* y una especie para *Pneophyllum* y *Spongites*, respectivamente. Todos los ejemplares asignados a estos géneros se encuentran depositados en el herbario ENCB para ser catalogados.

Se presenta una clave genérica para los tres géneros y una clave dicotómica para el género *Neogoniolithon* y los dos géneros restantes son uniespecíficos. Posteriormente se presenta el tratamiento taxonómico para cada género.

---

### Clave Genérica

1. Talos costrosos, epífitos, de construcción dímera, el poro del canal en los conceptáculos tetrasporangiales delineado por células alargadas y orientadas perpendicularmente a la región basal del talo ..... *Pneophyllum*

1. Talos laminares a ramificados, epífitos, epilíticos o de vida libre, construcción del talo monómera o dímera, el poro del canal de los conceptáculos tetrasporangiales delineado por células cortas o alargadas, orientadas más o menos en forma perpendicular a la región basal del talo ..... 2

2. Talos costrosos, no protuberantes ni ramificados, construcción monómera, se forman varios espermacios por espermatangio, los que se desarrollan únicamente en el piso de las cámaras espermatangiales..... *Spongites*

2. Talos laminares, costrosos, protuberantes o ramificados, construcción monómera o dímera, sólo se forman dos espermacios por espermatangio y se desarrollan en el piso, paredes y techo de las cámaras espermatangiales..... *Neogoniolithon*

---

#### 4.4 Tratamiento del género *Neogoniolithon* en el área de estudio

##### **Rhodophyta**

##### **Florideophycideae**

##### **Corallinaceae**

##### **Mastophoroideae**

##### ***Neogoniolithon* Setchell & Mason**

*Proc. Nat. Acad. Sci.* p. 89, 1943

**Sinónimo heterotípico:** *Paragoniolithon* Adey, Townsend & Boykins, 1982:12

**Nombre ilegítimo:** *Goniolithon* Foslie, 1900d:15

**Especie tipo:** *Neogoniolithon fosliei* (Heydrich) Setchell & Mason, 1943:90

**Localidad tipo:** El-Tor, Mar Rojo.

**Lectotipo:** TRH! Heydrich no. 59, *fide* Adey *et al.* (1982:25)

**Etimología:** De la palabra griega *neo* (nuevo) y el nombre genérico *Goniolithon* (*gonia*= angular y *lithon*= piedra).

##### **Diagnosis**

Talos costrosos, lisos, con pequeñas protuberancias o excrescencias, ramificados o arborescentes; perennes, epilíticos o epizoicos fijos al sustrato por células de adhesión o no adheridas y de vida libre como rodolitos, genícula ausente. Estructura pseudoparenquimatosa, organización dorsiventral en la porción costrosa y radial en las porciones ramificadas. Construcción monómera, la cual consiste de un sencillo sistema de filamentos ramificados que en conjunto contribuyen a la formación de un agregado de filamentos situados ventral o centralmente y una región periférica donde algunas partes del agregado de filamentos o sus derivados se curvan hacia la superficie del talo. Células de los filamentos adyacentes unidos por fusiones celulares,

---

conexiones secundarias ausentes, células epiteliales, formando filamentos sobre la superficie del talo, tricocitos presentes o ausentes, si están presentes se observan arreglados en hileras horizontales o verticales. También ocurren solitarios en la superficie del talo o formando densos agregados dentro del talo.

Reproducción vegetativa por fragmentación del talo; gametos, carposporangios, tetrasporangios y biesporangios en conceptáculos uniporados; gametos y carposporangios formados en talos diferentes de aquellos que producen tetrasporangios o biesporangios.

**Clave dicotómica para el género *Neogoniolithon* en el área de estudio.**

1. Talos con construcción dímera..... *N. caribaeum*
1. Talos con construcción monómera..... 2
2. Hipotalo coaxial, este ocupa del 50-85% del grosor total del talo..... *N. fosliei*
2. Hipotalo coaxial o no coaxial, que constituye del 10-80% del grosor total del talo..... 3
3. Talos con simetría dorsiventral, costrosos o verrugosos, hipotalo no coaxial que ocupa del 10-60% del grosor total de los talos..... 4
3. Talos con simetría radial, ramificados, hipotalo coaxial, raramente no coaxial y que ocupa del 50-80% total del grosor del talo..... 7
4. Talos costrosos, el hipotalo contribuye con el 10-40% al grosor total del talo, célula meristemática inicial del mismo tamaño que las células inmediatas anteriores..... 5
4. Talos costrosos o verrucosos, el hipotalo ocupa del 40-60% del grosor total del talo, célula meristemática inicial de menor tamaño o más grande que las células inmediatas anteriores..... 6

- 
5. Talos costrosos, el hipotalo ocupa del 10-35% del grosor del talo, cámaras tetrasporangiales de 220-240  $\mu\text{m}$  de diámetro , el canal del conceptáculo con tapón esporangial.....*N. accretum*
5. Talos costrosos, el hipotalo ocupa del 10-40% del grosor total del talo; cámaras tetrasporangiales de 400-900 $\mu\text{m}$  de diámetro, el canal del conceptáculo sin tapón esporangial..... *N. propinquum*
- 6 Talos verrucosos, el hipotalo contribuye con el 50-60% del grosor del talo, las cámaras de los conceptáculos tetrasporangiales 350-450  $\mu\text{m}$  de diámetro, la célula meristemática inicial más grande que las inmediatas anteriores..... *N. affine*
6. Talos costrosos, el hipotalo contribuye con el 40-60 % del grosor del talo, cámaras de los conceptáculos tetrasporangiales 170-200 $\mu\text{m}$  de diámetro, la célula meristemática inicial de menor tamaño que las células inmediatas anteriores..... *N. erosum*
7. Talos con una porción basal costrosa evidente, ramificación dicotómica a tricotómica, conceptáculos apicales..... *N. trichotomum*
7. Talos sin una porción basal costrosa evidentes, ramificación dicotómica o irregular, conceptáculos laterales..... 8
8. Talos generalmente libres, ramificación irregular, laxa, ramas cilíndricas y adelgazadas hacia los ápices, nunca anastomosadas, cámaras tetrasporangiales de 500-700  $\mu\text{m}$  de diámetro..... *N. spectabile*
8. Talos generalmente fijos a un sustrato, ramificación dicotómica, densa, ramas cilíndricas a comprimidas, en ocasiones anastomosadas, cámaras tetrasporangiales de 800-1000 $\mu\text{m}$  de diámetro..... *N. strictum*

---

## Redescripción de las especies

*Neogoniolithon accretum* (Foslie & M. Howe) Setchell & Mason

*Proc. Nat. Acad. Sci.* p. 90, 1943

**Basónimo:** *Goniolithon accretum* Foslie & M. Howe, 1906:131-132, Pl. 85:Fig. 2; Pl. 91

**Holotipo:** NY! M.A. Howe no. 2920a, 30-03-1904

**Localidad Tipo:** Sand Key, Florida, USA.

**Figuras 33-44, 158**

**Hábito:** Talo costroso liso, fuertemente adherido al sustrato de 300-500  $\mu\text{m}$  de grueso, las costras son de tamaño y forma indefinida ya que siguen el contorno del sustrato y no se superponen entre ellas.

**Estructuras vegetativas:** Talo fijo al sustrato por células de adhesión de forma alargada. Organización dorsiventral, construcción monómera; el hipotalo es monómero y constituye del 10 al 35% del grosor total, la célula meristemática inicial es del mismo tamaño que las inmediatas anteriores. Las células del hipotalo de 15-17.5  $\mu\text{m}$  diámetro y 25-35  $\mu\text{m}$  de longitud, los filamentos del hipotalo dispuestos paralelamente al sustrato y estos se curvan para formar el peritalo, las células del peritalo miden 10-12.5  $\mu\text{m}$  de diámetro y 12.5 a 15.0  $\mu\text{m}$  de longitud; en el hipotalo y peritalo se encuentran numerosas fusiones celulares. Epitalo monostromático, células de forma ovalada y de 5.0-7.5  $\mu\text{m}$  alto y 12.5-15.0  $\mu\text{m}$  de ancho.

Tricocitos aislados o en hileras verticales, superficiales o en el peritalo, individualmente los tricocitos miden de 25-30  $\mu\text{m}$  en diámetro y 30-45.0  $\mu\text{m}$  de longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales esparcidos sobre el talo, proyectados y redondeados o apiculados, cámaras sin columela y de 220-400  $\mu\text{m}$  de diámetro y 100-120  $\mu\text{m}$  de alto, el canal de 100-350  $\mu\text{m}$  de largo y 30-50  $\mu\text{m}$  de diámetro con tapón

---

esporangial. Tetrasporangios de 30-50  $\mu\text{m}$  de diámetro 80-112  $\mu\text{m}$  de longitud, dispuestos en el piso y periferia de la cámara y como característica particular se encuentran envueltos en membranas.

Conceptáculos espermatangiales esparcidos en el talo, proyectados y apiculados, las cámaras de 210-230  $\mu\text{m}$  de diámetro y 60-70  $\mu\text{m}$  de alto, espermatangios simples que se desarrollan en el piso, paredes y techo de las cámaras, espermacios de forma ovoide de 2.0  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Conceptáculos carposporangiales proyectados, redondeados y más frecuentes que los masculinos, las cámaras sin columnela y de 480-510  $\mu\text{m}$  de diámetro y 180-200  $\mu\text{m}$  de alto, el canal de 350-400  $\mu\text{m}$  de largo. Los carposporangios se desarrollan en el piso de la cámara y miden 50-60  $\mu\text{m}$  diámetro y 80-90  $\mu\text{m}$  de largo.

**Hábitat:** Sobre rocas en pozas intermareales y en el intermareal expuesto

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:**

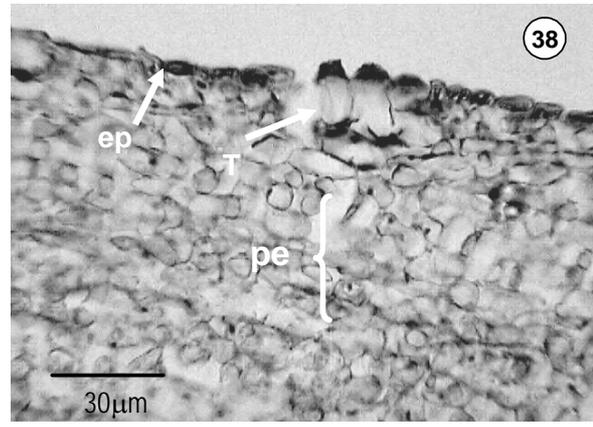
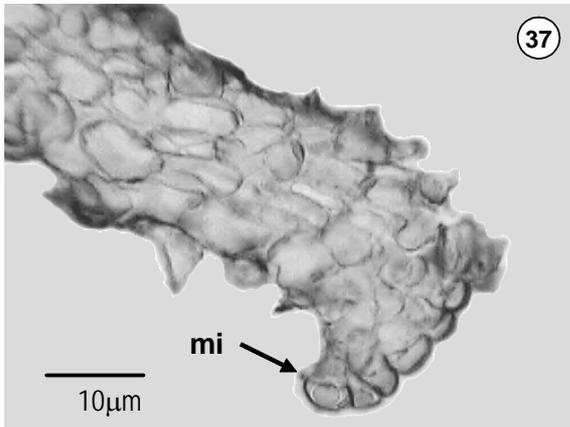
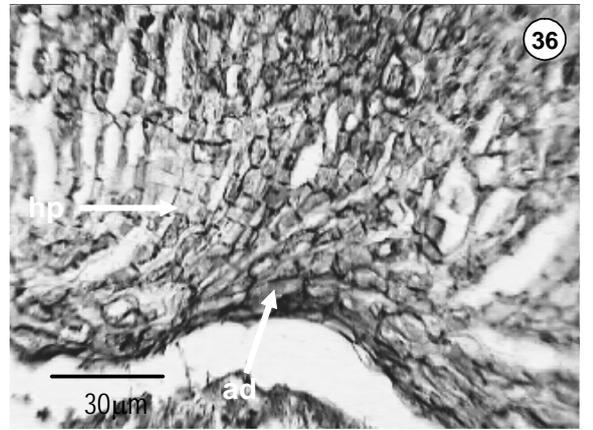
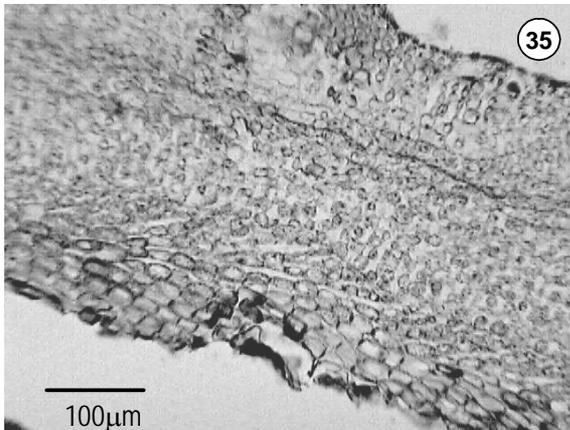
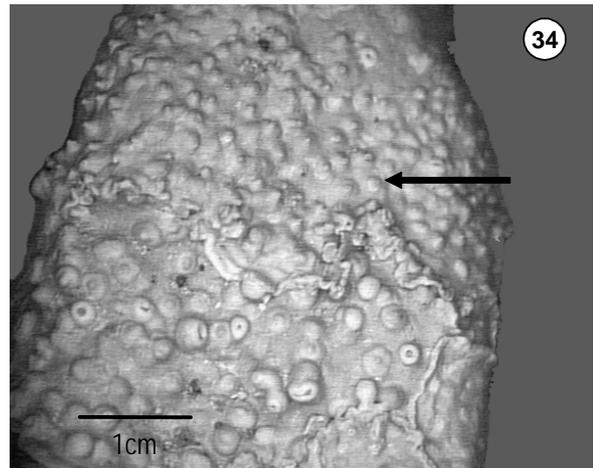
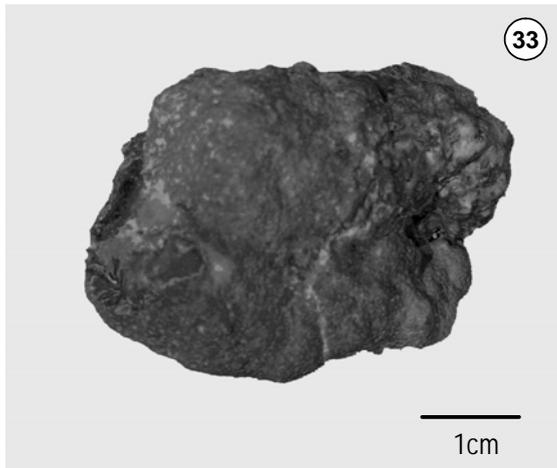
Veracruz: Isla Santiaguillo (Mendoza-González y Mateo-Cid, 1985:15)

Quintana Roo: Isla Cozumel (Huerta *et.al.*, 1987:44-45; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991:70).

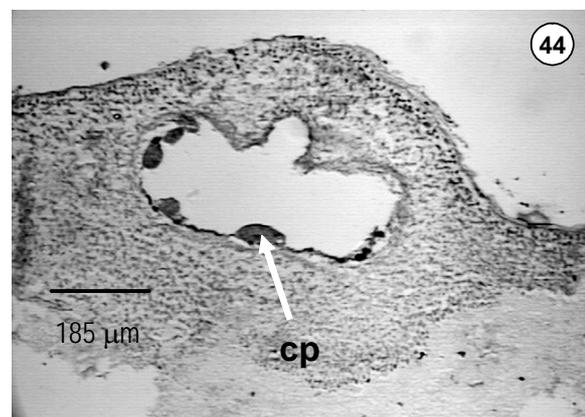
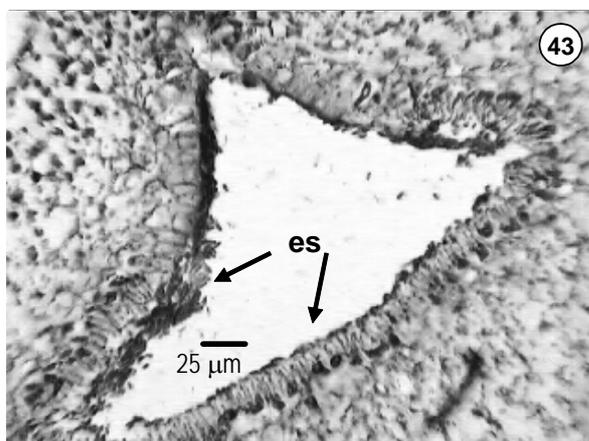
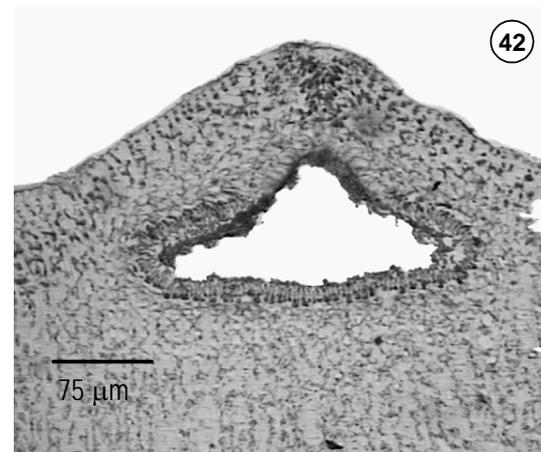
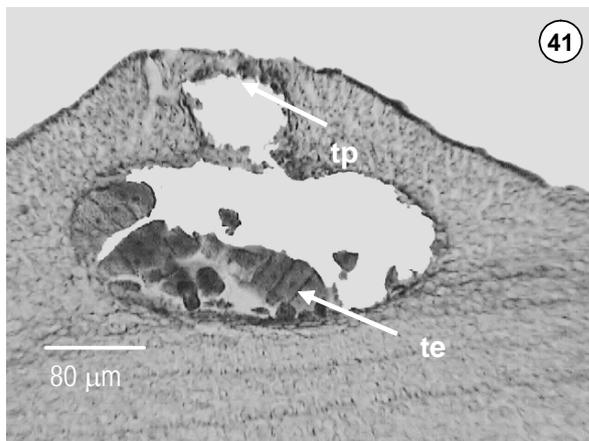
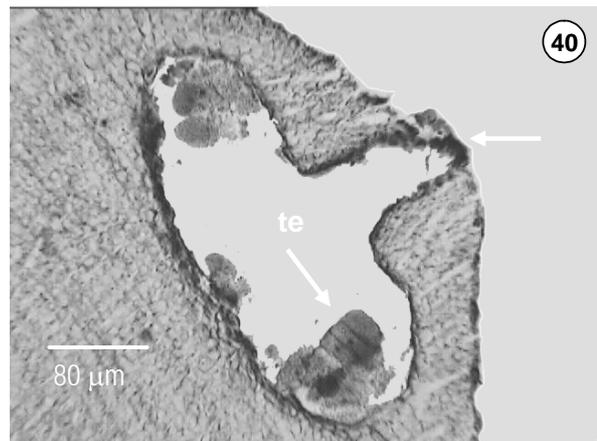
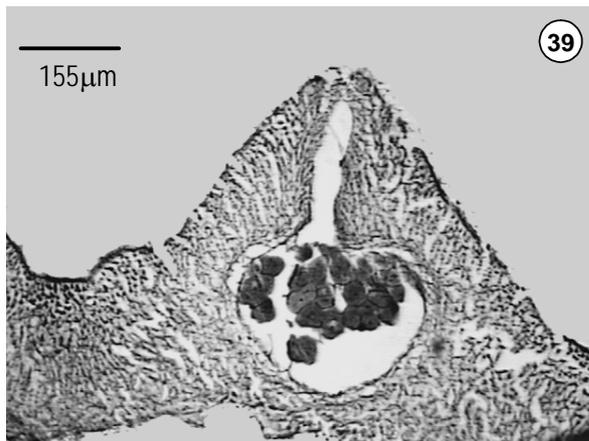
**Material Examinado:** Anegada de Adentro ( $\oplus$ ), L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 08-07-2004; Arrecife Alacranes, Isla Pérez ( $\oplus$ ,  $\sigma^{\text{♂}}$ ), L. Huerta Múzquiz y L.E. Mateo Cid, 15-10-1985; Isla Desertora ( $\text{♀}$  y  $\sigma^{\text{♂}}$ ), L. Huerta Múzquiz y L.E. Mateo Cid, 15-10-1985; Isla Mujeres (cerca parte sureste) ( $\oplus$ ,  $\sigma^{\text{♂}}$ ); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 14-09-1985; Isla Cozumel (recorrido del muelle hacia el sur de la isla) ( $\text{♀}$  y  $\sigma^{\text{♂}}$ ); Col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 14-09-1993.

---

**Comentarios:** Esta especie fue descrita por Foslie y Howe en 1906, la descripción se basó en ejemplares colectados en Florida y Bahamas, ellos indicaron que el grosor del talo era 80-340  $\mu\text{m}$  de grueso y de 1-3 mm en los talos más viejos, también incluyeron medidas de las células del hipotalo y peritalo así como de los tricocitos. Aunque mencionan el diámetro de los conceptáculos de 300-400  $\mu\text{m}$ , ellos no aclararon si era tetrasporangial o carposporangial. En la figura que ilustra a su especie se observa que el talo tiene una construcción monómera y el hipotalo no cubre una proporción significativa del grosor del talo. Masaki (1968) cita a esta especie en varias localidades del Japón y menciona que sus especímenes son parecidos a los descritos por Foslie y Howe (1906). En general, las características observadas en nuestros especímenes son similares a aquellas descritas por Foslie (1906) y Masaki (1968).



Figs. 33-38. *Neogoniolithon accretum*. Fig. 33. Aspecto general del talo. Fig. 34. Detalle de los conceptáculos tetrasporangiales. Fig. 35. Sección transversal del talo con construcción monómera. Fig. 36. Detalle de las células de adhesión (ad) e hipotaliales (hp). Fig. 37. Célula meristemática inicial (mi). Fig. 38. Tricocitos en series (T) y células del peritalo (pe) y epitalo (ep).



Figs. 39-44. Cortes transversales de *Neogoniolithon accretum*.

Fig. 39. Conceptáculos tetrasporangiales. Figs. 40-41. Detalle de conceptáculos tetrasporangiales, canal con tapón esporangial (tp) y tetrasporangios zonados (te). Fig. 42. Conceptáculo espermatangial. Fig. 43. Detalle de los espermatangios con espermacios (es) formados en piso y techo de la cámara. Fig. 44. Conceptáculo carposporangial con carposporangios (cp)

---

*Neogoniolithon affine* (Foslie & Howe) Setchell & Mason

*Proc. Nat. Acad. Sci.* p. 91, 1943

**Basónimo:** *Goniolithon affine* Foslie & M. Howe in Foslie, 1907:22-23.

**Holotipo:** TRH! M.A. Howe no. 4234 04-03-1906

**Localidad Tipo:** Culebra, Puerto Rico.

**Figuras 45-50, 159**

**Hábito:** Talo costroso verrugoso, fuertemente adherido al sustrato de 0.8-3.0 mm de grueso; el talo sigue el contorno del sustrato, márgenes lobados.

**Estructuras vegetativas:** Simetría del talo dorsiventral, construcción monómera, células de adhesión de forma alargada, las células meristemáticas iniciales del mismo tamaño o más pequeñas al de las inmediatas anteriores. El hipotalo contribuye con el 50-60% de la cobertura del grosor del talo; las células miden de 20-30  $\mu\text{m}$  longitud y 12-15  $\mu\text{m}$  diámetro, los filamentos del hipotalo son paralelos al sustrato y se curvan hacia la superficie para formar el peritalo, las células de esta región miden 12.5-17.5  $\mu\text{m}$  de longitud y 12.5-15  $\mu\text{m}$  diámetro. Las fusiones celulares ocurren con frecuencia tanto en el hipotalo como en el peritalo. Epitalo monostromático, células oblongas de 10-12.5  $\mu\text{m}$  ancho y 5-7.5  $\mu\text{m}$  alto. Tricocitos superficiales, escasos, estos miden 25-30  $\mu\text{m}$  en diámetro y 40-50  $\mu\text{m}$  de longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales embebidos, proyectados y redondeados sin tapón, cámaras tetrasporangiales sin columela y de 350-450  $\mu\text{m}$  diámetro y 130-160  $\mu\text{m}$  alto, canal de 150-170  $\mu\text{m}$  longitud y 40-50  $\mu\text{m}$  diámetro sin tapón esporangial. Tetrasporangios de 30-40  $\mu\text{m}$  diámetro y 75-85  $\mu\text{m}$  longitud, dispuestos sobre el piso y periferia de la cámara.

---

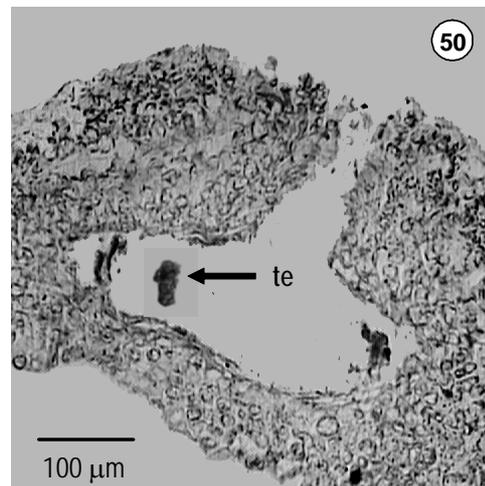
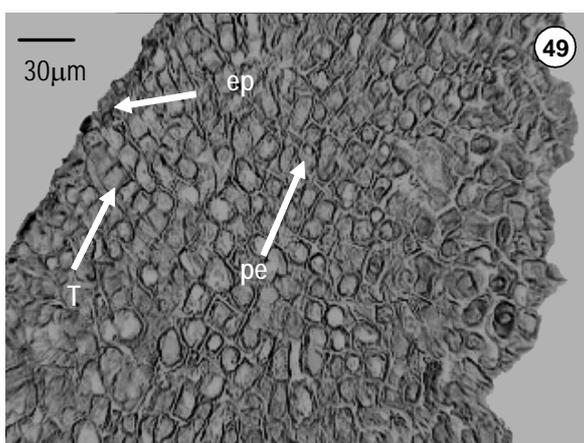
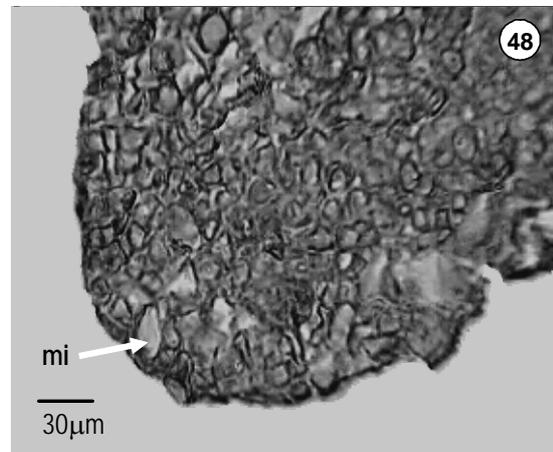
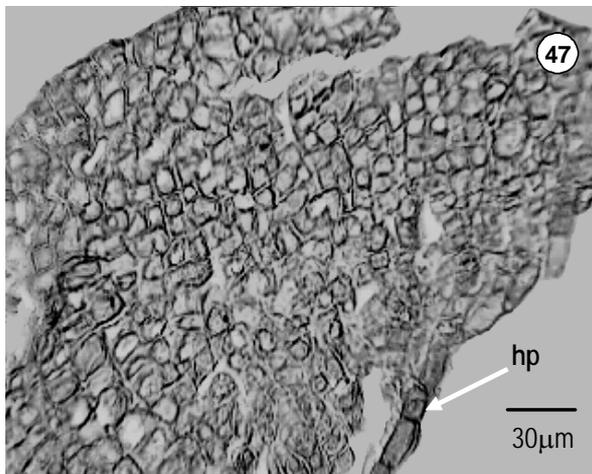
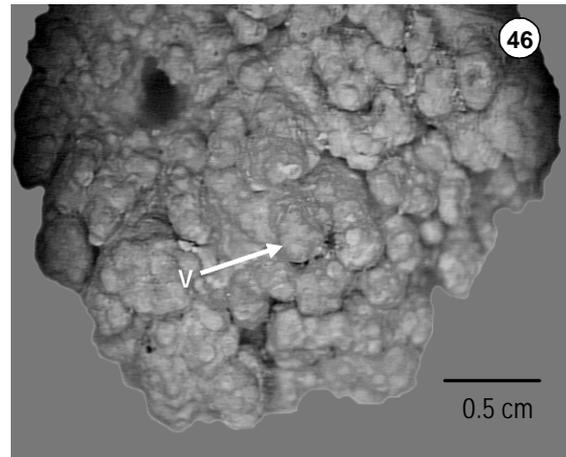
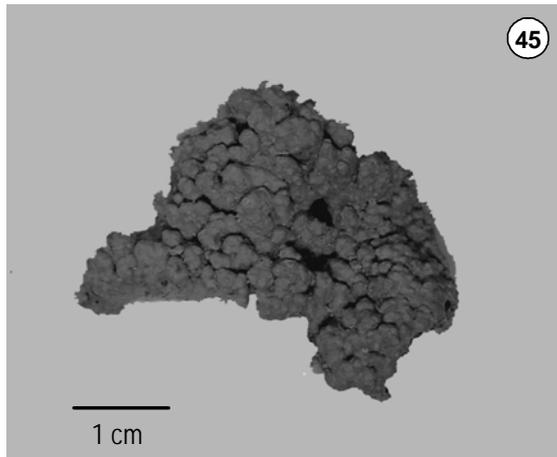
**Hábitat:** Crece sobre rocas, en el intermareal expuesto.

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:**

Quintana Roo: Isla Mujeres, extremo norte (Mendoza-González y Mateo-Cid, 1992:48); Isla Cozumel: recorrido hacia el sur (Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991:70).

**Material Examinado:** Isla Mujeres (extremo norte) (⊕), col. A.C. Mendoza González y L.E. Mateo Cid, 12-06-1985; Isla Cozumel (recorrido del muelle al sur) (⊕), A.C. Mendoza González y L.E. Mateo Cid, 6-06-1984.

**Comentarios:** En la descripción original de la especie (Foslie, 1907) solo se mencionan datos acerca del grosor del talo y de las células hipotaliales y peritaliales así como de los conceptáculos y los tetrasporangios, pero no son elementos suficientes para hacer la comparación de nuestros especímenes con la descripción original. Taylor (1960) menciona que los talos de *N. affine* son verrugosos y las dimensiones de los conceptáculos tetrasporangiales son semejantes a las de nuestros ejemplares, por lo que se asignó el epíteto de *N. affine* a los ejemplares mexicanos.



Figs. 45-50. *Neogoniolithon affine*. Fig. 45. Aspecto general del talo. Fig. 46. Detalle de las proyecciones verrugosas (v) del talo. Fig. 47. Construcción monómera del talo con hipotalo (hp) multiestratificado. Fig. 48. Detalle de la célula inicial (mi) Fig. 49. Tricocitos (T) en hileras verticales, epitalo (ep) y peritalo (pe). Fig. 50. Conceptáculo tetrasporangial y tetrasporangios (te).

---

***Neogoniolithon caribaeum*** (Foslie) Adey

*Det. Kong. N. Vidensk. Selsk. Sk. p. 8, 1970b*

**Basónimo:** *Lithophyllum decipiens* (Foslie) Foslie, 1906:18 ('*caribaea*')

**Lectotipo:** TRH! (*fide* Adey in Adey & Lebednik 1967:14) F. Boergesen 01-1892

**Localidad tipo:** St. Thomas Harbour, Islas Vírgenes

**Sinónimos heterotípicos:** *Lithophyllum caribaeum* (Foslie) Foslie, 1907:22

*Heteroderma caribaeum* (Foslie) Segonzac, 1984:101

**Figuras 51-56,160**

**Hábito:** Talo costroso, liso, fuertemente adherido al sustrato de 120-150  $\mu\text{m}$  de grueso, las costras siguen el contorno del sustrato y no se superponen entre ellas.

**Estructuras vegetativas:** Construcción del talo dímera, la célula meristemática más grande que las inmediatas anteriores. Hipotalo de una capa de células cuadradas a alargadas de 12.5-15  $\mu\text{m}$  diámetro y 12-22.5  $\mu\text{m}$  de alto; el peritalo con fusiones celulares frecuentes; las células de 9-12  $\mu\text{m}$  diámetro y 12-17.5  $\mu\text{m}$  alto. Epitalo monostromático; células alargadas a oblongas de 5-7.5  $\mu\text{m}$  alto y 10-12.5  $\mu\text{m}$  ancho. Tricocitos en series verticales y horizontales, muy frecuentes en el talo, miden 15-22.5  $\mu\text{m}$  diámetro y 22.5-50  $\mu\text{m}$  longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos carposporangiales proyectados y redondeados, cámaras sin columela y de 350-400  $\mu\text{m}$  diámetro y 150-170  $\mu\text{m}$  alto, canal de 150-180  $\mu\text{m}$  longitud y 30-50  $\mu\text{m}$  diámetro sin tapón esporangial. Carposporangios de 35-40  $\mu\text{m}$  diámetro y 50-80  $\mu\text{m}$  longitud. Conceptáculos tetrasporangiales y espermatangiales no observados.

**Hábitat:** Sobre guijarros, intermareal protegido 0.5-1.0 m de profundidad.

---

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:** Este estudio

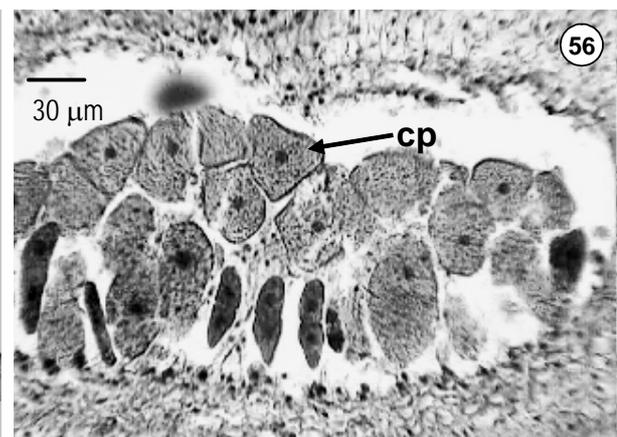
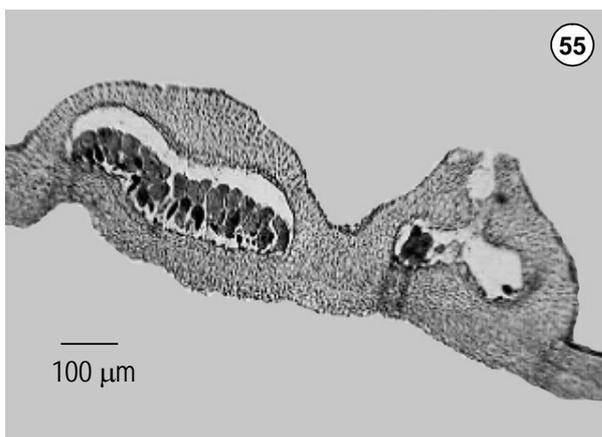
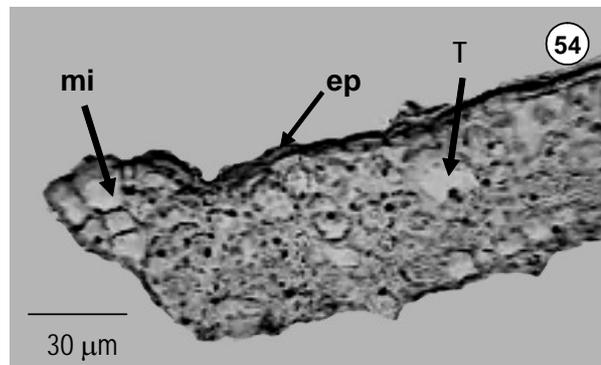
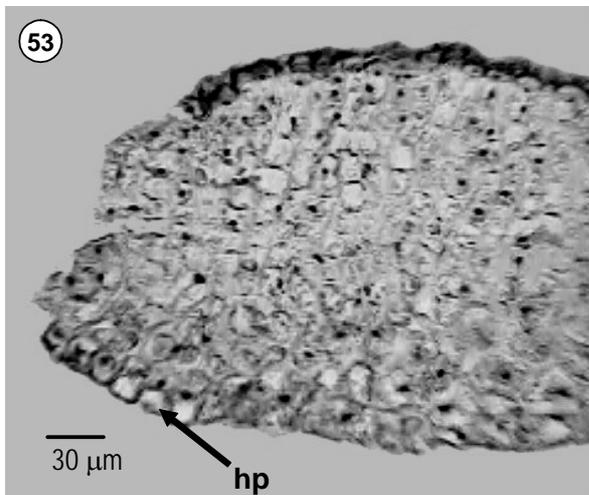
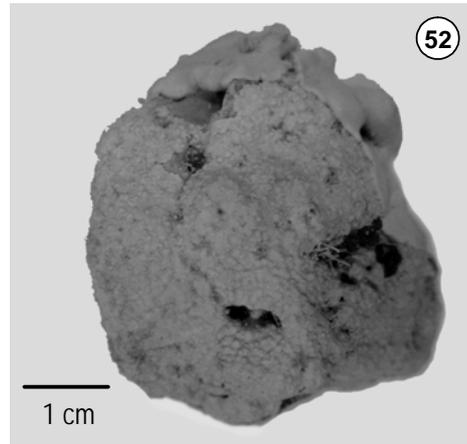
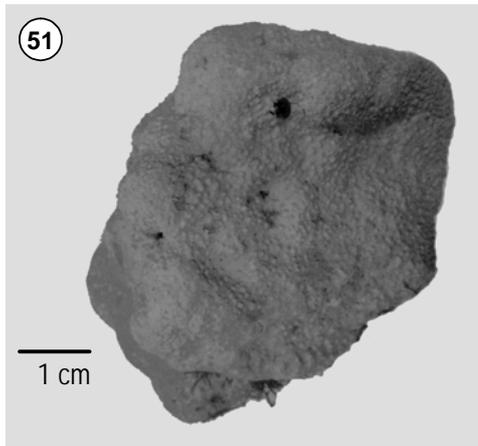
Veracruz: Anegada de Adentro

Quintana Roo: Isla Cozumel, recorrido

**Material Examinado:** Anegada de Adentro (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 08-07-2004; Isla Cozumel, recorrido (⊕), col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 10-09-1985.

**Comentarios:** Este es el primer registro de esta especie para México y es el único taxa de *Neogoniolithon* que presenta una construcción del talo dímera. Es importante mencionar que nuestros especímenes difieren en algunas características con aquellos que han sido descritos para el Océano Índico por Krishnamurthy y Jayagopal (1985); la más importante es el grosor del talo además de que no se menciona la presencia de tricocitos. En el material del Indico no se observaron los gametofitos con conceptáculos carposporangiales.

Dado que la descripción original de Foslie (1906), es poco precisa es necesario analizar el espécimen tipo de *N. caribaeum* con el fin de corroborar si el epíteto asignado a nuestros ejemplares es el correcto.



Figs. 51-56. *Neogoniolithon caribaeum*. Fig. 51-52. Aspecto general del talo costroso, liso. Fig. 53. Sección transversal del talo con construcción dímica e hipotalo (hp) monoestratificado. Fig. 54 Detalle de la célula inicial en división (mi), tricocitos (T) y epitalo (ep). Fig. 55. Aspecto general de dos conceptáculos carposporangiales. Fig. 56. Detalle de los carposporangios (cp).

---

*Neogoniolithon erosum* (Foslie) Adey

*Det. Kong. N. Videns. Selsk. Sk.* p. 80, 1970b

**Basónimo:** *Lithophyllum erosum* Foslie, 1906:20

**Holotipo:** TRH! F. Boergesen, 1905-1906

**Localidad tipo:** Magenbay, St. Thomas Island, Islands Virgins, USA.

**Figuras 57-67, 161**

**Hábito:** Talo costroso, liso, fuertemente adherido al sustrato; márgenes lobados, costras confluentes de 80-120  $\mu\text{m}$  de grueso.

