



Universidad Veracruzana



UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS Y PESQUERÍAS

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS

**Epifitismo y parasitismo entre algas rojas del Parque  
Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano,  
suroeste del golfo de México**

**TESIS**

Que para obtener el grado académico de:  
Maestra en Ecología y Pesquerías

**PRESENTA:**

BIÓL. CITLALLI GALICIA-GARCÍA

**DIRECTOR:**

DR. YURY OKOLODKOV

**ASESORES:**

DR. JOSÉ ANTOLÍN AKÉ-CASTILLO  
DRA. LUZ ELENA MATEO-CID

BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

2017



Universidad Veracruzana  
Dirección General de Investigaciones  
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías

**C. BIOL. CITLALLI GALICIA GALICIA  
ESTUDIANTE DE LA MAESTRIA EN ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
P R E S E N T E**

**CAMPUS  
VERACRUZ**

Calle Hidalgo No. 617  
Colonia Río Jamapa,  
C.P. 94290,  
Boca del Río,  
Veracruz,  
México

Teléfonos  
(229) 956 70 70  
956 72 27

Calle Independencia  
No. 30 (antes 381)  
Piso 1 y 2  
Colonia Centro,  
CP 94290,  
Boca del Río,  
Veracruz,  
México

Teléfono  
(229) 202 28 28

Habiendo sido debidamente revisado y aceptado el trabajo escrito de su tesis denominada "Epifitismo y parasitismo entre algas rojas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, suroeste del Golfo de México", por los integrantes de su comité tutorial y estando todos ellos de acuerdo que tanto el contenido como el formato de este trabajo es satisfactorio como prueba escrita para sustentar su examen final de posgrado de la MAESTRIA EN ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS se le autoriza a usted proceda a su impresión.

Sin otro particular, me es grato reiterarle la seguridad de mi más distinguida consideración.

**ATENTAMENTE**  
**"LIS DE VERACRUZ: ARTE, CIENCIA, LUZ"**  
Boca del Río, Ver. Diciembre 7 del 2016

  
**Dra. Ma. Lourdes Jiménez Badillo**  
**Directora**

## **DEDICATORIA**

A Ernest:

por su amor, apoyo incondicional, comprensión e infinita paciencia durante todo este tiempo.

A las grandes psicólogas que me han formado e inspirado:

Laura Huerta Múzquiz<sup>†</sup>, Ángela Catalina Mendoza González y Luz Elena Mateo Cid.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Programa de Posgrado en Ecología y Pesquerías del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías por admitirme en su programa y a la Dirección General de Educación Superior Tecnológica, Dirección de Estudios de Posgrado por otorgarme la beca-comisión para realizar los estudios de maestría y al personal administrativo del Instituto Tecnológico de Boca del Río (Boca del Río, Veracruz) por hacer posible que obtuviera la beca.

A la Dra. A. Catalina Mendoza González Curadora de la Sección Ficológica del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (Ciudad de México), por el apoyo logístico, sus observaciones y recomendaciones a mi trabajo de tesis.

Al personal administrativo del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, en especial al coordinador de posgrado Dr. César Meiners Mandujano y su asistente Andrea Negrón por ser siempre tan atentos y eficientes, gracias por su calidad tan humana.

A los investigadores del ICIMAP-UV que con su alto nivel académico participaron en mi formación y crecimiento tanto académico como personal, a todos ellos mi reconocimiento y admiración.

Al doctor Yury Okolodkov por todo el apoyo y sobre todo por la confianza que me ha brindado durante ya varios años, gracias por impulsarme a crecer y a no dejar de lado la investigación.

Al Dr. José Antolín Aké Castillo por su gran entusiasmo, apoyo y observaciones acertadas a mi trabajo de tesis que impidieron que me perdiera en el camino.

A la Dra. Luz Elena Mateo Cid por compartir una vez más sus conocimientos, guiarme en la identificación de las especies y hacerme sentir en casa.

Al Dr. Javier Bello Pineda y al Dr. Horacio Pérez España quienes, como lectores de la tesis, con sus observaciones y sugerencias enriquecieron significativamente la versión final de este trabajo.

A mis compañeros de generación Jaime Bolaños, Penélope Berumen, Daniel Ruz y en especial a Gabriela Copado por el ambiente de camaradería y apoyo mutuo que logramos, gracias por compartir sus conocimientos y hacer más amena la travesía.

A mis tías Ana y Gra por su amor y su invaluable ayuda para que pudiera realizar mis estudios.

A mi mamá Martina García Gómez por su amor.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. HIPÓTESIS .....	11
4. OBJETIVOS.....	11
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
4.2 OBJETIVOS PARTICULARES .....	11
5. MATERIAL Y MÉTODOS .....	12
5.1 ZONA DE ESTUDIO .....	12
5.2 MATERIAL .....	14
5.3 TRABAJO EN LABORATORIO.....	14
6. RESULTADOS .....	16
6.1 CATÁLOGO ILUSTRADO DE ALGAS ROJAS EPÍFITAS Y PARÁSITAS DEL PNSAV.....	16
6.2 FAMILIAS Y GRUPOS FUNCIONALES .....	47
6.3 ESPECIES HOSPEDERAS .....	50
7. DISCUSIÓN.....	52
7.1 CATÁLOGO ILUSTRADO DE ALGAS ROJAS EPÍFITAS Y PARÁSITAS DEL PNSAV .....	52
7.2 FAMILIAS CON MAYOR NÚMERO DE ESPECIES .....	53
7.3 GRUPOS FUNCIONALES.....	56
7.4 ESPECIES HOSPEDERAS .....	57
7.5 NUEVOS REGISTROS .....	61
8. CONCLUSIONES .....	63
9. LITERATURA CITADA .....	64
ANEXO I .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano .....	13
Figura 2. <i>Chroodactylon ornatum</i> .....	17
Figura 3. <i>Erythrotrichia carnea</i> .....	19
Figura 4. <i>Sahlingia subintegra</i> .....	20
Figura 5. <i>Pneophyllum fragile</i> .....	21
Figura 6. <i>Acrochaetium microscopicum</i> .....	22
Figura 7. <i>Colaonema gracile</i> .....	23
Figura 8. <i>Colaonema hallandicum</i> . <i>Crouania attenuata</i> .....	24
Figura 9. <i>Crouanophycus latiaxis</i> .....	25
Figura 10. <i>Callithamniella tingitana</i> .....	26
Figura 11. <i>Centroceras gasparrinii</i> .....	27
Figura 12. <i>Centroceras</i> sp. ....	28
Figura 13. <i>Ceramium cruciatum</i> .....	29
Figura 14. <i>Ceramium nitens</i> .....	30
Figura 15. <i>Ceramium</i> sp. ....	31
Figura 16. <i>Gayliella mazoyerae</i> .....	32
Figura 17. <i>Dasya collinsiana</i> .....	33
Figura 18. <i>Taenioma nanum</i> .....	34
Figura 19. <i>Dipterosiphonia rigens</i> .....	35
Figura 20. <i>Herposiphonia delicatula</i> .....	36

Figura 21. <i>Herposiphonia</i> cf. <i>secunda</i> .....	37
Figura 22. <i>Laurencia</i> <i>decumbens</i> .....	37
Figura 23. <i>Lophosiphonia</i> cf. <i>obscura</i> .....	38
Figura 24. <i>Neosiphonia</i> cf. <i>ferulacea</i> .....	40
Figura 25. <i>Neosiphonia</i> <i>gorgoniae</i> .....	40
Figura 26. <i>Neosiphonia</i> <i>sertularioides</i> .....	41
Figura 27. <i>Neosiphonia</i> <i>sphaerocarpa</i> .....	42
Figura 28. <i>Polysiphonia</i> <i>denudata</i> .....	43
Figura 29. <i>Anotrichium</i> <i>tenue</i> .....	44
Figura 30. <i>Wrangelia</i> <i>argus</i> .....	45
Figura 31. <i>Hypnea</i> <i>valentiae</i> .....	46
Figura 32. <i>Gracilariophila</i> sp .....	47
Figura 33. Número de especies de epífitas rojas (entre paréntesis) por familia y su proporción respecto al total de especies encontradas .....	49
Figura 34. Número de especies epífitas encontradas sobre los distintos géneros de hospederos recolectados en los arrecifes del PNSAV.....	52
Figura 35. Número acumulado de especies epífitas calculadas y observadas para las 50 muestras de los arrecifes del PNSAV revisadas. ....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Literatura sobre algas epífitas en el océano Atlántico .....	6
Tabla 2. Investigaciones realizadas en el golfo de México, el Caribe o el PNSAV que incluyen algas epífitas .....	7
Tabla 3. Familia y grupo funcional al que pertenecen las especies de algas epífitas rojas encontradas en el PNSAV.....	48
Tabla 4. Altura del talo de las diferentes especies de algas epífitas rojas, localizadas en el PNSAV .....	49
Tabla 5. Especies de algas hospederas y especies de epífitas rojas que crecen sobre ellas en el PNSAV.....	50
Tabla 6. Relación de algas epífitas rojas que crecen sobre otras algas rojas reportadas para el golfo de México .....	59



## Resumen

Existen trabajos florísticos sobre las macroalgas de los arrecifes del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), sin embargo, ninguno se ha dedicado únicamente a las especies epífitas o parásitas. Dentro de las especies epífitas y parásitas, las algas rojas son las más numerosas, por lo que, con la finalidad de conocer qué especies rojas epífitas y parásitas de otras algas rojas habitan en el PNSAV, así como las familias y grupos funcionales a los que pertenecen y los hospederos sobre los que crecen, se llevó a cabo la revisión de 50 muestras de material ficológico depositado en la colección de macroalgas ICIMAP-UV. El material fue recolectado entre 2008 y 2016 en los arrecifes coralinos: Gallega, Blanquilla, Anegada de Adentro, Verde, Pájaros, Ingeniero, Anegada de Afuera, Topatillo, de Enmedio, Polo, Salmedina y Giotte. Además, en 2015 y 2016 se recolectaron algas del arrecife Ingeniero arrojadas a la playa, las cuales fueron preservadas en una solución al 4% de formaldehído en agua de mar. En laboratorio, las macroalgas fueron revisadas minuciosamente con ayuda de microscopios fotónicos de bajo y alto aumento, se hicieron cortes y mediciones con ayuda de un microscopio de alta resolución para identificar a las especies; se tomaron fotografías de los talos epífitos y se realizaron preparaciones semipermanentes de cada una. Se encontraron 32 especies de algas epífitas correspondientes a 24 géneros y 12 familias de algas rojas. Las familias con el mayor número de especies fueron Rhodomelaceae con 10 y Ceramiaceae con 7, las demás familias estuvieron representadas por una o dos especies. Se encontró el alga parásita *Gracilariophila* sp. sobre *Gracilaria* sp. El grupo funcional predominante fue el filamentosos: 28 de las 32 especies presentaron esa forma del talo. Se encontraron 30 especies hospederas que corresponden a 21 géneros, de éstos, *Laurencia* fue el que presentó el mayor número de especies epífitas (23), *Dasya* y *Neosiphonia* presentaron seis, y *Digenea* e *Hypnea* cinco especies, respectivamente; el resto de los géneros de hospederos presentaron tres o una sola especie epífita. *Colaonema gracile*, *Herposiphonia delicatula* y *Laurencia decumbens* son nuevos registros para la costa atlántica de México y *Crouanophycus latiaxis* es nuevo registro para el golfo de México. *Crouania attenuata*, *Callithamniella tingitana*, *Centroceras gasparrinii*, *Dasya collinsiana*, *Dipterosiphonia rigens*, *Polysiphonia denudata* y *Neosiphonia sertularioides* son nuevos registros para el estado de Veracruz.

**Palabras clave:** epífitas, parásitas, hospederos, macroalgas, Rhodophyta, golfo de México.

## Abstract

There exist several phycofloristic studies on the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano (NPSAV), however none of them has focused exclusively on the epiphytic and parasitic species. Thus, with the purpose of knowing the red algal species that live as epiphytes and parasites on other red algae, the families and functional groups to which they correspond as well as the hosts that hold them, 50 samples that belong to the macroalgae collection ICIMAP-UV were analyzed. The samples were obtained between 2008 and 2016 from the coral reefs: Gallega, Blanquilla, Anegada de Adentro, Verde, Pájaros, Ingeniero, Anegada de Afuera, Topatillo, de Enmedio, Polo, Salmedina and Gioté. Other samples were collected on the beach near Ingeniero reef in 2015 and 2016. This material was preserved in a 4% formalin-seawater solution. In the laboratory, morphological features were observed with the help of low and high magnification microscopes. Semipermanent slides of cross-sections of algal thalli or the whole thalli were made in order to obtain measurements and photographs. Specialized literature was used to identify specimens. Thirty-two epiphytic species corresponding to 24 genera and 12 families were found. Rhodomelaceae and Ceramiaceae were the families with the highest number of species, 10 and 7, respectively; the remaining families had only one or two species. A parasitic alga *Gracilariophila* sp. was found growing in *Gracilaria* sp. Twenty-eight out of 32 epiphytic species had filamentous thalli. The genus *Laurencia* presented the biggest number of epiphytic species (23); *Dasya* and *Neosiphonia* had six and *Digenea* and *Hypnea* had five species, respectively. *Colaçonema gracile*, *Herposiphonia delicatula* and *Laurencia decumbens* are new records for the Atlantic Coast of México while *Crouanophycus latiaxis* is a new record for the Gulf of Mexico. *Crouania attenuata*, *Callithamniella tingitana*, *Centroceras gasparrinii*, *Dasya collinsiana*, *Dipterosiphonia rigens*, *Polysiphonia denudata* and *Neosiphonia sertularioides* are new records for the state of Veracruz.

**Keywords:** epiphytes, parasites, hosts, macroalgae, Rhodophyta, Gulf of Mexico.

## 1. INTRODUCCIÓN

La simbiosis fue originalmente conceptualizada en 1879 por de Bary, como un término muy amplio que describe la vida en conjunto de organismos distintos (Correa, 1994). Considerando esa propuesta amplia, probablemente pocos grupos de organismos han sido más exitosos en la formación de simbiosis íntimas con otros organismos que el grupo de las algas. En cada división o clase de estos organismos y en cada comunidad que ellas habitan, han evolucionado interacciones simbióticas. Las algas se presentan como simbiontes de vertebrados, invertebrados, protistas, hongos, angiospermas y otros hospederos algales (Goff, 2011).

Las macroalgas bentónicas, con escasas excepciones, se desarrollan fijas a un sustrato con el cual no mantienen ningún tipo de relación nutricional. El sustrato puede ser muy variado, como sedimentos arenosos, fangosos, animales, plantas vasculares y otras algas (Bold & Wynne, 1985; Darley, 1987; Báez & Flores-Moya, 2003). En las comunidades marinas los sustratos vegetales más requeridos son fanerógamas y macroalgas, principalmente perennes, debido a que su permanencia por su longevidad le permite al epífito el tiempo suficiente para completar su ciclo de vida, además de proporcionarle ventajas como adecuada luminosidad, espacio, refugio y alimento (Mateo-Cid *et al.*, 1996; Ortuño-Aguirre & Riosmena-Rodríguez, 2007).

Así, en un extremo del espectro de las interacciones bióticas entre las macroalgas se encuentra el epifitismo (Lobban & Harrison, 1994), el cual es definido como una forma de vida que ocurre cuando un organismo utiliza como sustrato para vivir a otro organismo vegetal (Borowitzka & Lethbridge, 1989). El epifitismo es una estrategia común adoptada por los organismos para evitar competencia por espacio y pueden estar de manera permanente o sólo por una etapa de su desarrollo (Ortuño-Aguirre & Riosmena-Rodríguez, 2007). Sin embargo, las algas epífitas pueden afectar tanto el tamaño como la forma del alga hospedera, lo cual podría tener un efecto negativo en su supervivencia (Anderson & Martone, 2014).

El epifitismo en las algas marinas es un fenómeno común que depende en gran parte de características del hospedero como su tamaño, defensas químicas e historia de vida (Fricke *et al.*, 2011). Las macroalgas epífitas pueden tener ventajas en la competencia por luz y por nutrientes (Lobban & Harrison, 1994), especialmente las de los tipos morfofuncionales más simples como

las filamentosas y las laminares (Menezes de Széchy & Faria de Sá, 2008). A este respecto, Steneck y Dethier (1994) distinguen diferentes grupos de algas que denominan “funcionales” aun cuando están basados en características anatómicas y morfológicas, esto se debe a que se ha observado que dichas características frecuentemente corresponden con atributos ecológicos y fisiológicos. Estos grupos funcionales son: 1) microalgas unicelulares; 2) algas filamentosas; 3) algas foliosas uniestratosas; 4) algas foliosas corticadas; 5) macroalgas corticadas (con médula y corteza); 6) macroalgas carnosas (quelpos); 7) algas calcáreas articuladas y 8) algas costrosas (Steneck & Dethier, 1994).

Muchas algas epífitas son oportunistas, empleando el sustrato disponible, otras especies sin embargo, están restringidas a algunas algas hospederas o incluso a una sola especie y por lo tanto son referidas como epífitas obligadas (Dixon, 1973). Las epífitas obligadas exhiben una relación más íntima, bien sea en la restricción a un hospedero definido o en la posesión de un sistema de fijación endofítico el cual penetra más o menos profundamente dentro del sustrato y con frecuencia causa alguna destrucción de las células adyacentes (Fritsch, 1945). La presencia de epífitas, endófitas y parásitas eucarióticas en las macrofitas marinas son resultado de interacciones complejas entre los hospederos y sus colonizadores (Potin, 2012).

Leonardi *et al.* (2006) señalan que una gran variedad de algas crecen sobre otras algas y ellas presentan un continuo, desde un punto de vista anatómico, entre las epífitas y las endófitas. Estos autores proponen cinco formas diferentes en que pueden crecer las algas sobre los hospederos: el **tipo I** incluye a las epífitas débilmente fijadas a la superficie del hospedero y no se asocia con daño a sus células; el **tipo II** incluye a aquellas epífitas fuertemente adheridas al hospedero pero no se asocia con ningún daño al mismo; el **tipo III** incluye a las epífitas que penetran la capa exterior de la pared del hospedero sin daño de las células corticales; el **tipo IV** incluye epífitas que penetran en la pared del hospedero desorganizando a las células de la corteza; el **tipo V** incluye a las epífitas que penetran profundamente en la corteza y alcanzan las células de la médula, causando destrucción de las células del hospedero.

En el otro extremo de las interacciones bióticas entre las macroalgas están las relaciones parasíticas (Lobban & Harrison, 1994); las algas rojas que son parásitas o parcialmente parásitas

de otras algas rojas comprenden aproximadamente de 8-10% de las especies de algas rojas conocidas (Potin, 2012). La nutrición de las algas parásitas es, por definición, al menos parcialmente heterotrófica y se asume que reciben carbono orgánico de sus hospederos (Lobban & Harrison, 1994).

Las algas rojas parásitas se caracterizan por presentar poca o nula pigmentación, son relativamente pequeñas, se presentan como pústulas en forma de cojines hemisféricos en la superficie del hospedero y establecen sinapsis secundarias entre sus células penetrantes y las células del alga hospedera (Kim & Cho, 2010). Las sinápsis secundarias han sido observadas prácticamente en todas las interacciones parásito-hospedero; el núcleo parásito es transferido a las células del hospedero y toman “control” del desarrollo de sus células (Fritsch, 1945; Zuccarello *et al.*, 2004).

A pesar de este parasitismo íntimo, parece haber pocos efectos patológicos en el hospedero, el cual se aprecia sin cambio aparente ya que los parásitos solo incorporan un pequeño porcentaje de los fotosintatos de aquel (Fritsch, 1945; Zuccarello *et al.*, 2004). Las células reproductoras que se producen subsecuentemente pueden acarrear el genoma parasítico, permitiendo que persista la relación en la siguiente generación (Graham & Wilcox, 2000).

La mayoría de las formas parásitas están estrechamente relacionadas con su hospedero y en algunos casos es claro que el parásito ha evolucionado a partir de él (Graham & Wilcox, 2000). Una de las clasificaciones de las especies parásitas distingue a aquellas que se ubican en una familia o tribu diferente de la del hospedero y son nombradas **aloparásitas**, y las que comparten un ancestro común reciente y son denominadas **adelfoparásitas**, estas últimas tienen hospederos muy específicos, infectando generalmente solo a una especie (Zuccarello *et al.*, 2004; Potin, 2012).

Un ejemplo conocido de alga parásita roja es *Janczewskia gardneri* Setchell & Guernsey. Es una pequeña epífita, ligeramente pigmentada, que crece sobre *Osmundea spectabilis* (Postels & Ruprecht) K.W. Nam, la cual se fija a su hospedero mediante filamentos que la penetran. Aunque estas características sugieren que existe una relación parásita, experimentos con  $C^{14}$  muestran que ambas algas fotosintetizan y que entre ellas no existe translocación detectable de carbono orgánico, *J. gardneri* parece ser una epífita obligada (Darley, 1987).

Otro caso bien estudiado es *Harveyella mirabilis* (Reinsch) F. Schmitz & Reinke, que vive como un pequeño parásito blanquecino sobre distintas algas rojas incluyendo a *Odonthalia floccosa* (Esper) Falkenberg. Los estudios con trazadores radiactivos muestran que el carbono fotosintéticamente fijado es translocado de *O. floccosa* a *H. mirabilis*. La transferencia ocurre en una zona de interdigitación de las células medulares del hospedero y las células rizoidales del parásito (Darley, 1987).

Para efectos de este trabajo se considerarán como epífitas aquellas algas que cubran las características de los tipos I-IV, propuestos por Leonardi *et al.* (2006). Por su parte, serán parásitas las algas que se presenten como crecimientos regulares o irregulares sobre la superficie del hospedero, sean indistinguibles individualmente uno del otro y establezcan sinapsis secundarias entre sus células, de acuerdo con lo mencionado por Kim y Cho (2010).

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), se ubica frente a la ciudad y puerto de Veracruz, forma parte de los arrecifes coralinos del suroeste del golfo de México (Tunnell Jr., 2007). Este sistema arrecifal ha sido objeto de investigaciones con interés en diferentes tópicos como: arrecifes coralinos, geología, corales, foraminíferos, esponjas, moluscos, crustáceos, equinodermos, peces, pastos marinos y algas, así como estudios de impacto ambiental (Tunnell Jr., 2007; Granados-Barba *et al.*, 2007; Granados-Barba *et al.*, 2015).

Los arrecifes del PNSAV estudiados más intensamente son (en orden descendente) de Enmedio, Verde y Sacrificios (Tunnell Jr., 2007). En estos tres arrecifes y otros como Santiaguillo, Hornos, Blanca, Gote y Cabezo, se han estudiado las macroalgas marinas, como se aprecia en los trabajos de Huerta (1962), Humm y Hildebrand (1962), Villalobos (1971), Huerta *et al.* (1977), Mendoza-González y Mateo-Cid (1985), Lehman y Tunnell, Jr. (1992), Mateo-Cid *et al.* (1996), Godínez *et al.* (2009) y Galicia-García *et al.* (2013).

La diversidad de macroalgas marinas de la división Rhodophyta estimada para la costa atlántica de México es de 890 especies (Sentíes & Dreckmann, 2014). De estas, 210 especies se han registrado para el estado de Veracruz y 144 especies y 13 taxa infraespecíficos están reportados para el PNSAV (Galicia-García & Morales-García, 2007).

Los trabajos citados anteriormente consisten en listados florísticos de las algas de los arrecifes o bien, en estudios ecológicos que incluyen a las algas, pero que no son el objeto principal de estudio. En la mayoría de los trabajos no se menciona el sustrato sobre el que crecen las algas, o puede ser que se indiquen las especies epífitas, pero no se señale la especie hospedera (salvo Humm & Hildebrand, 1962; Huerta *et al.*, 1977; Mateo-Cid *et al.*, 1996; Galicia-García *et al.*, 2013). Como se aprecia, los estudios han sido ocasionales, separados en el tiempo y ninguno analiza exclusivamente las relaciones de epifitismo o parasitismo que se presentan.

Puesto que se sabe que en la zona de estudio las macroalgas rojas son las más numerosas (Galicia-García & Morales-García, 2007) y con el fin de delimitar el estudio, se estableció trabajar con este grupo de algas. Por otro lado, también se conoce que las algas parásitas rojas crecen sobre hospederos con los que están emparentados cercanamente (Blouin & Lane, 2012). Por tanto, el propósito del presente trabajo fue identificar y describir las especies de rodofitas epífitas y parásitas de otras rodofitas en el PNSAV, conocer las familias y los grupos funcionales de las mismas, así como determinar los hospederos con el mayor número de especies epífitas.

## **2. ANTECEDENTES**

Los trabajos de investigación sobre algas marinas epífitas tienen dos vertientes principales: los estudios ecológicos y los inventarios florísticos. Varios de los estudios ecológicos que se han llevado a cabo en diversas localidades del Atlántico, comprenden la presencia y distribución de especies epífitas sobre hospederos de la clase Phaeophyceae, las cuales son algas de gran tamaño, que se distribuyen en regiones templadas y subtropicales (Morales-Ayala & Viera-Rodríguez, 1989; Montañés *et al.*, 2003; Menezes de Széchy & Faria de Sá, 2008).

En estos trabajos se observa que, aunque se refieren a la ecología de las algas epífitas, sus enfoques son diferentes. Morales-Ayala y Viera-Rodríguez (1989) estudiaron la distribución de las epífitas en el disco, el pie y las ramas de *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss; Montañés *et al.* (2003) realizaron un monitoreo anual sobre la comunidad de epífitas que crecen sobre *Zonaria tournefortii* (J.V. Lamouroux) Montagne, mientras que Menezes de Széchy & Faria de Sá (2008) estudiaron el epifitismo estacional en *Sargassum vulgare* C. Agardh. En estos tres trabajos se documenta que el mayor número de especies epífitas correspondió a la división Rhodophyta, y

que las familias con mayor número de especies incluyen a Rhodomelaceae, Corallinaceae y Ceramiaceae (Tabla 1).

**Tabla 1.** Literatura sobre algas epífitas en el océano Atlántico. Las especies de epífitas y epífitas Rhodophyta incluyen epífitas de macroalgas y pastos marinos (raíces de mangle en Suárez *et al.*, 2015). Se indica entre paréntesis el número de especies de las familias más numerosas.

<b>Autores</b>	<b>Zona de estudio</b>	<b>Especies de epífitas</b>	<b>Especies de epífitas Rhodophyta</b>	<b>Familias con mayor número de especies epífitas</b>
Morales-Ayala & Viera-Rodríguez (1989)	Punta de Gáldar en Islas Canarias	64	48	Rhodomelaceae (14) Ceramiaceae (9)
Montañés <i>et al.</i> (2003)	Playa de San Marcos, Tenerife, Islas Canarias	60	47	Corallinaceae (9) Rhodomelaceae (5) Ceramiaceae (5)
Menezes de Széchy & Faria de Sá (2008)	Bahía de Isla Grande, Río de Janeiro	48	27	Rhodomelaceae (7) Ceramiaceae (4) Corallinaceae (4)
Fricke <i>et al.</i> (2011)	Isla de Curaçao, sur del Caribe	70	51	Corallinaceae (5) Rhodomelaceae (4)
Diez-García <i>et al.</i> (2013)	Sureste de la costa cubana	102	53	Rhodomelaceae (16) Ceramiaceae (10) Corallinaceae (8)
Suárez <i>et al.</i> (2015)	Archipiélago cubano	258	144	Rhodomelaceae (33) Ceramiaceae (22) Corallinaceae (13)

En el estudio desarrollado por Fricke *et al.* (2011) se compararon las comunidades de algas epífitas de *Lobophora variegata* (J.V. Lamouroux) Womersley de acuerdo con un gradiente de profundidad. A diferencia de los trabajos anteriores, los autores distinguen entre epífitas de primer nivel (que crecen directamente sobre *L. variegata*) y las de segundo nivel, es decir, aquellas que crecen sobre las epífitas de *L. variegata*.

Otra aproximación en el estudio del epifitismo consiste en investigar la distribución de las macroalgas epífitas sobre diferentes hospederos. Diez-García *et al.* (2013) obtuvieron muestras de macroalgas de ocho localidades del sureste de la costa cubana entre junio de 2010 y marzo de 2011. Como resultado proporcionaron un listado sistemático de las macroalgas epífitas, una relación de los hospederos, su grupo morfofuncional, las especies que los epifitan y la zona del talo hospedero sobre la que se localizaron. En este estudio las familias con el mayor número de especies fueron Rhodomelaceae, Corallinaceae y Ceramiaceae (Tabla 1).



Una contribución importante para el conocimiento de las macroalgas y el epifitismo es la obra de Suárez *et al.* (2015), ya que incluye el total de macroalgas rojas, pardas y verdes, que se conoce hasta el presente para Cuba. En ella se incluye un total de 579 taxa infragenéricos (229 algas rojas, 75 pardas y 205 verdes), que son presentados a modo de lista taxonómica con información como: referencias bibliográficas, material de herbario, distribución de las especies por zonas, su localidad tipo y hábitat; en este último se incluye el epifitismo. En Cuba las familias de epífitas con el mayor número de especies son Rhodomelaceae, Ceramiaceae y Corallinaceae (Tabla 1).

En cuanto a los trabajos realizados para las costas del golfo de México y el Caribe mexicano, la mayoría constituyen inventarios florísticos de las especies de macroalgas presentes en localidades puntuales, en los que señalan a las algas epífitas como parte de los resultados generales y casi ninguna reporta especies parásitas. Dentro de estos trabajos destacan los de De la Campa de Guzmán (1965), Sánchez-Rodríguez (1965) y Huerta y Garza-Barrientos (1966), por ser los estudios pioneros de investigadoras mexicanas sobre algas del golfo de México. La primera autora en su estudio de las algas marinas del estado de Veracruz señala que los géneros *Hypnea* J.V. Lamouroux y *Polysiphonia* se encontraron como epífitas de *Chondria* C. Agardh, *Laurencia*, *Gracilaria* Greville y *Bryothamnion* Kützinger. Sánchez-Rodríguez (1965) incluye en su trabajo a siete epífitas rojas y una parda. Por su parte, Huerta y Garza-Barrientos (1966) de un listado de 68 especies de algas de Campeche, reportaron 48 especies de Rhodophyta, ocho de ellas epífitas de otras algas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Investigaciones realizadas en el golfo de México, el Caribe y el PNSAV, que incluyen algas epífitas. Los números de total de epífitas y epífitas Rhodophyta, incluyen tanto epífitas de macroalgas como de pastos marinos o raíces de mangle. Se indica entre paréntesis el número de especies de las familias más numerosas.

<b>Autores</b>	<b>Zona de estudio</b>	<b>Total de epífitas</b>	<b>Epífitas Rhodophyta</b>	<b>Familias de Rhodophyta con más especies</b>
Humm & Hildebrand (1962)	PNSAV: Hornos, Blanca, Blanquilla, Giote y Sacrificios	31	16	Rhodomelaceae (4) Corallinaceae (2) Acrochaetiaceae (2)
Sánchez-Rodríguez (1965)	Monte Pío, Veracruz	8	7	Ceramiaceae (3) Rhodomelaceae (3)
Huerta & Garza-Barrientos (1966)	Litoral de Campeche	10	8	Corallinaceae (2) Ceramiaceae (2) Ceramiaceae (7)
Huerta <i>et al.</i> (1977)	De Enmedio, PNSAV	36	31	Rhodomelaceae (6) Corallinaceae (6)

Mendoza-González & Mateo-Cid (1985)	Sacrificios y Santiaguillo, PNSAV	11	8	Rhodomelaceae (1) Corallinaceae (1) Ceramiaceae (1)
Mateo-Cid <i>et al.</i> (1996)	Verde, PNSAV	16	13	Rhodomelaceae (3) Corallinaceae (3)
Quan-Young <i>et al.</i> (2006)	Bajo Pepito, Isla Mujeres, Quintana Roo	96	58	Rhodomelaceae (13) Corallinaceae (8) Ceramiaceae (3)
Mateo-Cid <i>et al.</i> (2013)	Litoral de Campeche	42	37	Rhodomelaceae (7) Corallinaceae (7) Ceramiaceae (6)
Mendoza-González <i>et al.</i> (2013)	Pecios de Campeche	32	27	Corallinaceae (4) Callithamniaceae (4) Ceramiaceae (4) Rhodomelaceae (4)
Galicia-García <i>et al.</i> (2013)	Arrecife Cabezo, PNSAV	9	9	Rhodomelaceae (3) Corallinaceae (3)

Uno de los pocos trabajos sobre ecología de epífitas es el de Quan-Young *et al.* (2006), quienes realizaron un estudio anual de las macroalgas epífitas del Bajo Pepito, Isla Mujeres, Quintana Roo. Los autores proporcionaron la lista de hospederos y las epífitas que crecían sobre cada uno, además de la biomasa de cada especie y los meses del año en que se presentaron. Este trabajo significa una referencia importante ya que se reporta el mayor número de epífitas y de epífitas rojas para las costas del Atlántico mexicano (Tabla 2), lo cual puede permitir realizar comparaciones con lo encontrado en otras localidades.

Otro trabajo muy completo es el de Mateo-Cid *et al.* (2013) sobre las algas del litoral de Campeche, los autores reportan en total 211 taxa, de los que 37 fueron rodofitas, que crecen como epífitas (Tabla 2). Reportaron a *Hypneocolax stellaris* Børgesen como parásita de *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux y a *Streblonema invisibile* Hoyt (Phaeophyceae) como endófito de *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder. Esta es la única publicación que hace referencia a un alga parásita y otra endófito; en cuanto a la temporalidad, los autores observaron el mayor número de epífitas en la época de secas (diciembre 2003, noviembre 2006, abril 2007).

Por otro lado, Mendoza-González *et al.* (2013) publicaron un trabajo sobre las algas bentónicas asociadas a los pecios y estructuras submareales de 29 localidades de Campeche. En este estudio determinaron 74 especies de macroalgas (Rhodophyta, Chlorophyta y Phaeophyceae), que crecen sobre sustratos como arena, metal, llantas, redes de pesca, cemento, animales o bien sobre otras

algas. De las 47 algas Rhodophyta, 27 crecían como epífitas; destaca de este trabajo, que las recolectas se hicieron hasta profundidades de 15 m debido a que el nivel submareal está poco explorado, también que la familia Callithamniaceae estuvo tan bien representada como las familias Rhodomelaceae, Corallinaceae y Ceramiaceae (Tabla 2).

Son pocos los estudios florísticos que se han realizado en el PNSAV (Tabla 2). Humm y Hildebrand (1962) presentaron una relación de algas de diferentes localidades de la costa del golfo de México, en ella incluyeron 64 especies de Rhodophyta que habitaban en los arrecifes Hornos, Blanca, Blanquilla, Giotte y Sacrificios. Señalan a 18 especies con hábito epífito (crecen sobre otras algas o *Thalassia testudinum* K.D. Koenig), pero solo cinco crecen sobre otras algas rojas.

Mendoza-González y Mateo-Cid (1985) en su trabajo sobre las algas marinas de Sacrificios y Santiaguillo, determinaron 38 especies de Rhodophyta, de las cuales ocho especies de algas rojas fueron epífitas. Mateo-Cid *et al.* (1996) reportaron 37 especies de Rhodophyta para arrecife Verde, 13 de ellas epífitas; los autores mencionan que el número más alto de especies epífitas lo encontraron entre septiembre y abril.

El trabajo florístico más reciente comprende el arrecife Cabezo (Galicia-García *et al.*, 2013); en él se describen e ilustran 21 especies de algas rojas, nueve de ellas son epífitas, seis son epífitas de otras algas rojas: *Stylonema alsidii*, *Colaconema hallandicum*, *Jania cubensis* Montagne, *Pneophyllum fragile*, *Neosiphonia gorgoniae* y *Polysiphonia pseudovillum* Hollenberg.

Existen otros estudios realizados en el PNSAV que incluyen a las algas marinas, pero no proveen información específica sobre el epifitismo (Huerta, 1962; Villalobos, 1971; Lehman & Tunnell Jr., 1992; Godínez *et al.*, 2009). En estos trabajos se listan las algas encontradas o incluso mencionan que se encontraron epífitas, pero no indican las especies ni los hospederos. Villalobos (1971) en su estudio sobre arrecife Blanquilla, en la comunidad que denominó “*Thalassietum testudinum*”, reconoce un “epiphytum” formado por especies filamentosas verdes y rojas, entre estas últimas figuran *Colaconema hypneae* (Børgesen) A.A. Santos & C.W.N. Moura, *Herposiphonia pecten-veneris* var. *laxa* W.R. Taylor, *Neosiphonia gorgoniae*, *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, *Ceramium fastigiatum* Roth y *Gayliella mazoyerae*.

En los trabajos citados es evidente: a) el predominio de las epífitas rodofitas sobre las epífitas clorofitas y feofíceas; b) la mayoría de las rodofita epífitas se agrupan en las familias Rhodomelaceae, Corallinaceae o Ceramiaceae; c) la ficoflora del PNSAV ha sido poco estudiada en términos del número de islas y arrecifes, que han sido explorados y de la diferencia en tiempo de cada uno de los estudios, que se han realizado; d) en el PNSAV no se han llevado a cabo trabajos que estudien exclusivamente a las algas epífitas.

Al respecto de las algas parásitas, en la literatura existen dos líneas principales de investigación: los trabajos que dan a conocer y describen nuevas especies (e.g. Oliveira-Filho & Ugadim, 1973; Adey *et al.*, 1974; Morrill, 1976; Kugrens, 1982; Noble & Kraft, 1983; Bula-Meyer, 1985; Zuccarello & West, 1994; Apt & Schleich, 1998; Preuss & Zuccarello, 2014), y los que investigan las relaciones evolutivas o la interacción parásito-hospedero (e.g. Goff & Coleman, 1984, 1985, 1995; Blouin & Lane, 2012; Ng *et al.*, 2014; Salomaki & Lane, 2014).

Entre los trabajos anteriores destaca el de Bula-Meyer (1985), debido a que describe para el Caribe colombiano (localidad geográficamente cercana al PNSAV) a la especie parásita *Champiocolax sarae* Bula-Meyer que tiene como hospedero a tres especies del género *Champia* Desvaux (*C. parvula* (C. Agardh) Harvey; *C. salicornioides* Harvey y *C. compressa* Harvey) y que *Champia parvula* se conoce para siete de los arrecifes del PNSAV (de acuerdo con Galicia-García & Morales-García, 2007).

En cuanto a la literatura mexicana, Aguilar-Rosas *et al.* (2010) reportan a *Faucheocolax attenuatus* Setchell parasitando a *Gloiocladia laciniata* (J. Agardh) N. Sánchez & Rodríguez-Prieto y a *Jantinnella verruciformis* (Setchell & McFadden) Kylin como parásita de *Chondria acrorhizophora* Setchell & N.L. Gardner para el Pacífico. Por otro lado, Mateo-Cid *et al.* (2013) encontraron a *Hypneocolax stellaris* parasitando a *Hypnea musciformis* en la costa de Campeche, golfo de México. Estos trabajos constituyen un aporte importante para el conocimiento de las algas parásitas Rhodophyta en las aguas costeras de México y plantean la posibilidad de encontrar especies parásitas en los géneros *Champia* e *Hypnea* que, de acuerdo con la revisión de Galicia-García y Morales-García (2007), se distribuyen en el PNSAV.

A partir de la revisión documental, se evidencia la carencia de estudios sobre algas marinas epífitas y de algas parásitas en nuestro país, tanto de las localidades costeras litorales como de los litorales de islas y arrecifes. Asimismo, al revisar la literatura disponible para identificar especies de algas de la costa del Atlántico mexicano, es patente la carencia de esquemas o fotografías de muchas de las algas que son pequeñas, y por lo tanto epífitas comunes (Taylor, 1960; Littler & Littler, 2000). Obras como las de Schneider y Searles (1991) y Dawes y Mathieson (2008), tienen descripciones muy completas apoyadas con dibujos, sin embargo, no incluyen algunas especies de distribución tropical, como las que se encuentran en el PNSAV, o bien, no ilustran los rasgos diagnósticos de las especies.

### **3. HIPÓTESIS**

Si las familias Rhodomelaceae, Ceramiaceae y Corallinaceae son las que presentan el mayor número de especies epífitas en las comunidades marinas tropicales y subtropicales del Atlántico, y Cystocloniaceae es la familia de la única especie parásita roja reportada para el suroeste del golfo de México, entonces esas serán las familias que predominarán en los arrecifes del PNSAV.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo general**

Identificar las especies de algas rojas epífitas y parásitas de otras algas rojas del PNSAV y documentarlas en cuanto a su taxonomía, morfología y morfometría, distribución local y hospederos.

#### **4.2 Objetivos particulares**

1. Describir e ilustrar las especies de algas rojas epífitas y parásitas que se distribuyen en el PNSAV.
2. Conocer las familias y los grupos funcionales de las algas rojas epífitas y parásitas del PNSAV.
3. Determinar los hospederos que sostienen el mayor número de especies epífitas.

## **5. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **5.1 Zona de estudio**

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, se localiza entre las coordenadas 19°02'24.00" y 19°16'00.00" de latitud N y 96°00'27.00" y 95°58'08.52" de longitud O, frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, México. Esta zona está conformada por un polígono general con una superficie total de 65,516 ha, dentro del cual se ubican dos zonas núcleo denominadas "Blanca" y "Santiaguillo" (SEGOB, 2012).

El PNSAV incluye 28 formaciones arrecifales conocidas como Anegada de Afuera, Topatillo, Santiaguillo, Anegadilla, Cabezo, de Enmedio, Rizo, Periférico, Chopas, Sargazo, Punta Coyol, La Palma, Polo, Blanca, Giotte, Ingeniero, Sacrificios, Mersey, Pájaros, Verde, Bajo Paducah, Anegada de Adentro, Blanquilla, Galleguilla, Gallega, Punta Gorda, Punta Brava y Hornos; así como los seis cayos conocidos comúnmente como isla Sacrificios, isla Salmedina, isla Santiaguillo, isla Verde, isla de Enmedio e isla Polo, o los que en un futuro se formen o emerjan dentro del polígono descrito (SEGOB, 2012).