**Estructuras vegetativas:** Simetría del talo dorsiventral, construcción del talo monómera, hipotalo monómero y ocupa del 40-60 % del grosor total, células de adhesión de forma alargada, célula meristemática inicial mas pequeña que las inmediatas anteriores. Células del hipotalo de 12-14  $\mu\text{m}$  diámetro y 15-17.5  $\mu\text{m}$  longitud; las del peritalo de 9-12  $\mu\text{m}$  diámetro y 10-12  $\mu\text{m}$  longitud; ambas regiones con fusiones celulares. Epitalo monostromático, las células ovaladas de 7.5-8.5  $\mu\text{m}$  alto y 10-12.5  $\mu\text{m}$  ancho. Tricocitos aislados pero frecuentes en el tejido, estos miden 17.5-20  $\mu\text{m}$  diámetro y 25-30  $\mu\text{m}$  alto.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales esparcidos, proyectados no apiculados, cámaras sin columela y de 170-200  $\mu\text{m}$  de diámetro y 120-130  $\mu\text{m}$  alto; canal de 80-100  $\mu\text{m}$  alto y 35-40  $\mu\text{m}$  diámetro, sin tapón esporangial. Tetrasporangios de 30-40  $\mu\text{m}$  diámetro y 70-92.5  $\mu\text{m}$  longitud. Conceptáculos espermatangiales uniporados, esparcidos, proyectados no apiculados; cámaras de 160-170  $\mu\text{m}$  diámetro y 180-190  $\mu\text{m}$  alto, el canal de 70-80  $\mu\text{m}$  longitud y 30  $\mu\text{m}$  diámetro, espermatangios desarrollándose en el piso, paredes y techo de las cámaras, los

---

espermacios simples, alargados de 2.0  $\mu\text{m}$  diámetro y 5.0  $\mu\text{m}$  longitud. Conceptáculos carposporangiales no observados

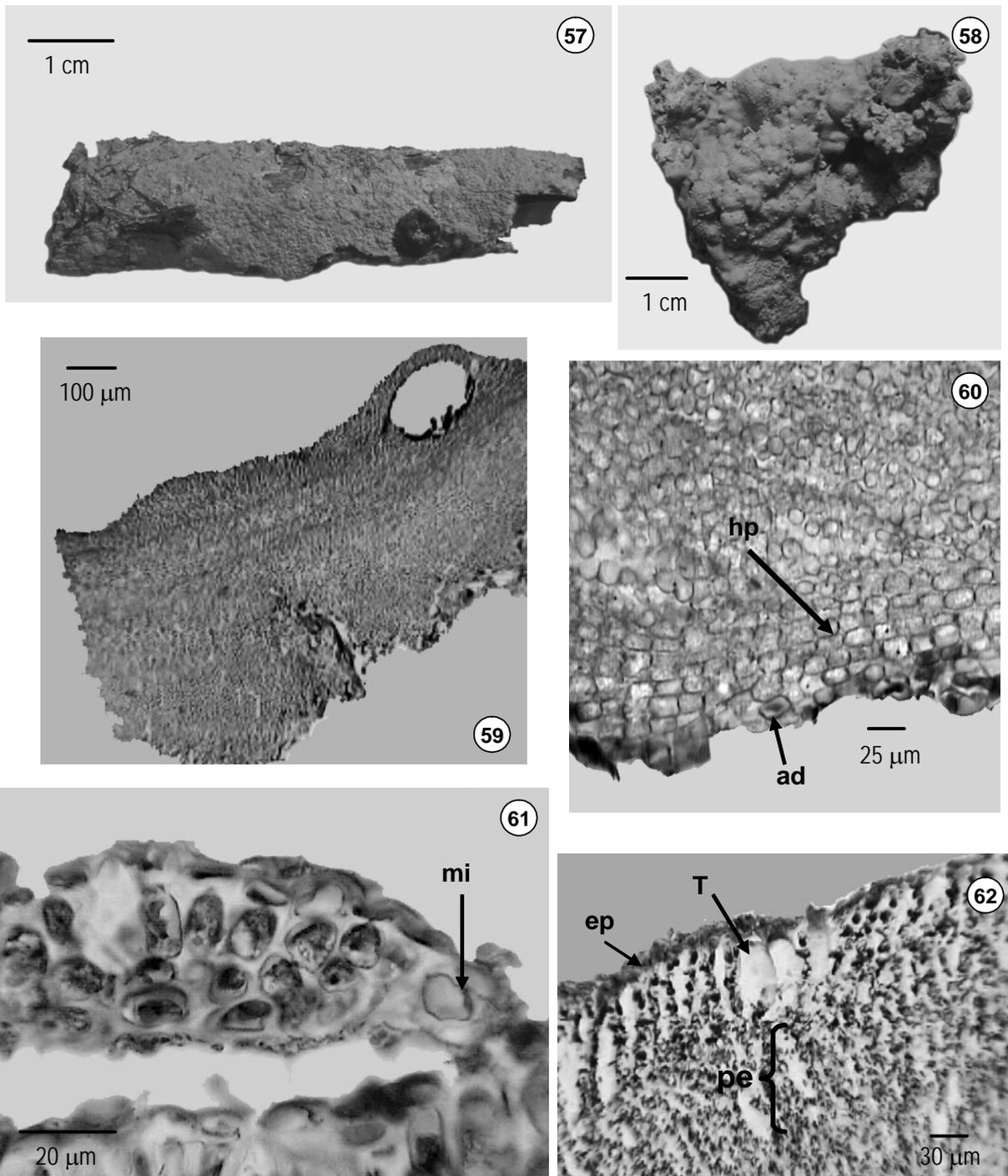
**Hábitat:** Sobre troncos de mangle y rocas, intermareal expuesto.

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:**

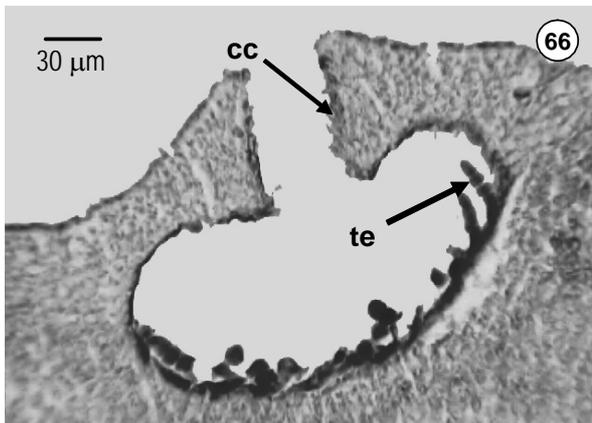
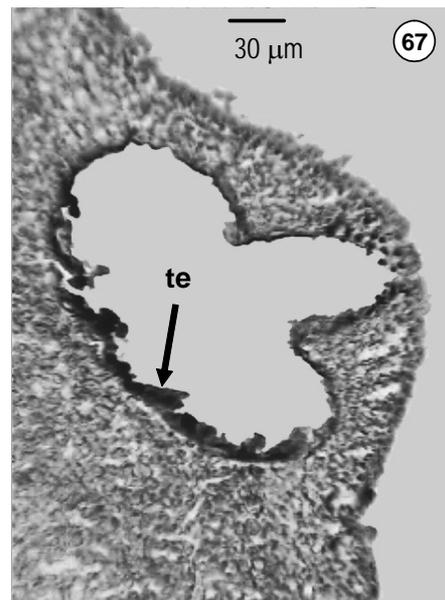
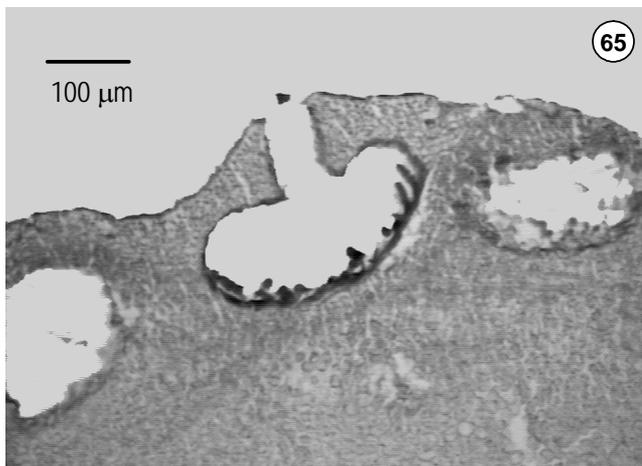
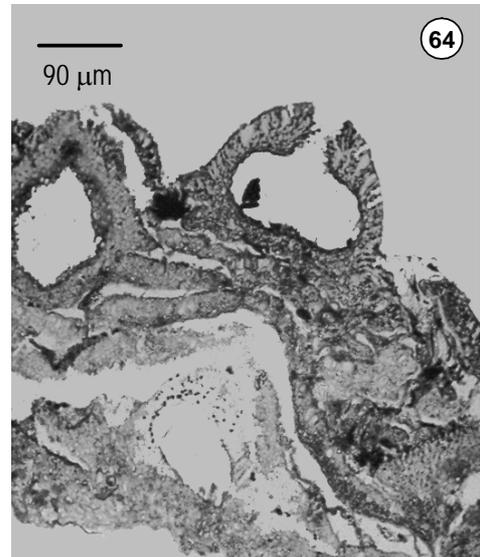
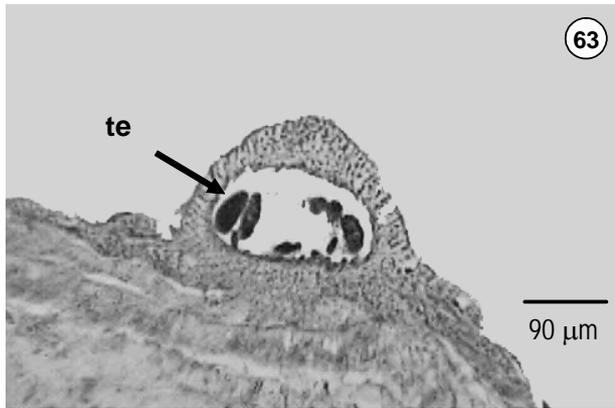
Veracruz: Isla Santiaguillo, (Mendoza González y Mateo Cid, 1985:16)

**Material Examinado:** Yucatán: Isla Pérez, Arrecife Alacranes, ( $\oplus$ ); col. L. Huerta M. y L. E. Mateo Cid, 14-10-1985. Quintana Roo: Isla Mujeres, extremo Norte ( $\oplus$  y  $\sigma^7$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 08-07-1985; Bahía de La Ascensión, Arrecife frente a Punta Solaiman ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 17-05-1998.

**Comentarios:** Nuestros ejemplares se ajustan a la descripción original de Foslie (1906); aunque el no mencionó la construcción del talo ni la presencia de cámaras espermatangiales. El material en el que se basó el registro de *N. erosum* para la Isla Santiaguillo, Veracruz (Mendoza-González y Mateo-Cid, 1985) no se localizó en el herbario ENCB. *Neogoniolithon erosum* se distingue de otras especies costrosas de *Neogoniolithon* por el tamaño de los conceptáculos tetrasporangiales, la ausencia de tapón esporangial y el grosor del talo.



Figs. 57-62. *Neogoniolithon erosum*. Figs. 57-58. Aspecto general del talo costroso, liso creciendo sobre madera y rocas. Fig. 59. Sección transversal con construcción monómera. Fig. 60. Células de adhesión (ad) e hipotalo (hp) multiestratificado. Fig. 61 Detalle de la célula inicial (mi). Fig. 62. Tricocitos (T) aislados, epitalo (ep) y peritalo (pe).



Figs. 63-67. Cortes transversales de *Neogoniolithon erosum*.

Figs. 63-64. Conceptáculos tetrasporangiales con tetrasporangios (te) de talos que viven sobre madera. Fig. 65. Conceptáculo tetrasporangial de talos que habitan sobre rocas. Fig. 66-67. Detalle de los conceptáculos tetrasporangiales con tetrasporangios y células que delimitan el canal del poro (cc).

---

*Neogoniolithon fosliei* (Heydrich) Setchell & Mason

*Proc. Nat. Acad. Sci.* p. 90, 1943

**Basónimo:** *Lithothamnion fosliei* Heydrich, 1897: 58

**Lectotipo:** TRH! (*fide* Woelkerling, 1985:148) Heydrich no. 59

**Localidad tipo:** Tor, Sinai Península (Mar Rojo)

**Sinónimos heterotípicos:** *Goniolithon solubile* Foslie & Howe in Foslie (1907:21)

*Neogoniolithon solubile* (Foslie et Howe) Setchell et Mason, 1943:90

**Figuras 68-97, 162**

**Hábito:** Talo no geniculado, que tiene variación morfológica externa notable, forma talos laminares cuya superficie es lisa y se encuentra suavemente adherida al sustrato, mientras que las formas costrosas, con protuberancias y las ramificadas están fuertemente adheridas al sustrato

**Estructuras vegetativas:** La construcción del talo es monómera en la porción costrosa y radial en las partes ramificadas. Las células basales de adhesión tienen forma ovalada y presentan una gran afinidad por el colorante, el crecimiento de los talos es mediante una capa de tejido meristemático. El hipotalo es coaxial y tiene una cobertura del 50-85% del total del talo, las células miden 12-20  $\mu\text{m}$  diámetro y 25-32.5  $\mu\text{m}$  longitud. Las células del peritalo son ovoides 10-15  $\mu\text{m}$  en diámetro y 10-12.5  $\mu\text{m}$  longitud. Epitalo monostromático, células ovoides de 7-15  $\mu\text{m}$  diámetro y 12-20  $\mu\text{m}$  alto. Los talos laminares miden de 200-400  $\mu\text{m}$  de grueso; los costrosos de 0.8-1.4 mm grueso, en los costrosos con protuberancias la porción basal costrosa mide 200-500  $\mu\text{m}$  de grueso y las protuberancias redondeadas de 2-6 mm alto y 4-5 mm diámetro, estas son simples o se ramifican una vez. Los talos ramificados miden de 5-10 cm alto, la ramificación es irregular, ramas cilíndricas en las 2/3 partes y miden 5-10 mm diámetro y en las porciones terminales son fuertemente comprimidas y tiene 4-17 mm ancho, en ocasiones las ramas se anastomosan o

---

permanecen cilíndricas hasta el ápice, la porción basal es inconspicua y mide 100-120  $\mu\text{m}$  grueso. Las fusiones celulares son frecuentes tanto en el hipotalo como en el peritalo. Tricocitos solitarios o en hileras verticales y horizontales, los tricocitos miden 20-32.5  $\mu\text{m}$  de diámetro y 30-50  $\mu\text{m}$  de longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales esparcidos en el talo, siempre proyectados, mamiliformes, uniporados sin tapón, visibles a simple vista; en los talos ramificados estos se desarrollan lateralmente en las ramas y también son mamiliformes. Las cámaras no tienen columela y miden de 400-1000  $\mu\text{m}$  diámetro y 170-340  $\mu\text{m}$  alto, canal del conceptáculo de 230-550  $\mu\text{m}$  longitud y 50-70  $\mu\text{m}$  diámetro, tetrasporangios de 20-45  $\mu\text{m}$  diámetro y 80-125  $\mu\text{m}$  longitud. Talos gametangiales con la misma estructura vegetativa que los tetrasporangiales. Conceptáculos espermatangiales uniporados, proyectados y redondeados, esparcidos, cámaras de 250-300  $\mu\text{m}$  diámetro y 130-150  $\mu\text{m}$  alto, con espermatangios que se desarrollan en el piso, paredes y techos de las cámaras. Espermacios ovoides, de 2-2.5  $\mu\text{m}$  en diámetro y 3.0-4.0  $\mu\text{m}$  alto. En las talos con protuberancias los conceptáculos carposporangiales son proyectados y mamiliformes, uniporados, las cámaras de 500-550  $\mu\text{m}$  de diámetro; mientras que en las formas laminares los conceptáculos son proyectados y mamiliformes, las cámaras miden de 300-350  $\mu\text{m}$  de diámetro y 200-250  $\mu\text{m}$  de alto, carposporangios de 35-40  $\mu\text{m}$  en diámetro y de 60-70  $\mu\text{m}$  de longitud.

**Hábitat:** Sobre rocas, moluscos y epífita de *Neogoniolithon strictum* en el intermareal protegido o expuesto hasta los 27 m de profundidad.

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:**

Veracruz: Isla Verde (Mateo-Cid *et al.* 1996:67, Mateo-Cid y Pedroche, 2004:187)

---

Yucatán: Arrecife Alacranes, Isla Pérez, Isla Desertora (Mateo-Cid y Pedroche, 2004:187).

Quintana Roo: Isla Cozumel (Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991:71 como *Paragoniolithon solubile* y *Neogoniolithon mammilare*, Mateo-Cid y Pedroche, 2004:187); Isla Mujeres (Mendoza-González y Mateo-Cid, 1992: como *Neogoniolithon mammilare* y *Neogoniolithon accropetum*), Bahía de la Ascensión, Arrecife frente a Punta Solaiman (Mateo-Cid y Pedroche, 2004:187); Xcalak (Mateo-Cid y Pedroche, 2004:187).

**Material Examinado**: Isla Verde (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 27-09-1985; Arrecife La Blanquilla (⊕); col. Fernando Martínez, 09-07-1964, ENCB 2116; Arrecife Alacranes, Isla Pérez (⊕ y ♂); col. L. Huerta y L. E. Mateo, 14-10-1985; Isla Desertora (⊕); col. L. Huerta, L. E. Mateo Cid y E. Hidalgo, 12-10-1985, ENCB 16850; Isla Mujeres, Playa Lancheros (⊕); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 13-08-1997; Lado Este (⊕); col. R. B. Searles, 21-05-1998; Isla Cozumel: Punta Celarain (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 15-06-1993; Playa Caracol (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 27-02-1985 y 07-06-1985; Punta Morena, col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 20-03-1994; Arrecife Tormentos (⊕); col. R. B. Searles y Rosalba Robles, 17-09-1993; Arrecife Paraíso Norte (⊕); col. R. B. Searles y Rosalba Robles Saavedra, 18-09-1993; Playa San Francisco (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 17-05-1993; Arrecife Santa Rosa (⊕); col. R. B. Searles, E. Caister y M. Volovsek, 17-05-1993 y 27-06-1995; Yucab (⊕); col. R. B. Searles y Rosalba Robles Saavedra, 20-03-1994; Arrecife Tormentos, col. R. B. Searles y M. Volovsek, 30-05-1995; Xcalack (⊕ y ♂); col. L. Huerta, 22-12-1971; El Zarzal (⊕); col. A. C.

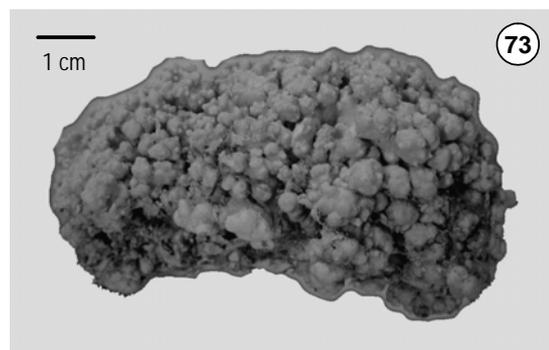
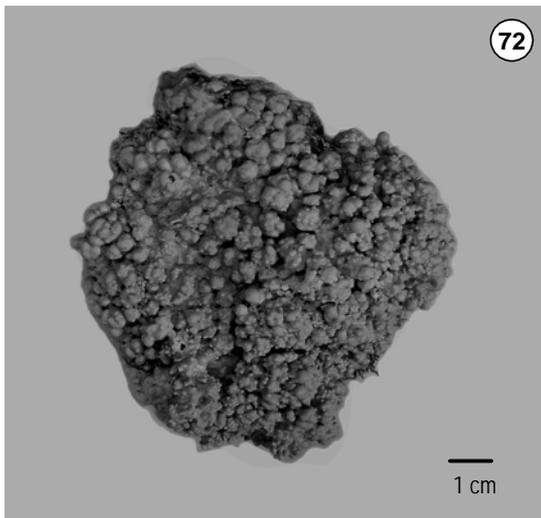
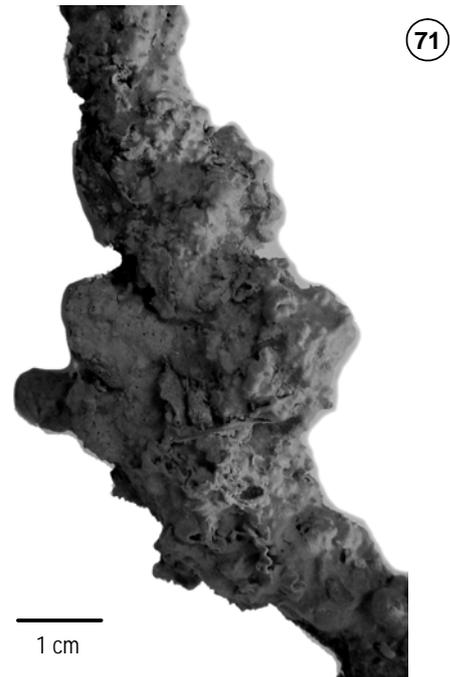
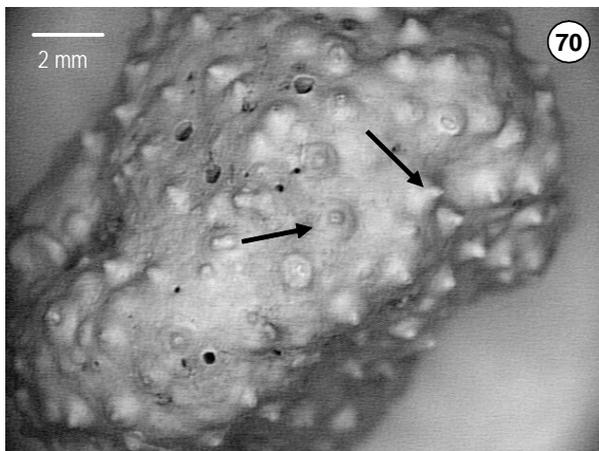
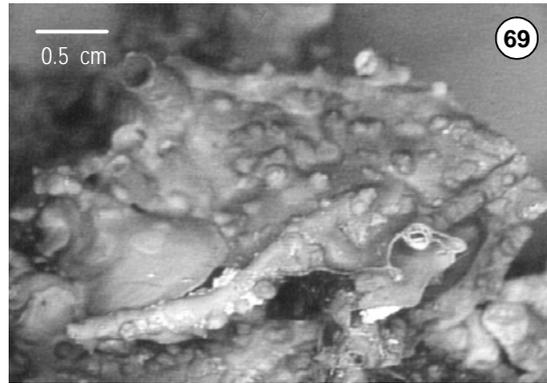
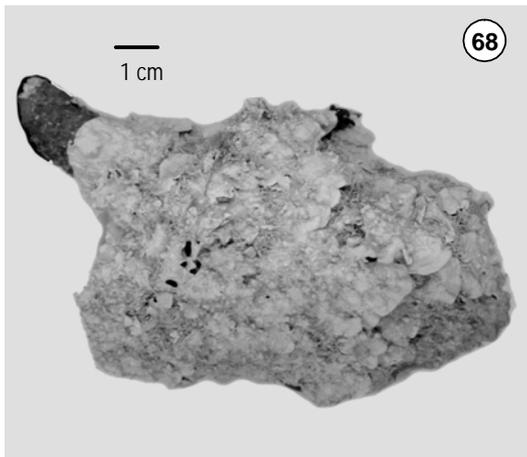
---

Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 19-05-1998, Bahía de La Ascensión, Banco Arrecifal frente a Punta Solaiman (⊕); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 17-05-1998, ENCB 11576; Akumal (♂); col. A. C. Mendoza González, L. E. Mateo Cid, R. B. Searles y Rosalba Robles, 16-09-1993, No. QROO-93-143-/04.

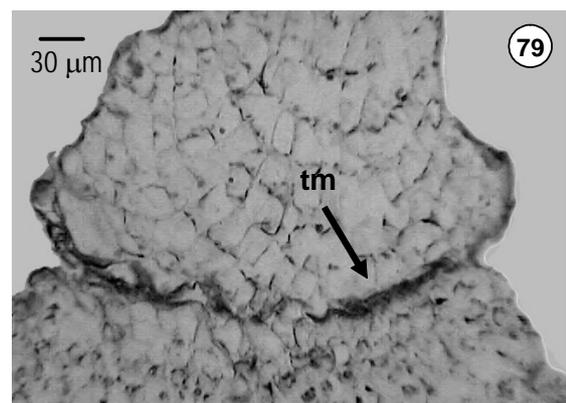
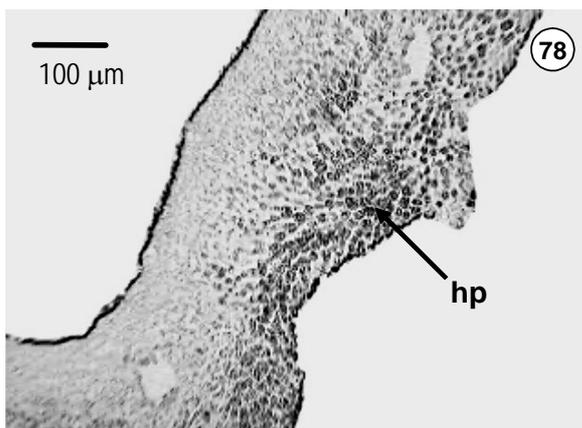
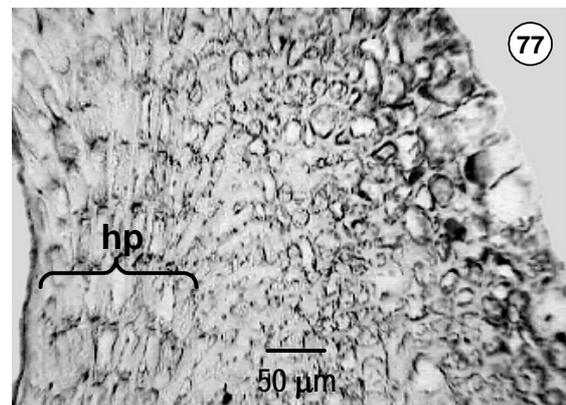
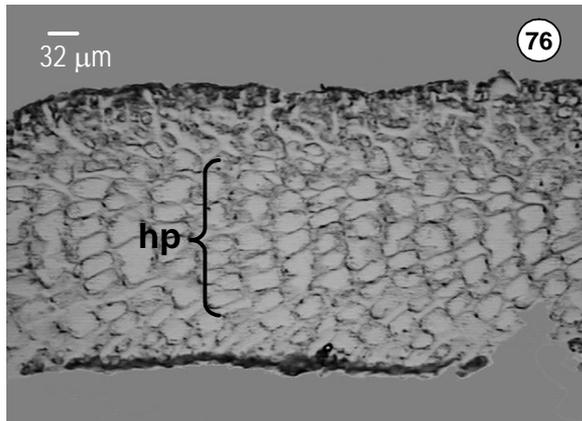
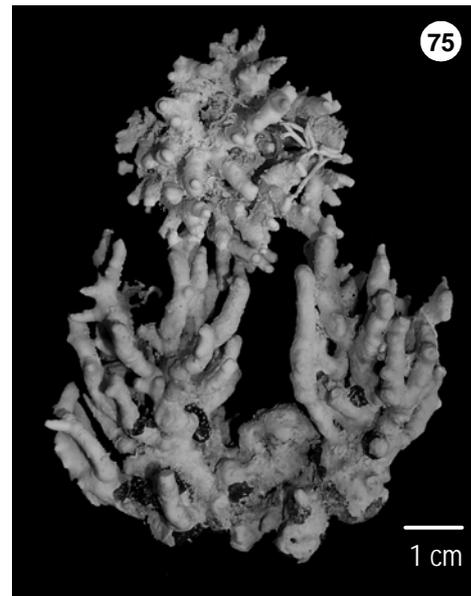
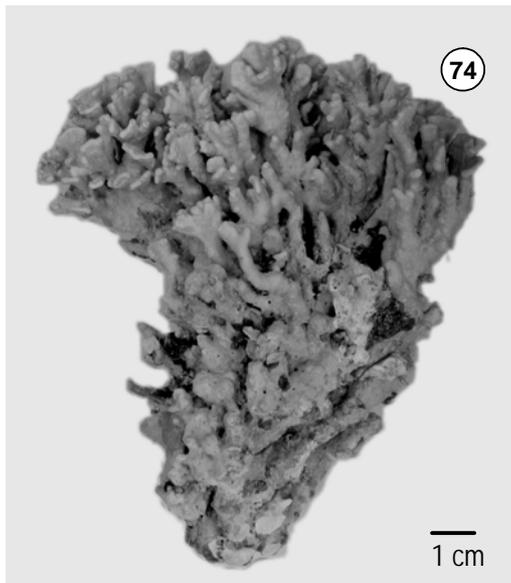
**Comentarios:** Penrose (1992) mostró que las plantas australianas, a las que denomino *N. fosliei*, presentaban una alta variabilidad en la forma de crecimiento, el tamaño conceptacular y la anatomía interna de los talos. Woelkerling *et al.* (1993) mencionan que al comparar el lectotipo de *N. brassica-florida* con el lectotipo de *N. fosliei* y el material australiano atribuido a estas especies por Penrose (1992) evidencian que estas dos especies son coespecíficas. Además comentan que los especímenes tipos de *Melobesia foslie* y *Melobesia brassica-florida*, reflejan el intervalo de variación encontrado en las plantas del sureste de Australia, por tal motivo ellos consideraron que ambos taxa eran coespecíficos. Sin embargo si se revisan las figuras 7 y 8 (Woelkerling, *et al.* 1993:327) que muestran el lectotipo de *Melobesia brassica-florida* y el aspecto interno del talo y se comparan con las figuras 1 a 6 (Mateo-Cid y Pedroche, 2004:184) de los lectotipos de *Neogoniolithon solubile* (*Goniolithon solubile* in TRH) y *N. fosliei* de Yucatán se observa que no hay parecido superficial entre *Melobesia brassica-florida* y *N. fosliei*. Además, en el estudio de Mateo-Cid y Pedroche (2004) se confirmó que existen diferencias morfoanatómicas entre *N. fosliei* y *N. brassica-florida*; en primer lugar *N. fosliei* desarrolla cámaras espermatangiales pequeñas (250-300  $\mu\text{m}$  diámetro) y un hipotalo coaxial, mientras que *N. brassica-florida* posee cámaras espermatangiales de 355-519  $\mu\text{m}$  diámetro y carece de un hipotalo coaxial. Por otro lado, informaciones mas detalladas del material mexicano y de los lectotipos de *N. fosliei* y *N. solubile* muestran que las células de adhesión tienen una forma ovalada particular con fuerte afinidad por la hematoxilina y el azul de anilina que no se mencionan ni se observa en el trabajo de

---

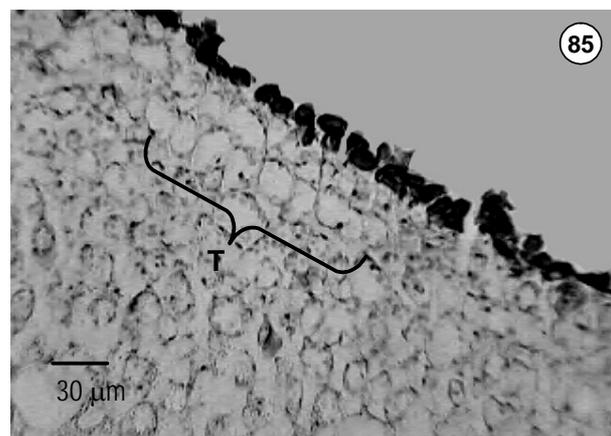
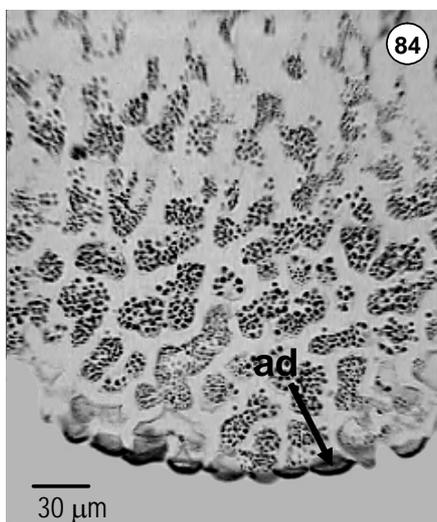
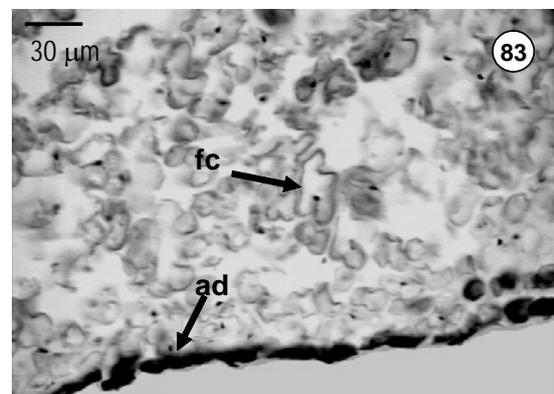
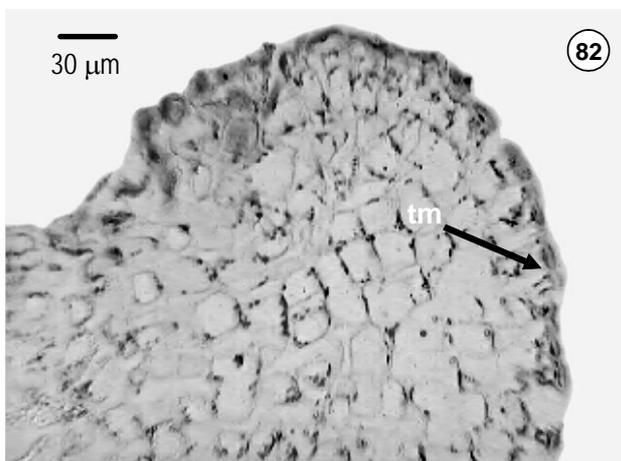
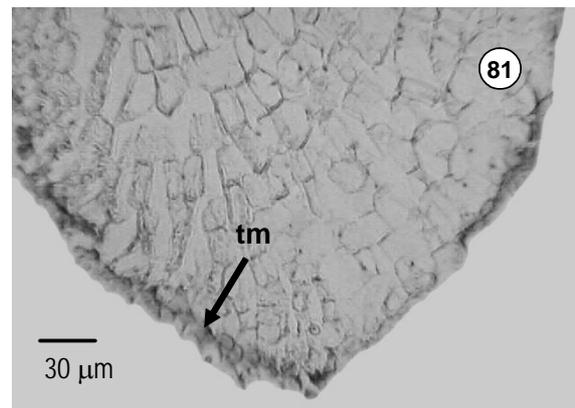
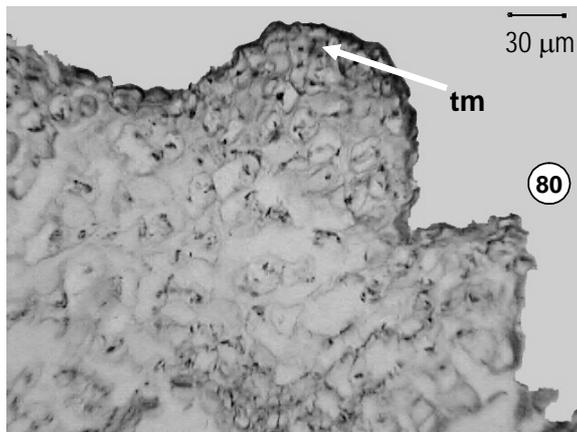
Woelkerling *et. al.* (1993:327), ya que en la fig. 8 se muestra la región ventral del talo con un hipotalo monómero y células de adhesión de forma alargada o rectangular. Finalmente, los resultados obtenidos en este estudio muestran que nuestros especímenes son más cercanos al concepto de *N. fosliei* de Penrose (1992) ya que se ubicaron ejemplares con una alta variabilidad en la morfología externa del talo, debido a que la estructura interna de todos estos especímenes es muy semejante entre ellos y lo más característico es la presencia de un hipotalo coaxial que constituye del 50-85% del grosor total del talo, las células de adhesión de forma ovalada y conceptáculos proyectados y apiculados de hasta 1.0 mm diámetro. Sin embargo, es recomendable efectuar otro tipo de estudios como los moleculares para dilucidar si efectivamente los cuatro morfotipos ubicados en este estudio y que fueron asignados a *N. fosliei*, pertenecen a este taxa o no.