Los 28 arrecifes a su vez se dividen en dos conjuntos, uno ubicado hacia el norte y frente al puerto de Veracruz, y el otro localizado al sur frente a las costas de Antón Lizardo; en este segundo grupo están comprendidos los tres arrecifes más grandes del suroeste del golfo de México: Anegada de Afuera, Chopas y Cabezo, siendo este último el más extenso de todos (Tunnell Jr., 2007).

El clima de la zona es de tipo AW"Z (w)(i), caliente sub-húmedo con lluvias en verano (García, 1988). Se distinguen tres temporadas climáticas: nortes (vientos del norte, enero–abril y noviembre–diciembre), lluvias (junio–octubre) y secas (mayo) (Salas-Pérez & Granados-Barba, 2008). La época de "nortes" se caracteriza por una escasa precipitación, temperaturas ambientales

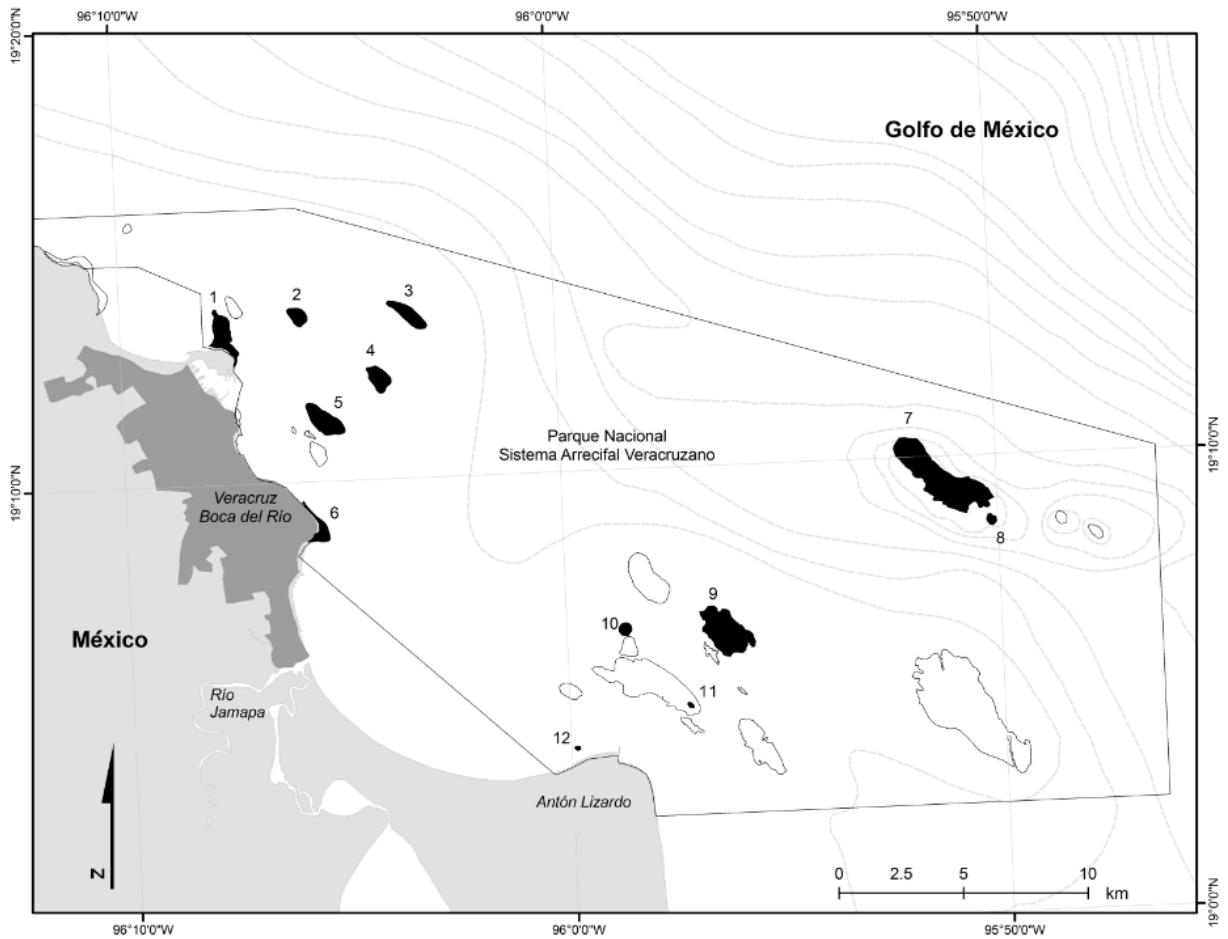


Figura 1. Polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Se indican en negro y con números los arrecifes comprendidos en este trabajo: 1 Gallega, 2 Blanquilla, 3 Anegada de Adentro, 4 Verde, 5 Pájaros, 6 Ingeniero, 7 Anegada de Afuera, 8 Topatillo, 9 de Enmedio, 10 Polo, 11 Salmedina, 12 Giotte (Elaboró: Leonardo D. Ortíz-Lozano).

bajas y frecuentes invasiones de masas de aire frío del norte, cuya fuerza puede ir desde vientos leves hasta violentos y huracanados. La época de "lluvias" es un período cálido caracterizado por temperaturas elevadas, alta precipitación entre junio y agosto y vientos débiles del este, que soplan más o menos permanentemente. Presenta una precipitación anual de 800 a 2000 mm, las temperaturas máximas oscilan entre los 35° y 40°C, y las mínimas entre 15° y 20°C; la humedad media anual es de 80%; la velocidad del viento, en promedio, es ligeramente mayor a los 21.6 km/h (Carvajal-Hinojosa, 2004).

## 5.2 Material

La colección de herbario del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana cuenta con muestras de macroalgas conservadas en líquido (formol en agua de mar al 4%), que han sido recolectadas en distintos arrecifes del PNSAV a lo largo de varios años con el fin de estudiar las diatomeas y los dinoflagelados bentónicos. Las diatomeas y los dinoflagelados bentónicos que están fijos a las macroalgas se desprenden de ellas por agitación vigorosa quedando en suspensión en la solución, de ésta se toman alícuotas y se obtienen organismos para su estudio. Debido a esto, las muestras de macroalgas que se encuentran en frascos de 500 ml, rotulados con los datos de localidad y fecha del muestreo, son diferentes ya que pueden contener uno o varios talos de macroalgas que a su vez pueden corresponder a una o varias especies. Se revisó el contenido de 50 frascos de los años 2008 a 2016 correspondientes a 12 arrecifes del PNSAV: Gallega, Blanquilla, Anegada de Adentro, Verde, Pájaros, Ingeniero, Anegada de Afuera, Topatillo, de Enmedio, Polo, Salmedina y Giotte. También se realizaron caminatas en la playa del arrecife Ingeniero (playa Penacho del Indio) en 2015 (enero, febrero, abril, mayo, junio, julio, agosto) y 2016 (enero, abril), en los que se revisaron *in situ* algas con evidencia de epifitismo y algas de los géneros *Gracilaria*, *Hypnea* y *Champia*, debido a que en ellos se ha reportado la presencia de parásitas; únicamente se recolectó el material en el que se observaron epífitas o parásitas.

## 5.3 Trabajo en laboratorio

La revisión de las muestras de macroalgas consistió en una inspección general y minuciosa de los diferentes talos contenidos en cada frasco con ayuda de un microscopio compuesto de bajo aumento marca Motic, modelo SMZ-168, con el fin de localizar algas epífitas y posibles parásitas creciendo sobre ellas. Una vez localizada una especie epífita, se procedió a elaborar una preparación temporal para observar sus características y tomar medidas con un microscopio compuesto de mayor aumento y resolución marca Motic, modelo BA300, con objetivos de contraste de fases. Se utilizaron como colorantes de contraste azul tripán y fucsina lo cual fue necesario, ya que las algas preservadas no tenían pigmento, con excepción de las colectadas recientemente. En el caso de las algas muy pequeñas se realizaron manualmente cortes transversales del alga hospedera, utilizando navajas de afeitar de doble filo.



Con el fin de contar con evidencia de las especies descritas, se tomaron fotografías con una cámara Sony Cyber-shot de 4.1 megapíxeles, asimismo se elaboraron preparaciones semipermanentes con miel Karo<sup>MR</sup> (Tsuda & Abbott, 1985) y fenol de la mayoría de las especies epífitas (25) y el resto se conservaron en tubos Eppendorf de 0.5 ml en una solución al 4% de formol y agua de mar. Además, se obtuvieron fotografías de las algas epífitas sobre sus hospederos y de algunas de las epífitas con una cámara Olympus C7070 Wide Zoom de 5.1 megapíxeles, adaptada a un microscopio compuesto Olympus BX51. Estas evidencias constituyen una colección anexa a la colección de algas del ICIMAP-UV.

Respecto al alga parásita, se efectuaron cortes transversales de los ejes del hospedero, donde se encontraba creciendo con el fin de encontrar la presencia de sinápsis entre las células del alga hospedera y la parásita o el crecimiento de filamentos entre las células corticales o medulares del hospedero. También se tomaron fotografías y se realizaron preparaciones temporales.

Para determinar la identidad de las especies de algas se recurrió a la literatura especializada: Børgesen (1915), Collins y Hervey (1917), Taylor (1960), Joly (1967), Hollenberg (1968), Schneider y Searles (1991), Littler y Littler (2000), Ballantine *et al.* (2002), Senties-Granados y Fujii (2002), Guimarães *et al.* (2004), Rojas-González y Afonso-Carrillo (2004), García y Huérfano (2006), Cho *et al.* (2008), Nunes y Guimarães (2008), Dawes y Mathieson (2008), Won *et al.* (2009), Mateo-Cid y Mendoza-González (2009), Norris (2014). Los nombres válidos y las sinonimias de las especies se establecieron de acuerdo con Wynne (2011) y AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2016).

Con la información generada a partir de la revisión y descripción de las especies de algas epífitas, se organizó un catálogo en el que se indicó la clasificación (división, clase, orden, familia y tribu, según el caso) y se describió la morfología de cada una, incluyendo características diagnósticas, estado reproductivo, localidad y fecha en la cual se encontró, así como las especies hospederas. Se determinaron las familias que presentaron el mayor número de especies y los grupos funcionales con el mayor número de representantes; también se reconocieron las especies hospederas sobre las que se encontró el número más alto de especies epífitas.

Debido a que no se siguió un método de muestreo determinado, se utilizó el paquete estadístico PRIMER versión 6 y se elaboró una curva de acumulación de especies con el fin de obtener una estimación del número teórico de epífitas que se podrían encontrar en el PNSAV; para tal efecto se consideró que el estimador no paramétrico Chao 2 era el más adecuado (Magurran, 2004). Se graficó además el número de especies observadas, así como el error estándar con un 95% de confianza para cada una de las muestras.

## 6. RESULTADOS

A partir de la revisión de las especies, se identificaron 32 epífitas correspondientes a 24 géneros y 12 familias de algas rojas, y una especie parásita: *Gracilariophila* sp. Setchell & H.L. Wilson perteneciente a la familia Gracilariaceae. Utilizando la información obtenida, se elaboró un catálogo ilustrado que incluye la descripción de cada especie, la localidad y fecha en que se encontró, así como las especies hospederas. El arreglo taxonómico sigue la secuencia propuesta por Wynne (2011). A manera de encabezado, para cada especie se señala un número consecutivo, seguido del nombre científico en negritas, los autores de la descripción de la especie, año en que se publicó, número de la página en que se describe a la especie y el número de las láminas y figuras, en caso de existir. Al final, entre paréntesis y en negritas, se indica el número de figura en la que se ilustra la especie con fotografías, en este trabajo.

### 6.1 Catálogo ilustrado de algas rojas epífitas y parásitas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Filo Rhodophyta

Clase Stylonematophyceae

Orden Stylonematales

Familia Stylonemataceae

Género *Chroodactylon* Hansgirg, 1885

1. ***Chroodactylon ornatum*** (C. Agardh) Basson, 1979: 67, pl. 9, fig. 52 (**Fig. 2**)

Basiónimo: *Conferva ornata* C. Agardh, 1824: 104.

Sinónimo: *Asterocytis ornata* (C. Agardh) Hamel, 1924: 451.

Talo filamentosos uniseriado, ramificado, con aspecto de árbol, de crecimiento erguido, de 500-850  $\mu\text{m}$  de alto. Fijo por una célula basal. Eje principal de 19-22  $\mu\text{m}$  de diámetro que se ramifica más o menos dicotómicamente primero e irregularmente después. Ramas medias de 17-23  $\mu\text{m}$  y las últimas 12-17  $\mu\text{m}$  de diámetro. Células del eje principal con un diámetro de 4.5-7.3  $\mu\text{m}$ , alargadas o algo más cortas y redondeadas. En las ramas superiores las células son cuadrangulares o rectangulares con extremos redondeados de 7.3  $\mu\text{m}$  de diámetro por (4.8)7.3-10.9  $\mu\text{m}$  de largo, a veces acomodadas como monedas, envueltas en una matriz mucilaginosa gruesa. Células de color verde claro o rojizo.

**Localidad, fecha y hospedero:** Salmedina, 25/04/2008, epífita de *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux y *Ceramium cruciatum*; Pájaros, 22/07/2008, epífita de *L. obtusa*; Anegada de Afuera, 14/02/2011, epífita de *L. obtusa*; de Enmedio, 07/07/2011, epífita de *Dasya collinsiana*; Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Laurencia microcladia* Kützinger; de Enmedio, 22/04/2015, epífita de *Centroceras* sp.; Ingeniero, 25/01/2016, epífita de *Agardhiella subulata* (C. Agardh) Kraft & M.J. Wynne y *Polysiphonia denudata*; Gallega, 25/05/2016, epífita de *L. obtusa* y *Anotrichium tenue*.

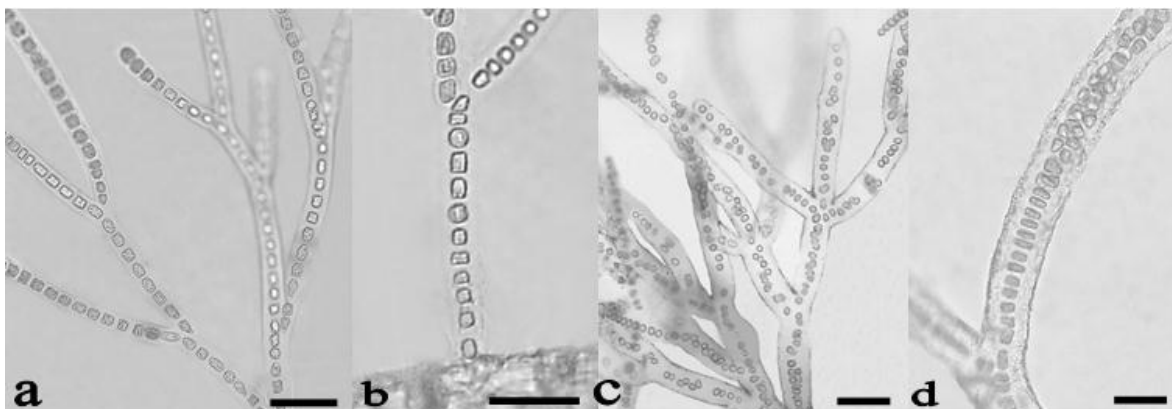


Figura 2. *Chroodactylon ornatum*: **a.** Aspecto de las ramas. **b.** Detalle de la parte basal. *Stylonema alsidii*: **c.** Aspecto general del talo. **d.** Detalle de un filamento multiseriado. Escala: 50  $\mu\text{m}$  en figuras a y b; 60  $\mu\text{m}$  en figura c; 30  $\mu\text{m}$  en figura d.

Género *Stylonema* Reinsch, 1875

2. *Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M. Drew, 1956: 72 (**Fig. 2**)

Basiónimo: *Bangia alsidii* Zanardini 1840: 136.

Sinónimos: *Goniotrichum elegans* var. *alsidii* (Zanardini) Zanardini, 1873: 457, pl. 96 [46]: fig. 1-4; *Goniotrichum alsidii* (Zanardini) M.A. Howe, 1914: 75; *Stylonema elegans* (Chauvin) V. May, 1965: 352, 354.

Talo filamentoso uni o multiseriado, ramificado, con aspecto arborescente, de 630-720  $\mu\text{m}$  de alto. Fijo por una célula basal. Eje principal de 36  $\mu\text{m}$  de diámetro y ramas de (25.5)30-33  $\mu\text{m}$  de diámetro. Ramificación irregular, a veces tricotómica. Filamentos uniseriados con células ovadas, algunas triangulares con ángulos romos, reniformes o elípticas de 7.5-9  $\mu\text{m}$  de diámetro, o bien, 6-7.5  $\mu\text{m}$  de ancho por 6-11  $\mu\text{m}$  de largo. Células sin una alineación bien definida, en sectores bajos y medios los filamentos pueden ser multiseriados, las últimas ramillas se observan uniseriadas. Células envueltas por un mucílago de 6-9  $\mu\text{m}$  de grosor.

**Localidad, fecha y hospedero:** Anegada de Afuera, 14/02/2011, epífita de *Laurencia obtusa*.

Clase Compsopogonophyceae

Orden Erythropeltales

Familia Erythrotrichiaceae

Género *Erythrotrichia* Areschoug, 1850, nom. cons.

3. ***Erythrotrichia carnea*** (Dillwyn) J. Agardh, 1883: 15 (**Fig. 3**)

Basiónimo: *Conferva carnea* Dillwyn, 1807: pl. 84.

Sinónimos: *Erythrocladia carnea* (Dillwyn)?; *Bangia pulchella* Harvey, 1859: 342, pl.195C; *Bangia ciliaris* subsp. *pulchella* (Harvey) De Toni, 1897: 7; *Erythrotrichia australis* Levring, 1953: 462, fig. 1; *Erythrotrichia filibasalis* Noda, 1987: 230.

Talo filamentoso simple, uniseriado, de crecimiento erecto de 0.3-1.5 mm o más de alto. Célula basal alargada y delgada de 7.3  $\mu\text{m}$  de diámetro que se fija al hospedero por dos prolongaciones. Filamentos con un diámetro de (12)17.5-19(25)  $\mu\text{m}$ ., en la porción apical (últimas tres células) 15  $\mu\text{m}$  de diámetro. Células elipsoidales o cuadrangulares de (6)13-15  $\mu\text{m}$  de ancho por 4.8-9.7  $\mu\text{m}$  de alto, tendiendo a ser más anchas que altas. Matriz mucilaginosa que envuelve a las células de hasta 2.4  $\mu\text{m}$  de grosor.

**Localidad, fecha y hospedero:** Giote, 10/04/2008, epífita de *Wrangelia argus*; Salmedina, 25/04/2008, epífita de *Ceramium cruciatum*; Anegada de Afuera, 14/02/2011, epífita de *Laurencia obtusa*; Blanquilla, 08/05/2014, epífita de *L. obtusa* y *Neosiphonia sphaerocarpa*; de Enmedio,

22/04/2015, epífita de *Neosiphonia* sp.; Ingeniero, 31/08/2015, epífita de *Polysiphonia denudata*; Gallega, 25/05/2016, epífita de *Anotrichium tenue* y *Chroodactylon ornatum*.

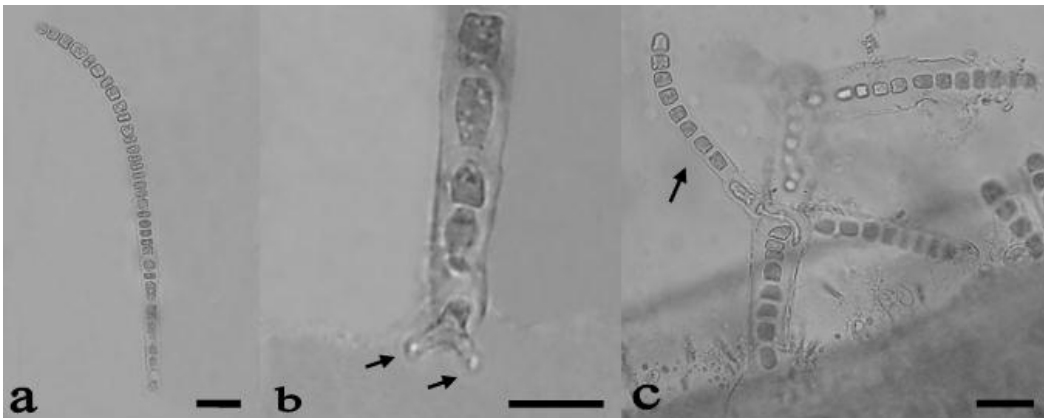


Figura 3. *Erythrotrichia carnea*: **a.** Talo joven. **b.** Prolongaciones de la célula basal (flechas). **c.** Talo joven de *E. carnea* (flecha) epífita de *Chroodactylon ornatum*. Escala: 50  $\mu\text{m}$  en figuras a y b; 20  $\mu\text{m}$  en figura c.

Género *Sahlingia* Kornmann, 1989

4. *Sahlingia subintegra* (Rosenvinge) Kornmann, 1989: 227, fig. 1, 6-13 (**Fig. 4**)

Basiónimo: *Erythrocladia subintegra* Rosenvinge, 1909: 73, fig. 13, 14.

Sinónimos: *Erythrocladia irregularis* f. *subintegra* (Rosenvinge) Garbary, Hansen & Scagel, 1981: 154; *Erythropeltis subintegra* (Rosenvinge) Kornmann & Sahling, 1985: 224, fig. 8; *Erythrotrichopeltis subintegra* (Rosenvinge) Kornmann & Sahling, 1985.

Talo discoidal pseudoparenquimatoso, de contorno más o menos regular, de 50-73  $\mu\text{m}$  de diámetro y una célula de grosor (2-3  $\mu\text{m}$ ). Las células del centro más o menos ovoides o angulosas de 4.8  $\mu\text{m}$  de ancho (o menos) por 7.3  $\mu\text{m}$  de largo. Las células más externas radialmente alargadas con 8.5-9.7  $\mu\text{m}$  de largo, algunas bifurcándose.

**Localidad, fecha y hospedero:** Anegada de Afuera, 14/02/2011, epífita de *Laurencia obtusa*; Ingeniero, 25/01/2016, epífita de *Polysiphonia denudata*; Gallega, 25/05/2016, epífita de *Anotrichium tenue*.

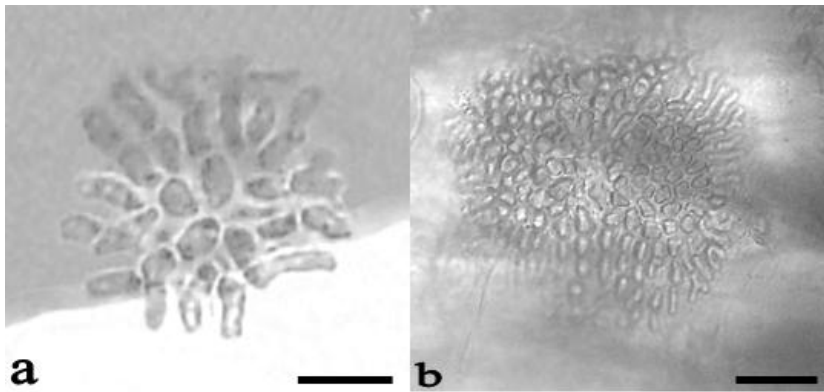


Figura 4. *Sahlingia subintegra*: **a.** Talo joven. **b.** Talo desarrollado. Escala: 10  $\mu\text{m}$  en figura a; 25  $\mu\text{m}$  en figura b.

Clase Florideophyceae

Orden Corallinales

Familia Corallinaceae

Género *Pneophyllum* Kützing, 1843

**5. *Pneophyllum fragile* Kützing, 1843: 385 (Fig. 5)**

Sinónimos: *Heteroderma lejolisii* (Rosanoff) Foslie, 1909: 56; *Fosliella lejolisii* (Rosanoff) M.A.

Howe, 1920: 588; *Pneophyllum lejolisii* (Rosanoff) Chamberlain, 1983: 359, fig. 28-32;

*Pneophyllum microsporum* (Rosenvinge) Y.M. Chamberlain, 1983: 395.

Talo calcificado, delgado, creciendo en forma de abanico sobre la superficie del hospedero, formando una costra de 25  $\mu\text{m}$  de grosor, compuesta por células del hipotalo de 7.3-9.7  $\mu\text{m}$  de ancho por 12-17  $\mu\text{m}$  de alto. Células de la corteza de 7.3-12  $\mu\text{m}$  de ancho por 12-24  $\mu\text{m}$  de largo, en hileras que se ramifican dicotómicamente, se observan entre sus células fusiones que se aprecian en vista superficial. Células de la periferia hialinas.

\*Conceptáculos tetrasporangiales de 85  $\mu\text{m}$  de alto y 146-170  $\mu\text{m}$  de diámetro externo, con un poro evidente. Tetrasporangios zonadamente divididos de 17-19.5  $\mu\text{m}$  de diámetro por 36-38  $\mu\text{m}$  de largo.

**Localidad, fecha y hospedero:** Pájaros, 22/07/2008, epífita de *Gelidium pusillum*; Topatillo, 02/06/2010, epífita de *Laurencia* sp1. y *Pterocladia sanctarum*; Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Laurencia microcladia*.

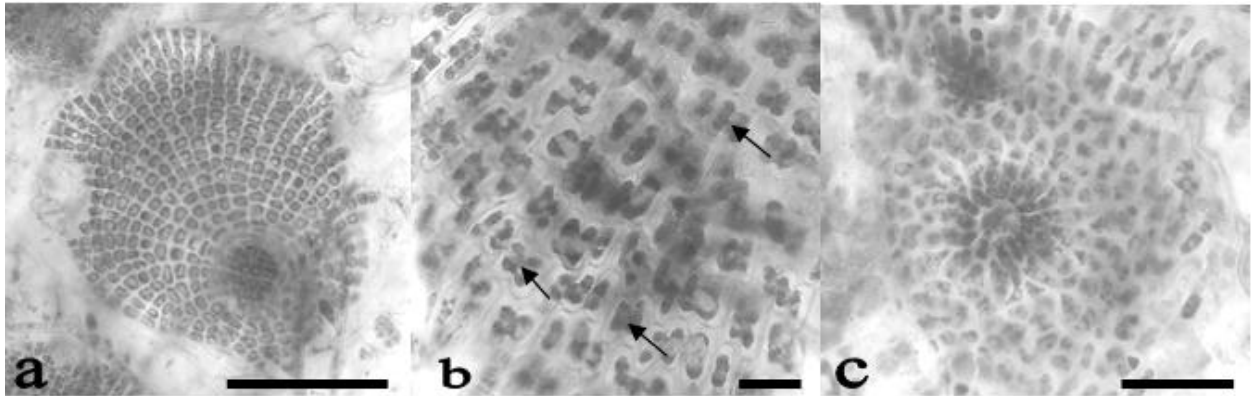


Figura 5. *Pneophyllum fragile*: **a.** Aspecto general de un talo joven. **b.** Sinapsis secundarias entre las células de la corteza (flechas). **c.** Conceptáculo tetrasporangial. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figura a; 25  $\mu\text{m}$  en figura b; 75  $\mu\text{m}$  en figura c.

Orden Acrochaetiales

Familia Acrochaetiaceae

Género *Acrochaetium* Nägeli, 1858

6. *Acrochaetium microscopicum* (Nägeli ex Kützing) Nägeli in Nägeli & Cramer, 1858: 532 (**Fig. 6**)

Basionimo: *Callithamnion microscopicum* Nägeli ex Kützing, 1849: 640.

Sinónimos: *Rhodochorton microscopicum* (Naeg.) Drew, 1928: 163; *Kylinia microscopica* (Nägeli ex Kützing) Kylin, 1944: 13, adnot.; *Audouinella microscopica* (Nägeli ex Kützing) Woelkerling, 1971: 33-35, fig. 10, 23A.

Talo filamentoso, erguido, de 65-108  $\mu\text{m}$  de alto por 78-121  $\mu\text{m}$  de ancho, el eje principal curvándose. Ramificación unilateral en dos órdenes, ramas de primer orden de 4-6 células de longitud, las de segundo orden constan de una, dos o tres células, naciendo en el lado adaxial de las ramas de primer orden. Células de las ramas cuadrangulares, a veces exagonales, redondeadas en los ápices, de 7.5-11.25  $\mu\text{m}$  diámetro por (7.3)8.7-10.5  $\mu\text{m}$  de largo.

\*Reproducción por monosporas.

**Localidad, fecha y hospedero:** Salmedina, 25/04/2008, epífita de *Ceramium cruciatum*; Anegada de Afuera, 14/02/2011, epífita de *Laurencia obtusa*; Blanquilla, 08/05/2014, epífita de *Neosiphonia sphaerocarpa*; Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Herposiphonia* cf.

*secunda* y *Laurencia microcladia*; de Enmedio, 22/04/2015, epífita de *Centroceras* sp. y *Neosiphonia* sp.

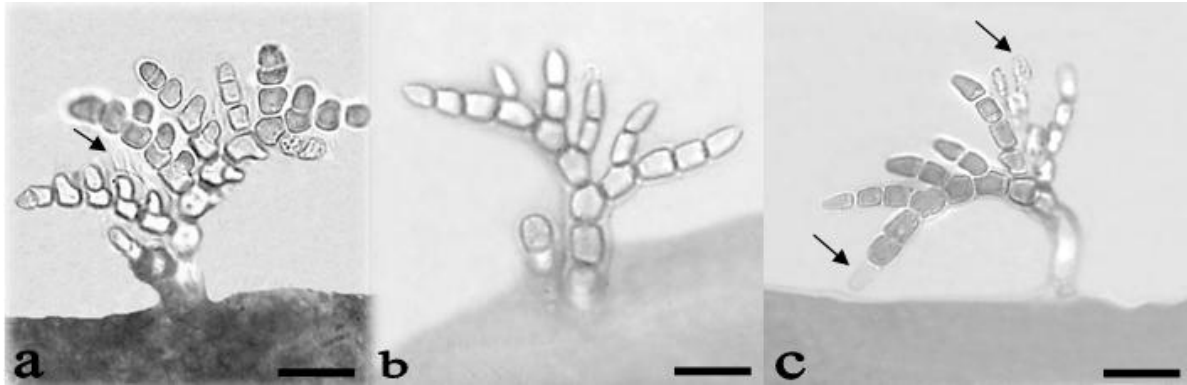


Figura 6. *Acrochaetium microscopicum*: **a**, **b** y **c**. Aspecto general de diferentes talos, las flechas señalan monosporangios vacíos. Escala: 20  $\mu$ m en figuras a, b y c.

Orden Colaconematales

Familia Colaconemataceae

Género *Colaconema* Batters, 1896

7. *Colaconema gracile* (Børgesen) Ateweberhan & Prud'homme van Reine, 2005: 75 (**Fig. 7**)

Basiónimo: *Acrochaetium gracile* Børgesen, 1915: 26-27, fig. 19, 20.

Sinónimo: *Audouinella gracilis* (Børgesen) Jaasund, 1977: 415 (as '*gracile*').

Talo filamentososo de crecimiento cespitoso, escasamente ramificado, de 700-800  $\mu$ m de altura, con un eje postrado formado por células de 4.5  $\mu$ m de diámetro por 9-12  $\mu$ m de largo. Las ramas erectas de 6  $\mu$ m de diámetro, algunas de ellas adelgazándose y terminando en células tan delgadas como pelos de 3  $\mu$ m de diámetro. Las primeras células de los ejes erectos 12  $\mu$ m, las siguientes de 15-18  $\mu$ m y las subsecuentes hasta 27  $\mu$ m de largo.

\*Monosporangios linear-oblongos de 6  $\mu$ m de diámetro por 15  $\mu$ m de largo.

**Localidad, fecha y hospedero:** Anegada de Afuera, 14/02/2011, epífita de *Laurencia obtusa*; Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Laurencia microcladia*.



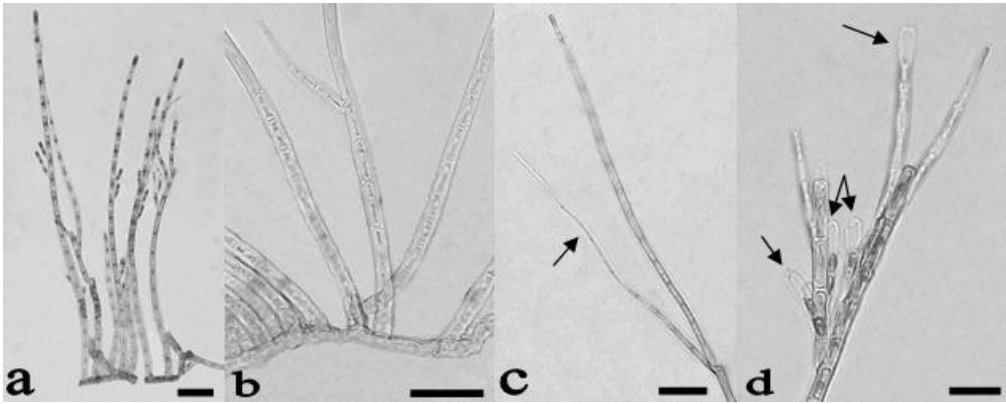


Figura 7. *Colaconema gracile*: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Eje postrado con ramas erectas. **c.** Rama adelgazada característica (flecha). **d.** Rama con monosporangios vacíos (flechas). Escala: 25  $\mu\text{m}$  en figuras a, b, c y d.

8. *Colaconema hallandicum* (Kylin) Afonso-Carillo, Sanson, Sangil & Diaz-Villa, 2007: 121, fig. 4-6 (**Fig. 8**)

Basiónimo: *Chantransia hallandica* Kylin, 1906: 123, fig. 8.

Sinónimos: *Acrochaetium hallandicum* (Kylin) Hamel, 1927: 20, 82; *Kylinia hallandica* (Kylin) Kylin, 1944: 12 (key), 15-16, fig. 7A-C; *Audouinella hallandica* (Kylin) Woelkerling, 1973: 82.

Talo filamentososo, ramificado, de crecimiento erecto, de 163-350  $\mu\text{m}$  de alto. Fijo al sustrato por una célula basal persistente que es más grande que las células de los filamentos erectos (7.5  $\mu\text{m}$  de diámetro por 15  $\mu\text{m}$  de largo); las primeras dos células de los ejes erectos con prolongaciones que se fijan al hospedero. Ramificación lateral en ángulos amplios en las partes baja y media, irregular en la porción superior. Ramas principales formadas por células cilíndricas de 4.5-7.5  $\mu\text{m}$  de diámetro por (13.5)18-26.5  $\mu\text{m}$  de largo. Las ramas nuevas se originan en el extremo distal de las células.

\*Monosporangios simples, sésiles o con 1-3 células basales formando un pedúnculo, nacen en la cara adaxial de las ramas laterales y sobre el eje principal en series de 2-6. Monosporas de forma ovoide con (7.5)8.5-9.7  $\mu\text{m}$  de diámetro por 9.7-12  $\mu\text{m}$  de largo. Las paredes vacías de los monosporangios presentan un mucrón apical.

**Localidad, fecha y hospedero:** Anegada de Afuera, 14/02/2011, epífita de *Laurencia obtusa*; de Enmedio, 22/04/2015, epífita de *Centroceras* sp. y *Laurencia* sp 2.

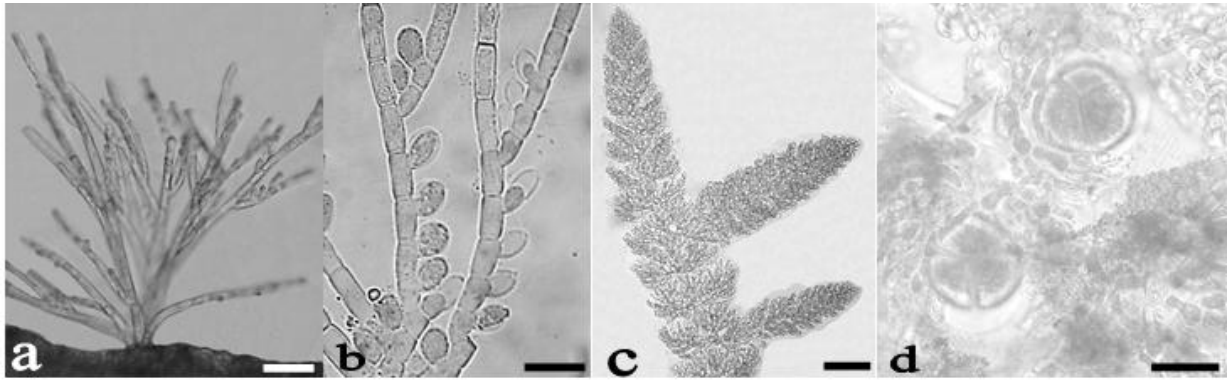


Figura 8. *Colaconema hallandicum*: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Detalle de monosporangios. *Crouania attenuata*: **c.** Ramas de aspecto lanoso. **d.** Tetrasporangios tetraédricos. Escala: 50  $\mu\text{m}$  en figura a; 20  $\mu\text{m}$  en figura b; 50  $\mu\text{m}$  en figura c; 50  $\mu\text{m}$  en figura d.

Orden Ceramiales

Familia Callithamniaceae

Tribu Crouanieae

Género *Crouania* J. Agardh, 1842

9. *Crouania attenuata* (C. Agardh) J. Agardh, 1842: 83 (**Fig. 8**)

Basiónimo: *Mesogloia attenuata* C. Agardh, 1824: 51.

Sinónimos: *Crouania minutissima* Yamada, 1944: 40; *Crouania attenuata* var. *major* Ercegovic, 1949: 104, fig. 31 (as '*maior*').

Talo filamentoso uniaxial, de crecimiento erecto, de 5 mm de alto y consistencia mucilaginoso, ligeramente calcificado. Ejes postrados con rizoides que emergen cerca de la unión de las células axiales. Sin un patrón regular de ramificación. Células axiales de los ejes principales de 60-70  $\mu\text{m}$  de diámetro por 150-163  $\mu\text{m}$  de largo. Ejes principales y ramas cubiertos por verticilos de ramillas que se curvan hacia arriba y nacen subapicalmente del extremo distal de las células axiales. Ramas con la misma organización, de aspecto lanoso, adelgazadas en la base, de 146-182  $\mu\text{m}$  de diámetro, ramas medias 120  $\mu\text{m}$  de diámetro, últimas ramitas 73-121  $\mu\text{m}$  de diámetro en su parte más ancha y 58-60  $\mu\text{m}$  de diámetro en su base.

\*Tetrasporangios esféricos de 70-75  $\mu\text{m}$  de diámetro, con división tetraédrica.

**Localidad, fecha y hospedero:** Blanquilla, 08/05/ 2014, epífita de *Laurencia microcladia*.

Género *Crouanophycus* Athanasiadis, 1998

10. *Crouanophycus latiaxis* (I.A. Abbott) A. Athanasiadis, 1998: 517 (**Fig. 9**)

Basionimo: *Antithamnionella latiaxis* I.A. Abbott 1979: 220, fig. 15-17.

Sinónimo: *Crouaniella latiaxis* (I.A. Abbott) Athanasiadis 1996: 196, 198, fig. 106 A-F.

Talo filamentoso uniaxial de 1 mm de altura, consta de un eje postrado y ramas erectas. Eje postrado fijo por rizoides de 21-24  $\mu\text{m}$  de diámetro, terminados en digitaciones, 1-3 por célula que surgen cada 3 células. Células del eje postrado de 36  $\mu\text{m}$  de diámetro por 60-119  $\mu\text{m}$  de largo. Ramas erectas con células axiales de 32  $\mu\text{m}$  de diámetro por 85-133  $\mu\text{m}$  de largo, en su extremo distal nacen subapicalmente verticilos de tres ramillas, dando un diámetro total de 87-108  $\mu\text{m}$  y 600-800(1000)  $\mu\text{m}$  de alto. La ramificación es más densa en las porciones medias y apicales de las ramas. No presenta células glandulares.

\*Tetrasporangios ovoides, tetraédricos, de 34-37.5  $\mu\text{m}$  de diámetro por 51-56  $\mu\text{m}$  de largo, nacen de la primera célula de las ramillas de los verticilos.

**Localidad, fecha y hospedero:** Topatillo, 02/06/2010, epífita de *Pterocliadiella sanctarum*.

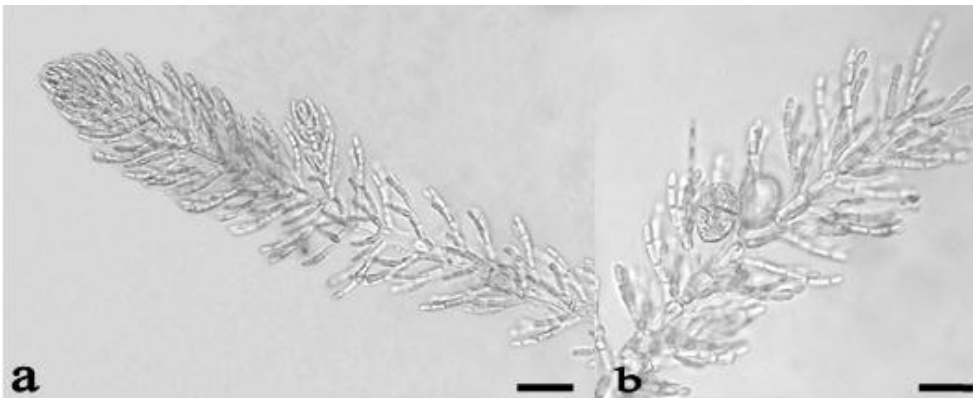


Figura 9. *Crouanophycus latiaxis*: **a.** Aspecto de una rama. **b.** Ramilla con tetrasporangios. Escala: 40  $\mu\text{m}$  en figura a; 50  $\mu\text{m}$  en figura b.