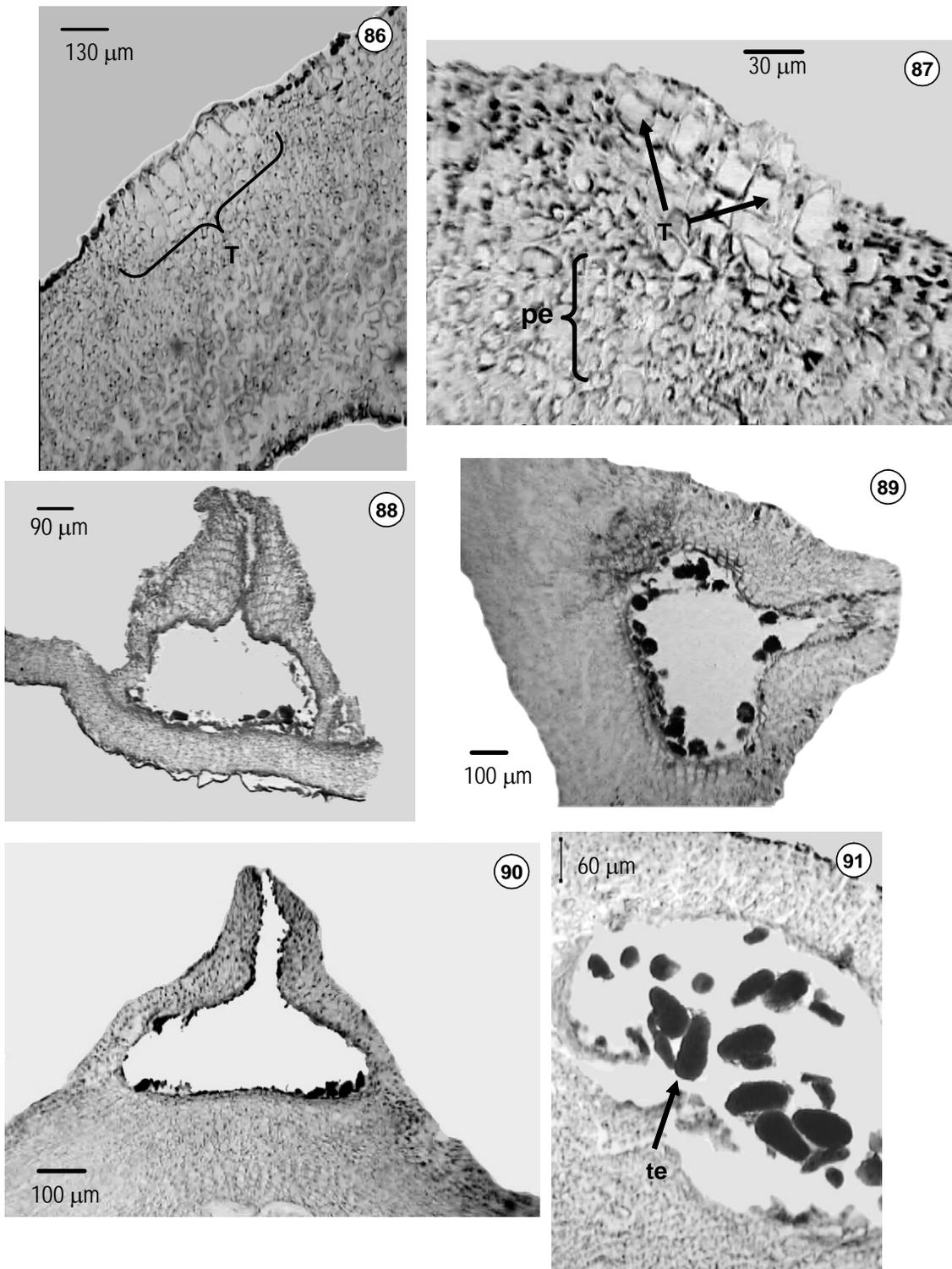
Figs. 68-73. *Neogoniolithon fosliei*. Fig. 68. Aspecto general del talos laminares. Fig. 69. Talo laminar con conceptáculos. Fig. 70. Detalle de un talo costroso con conceptáculos. Fig. 71. Aspecto general de talos costrosos. Fig. 72. Talo con protuberancias. Fig. 73. Detalle de las protuberancias



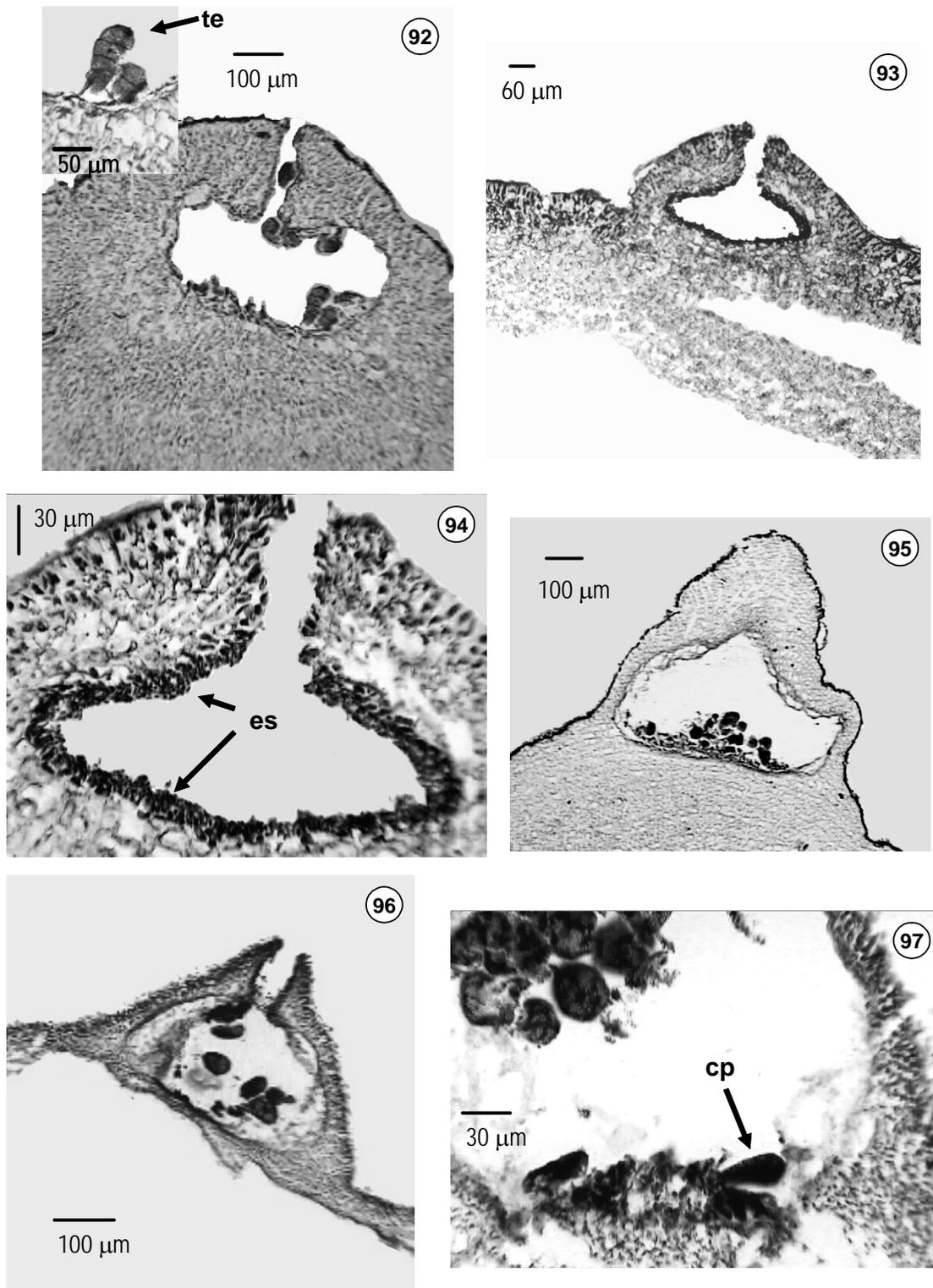
Figs. 74-79. *Neogoniolithon fosliei*. Figs. 74-75. Aspecto general de talos ramificados. Figs. 76-78. Sección transversal del talo con construcción monómera de los talos laminares, costrosos y protuberantes con hipotalo (hp) coaxial. Fig. 79. Detalle del crecimiento por tejido meristemático (tm) en talos laminares que se anastomosan.



Figs. 80-85. Cortes transversales de *Neogoniolithon fosliei*. Figs 80-82. Detalle del crecimiento por tejido meristemático (tm) en talos laminares, costrosos y protuberantes. Figs. 83-84. Detalle de las células basales de adhesión (ad) y fusiones celulares (fc). Fig. 85. Detalle de tricocitos (T) en agregados



Figs. 86-91. Cortes transversales *Neogoniolithon fosliei*. Fig. 86. Detalle de los tricocitos (T) en hileras horizontales. Fig. 87. Tricocitos (T) en agregados y células del peritelo (pe). Figs. 88-89. Conceptáculos tetrasporangiales de talos laminares. Figs. 90-91. Conceptáculo tetrasporangial en talos costrosos y detalle de los tetrasporangios (te).



Figs. 92-97. Cortes transversales de *Neogoniolithon fosliei*. Fig. 92. Conceptáculo tetrasporangial en talos ramificados con tetrasporangios (te). Fig. 93. Conceptáculo espermatangial en talos costrosos. Fig. 94. Detalle de los espermatangios con espermacios (es). Figs. 95-96. Conceptáculos carposporangiales en talos protuberantes y laminares. Fig. 97. Detalle de la cámara con carposporangios (cp).

---

*Neogoniolithon propinquum* (Foslie) Lemoine

*Bull. Sea. Fish. Res. Stat.* 1966:12

**Basónimo:** *Goniolithon notarisii* (Dufour) Foslie f. *propinquum* Foslie, 1900a:21-22.

**Lectotipo:** TRH! (*fide* Woelkerling, 1993:177) F. Boergesen, 1892

**Localidad tipo:** St. Croix, Virgen Islands, USA.

**Figuras 98-113, 163**

**Hábito:** Talo costroso liso, superficie del talo granulosa, fuertemente adherido al sustrato, de 0.3-2.5 mm de grosor, en algunas ocasiones las costras se sobreponen y son irregulares en forma; márgenes lobados y confluentes una contra otra cuando se encuentran en estado maduro.

**Estructuras vegetativas:** Simetría del talo dorsiventral, construcción monómera, células de adhesión de forma alargada, la célula inicial meristemática de igual tamaño o más pequeña que las inmediatas anteriores. El hipotalo contribuye con el 10 al 40% del grosor total del talo; las células miden de 20-32.5  $\mu\text{m}$  longitud y 12.0-25.0  $\mu\text{m}$  diámetro con frecuentes fusiones celulares; los filamentos del hipotalo son paralelos al sustrato y se curvan hacia la superficie para formar el peritalo, las células de este tejido de 8-15  $\mu\text{m}$  diámetro y de 10-17.5  $\mu\text{m}$  alto. El epitalo consiste de una capa de células ovaladas que miden de 4-7.5  $\mu\text{m}$  alto y 10-13.5  $\mu\text{m}$  ancho. Las fusiones celulares también ocurren entre células adyacentes del peritalo. Tricocitos abundantes en la superficie del talo o inmersos, formando hileras horizontales y/o verticales, en ocasiones muy abundantes en el hipotalo, miden de 20-30  $\mu\text{m}$  diámetro y 30-50  $\mu\text{m}$  longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales numerosos, proyectados cónicos o mamiliformes; sin tapón; cámara sin columela de 400-900  $\mu\text{m}$  diámetro y 170-300  $\mu\text{m}$  alto; canal del conceptáculo de 450-650  $\mu\text{m}$  longitud y 40-60  $\mu\text{m}$  diámetro; tetrasporangios zonados de 40-50  $\mu\text{m}$  diámetro y 112.5 – 120  $\mu\text{m}$  longitud o de 27.5 - 32.5  $\mu\text{m}$  diámetro y 50 - 65  $\mu\text{m}$  alto.

---

Conceptáculos carposporangiales embebidos en el talo o proyectados, cónicos o redondeados; cámaras de 400-620  $\mu\text{m}$  diámetro y 150-170  $\mu\text{m}$  alto; canal de 240-360  $\mu\text{m}$  longitud y 120-140  $\mu\text{m}$  diámetro, carposporangios desarrollándose sobre el piso de la cámara. Conceptáculos espermatangiales no observados.

**Hábitat:** Plantas creciendo en la zona intermareal expuesta, sobre rocas o corales muertos, hasta 2 m de profundidad.

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:** Este estudio

Veracruz: Anegada de Adentro, Isla Verde, Arrecife La Blanquilla, Isla Sacrificios e Isla de Enmedio

Yucatán: Arrecife Alacranes

Quintana Roo: Isla Mujeres, Isla Cozumel, Bahía de la Ascensión y El Zarzal

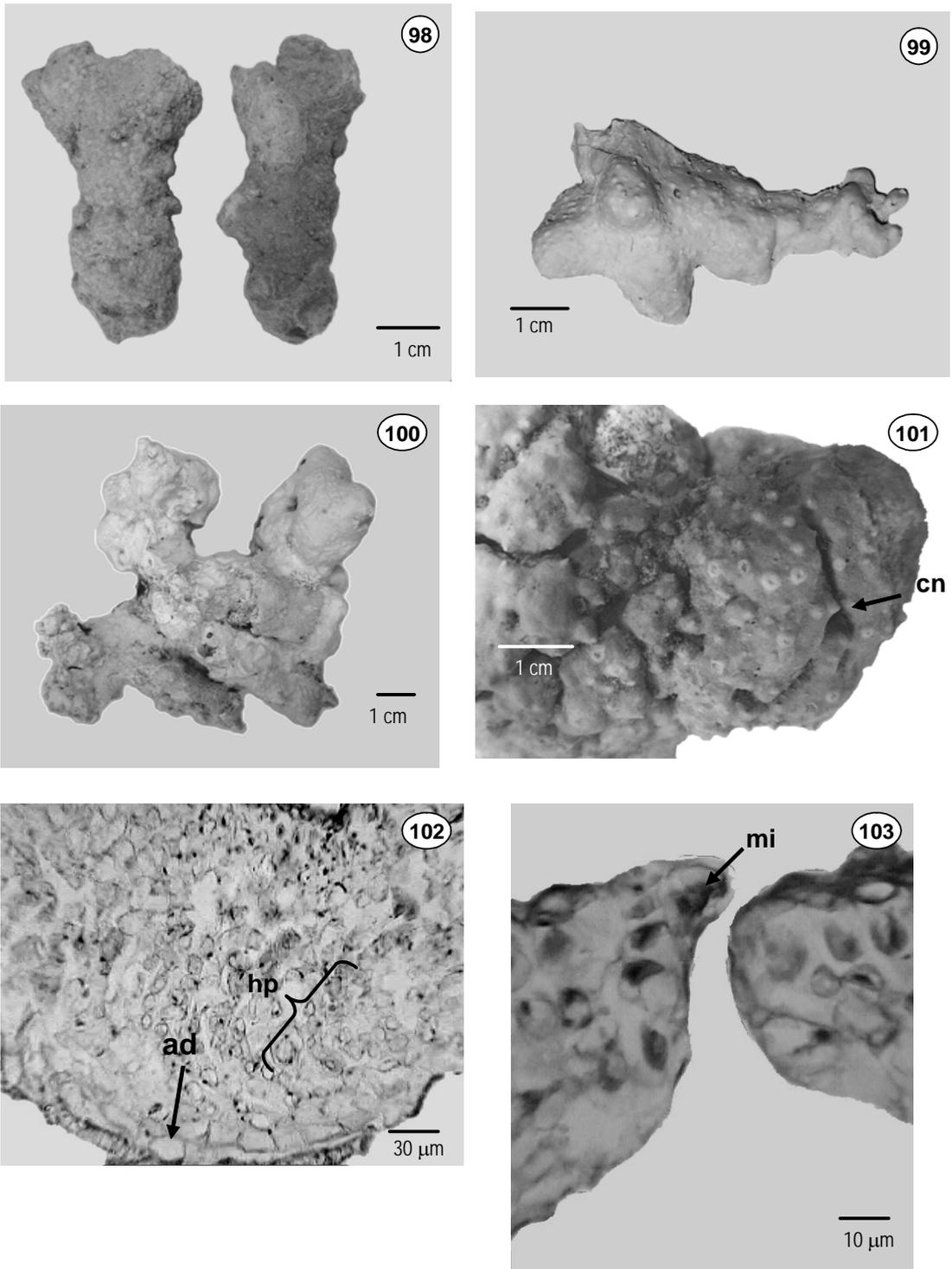
**Material examinado:** Anegada de Adentro ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González, L. E. Mateo Cid y A. Ávila Ortiz, 08-07-2004 No. VER-04-68/02; Isla Verde ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 25-11-1985, 23-11-1986 y 07-07-2004; Arrecife La Blanquilla ( $\ominus$ ); col. L. Huerta Múzquiz 03-05-1964; Isla Sacrificios ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 24-11-1986; Isla de Enmedio ( $\oplus$ ); col. C. Galicia García, 05-06-200, 07-07-2004 No. CGG-VER-01-25/02. Arrecife Alacranes: Isla Pérez ( $\oplus$ ); col. L. Huerta, 23-01-1986 y 14-10-1985; Isla Pájaros ( $\oplus$ ); col. L. Huerta, 12-10-1985; Isla Desertora ( $\oplus$ ); col. L. Huerta, 15-10-1985. Isla Mujeres, extremo Norte ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 13-09-1985; Playa Lancheros ( $\oplus$ ) col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González 13-08-1997; Isla Cozumel: Playa

---

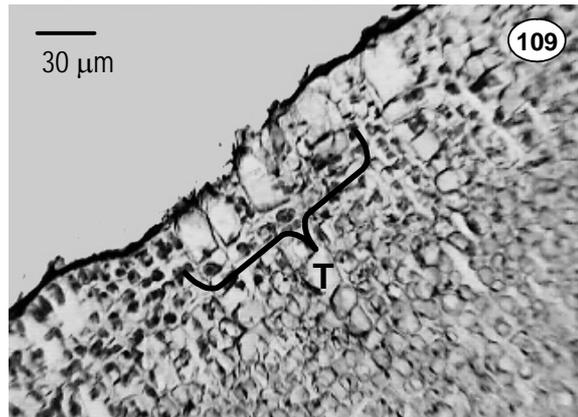
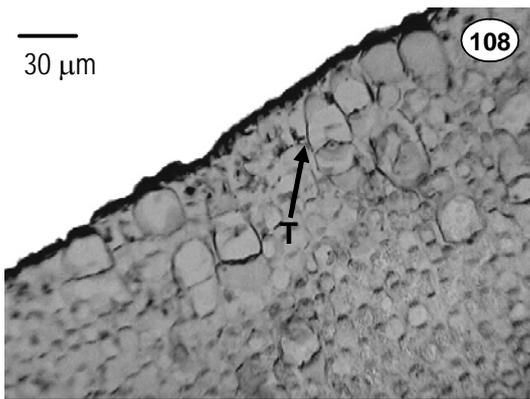
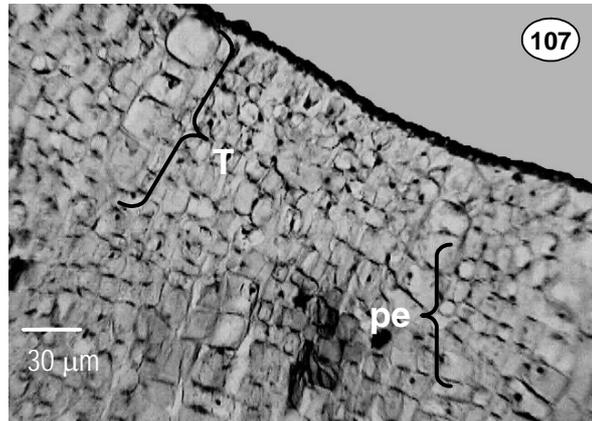
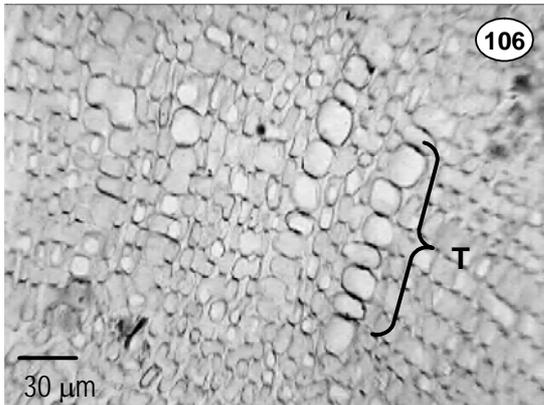
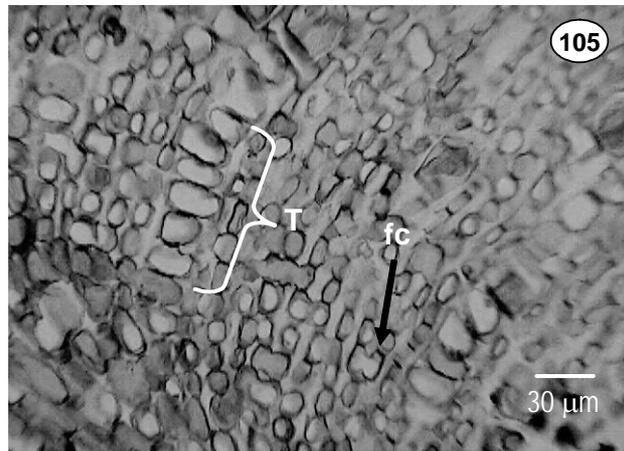
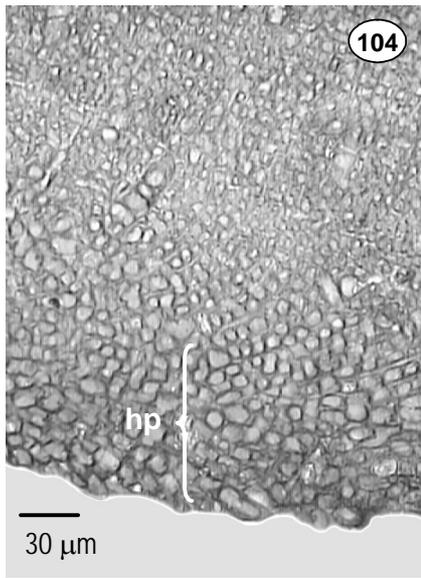
Azul (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 22-05-1993; recorrido (⊕); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 06-11-1984, 07-11-1986, 27-02-1985, 05-06-1985 y 14-09-1993; Bahía de la Ascensión, Arrecife frente a Punta Solaiman (⊕); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 17-05-1998; El Zarzal (♀); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 14-05-1998.

**Comentarios:** El material revisado en este estudio concuerda en general con la descripción original de Foslie (1900a), sin embargo es pertinente recordar que Foslie no proporcionaba una información detallada de las especies que describía y que muchas veces mezclaba características de varios taxa, por lo que ha existido confusión en la asignación de epítetos en el género *Neogoniolithon*, por ejemplo Taylor (1960), describió como la misma especie a *N. propinquum* y *N. solubile* (= *N. fosliei*).

Al analizar los especímenes asignados a *N. propinquum* observamos que este se diferencía claramente de los otros taxa cuyo hábito es costroso, por la organización del hipotalo y su cobertura en el grosor total del talo, además de la presencia y frecuencia de los tricocitos que en el caso de *N. propinquum* son muy abundantes y del diámetro de las cámaras tetrasporangiales.



Figs. 98-103. *Neogoniolithon propinquum*. Figs. 98-100. Aspecto general de los talos costrosos que habitan en diferentes sustratos. Fig. 101. Detalle de los conceptáculos tetrasporangiales cónicos (cn). Fig. 102. Sección transversal del talo con construcción monómera con hipotalo (hp) multiestratificado y células de adhesión (ad). Fig. 103. Detalle de la célula meristemática inicial (mi).

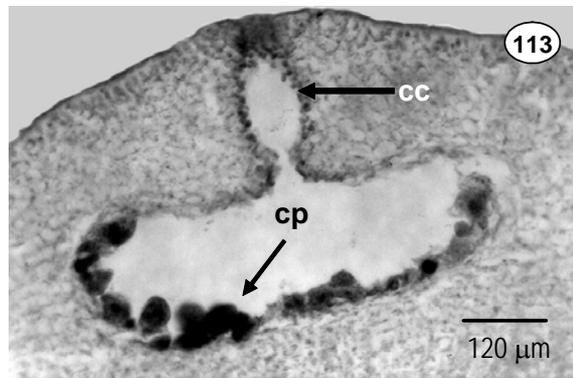
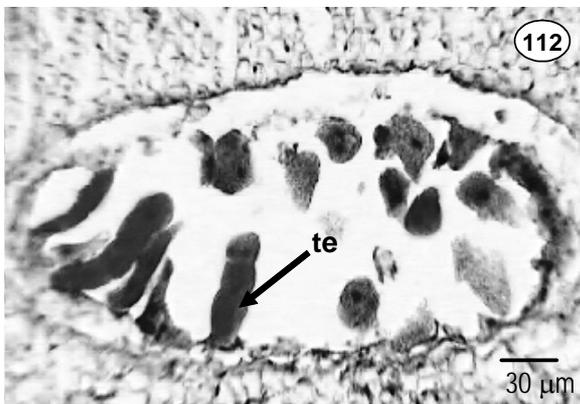
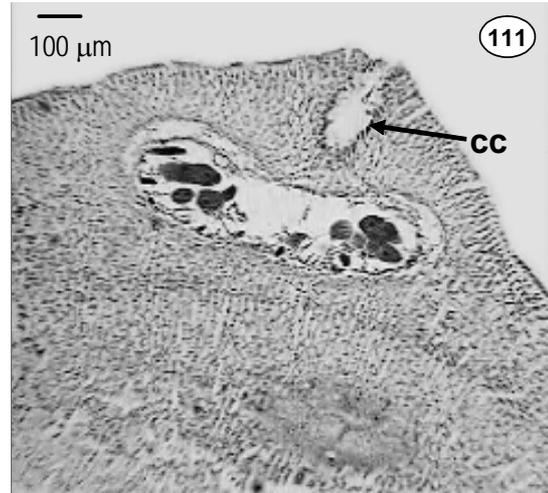
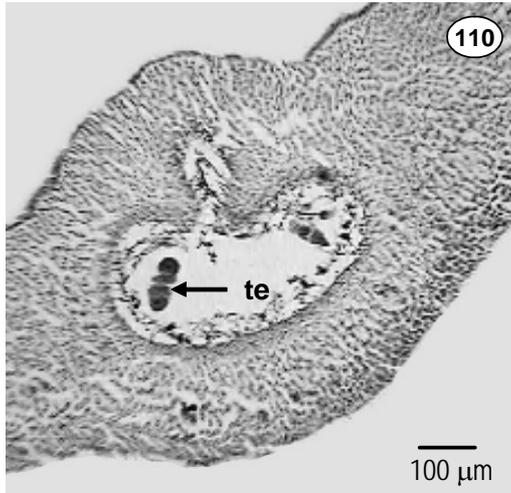


Figs. 104-109. Cortes transversales de *Neogoniolithon propinquum*.

Fig. 104. Detalle del hipotalo (hp) multiestratificado. Figs. 105-106. Tricocitos (T) en hileras verticales que se desarrollan en el hipotalo y fusiones celulares (fc).

Fig. 107. Tricocitos (T) en hileras verticales que se desarrollan en el peritalo (pe).

Fig. 108-109. Tricocitos (T) en hileras horizontales en el peritalo.



Figs. 110-113. *Neogoniolithon propinquum*. Figs. 110-111. Conceptáculos tetrasporangiales con tetrasporangios (te) y células que delinear el canal (cc). Fig. 112. Detalle de los tetrasporangios (te). Fig. 113. Conceptáculo carposporangial con carposporangios (cp) y células que delinear el canal del poro (cc).

---

*Neogoniolithon spectabile* (Foslie) Setchell & Mason

*Proc. Nat. Acad. Sci.* p. 92, 1943

**Basónimo:** *Goniolithon spectabile f. spectabile* Foslie, 1901:16-18.

**Lectotipo:** TRH! (*fide* Adey in Adey & Lebednik, 1967:29) C.V. Forsstrand

**Localidad tipo:** Bermuda

**Figuras 114-125, 164**

**Hábito:** Talo ramificado, libre o raramente adherido, la ramificación irregular, en ocasiones secunda o subdicotómica, laxa, ejes cilíndricos a todo lo largo de 2.0-4.0 mm diámetro y estos se adelgazan hacia los ápices y aquí miden 1.0-1.5 mm diámetro, los talos de 2.5-6.0 cm de alto.

**Estructuras vegetativas:** Porción basal inconspicua, organización del talo radial. En sección longitudinal, los ejes muestran una región central (hipotalo) que ocupa del 60-80% del eje; las células de 15-22.5  $\mu\text{m}$  diámetro y 30-55  $\mu\text{m}$  longitud con numerosa fusiones celulares, las células del peritalo de 12.5-15  $\mu\text{m}$  diámetro y 15-17.5  $\mu\text{m}$  longitud. Epitalo monostromático de 7.5-9.0  $\mu\text{m}$  alto y 17.5-20  $\mu\text{m}$  ancho. Tricocitos aislados o en hileras verticales y horizontales, cada tricocito mide de 25-30  $\mu\text{m}$  diámetro y 35-50  $\mu\text{m}$  longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales, desarrollados en las ramas laterales, esparcidos proyectados y apiculados, cámaras sin columela y de 500-700  $\mu\text{m}$  diámetro y 250-300  $\mu\text{m}$  alto, canal de 300-350  $\mu\text{m}$  de longitud y 70-80  $\mu\text{m}$  diámetro, sin tapón esporangial. Tetrasporangios de 40-60  $\mu\text{m}$  diámetro y 90-115  $\mu\text{m}$  longitud.

**Hábitat:** Sobre restos de coral o libres, intermareal expuesto a protegido y hasta 11 m de profundidad.

---

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:**

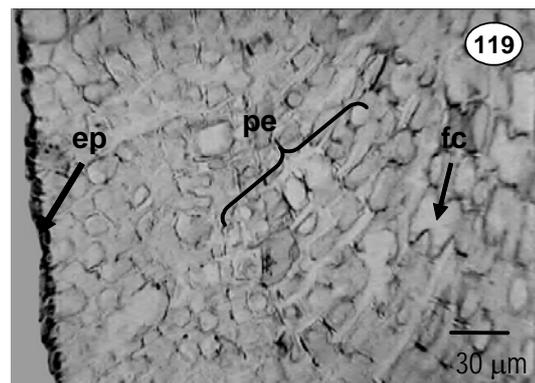
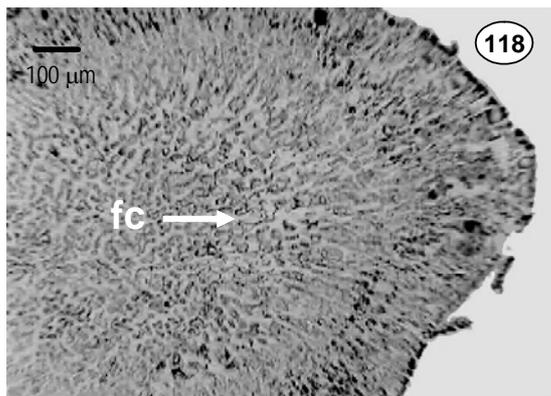
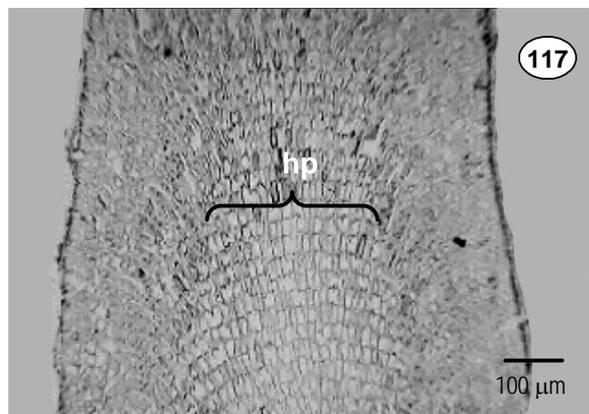
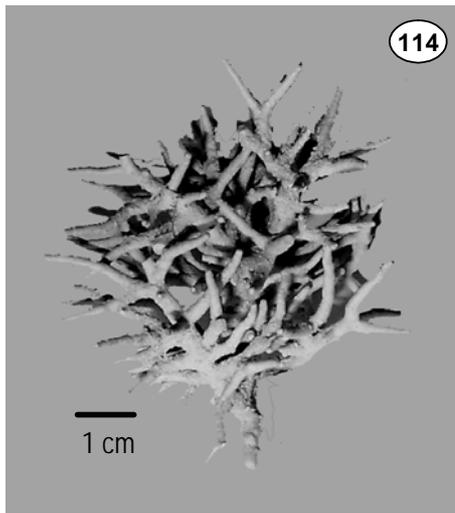
Veracruz: Arrecife de Enmedio, (Lehman y Tunnell, Jr., 1992:450); Isla Verde, Veracruz (Mateo Cid *et al.*, 1996:67).

Yucatán: Arrecife Alacrán (Huerta *et al.*, 1987:44-45)

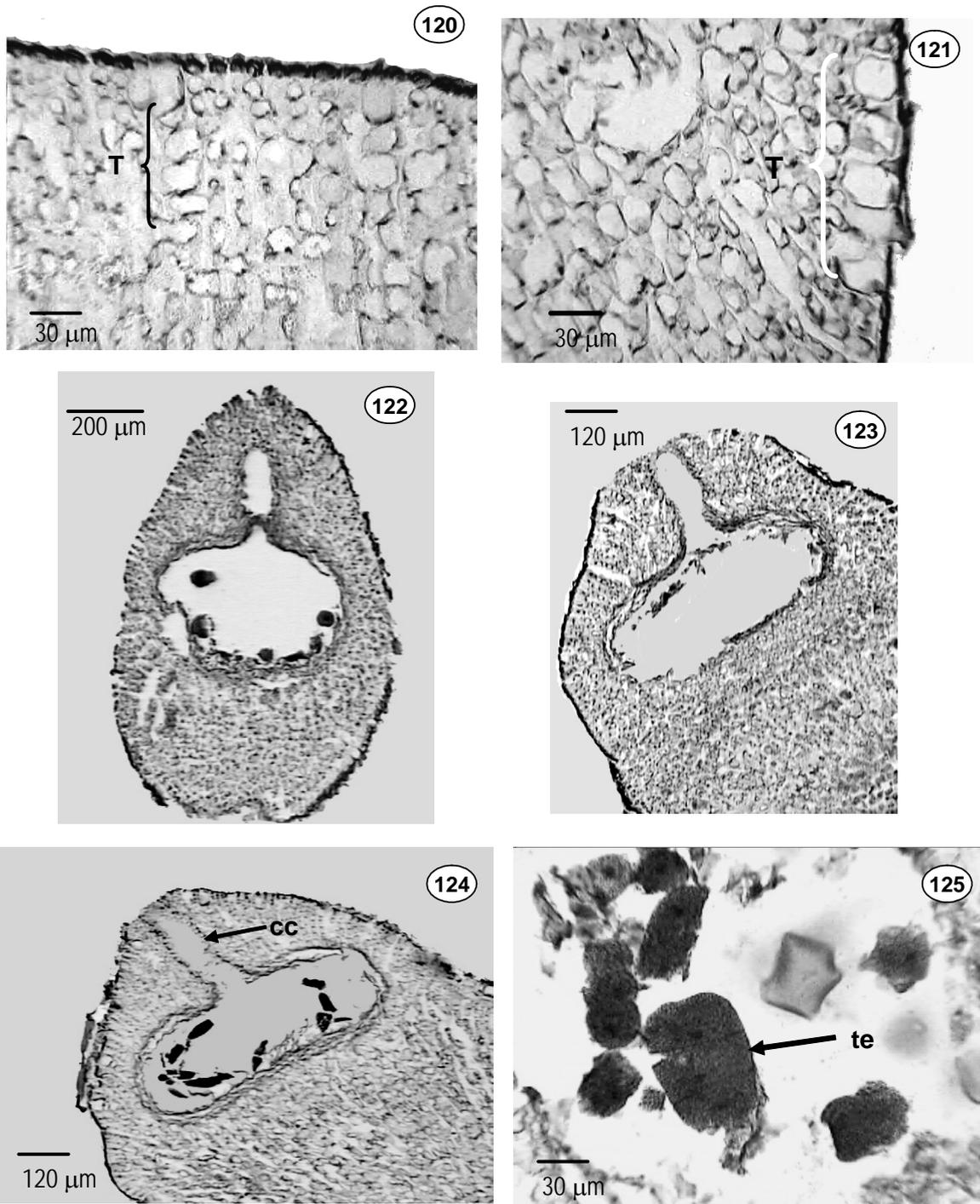
Quintana Roo: Isla Cozumel (Huerta *et al.* 1987:37, Mateo-Cid y Mendoza González, 1991:70); Isla Mujeres (Mendoza-González y Mateo-Cid, 1992:48)

**Material Examinado:** Isla Pérez, col. L. Huerta, 18-07-1960 y 23-05-1964; Isla Cozumel, Playa Maya (⊕); col. L. Huerta Múzquiz, L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 08-09-1983, 27-02-1985, 07-06-1985, 12-09-1985 y 16-05-1993; Arrecife Colombia, col. R. B. Searles y Rosalba Robles, 21-03-1994, ENCB 13325; Bahía de La Ascensión: Punta Pájaros (⊕); col. R. B. Searles, 17-05-1998; Punta Nohkú, col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 18-05-1998; Banco Chinchorro, Cayo Centro (⊕); col. L. Huerta y L. E. Mateo Cid, 09-07-1982 y 24-06-1984; El Zarzal (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 19-05-1998.

**Comentarios:** Esta especie presenta una distribución geográfica restringida en el Caribe mexicano y se encuentra bien representada en los arrecifes coralinos de esta zona. La mayoría de los ejemplares revisados en este trabajo, se ajustan a la descripción hecha previamente por Littler & Littler (2000), y aunque comparte características morfológicas con *N. strictum* puede separarse de este por el tipo de ramificación y el tamaño de las cámaras tetrasporangiales. El material atribuido a *N. spectabile* para Isla Verde, Veracruz por Mateo-Cid *et. al.* 1996:67 (ENCB 7929) corresponde a *N. trichotomum* (Heydrich) Setchell *et* Mason.



Figs. 114-119. *Neogoniolithon spectabile*. Figs. 114-115. Aspecto general de talos ramificados de vida libre. Fig. 116. Aspecto general de un talo ramificado fijo a un sustrato. Fig. 117. Sección longitudinal del talo donde se observa la construcción monómera e hipotalo (hp) coaxial. Fig. 118. Sección transversal del talo con numerosas fusiones celulares (fc). Fig. 119. Detalle del epitalo (ep), peritalo (pe) y fusiones celulares (fc)



Figs. 120-125. Cortes transversales de *Neogoniolithon spectabile*.  
 Fig. 120. Detalle de tricocitos (T) en hileras verticales. Fig. 121. Tricocitos (T) en hileras horizontales. Fig. 122. Conceptáculo tetrasporangial embebido de un talo de vida libre. Fig. 123. Conceptáculo tetrasporangial proyectado de un talo de vida libre. Fig. 124. Conceptáculo tetrasporangial de un talo fijo a un sustrato, nótese las células que delinear el canal del poro. Fig. 125. Detalle de un tetrasporangio (te).

---

*Neogoniolithon strictum* (Foslie) Setchell & Mason

*Proc. Nat. Acad. Sci.* p. 92, 1943

**Basónimo:** *Goniolithon strictum* Foslie, 1901:14

**Holotipo:** TRH! Farlow no. XX. Agassiz

**Localidad tipo:** Florida, USA.

**Sinónimo:** *Lithophyllum strictum* (Foslie) Lemoine en Boergesen, 1917: 164

**Figuras 126-137, 165**

**Hábito:** Talos ramificados formando densos agregados de hasta 15 cm de diámetro y 10-12 cm de alto, también se encuentran ejemplares de 6-8 cm de alto y 4-10 cm de ancho; las porciones basales poco evidentes cuando están fijos, raramente son libres, ramificación dicotómica a subdicotómica y en ocasiones irregular, mas densa en las porciones superiores, lo que le da al talo un aspecto abigarrado. Los ejes cilíndricos en las bases de 3-4 mm de diámetro y 1-2 mm en los ápices; otros ejemplares con los ápices fuertemente comprimidos y entonces miden 2-3 mm ancho.

**Estructuras vegetativas:** Organización del talo radial. En sección longitudinal, la región central (hipotalo) de los ejes ocupa del 60-80% del grosor total de estos; las células de 12.5-20  $\mu\text{m}$  diámetro y 25-40  $\mu\text{m}$  longitud; con numerosas fusiones celulares. Las células del peritalo de 15-17.5  $\mu\text{m}$  longitud y 12.5-17.5  $\mu\text{m}$  diámetro. Epitalo monostromático, células oblongas de 7.5-12.5  $\mu\text{m}$  alto y 12.5-17.5  $\mu\text{m}$  ancho. Tricocitos aislados, en agregados o en hileras verticales, individualmente miden 25-30  $\mu\text{m}$  diámetro y 37.5-50  $\mu\text{m}$  longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales laterales embebidos o proyectados y en este caso son mamiliformes, esparcidos; cámaras sin columela de 800-1000  $\mu\text{m}$  diámetro y

---

200-300  $\mu\text{m}$  alto, canal de 300-350  $\mu\text{m}$  de longitud y 100-200  $\mu\text{m}$  diámetro. Tetrasporangios de 32-42  $\mu\text{m}$  diámetro y 95-100  $\mu\text{m}$  longitud.

**Hábitat:** Sobre rocas o libres, intermareal protegido o entre 1-4 m de profundidad.

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:**

Veracruz: Isla Sacrificios, (Huerta, 1960:43); Isla de Enmedio, (Huerta *et al.*, 1977:323).

Yucatán: Isla Pérez, Arrecife Alacrán, (Kim, 1964:139, Huerta *et al.*, 1987:44-45).

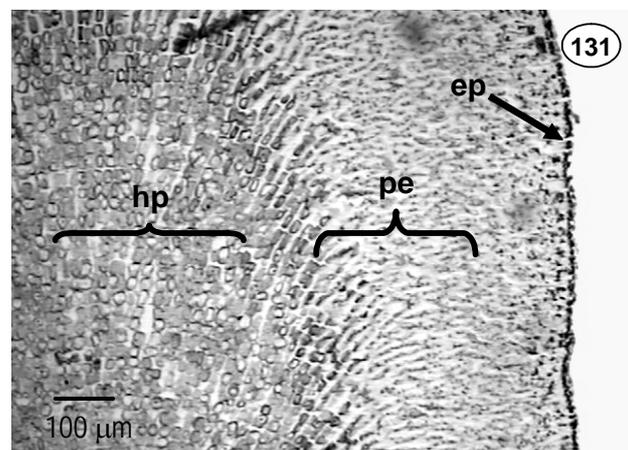
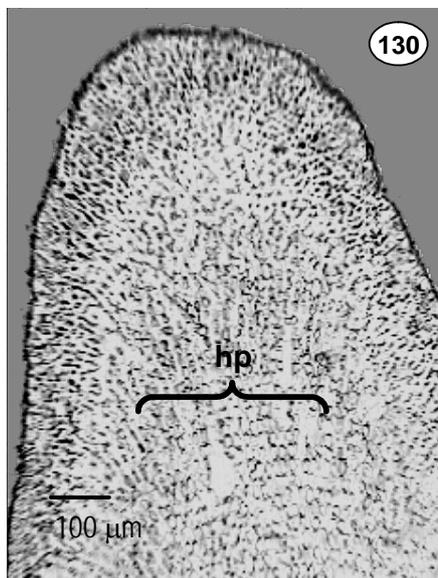
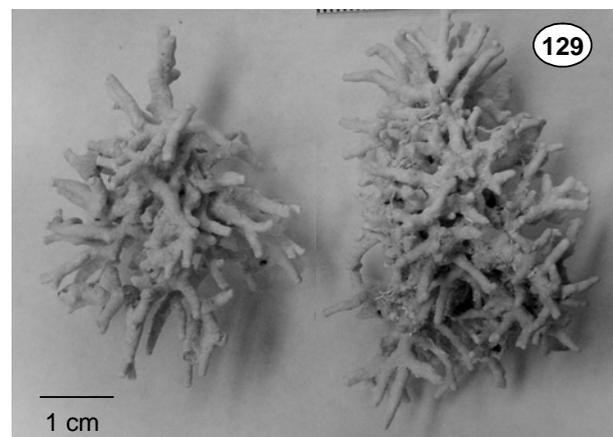
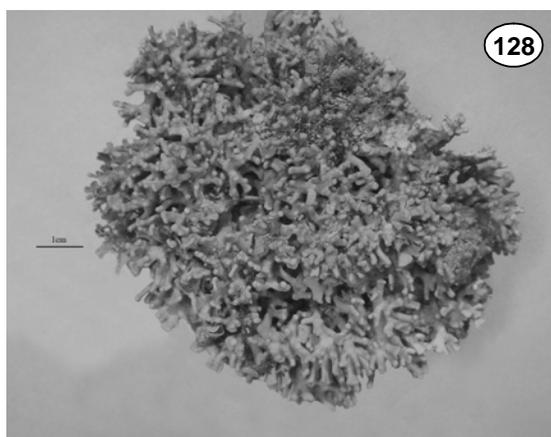
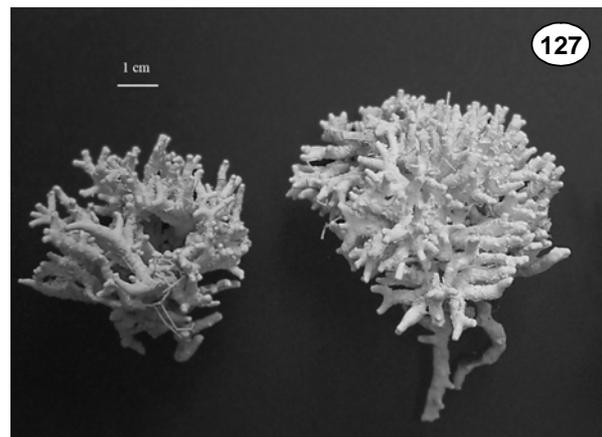
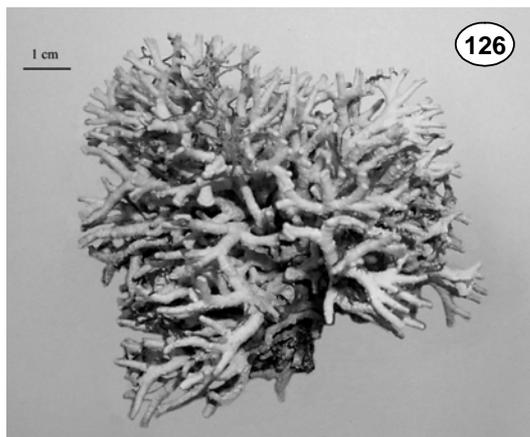
Quintana Roo: Isla Mujeres (Huerta *et al.*, 1987:44-45); Isla Cozumel (Huerta *et al.*, 1987:44-45 y Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991:70)

**Material Examinado:** Arrecife Alacranes, Isla Pérez ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, 16-07-1960, 14-10-1984 y 27-01-1986; Isla Desertora ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, 15-10-1983; Isla Pájaros, col. L. Huerta Múzquiz, 25-01-1986; Isla Mujeres entre base naval y aeropuerto ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 12-10-1983; Isla Cozumel: Playa Nueva, col. L. Huerta M. 21-03-1970, ENCB 4285; Playa Caracol ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 16-10-1983, 08-11-1984, 27-02-1985 y 07-06-1986; El Mirador ( $\oplus$ ); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 07-06-1985; Recorrido hacia el Sur ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 07-11-1984; Punta Celarain, col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 13-05-1993; Playa Maya, col. A. C. Mendoza González, L. E. Mateo Cid y L. Huerta, 16-05-1993; Bahía de La Ascensión, banco Arrecifal frente a Punta Solimán ( $\oplus$ ); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 17-05-1998; Frente a Punta

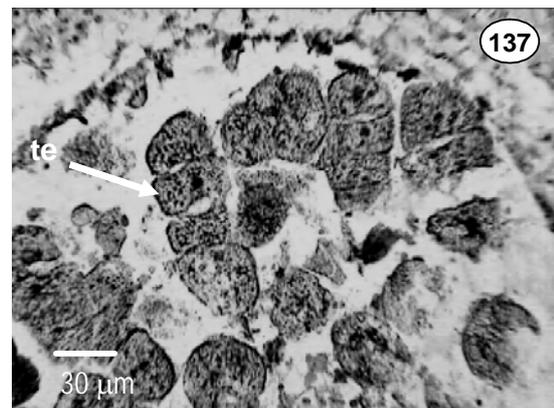
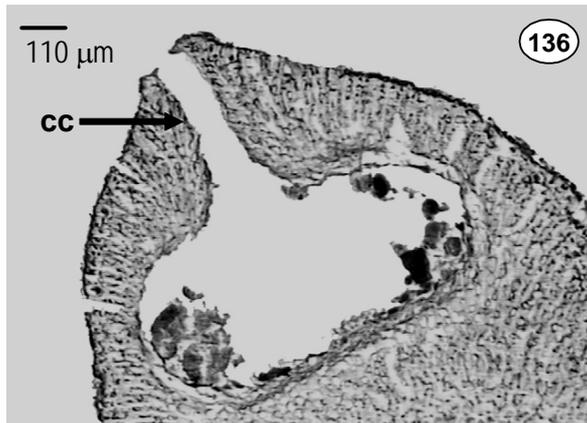
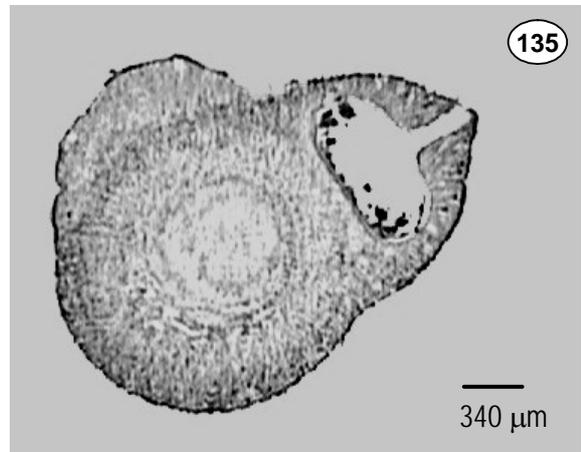
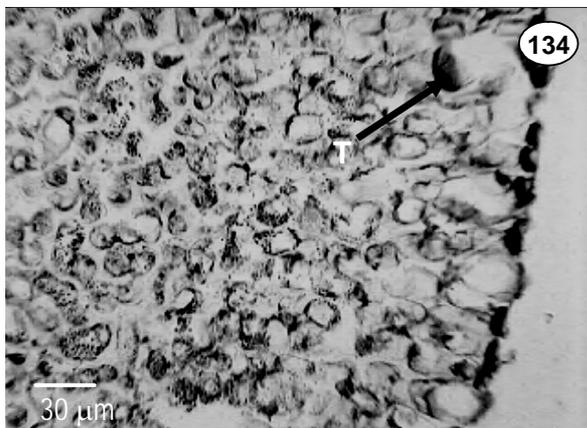
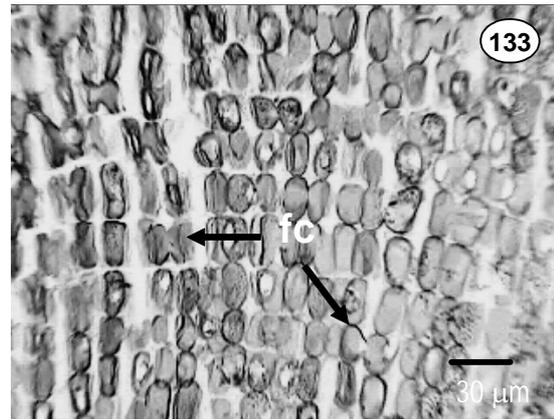
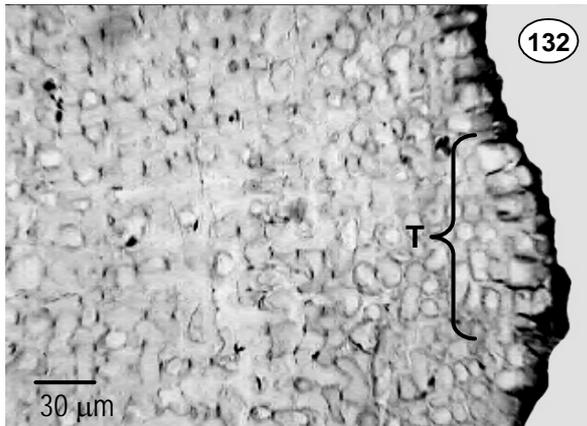
---

Nohkú, col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 18-05-1998; Banco Chinchorro, Cayo Centro (⊕); col. L. Huerta Múzquiz y E. Chávez, 09-07-1982, 24-06-1984.

**Comentarios:** A pesar de que esta especie presenta una variación morfológica notable, es fácilmente reconocible ya que siempre se encuentra formando densos agregados y su ramificación es casi siempre dicotómica, además el tamaño de las cámaras tetrasporangiales es más grande que los de *Neogoniolithon spectabile*. Los ejemplares registrados como *N. strictum* en Veracruz por Huerta (1960) y Huerta *et. al.* (1977) corresponden a *N. trichotomum*. El material revisado en este estudio y que se determinó como *N. strictum* tiene distribución exclusiva en el Caribe mexicano.



Figs. 126-131. *Neogoniolithon strictum*. Figs. 126-129. Aspecto general de talos ramificados dicotómicamente y formando densos agregados. Fig. 130. Sección longitudinal del talo donde se observa la construcción monómera e hipotalo (hp) coaxial. Fig. 131. Detalle del epitalo (ep) y peritalo (pe)



Figs. 132-137. Cortes transversales de *Neogoniolithon strictum*. Fig. 132 Detalle de los tricocitos (T) en agregados. Fig. 133. Detalle del hipotalo con numerosas fusiones celulares (fc). Fig. 134. Detalle de tricocitos (T) aislados. Fig. 135. Corte transversal que muestra un conceptáculo tetrasporangial proyectado. Fig. 136. Detalle del conceptáculo tetrasporangial donde se observan las células que delinean el canal del poro (cc). Fig. 137. Detalle de los tetrasporangios (te)

---

*Neogoniolithon trichotomum* (Heydrich) Setchell & Mason

*Proc. Nat. Acad. Sci.* p. 92, 1943

**Basónimo:** *Lithothamnion trichotomum* Heydrich, 1901:358.

**Lectotipo:** PC! Heydrich no. 11. L. Diguët, 1894

**Localidad tipo:** Bahía de La Paz, La Paz, Baja California Sur, México.

**Figuras 138-157, 166**

**Hábito:** Talo costroso con dos porciones bien definidas, una basal costrosa lisa de 200-800  $\mu\text{m}$  de grueso, firmemente adherida al sustrato y siguiendo el contorno de este; estas costras tienen proyecciones cilíndricas simples o de una a cinco veces ramificadas, de 1-5 mm longitud y 0.5-1.2 mm diámetro, algunas veces las ramas se anastomosan.

**Estructuras vegetativas:** La simetría del talo es dorsiventral en las porciones costrosas y radial en las erectas, la célula meristemática inicial es mas grande que las inmediatas anteriores, el hipotalo es monómero y constituye entre el 40-70% del total del talo; células de 15-20  $\mu\text{m}$  diámetro y 20-30  $\mu\text{m}$  longitud, células de adhesión de forma alargada. Peritalo de células que miden 10-15  $\mu\text{m}$  diámetro y 20-25  $\mu\text{m}$  longitud, tanto en esta región como en el hipotalo con numerosas fusiones celulares. Epitalo monostromático, células ovaladas y de 5-10  $\mu\text{m}$  alto y 12.5-15  $\mu\text{m}$  ancho. Tricocitos aislados o en hileras horizontales y verticales, individualmente miden 25-35  $\mu\text{m}$  diámetro y 30-50  $\mu\text{m}$  longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales apicales en las porciones erectas, redondeados, raramente redondeados, cámaras sin columela y de 400-800  $\mu\text{m}$  diámetro y 180-250  $\mu\text{m}$  alto, canal de 180-380  $\mu\text{m}$  longitud y 50-80  $\mu\text{m}$  diámetro sin tapón. Tetrasporangios de 37.5-45.0  $\mu\text{m}$  diámetro y 90-115  $\mu\text{m}$  longitud. Conceptáculos espermatangiales desarrollándose en el

---

ápice de las porciones erectas y/o ramificadas, uniporados, cámaras de 250-300  $\mu\text{m}$  diámetro y 170-190  $\mu\text{m}$  alto; espermatangios simples desarrollados en el piso, paredes y techo de las cámaras, espermacios ovalados de 2  $\mu\text{m}$  de diámetro, canal de 240-260  $\mu\text{m}$  longitud y 80-100  $\mu\text{m}$  diámetro.

**Hábitat:** Sobre rocas, moluscos, guijarros, raíces de mangle y restos de coral, nivel intermareal protegido y expuesto, en el submareal hasta 17 m de profundidad

**Distribución en Golfo de México y Caribe mexicanos:** Este estudio

Veracruz: Isla Lobos, Anegada de Adentro, Isla Verde, Arrecife La Blanquilla, Isla Sacrificios e Isla de Enmedio.

Campeche: Cayo Arcas.

Yucatán: Arrecife Alacranes, Isla Pájaros, Isla Pérez (Huerta-Múzquiz *et al.*, 1987 como *N. strictum* var. *nanum*), Isla Chica.

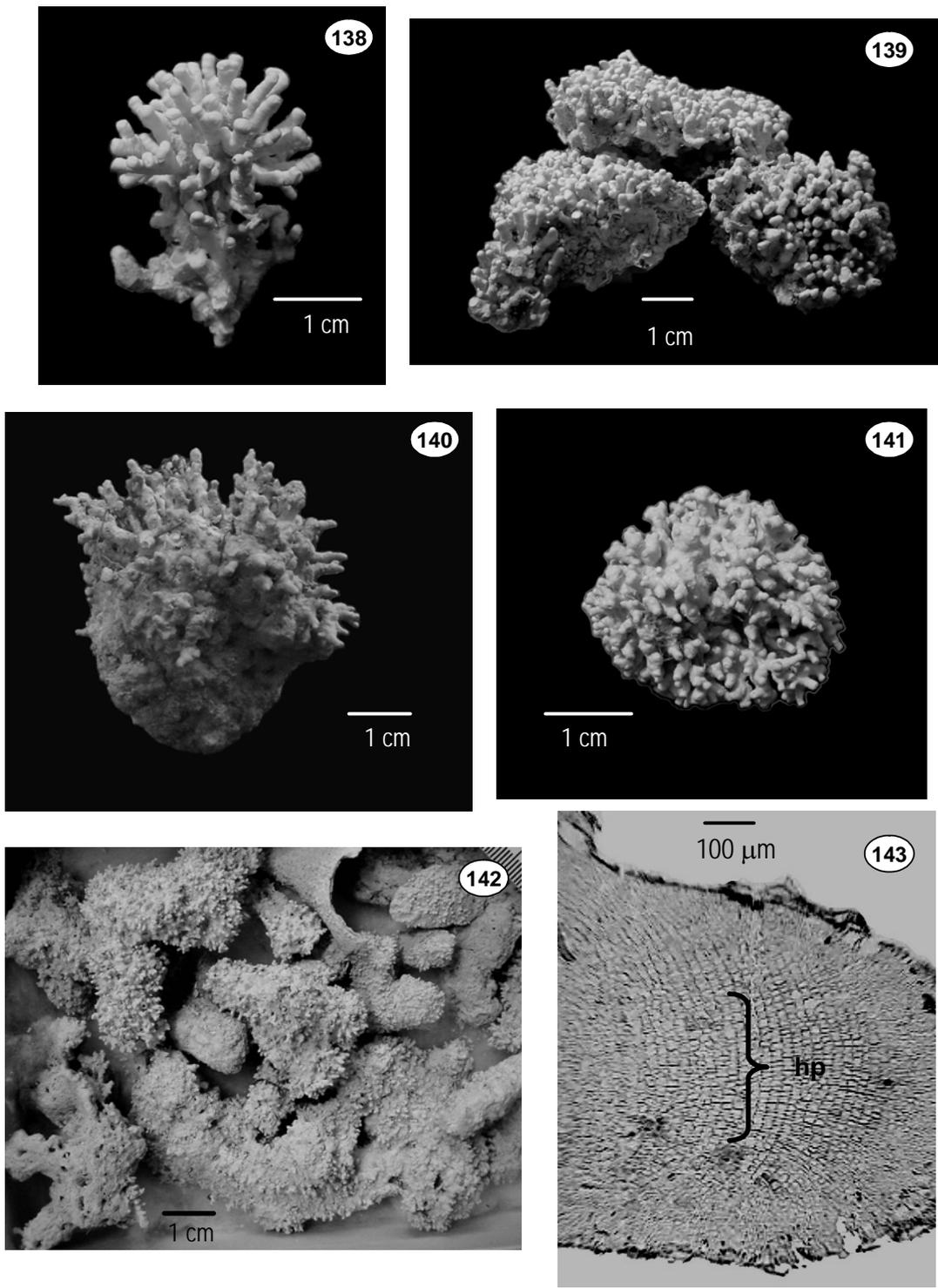
Quintana Roo: Isla Mujeres, Isla Cozumel, Bahía de La Ascensión: Arrecife frente a Punta Solimán, Banco Chinchorro: Cayo Norte y Cayo Lobos; Akumal, Chackmol.

**Material Examinado:** Isla Lobos ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, 04-05-1964; Isla Verde ( $\oplus$  y  $\sigma$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 27-11-1985, 16-11-1992 y 07-07-2004, ENCB 7926; Anegada de Adentro ( $\oplus$  y  $\text{♀}$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 08-07-2004; Arrecife La Blanquilla ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, 03-05-1964; Isla Sacrificios ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 24-11-1986; Isla de Enmedio ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, 14-05-1958, A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 09-07-2004; Cayo Arcas ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz y E. Hidalgo 23-04-1986; Arrecife Alacranes: Isla Pérez ( $\sigma$ ); col. L.

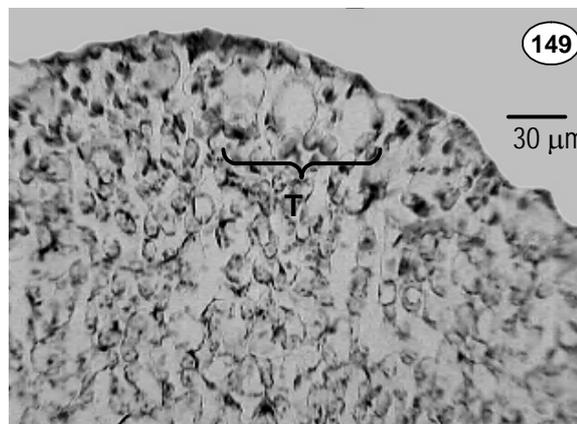
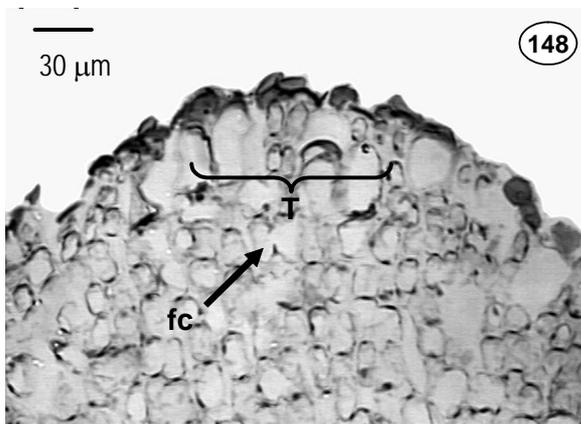
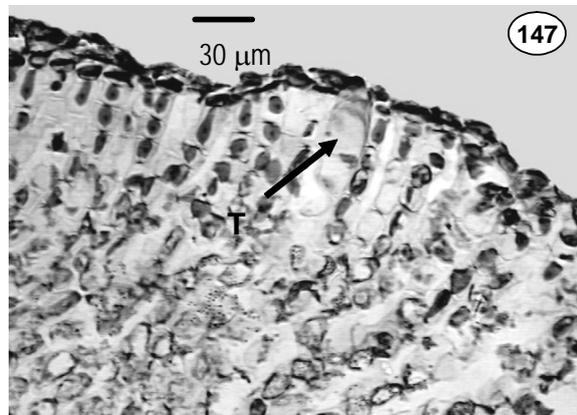
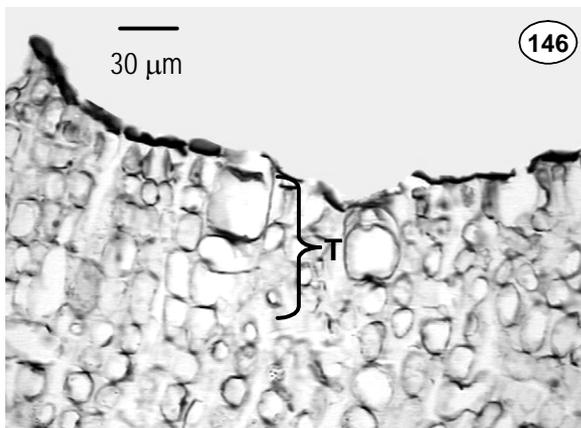
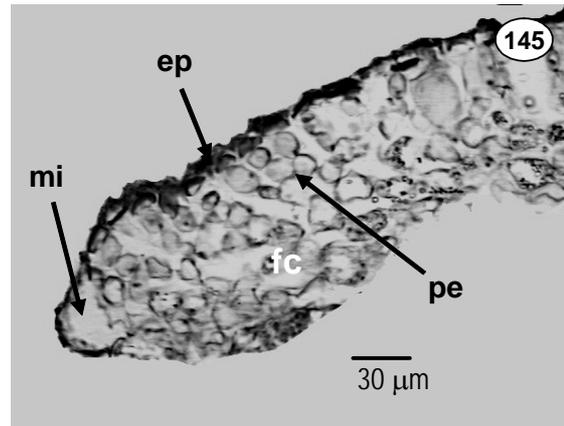
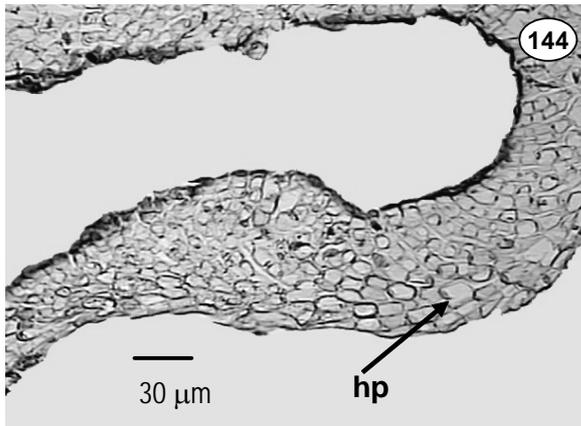
---

Huerta Múzquiz, 16-07-1960; Isla Chica (⊕); col. L. Huerta Múzquiz, 01-1985; Isla Pájaros (⊕ y ♀); col. L. Huerta Múzquiz, 12-1985; Isla Mujeres: Extremo Norte (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 01-03-1985 y 31-10-1984; Parte Este (⊕); col. R. B. Searles, 14-08-1997; Isla Cozumel: del Muelle al sur de la Isla (⊕); col. L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González, 06-06-1985, 10-09-1985 y 26-02-1985; Bahía de La Ascensión, Arrecife frente a Punta Solaiman (⊕); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 17-05-1998; Banco Chinchorro: Cayo Lobos (⊕); col. L. Huerta Múzquiz y E. Chávez, 05-07-1982, Cayo Centro (⊕); col. L. Huerta Múzquiz y L. E. Mateo Cid, 24-06-1984; Cayo Norte (⊕); col. L. Huerta Múzquiz, 07-1982; Playa Chackmol (⊕); col. L. Huerta Múzquiz, A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 12-10-1983; Akumal (⊕, ♀ y ♂); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 16-09-1993.

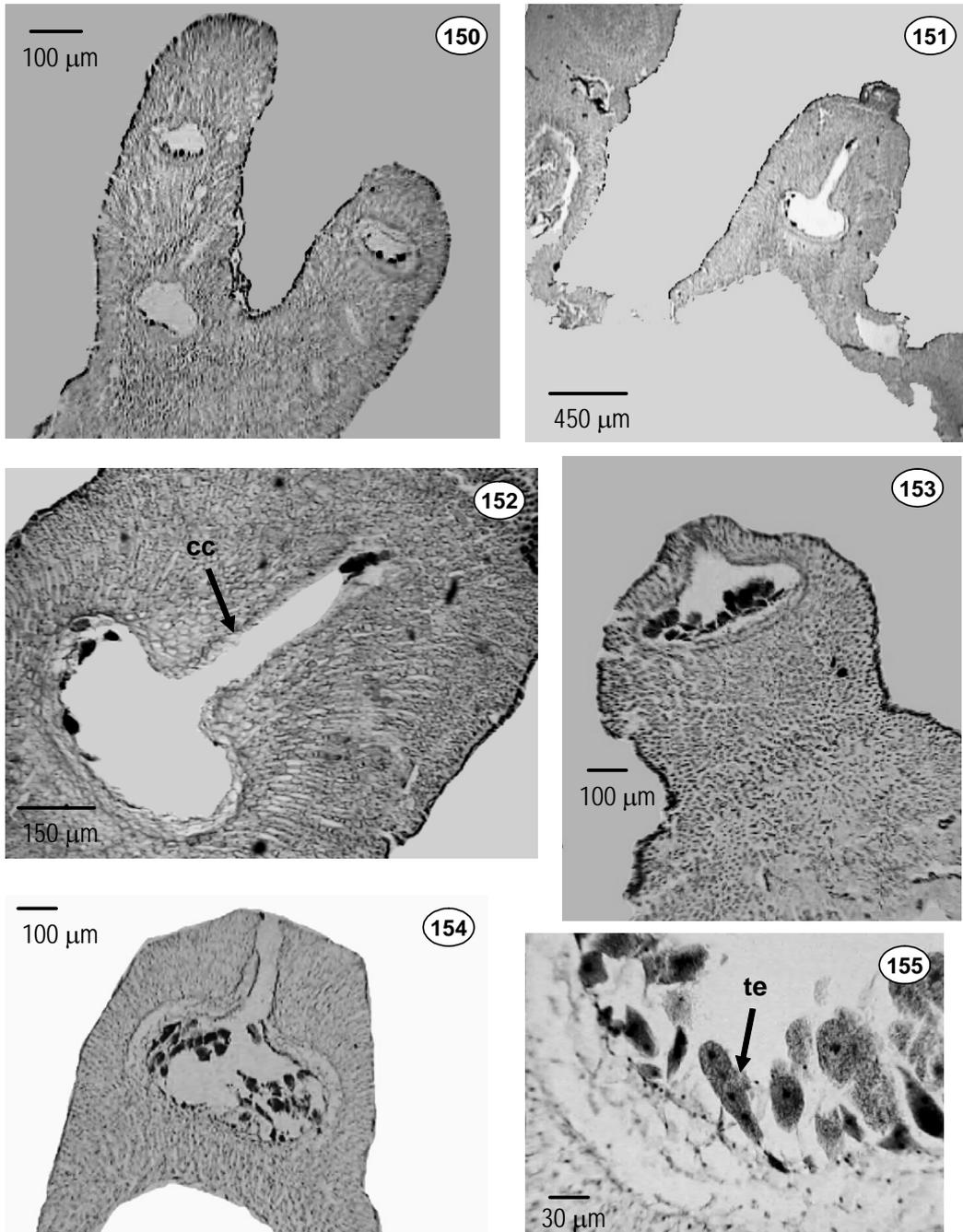
**Comentarios:** *Neogoniolithon trichotomum* ha sido registrado en la Costa del Pacífico de México (Dawson, 1960a) así como en el océano Índico (Silva *et. al.*, 1996), lo que sugiere que es una especie con afinidad tropical. Los ejemplares del Golfo de México y del Caribe mexicanos se ajustan perfectamente con el descrito e ilustrado por Dawson (1960a) para varias localidades del Océano Pacífico de México. Además nuestros ejemplares muestran una morfología externa que no presenta variaciones importantes entre los ejemplares de Veracruz y Quintana Roo. Así mismo es la especie más ampliamente distribuida en el área de estudio, principalmente en los arrecifes coralinos. Por otro lado, los especímenes asignados con anterioridad a *N. strictum* var. *nanum* por Huerta *et al.* (1987) corresponden a *N. trichotomum*. Este es el primer registro de la especie para la costa Atlántica de México.



Figs. 138-143. *Neogoniolithon trichotomum*. Figs. 138-142. Aspecto general de talos ramificados que crecen sobre diferentes sustratos y que muestran la porción basal costrosa y las porciones erectas simples o ramificadas. Fig. 143. Sección longitudinal de las porciones ramificadas donde se observa la construcción monómera y el hipotalo (hp) coaxial.



Figs. 144-149. Cortes transversales de *Neogoniolithon trichotomum*.  
 Fig. 144. Porción basal costrosa donde se observa la construcción monómera, nótese el hipotalo (hp) multiestratificado. Fig. 145. Detalle de la célula meristemática inicial (mi), células del epitalo (ep) y del peritalo (pe). Fig. 146-147. Tricocitos (T) en hileras verticales y aislados. Fig. 148. Tricocitos (T) en agregados y fusiones celulares (fc). Fig. 149. Tricocitos en hileras horizontales (T)



Figs. 150-155. Cortes transversales de *Neogoniolithon trichotomum*.

Fig. 150. Porción erecta ramificada que muestra conceptáculos en las porciones apicales.

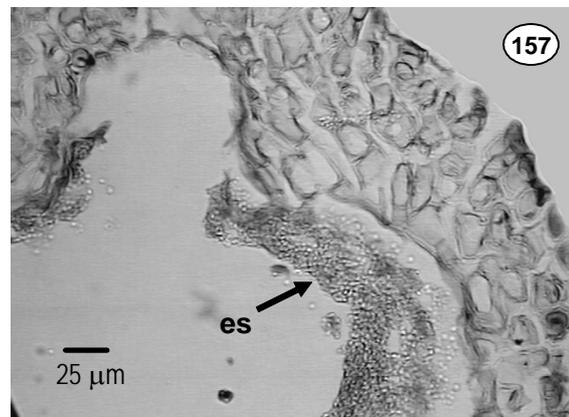
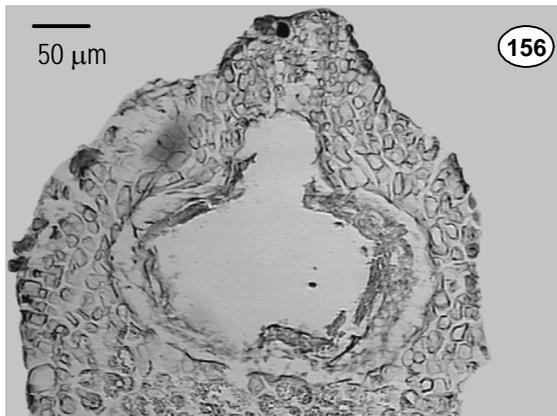
Fig. 151. Conceptáculo tetrasporangial embebido en una porción erecta simple con canal muy largo.

Fig. 152. Detalle del conceptáculo tetrasporangial donde se observan las células que delinean el canal del poro (cc).

Fig. 153. Conceptáculo tetrasporangial en el ápice de la proyección.

Fig. 154. Conceptáculo tetrasporangial desarrollándose en una rama erecta simple.

Fig. 155. Detalle de los tetrasporangios (te).



Figs. 156-157. *Neogoniolithon trichotomum*. Fig. 156. Sección longitudinal de una porción ramificada con un conceptáculo espermatangial con espermatangios desarrollados en piso, paredes y techo de la cámara. Fig. 157. Detalle de los filamentos espermatangiales con espermacios que se desarrollan en el techo de la cámara (es).

---

### **Análisis y discusión sobre el género *Neogoniolithon* en el área de estudio**

En general las coralinas incrustantes que habitan la costa del Atlántico de México, han representado un gran problema desde el punto de vista taxonómico lo que ha derivado en la confusión de nombres, en una sobreestimación del número de géneros y taxa presentes en esta zona o en su defecto se ha ignorado la presencia de estos organismos. Algunos de estos problemas pueden atribuirse a la dificultad para recolectar a estos organismos o que pasan inadvertidos al colector por su tamaño o su hábito. Por ejemplo, al revisar los antecedentes bibliográficos sobre el género *Neogoniolithon*, nos damos cuenta de que las descripciones e ilustraciones de éste son escasas y como consecuencia es difícil determinar las especies asignadas a este género con precisión. Por otro lado, las características utilizadas para segregar a los taxa de *Neogoniolithon* son poco informativas y varias de ellas son utilizadas para describir a otros géneros como *Hydrolithon* o *Spongites*.

Los resultados obtenidos al realizar el análisis de 120 especímenes que fueron asignados al género *Neogoniolithon*, evidenciaron otras características que pueden ser utilizadas en el trabajo taxonómico y que permiten separar con mayor precisión y más naturalmente a las especies encontradas en este estudio. Como se observa en la tabla 6, las características morfoanatómicas más importantes para delimitar a los taxa son: la construcción del talo, organización del hipotalo, el crecimiento de los talos ya sea por tejido meristemático o por una célula meristemática inicial, el tamaño de esta última así como la forma de las células de adhesión, varias de estas características no habían sido usadas para clasificar a los representantes del género *Neogoniolithon*. Por lo que respecta a las características reproductivas, se consideró sólo a los tetrasporofitos, ya que los gametofitos sólo se encontraron en cinco especies ya sean masculinos o femeninos.

---

Las características consideradas de los tetrasporofitos fueron: forma de los conceptáculos tetrasporangiales, su disposición en los talos ramificados, la longitud vs. el diámetro del canal y la presencia o ausencia del tapón esporangial (Tabla 7). En lo que concierne a las características cuantitativas, como el diámetro y longitud de los tricocitos y de los tetrasporangios se considera que estas tienen poco peso taxonómico, ya que varias de ellas se solapan o son muy semejantes entre sí (Tabla 6 y 7).

**Diversidad y distribución.** Actualmente se reconocen 39 taxa de *Neogoniolithon* en el mundo y es en el Océano Índico donde se ubica el mayor número con 20 especies (Silva *et al.*, 1996), por lo que respecta a la costa oeste del Atlántico de América se tienen trece registros (Wynne, 1996). En el Atlántico de México existen 24 especies de coralinas incrustantes (Ortega *et al.*, 2001), siendo *Neogoniolithon* el mejor representado con ocho especies, de éstas *N. accropetum* y *N. mammillare* son nombres mal aplicados, pues al reexaminar los ejemplares asignados a estas especies usando las características propuestas en este estudio, encontramos que ambos taxa deben ser asignados a *N. fosliei*. Por otro lado, existen varios registros de *N. strictum* var. *nanum* y *N. strictum* que corresponden a *N. trichotomum*. Los resultados de este trabajo indican la presencia de nueve especies de *Neogoniolithon* ya que se registraron por primera vez a *N. caribaeum*, *N. propinquum* y *N. trichotomum* para la costa del Atlántico de México.

Por otro lado, es notoria la diversidad con 38 especies de coralinas incrustantes en el litoral del Pacífico de México y a diferencia de la costa del Atlántico, en el Pacífico dominan los géneros *Lithophyllum* y *Lithothamnion* mientras que *Neogoniolithon* está poco representado con sólo 2 especies, una de ellas *N. trichotomum* que se distribuye desde Puerto Peñasco, Sonora hasta las Bahías de Huatulco, Oaxaca (Dawson, 1960a, Mendoza-González y Mateo-Cid, 2001), cabe

---

destacar que en el Pacífico de México no existen zonas arrecifales como las que se presentan en la costa del Golfo de México y Caribe mexicanos.

En las figuras 158 a 166, se muestra la distribución de los taxa de *Neogoniolithon* en el área de estudio, cabe aclarar que para elaborar estas figuras sólo se utilizaron los datos de los especímenes revisados en este trabajo, ya que el material de los registros de estas especies no fueron localizados en los herbarios consultados. En el anexo 2 se encuentran las localidades y su respectiva georreferenciación para cada especie encontrada. En las figuras 158 a 161, observamos que *N. accretum*, *N. affine*, *N. caribaeum* y *N. erosum* tienen una distribución restringida y pocos registros. En el caso de *N. fosliei* (fig. 162), *N. propinquum* (fig. 163) y *N. trichotomum* (fig. 166) son los taxa que presentan una distribución más amplia en el área de estudio, principalmente en los arrecifes coralinos de Veracruz y del Caribe mexicano; mientras que *N. spectabile* (fig. 164) y *N. strictum* (fig. 165) se ubican en los arrecifes coralinos de la Península de Yucatán (Caribe mexicano). En contraste solo se tienen tres registros de este género en localidades litorales del estado de Quintana Roo, este hecho puede deberse a varios factores, como se sabe las costas acumulativas representadas por manglares, estuarios y lagunas costeras son frecuentes en los estados de Tamaulipas, Tabasco y Yucatán, ya que en estas zonas se presentan dunas y cordones litorales que son bajos, arenosos, limosos y libres de vegetación, además de que se encuentran siempre en constante modificación con altos niveles de material suspendido y poca penetración de la luz. Por tal motivo este tipo de costa no favorece el establecimiento de los taxa de *Neogoniolithon*, ya que estos requieren de sustratos estables y de aguas claras, transparentes y oxigenadas para su desarrollo.

---

**Importancia del género *Neogoniolithon* en los arrecifes coralinos.** Las coralinas incrustantes como *Neogoniolithon* tienen una significancia particular en la ecología de los arrecifes coralinos, en donde ellas proveen el material calcáreo a la estructura del arrecife, lo cementan y son productores primarios. Un área donde estas coralinas son particularmente importantes en los arrecifes es la conocida como “cresta algal”, la que caracteriza a la rompiente de los arrecifes de la región del Atlántico y del Indo-Pacífico. Las crestas algales son estructuras carbonatadas que son construidas por las coralinas incrustantes, estas protegen a los arrecifes del intenso oleaje y ayudan a prevenir la erosión costera (Adey, 1970a, Littler, 1972).

Estudios realizados en Waikiki (Littler, 1973) y Curazao (Hoek *et al.*, 1975) evidenciaron que las coralinas costrosas son el componente principal de la vegetación algal bentónica además de que consolidan el sustrato donde habitan desarrollando una amplia cobertura y densidad relativa, ya que en algunos casos llegan a cubrir el 39% de la superficie del arrecife y exceden a todos los otros organismos en ser las mejores constructoras y consolidadoras de los arrecifes.

En el presente estudio se evidenció que el género *Neogoniolithon* es el componente principal de los arrecifes coralinos de la costa del Atlántico de México y, por consiguiente tiene una gran importancia ecológica en nuestros arrecifes.

Tabla 6. Características morfoanatómicas de los taxa de *Neogoniolimon* ubicados en este estudio.