Familia Ceramiaceae

Tribu Dohrnelleae

Género *Callithamniella* Feldmann-Mazoyer, 1938

11. *Callithamniella tingitana* (Schousboe ex Bornet) Feldmann-Mazoyer, 1938: 1119 (**Fig. 10**)

Basionimo: *Callithamnion tingitana* Schousboe ex Bornet, 1892: 329.

Sinónimo: *Grallatoria tingitana* (Schousboe ex Bornet) I.A. Abbott, 1976: 148.

Talo filamentoso uniaxial con crecimiento heterótrico y ejes erectos de 0.8-1.85 mm de alto. Eje postrado fijo por rizoides robustos que emergen de la parte media de sus células, su diámetro es similar al de los ejes postrados y de ellos surgen ramas erectas. Células de los ejes postrados de 19-24(29)  $\mu\text{m}$  de diámetro y (56)78-85  $\mu\text{m}$  de largo, con paredes de 4.5-7.3  $\mu\text{m}$  de grosor, con aspecto lamelado. Ejes erectos uniseriados y sin corticación. Ramificación de aspecto alterno, con las ramillas en arreglo helicoidal surgiendo del extremo distal de cada una de las células axiales. Células axiales de las ramas erectas 17-19  $\mu\text{m}$  diámetro por 32-36  $\mu\text{m}$  de largo en la parte basal, en el resto del talo 29-31  $\mu\text{m}$  de diámetro por 80-97  $\mu\text{m}$  de largo; ramas de 240-260  $\mu\text{m}$  de largo. Ramillas con células de 12  $\mu\text{m}$  de diámetro por 31-34  $\mu\text{m}$  de largo, ramificándose a partir de la tercera célula.

\*Tetrasporangios elipsoidales, (15)21-24  $\mu\text{m}$  de diámetro por (34)38-48  $\mu\text{m}$  de largo, con división cruciada; nacen de las ramillas superiores.

**Localidad, fecha y hospedero:** Blanquilla, 08/05/2014, epífita de *Laurencia obtusa*.

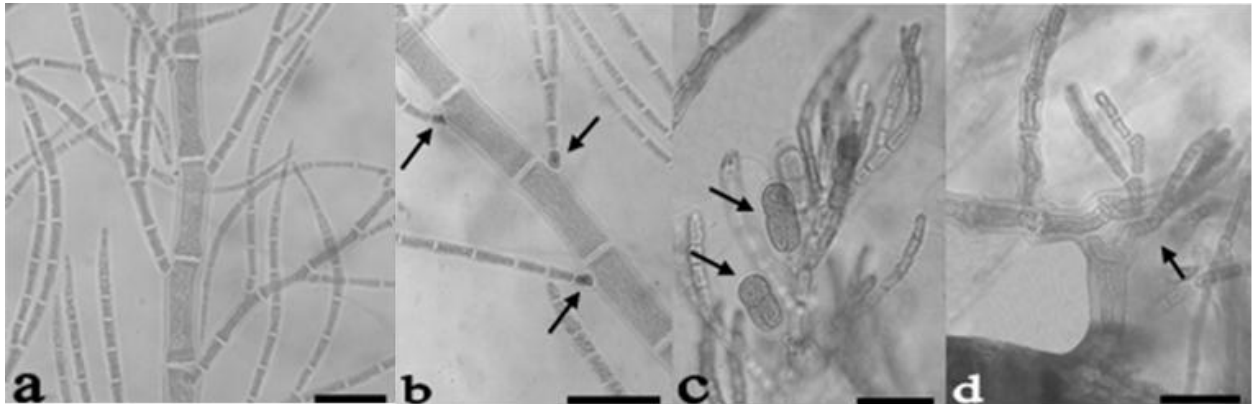


Figura 10. *Callithamniella tingitana*: **a.** Eje principal con ramificación alterna. **b.** Células basales de las ramillas teñidas con azul tripán (flechas). **c.** Rama con tetrasporangios (flechas). **d.** Eje postrado fijo al sustrato por rizoide del que surge una rama erecta (flecha). Escala: 35  $\mu\text{m}$  en figuras a y b; 50  $\mu\text{m}$  en figuras c y d.

Tribu Ceramieae

Género *Centroceras* Kützing, 1842 '1841'

12. *Centroceras gasparrinii* (Meneghini) Kützing, 1849: 689 (fig. 3, 4 and 11, a–d) (**Fig. 11**)

Basiónimo: *Ceramium gasparrinii* Meneghini, 1844: 186.

Sinónimo: *Centroceras inerme* Kützing, 1849: 688.

Talo filamentosos uniaxial, totalmente corticado, consta de un eje postrado y ramas erectas de 2.2-2.5 mm de alto. Fijo por rizoides que nacen en los nodos, de 19.4-21.8  $\mu\text{m}$  de diámetro y hasta 5 células de largo. Ejes postrados de 100  $\mu\text{m}$  de diámetro en el nodo, internodos de 204-260  $\mu\text{m}$  de largo. Células corticales rectangulares de 11-13.5  $\mu\text{m}$  de ancho por 15-30  $\mu\text{m}$  de largo, arregladas en 6-7 hileras paralelas (en vista superficial). Ramificación dicotómica, las ramas en ángulos de 45-60°; la primera bifurcación ocurre a los 10 segmentos. Las ramas jóvenes crecen unilateralmente. Ejes erectos de 80-97  $\mu\text{m}$  de diámetro a nivel del nodo, internodos de (158)200-300  $\mu\text{m}$  de largo. Espinas de 2 células, anchas y cortas, forman verticilos en los nodos y se proyectan en un ángulo de 45°. Células glandulares ovoides.

\*Gonimoblastos de 148-165  $\mu\text{m}$  de alto, hemisféricos, apicales o en ramas laterales protegidos por ramas incurvadas de 4 segmentos de largo.

**Localidad, fecha y hospedero:** de Enmedio, 07/07/2011, epífita de *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh y *Dasya collinsiana*.

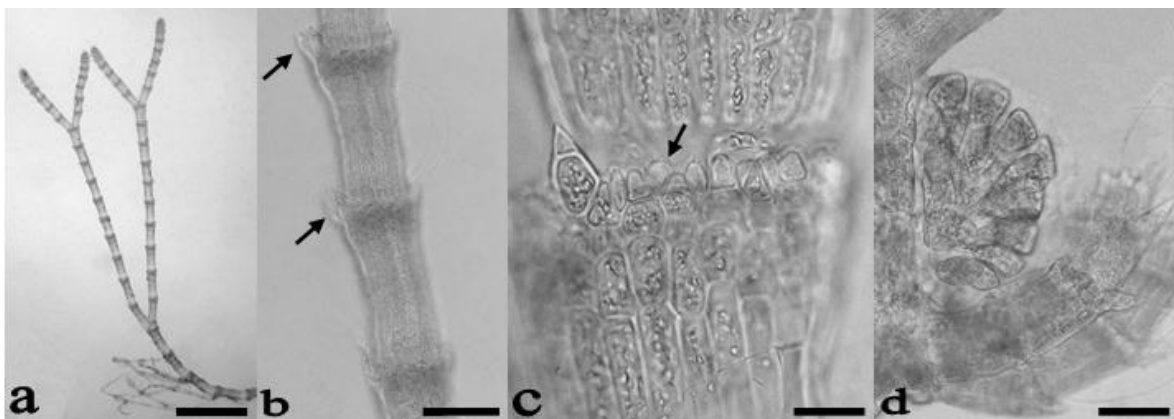


Figura 11. *Centroceras gasparrinii*: **a.** Eje erecto con ramificación dicotómica. **b.** Detalle de rama con epinas en los nodos (flechas). **c.** Célula glandular ovoide (flecha). **d.** Gonimoblasto. Escala: 500  $\mu\text{m}$  en figura a; 80  $\mu\text{m}$  en figura b; 20  $\mu\text{m}$  en figura c; 50  $\mu\text{m}$  en figura d.

### 13. *Centroceras* sp. (Fig. 12)

Talo filamentosos, color rosa intenso, con ejes postrados y ejes erectos de 700-800  $\mu\text{m}$  de alto, totalmente corticado. Fijo por rizoides de 2 o 3 células, terminados en digitaciones, nacen 2 o

3 por nodo. Ejes postrados de 130-165  $\mu\text{m}$  de diámetro con internodos de 130-160  $\mu\text{m}$  de largo. Ramificación escasa, ramas de 100  $\mu\text{m}$  diámetro. Ejes y ramas con espinas en los nodos. Células corticales cuadrangulares, arregladas en 14-16 hileras paralelas en vista superficial.

**Localidad, fecha y hospedero:** de Enmedio, 22/04/2015, epífita de *Laurencia* sp 2.

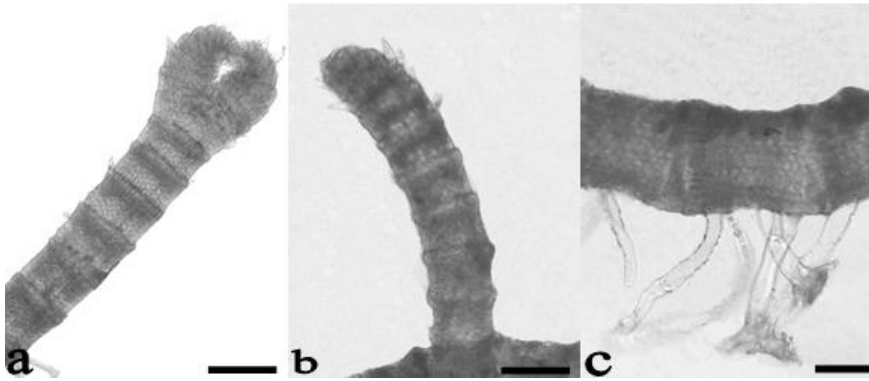


Figura 12. *Centroceras* sp.: **a.** Rama con ápices forcipados. **b.** Rama erecta. **c.** Eje postrado con rizoides. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figuras a y b; 70  $\mu\text{m}$  en figura c.

Género *Ceramium* Roth, 1797, nom. et typ. cons.

14. *Ceramium cruciatum* Collins & Hervey, 1917: 144-145, pl. 4, fig. 27, 28 (**Fig. 13**)

Talo filamentososo con eje postrado y ejes erectos de 2 mm de altura. Fijo por 1, 2 y hasta 3 rizoides unicelulares que nacen en los nodos; rizoides 15-19(41)  $\mu\text{m}$  de diámetro con extremos digitados. Ejes postrados de 92-97(146)  $\mu\text{m}$  de diámetro, internodos de 48-65  $\mu\text{m}$  de largo, acortándose hacia los ápices; células axiales de los ejes con estriación muy evidente. Nodos de 48-60  $\mu\text{m}$  de alto con numerosas células pequeñas poligonales y redondeadas, sus límites bien definidos. Ramificación escasa, ejes erectos de (72)97-134  $\mu\text{m}$  de diámetro. Ramas en crecimiento y ápices de ramas desarrolladas, ligeramente curvados. Las ramas y ápices del eje postrado, con múltiples filamentos finos, hialinos.

\*Tetrasporangios 29-34  $\mu\text{m}$  de diámetro por 36-41  $\mu\text{m}$  de largo (sin pared), pared de 4.86  $\mu\text{m}$  de grosor. Ovoides, formando verticilos en los nodos, división cruciada o cruciada-decusada.

\*Espermacios creciendo a partir de las células corticales, formando un cinturón que cubre completamente al nodo.

**Localidad, fecha y hospedero:** Salmedina, 25/04/2008, epífita de *Laurencia obtusa*; Pájaros, 22/07/2008, epífita de *L. obtusa* e *Hypnea valentiae*; Verde, 22/07/2008, epífita de *L. obtusa*;

Topatillo, 02/06/2010, epífita de *Pterocladia sanctarum* y *Wrangelia argus*; Blanquilla, 08/05/2014, epífita de *L. obtusa*; Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Laurencia microcladia*.

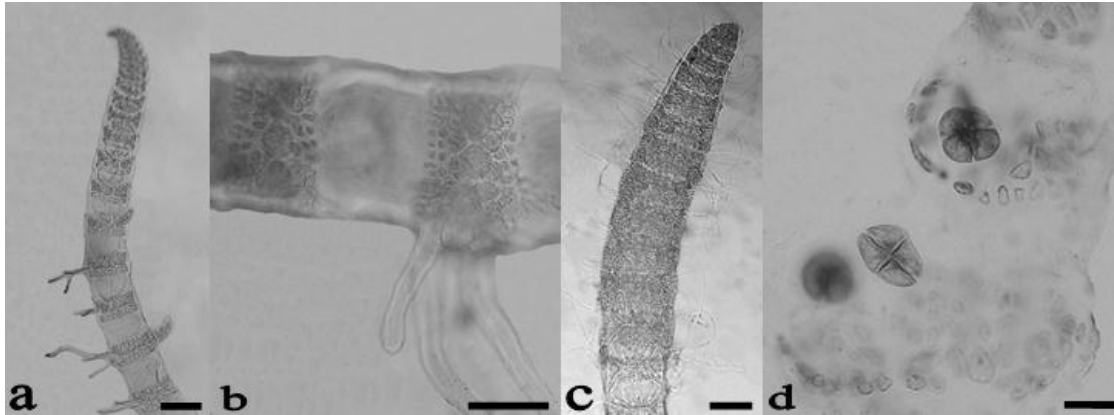


Figura 13. *Ceramium cruciatum*: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Eje postrado con rizoides y detalle de los nodos. **c.** Ápice de una rama con espermacios y filamentos hialinos. **d.** Tetrasporas con división cruciada. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figura a; 60  $\mu\text{m}$  en figura b; 50  $\mu\text{m}$  en figura c, 30  $\mu\text{m}$  en figura d.

15. *Ceramium nitens* (C. Agardh) J. Agardh, 1851: 130 (**Fig. 14**)

Basionimo: *Ceramium rubrum* var. *nitens* C. Agardh, 1824: 136

Talo filamentososo, con ejes postrados y erectos de 1.1-1.4 cm de alto; suave y mucilaginoso, de color rojo-rosa brillante. Ejes postrados fijos por rizoides unicelulares, de longitud variable, 1-5 por nodo, en algunas zonas pueden ser muy abundantes y presentarse por 8 segmentos continuos. Ejes postrados 187-252(300-400)  $\mu\text{m}$  de diámetro, el diámetro es irregular, segmentos 217-250  $\mu\text{m}$  de largo. La corticación es continua. Ramificación irregular y escasa. Ejes erectos 239-261  $\mu\text{m}$  de diámetro. Las ramas estrechas en su base, con los extremos muy agudos, célula apical evidente. Pelos superficiales presentes.

**Localidad, fecha y hospedero:** Verde, 05/02/2008, epífita de *Laurencia obtusa*; Blanquilla, 22/07/2008, epífita de *L. obtusa*; Anegada de Afuera, 14/11/2008, *Palisada perforata* (Bory) K.W. Nam.

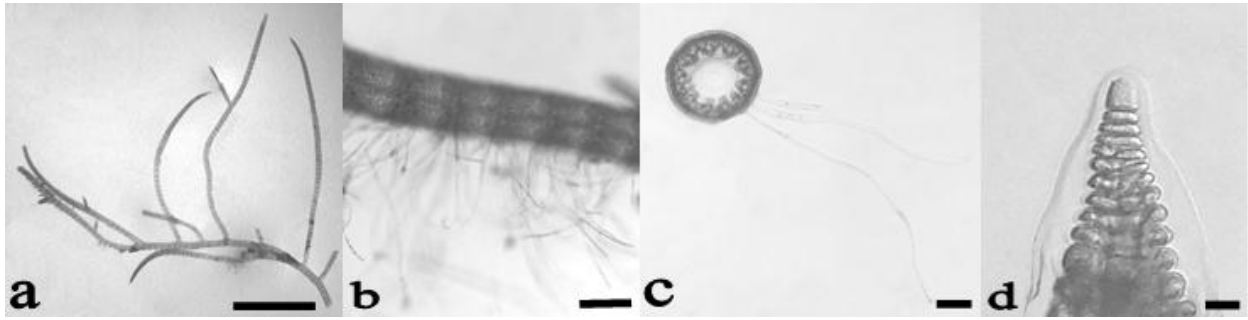


Figura 14. *Ceramium nitens*: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Eje postrado con rizoides. **c.** Corte transversal del eje postrado con rizoides. **d.** Ápice de una rama. Escala: 5 mm en figura a; 200  $\mu$ m en figura b; 100  $\mu$ m en figura c, 10  $\mu$ m en figura d.

#### 16. *Ceramium* sp. (Fig. 15)

Talo filamentososo con una porción postrada breve y ejes erectos de 2.6-5 mm de alto. Fijo por rizoides unicelulares, dos por nodo. Ejes postrados 73-90  $\mu$ m de diámetro con segmentos de 90  $\mu$ m de largo. Ramificación dicotómica. Ramas erectas de 87-109  $\mu$ m de diámetro en zonas sin tetrasporangios, internodos 65-97(150)  $\mu$ m de largo. Ramas erectas con tetrasporangios, 146  $\mu$ m de diámetro con internodos de 60-73  $\mu$ m de largo. Nodos, en zonas de rizoides y porción baja de ramas, de 3-4 hileras de células, la hilera inferior formada por una hilera discontinua de células de mediano tamaño, la media por células grandes, redondeadas, de 17-22  $\mu$ m de ancho por 22-24  $\mu$ m de alto y las superiores por células pequeñas triangulares sin un orden definido. Nodos en ramas superiores de 3-5 hileras, sin un arreglo definido. En los nodos con tetrasporangios no se distingue el número de hileras.

\*Tetrasporangios esféricos u oblongos, de 29-46  $\mu$ m de diámetro por 48.6  $\mu$ m de largo, con división cruciada, en verticilos de 6-10 por nodo, en algunos talos creciendo hacia un solo lado de la rama. Los tetrasporangios se proyectan por arriba del nodo.

**Localidad, fecha y hospedero:** de Enmedio, 05/10/2015, epífita de *Laurencia obtusa*.



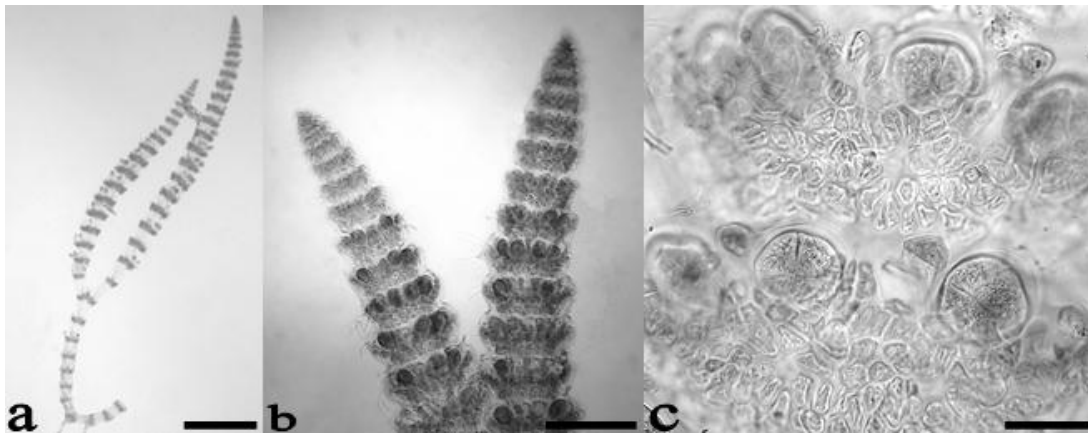


Figura 15. *Ceramium* sp.: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Ramas erectas con verticilos de tetrasporangios. **c.** Detalle de los tetrasporangios. Escala: 500  $\mu\text{m}$  en figura a; 150  $\mu\text{m}$  en figura b; 40  $\mu\text{m}$  en figura c.

Género *Gayliella* T.O. Cho, L.J. McIvor & S.M. Boo, 2008

17. *Gayliella mazoyerae* T.O. Cho, Fredericq & Hommersand in Cho, Boo, Hommersand, Maggs, McIvor & Fredericq, 2008: 726, fig. 3a-e (**Fig. 16**)

Sinónimos: *Ceramium byssoideum* Harvey, 1853: 218, nom. illeg.; *Ceramium gracillimum* var. *byssoideum* Mazoyer, 1938: 323.

Talo filamentoso, delicado, color rojo brillante, de 1.5 mm de altura. Rizoides unicelulares, nacen 1-3 por nodo. Ejes postrados de (58)61-72(78)  $\mu\text{m}$  de diámetro, ramificados dicotómicamente. La ramificación es alterna. Ramas erectas vegetativas, de 56  $\mu\text{m}$  de diámetro e internodos (121)160-218  $\mu\text{m}$  de largo. Nodos de 41-49  $\mu\text{m}$  de alto. Últimas ramillas 43-49  $\mu\text{m}$  de diámetro, ligeramente curvadas en los extremos. Nodos formados por 4 hileras de células, las superiores poliédricas y pequeñas, más o menos angulosas; la banda inferior formada por células rectangulares, grandes, más anchas que altas. Células glandulares ovoides presentes en el extremo superior o adaxial de cada nodo.