CARACTERÍSTICAS										
TAXA	Hábito	Construcción del tallo	Grosor del tallo	Crecimiento de los tallos	Dimensión de la célula mesenquimática	Forma de las células de selección	Cobertura del hipotálamo (%)	Organización del hipotálamo	Distribución de los tricobotrios	Tamaño de los tricobotrios
<i>N. esquamum</i>	Costoso	Micóclonero	300-500 µm	Por una célula más terminal inicial	Del mismo tamaño que las células inmediatas anteriores	Alargada o rectangular	10-35%	No coarctal	Aislados o en hilos verticales; frecuentes	25-30 µm diám. 30-45 µm long.
<i>N. affine</i>	Verticilo	Micóclonero	0.8-3.0 µm	Por una célula más terminal inicial	Del mismo tamaño o más pequeña que las inmediatas anteriores	Alargada o rectangular	50-80%	No coarctal	Aislados; escasos	25-30 µm diám. 40-50 µm long.
<i>N. caribaeum</i>	Costoso	Dímoro	120-150 µm	Por una célula más terminal inicial	Más grande que las inmediatas anteriores	Alargada o cuadrada	<5%	*	En series verticales y horizontales; frecuentes	15-22 µm diám. 22.5-50 µm long.
<i>N. musum</i>	Costoso	Micóclonero	80-120 µm	Por una célula más terminal inicial	Más pequeña que las inmediatas anteriores	Alargada	40-80%	No coarctal	Aislados; frecuentes	17.5-20 µm diám. 25-30 µm long.
<i>N. foetide</i>	Laminar, costoso, con prothecacias ramificadas	Micóclonero	L: 200-400 µm C: 0.8-1.4 µm Pc: 200-300 µm P: 4-5 mm alto E: 4-17 mm	Por tejido mesenquimático	*	Ovalada	50-85%	Coarctal	Aislados, en hilos verticales y horizontales; frecuentes	20-30.5 µm diám. 30-50 µm long.
<i>N. prostratum</i>	Costoso	Micóclonero	0.3-2.5 mm	Por célula más terminal	Del mismo tamaño que las inmediatas anteriores	Alargada	10-40%	No Coarctal	En hilos verticales y horizontales; agregados; abundantes	20-30 µm diám. 30-50 µm long.
<i>N. sparsibile</i>	Ramificado	Micóclonero	2.0-4.0 mm diám.	Más terminal	*	*	60-80%	Coarctal	Aislados o en hilos verticales y horizontales; frecuentes	25-30 µm diám. 35-50 µm long.
<i>N. striatum</i>	Ramificado	Micóclonero	3.0-4.0 mm	Más terminal	*	*	60-80%	Coarctal	Aislados, agregados o en hilos verticales; frecuentes	25-30 µm diám. 37.5-50 µm long.
<i>N. trichotomum</i>	Ramificado, con prothecacias evidentes	Micóclonero	Bc: 200-800 µm Rc: 0.5-1.2 mm	Más terminal y célula terminal en la posición basal	Más grande que las inmediatas anteriores	Alargada o rectangular en las posiciones basales	60-80% en las ramificaciones y 40-70% en la posición basal	Coarctal en las ramas, no coarctal en la base a costoso	Aislados en hilos horizontales y verticales; agregados; frecuentes	25-35 µm diám. 30-50 µm long.

\*: Información no disponible. L: Lámina; C: Costoso; Pc: Porción costosa; P: Porción basal; E: Eje; R: Ramificación; Bc: Base al costoso; Rc: Rama al costoso.

CARACTERÍSTICAS							
TAXA	Disposición de los conceptáculos en los talos	Forma de los conceptáculos proyectados	Tamaño de las cámaras	Longitud vs. Diámetro del canal del conceptáculo	Tapón esporangial	Tamaño de los tetrasporangios	
<i>N. accretum</i>	Proyectados	Redondeados apiculados	220-240 µm diám. 100-120 µm alto	3-7 veces	Presente	30-50 µm diám. 80-112 µm long	
<i>N. affine</i>	Emboidos y proyectados	Redondeados	350-450 µm diám. 130-160 µm alto	3-4 veces	Ausente	30-40 µm diám. 75-85 µm long	
<i>N. carolinense</i>	Proyectados	Apiculados	320-360 µm diám. 120-150 µm alto	4-5 veces	Ausente	20-35 µm diám. 60-80 µm long	
<i>N. erissum</i>	Proyectados	Redondeados	170-200 µm diám. 120-130 µm alto	2-3 veces	Ausente	30-40 µm diám. 70-92.5 µm long	
<i>N. fossilis</i>	Proyectados	Mamiforme	400-1000 µm diám. 170-340 µm alto	5-10 veces	Ausente	20-45 µm diám. 80-125 µm long	
<i>N. propinquum</i>	Proyectados	Mamiforme cónico	400-900 µm diám. 170-300 µm alto	10-12 veces	Ausente	27-50 µm diám. 50-120 µm long	
<i>N. spectabile</i>	Proyectados laterales	Apiculados	500-700 µm diám. 250-300 µm alto	4-5 veces	Ausente	40-60 µm diám. 90-115 µm long	
<i>N. strictum</i>	Emboidos o proyectados, laterales en las ramas	Apiculados y mamiforme	800-1000 µm diám. 200-300 µm alto	1-3 veces	Ausente	32-42 µm diám. 95-100 µm long	
<i>N. urticatorum</i>	Apicales, terminales	Apiculados redondeados	400-800 µm diám. 180-250 µm alto	3-7 veces	Ausente	37.5-45 µm diám. 90-115 µm long	

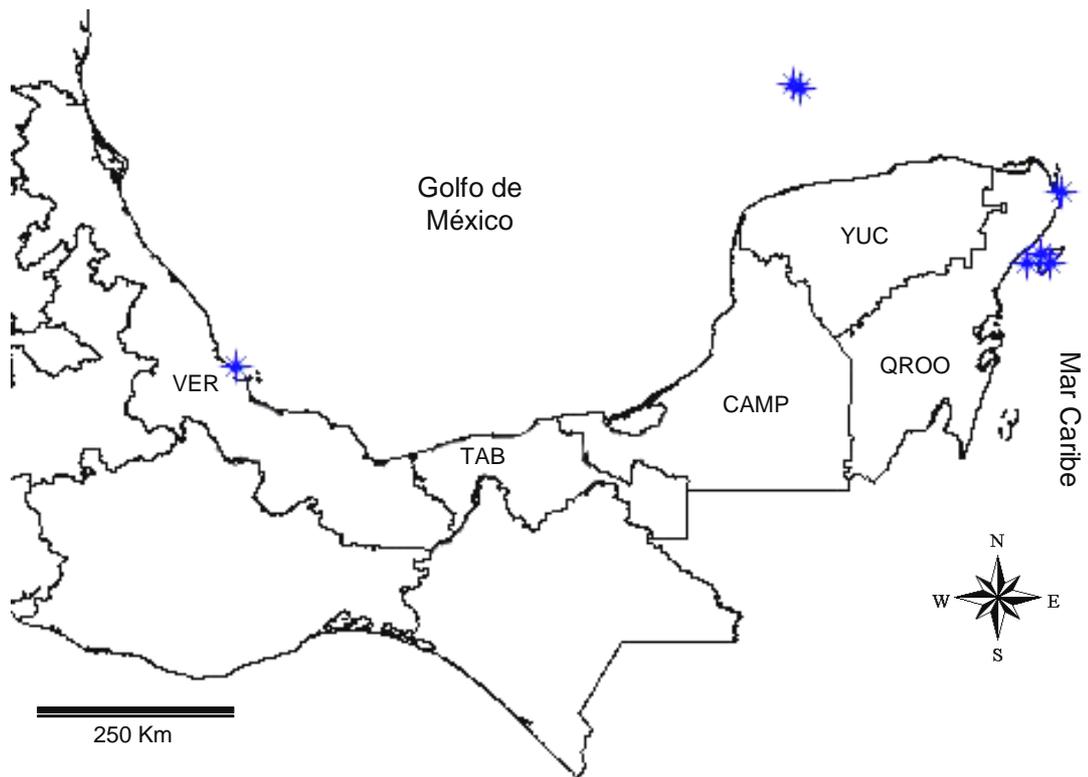


Fig. 158. Distribución de *Neogoniolithon accretum* en el área de estudio

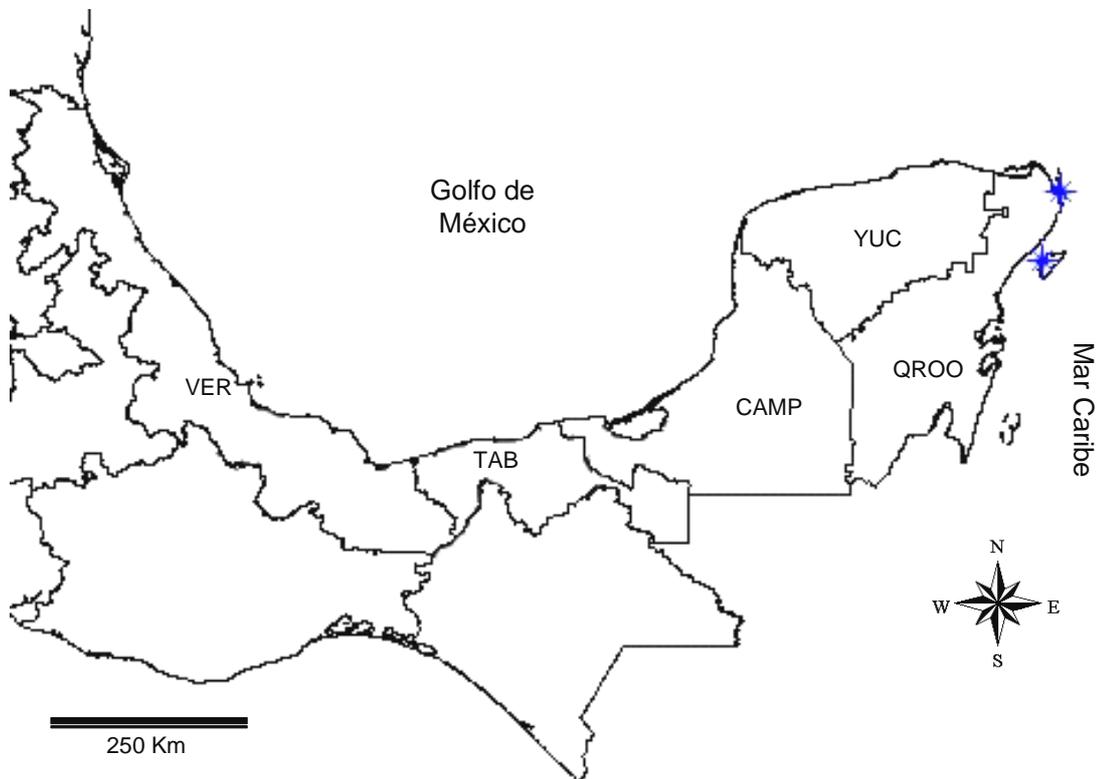


Fig. 159. Distribución de *Neogoniolithon affine* en el área de estudio

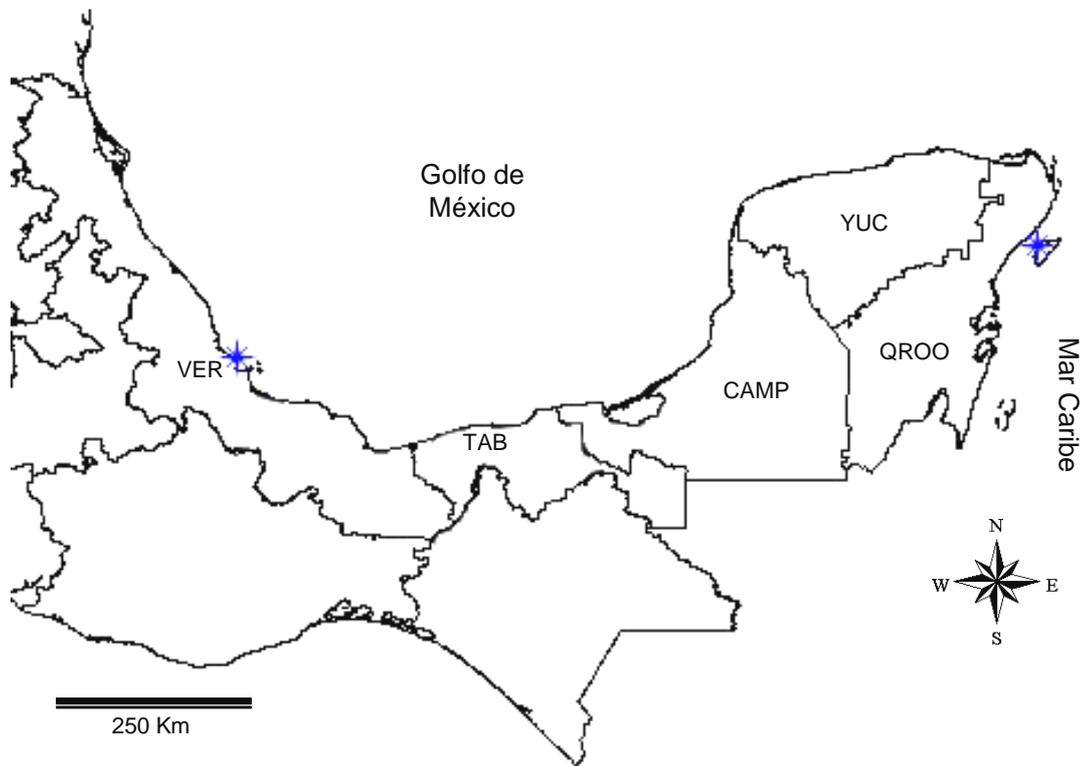


Fig. 160. Distribución de *Neogoniolithon caribaeum* en el área de estudio

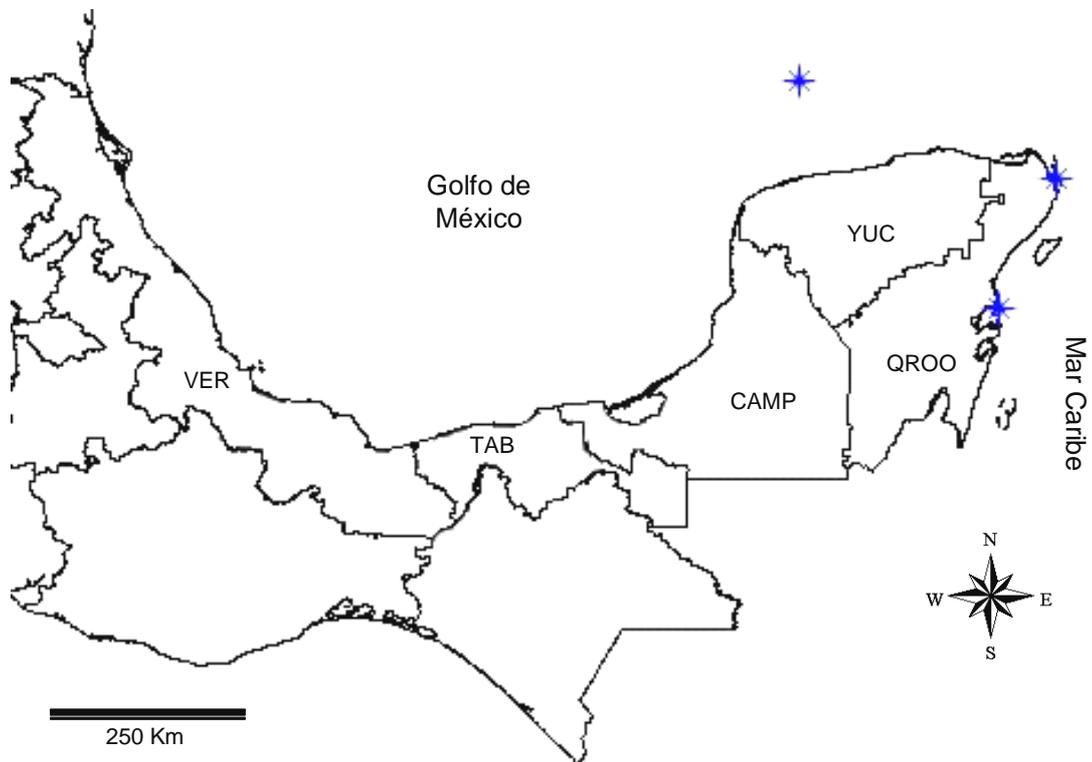


Fig. 161. Distribución de *Neogoniolithon erosum* en el área de estudio

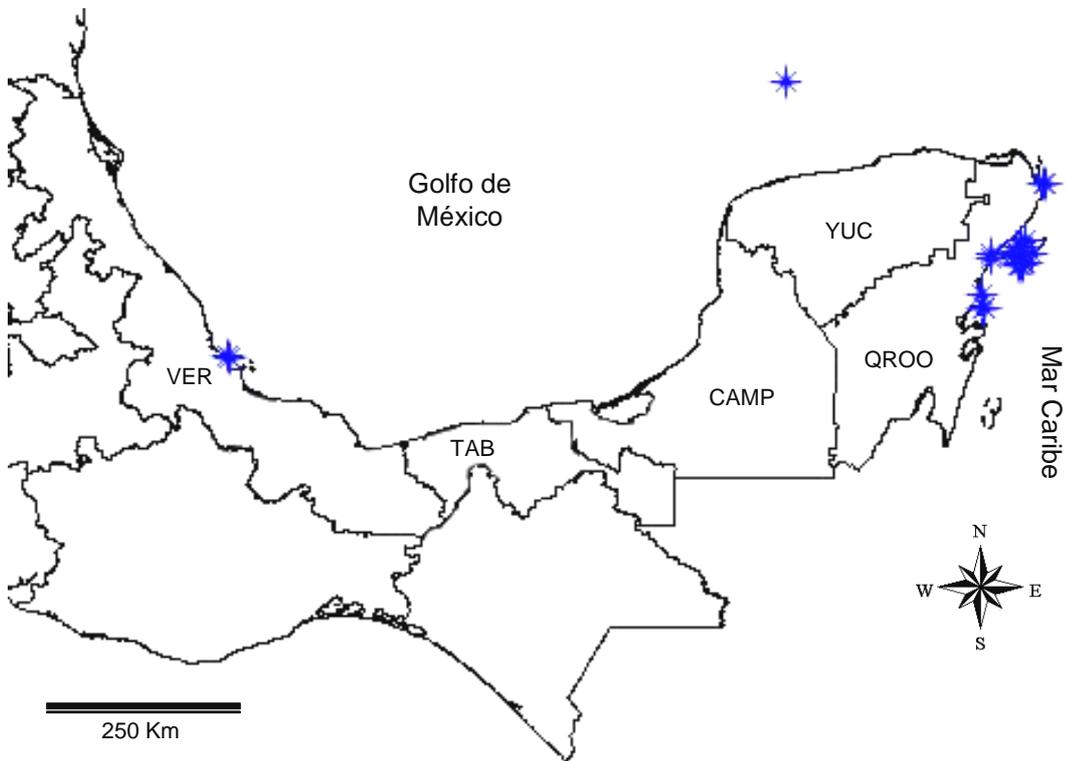


Fig. 162. Distribución de *Neogoniolithon fosliei* en el área de estudio

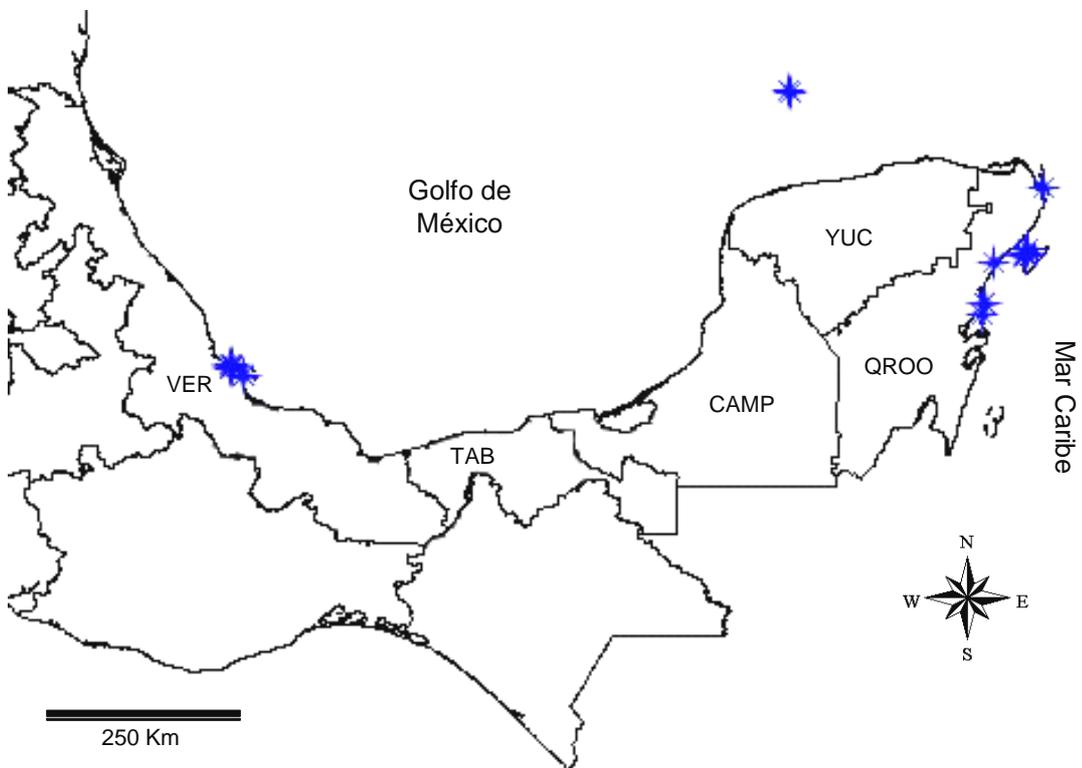


Fig. 163. Distribución de *Neogoniolithon propinquum* en el área de estudio

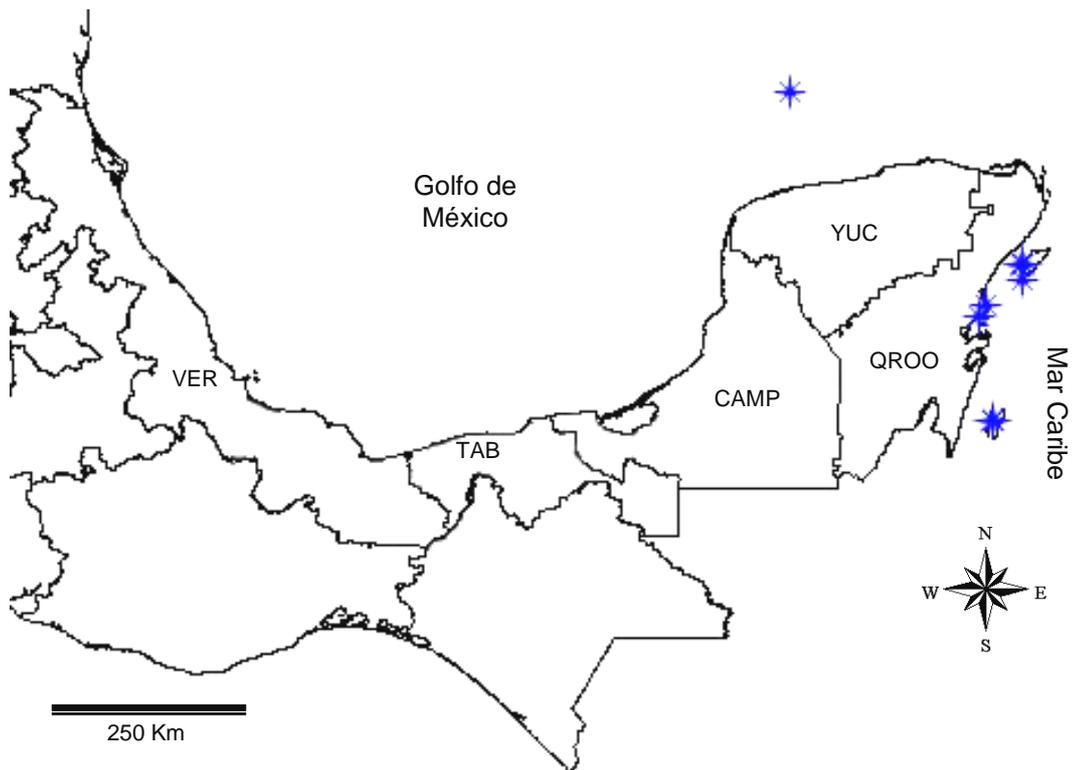


Fig. 164. Distribución de *Neogoniolithon spectabile* en el área de estudio

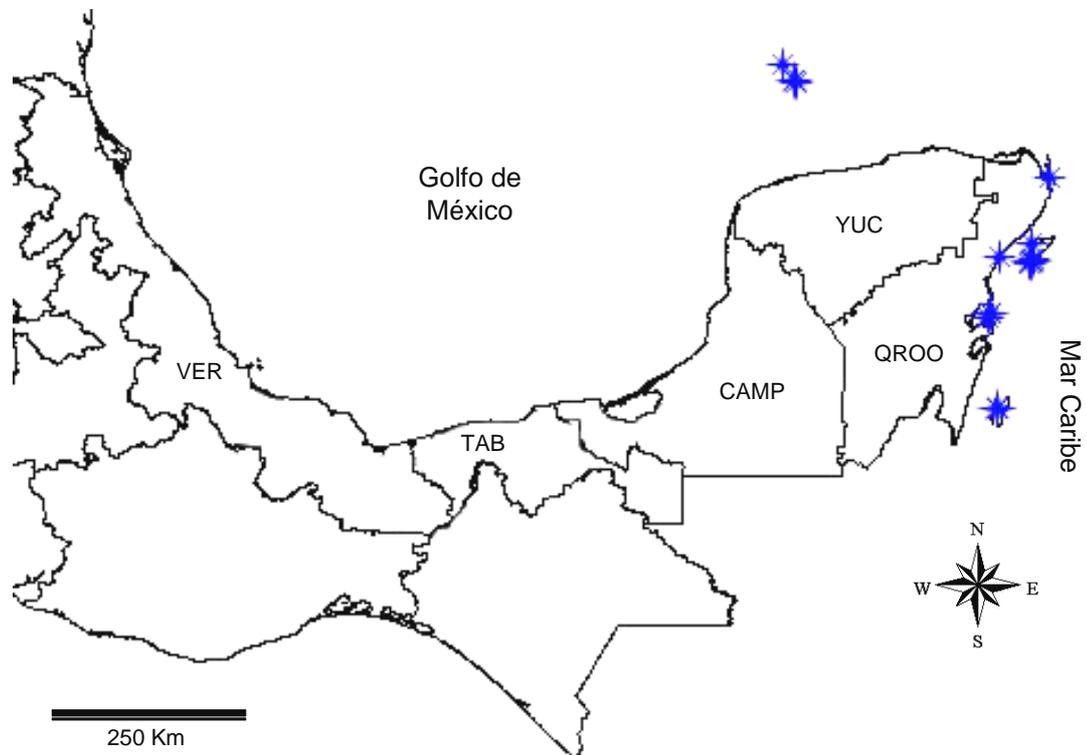


Fig. 165. Distribución de *Neogoniolithon strictum* en el área de estudio

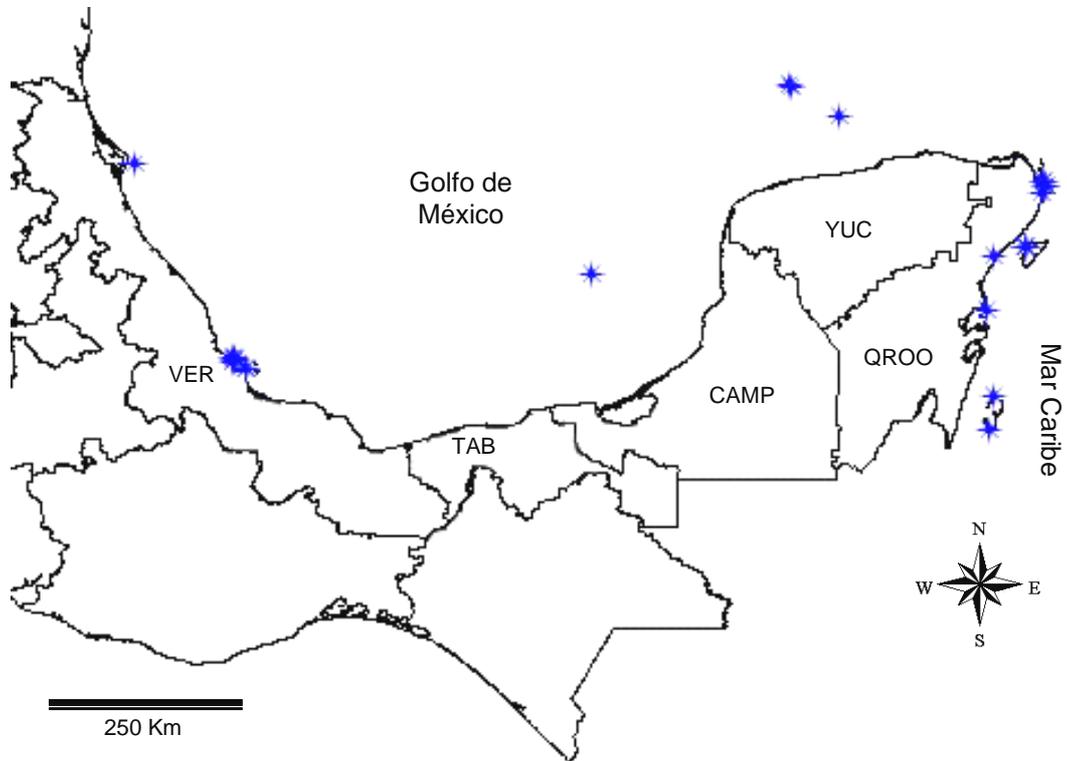


Fig. 166. Distribución de *Neogoniolithon trichotomum* en el área de estudio

---

#### 4.5 Tratamiento del género *Pneophyllum* Kützing

##### *Pneophyllum* Kützing

F. A. Brock. Leipzig, p.385, 1843

**Sinónimos heterotípicos:** *Heteroderma* (Foslie) Foslie, 1909:56. *Fosliella* Howe subg. *Heteroderma* (Foslie) Cabioch, 1972: 182, 269. *Guerinea* Picquenard, 1912:1

**Especie tipo:** *Pneophyllum fragile* Kützing, 1843:385.

**Localidad tipo:** Mar Mediterráneo.

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

##### **Diagnosis**

Talos costrosos, epífitos, epizoicos, perennes y fijos al sustrato por células de adhesión. Estructura pseudoparanquimatoso; 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 usualmente son solitarios en la superficie del talo, nunca se encuentran agregados.

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 fragile*** Kützing

*F. A. Brock. Leipzig, p.385, 1843*

**Holotipo:** L! no. 941.241.152. Herb. Kützing, Kützing, 1835

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

**Sinónimos heterotípicos:** *Melobesia lejolisii* Rosanoff, 1866:62-64.

*Pneophyllum lejolisii* (Rosanoff) Chamberlain, 1983:359

**Figuras 167-175**

**Hábito:** Talo costroso, liso sin excrecencias, formando costras muy delgadas de 20-30 µm de grueso, perenne, de extensión indefinida y cubriendo en ocasiones al hospedero hasta un 90% de su superficie.

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

---

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales uniporados, proyectados, redondeados; cámaras sin columnela de 50-60  $\mu\text{m}$  diámetro y 40-70  $\mu\text{m}$  alto; tetrasporangios sobre el piso de la cámara y de 12.5-17.5  $\mu\text{m}$  diámetro y 25-45  $\mu\text{m}$  longitud. Conceptáculos carposporangiales elevados, con cámaras elípticas de 105-110  $\mu\text{m}$  de diámetro y 29-31  $\mu\text{m}$  de alto con columnela, otras cámaras son redondeadas y miden 80-90  $\mu\text{m}$  de diámetro: Carposporangios de 30-45  $\mu\text{m}$  de longitud y 25-42  $\mu\text{m}$  de longitud. Conceptáculos espermatangiales proyectados, cámaras de 50-70  $\mu\text{m}$  diámetro y 40-55  $\mu\text{m}$  alto, con espermatangios simples confinados al piso de la cámara, el canal del conceptáculo con un tubo mucilaginoso alargado.

**Hábitat:** Epífito de *Thalassia testudinum* Banks ex König y *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder, intermareal expuesto y protegido.

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:**

Tamaulipas: Ciudad Madero, escollera N del Río Pánuco, Tamaulipas (Garza Barrientos *et al.*, 1984:117); Altamira, (Martínez Lozano *et al.*, 1992:32, 33).

Veracruz: Isla Lobos, (Chávez *et al.*, 1970:249); Isla Sacrificios, (Huerta 1960:43); Arrecife La Blanquilla, (Huerta y Garza Barrientos, 1964:13); Isla de Enmedio, (Huerta *et al.*, 1977:323); Monte Pío, Villa Rica, Boca Andrea, La Mancha, (Sánchez Rodríguez *et al.*, 1975:80 y Sánchez Rodríguez 1980:349; Arrecifes e islas situados frente al Puerto de Veracruz, (Earle, 1972:28 y Humm y Hildenbrand, 1962:252); Isla Verde (Mateo Cid *et al.*, 1996:68).

Campeche: Al NE de la Laguna Chacal, Laguna de Términos; Puerto Real, Punta Gorda (Ortega, 1995:11)

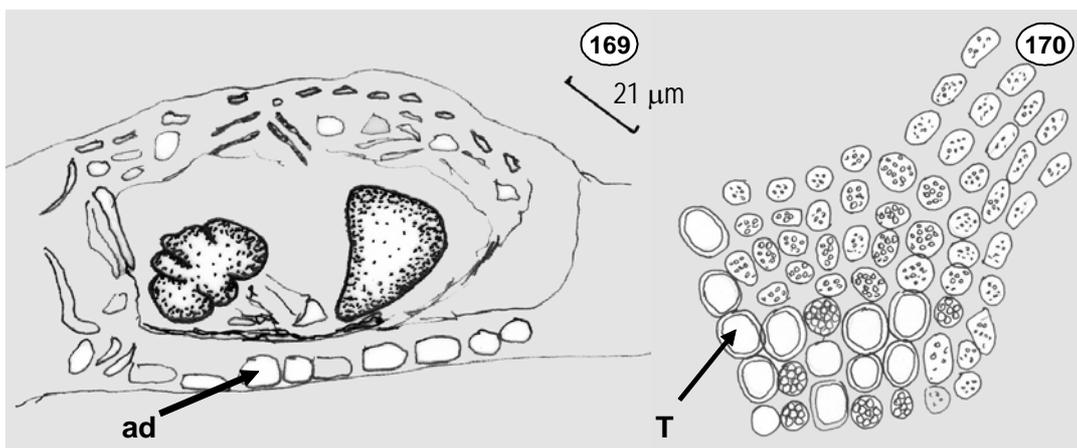
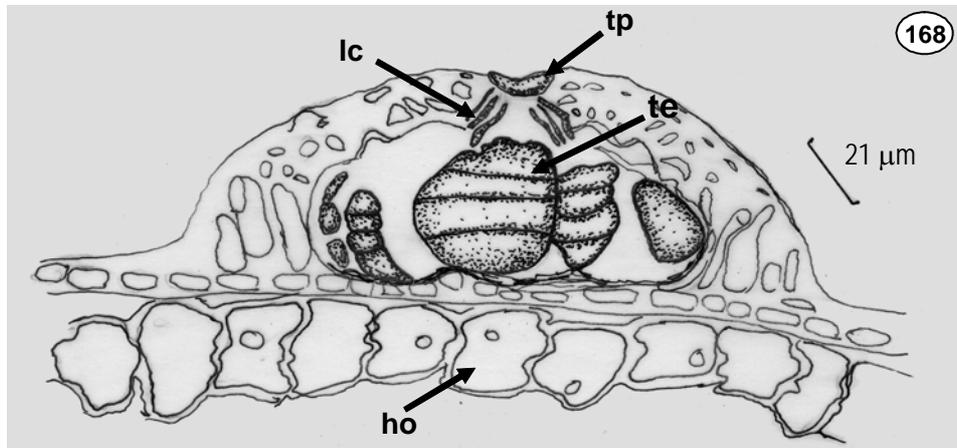
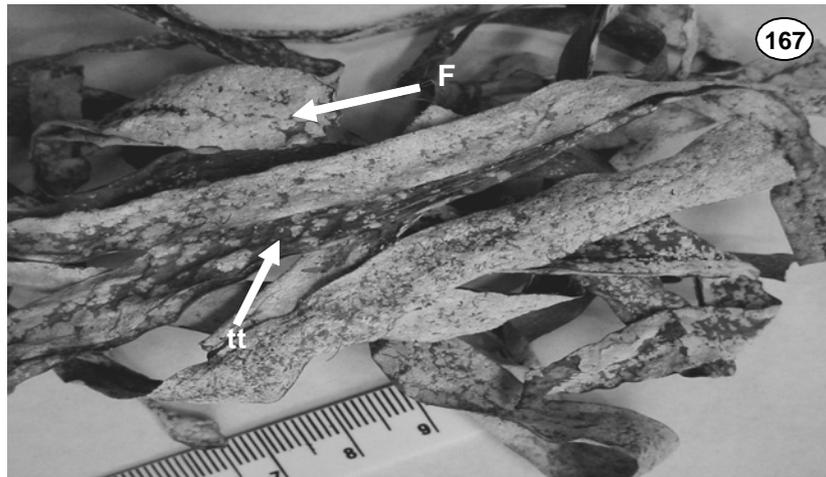
Yucatán: Isla Pérez, Arrecife Alacrán, Yucatán (Kim, 1964:138 y Huerta *et al.*, 1987:44-45)

---

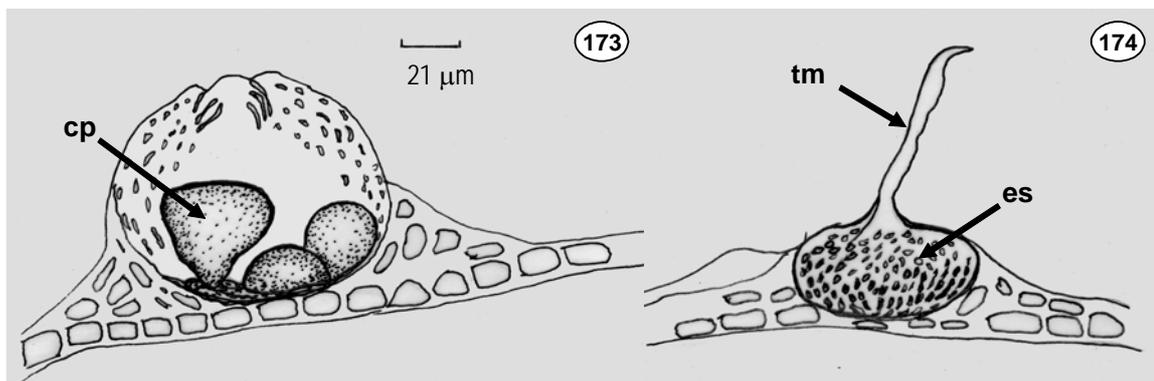
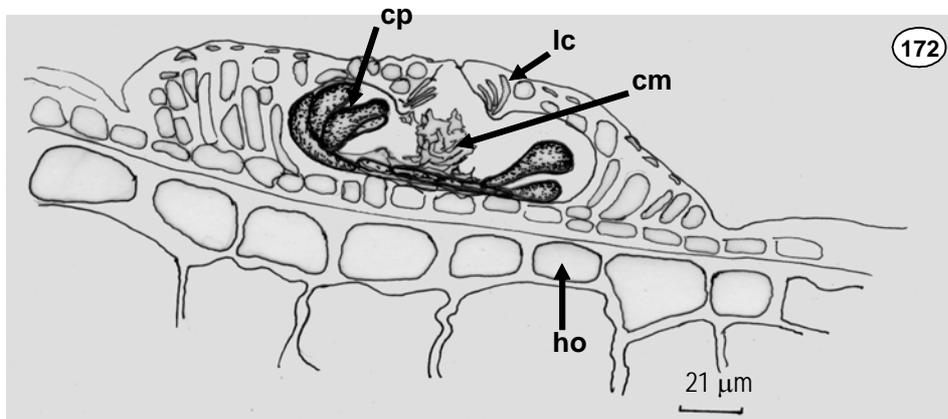
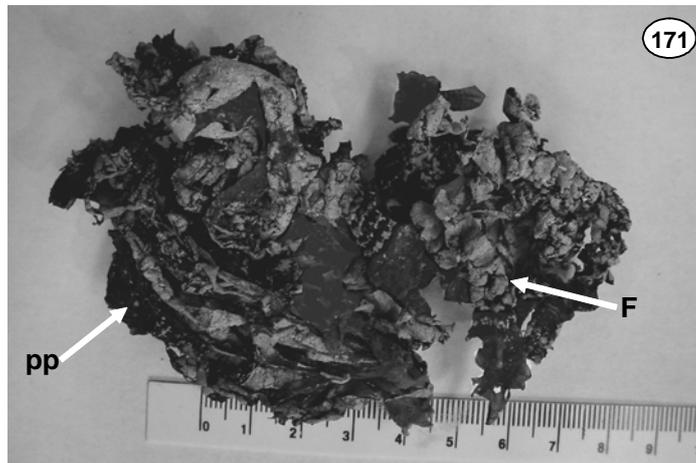
**Material Examinado:** Isla Verde (⊕, ♀ y ♂); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 23-11-1986, ENCB 7922; Villa Rica (⊕); col. A. Ramírez, 16-03-1974, ENCB 4918; Bahía de La Ascensión, Vigía Chico (⊕); col. R. B. Searles, 18-05-1998; Punta Nohkú (⊕ y ♂); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 18-05-1998; Banco Chinchorro, Cayo Norte (⊕); col. L. Huerta Muzquiz, 07-1982; El Zarzal (⊕), col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 17-05-1998.

**Comentarios:** Los ejemplares revisados en este estudio se ajustan a la descripción original de la especie (Kützing, 1843) y al material presentado por Penrose y Woelkerling (1991) en el sureste de Australia. Aunque existen numerosos 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 ejemplares se encontró que varios de ellos pertenecen al género *Hydrolithon* o *Titanoderma* y únicamente ubicamos seis especímenes de *Pneophyllum fragile*.

**Diversidad y distribución.** Actualmente se reconocen 17 especies de *Pneophyllum* y se encuentra poco representado en los litorales del mundo, ya que en el océano Indico se han registrado 7 especies (Silva *et al.*, 1996), en Australia sólo (Penrose, 1996), en las Islas Británicas 5 (Chamberlain, 1994), mientras que en la costa oeste del Atlántico de América sólo se han ubicado dos especies. Los resultados obtenidos en este trabajo en el que se ubicó a una sola especie de este género nos indica que es necesario revisar minuciosamente a los hospederos de esta especie ya que probablemente por su talla tienda a confundirse o a pasar desapercibido entre otros géneros de algas coralinas incrustantes, y como puede observarse en la figura 174, la distribución de esta especie se encuentra mejor representada en el Caribe mexicano y sólo se encontró en dos localidades del estado de Veracruz.



Figs. 167-170. *Pneophyllum fragile*. Fig. 167. Aspecto general de talos epifitos (F) de *Thalassia testudinum* (tt). Fig. 168. Sección transversal de un conceptáculo tetrasporangial con tetrasporangios (te), tapón esporangial (tp) y células alargadas que delinean el canal del poro (lc), obsérvese las células del hospedero (ho). Fig. 169. Aspecto de un conceptáculo tetrasporangial sin tapón, obsérvese las células basales de adhesión (ad). Fig. 170. Tricocitos (T) en vista superficial



Figs. 171-174. *Pneophyllum fragile*. Fig. 171. Aspecto general de talos epifitos (F) de *Padina gymnospora* (pp). Fig. 172. Sección transversal de un conceptáculo carposporangial con carposporangios (cp), columela (cm) y células alargadas que delinear el canal del poro (lc), obsérvese las células del hospedero (ho). Fig. 173. Aspecto de un conceptáculo carposporangial con carposporangios (cp) y sin columela. Fig. 174. Conceptáculo espermatangial con espermatangios y espermacios (es), así como un tubo mucilaginoso alargado (tm).

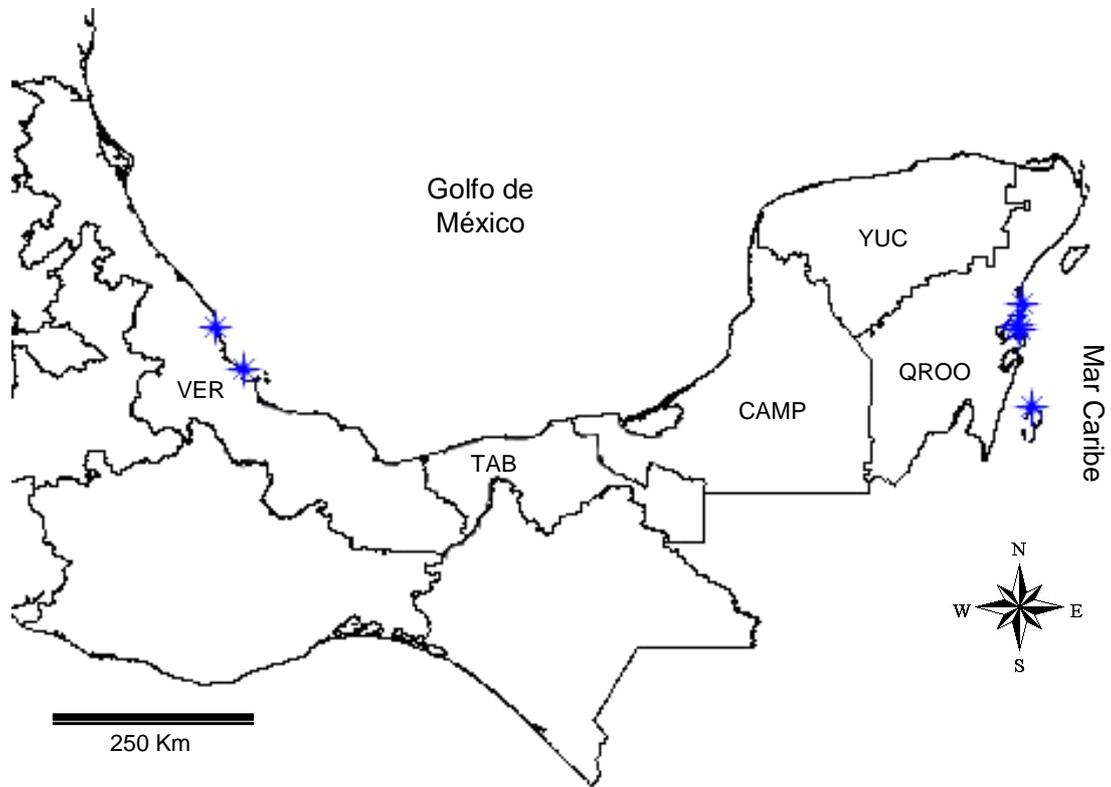


Fig. 175. Distribución de *Pneophyllum fragile* en el área de estudio

---

#### 4.6 Tratamiento del género *Spongites* Kützing

##### *Spongites* Kützing

*F. Thiele. Nordhaus. p.30, 1841.*

**Sinónimos homotípicos:** *Melobesia* Lamouroux Sect. *Spongites* (Kützing) Decaisne, 1842:126. *Paraspora* Heydrich, 1900:315, un homónimo tardío de *Paraspora* Grove, 1884:196.

**Sinónimos heterotípicos:** *Porolithon* (Foslie) Foslie, 1909:57. *Lithophyllum* Philippi subg. *Porolithon* Foslie, 1906:24.

**Especie tipo:** *Spongites fruticosus* Kützing, 1841:33 (*fide* Woelkerling, 1985:146)

**Localidad tipo:** Mar Mediterráneo

**Etimología:** del latín *spongia* (esponja), probablemente se refiere a la semejanza superficial de algunos talos de *Spongites* con las esponjas. Kützing, 1841 no explicó el significado del nombre del género.

##### **Diagnosis**

Talos costrosos, lisos, verrugosos con protuberancias o excrecencias, epilíticas o epizoicas, perennes, fijos al sustrato por células de adhesión o libres y formando rodolitos, genícula ausente.

Estructura pseudoparenquimatosa, organización dorsiventral en las porciones costrosas y radiales en las porciones ramificadas, construcción monómera que consiste de un sistema de filamentos ramificados que en conjunto contribuyen a la formación de una médula central y una región periférica cuyos filamentos se curvan hacia la superficie del talo. Las células de los filamentos adyacentes unidas por fusiones celulares, conexiones secundarias ausentes. Células epiteliales organizadas en filamentos de 1 a 7 células sobre la superficie del talo. Tricocitos presentes o ausentes; si están presentes, en sección se observan en hileras horizontales, hileras

---

verticales u horizontales, o si ocurren solitarios estos están sobre la superficie, algunas veces llegan a formar agregados inmersos en el talo.

Reproducción vegetativa por fragmentación del talo. Tetrasporangios y bisporangios formados a través del piso de la cámara o periféricos hacia una columela central; techos de los conceptáculos formados por filamentos que son circundantes a las esporangiales iniciales o interespaciadas entre los esporangiales iniciales, los esporangios maduros se dividen en forma zonada y el poro del conceptáculo carece de un tapón apical.

Talos gametangiales monoicos o dioicos, carpogonios y espermacios producidos en conceptáculos diferentes, raramente en el mismo conceptáculo. Carpogonios sobre filamentos de tres células que nacen sobre el piso del conceptáculo femenino. Los carposporofitos se desarrollan dentro del conceptáculo femenino después de la cariogamia, careciendo de una fusión celular central y con filamentos gonimoblásticos cortos en cuyos extremos nacen carposporangios terminales. Filamentos espermatangiales no ramificados, formados sobre el piso, las paredes y el techo de la cámara espermatangial.

---

*Spongites yendoi* (Foslie) Chamberlain

*Phycologia*, p. 102, 1993.

**Basónimo:** *Goniolithon yendoi* Foslie, 1900b:25

**Lectotipo:** TRH! Yendo no. 66 (*fide* Foslie 1904b: 61). K. Yendo 04-1899

**Localidad tipo:** Shimoda Harbour, Izul, Japón.

**Sinónimo heterotípico:** *Lithophyllum yendoi* (Foslie) Foslie, 1900c:20

### Figuras 176-188

**Hábito:** Talos incrustantes, lisos sin protuberancias ni proyecciones, fuertemente adheridas al sustrato y siguiendo el contorno de este, perennes; las costras tienen márgenes lobados y llegan a ser confluentes entre ellos, los talos miden de 160-700  $\mu\text{m}$  de grueso.

**Estructuras vegetativas:** Organización del talo dorsiventral, construcción monómera, fijo al sustrato por células de adhesión en forma alargada o rectangular; hipotalo monómero y constituye el 10-25 % del grosor total; las células del hipotalo de 4-6  $\mu\text{m}$  diámetro y 10-15  $\mu\text{m}$  longitud; el peritalo constituido por filamentos dispuestos perpendicularmente a la superficie del talo, las células de 4-6  $\mu\text{m}$  diámetro y 5-7.5  $\mu\text{m}$  longitud tanto en el peritalo como en el hipotalo encontramos fusiones celulares. Epitalo monostromático, células alargadas de 2.5-3.0  $\mu\text{m}$  de alto y 4-6  $\mu\text{m}$  ancho. Tricocitos escasos, solitarios aunque en raras ocasiones llegan a formar hileras horizontales o agregados, individualmente miden 12.5-15.0  $\mu\text{m}$  diámetro y 15-17.5  $\mu\text{m}$  longitud.

**Estructuras reproductivas:** Conceptáculos tetrasporangiales, embebidos en el talo; con o sin columela; cámaras de 180-295  $\mu\text{m}$  diámetro y 80-150  $\mu\text{m}$  alto; canal de 70-90  $\mu\text{m}$  alto y 25-35  $\mu\text{m}$  diámetro, con o sin tapón esporangial. Tetrasporangios dispuestos sobre el piso de la cámara o en la periferia de 17.5-30.0  $\mu\text{m}$  diámetro y 32.5-75.0  $\mu\text{m}$  alto. Conceptáculos

---

carposporangiales elípticos, embebidos y/o proyectados en el talo y entonces son redondeados, cámaras de 240-300  $\mu\text{m}$  de diámetro y 80-150  $\mu\text{m}$  alto. Se observa además una gran fusión celular en el centro de la cámara así como restos de una columela; el canal mide 70-100  $\mu\text{m}$  longitud y 30-40  $\mu\text{m}$  diámetro y tiene tapón esporangial. Los carposporangios miden 37-40  $\mu\text{m}$  diámetro y 105-108  $\mu\text{m}$  longitud. Conceptáculos espermatangiales embebidos en el talo, escasos; cámaras de 270-340  $\mu\text{m}$  de diámetro y 50-70  $\mu\text{m}$  alto, los espermatangios son ramificados y se desarrollan en el piso de la cámara. Espermacios ovalados de 1  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Hábitat:** Sobre rocas, raíces de mangle, restos de coral y moluscos, intermareal protegido y expuesto.

**Distribución en el Golfo de México y Caribe mexicanos:** Este estudio

Veracruz: Isla de Enmedio

Yucatán: Arrecife Alacranes:

Quintana Roo: Isla Mujeres, Isla Cozumel y Banco Chinchorro

**Material Examinado:** Isla de Enmedio ( $\oplus$ ,  $\ominus$  y  $\otimes$ ); col. C. Galicia García, 19-09-2001, Arrecife Alacranes: Isla Desertora ( $\oplus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, L. E. Mateo Cid y E. Hidalgo, 15-10-1985, Isla Mujeres, extremo norte ( $\ominus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 07-1985; Isla Cozumel: Recorrido del muelle al sur ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 10-09-1993; Punta Morena ( $\oplus$ ); col. A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid, 17-05-1993; Banco Chinchorro, Cayo Norte ( $\ominus$ ); col. L. Huerta Múzquiz, 11-07-1982.

**Comentarios:** Los especímenes asignados en este estudio a *Spongites yendoi* se ajustan perfectamente a lo descrito e ilustrado por Chamberlain (1993) para las costas de Sudáfrica, en su trabajo ella realizó una revisión detallada de los tipos de *Goniolithon yendoi* Foslie y

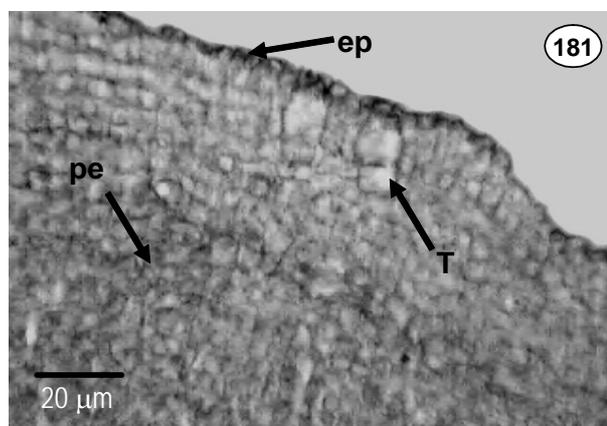
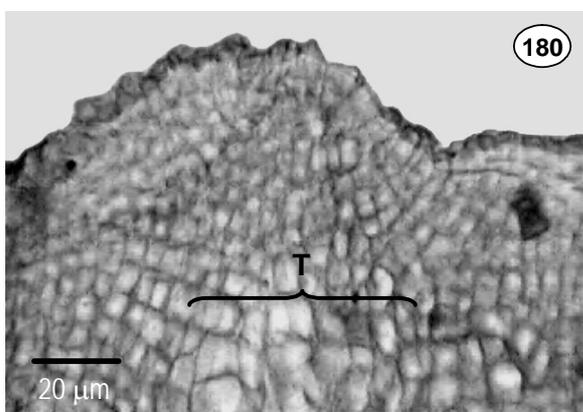
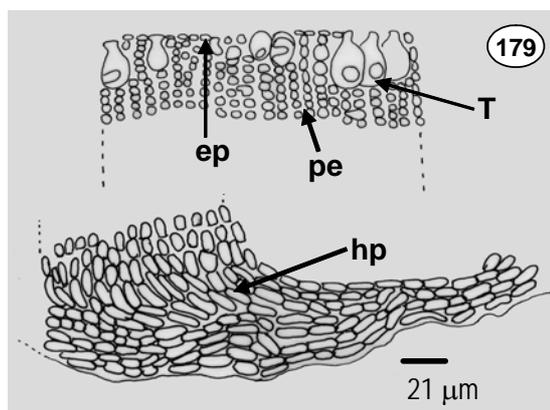
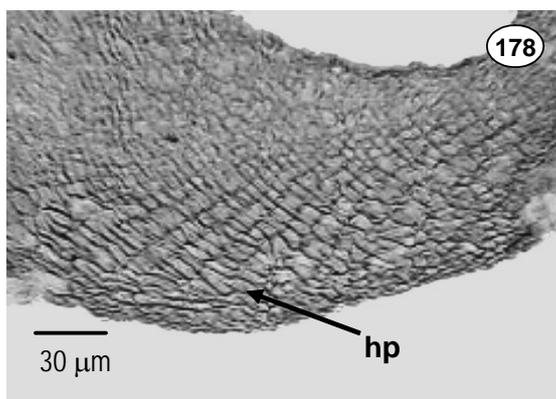
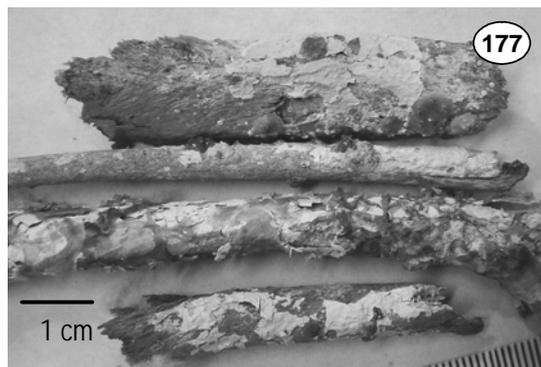
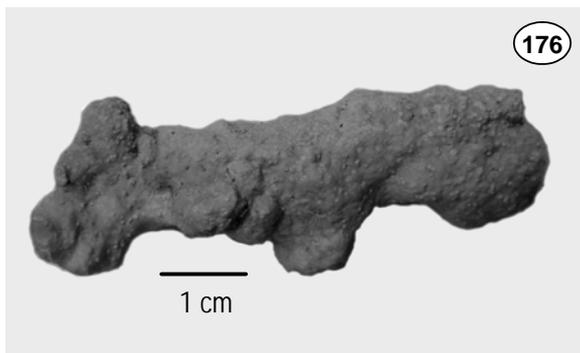
---

*Lithophyllum natalense* Foslie, así como de ejemplares determinados por Dawson (1960a) como *Lithophyllum decipiens* (Foslie) Foslie y descubrió que no existían variaciones significativas entre los diámetros de las cámaras tetrasporangiales de ellos; así como en el resto del talo. Una situación similar encontró en las plantas gametangiales (ver página 102), por lo cual concluyó que esas tres entidades debían ser tratadas como *S. yendoi*, además mencionó que esta especie tiene una distribución tropical.

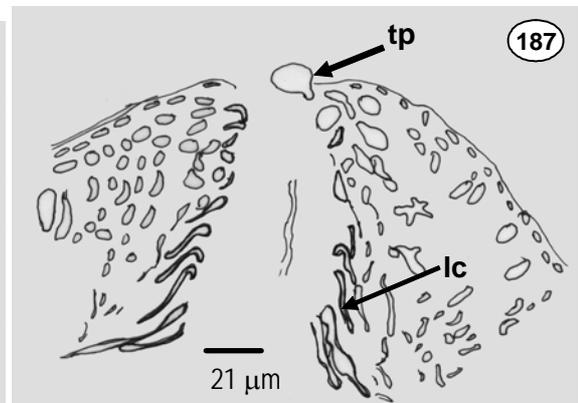
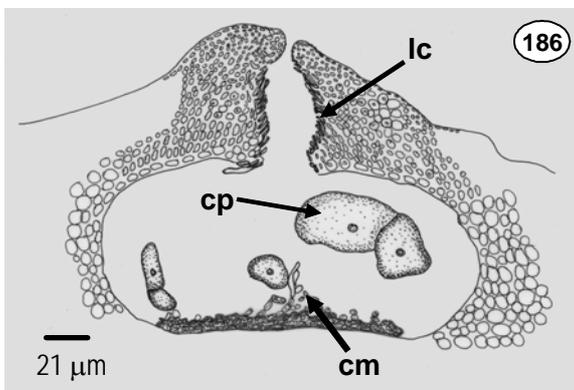
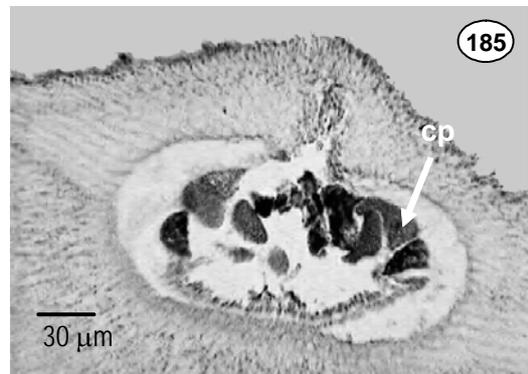
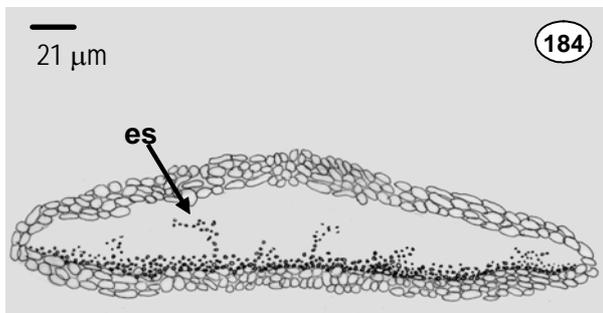
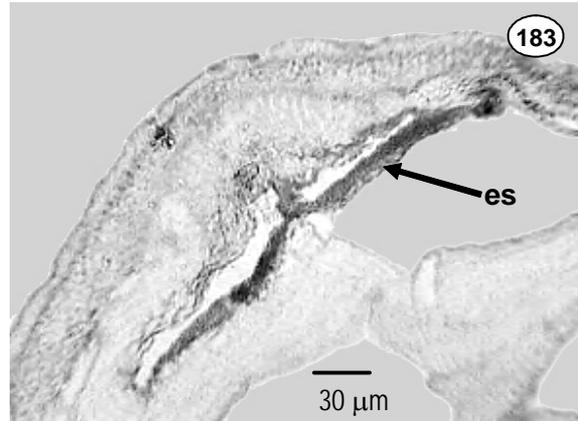
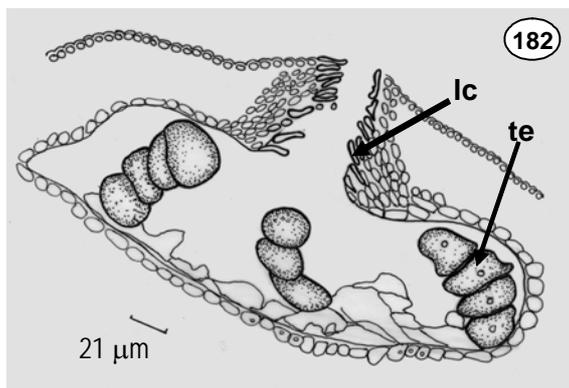
Ortega *et al.* (2001), registran a *Spongites absimile* (Foslie y Howe) Afonso-Carrillo para la Isla de Enmedio, Veracruz; sin embargo este taxa es actualmente reconocido como *Lithophyllum absimile* Foslie y Howe.

**Diversidad y distribución.** En la actualidad se reconocen sólo 10 especies de *Spongites*, este género se encuentra mejor representado en el Océano Índico con 5 especies (Silva *et al.*, 1996) y en Australia donde se han registrado 4 especies (Penrose, 1996); mientras que en la costa del Pacífico Tropical de México se tienen 3 registros de *Spongites* (Fragoso-Tejas, 1999, Mendoza-González y Mateo-Cid, 2001) una de estas especies es *S. yendoi*, que fue ubicado en este trabajo y representa el primer hallazgo de este taxa para la costa del Golfo de México y Caribe mexicanos.

Como observamos en la figura 187, *Spongites yendoi* muestra una amplia distribución en la zona de estudio, ya que lo ubicamos desde Isla de Enmedio, Veracruz, hasta Cayo Norte en Banco Chinchorro, Quintana Roo. Aunque sólo se encontraron seis especímenes de este género, esto puede deberse a que no se ha recolectado adecuadamente a esta especie o ha sido nombrada con otros epítetos.



Figs. 176-181. *Spongites yendoi*. Fig. 176. Aspecto general del talo que crece sobre rocas. Fig. 177. Aspecto general del talo que crece sobre raíces de mangle. Fig. 178. Sección transversal del talo que muestra la construcción monómera e hipotalo (hp) multiestratificado. Fig. 179. Esquema que muestra la organización del talo así como las células del epitalo (ep), peritalo (pe), células del hipotalo (hp) y tricocitos (T). Fig. 180. Detalle de un agregado de tricocitos (T). Fig. 181. Sección que muestra tricocitos (T) aislados y las células del epitalo (ep) y peritalo (pe).



Figs. 182-187. *Spongites yendoi*. Fig. 182. Sección del conceptáculo tetrasporangial con tetrasporangios (te) y células alargadas que delimitan el canal del poro (lc). Fig. 183. Sección transversal de un conceptáculo espermatogonial con espermatangios y espermios (es). Fig. 184. Detalle de los espermatangios y espermios ramificados que se desarrollan en el piso de la cámara. Fig. 185. Sección transversal de un conceptáculo carposporangial con carposporangios (cp). Fig. 186. Aspecto de un conceptáculo carposporangial con carposporangios (cp), células alargadas que delimitan el canal del poro (lc) y restos de la columnela (cm). Fig. 187. Detalle del canal del conceptáculo donde se observa el tapón esporangial y las células alargadas que delimitan el canal del poro (lc)

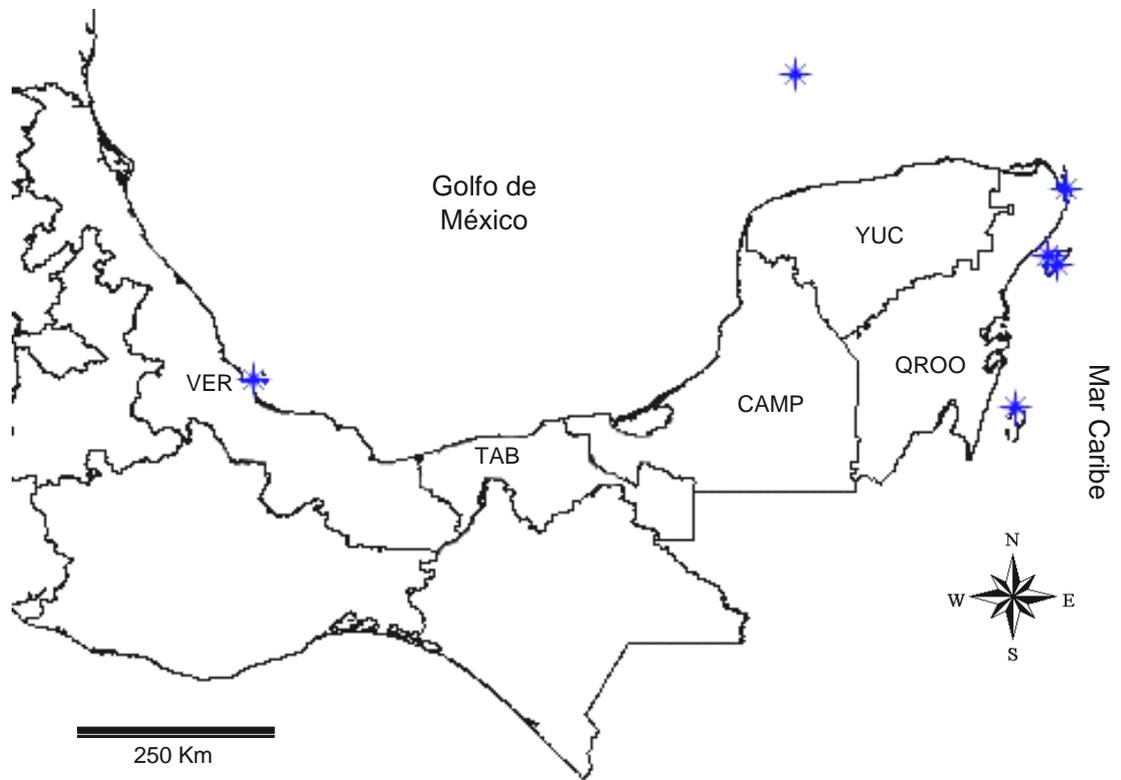


Fig. 188. Distribución de *Spongites yendoi* en el área de estudio

---

## 5.0 CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

Es importante resaltar que este trabajo es el primero en su tipo en la región de estudio y representa la base para futuras investigaciones sobre las algas coralinas incrustantes que pertenecen a la subfamilia Mastophoroideae en México. Sin embargo, los resultados obtenidos y el análisis de la información del presente estudio referente a las especies de los géneros *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum* no son concluyentes, debido a que aun hay algunos aspectos que se necesitan aclarar como la revisión de los tipos de *Neogoniolithon caribaeum* y *N. propinquum*, así como el análisis molecular de los cuatro morfotipos asignados a *N. fosliei*

En este estudio se ubicaron especies que no habían sido registradas previamente para el Golfo de México y Caribe mexicanos, lo cual permite aportar un conocimiento actualizado de los géneros bajo estudio. Además, se reconocieron otras características morfoanatómicas útiles para determinar a los diversos taxa. Es importante recalcar que no se han realizado recolectas exhaustivas de estos tres géneros, por ejemplo en Veracruz, el Sistema Arrecifal Veracruzano, Campeche y Yucatán la obtención del material ha sido escasa comparada con los especímenes obtenidos en el estado de Quintana Roo. Por otro lado, es importante realizar estudios ecológicos sobre la frecuencia, cobertura y abundancia de *Neogoniolithon* y otras coralinas incrustantes en los arrecifes coralinos de la costa del Atlántico de México, ya que aunque reconocemos que ellas son importantes en estos ambientes, no se han desarrollado estudios sobre este tópico en México.

Finalmente, es importante hacer notar que los estudios morfoanatómicos son muy necesarios para conocer a este tipo de organismos, debido a que estos brindan información relevante que aunada a otro tipo de estudios como los moleculares y de taxonomía numérica puede proporcionarnos datos concluyentes acerca de la distribución y el número de especies de estos tres géneros de algas coralinas incrustantes en la costa del Atlántico de México.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, I. A. y J. G. Hollenberg. 1976. *Marine algae of California*. Stanford University Press, California. 576 pp.
- Adey, W. H. 1970a. The effects of the light and temperature on growth rates in boreal-subarctic crustose corallines. *Journal of Phycology* 6: 269-276.
- Adey, W. H. 1970b. A revision of the Foslie crustose coralline Herbarium. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1970(1):1-46.
- Adey, W. H. y P. A. Lebednik. 1967. Catalogue of the Foslie Herbarium, Det. Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Museet, Trondheim, Norge. {Publisher and place of Publication not given} 91 pp.
- Adey, W. H. y H. W. Johansen. 1972. Morphology and Taxonomy of Corallinaceae with special reference to *Clathromorphum*, *Mesophyllum* and *Neopolyporolithon* gen. nov. (Rhodophyceae, Cryptonemiales). *Phycologia* 11(2): 159-180
- Adey, W.H. e I.G. MacIntyre. 1973. Crustose coralline algae: a re-evaluation in the geological Sciences. *Bulletin of Geological Society of America* 84: 883-904.
- Adey, W. H., R.A. Townsend y W.T. Boykins. 1982. The crustose coralline algae (Rhodophyta: Corallinaceae) of the Hawaiian Islands. *Smithsonian Contributions to Marine Science* 15: 1-74.
- Aguilar-Rosas, R., I. Pacheco Ruiz y L. E. Aguilar-Rosas. 1990. Algas marinas de las islas Todos Santos, Baja California, México. *Ciencias Marinas* 11(3): 121-126.
- Bold, H. C. Y M. J. Wynne. 1976. *Introduction to the algae*. Prentice Hall, Nueva Jersey, 720 pp.
- Boergesen, F. 1917. The marine algae of the Danish West Indies. Part 3. Rhodophyceae (3) *Dansk Botanisk Arkiv*. 3 : 145-240, figs 149-230

- 
- Bressan, G. 1974. Rodoficee calcaree dei mari Italiani. *Bolletín Societate Adriatică Science Naturalles* 59:11-132, figs.1-43.
- Cabioch, J. 1972. Etude sur les corallinacees II. La morphogenése; conséquences systématiques et phylogénétiques. *Cahiers de Biologie Marine* 13:137-288, pls. 1-13.
- Cabioch, J. 1978. Investigation of taxonomic relationships amongst epiphytic, crustose Corallinaceae: In: Irvine, D. y J.H. Price (Eds). *Modern approaches to the taxonomy of red and brown algae* pp 223-246. Academic Press London.
- Cabioch, J. 1988. Morphogenesis and generic concepts in coralline algae- reappraisal. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 42: 493-509.
- Cea-Herrera, M.E., M.A. del Valle Angeles, I. Escamilla Herrera y L. Godínez Calderón. 1990. División Municipal 1980. In: *Atlas Nacional de México*. Instituto de Geografía. UNAM. México, DF. Mapa I.1.3.
- Chamberlain, Y. M. 1983. Studies in Corallinaceae with special reference to *Fosliella* and *Pneophyllum* in the British Isles. *Bulletin British Museum (Natural History). Botany Series* 11: 291-463.
- Chamberlain, Y. M. 1993. Observations on the crustose coralline red alga *Spongites yendoii* (Foslie) comb. nov. in South Africa and its relationship to *S. decipiens* (Foslie) comb.nov. and *Lithophyllum natalense* Foslie *Phycologia* 32(2):100-115.
- Chamberlain, Y. M. 1994. Mastophoroideae Setchell. In: Irvine, L.M. e Y. Chamberlain (Eds.). *Seaweeds of the British Isles. 1. Rhodophyta, part 2B Corallinales, Hildenbrandiales. The Natural History Museum, London.* Pp. 113-158.
- Chávez, E. A., E. Hidalgo y M. L. Sevilla. 1970. Datos acerca de las comunidades bentónicas del arrecife Lobos, Veracruz. *Revista Sociedad Mexicana Historia Natural* 31:211-280, 9 figs., 15 láms., 7 tabs.

- 
- Crowson, R. A. 1970. *Classification and Biology*. Atherton Press, New York.
- Dawes, C.J. 1986. *Botánica Marina*. Ed. Limusa, México, D.F. 672 pp
- Dawson, E.Y. 1960a. Marine red algae of Pacific Mexico 3. Cryptonemiales, Corallinaceae, subfamily Melobesioideae. *Pacific Naturalist* 2(1): 3-125.
- Dawson, E.Y. 1960b. New records of Marine red algae of Pacific and Central America, *Pacific Naturalist* 1(20):31-52.
- Decaisne, J. 1842. Mémoire sur les Corallines ou Polypiers calcifères. *Annales des Sciences Naturelles. Botanique*, Ser. 2, 18:96-128.
- Dreckmann, K. E. 1991. Géneros de algas calcificadas de México. I. Nomenclatura y Sistemática. *Hidrobiológica* 1: 29-39
- Earle, S. A. 1972. Benthic algae and seagrass species in the Gulf of Mexico. In: V. C. Bushnell (Ed.). *Serial Atlas of the Marine Environment*. American Geographical Society, New York [EUA], pp., 25-29, lám. 6, incl. 2 mapas. [Folio 22]
- Foslie, M. 1895. The Norwegian forms of *Lithothamnion*. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1894:29-208.
- Foslie, F. 1898. Systematical survey of the *Lithothamnia* *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1898(2):1-7.
- Foslie, M. 1900a. Revised systematical survey of the *Lithothamnia*. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1900 (5):1-22.
- Foslie, M. 1900b. New or critical calcareous algae. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1899(5): 34 pp..
- Foslie, M. 1900c. Revised systematical survey of the Melobesieae. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1900 (5):22 pp

- 
- Foslie, M. 1901. Three new Lithothamnia. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter*. 1901(1):5 pp.
- Foslie, M. 1906. Algologiske notiser II. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1906(2):28 pp.
- Foslie, M. 1907. Algologiske notiser IV. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter* 1907(6):30 pp.
- Foslie, M. 1909. Algologiske notiser. VI. *Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter*. 1909 (2): 1-63
- Foslie, M. y M.A. Howe. 1906. New American Coralline algae. *Bulletin of the New York Botanical Garden*. 4: 128-136, figs. 80-93.
- Fragoso-Tejas, D. 1999. Algas coralinas no geniculadas (Corallinales, Rhodophyta) en el Pacífico Tropical Mexicano. Tesis Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 172 pp.
- Fragoso-Tejas, D., J. Márquez-Guzmán y E. Novelo. 1999. Técnicas de tinción modificadas para el estudio de algas coralinas no geniculadas (Rhodophyta). *Ciencias Marinas* 20(4):487-510.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. 3a ed. Editado por el autor, México, D. F., pp. [1-6] 7-252.
- Garza Barrientos, M. A., S. Martínez-Lozano y M. A. Escalante. 1984. Contribución al conocimiento de las algas marinas bentónicas de Ciudad Madero , Tamaulipas, México. *Phycology Latino Amer.* 2:103-125, 5 figs., 1 tab.

- 
- Gaviño, C., C. Juárez y H. Figueroa. 1978. *Técnicas Histológicas selectas de laboratorio y de campo*. Ed. Limusa, México, D.F. 251 pp
- Gordon, G. D., T. Masaki y H. Akioka. 1976. Floristic and distributional account of the common crustose Coralline algae. *Micronesica* 12(2) : 247-277.
- Graham, L.E. y L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall, New Jersey. 640 pp + 60
- Grove, W.B. 1884. New or noteworthy fungi. *Journal Botany* 22 : 129-136, 195-201.
- Hamel, G. y Lemoine M. 1953. Corallinacées de France et d' Afrique de Nord. *Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Séries 7, 1:15-136.
- Harvey, W.H. 1849. *Nereis Australis*. pp. 65-124, plates 26-50. (Reeve :London.)
- Harvey, A. S. y W. J. Woelkerling. 1995. An account of *Austrolithon intumescens* gen. et. sp. nov. and *Boreolithon van-heurckii* (Heydrich) gen. et. comb. nov. (Austrolithoideae subfam. nov., Corallinaceae, Rhodophyta). *Phycologia* 34 :362-382.
- Heydrich, F. 1897. Melobesieae. *Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft* 15:403-420, pl. 18.
- Heydrich, F. 1900. Weitere ausbau des Corallineen systems. *Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft* 18:310-317.
- Heydrich, F. 1901. Die Lithothamnien des Museum d'histoire naturelle in Paris. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 28:529-545, pl. XI
- Hoek, C.V., A. M. Cortel-Breeman y J.B.W. Wanders. 1975. Algal zonation in the fringing coral reef of Curaçao, Netherlands Antilles, in relation to zonation of corals and gorgonians. *Aquatic Botany* 1: 269-308.
- Holmgren, P. K., W. H: Holmhren y L. C. Barnett. 1990. Index Herbariorum. Part. I: The herbaria of the World. New York Botanical Garden. *Regnum Vegetabile* 120:1- 693.