\*Tetrasporangios de 48.6  $\mu\text{m}$  de diámetro, con paredes de 6  $\mu\text{m}$  de grosor; esféricos, con división tetraédrica, arreglados en verticilos en los nodos.

**Localidad, fecha y hospedero:** Polo, 09/02/2008, epífita de *Neosiphonia* cf. *ferulacea*; Giote, 10/04/2008, epífita de *Wrangelia argus*; Polo, 25/04/2008, epífita de *Laurencia obtusa*; Gallega,

8/06/2010, epífita de *Grateloupia filicina*; de Enmedio, 07/07/2011, epífita de *Dasya collinsiana*; Blanquilla, 08/05/2014, epífita de *L. obtusa*; Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Laurencia microcladia*; de Enmedio 05/10/2015, epífita de *L. obtusa*; Ingeniero, 25/01/2016, epífita de *Hypnea musciformis*.

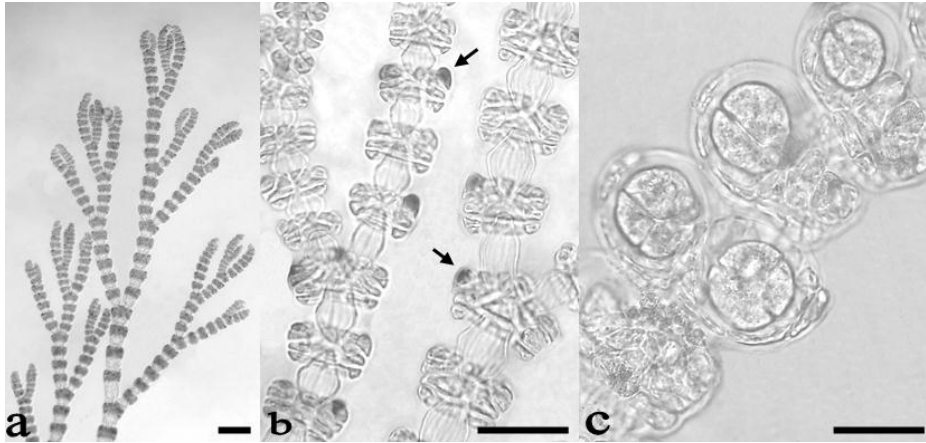


Figura 16. *Gayliella mazoyerae*: **a.** Ramificación alterna en una porción del talo. **b.** Células glandulares teñidas con azul tripán (flechas). **c.** Rama con tetrasporangios. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figura a; 50  $\mu\text{m}$  en figuras b y c.

Familia Dasyaceae

Género *Dasya* C. Agardh

18. *Dasya collinsiana* M. Howe, 1918: 524 (**Fig. 17**)

Talo erecto de 2-5 cm de alto. Consta de un eje principal, con un cladoma uniaxial rodeado por cinco células pericentrales, de 600  $\mu\text{m}$  de diámetro en su base. Adherido por un pie de fijación. Ramas principales 300-500  $\mu\text{m}$  de diámetro, ramas medias 161-200  $\mu\text{m}$  de diámetro. Últimas ramillas, monosifónicas, con una célula basal de (50)57-65  $\mu\text{m}$  de diámetro y 700  $\mu\text{m}$  de largo, su ramificación es subdicotómica, irregular y abundante. Últimas células de las ramillas 7.3  $\mu\text{m}$  de diámetro. Ramas caducas en la porción inferior, en la porción superior, ramas abundantes en disposición helicoidal, en ángulos de 70-80°.

\*Estiquidios tetrasporangiales con pedúnculo de 2 células, de 78-97  $\mu\text{m}$  de diámetro por 217-295  $\mu\text{m}$  de largo, se generan de la base de las últimas ramillas y terminan en un filamento estéril de tres células.

\*Tetrasporangios de (24)29-36  $\mu\text{m}$  de diámetro (sin pared), pared de 6  $\mu\text{m}$ .

**Localidad, fecha y hospedero:** de Enmedio, 07/07/2011, epífita de *Digenea simplex*.

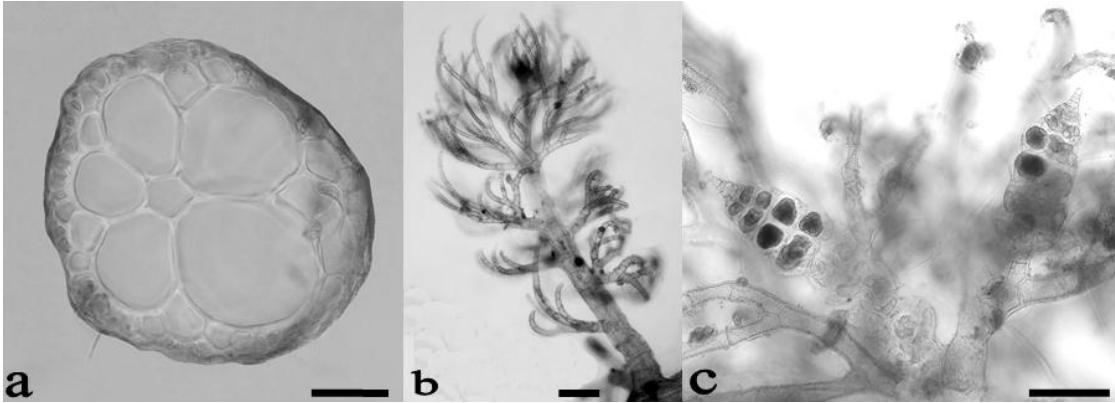


Figura 17. *Dasya collinsiana*: **a.** Corte transversal mostrando cinco células pericentrales. **b.** Rama con ramillas. **c.** Estiquidios tetrasporangiales. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figura a; 250  $\mu\text{m}$  en figura b; 100  $\mu\text{m}$  en figura c.

Familia Delesseriaceae

Tribu Caloglosseae

Género *Taenioma* J. Agardh, 1863

19. *Taenioma nanum* (Kützinger) Papenfuss, 1952: 179 (**Fig. 18**)

Basiónimo: *Polysiphonia nana* Kützinger, 1849: 879.

Sinónimo: *Taenioma macrourum* Thuret in Bornet & Thuret, 1876: 69, pl. 25: fig. 1-7.

Talo filamentoso de 850-1000  $\mu\text{m}$  de alto, consiste de un eje postrado y ejes erectos. Eje postrado cilíndrico de 43-49  $\mu\text{m}$  de diámetro, con segmentos de 48-63  $\mu\text{m}$  de largo; fijo por rizoides unicelulares de 26.7  $\mu\text{m}$  de diámetro, terminados en digitaciones. Los ejes erectos surgen cada 3-5 segmentos del eje postrado, son cilíndricos y de ellos nacen ramas liguladas. Ramas liguladas, lineares, de 10-13 segmentos de longitud y 41-43  $\mu\text{m}$  de ancho, de una capa de células de grosor (14.5-17  $\mu\text{m}$ ); angostas en su base, pudiéndose ramificar. Las ramas están formadas por tres hileras de células centrales alargadas y una hilera de células marginales, rectangulares, de 350-470  $\mu\text{m}$  de largo; terminan en dos tricoblastos simples de 12-17  $\mu\text{m}$  de diámetro y 182-230  $\mu\text{m}$  de largo, ubicados en diferente plano. Célula apical evidente que se divide transversalmente.

**Localidad, fecha y hospedero:** Topatillo, 02/06/2010, epífita de *Laurencia* sp 1.

**Nota:** En general las dimensiones son menores a las señaladas por Dawes y Mathieson (2008) pero la morfología y área de distribución corresponden.

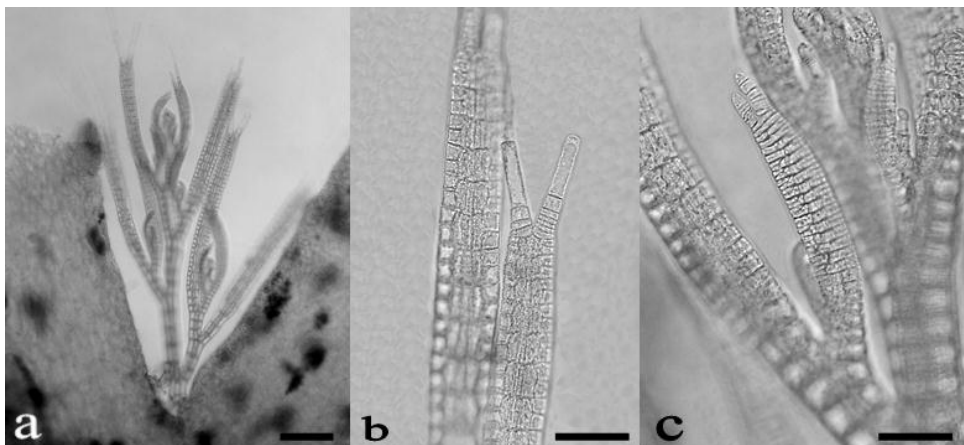


Figura 18. *Taenioma nanum*: **a.** Aspecto del talo. **b.** Ramas con tricoblastos. **c.** Rama joven en desarrollo (al centro). Escala: 100 µm en figura a; 40 µm en figuras b y c.

Familia Rhodomelaceae

Tribu Herposiphonieae

Género *Dipterosiphonia* F. Schmitz & Falkenberg

20. *Dipterosiphonia rigens* (C. Agardh) Falkenberg, 1901: 325 (**Fig. 19**)

Basionimo: *Hutchinsia rigens* C. Agardh, 1827: 638.

Sinónimo: *Polysiphonia rigens* (C. Agardh) Zanardini, 1840: 203; *Ceramium rigens* Shousboe in Bornet, 1892: 305, nom. inval.

Talo filamentoso con ejes postrados y ramas erectas de 1.3 mm de alto. Ejes postrados de 36.5-48.6 µm de diámetro, segmentos de (19.5)29.16-48.6 µm de largo y cuatro células pericentrales. Eje postrado fijo por rizoides unicelulares, terminados en digitaciones, en conexión abierta con la célula parental, nacen de la parte media de la célula pericentral cada 4-8 segmentos. Ramas erectas rectas, de 29-36.5 µm de diámetro, con 23-43 segmentos de alto, a veces ramificándose en el cuarto segmento. Ramas jóvenes monosifónicas al principio de su desarrollo. Tricoblastos 450-500 µm de largo ramificándose dicotómicamente en 3 órdenes. Ramas con hasta tres cicatrices de tricoblastos continuas.

**Localidad, fecha y hospedero:** Pájaros, 22/07/2008, epífita de *Laurencia obtusa*.

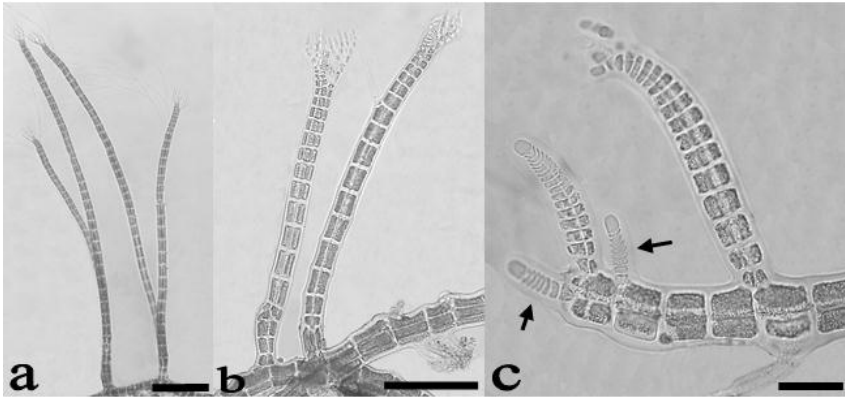


Figura 19. *Dipterosiphonia rigens*: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Ramas erectas con tricoblastos. **c.** Ramas jóvenes monosifónicas (flechas). Escala: 200 µm en figura a; 100 µm en figura b; 50 µm en figura c.

Género *Herposiphonia* Nägeli, 1846

21. *Herposiphonia delicatula* Hollenberg, 1968: 540, 543, fig. 1A, B, 2H, 3 (**Fig. 20**)

Talo filamentoso uniaxial con un eje postrado indeterminado y ramas erectas de 650-850 µm de alto. Eje postrado fijo por rizoides unicelulares de 36-42 µm de diámetro, nacen del extremo distal de las células pericentrales y terminan en digitaciones, uno por nodo. Ejes postrados de (50)66-75 µm de diámetro, con segmentos de 75-162 µm de largo. Ramas erectas de 42-54 µm de diámetro y (12)15-21 segmentos de 37-62 µm de largo. Ramas con 7-8 células pericentrales, erectas, alternas, una por segmento, pueden ser determinadas o indeterminadas. Las ramas terminan en un penacho de tricoblastos que se bifurcan 3 o 4 veces, el último segmento de tres células de largo. Ramas jóvenes curvadas hacia el ápice del eje postrado indeterminado.

**Localidad, fecha y hospedero:** de Enmedio, 05/10/2015, epífita de *Laurencia obtusa*; Gallega, 25/05/2016, epífita de *L. obtusa*.

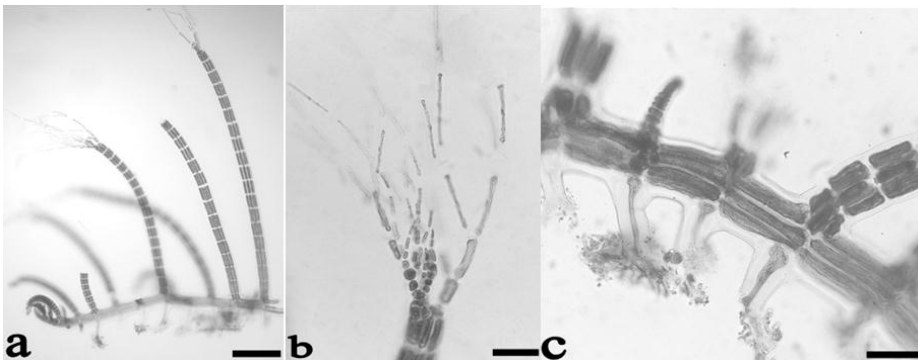


Figura 20. *Herposiphonia delicatula*: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Ápice de rama con tricoblastos. **c.** Detalle de rizoides. Escala: 200  $\mu\text{m}$  en figura a; 50  $\mu\text{m}$  en figura b; 50  $\mu\text{m}$  en figura c.

22. *Herposiphonia cf. secunda* (C. Agardh) Ambronn, 1880: 197, pl. 4, fig. 8, 11, 12 (**Fig. 21**)

Basiónimo: *Hutchinsia secunda* C. Agardh, 1824: 149.

Sinónimos: *Polysiphonia secunda* (C. Agardh) Zanardini, 1840: 203; *Herposiphonia tenella* f. *secunda* (C. Agardh) Hollenberg 1968: 556-557.

Talo filamentoso de crecimiento heterótrico, de 0.7-1.3 mm de alto. Ejes postrados de 74  $\mu\text{m}$  de diámetro, con segmentos de 65-100  $\mu\text{m}$  de largo; fijo por rizoides unicelulares, terminados en digitaciones, casi siempre un rizoide por rama erecta. Seis a siete células pericentrales. Ramas erectas de 52  $\mu\text{m}$  de diámetro en la base y 10-13 segmentos de largo, primeros ocho segmentos de 43-52  $\mu\text{m}$  de largo. En trechos una rama por segmento del eje postrado. Ramas determinadas muy incurvadas cerca del ápice. Tricoblastos 2-4 en el ápice de las ramas desarrolladas, bifurcándose 3 o 4 veces, de 340-700  $\mu\text{m}$  de largo, su célula basal de 24  $\mu\text{m}$  de diámetro por 41-100  $\mu\text{m}$  de largo, últimas células de 9.7-12  $\mu\text{m}$  diámetro y 73-87  $\mu\text{m}$  de largo.

**Localidad, fecha y hospedero:** Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Hypnea* sp.1 y *Amphiroa* sp.

**Nota:** La descripción coincide en general, sin embargo, el ejemplar del PNSAV es más delicado, además el espécimen se encontró vegetativo y no se realizaron cortes para verificar el número de células pericentrales (se dedujo que son de 6-7).

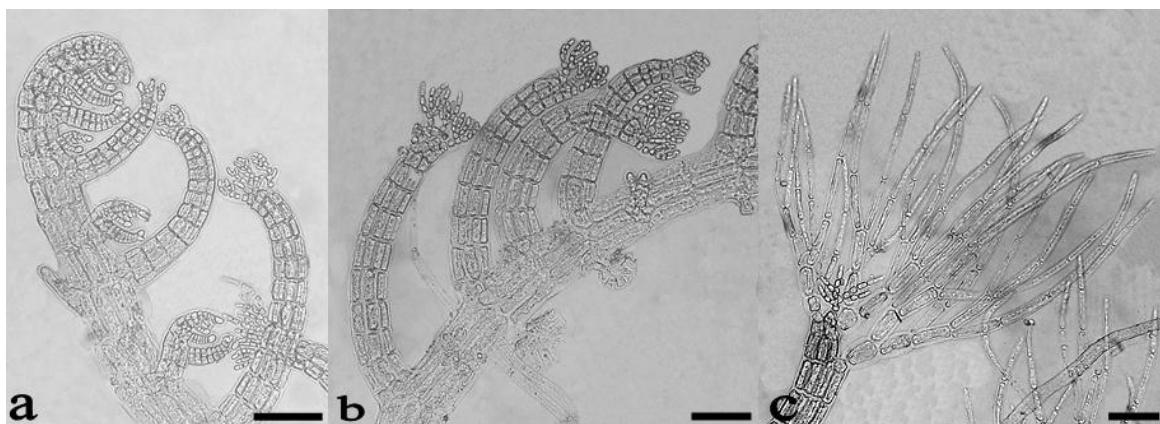


Figura 21. *Herposiphonia* cf. *secunda*: **a.** Detalle de porción apical de un eje indeterminado. **b.** Sección del eje postrado con ramas y rizoides. **c.** Ápice de rama con tricoblasto. Escala: 80  $\mu\text{m}$  en figuras a y b; 80  $\mu\text{m}$  en figura b; 50  $\mu\text{m}$  en figura c.

Tribu Laurencieae

Género *Laurencia* J. V. Lamouroux, 1813, nom. cons.

23. *Laurencia decumbens* Kützing, 1863: 18, pl. 51, fig. a, b (**Fig. 22**)

Sinónimo: *Laurencia pygmaea* Weber-van Bosse, 1913: 122, pl. 12: fig. 6.

Talo pseudoparenquimatoso de crecimiento postrado con ramas que alcanzan 1.1-2 mm de alto. Talo fijo cada cierto trecho por discos de fijación. Eje postrado de (132)144-228  $\mu\text{m}$  de diámetro, de este eje nacen ramitas cortas de 216-240  $\mu\text{m}$  de diámetro por 312-360  $\mu\text{m}$  de alto, o bien, ramas más altas de 180-204  $\mu\text{m}$  de diámetro, que en su extremo ensanchado producen tetrasporas. Ramificación irregular. En corte transversal se observa una médula de células elípticas de 17-21  $\mu\text{m}$  de ancho por 26-34  $\mu\text{m}$  de largo, las células corticales cuadrangulares o trapezoides de 17-24  $\mu\text{m}$  de ancho por 14-23  $\mu\text{m}$  de alto.

\*Tetrasporangios 55-72  $\mu\text{m}$  de diámetro, con división tetraedrica.

**Localidad, fecha y hospedero:** Anegada de Afuera, 14/02/2011, epífita de *Laurencia obtusa*.

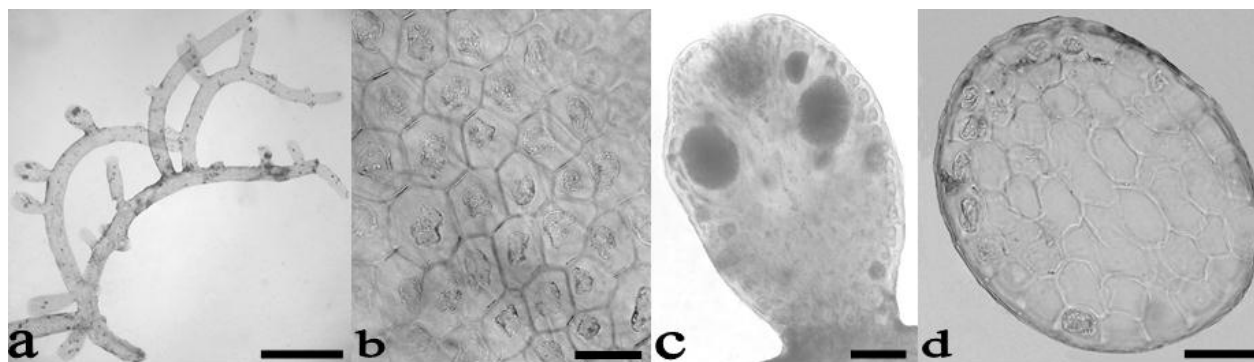


Figura 22. *Laurencia decumbens*: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Vista superficial de las células corticales de una rama. **c.** Ramilla con tetrasporangios. **d.** Corte transversal del eje postrado. Escala: 1 mm en figura a; 40  $\mu\text{m}$  en figura b; 50  $\mu\text{m}$  en figura c; 40  $\mu\text{m}$  en figura d.