- 
- Huerta, L. 1960. Lista preliminar de las algas marinas del litoral del Estado de Veracruz. *Boletín Sociedad Botánica México* 25:39-45.
- Huerta, L. y M. A. Garza Barrientos, 1964. Algas marinas de la Barra de Tuxpan y de los arrecifes Blanquilla y Lobos. *Anales Escuela Nacional Ciencias Biológicas México* 13:5-21, 1 fig., 1 Cuadro.
- Huerta, L. y J. L. Tirado. 1970. Estudio florístico ecológico de las algas marinas del Golfo de Tehuantepec, México. *Boletín Sociedad Botánica México* 31:115-137.
- Huerta, L., M. L. Chávez y M. E. Sánchez Rodríguez. 1977. Algas marinas de la Isla de Enmedio, Veracruz. In: *Memorias Congreso Nacional de Oceanografía* (Guaymas, Sonora, México, 1974). 5: 314-325, 2 cuadros.
- Huerta, L., A. C. Mendoza-González y L. E. Mateo-Cid. 1987. Avance sobre un estudio de las algas marinas de la Península de Yucatán. *Phytología* 62(1): 23-53, 2 cuadros, 1 mapa.
- Humm, H. J. y H. H. Hildebrand. 1962. Marine Algae from the Gulf Coast of Texas and Mexico. *Publications Institute of Marine Science* 8:227-268, 6 figs., 1 tab.
- Islas Mexicanas. 1987. Secretaría de Gobernación, Secretaría de Marina y Talleres Gráficos de la Nación, México, D.F. 154 pp (20 mapas)
- Johansen, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. Mc Graw Hill. Book Company New York 523 pp.
- Johansen, W. H. 1969. Morphology and systematics of coralline algae with special reference to *Calliarthron*. *University of California Publications in Botany* 49, 1-78, Plates 1-19.
- Johansen, W. H. 1970. The diagnostic value of reproductive organs in some genera of articulated coralline red algae. *British Phycological Journal* 5(1):79-86.
- Johansen, W. H. 1974. Articulated coralline algae. *Oceanography Marine Biology Annual Review* 12: 77-127.

- 
- Johansen, W. H. 1976. Current status of generic concepts in coralline algae (Rhodophyta). *Phycologia* 15:221-244.
- Johansen, W. H. 1981. *Coralline algae, a first synthesis*. CRC Press, Boca Raton, vii+239 p.
- Jones, P.L. y W.J. Woelkerling. 1984. An analysis of trichocyte and spore germination attributes as taxonomic characters in the *Pneophyllum-Fosliella* complex (Corallinaceae, Rhodophyta). *Phycologia*, 23: 183-194.
- Jones, S. B. y A. E. Luchsinger, 1986. *Plant systematics*. 2d. Ed. New York, Mc Graw-Hill.
- Krishnamurthy, V. y Jayagopal, K. 1985. Studies on the crustose coralline algae of the Tamil Nadu Coast II, Lithophylloideae. *Seaweed Research and Utilization*. (1&2): 75-87.
- Kim, Ch. S. 1964. *Marine Algae of Alacran Reef, Southern Gulf of Mexico*. Ph. D. Thesis, Duke University, Durham [EUA], X+213 pp., 2 figs., 7 láms., 3 tabs. [Publ. Facsimilar University International, Ann Arbor, 1976].
- Kützing, F.T. 1841. Über die 'Polypiers calcifères' des Lamouroux. Nordhausen.
- Kützing, F.T. 1843. *Phycologia Generalis*. F.A. Brockhaus Leipzig, xxxii + 458 pp; pl. 80.
- Lebednik, P.A. 1978. Development of male conceptacles in *Mesophyllum* Lemoine and other genera of the Corallinaceae (Rhodophyta). *Phycologia* 17:388-395.
- Lee, R. K. S. 1967. Taxonomy and distribution of the melobesioid algae on Ronngelap Atoll, Marshall Islands. *Canadian Journal of Botany* 45:985-1013
- Lehman, R. L. y J. W. Tunnell, Jr. 1992. Species composition and ecology of macroalgae of Enmedio Reef, Veracruz, México. *Texas Journal of Science* 44(4): 445-457, 5 figs., 1 tab.
- Lemoine, Mme. P. 1911. Structure anatomique des Melobésiées. Application á la classification. *Annales Institute Océanograph Monaco* 2(2) :1-213.

- 
- Lemoine, Mme. P. 1920. Contributions a l'étude des Corallinacées Fossiles. V. Les Corallinacées du Pliocene et du Quaternaire de Calabre et de Sicile recueillies par M. Gignoux, *Bulletin Society Géology France* Ser. 4, 9: 101-114, pl. 3.
- Lemoine, Mme. P. 1966. Algues calcaires recueillies dans la Mer Rouge, en particulier dans le Golfe d'Eilat. *Bulletin of The Sea Fisheries Research Station* {Haifa} 42: 28 pp., including photos A-E, 12 figs.
- León-Álvarez, D. y J. González-González. 1993. Algas costrosas del Pacífico tropical de México. In: Salazar Vallejo y N. E. González (Eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO-CIQRO, México. Pp. 456-474.
- Littler, M.M. 1972. The crustose Corallinaceae. *Oceanography Marine Biology Annales Revue* 10: 311 pp.
- Littler, M. M. 1973. The population and community structure of Hawaiian fringing-reef crustose Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 11: 103-120.
- Littler, D.S. y M.M. Littler. 2000. *Caribbean reef plants. An identification Guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics, Inc. Hong Kong 542 pp.
- Martínez Lozano, S., J. M. López Bautista y S. Vázquez Martínez. 1992. Flora ficológica marina de Altamira, Tamaulipas. *Publicaciones Biológicas Facultad Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Nuevo León (México)* 6(1): 30-37
- Martoja, R. y M. Martoja-Pierson. 1970. *Técnicas de Histología Animal*. Barcelona: Toray-Masson 370 pp.
- Masaki, T. 1968. Studies on the Melobesiodeae of Japan. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University* 16(1-2):1-80, + 79 pls.

- 
- Mason, L.R. 1953. The crustaceous coralline algae of the Pacific Coast of the United States, Canada and Alaska. *University California Publications in Botany* 26(4):313-390, pl. 27-46.
- Mateo-Cid, L. E. y A. C. Mendoza-González. 1991. Algas marinas bentónicas de la isla Cozumel. Quintana Roo. México. *Acta Botánica Mexicana* 16:57-87.
- Mateo-Cid, L. E. y A. C. Mendoza-González. 1992. Algas bentónicas de la costa sur de Nayarit. México. *Acta Botánica Mexicana* 13:9-30.
- Mateo-Cid, L. E. y A. C. Mendoza-González. 1997. Nuevos registros de algas marinas para Oaxaca, México. *Polibotánica* 4: 54-74.
- Mateo-Cid, L. E. y F. F. Pedroche. 2004. The occurrence of *Neogoniolithon fosliei* (Heydrich) Setchell et Mason in the Mexican Caribbean and the relationship of this species to *N. solubile* (Foslie et Howe) Setchell et Mason (Corallinales, Rhodophyta). *Caribbean Journal of Science* 40(2):182-191.
- 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, 1 fig., 1 cuadro.
- Mendoza-González, A. C. y L. E. Mateo-Cid. 1985. Contribución al conocimiento de la flora marina bentónica de las Islas Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz, México. *Phytologia* 59(1):9-16, 1 cuadro, 1 mapa.
- Mendoza-González, A. C. y L. E. Mateo-Cid. 1992. Estudio preliminar de las algas marinas bentónicas de la costa de Jalisco, México. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*. 37:9-25.
- Mendoza-González, A. C. y L. E. Mateo-Cid. 1996. Nuevos registros de *Choreonema thuretii* para Oaxaca y *Titanoderma pustulatum* var. *confine* (Corallinaceae, Rhodophyta) para la costa occidental de Baja California, México. *Polibotánica*. 1: 22-31.

- 
- Mendoza-González, A. C. y L. E. Mateo-Cid. 2001. Algas marinas bentónicas de la costa de Oaxaca. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México* 47(1): 11-26.
- Mendoza, M.L. y J. Cabioch. 1986. Le genre *Hydrolithon* (Rhodophyta, Corallinaceae) sur les côtes subantarctiques et antardtiques d'Argentine et de quelques regions voisines. *Cahiers Biologiques Marines* 27:163-191.
- Ortega, M. M.1995.Observaciones del fitobentos de la laguna de Términos, Campeche, México. *Anales Instituto Biología Universidad Autónoma México. Serie Botánica* 66 (1):1-36, 1 fig., 9 láms., 6 cuadros.
- Ortega, M.M., J.L. Godínez y G. Garduño Solorzano. 2001. *Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe*. Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 594 pp.
- Ortíz-Pérez, M.A. y L. M. Espinosa Rodríguez. 1991. Clasificación geomorfológica de las costas de México. *Geografía y Desarrollo* 2(6): 2-9, 2 figs {Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Postgraduados, A.C.}
- Penrose, D. 1991. *Spongites fruticulosus* (Corallinaceae, Rhodophyta), the type species of *Spongites*, in southern Australia. *Phycologia* 30:438-448.
- Penrose, D. 1992. *Neogoniolithon fosliei* (Corallinaceae, Rhodophyta), the type species of *Neogoniolithon* in southern Australia. *Phycologia* 31(3/4):338-350.
- Penrose, D. L. 1996. Subfamily Mastophoroideae. In: Womersley, H.B.S (ed.). The Marine benthic Flora of Southern Australia Part III B. Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaisoniales. *Canberra, Austalian Biological Resources Study*. Pp. 153-158.
- Penrose, D. y W. J. Woelkerling. 1988. A taxonomic reassessment of *Hydrolithon* Foslie, *Porolithon* Foslie and *Pseudolithophyllum* Lemoine emend. Adey (Corallinaceae, Rhodophyta) and their relationships to *Spongites* Kützing. *Phycologia* 27:159-176.

- 
- Penrose, D. y W. J. Woelkerling. 1991. *Pneophyllum fragile* in Southern Australia: implications for generic concepts in the Mastophoroideae (Corallinaceae, Rhodophyta). *Phycologia* 30(6):495-506.
- Pica Granados, Y. y R. Pineda López. 1991. Golfo de México y Mar caribe Mexicano: Oceanografía Física. In: G. De La Lanza Espino (compiladora). *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT. Editor, México, DF., pp. 31-63 figs. 1.15-1.45.
- Picquenard, C.A. 1912. Études sur les collectins botaniques des frères Crouan. III. *Guerinea* Picq. *Travel Scientific Laboratory Zoology Physiology Maritime. Concarneau* 4(3) : 1-5, pl. 1-2.
- Ringeltaube, P. y A. Harvey. 2000. Non-geniculate Coralline algae (Corallinales, Rhodophyta) on Heron Reef, Great Barrier Reef (Australia). *Botanica Marina* 43: 431-454.
- Riosmena-Rodríguez, R. 1993. Una propuesta de técnica histológica para el estudio de las algas coralinas (Corallinales, Rhodophyta). *Revista Investigaciones Científicas* 4(1):1-8.
- Riosmena-Rodríguez, R. y D. Siqueiros-Beltrones. 1991 First report of gametophytic structures of *Amphiroa misakiensis* Yendo for the Gulf of California, México. *Revista Investigaciones Científicas* 2(2): 8-12.
- 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, pls. I-VII.
- Ross, H. H. 1974. *Biological Systematics*. Reading, Mass: Adisson-Wesley.
- Sánchez-Rodríguez, M.E. 1960. Revisión de Técnicas Histológicas para el estudio de las algas marinas macroscópicas. *Boletín Sociedad Botánica México* 25: 23-38.
- Sánchez Rodríguez, M. E. 1980. Ficoflora del sustrato rocoso dentro de las costas del Golfo de México, México. *Boletín Institute Oceanografía (São Paulo)* 29(2):347-350, 1 mapa, 2 cuadros.

- 
- Sánchez Rodríguez, M. E. G. Flores Davis y A. Ramírez Rodríguez, 1975. Trayecto Playa Paraíso-Villa Rica-Boca Andrea. In: Guías botánicas de excursiones en México. *Sociedad Botánica México*, Xalapa [México], pp. 77-82.
- Schneider, C. W. y R. B. Searles. 1991. *Seaweeds of the Southeastern United States*. Duke University Press, Durham and London, 589 pp.
- Segonzac, G. 1984. Algues calcaires actuelles (Rhodophycées, Chlorophycées) récoltées dans l'océan Indien occidental. *Tethys* 11: 93-104, including 2 pls., 1 table.
- Setchell, W.A. 1943. *Mastophora* and the Mastophorae: Genus and subfamily of Corallinaceae. *Proceeding of National Academy of Sciences* 29: 127-135.
- Setchell, W.A. y L.R. Mason. 1943. *Goniolithon* and *Neogoniolithon*: two genera of crustaceous coralline algae. *Proceeding of National Academy of Sciences* 29(3/4):87-92.
- Silva, P.C., P.W. Basson y R.L. Moe. 1996. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. *University of California Publications in Botany* 79: 1259.
- Steneck, R. S. 1986. The ecology of Coralline algal crusts: Convergent patterns and adaptive strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:273-303.
- Stuessy, T. F. 1990. *Plant Taxonomy. The systematic evaluation of comparative data*. Columbia University Press, New York. 514 pp.
- Sunesson, S. 1943. The structure, life-history and taxonomy of the Swedish Corallinaceae. *Acta Universitatis Lundensis, N.F. Avd. 2*, 39(9).1-66, 9 pl.
- Sunesson, S. 1982. The culture of bisporangial plants of *Dermatolithon litorale* (Sunesson) Hamel et Lemoine (Rhodophyta, Corallinaceae). *British Phycological Journal* 17(1):107-116.
- Tamayo, J. L. 1990. *Geografía Moderna de México*. Ed. Trillas, México, D.F. 400 pp.
- Taylor, W. R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock expeditions to the Galapagos Island. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 12:1-528.

- 
- Taylor, W. R. 1960. Marine algae of the eastern Tropical and Subtropical coasts of the America. *University of Michigan Press, Ann Arbor*. 870 pp.
- Toledo-Ocampo, A. 1996. Marco Conceptual: Caracterización ambiental del Golfo de México. In: Botello, A.V., J.L. Rojas Galaviz, J.A. Benítez y D. Zarate Lomelí (Eds.). *Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. Universidad Autónoma de Campeche y EPOMEX, Campeche, México, pp. 1-24, 7 figs. {Serie Científica 5}
- Townsend, R.A. 1981. Tetrasporangial conceptacle development as a taxonomic character in the Mastophoroideae and Lithophylloideae (Rhodophyta). *Phycologia* 20:407-414.
- Verheij, E. 1994. Nongeniculate Corallinaceae (Corallinales, Rhodophyta) from the Spermonde Archipelago, SW Sulawesi, Indonesia *Blumea* 39:95-137.
- Weber-van Bosse, A. 1904. Corallineae verae of the Malay Archipiélago. In: Weber-van Bosse A. & M. Foslie. *The Corallinaceae of the Siboga Expedition-Siboga-Expeditie Monographic 61. Leiden*. Pp. 78-110, pls. XIV-XVI.
- Weber-van Bosse, A. 1928. Liste des algues du Siboga. IV. Rhodophyceae. Troisième Partie. Gigartinales et Rhodymeniales. *Siboga-Expeditie* 59(d): 393-533, pls.
- Woelkerling, Wm. J. 1978. *Mastophoropsis canaliculata* (Harvey in Hooker) gen. et. comb. nov. (Corallinaceae, Rhodophyta) in Southern Australia. *British Phycological Journal* 13: 209-225.
- Woelkerling, W. J. 1985. A taxonomic reassessment of *Spongites* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of Kützing's original collections. *British Phycological Journal* 20:123-153.
- Woelkerling, W.H. 1987. The genus *Choreonema* in southern Australia and its sub familial classification within The Corallinaceae (Rhodophyta). *Phycologia* 26: 111-127.

- 
- Woelkerling, W. J. 1988. *The Coralline Red Algae: An Analysis of the Genera and Subfamilies of Non-geniculate Corallinaceae*. Oxford: Oxford University Press and London:British Museum (Natural History), 268 pp.
- Woelkerling, W. J. 1996. Nongeniculate Corallinales. In: H.B.S. Womersley (ed). The marine benthic flora of southern Australia. Part III. *Australian Biological Resources Study. Canberra* 5:146-323 pp.
- Woelkerling, W. J., D. Penrose e Y. M. Chamberlain. 1993. A reassessment of type collections of non-geniculate Corallinaceae (Corallinales, Rhodophyta) described by C. Montagne and L. Dufour and of *Melobesia brassica-florida* Harvey. *Phycologia* 32(5): 323-331.
- Yendo, K. 1902. Corallinae verae japonicae. *Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo* 16(3): 1-36, vii pls.
- Yendo, K. 1905. A revised list of Corallinae. *Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo*. 20 (12): 46 pp.

## ANEXO 1 TRABAJO PUBLICADO

Caribbean Journal of Science, Vol. 40, No. 2, 182-191, 2004  
Copyright 2004 College of Arts and Sciences  
University of Puerto Rico, Mayagüez

### The Occurrence of *Neogoniolithon fosliei* (Heydrich) Setchell et Mason in the Mexican Caribbean and the Relationship of this Species to *N. solubile* (Foslie et Howe) Setchell et Mason (Corallinales, Rhodophyta)

LUZ ELENA MATEO-CID<sup>1</sup> AND FRANCISCO F. PEDROCHE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas,  
I. P. N. Carpio y Plan de Ayala, México, D. F. 11340.

<sup>2</sup>Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Apartado Postal  
55-535, México, 09340 D. F. Corresponding author: [lmateoc@ipn.mx](mailto:lmateoc@ipn.mx)

**ABSTRACT.**—We report *Neogoniolithon fosliei* from the Mexican Caribbean, after comparing its type from the Red Sea and lectotype from Puerto Rico with specimens of *N. solubile* from Mexico. We propose that these two taxa are conspecific, since they display a similar morphology on the following characters: (1) nongeniculate thallus with a flattened dorsal surface lacking protuberances, (2) ventral region (medulla) arranged in a coaxial manner and occupying 50-75% of the thallus thickness, (3) monomerous construction, (4) cells of adjacent filaments connected by lateral fusions, (5) trichocytes similar in size and occurring singly and in horizontal or vertical rows, (6) epithallium composed of a single layer of cells, and (7) similar in size epithallial, cortical and medullar cells. *Neogoniolithon solubile* is recognized as a junior synonym of *N. fosliei* and we refer our Caribbean material to the latter species that has nomenclatural priority.

**KEYWORDS.**—Corallinales, *Neogoniolithon fosliei*, *N. solubile*, Mexican Caribbean, taxonomy

#### INTRODUCTION

Members of the marine red algal Order Corallinales are characterized by cell walls impregnated with calcium carbonate, principally calcite, which gives the thallus a hard, rigid texture. These algae, usually referred to as corallines, show three levels of morphological development: the simple (unbranched) crust, the complex branched crust, and the articulate form in which joints (genicula) of uncalcified cells develop between calcified segments (intergenicula) (Chamberlain 1983).

Corallines constitute an important and conspicuous element of the marine algal flora of the world (Chamberlain 1983; Johansen 1981). The best represented crustose forms on the Atlantic coast of Mexico are members of the subfamily Mastophoroideae (Setchell 1943), which includes genera as *Hydrolithon* Foslie, *Spongites* Kützing, and *Neogoniolithon* Setchell et Mason; the latter is an important component of Mexican Caribbean coral reefs (Huerta et al. 1987; Mateo-Cid and Mendoza-González

1991; Mendoza-González and Mateo-Cid 1992; Ortega et al. 2001). *Neogoniolithon* is also very common on the majority of rocky shores of Atlantic Mexico. Despite their abundance, representatives of this genus from Mexico were not critically studied.

Herein, we compared the lectotypes of *N. fosliei* and *N. solubile* and new material from the Mexican Caribbean to investigate possible conspecificity between these two taxa (Woelkerling 1987), and to determine the identity of the Caribbean specimens.

#### MATERIALS AND METHODS

The lectotype specimens of *Neogoniolithon solubile* (*Goniolithon solubile* Foslie et Howe) and *N. fosliei* (*Lithothamnion fosliei* Heydrich) were borrowed from TRH (Department of Botany, Museum of Natural History and Archeology, University of Trondheim, Trondheim, Norway). Specimens were collected by reef-walking or snorkeling at Alacranes Reef (Yucatan) and Xcalak (Quintana Roo), Mexico. These samples were preserved in 5% formalin/

seawater solution. Preserved specimens were decalcified with 0.6M HNO<sub>3</sub> and dehydrated with ethyl alcohol. Small segments were embedded in paraffin, cut into sections 9-10  $\mu\text{m}$  thick with a manual microtome, fixed on slides with Ruyter's adhesive (Martoja and Martoja-Pierson 1970), and stained with aniline blue and hematoxylin-eosine for anatomical observations and measurements. For descriptive terminology we followed Woelkerling (1988) and Penrose (1992).

#### RESULTS

*Observations on the lectotype Neogoniolithon solubile (Foslie et Howe) Setchell et Mason (1943:90)*

Basionym: *Goniolithon solubile* Foslie et Howe, in Foslie (1907:21).

Type locality: Culebra Island (Puerto Rico).

Lectotype: in TRH; three fragments collected by Howe (no 4375), 7 March 1906; selected by Adey & Lebednik (1967:26); illustrated by Woelkerling (1987, fig. 1) (Plate 1: fig. 1)

The herbarium collection in TRH: Material received from TRH consisted of three fragments collected by Howe in 1906, plus a slide made by M. Gavin during his observations in 2002. The slide showed by Woelkerling (1987, fig. 1) was not included in the shipment.

Habit and vegetative structure. Plants nongeniculate, attached to the substratum ventrally by cell adhesion, without rhizoids, with flattened dorsal surface, lacking protuberances (Plate 1: fig. 1), 600-900  $\mu\text{m}$  thick, in the protologue said to be 200-800  $\mu\text{m}$ . Thallus pseudoparenchymatous; cells of adjacent filaments connected laterally by fusions, secondary pit-connections not seen. Thallus construction monomerous, ventral region (medulla) with cells arranged coaxially (Plate 1: fig. 2), occupying 50-75% of the thallus thickness. Medulla cells 12.5-17.5  $\mu\text{m}$  in diameter and 25-30  $\mu\text{m}$  long, in the protologue said to be 11-24  $\mu\text{m}$  in diameter and 18-46  $\mu\text{m}$  in length.

Dorsal regions (cortex) composed of filaments that become oriented perpendicularly to the thallus surface. Cortical cells ovoid, 10-15  $\mu\text{m}$  in diameter and 10-12.5  $\mu\text{m}$  long, in the protologue said to be 11-14  $\mu\text{m}$  in diameter and 11-18  $\mu\text{m}$  in length. Each dorsal filament terminated by an ovoid epithelial cell, 10-12.5  $\mu\text{m}$  in diameter and 8-10  $\mu\text{m}$  tall. Trichocytes common at the surface, in the protologue said to occur in small numbers, occurring singly or in vertical and horizontal rows (Plate 2: figs. 7, 8), individual trichocytes 20-25  $\mu\text{m}$  in diameter and 30-35  $\mu\text{m}$  tall.

Reproductive structures. Tetrasporangial conceptacles projected and apiculate, tetrasporangial chambers 540-800  $\mu\text{m}$  in diameter and 180-300  $\mu\text{m}$  high, pore canals lined by cells oriented parallel to the thallus surface, tetrasporangia 30-40  $\mu\text{m}$  in diameter and 70-80  $\mu\text{m}$  long. Chambers are elliptical and lack a columella. Gametangial plants not seen.

*Observations on the lectotype Neogoniolithon fosliei (Heydrich) Setchell et Mason (1943:90)*

Basionym: *Lithothamnion fosliei* Heydrich (1897:58).

Type locality: Tor, Sinai Peninsula (Red Sea).

Lectotype: in TRH; undated; collected by Heydrich No. 59; selected by Adey et al. (1982:25); illustrated by Woelkerling (1985: 148, figs 49-51; 1987, figs 2, 5, 6), and Penrose (1992, figs 1-5).

Habit and vegetative structure. Plants nongeniculate, attached to the substratum ventrally by cell adhesion, without rhizoids, with flattened dorsal surface, lacking protuberances (Plate 1: fig. 3), 800-1400  $\mu\text{m}$  thick. Thallus pseudoparenchymatous, cells of adjacent filaments connected laterally by fusions, secondary pit-connections not seen. Thallus construction monomerous, ventral region (medulla) with cells arranged coaxially (Plate 1: fig. 4), occupying 50-75% of the thallus thickness. Medulla cells 12.5-17.5  $\mu\text{m}$  in diameter and 25-30  $\mu\text{m}$  long. Dorsal region (cortex) composed of filaments becoming oriented perpendicularly to thallus surface. Cortical cells ovoid, 10-15  $\mu\text{m}$  in diameter and 10-12.5

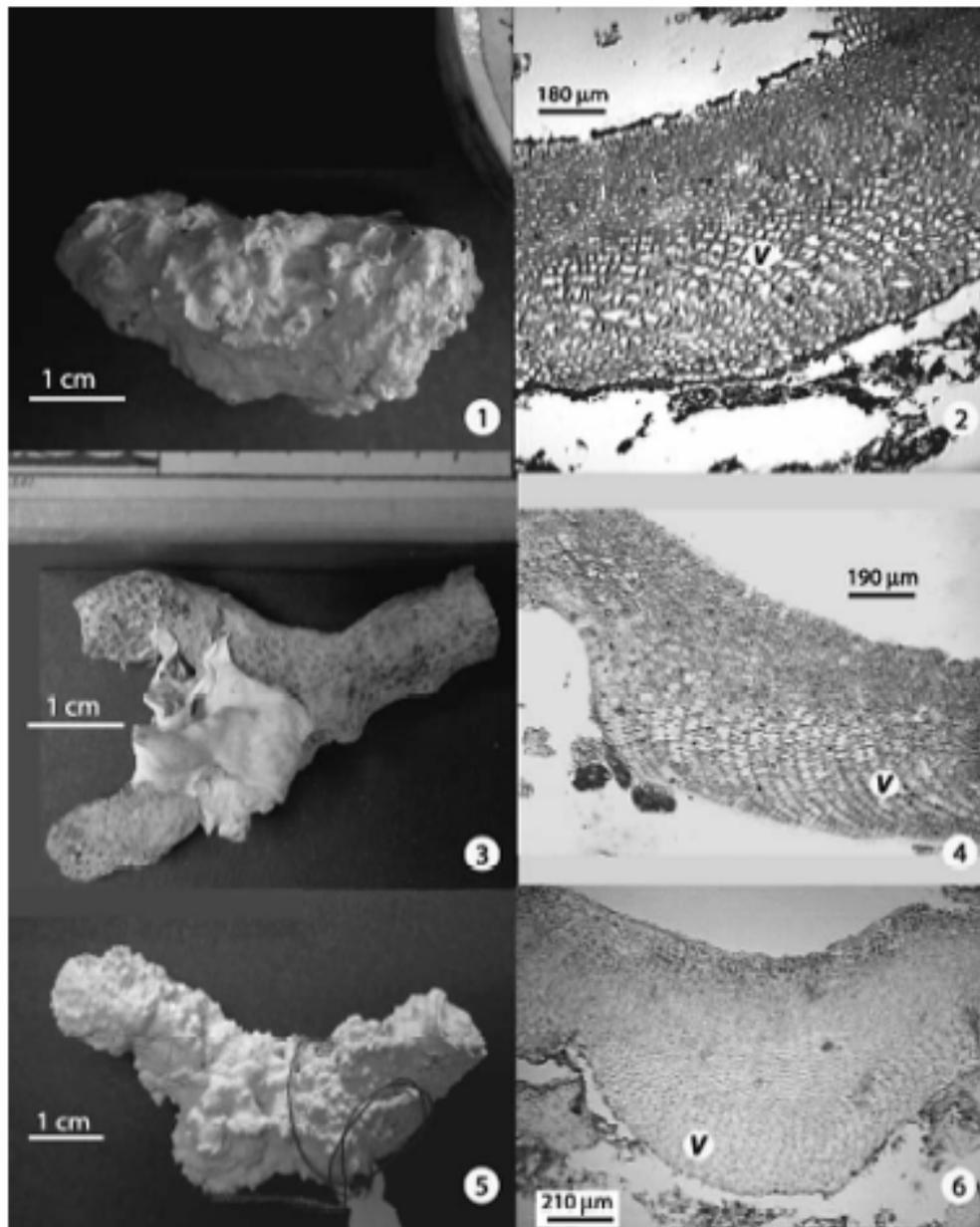


PLATE 1. FIG. 1. Lectotype (LT) of *Neogoniolithon solubile* (= *G. solubile* in TRH). This fragment corresponds with specimen on extreme right showed by Woelkerling (1987, p. 145, fig. 1)

FIG. 2. Longitudinal view of the lectotype of *N. solubile*; note the vertical region (medulla) (V) composed of several layers of filaments arranged coaxially.

FIG. 3. Lectotype (LT) of *Neogoniolithon foeliei* (= *Lithothamnion foeliei* in TRH).

FIG. 4. Longitudinal view of the lectotype of *N. foeliei*; note the vertical region (medulla) (V) composed of several layers of filaments arranged coaxially.

FIG. 5. Habit of a plant of *Neogoniolithon foeliei* from Peraz Island, Yucatan. Note the acutely tapering protuberances that represent conceptacles.

FIG. 6. Longitudinal view of *N. foeliei* from Yucatan; note the vertical region (medulla) (V) that is coaxial.

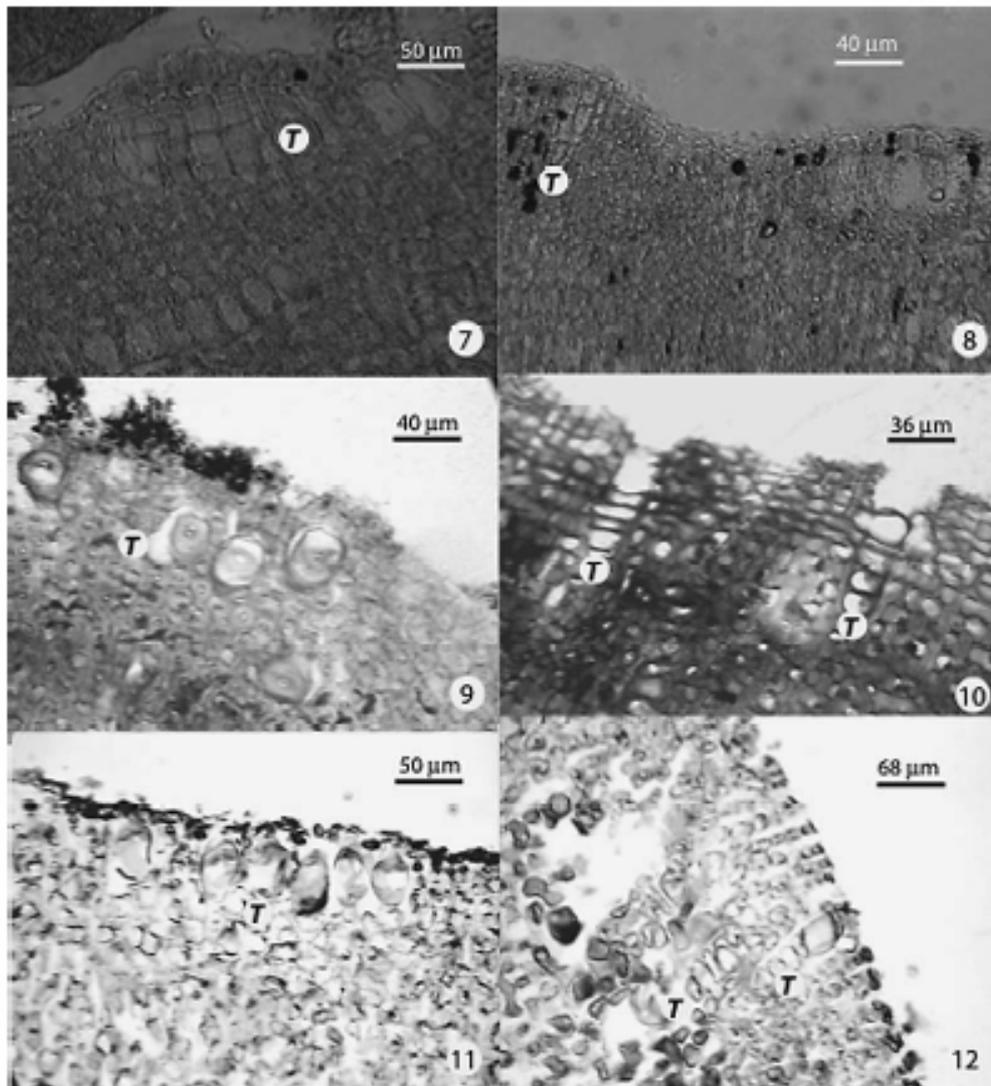


PLATE 2. FIG. 7. *N. solabile* (LT). Trichocytes (T) in horizontal rows.  
 FIG. 8. *N. solabile* (LT). Trichocytes (T) in vertical rows.  
 FIG. 9. *N. fosliei* (LT). Trichocytes (T) in horizontal rows.  
 FIG. 10. *N. fosliei* (LT). Trichocytes (T) in vertical rows.  
 FIG. 11. *N. fosliei*. Trichocytes (T) in horizontal rows.  
 FIG. 12. *N. fosliei*. Trichocytes (T) in vertical rows.

$\mu\text{m}$  long. Each dorsal filament terminated by an ovoid epithallial cell, 12.5-15  $\mu\text{m}$  in diameter and 12-16  $\mu\text{m}$  tall. Trichocytes singly or in vertical and horizontal rows (Plate 2: figs. 9-10), individual trichocytes 20-25  $\mu\text{m}$  in diameter and 30-40  $\mu\text{m}$  tall.

Our observations confirm those reported by Woelkerling (1985, 1987), who found that the thallus longitudinal fractures show a ventral coaxial group or a core of filaments that occupy 50-75% of the thallus thickness and a dorsal cortical region, com-

TABLE 1. Morphoanatomical characteristics of specimens examined.

Character	<i>Neogoniolithon foeliei</i> (from Mexico)	Species <i>N. solubile</i> (lectotype)	<i>N. foeliei</i> (lectotype)
Habit	Crustose lacking protuberances	Crustose lacking protuberances	Crustose lacking protuberances
Thallus construction	Monomerous	Monomerous	Monomerous
Medulla	Multistratose & Coaxial 50-75% thickness' thallus	Multistratose & Coaxial 50-75% thickness' thallus	Multistratose & Coaxial 50-75% thickness' thallus
Cortex	25-50% thallus	25-50% thallus	25-50% thallus
Epithallium	Unistratose	Unistratose	Unistratose
Epithallial cells shape	Ovoid	Ovoid	Ovoid
Trichocytes	Solitary or in vertical and horizontal rows	Solitary or in vertical and horizontal rows	Solitary or in vertical and horizontal rows
Cell fusions	Present	Present	Present
Epithallial cells	12.5-15 µm diameter and 6-12 µm high	10-12.5 µm diameter and 8-10 µm high	12.5-15 µm diameter and 12-16 µm high
Cortical cells	10-13 µm diameter and 12.5-15 µm high	10-15 µm diameter and 10-12.5 µm high	10-15 µm diameter and 10-12.5 µm high
Medullary cells	12.0-16.0 µm diameter and 12-20 µm high	12.5-17.5 µm diameter and 25-30 µm high	12.5-17.5 µm diameter and 25-30 µm high
Trichocytes size	20-25 µm diameter and 30-45 µm high	20-25 µm diameter and 30-35 µm high	20-25 µm diameter and 30-40 µm high
Thallus thickness	400-1000 µm	600-900 µm	600-1000 µm

posed of distal portions of the core filaments, which curves upward toward the thallus surface. Cells of adjoining filaments are connected by cell fusions. Trichocytes occur singly and in vertical rows.

Reproductive structures. The lectotype shows conceptacles with elliptical chambers, 800-1000 µm in diameter and 240-350 µm tall, and lacking a central columella. Since they are empty and Heydrich (1897) did not provide the information in the protologue, we do not know whether they are tetrasporangial, spermatangial, or carposporangial. Penrose (1992:340), sectioned one conceptacle of the lectotype and reported 820 µm and 370 µm chamber diameter and height respectively, presumably referring to external conceptacle dimensions. She also studied Australian specimens that she referred to *N. foeliei* and prepared a description of the species that included data on tetrasporangial, spermatangial, and carposporangial conceptacles. We infer that these data were obtained from the Australian specimens rather than from the lectotype.

#### *Observations on specimens from Mexico*

Habit and vegetative structure. Plants nongeniculate, attached to the substratum ventrally by cell adhesion, lacking protuberances (Plate 1: fig. 5) and with a more or less flattened dorsal surface, 400-1000 µm thick. Thallus pseudoparenchymatous; cells of adjacent filaments connected laterally by fusions, secondary pit-connections not seen. Construction of thallus monomerous and dorsiventral. Ventral region (medulla) composed of several layers of filaments oriented parallel to the thallus surface (Plate 1: fig. 6). Cells arranged coaxially, medullar cells 12-16 µm in diameter and 12-20 µm long, constituting 50-75% of the thallus thickness. Dorsal region (cortex) composed of filaments which bend away from the ventral region and gradually become oriented perpendicularly to the thallus surface. Cortical cells ovoid or subrectangular, 10-13 µm in diameter and 12.5-15 µm long. Dorsal filaments terminated by an ovoid epithallial cell, 12.5-15 µm diameter and 6.0-12.0 µm tall. Trichocytes common, occurring singly

TABLE 2. Reproductive characteristics of specimens examined and compared to literature data of *N. fosliei*.

Character	<i>Neogonolithon fosliei</i> (from Mexico)	Species <i>N. solubile</i> (lectotype)	<i>N. fosliei</i> (from Australia) <sup>1</sup>
Arrangement of spermatangia in the chamber	On the floor, the walls and the roof	—	On the floor, the walls and the roof
Tetrasporangial conceptacles shape	Apiculate	Apiculate	Apiculate
Chamber shape	Elliptical	Elliptical	Elliptical
Tetrasporangia arrangement	On the floor and periphery of the chamber	On the floor and periphery of the chamber	On the floor and periphery of the chamber
Chambers size of tetrasporangial conceptacles	550-900 µm diameter and 200-340 µm high	540-800 µm diameter <sup>2</sup> and 180-300 µm high	590-820 µm diameter and 370-820 µm high
Tetrasporangia size	20-45 µm diameter and 80-125 µm high	30-40 µm diameter and 70-80 µm high	20-70 µm diameter and 110-165 µm high
Columella	Absent	Absent	Absent

Note: (-) Data not available. <sup>1</sup>According to Penrose (1992). <sup>2</sup>In the original description (Foslie 1907) external conceptacle from 600 µm to 1000 µm in diameter.

or in horizontal (Plate 2: fig. 11) and vertical rows (Plate 2: fig. 12) at thallus surface, sometimes becoming buried, individual trichocytes 20-25 µm diameter and 30-45 µm tall.

Reproductive structures. Tetrasporangial plants 600-800 µm thick with uniporate, protruding, scattered and apiculate conceptacles. Tetrasporangial chambers are elliptical, 550-900 µm in diameter and 200-340 µm tall, pore canals lined by cells oriented more or less parallel to the thallus surface and protruding laterally into the canal, each chamber containing tetrasporangia across floor and periphery, and lacking a central columella (Plate 3: fig. 16). Tetrasporangia usually 20-45 µm in diameter and 80-125 µm long (Plate 3: fig. 13).

Spermatangial plants 400-600 µm thick with the same vegetative structure as the tetrasporangial plants. Uniporate conceptacles protruding, apiculate or not; scattered, conceptacle chambers usually 250-300 µm in diameter and 130-150 µm tall containing simple spermatangial branches on the chamber floor (Plate 3: fig. 18), the walls and the roof. Spermatangia ovoid (Plate 3: figs. 17-18), mostly 2-2.5 µm in diameter and 3.0-4.0 µm tall. Female conceptacles not seen.

#### Specimens examined

Quintana Roo: Cozumel Island (86°57'07"W, 20°30'32"N), reported by Mateo-Cid and Mendoza-González, (1991:71) as *Paragonolithon solubile*, but specimen not available; Coral Reef in front of Punta Solaiman, Bahía de la Ascensión (87°26'54"W, 19°47'47"N), 17-V-1998, L. E. Mateo-Cid (ENCB 16847); Xcalak (87°53'15"W, 18°16'10"N), 22-XII-1971, L. Huerta (ENCB 16848).

Yucatán: Alacranes Reef, Pérez Island (89°37'04"W, 21°17'55"N), 14-X-1985, L. Huerta (ENCB 16849); Desertora Island (89°40'49"W, 22°23'08"N), 15-X-1985, L. Huerta, E. Hidalgo y L. E. Mateo-Cid (ENCB 16850).

Veracruz: Verde Island (96°04'23"W, 19°12'13"N), L. E. Mateo, C. Mendoza, 10-X-1986 (ENCB 7933) (Mateo-Cid et al. 1996: 67).

Habitat: On rocks and encrusting dead coral, intertidal.