Tribu Polysiphonieae

Género *Lophosiphonia* Falkenberg, 1897

24. *Lophosiphonia cf. obscura* (C. Agardh) Falkenberg in F. Schmitz & Falkenberg, 1897: 460 (Fig. 23)

Basiónimo: *Hutchinsia obscura* C. Agardh, 1828: 108.

Sinónimos: *Polysiphonia obscura* (C. Agardh) J. Agardh, 1842: 123; *Polysiphonia subadunca* Kützing, 1843: 418; *Lophosiphonia subadunca* (Kützing) Falkenberg, 1901: 496, pl. 9 fig. 21-24.

Talo filamentoso uniaxial, de crecimiento heterótrico, de hasta 2.3 mm de alto. Rizoides unicelulares, de 13-30  $\mu\text{m}$  de diámetro, uno por segmento, naciendo en el extremo distal de las células del eje postrado, terminando en digitaciones. Eje postrado de 65-87  $\mu\text{m}$  de diámetro, segmentos de (65)87-109  $\mu\text{m}$  de largo, raramente ramificado. Diez células pericentrales en los ejes postrados, 12-14 en las ramas erectas. Ramas erectas 52-78  $\mu\text{m}$  de diámetro y 1.1-2.2 mm de alto, constan de 15-20 segmentos de 65-87  $\mu\text{m}$  de largo, los más cortos hacia los ápices. Ramas nuevas fuertemente curvadas, las ramas erectas rectas. Tricoblastos caducos, de 750-1000  $\mu\text{m}$  de largo, bifurcándose cinco veces, dejan cicatriz de la célula basal en los ápices de las ramas.

**Localidad, fecha y hospedero:** Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Jania* sp.

Nota: El ejemplar es de dimensiones menores que las descritas en la literatura, sin embargo, la ramificación y el número de células pericentrales coincide. Por otro lado, no es clara la presencia de la cresta de tricoblastos y el espécimen se encontró en estado vegetativo.

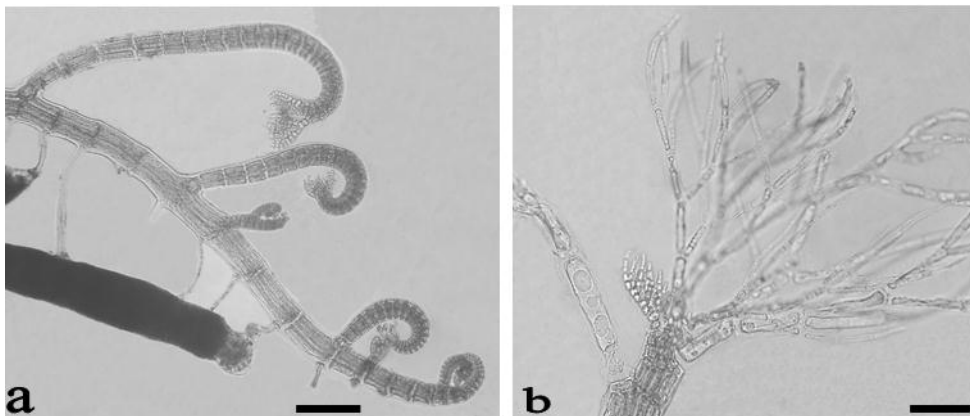


Figura 23. *Lophosiphonia cf. obscura*: **a.** Eje indeterminado con ramas de crecimiento determinado fuertemente curvadas. **b.** Rama con tricoblastos. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figura a; 50  $\mu\text{m}$  en figura b.



Género *Neosiphonia* M.-S. Kim & I.K. Lee, 1999

25. *Neosiphonia* cf. *ferulacea* (Suhr ex J. Agardh) S.M. Guimarães & M.T. Fujii in Guimarães, Fujii, Pupo & Yokoya, 2004: 165 (**Fig. 24**)

Basiónimo: *Polysiphonia ferulacea* Suhr ex J. Agardh, 1863: 980.

Talo filamentososo que consta de ejes postrados y ejes erectos de 1.2 cm de alto. Dos rizoides unicelulares por nodo, muy gruesos, de (65)74-91  $\mu\text{m}$  de diámetro, terminados en digitaciones; emergen del extremo proximal de la célula pericentral y están en conexión cerrada con ella. Ejes postrados de 130-152(182)  $\mu\text{m}$  de diámetro, con segmentos de 108-152(205)  $\mu\text{m}$  de largo y cuatro células pericentrales. En estos ejes se observan cicatrices celulares pero no tricoblastos. Ramificación irregular, las ramas laterales adelgazadas en su base con un diámetro de 60-65  $\mu\text{m}$ ; ramas medias de 100-180  $\mu\text{m}$  de diámetro con segmentos de 100-150(175)  $\mu\text{m}$  de largo. Ramas fértiles de 108-155  $\mu\text{m}$  de diámetro. Tricoblastos en las ramas, persistentes, uno por segmento, ramificándose dicotómicamente hasta cuatro veces. Gametofito monóico.

\*Cistocarpos globosos de 239-256  $\mu\text{m}$  de diámetro por 208-217  $\mu\text{m}$  de alto (desde la base de la cavidad hasta el ostiolo).

\*Estiquidios espermatangiales cilíndricos de 35-41  $\mu\text{m}$  de diámetro y 74-110  $\mu\text{m}$  de largo, nacen de la primera ramificación de un tricoblasto persistente, presentan una o dos células apicales con pared muy gruesa, si es una, entonces es esférica.

**Nota:** Las dimensiones tanto del talo como de los estiquidios espermatangiales son menores a las señaladas en la literatura. Tampoco coincide que los rizoides nacen en el extremo proximal de la célula pericentral. En la literatura no se indica que los gametofitos sean monóicos.

**Localidad, fecha y hospedero:** Polo, 09/02/2008, epífita de *Titanophycus validus*.

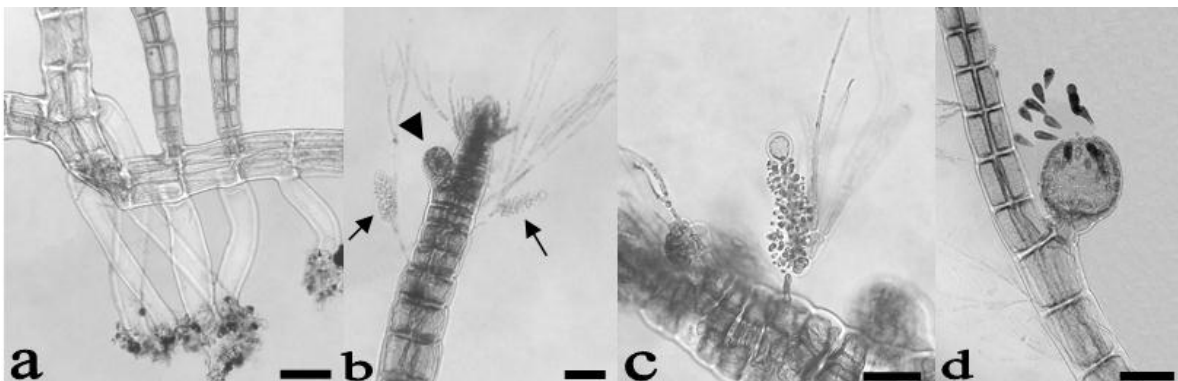


Figura 24. *Neosiphonia cf. ferulacea*: **a.** Eje postrado con rizoides. **b.** Rama con cistocarpos inmaduros (cabezas de flecha) y estiquidios espermatangiales (flechas). **c.** Detalle de estiquidio espermatangial. **d.** Rama con cistocarpo. Escala: 150  $\mu\text{m}$  en figura a; 100  $\mu\text{m}$  en figura b; 50  $\mu\text{m}$  en figura c; 100  $\mu\text{m}$  en figura d.

26. *Neosiphonia gorgoniae* (Harvey) S.M. Guimarães & M.T. Fujii in Guimarães, Fujii, Pupo & Yokoya, 2004: 168 (**Fig. 25**)

Basionimo: *Polysiphonia gorgoniae* Harvey, 1853: 39.

Talo filamentososo de crecimiento erecto de 1-2.4 mm de alto. Fijo por dos rizoides que penetran la corteza del hospedero. El eje principal, en su base, consta de dos segmentos monosifónicos de 39-43.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, el tercer segmento es polisifónico, con 4 células pericentrales. Eje principal en la porción media, 56-73  $\mu\text{m}$  de diámetro con segmentos de 65-108  $\mu\text{m}$  de largo, este eje se bifurca a los 10-12 segmentos y se vuelve a bifurcar en los talos más maduros. Ramificación pseudodicotómica. Tricoblastos muy cortos.

\*Tetrasporangios inmaduros.

**Localidad, fecha y hospedero:** Ingeniero, 25/01/2016, epífita de *Agardhiella subulata* e *Hypnea musciformis*.

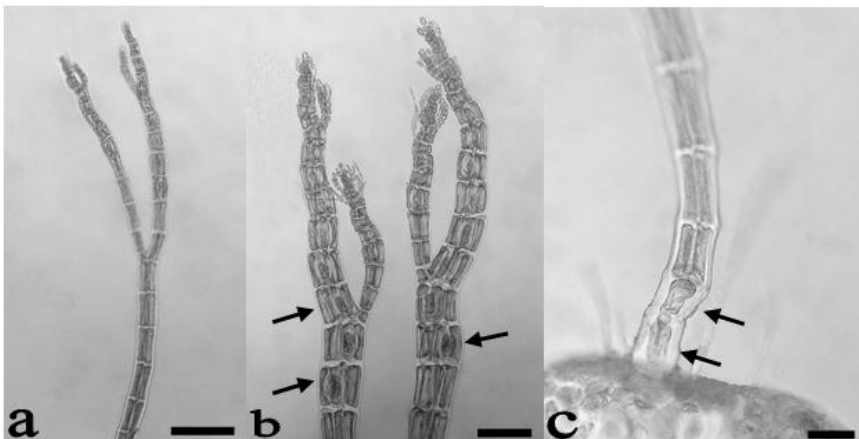


Figura 25. *Neosiphonia gorgoniae*: **a.** Aspecto general del talo. **b.** Ramas con tetrasporas inmaduras (flechas). **c.** Segmentos basales uniaxiales (flechas). Escala: 200  $\mu\text{m}$  en figura a; 80  $\mu\text{m}$  en figura b; 40  $\mu\text{m}$  en figura c.

27. *Neosiphonia sertularioides* (Grateloup) K.W. Nam & P.J. Kang, 2012: 87, fig. 51-53 (**Fig. 26**)

Basiónimo: *Ceramium sertularioides* Grateloup, 1806: [1], fig. 4.

Sinónimos: *Polysiphonia sertularioides* (Grateloup) J. Agardh, 1863: 969-970; *Polysiphonia flaccidissima* Hollenberg, 1942: 783, fig. 8; *Neosiphonia flaccidissima* (Hollenberg) M.S. Kim & I.K. Lee, 1999: 279.

Talo filamentoso, muy delicado, con ejes postrados y ramas erectas de hasta 650  $\mu\text{m}$  de alto. Fijo por rizoides unicelulares en conexión cerrada con la célula pericentral de la que provienen. Ejes postrados de 91-100  $\mu\text{m}$  de diámetro, con segmentos de 100-118  $\mu\text{m}$  de largo. Cuatro células pericentrales. Ramas erectas 56-61  $\mu\text{m}$  de diámetro con segmentos de 36-58  $\mu\text{m}$  de largo. Las ramillas laterales se originan cada 6-10 segmentos. Tricoblastos poco desarrollados, prácticamente ausentes.

**Localidad, fecha y hospedero:** Anegada de Adentro, 20/05/2014, epífita de *Neosiphonia sphaerocarpa*.

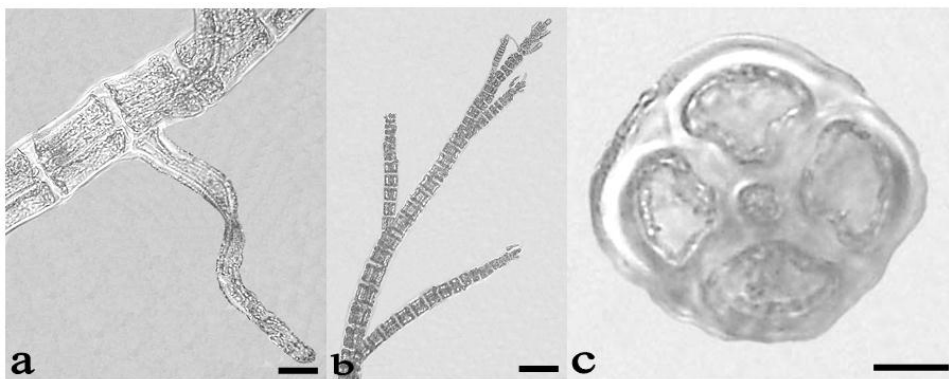


Figura 26. *Neosiphonia sertularioides*: **a.** Eje postrado con rizoide. **b.** Rama con tricoblastos y célula apical evidente. **c.** Corte mostrando cuatro células pericentrales. Escala: 50  $\mu\text{m}$  en figura a; 100  $\mu\text{m}$  en figura b; 30  $\mu\text{m}$  en figura c.

28. *Neosiphonia sphaerocarpa* (Børgesen) M.-S. Kim & I.K. Lee, 1999: 280 (**Fig. 27**)

Basiónimo: *Polysiphonia sphaerocarpa* Børgesen 1918: 271, fig. 267-271.

Talo filamentoso, muy delicado, con ejes postrados y ramas erectas de 7-9 mm de alto. Fijo al sustrato por rizoides unicelulares en conexión cerrada con la célula pericentral; un rizoide por nodo hasta en series de 6, nacen en el extremo proximal de la célula pericentral. Ejes postrados

con cuatro células pericentrales, 183-218  $\mu\text{m}$  de diámetro en los nodos y segmentos de 126-152  $\mu\text{m}$  de largo. Ramificación alterna en ángulos muy agudos. Ramas erectas de 122-130  $\mu\text{m}$  de diámetro con segmentos de 120-130  $\mu\text{m}$  de largo. Ramas laterales de 43-70  $\mu\text{m}$  de diámetro con segmentos de 56-70  $\mu\text{m}$  de largo. Tricoblastos apicales de 300-570  $\mu\text{m}$  de largo, bifurcándose 4 veces.

\*Tetrasporas inmaduras.

\*Cistocarpos globosos, con pedúnculo corto, 178-204  $\mu\text{m}$  de diámetro y 196-261  $\mu\text{m}$  de largo.

**Localidad, fecha y hospedero:** Polo, 09/02/2008, epífita de *Laurencia obtusa*; Pájaros, 22/07/2008, epífita de *Pterocladia* sp.; de Enmedio, 07/07/2011, *Digenea simplex* y *Dasya collinsiana*; Blanquilla, 08/05/ 2014, epífita de *L. obtusa*.

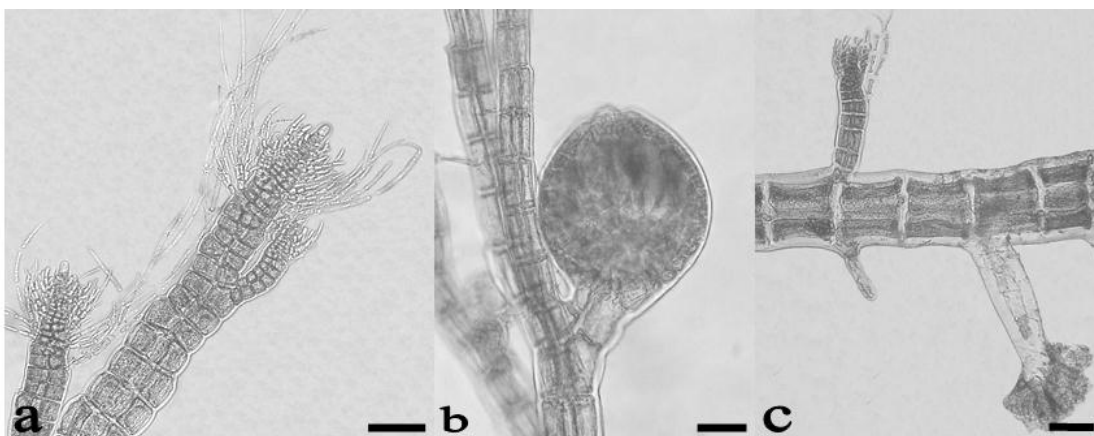


Figura 27. *Neosiphonia sphaerocarpa*: **a.** Ápices de ramas con tricoblastos. **b.** Rama con cistocarpo. **c.** Eje postrado con rama joven y rizoides. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figura a; 50  $\mu\text{m}$  en figura b; 100  $\mu\text{m}$  en figura c.

Género *Polysiphonia* Greville, 1823

29. *Polysiphonia denudata* (Dillwyn) Greville ex Harvey in Hooker, 1833: 332 (**Fig. 28**)

Basiónimo: *Conferva denudata* Dillwyn, 1809: 85, suppl. pl. G.

Sinónimos: *Hutchinsia variegata* C. Agardh, 1824: 153; *Polysiphonia variegata* (C. Agardh)

Zanardini, 1840: 202; *Polysiphonia variegata* (C. Agardh) J. Agardh, 1842: 129, nom. illeg.

**Gametofitos:** Talo filamentoso, de crecimiento erecto, de hasta 2 cm de alto, forma mechones delicados color rojo oscuro. Ejes principales 200-230  $\mu\text{m}$  de diámetro en la porción baja, los segmentos de (100)110-160  $\mu\text{m}$  de longitud; en la parte media los ejes más gruesos, de

160-170  $\mu\text{m}$  de diámetro, con segmentos de 140-160  $\mu\text{m}$  de longitud. Ejes y ramas cilíndricos en corte transversal con cinco a seis células pericentrales. Tricoblastos escasos y poco desarrollados de 43  $\mu\text{m}$  de diámetro, no cubren la célula apical prominente.

\*Cistocarpos casi esféricos, cortamente pedunculados, de 204-261  $\mu\text{m}$  de diámetro por 240-282  $\mu\text{m}$  de largo.

\*Estiquidios espermatangiales de 31.5-36.5  $\mu\text{m}$  de diámetro por 85-97.2  $\mu\text{m}$  de largo. Nacen de la célula basal de los tricoblastos.

**Tetrasporofito:** Talo filamentososo de aspecto delicado, de crecimiento erecto, hasta 2.6 cm de alto, color rojo oscuro. Ejes principales 350-400  $\mu\text{m}$  de diámetro en los primeros 15 segmentos, 160-180  $\mu\text{m}$  de largo. Ejes en parte media 270-300  $\mu\text{m}$  de diámetro y segmentos de 190-210  $\mu\text{m}$  de largo. Ramitas con tetrasporas de 39-48  $\mu\text{m}$  de diámetro y segmentos de (61) 65-82  $\mu\text{m}$  de largo.

\*Tetrasporangios tetraédricos de (66)70-73  $\mu\text{m}$  de diámetro por (66) 73-78  $\mu\text{m}$  de largo, uno por segmento, en series de hasta 8.

**Localidad, fecha y hospedero:** Ingeniero, 31/08/2015, epífita de *Acanthophora spicifera* e *Hypnea* sp. 2; Ingeniero, 25/01/2016, epífita de *Agardhiella subulata*.

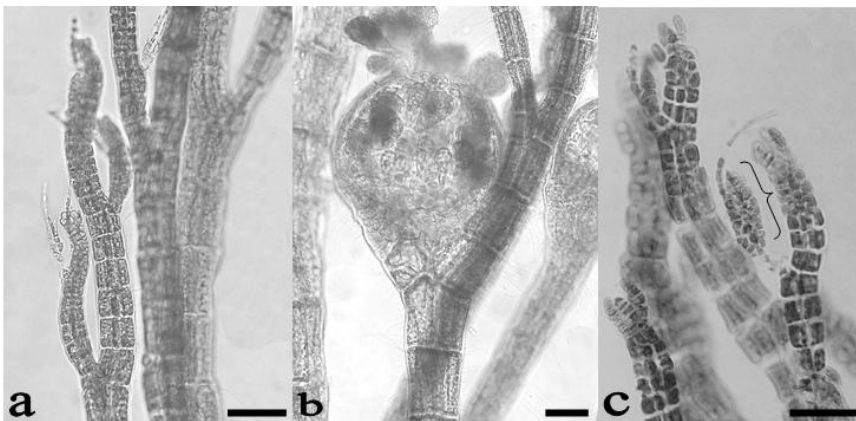


Figura 28. *Polysiphonia denudata*: **a.** Porción del talo con ramas y tricoblastos. **b.** Rama con cistocarpo. **c.** Estiquidio espermatangial (llave) naciendo de un tricoblasto. Escala: 50  $\mu\text{m}$  en figuras a y b; 40  $\mu\text{m}$  en figura c.