#### DISCUSSION

Foslie and Howe in Foslie (1907) described *Gonolithon solubile*, based on material from Culebra Island, Puerto Rico, and Montego Bay, Jamaica. No type was desig-

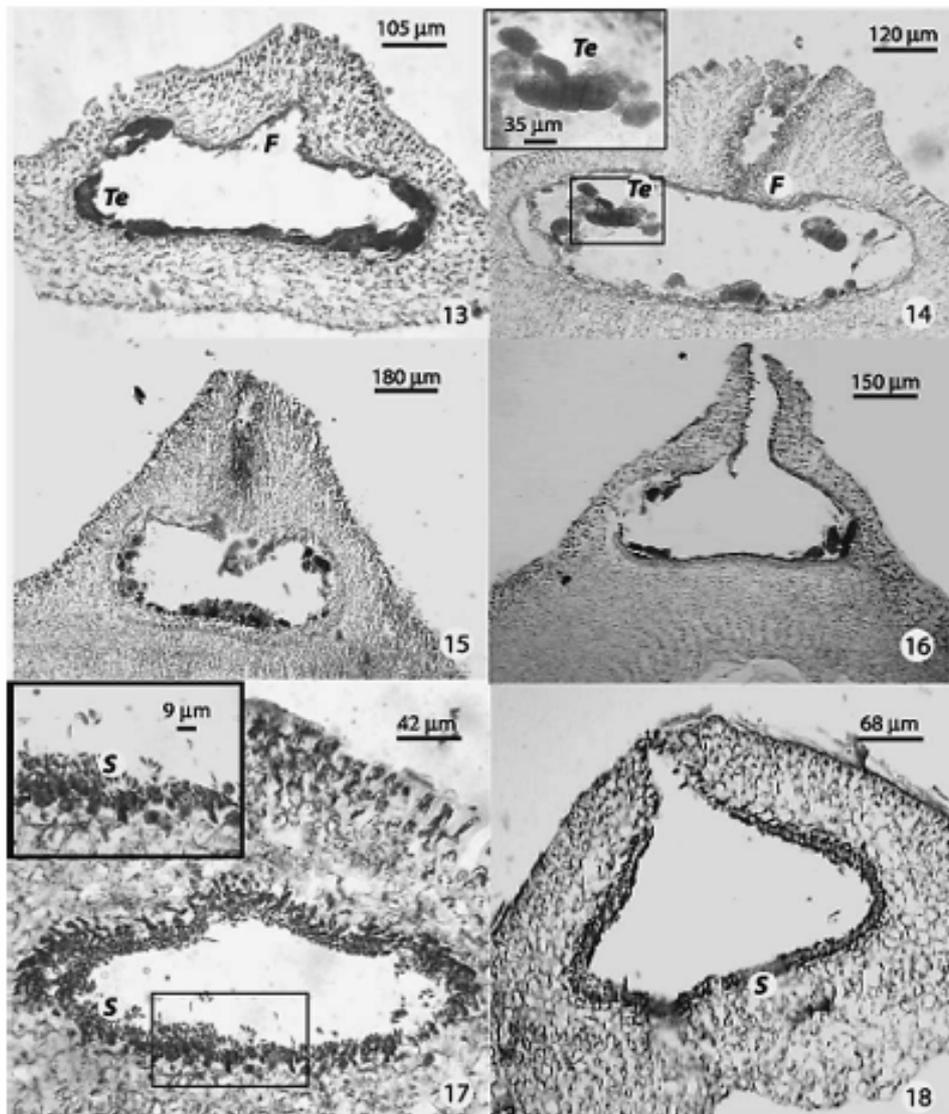


PLATE 3. FIG. 13. *N. foetiei*. A tetrasporangial conceptacle with tetrasporangia (Te), on the floor and periphery of the chamber. Note pore canals lined by laterally protruding cells (F).

FIG. 14. *N. foetiei*. Tetrasporangial conceptacles (in vertical section). Note pore canals lined by laterally protruding cells (F), and a mature tetrasporangium (Te).

FIGS. 15-16. *N. foetiei*. Mature conceptacles with rest of tetrasporangia across the chambers.

FIG. 17. *N. foetiei*. Male conceptacles (in vertical section). Note the male conceptacle showing simple, ovoid spermatangia (S).

FIG. 18. *N. foetiei*. Male conceptacles (in vertical section). Spermatangia (S) on floor, walls and roof of chamber.

nated in the protologue which would have provided some general morphological, anatomical and reproductive characters of the species. In particular, Foslie and Howe stated that superficial tetrasporangial conceptacles were conical and 0.6-1.0 mm in diameter. They described the core (hypothallium) as coaxial and that it constitutes 50-75% of the thallus thickness and that trichocytes were rare. The disposition of trichocytes, internal measurements of conceptacle chambers and illustrations were not described or included. Of the two collections included in the original material, Adey and Lebednik (1967:26) designated the Puerto Rican collection as lectotype and of the second collection, from Jamaica, they said it differed at least in 'the hypothallial description' (Adey 1970:9).

Setchell and Mason (1943:90) transferred *G. solubile*, with *Lithothamnion fosliei* and several other species, to the genus *Neogoniolithon* [a substitute name for *Goniolithon sensu Foslie* (1900); not *Goniolithon Foslie* 1898]. They also selected *N. fosliei* as generitype and circumscribed the genus: (1) plants crustose or branched, (2) basal core (hypothallium) coaxial, (3) cortical filaments (perithallium) arising from the basal core, (4) trichocytes (heterocysts) frequent or rare, in short vertical rows, (5) all conceptacle types uniporate, and (6) tetrasporangia uniformly distributed across the entire floor of the chamber.

In their studies on nongeniculate corallines from the Hawaiian Islands, Adey et al. (1982:12) established the genus *Paragoniolithon* and selected *G. solubile* as type species and included the following characters in the circumscription: (1) thallus leafy to crustose and unbranched, (2) basal core (hypothallium) composed of cells arranged in a weakly to strongly coaxial manner, (3) trichocytes loosely grouped into horizontal fields, (4) rounded epithallial cells forming a single layer, (5) tetrasporangial conceptacles uniporate with tetrasporangia restricted to the periphery of the chamber, and (6) spermatangial initials confined to the conceptacle floor. Apart from their key to the Hawaiian nongeniculate corallines (where 10 genera were included), Adey et al. (1982) provided no explicit statement

about the differences between *Paragoniolithon* and other genera. Mastophoroid genera with a multilayered basal core, i.e. *Paragoniolithon*, *Neogoniolithon* and *Porolithon*, were distinguished from each other by the presence of a coaxial basal core (more or less present in the former two genera) and the disposition of trichocytes (loosely grouped into horizontal fields in *Paragoniolithon* while in vertical rows and singly in *Neogoniolithon*). Nevertheless, Adey et al. (1982) did not study the type collections of the generitypes of *Paragoniolithon* and *Neogoniolithon*, or other representative material of these species from their type localities.

This study was undertaken by Woelkerling (1987) who observed that the main diagnostic character used by Adey et al. to separate these two genera was found in both generitypes (Woelkerling 1987, figs 3-6). Woelkerling concluded that the disposition of trichocytes, viz. their arrangement in groups and in horizontal fields rather than singly and in vertical rows, was not a reliable character to distinguish *Paragoniolithon* from *Neogoniolithon*. Moreover, he suggested that the two generitypes, *N. fosliei* and *P. solubile*, were probably conspecific.

We found no clear differences between the lectotypes of these two species and between the latter and specimens from the Mexican Caribbean previously identified as *Neogoniolithon solubile*. In particular, our observations confirm that in all specimens trichocytes may occur either in loose groups in horizontal rows (Plate 2: figs. 7, 9, 11) or in single vertical rows (Plate 2: figs. 8, 10, 12) and that medullar cells are generally arranged in a coaxial manner (Plate 1: figs. 2, 4, 6; see also Woelkerling 1987, figs 2-6). Moreover, in all specimens examined the epithallium is composed of a single layer of cells [said to be multilayered in Hawaiian plants of *N. fosliei* by Adey et al. (1982:23)], while measurements of somatic cells (inclusive trichocytes) in all specimens that we examined are largely concordant (Table 1). In addition, the measurements of conceptacle chambers of the lectotype of *N. fosliei* match perfectly those of tetrasporangial conceptacles of *N. solubile*, even if the identity of the former as tetrasporangial concep-

tacles cannot be established (in the absence of information of their content). Therefore, the entire bulk of information from the authentic collections and the new material from the Mexican Caribbean supports the conclusion that *N. fosliei* and *N. solubile* belong to the same morphological species.

When we compared our results with previous literature data, we found that southern Australian plants referred to *N. fosliei* by Penrose (1992:339-345) differ from the Caribbean plants of *N. solubile* (including the lectotype) in that the former possess larger tetrasporangial chambers (370-820  $\mu\text{m}$  high vs. 200-340  $\mu\text{m}$  in *N. solubile*), longer tetrasporangia (up to 165  $\mu\text{m}$  vs. 125  $\mu\text{m}$  in *N. solubile*), and larger spermatangial chambers (350-380  $\mu\text{m}$  high vs. 130-150  $\mu\text{m}$  in *N. solubile*) (Table 2). Moreover, Penrose's (1992) concept of *N. fosliei* included plants with a crustose or branched thallus, growing attached or unattached, and having a ventral core of filaments with a coaxial or non-coaxial growth. For the Australian plants, we lacked the measurements of medullar, cortical or epithallial cells to allow comparison, although Penrose described the former two cell types as 'ovoid, elliptical or sub-rectangular, 10-20  $\mu\text{m}$  in diameter and 10-40  $\mu\text{m}$  long' and also specified that dorsal filaments 'terminated by an isodiametric or flattened epithallial cell.' Collectively, the data from the Australian plants suggest that Penrose's concept of *N. fosliei* was based partly on material of this species and therefore her account should not be used to identify this taxon with certainty.

Neither Adey et al. (1982) account of Hawaiian plants referred to *N. fosliei* agrees with the lectotype specimen. The Hawaiian plants differ in having (1) an epithallium composed of 2 or 3 cell layers with cells 2-12  $\mu\text{m}$  long and 5-13  $\mu\text{m}$  in diameter (while the lectotype possesses a single layer of cells 12-16  $\times$  12.5-15  $\mu\text{m}$ ), and (2) a medulla that can be 'parallel to coaxial'. Moreover the Hawaiian plants also differ from the specimens from Mexico in having (1) smaller tetrasporangial chambers (90-190  $\mu\text{m}$  high vs. 200-300  $\mu\text{m}$  in the specimens from Mexico), and (2) larger tetrasporangia (115-160  $\mu\text{m}$  long and 45-100  $\mu\text{m}$  in diameter vs. 80-125  $\times$  20-45  $\mu\text{m}$  in the material

from Mexico). Collectively these data suggest that Adey et al. (1982) account apparently included other species and therefore neither their concept can be used to identify *N. fosliei*.

It should be further noted that Woelkerling et al. (1993:326) and Verheij (1994:115) consider *N. fosliei* a heterotypic synonym of *N. brassica-florida* (Harvey) Setchell et Mason (type locality Algoa Bay, Cape Province, South Africa) (see also Silva et al. 1996:261-262). Nevertheless our study confirms that *N. fosliei* develops smaller spermatangial chambers, 250-300  $\mu\text{m}$  in diameter, and a strongly coaxial medulla, while *N. brassica-florida* shows larger spermatangial chambers, 355-519  $\mu\text{m}$  in diameter and lacks a coaxial medulla. These differences are enough, in our opinion, to maintain *N. fosliei* and *N. brassica-florida* as two different species. Moreover, evidence from histochemical tests showed differences among fructicose, warty and encrusting thalli (Mateo-Cid unpublished data), a character considered irrelevant by Woelkerling et al. (1993) to distinguish between species of *Neogoniolithon*.

#### CONCLUSIONS

*Neogoniolithon fosliei* (Heydrich) Setchell et Mason and *N. solubile* (Foslie et Howe) Setchell et Mason are conspecific. The geographic range of this species encompasses warm waters of at least the Red Sea and the Central Atlantic, and its correct name is *N. fosliei*, since its basionym *Lithothamnion fosliei* is the earliest legitimate name at that rank (Art. 11.3. ICBN).

*Acknowledgments.*—This paper is a partial result of the first author's research in the Doctorado en Ciencias Biológicas program at Universidad Autónoma Metropolitana. Sincere thanks are due to Sigurd M. Sastad (Botanisk Ardeling, Museum of Natural History and Archeology of the University of Trondheim, Herbarium TRH) for lending the lectotypes of *N. solubile* and *N. fosliei*. Catalina Mendoza González who permitted access and examination of specimens housed at Herbarium ENCB, Luz

Elena Tejeda Hernández and Donajf González Nieto for their work in the laboratory; to Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa and the Instituto Politécnico Nacional for the support granted to this study. We thank Dr. Wm. J. Woelkerling, Dr. Paul C. Silva and an anonymous reviewer for critically reading the manuscript.

## LITERATURE CITED

- Adey, W. 1970. A revision of the *Fosliea crustosa* coralline herbarium. - *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* (1970)1:1-46.
- Adey, W. H., and P. A. Lebednik. 1967. *Catalog of the Foslie Herbarium, Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Museet, Trondheim, Norge.* [Publisher and place of publication not given.]
- Adey, W. H., R. A. Townsend, and W. T. Boykins. 1982. The crustose coralline algae (Rhodophyta: Corallinales) of the Hawaiian Islands. *Swithov. Contrib. Mar. Sci.* 15:174.
- Chamberlain, Y. M. 1983. Studies in the Corallinales with special reference to *Fosliella* and *Pneophyllum* in the British Isles. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Bot.)* 11(4):291-463.
- Foslie, M. 1898. Systematical survey of the Lithothamnina. *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* (1898)2:1-7.
- Foslie, M. 1900. Revised systematical survey of the Melobesiales. - *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1900(5): 1-22.
- Foslie, M. 1907. Algologiske notiser. IV. *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* (1907)6:1-30.
- Haydrich, F. 1897. Corallinales, insbesondere Melobesiales. *Berich. Deuts. Botanik. Gesells.* 15:34-71.
- Huerta-Múzquiz, L., A. C. Mendoza-González, and L. E. Mateo-Cid. 1987. Avance sobre un estudio de las algas marinas de la Península de Yucatán. *Phycologia* 62:23-53.
- Johansen, H. W. 1981. *Coralline Algae, A first Synthesis.* Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Martoja, R., and M. Martoja-Pierson. 1970. *Técnicas de histología animal.* Barcelona: Toray-Masson.
- Mateo-Cid, L. E. and A. C. Mendoza-González. 1991. Algas marinas bentónicas de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México. *Acta Bot. Mex.* 16:57-87.
- Mateo-Cid, L. E., A. C. Mendoza-González, and C. Galicia-García. 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Bot. Mex.* 36:59-75.
- Mendoza-González, A. C., and L. E. Mateo-Cid. 1992. Algas marinas bentónicas de Isla Mujeres, Quintana Roo, México. *Acta Bot. Mex.* 19:37-62.
- Ortega, M. M., J. L. Godínez, and G. Gerduño Solórzano. 2001. *Catálogo de algas bentónicas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe.* México, D.F.: CONABIO, UNAM.
- Penrose, D. 1992. *Neogonolithon fosliei* (Corallinales, Rhodophyta) the type species of *Neogonolithon* in southern Australia. *Phycologia* 31(3-4):328-350.
- Setchell, W. A., and L. R. Mason. 1943. *Gonioolithon* and *Neogonolithon* two genera of crustaceous coralline algae. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 29:87-97.
- Setchell, W. A. 1943. *Mastophora* and the Mastophoraceae: Genus and subfamily of Corallinales. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 29:127-135.
- Silva, P. C., P. W. Basson, and R. L. Moe. 1996. Catalogus of the benthic marine algae of the Indian Ocean. *Univ. of Calif. Publ. Bot.* 79:1259.
- Verheij, E. 1994. Nongeniculate Corallinales (Corallinales, Rhodophyta) from the Spermonde Archipelago, SW Sulawesi, Indonesia. *Biotax* 39:95-137.
- Woelkerling, W. J. 1985. A taxonomic reassessment of *Spongites* (Corallinales, Rhodophyta) based on studies of Kützinger's original collections. *Br. Phycol. J.* 20:123-153.
- Woelkerling, W. J. 1987. The status and disposition of *Panogonolithon* (Corallinales, Rhodophyta). *Phycologia* 26:144-148.
- Woelkerling, W. J. 1988. *The coralline Red Algae: an analysis of the genera and subfamilies of Non-geniculate Corallinales.* Oxford: Oxford University Press, and London: British Museum (Natural History).
- Woelkerling, W. J., D. Penrose, and Y. M. Chamberlain. 1993. A reassessment of type collections of non-geniculate Corallinales (Corallinales, Rhodophyta) described by C. Montagne and L. Dufour, and of *Melobesia brassica-florida* Harvey. *Phycologia* 32:323-331.

## ANEXO 2

### Lista de localidades georreferenciadas para cada especie ubicada en este estudio.

#### *Neogoniolithon accretum*

Localidad	grados	min	seg	grados	min	seg	Latitud	Longitud
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	30	32	86	57	7,2	20,50889	-86,95200
Isla Pérez, A. Alacranes, YUC.	22	23	20	89	41	14	22,38889	-89,68722
Isla Desertora, A. Alacranes, YUC	22	26	50	89	45	8	22,44722	-89,75222
I. Cozumel, Pta. Morena, Q. ROO	20	24	31	86	51	12	20,40861	-86,85333
I. Cozumel, Playa San Francisco, Q. ROO	20	24	4	87,01	6	0	20,40111	-87,11000
Isla Cozumel, cerca parte SE, Q. ROO	21	13	20,4	86	43	20	21,22233	-86,72222
Anegada de Adentro, VER	19	13	42	96	3	40	19,22833	-96,06111

#### *Neogoniolithon affine*

Localidad	grados	min	seg	grados	min	seg	Latitud	Longitud
Isla Mujeres, extremo Norte, Q.ROO	21	15	52,5	86	44	56	21,26458	-86,74889
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	29	16,2	86	58	5	20,48783	-86,96806

#### *Neogoniolithon caribaeum*

Localidad	grados	min	seg	grados	min	seg	Latitud	Longitud
Anegada de Adentro, VER.	19	13	42	96	3	40	19,22833	-96,06111
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	30	28	86	57	37	20,50778	-86,96028

#### *Neogoniolithon erosum*

Localidad	grados	min	seg	grados	min	seg	Latitud	Longitud
Isla Pérez, A. Alacranes, YUC.	22	23	20	89	41	14	22,38889	-89,68722
Isla Mujeres, Extremo Norte, Q. ROO	21	15	52,5	86	44	56	21,26458	-86,74889
Bahía Ascensión, A. Pta. Solaimán, Q. ROO	19	45	46	87	24	54	19,76278	-87,41500

#### *Neogoniolithos fosliei*

Localidad	grados	min	seg	grados	min	seg	Latitud	Longitud
Isla Cozumel, A. Tormentos, Q. ROO	20	25	57	87	1	51	20,43250	-87,03083
Isla Cozumel, A. Paraíso N, Q. ROO	20	16	4	87	0	8	20,26778	-87,00222
Isla Cozumel, A. Santa Rosa, Q. ROO	20	29	3	86	58	55	20,48417	-86,98194
Isla Cozumel, Playa San Francisco, Q. ROO	20	24	4	87	1	6,3	20,40111	-87,01842
Isla Cozumel, A. Yucab, Q. ROO	20	22	39	87	2	8	20,37750	-87,03556
Isla Mujeres, lado Este, Q. ROO	21	13,5	0	86	42,5	0	21,22500	-86,70833
Isla Cozumel, Playa Azul, Q. ROO	20	33	2	86	55	49	20,55056	-86,93028
Isla Cozumel, Playa caracol, Q. ROO	20	17	5	86	58	3	20,28472	-86,96750
Isla Cozumel, Playa caracol, Q. ROO	20	17	5	86	58	3	20,28472	-86,96750
Isla Cozumel, Playa caracol, Q. ROO	20	17	5	86	58	3	20,28472	-86,96750
Isla Cozumel, Playa caracol, Q. ROO	20	17	5	86	58	3	20,28472	-86,96750
Isla Cozumel, Arrecife Santa Rosa, Q. ROO	20	29	3	86	58	55	20,48417	-86,98194
Isla Cozumel, Pta. Celarain, Q. ROO	20	16	2	86	59	34	20,26722	-86,99278
Isla Mujeres, Playa Lancheros, Q. ROO	21	12	59,4	86	43	41	21,21650	-86,72806

Isla Cozumel, A. Tormentos, Q. ROO	20	25	57	87	1	51	20,43250	-87,03083
Arrecife La Blanquilla, VER.	19	13	24	96	5	54	19,22333	-96,09833
Isla Cozumel, Pta. Morena, Q. ROO	20	24	31	86	51	12	20,40861	-86,85333
Isla Verde, VER.	19	11	55	96	4	2	19,19861	-96,06722
Isla Pérez, A. Alacranes, YUC.	22	23	20	89	41	14	22,38889	-89,68722
Xcalak, Q. ROO	18	13	32	87	50	50	18,22556	-87,84722
El Zarzal, Q. ROO	19	55	47,7	87	26	32,7	19,92992	-87,44242
Bahía Ascensión, A. Pta. Solaimán, Q. ROO	19	45	46	87	24	54	19,76278	-87,41500
Bahía Ascensión, A. Pta. Solaimán, Q. ROO	19	45	46	87	24	54	19,76278	-87,41500
Akumal, Q. ROO	20	48	25	87	37	42	20,80694	-87,62833

***Neogoniolithon propinquum***

Localidad	grados	min	seg	grados	min	seg	Latitud	Longitud
El Zarzal, Q. ROO	19	55	47,7	87	26	32,7	19,92992	-87,44242
Isla Pérez, A. Alacranes, YUC.	22	23	20	89	41	14	22,38889	-89,68722
Isla Sacrificios, VER.	19	10	26	96	6	17	19,17389	-96,10472
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	29	16,2	86	58	5,4	20,48783	-86,96817
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	29	16,2	86	58	5,4	20,48783	-86,96817
Isla Mujeres, Extremo Norte, Q. ROO	21	15	18	86	44	49,2	21,25500	-86,74700
Isla Verde, VER.	19	11	55	96	4	2	19,19861	-96,06722
Isla Cozumel, muelle, Q. ROO	20	30	32,4	86	57	7,2	20,50900	-86,95200
Isla Pájaros, A. Alacranes, YUC.	22	22	31	89	39	34	22,37528	-89,65944
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	29	16,2	86	58	5,4	20,48783	-86,96817
El Zarzal, Q. ROO	19	55	47,7	87	26	32,7	19,92992	-87,44242
Bahía Ascensión, A. Pta. Solaimán, Q. ROO	19	47	48,4	87	26	54	19,79678	-87,44833
Isla Cozumel, Playa Azul, Q. ROO	20	33	2	86	55	49	20,55056	-86,93028
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	29	16,2	86	58	5,4	20,48783	-86,96817
Isla de Enmedio, VER.	19	6	1	95	56	19,5	19,10028	-95,93875
Isla Verde, VER.	19	11	55	96	4	2	19,19861	-96,06722
Arrecife La Blanquilla, VER.	19	13	24	96	5	54	19,22333	-96,09833
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	30	28	86	57	37	20,50778	-86,96028
Isla Verde, VER.	19	11	55	96	4	2	19,19861	-96,06722
Isla de Enmedio, VER.	19	6	1	95	56	19,5	19,10028	-95,93875
Anegada de Adentro, VER.	19	13	42	96	3	40	19,22833	-96,06111
Akumal, Q. ROO	20	23	48	87	18	51	20,39667	-87,31417

***Neogoniolithon spectabile***

Localidad	grados	min	seg	grados	min	seg	Latitud	Longitud
El Zarzal, Q. ROO	19	55	47,7	87	26	32,7	19,92992	-87,44242
Isla Cozumel, Playa Maya, Q. ROO	20	24	24,6	87	0	57,6	20,40683	-87,01600
Punta Pájaros, Bahía Ascensión, Q. ROO	19	48	4,3	87	30	38,8	19,80119	-87,51078
Banco Chinchorro, Cayo Centro, Q. ROO	18	35	58	87	20	25	18,59944	-87,34028
Banco Chinchorro, Cayo Centro, Q. ROO	18	35	58	87	20	25	18,59944	-87,34028
Isla Cozumel, Playa Maya, Q. ROO	20	24	24,6	87	0	57,6	20,40683	-87,01600
Isla Pérez, A. Alacranes, YUC.	22	23	20	89	41	14	22,38889	-89,68722
Isla Cozumel, Playa Maya, Q. ROO	20	24	24,6	87	0	57,6	20,40683	-87,01600
Isla Cozumel, Playa Maya, Q. ROO	20	24	24,6	87	0	57,6	20,40683	-87,01600
Isla Cozumel, A. Colombia, Q. ROO	20	13	53	87	1	9	20,23139	-87,01917
Banco Chinchorro, Cayo Centro, Q. ROO	18	35	58	87	20	25	18,59944	-87,34028

---

***Neogoniolithon strictum***

<b>Localidad</b>	<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Isla Cozumel, Playa caracol, Q. ROO	20	17	5	86	58	3	20,28472	-86,96750
Xcalak, Q. ROO	20	21	39	87	20	0	20,36083	-87,33333
Isla Pérez, A. Alacranes, YUC.	22	23	20	89	41	14	22,38889	-89,68722
Bahía Ascensión, A. Pta. Solaimán, Q. ROO	19	41	9,7	87	25	28,5	19,68603	-87,42458
Bahía Ascensión, A. Pta. Solaimán, Q. ROO	19	41	9,7	87	25	28,5	19,68603	-87,42458
Frente a Pta. Nohkú, B. Ascensión, Q. ROO	19	38	57	87	26	52	19,64917	-87,44778
Banco Chinchorro, Cayo Centro, Q. ROO	18	35	58	87	20	25	18,59944	-87,34028
Banco Chinchorro, Cayo Centro, Q. ROO	18	35	58	87	20	25	18,59944	-87,34028
Isla Mujeres, Base Naval y Aerop. Q. ROO	21	15	18	86	44	49,2	21,25500	-86,74700
Punta Celaraín, Isla Cozumel, Q. ROO	20	16	2	86	59	34	20,26722	-86,99278
Isla Cozumel, El Mirador, Q. ROO	20	19	15	86	55	27	20,32083	-86,92417
Isla Cozumel, Playa caracol, Q. ROO	20	17	5	86	58	3	20,28472	-86,96750
Isla Pérez, A. Alacranes, YUC.	22	23	20	89	41	14	22,38889	-89,68722
Isla Cozumel, Playa caracol, Q. ROO	20	17	5	86	58	3	20,28472	-86,96750
Recorrido al Sur, I. Cozumel, Q. ROO	20	30	28	86	57	37	20,50778	-86,96028
Banco Chinchorro, Cayo Centro, Q. ROO	18	35	58	87	20	25	18,59944	-87,34028
Isla Pájaros, A. Alacranes, YUC.	22	22	31	89	39	34	22,37528	-89,65944
Isla Cozumel, Playa caracol, Q. ROO	20	17	5	86	58	3	20,28472	-86,96750
Isla Desertora, A. Alacranes, YUC	22	34	1	89	48	19	22,56694	-89,80528

***Neogoniolithon trichotomum***

<b>Localidad</b>	<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Isla Chica, A. Alacranes, YUC	22	1	0	89	6	36	22,01667	-89,11000
Akumal, Q. ROO	20	23	48	87	18	51	20,39667	-87,31417
Anegada de Adentro, VER.	19	13	42	96	3	40	19,22833	-96,06111
Isla Pérez, A. Alacranes, YUC.	22	23	20	89	41	14	22,38889	-89,68722
Isla Verde, VER.	19	11	55	96	4	2	19,19861	-96,06722
Isla La Blanquilla, VER.	19	13	24	96	5	54	19,22333	-96,09833
Isla de Enmedio, VER	19	6	1	95	56	19,5	19,10028	-95,93875
Cayo Lobos, Banco Chinchorro, Q. ROO	18	23	11	87	22	53	18,38639	-87,38139
Isla Mujeres, Extremo Norte, Q. ROO	21	15	52,5	86	44	56	21,26458	-86,74889
Isla Cozumel, muelle, Q. ROO	20	30	32,4	86	57	7,2	20,50900	-86,95200
Playa Chac-Mol, Q. ROO	21	8	32	86	46	57	21,14222	-86,78250
Isla Cozumel, muelle, Q. ROO	20	30	32,4	86	57	7,2	20,50900	-86,95200
Isla Lobos, VER.	21	28	48	97	13	17	21,48000	-97,22139
Isla Cozumel, muelle, Q. ROO	20	30	28	86	57	37	20,50778	-86,96028
Parte Este, Isla Mujeres, Q. ROO	21	12	44	86	43	16	21,21222	-86,72111
Isla Mujeres, Extremo Norte, Q. ROO	21	15	52,5	86	44	56	21,26458	-86,74889
Isla Pájaros, A. Alacranes, YUC.	22	22	31	89	39	34	22,37528	-89,65944
Bahía Ascensión, A. Pta. Solaimán, Q. ROO	19	45	46	87	24	54	19,76278	-87,41500
Isla Verde, VER.	19	11	55	96	4	2	19,19861	-96,06722
Cayo Arcas, CAMPECHE	20	12	0	91	58	0	20,20000	-91,96667
Banco Chinchorro, Cayo Norte, Q. ROO	18	46	37	87	19	25	18,77694	-87,32361
Isla Sacrificios, VER.	19	10	26	96	6	17	19,17389	-96,10472
Isla Mujeres, lado Este, Q. ROO	21	12	44	86	43	6	21,21222	-86,71833
Isla de Enmedio, VER	19	6	1	95	56	19,5	19,10028	-95,93875

---

<b><i>Pneophyllum fragile</i></b>								
<b>Localidad</b>	<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
El Zarzal, Q. ROO	19	55	47,7	87	26	32,7	19,92992	-87,44242
Vigia Chico, B. Ascensión, Q. ROO	19	42	25,8	87	29	27	19,70717	-87,49083
Punta Nohkú, Bahía Ascensión, Q. ROO	19	38	5,7	87	26	57	19,63492	-87,44917
Isla Verde, VER.	19	11	55	96	4	2	19,19861	-96,06722
Banco Chinchorro, Cayo Norte, Q. ROO	18	46	37	87	19	25	18,77694	-87,32361
Villa Rica, VER.	19	40	33	96	23	32	19,67583	-96,39222

<b><i>Spongites yendoi</i></b>								
<b>Localidad</b>	<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>grados</b>	<b>min</b>	<b>seg</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Isla de Enmedio, VER	19	6	1	95	56	19,5	19,10028	-95,93875
Isla Desertora, A. Alacranes, YUC	22	34	1	89	48	19	22,56694	-89,80528
Banco Chinchorro, Cayo Norte, Q. ROO	18	46	37	87	19	25	18,77694	-87,32361
Isla Mujeres, Extremo Norte, Q. ROO	21	15	52,5	86	44	56	21,26458	-86,74889
Punta Morena, I. Cozumel, Q. ROO	20	24	31	86	51	12	20,40861	-86,85333
Isla Cozumel, recorrido, Q. ROO	20	30	28	86	57	37	20,50778	-86,96028

### ANEXO 3

#### Lista de ejemplares asignados a *Neogoniolithon* y que corresponden a otros géneros

##### Herbario ENCB

Localidad	Fecha	Hábitat	Colector	Género
1. Isla Pérez, A. Alacranes, Yucatán	22-I-1986	Sobre guijarros, intermareal protegido	L. Huerta Múzquiz	<i>Lithoporella</i>
2. El Zarzal, Q. Roo	V-1998	Sobre guijarros, intermareal expuesto	L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González	<i>Lithophyllum</i>
3. Bajos de Tuxpan, Veracruz	27-V-1995	Sobre guijarros, intermareal expuesto	E. Pierdant S.	<i>Lithoporella</i>
4. Isla Cozumel, del muelle al sur de la isla entre Km. 2.5 y 3.5	10-IX-1985	Sobre rocas, intermareal expuesto	L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González	<i>Hydrolithon</i>
5. Caletilla, Isla Cozumel, Q. Roo	16-X-1983	Sobre caracoles, intermareal expuesto	L. E. Mateo Cid, A. C. Mendoza González y L. Huerta Múzquiz	<i>Hydrolithon</i>
6. Caletilla, Isla Cozumel, Q. Roo	16-X-1983	Sobre caracoles, intermareal expuesto	L. Huerta Múzquiz y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
7. El Zarzal, Q. Roo	V-1998	Sobre coral antiguo, intermareal expuesto	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
8. Extremo Norte Isla Mujeres, Q. Roo	31-XI-1984	Sobre rocas, pozas intermareales	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
9. Extremo Norte Isla Mujeres, Q. Roo	12-VI-1987	Sobre rocas, pozas intermareales	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
10. Extremo Norte Isla Mujeres, Q. Roo	12-VI-1987	Sobre rocas, pozas intermareales	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
11. Extremo Norte Isla Mujeres, Q. Roo	12-VI-1987	Sobre rocas, intermareal expuesto	A. C. Mendoza González, L. E. Mateo Cid y M. Nava	<i>Hydrolithon</i>

12. Isla Sacrificios, Veracruz	24-XI-1986	Sobre guijarros, cerca de la rompiente	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Lithophyllum</i>
13. Extremo Norte Isla Mujeres, Q. Roo	VII-1985	Sobre madera, intermareal expuesto	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
14. Isla Mujeres, parte NW Q. Roo	11-IX-1985	Sobre rocas, pozas intermareales	L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González	<i>Hydrolithon</i>
15. Extremo Norte, Isla Mujeres, Q. Roo	13-IX-1985	Sobre rocas, pozas intermareales	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
16. Isla Cozumel Playa San Juan, Q. Roo	7-IX-1985	Sobre rocas intermareal expuesto	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
17. Isla Cozumel, El Mirador	7-VI-1985	Sobre rocas, pozas intermareales	L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González	<i>Hydrolithon</i>
18. Yucab, Isla Cozumel, Q. Roo	20-III-1994	Sobre guijarros 12- 19.5 m. prof.	R. B. Searles y R. Robles	<i>Lithoporella</i>
19. Isla Mujeres, Q. Roo	12-X-1983	Sobre caracoles	L. Huerta Múzquiz y A. Cisneros	<i>Hydrolithon</i>
20. Isla Cozumel, Arrecife Colombia	21-III-1994	Sobre rocas, 10.5 m. prof.	R. B. Searles y R. Robles	<i>Hydrolithon</i>
21. Arrecife Tunich, I. Cozumel, Q. Roo	2-VI-1995	Sobre rocas 18 m. profundidad	R. Robles y E. Caister	<i>Hydrolithon</i>
22. Isla Desertora, Arrecife Alacranes, Yucatán	15-X-1985	Sobre rocas, intermareal protegido	L. Huerta Múzquiz y L. E. Mateo y E. Hidalgo	<i>Hydrolithon</i>
23. Isla Cozumel, recorrido del Muelle al sur, Q. Roo	26-II-1985	Sobre coral muerto en pozas de marea	A. C. Mendoza González	<i>Hydrolithon</i>
24. Cayo Arenas parte Noreste, Campeche	23-IV-1986	Sobre guijarros y conchas, intermareal protegido	E. Hidalgo	<i>Hydrolithon</i>
25. El Zarzal, Q. Roo	19-V-1998	Epífita de <i>Thalassia</i> sp. , intermareal semiexpuesto	L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González	<i>Hydrolithon</i>
26. Punta Morena, Isla Cozumel, Q. Roo	17-V-1993	Sobre rocas, intermareal expuesto	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Lithoporella</i>

---

27. Arrecife Frente Punta Solimán, Bahía de la Ascensión, Q. Roo	17-V-1998	Sobre rocas, 1-3 m. profundidad.	L. E. Mateo Cid y C. Mendoza González	<i>Lithophyllum</i>
28. Isla de En medio, Veracruz	19-IX-2001	Sobre guijarros a 1 metro de profundidad	C. Galicia	<i>Lithophyllum</i>
29. Isla de En medio, Veracruz	19-IX-2001	Sobre guijarros a 1 metro de profundidad.	C. Galicia	<i>Lithophyllum</i>
30. Isla de En medio, Veracruz	19-IX-2001	Sobre guijarros a 1 metro de profundidad	C. Galicia	<i>Hydrolithon</i>
31. Isla de En medio, Veracruz	19-IX-2001	Sobre guijarros a 1 metro de profundidad	C. Galicia	<i>Lithophyllum</i>
32. Isla de En medio, Veracruz	19-IX-2001	Sobre guijarros a 1 metro de profundidad	C. Galicia	<i>Hydrolithon</i>
33. Isla de En medio, Veracruz	5-VI-2001	Sobre guijarros	C. Galicia	<i>Hydrolithon</i>
34. Recorrido muelle Isla Cozumel, Q. Roo	14-IX-1993	Sobre rocas, pozas intermareales	L. E. Mateo Cid y Catalina Mendoza Gonzalez	<i>Hydrolithon</i>
35. Isla Cozumel, Playa Maya, Q. Roo	7-VI-1985	Sobre rocas, intermareal protegido	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
36. Isla Cozumel del muelle al sur de la isla entre el km. 2.5 y 3.5, Q. Roo	10-IX-1985	Sobre rocas, en pozas intermareales	L. E. Mateo Cid y A. C. Mendoza González	<i>Hydrolithon</i>
37. Isla Pérez, Caleta Norte, Arrecife Alacranes, Yucatán	18-VII-1960	Sobre guijarros	L. Huerta Múzquiz	<i>Lithoporella</i>
38. Isla Pérez, Lado Norte Caleta Oriente, Yucatán	18-VII-1960	Sobre guijarros, intermareal expuesto	L. Huerta Múzquiz	<i>Hydrolithon</i>
39. Isla de Enmedio, Arrecife Antón Lizardo, Veracruz	V- 1957	Arrecifes coralinos	L. Huerta Múzquiz	<i>Lithophyllum</i>

---

40. Isla Verde, Veracruz	27-XI-1985	Sobre guijarros, nivel intermareal	A. C. Mendoza González, C. Barbosa y L. E. Mateo Cid	<i>Lithophyllum</i>
41. A. Blanquilla, Veracruz	3-V-1964	Sobre guijarros	L. Huerta Múzquiz	<i>Hydrolithon</i>
42. A. Blanquilla, Veracruz	3-V-1964	Sobre guijarros	L. Huerta Múzquiz	<i>Lithophyllum</i>
43. Isla Pérez, Yucatán	22-I-1986	Epífita de <i>Neogoniolithon sp</i>	L. Huerta Múzquiz	<i>Lithoporella</i>
44. Isla Pérez, Yucatán	23-I-1986	Sobre guijarros	L. Huerta Múzquiz	<i>Hydrolithon</i>
45. Cayo Lobos, Arrecife Chinchorro, Q. Roo	20-VI-1984	Sobre guijarros, intermareal protegido	L. Huerta Múzquiz y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>
46. Arrecife Colombia, Isla Cozumel, Q. Roo	14-V-1998	Sobre esponjas, entre 21-24 m profundidad	R. B. Searles	<i>Lithoporella</i>
47. Isla Cozumel, Playa San Francisco, Q. Roo	17-V-1993	Sobre guijarros, intermareal protegido	A. C. Mendoza González y L. E. Mateo Cid	<i>Hydrolithon</i>

#### Herbario IZTA

Localidad	Fecha	Hábitat	Colector	Género
1. Isla Verde, Veracruz	23-VI-1996	Intermareal expuesto	R. Vázquez Miranda	<i>Lithophyllum</i>
2. Isla Verde, Veracruz	23-VI-1996	Intermareal expuesto	G. Garduño Solórzano	<i>Lithophyllum</i>
3. Arrecife Castillo, Veracruz	I-2001	Intermareal expuesto	G. Garduño Solórzano	<i>Lithophyllum</i>
4. La Gallega, Veracruz	14-I-2001	Intermareal expuesto	G. Garduño Solórzano	<i>Lithophyllum</i>
5. La Gallega, Veracruz	14-I-2001	Intermareal expuesto	G. Garduño Solórzano	<i>Lithophyllum</i>