Familia Wrangeliaceae

Tribu Griffithsieae

Género *Anotrichium* Nägeli, 1862

30. *Anotrichium tenue* (C. Agardh) Nägeli, 1862: 399 (**Fig. 29**)

Basionimo: *Griffithsia tenuis* C. Agardh, 1828: 131 (como '*Griffithsia*').

Sinónimos: *Griffithsia schimperi* Reinbold, 1907: 576-577, pl. 58: fig. 3-5; *Anotrichium tenue* var. *thyrsigerum* (Thwaites ex Harvey) H.S. Kim & I.K. Lee, 1992: 159; *Anotrichium celianum* I.A. Abbott & R.E. Norris, 1993: 459, fig. 19-21 (as '*celiana*').

Talo filamentoso simple, de crecimiento postrado, color rojo brillante, traslúcido. Los ejes postrados se fijan por uno o dos rizoides unicelulares, terminados en digitaciones, de longitud variable, nacen del extremo proximal de la célula axial o de su parte media. Ejes postrados con células de (117)139-165(174)  $\mu\text{m}$  de diámetro por 560-680  $\mu\text{m}$  de largo. Filamentos erectos, escasos, de 3-5 mm de alto. Células apicales en forma de domo, verticilos de filamentos estériles en las 3-4 células previas al ápice.

Nota: El diámetro de los filamentos es menor a lo indicado por Littler & Littler (2000: 142), 200-300  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los mismos autores mencionan que es un epífita común de algas mayores.

**Localidad, fecha y hospedero:** Gallega, 25/05/2016, epífita de *Laurencia obtusa*.

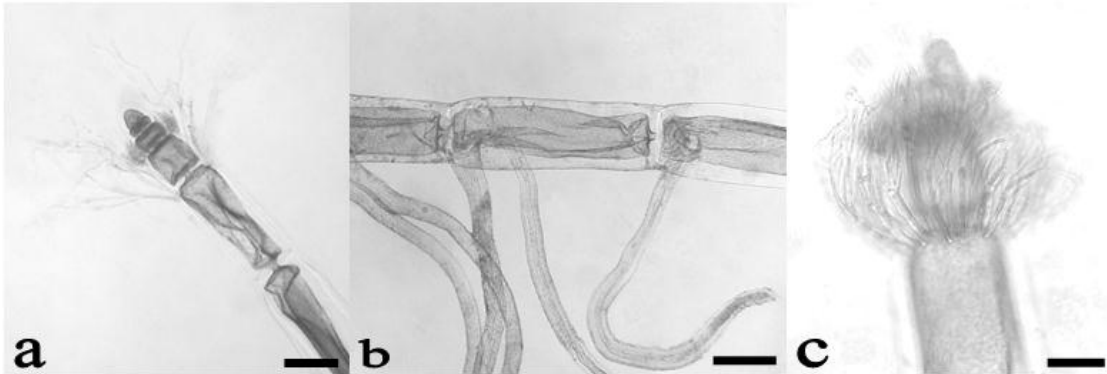


Figura 29. *Anotrichium tenue*: **a.** Porción apical del eje principal. **b.** Eje postrado con rizoides. **c.** Verticilos de filamentos estériles. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figura a; 200  $\mu\text{m}$  en figura b; 50  $\mu\text{m}$  en figura c.

Tribu Wrangelieae

Género *Wrangelia* C. Agardh, 1828

31. *Wrangelia argus* (Montagne) Montagne, 1856: 444 (**Fig. 30**)

Basiónimo: *Griffithsia argus* Montagne in Barker-Webb & Berthelot, 1841: 176, pl. 8, fig. 4.  
Sinónimo: *Callithamnion beauii* P. Crouan & H. Crouan in Schramm & Mazé, 1865: 7.

Talo filamentoso uniaxial, corticado, de crecimiento erecto, de 4-7 mm de alto. Se fija por medio de rizoides digitados, pero también se generan rizoides de los nodos de ramas verticiladas, por lo cual el eje principal pasa a ser un eje postrado. Células de los ejes principales 130-143  $\mu\text{m}$  de diámetro por 357-391  $\mu\text{m}$  de largo. Corticación formada por filamentos rizoidales cerca del eje axial. Células axiales 80-90  $\mu\text{m}$  de diámetro y 150-250  $\mu\text{m}$  de largo. Cada célula axial presenta verticilos de ramas que se ramifican dicotómicamente de cuatro a cinco veces, terminando en células puntiagudas que a veces se caen.

\*Tetrasporangios esféricos u oblongos, rodeados por filamentos involucrales, tetraédricamente divididos, de 57-70  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Localidad, fecha y hospedero:** Topatillo, 02/06/2010, epífita de *Laurencia* sp.1.

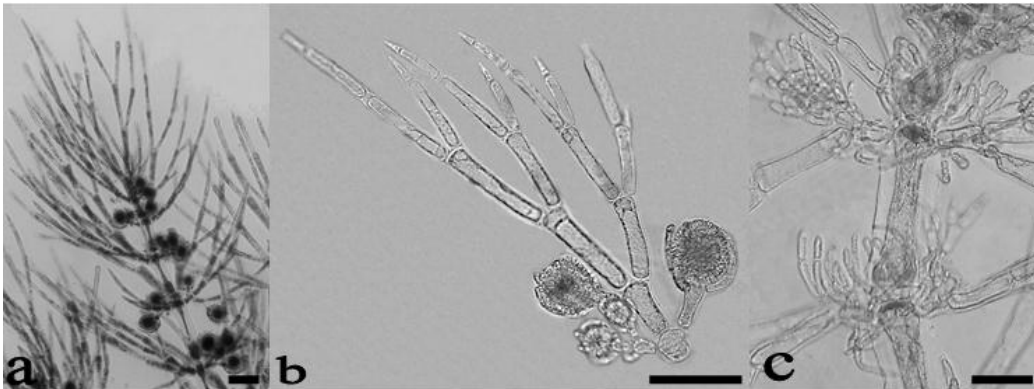


Figura 30. *Wrangelia argus*: **a.** Ramas con tetrasporangios. **b.** Detalle de la estructura de una rama. **c.** Filamentos rizoidales sobre el eje axial. Escala: 100  $\mu\text{m}$  en figuras a, b y c.

Familia Cystocloniaceae

Género *Hypnea* J.V. Lamouroux

32. *Hypnea valentiae* (Turner) Montagne, 1841: 161 (**Fig. 31**)

Basiónimo: *Fucus valentiae* Turner, 1808-1809: 17, pl. 78.

Sinónimo: *Hypnea musciformis* var. *valentiae* (Turner) Harvey, 1834: 153-154; *Hypnea adunca* J. Agardh, 1885: 81, adnot.; *Hypnea californica* Kylin, 1941: 20, pl. 6, fig. 16.

Talo de crecimiento decumbente, de 6-7 mm de alto, con ramas erectas cortas y enredadas entre sí. Adherido al hospedero por discos de fijación en diferentes puntos de las ramas. No se

distingue un eje principal. Los ejes más gruesos de 282-304  $\mu\text{m}$  de diámetro; ramas de 161-217  $\mu\text{m}$  de diámetro, adelgazándose abruptamente y terminando en una célula apical evidente. Las ramas cortas tienen aspecto de dedos doblados. Ramificación irregular. En corte transversal, organización polisifónica, con 6-7 células pericentrales; célula axial de 36.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, células pericentrales oblongas con 68-78(97)  $\mu\text{m}$  en su porción más ancha y 97-109  $\mu\text{m}$  de largo. Una capa de células subcorticales más anchas que altas, (29)34-41(48)  $\mu\text{m}$  de ancho por 22-24  $\mu\text{m}$  de alto y una capa de células corticales de 9.7-12  $\mu\text{m}$  de ancho por 7.3  $\mu\text{m}$  de alto.

\*Cistocarpos esféricos, ostiolados, terminales o laterales sobre las ramas, 350-500  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Localidad, fecha y hospedero:** Pájaros, 22/07/2008, epífita de *Laurencia obtusa*.

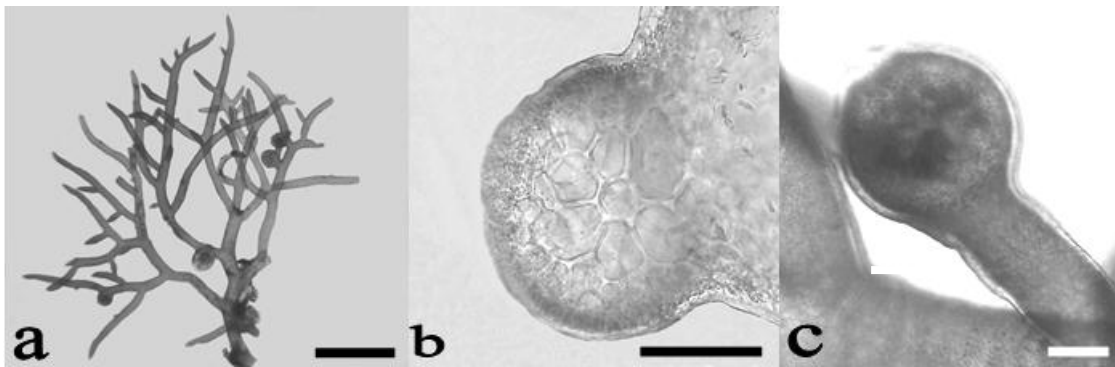


Figura 31. *Hypnea valentiae*: **a.** Aspecto del talo. **b.** Corte transversal mostrando organización polisifónica. **c.** Cistocarpo terminal ostiolado. Escala: 2 mm en figura a; 100  $\mu\text{m}$  en figuras b y c.

Orden Gracilariales

Familia Gracilariaceae

Género *Gracilariophila* Setchell & H.L. Wilson

### 33. *Gracilariophila* sp. (Fig. 32)

Plantas de 1mm de diámetro, formando abultamientos semiesféricos con superficie rugosa o espinosa, se presentan solos o en conglomerados de cinco o más protuberancias. Color similar al del hospedero o bien, coloración blanquecina. Los abultamientos se observan principalmente en la porción basal de las ramas del hospedero. El talo parásito consta de células medulares elípticas de 21-25  $\mu\text{m}$  de diámetro por 25-29  $\mu\text{m}$  de largo, a veces las células medulares y las subcorticales con aspecto estrellado por las sinapsis que forman con las células contiguas. Corteza formada por 4-6



capas de células, la más superficial de 2.5  $\mu\text{m}$  de ancho por 12  $\mu\text{m}$  de largo, el resto son células alargadas de 2-3  $\mu\text{m}$  de ancho por 30-35  $\mu\text{m}$  de largo, arregladas en hileras paralelas entre sí. Las células medulares se observan en un continuo con las del hospedero.

**Localidad, fecha y hospedero:** Ingeniero, 22/02/2015, 30/06/2015, 31/08/2015, parásita de *Gracilaria* sp.

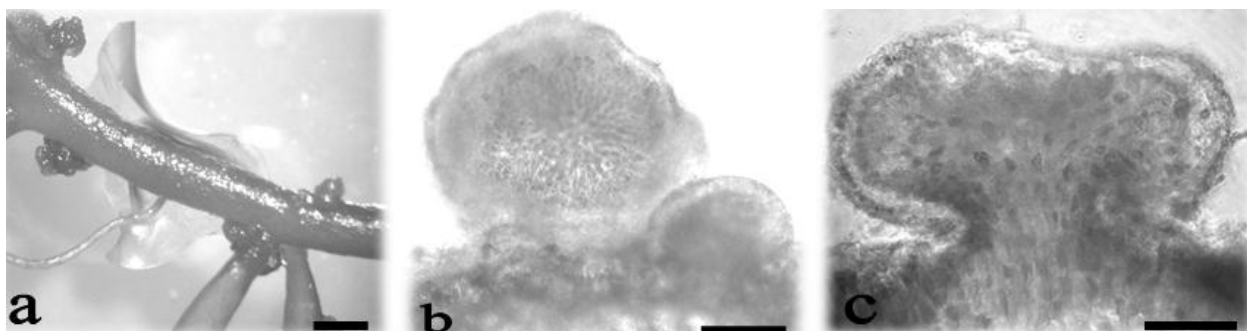


Figura 32. *Gracilariophila* sp.: **a.** Aspecto de las protuberancias formadas por el alga parásita sobre el hospedero. **b.** Aspecto externo del alga parásita. **c.** Corte mostrando la continuidad de la médula entre la parásita y el hospedero. Escala: 2 mm en figura a; 35  $\mu\text{m}$  en figura b; 20  $\mu\text{m}$  en figura c.

## 6.2 Familias y grupos funcionales

Las 32 especies de epífitas corresponden a 24 géneros y pertenecen a 12 familias de algas rojas; la única especie parásita encontrada pertenece a la familia Gracilariaceae (Tabla 3). Las familias con el mayor número de especies fueron Rhodomelaceae con 10 y Ceramiaceae con siete, las otras familias estuvieron representadas por una o dos especies (Figura 33). El grupo funcional predominante en las epífitas fue el filamentos, ya que 28 de las 32 especies presentaron ese tipo de talo, dos pertenecen a las macroalgas corticadas (pseudoparenquimatosas) y una al tipo costroso (Tabla 3). El talo del alga parásita, debido a su forma de crecimiento, no se puede asignar a un grupo funcional determinado puesto que crece integrado al talo de su hospedero.

Las especies epífitas mostraron una talla pequeña: 12 de ellas tuvieron talos de menos de 1 mm de altura (se incluye a *Sahlingia subintegra* y *Pneophyllum fragile*, las cuales forman discos o costras); 13 midieron de 1.1-5 mm de alto, tres de 5.1-10 mm y, cuatro de 1.1-5.0 cm de altura (Tabla 4).

**Tabla 3.** Familia y grupo funcional al que pertenecen las especies de algas epífitas rojas y la parásita encontradas en el PNSAV. \*Caso particular que no coincide con la propuesta de Steneck y Dethier (1994).

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Grupo funcional</b>
Stylonemataceae	<i>Chroodactylon ornatum</i> <i>Stylonema alsidii</i>	Filamentoso
Erythrotrichiaceae	<i>Erythrotrichia carnea</i> <i>Sahlingia subintegra</i>	Filamentoso *Disco pseudoparenquimatoso
Corallinaceae	<i>Pneophyllum fragile</i>	Costroso
Acrochaetiaceae	<i>Acrochaetium microscopicum</i>	Filamentoso
Colaonemataceae	<i>Colaonema gracile</i> <i>Colaonema hallandicum</i>	Filamentoso Filamentoso
Callithamniaceae	<i>Crouania attenuata</i> <i>Crouanophycus latiaxis</i>	Filamentoso
Ceramiaceae	<i>Callithamniella tingitana</i> <i>Centroceras gasparrinii</i> <i>Centroceras</i> sp. <i>Ceramium cruciatum</i> <i>Ceramium nitens</i> <i>Ceramium</i> sp. <i>Gayliella mazoyerae</i>	Filamentoso
Dasyaceae	<i>Dasya collinsiana</i>	Filamentoso
Delesseriaceae	<i>Taenioma nanum</i>	Filamentoso
Rhodomelaceae	<i>Dipterosiphonia rigens</i> <i>Herposiphonia delicatula</i> <i>Herposiphonia</i> cf. <i>secunda</i> <i>Lophosiphonia</i> cf. <i>obscura</i> <i>Neosiphonia</i> cf. <i>ferulacea</i> <i>Neosiphonia gorgoniae</i> <i>Neosiphonia sertularioides</i> <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> <i>Polysiphonia denudata</i> <i>Laurencia decumbens</i>	Filamentoso       Macroalga corticada
Wrangeliaceae	<i>Anotrichium tenue</i> <i>Wrangelia argus</i>	Filamentoso
Cystocloniaceae	<i>Hypnea valentiae</i>	Macroalga corticada
Gracilariaceae	<i>Gracilariophila</i> sp.	*

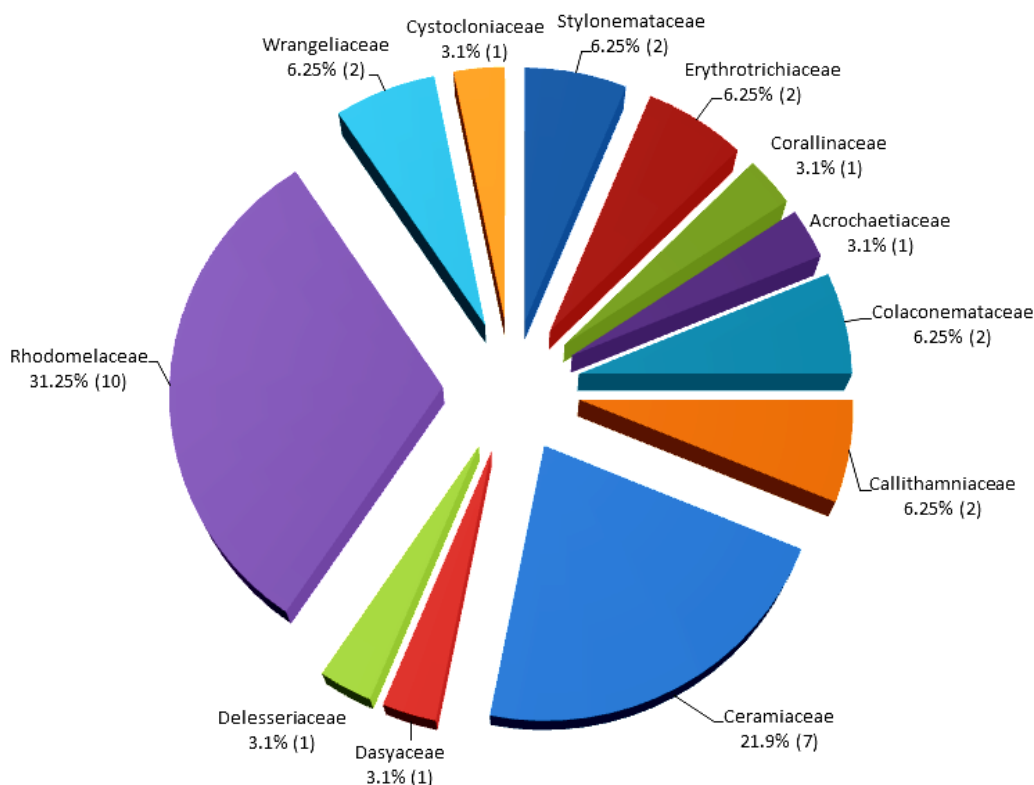


Figura 33. Número de especies de epífitas rojas (entre paréntesis) por familia y su proporción respecto al total de especies encontradas.

**Tabla 4.** Altura del talo de las diferentes especies de algas epífitas rojas, localizadas en el PNSAV. Se presenta de acuerdo con el valor máximo del intervalo de altura: primero hasta 1000  $\mu\text{m}$ , segundo de 1.1-5 mm, tercero de 5.1-10 mm y cuarto de 1.1-5.0 cm.

Especie	Altura del talo
<i>Sahlingia subintegra</i>	2-3 $\mu\text{m}$ (grosor del disco)
<i>Pneophyllum fragile</i>	25 $\mu\text{m}$ (grosor de la costra)
<i>Acrochaetium microscopicum</i>	60-108 $\mu\text{m}$
<i>Colaçonema hallandicum</i>	163-350 $\mu\text{m}$
<i>Neosiphonia sertularioides</i>	650 $\mu\text{m}$
<i>Stylonema alsidii</i>	630-720 $\mu\text{m}$
<i>Colaçonema gracile</i>	700-800 $\mu\text{m}$
<i>Centroceras</i> sp.	700-800 $\mu\text{m}$
<i>Chroodactylon ornatum</i>	500-850 $\mu\text{m}$
<i>Herposiphonia delicatula</i>	650-850 $\mu\text{m}$
<i>Taenioma nanum</i>	850-1000 $\mu\text{m}$
<i>Crouanophycus latiaxis</i>	1000 $\mu\text{m}$
<i>Dipterosiphonia rigens</i>	1.3 mm

<i>Herposiphonia</i> cf. <i>secunda</i>	0.7-1.3 mm
<i>Erythrotrichia carnea</i>	0.3-1.5 mm
<i>Gayliella mazoyerae</i>	1.5 mm
<i>Callithamniella tingitana</i>	0.8-1.85 mm
<i>Laurencia decumbens</i>	1.1-2 mm
<i>Ceramium cruciatum</i>	2 mm
<i>Lophosiphonia</i> cf. <i>obscura</i>	2.3 mm
<i>Neosiphonia gorgoniae</i>	1-2.4 mm
<i>Centroceras gasparrinii</i>	2.2-2.5 mm
<i>Ceramium</i> sp.	2.6-5 mm
<i>Anotrichium tenue</i>	3-5 mm
<i>Crouania attenuata</i>	5 mm
<i>Wrangelia argus</i>	4-7 mm
<i>Hypnea valentiae</i>	6-7 mm
<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>	7-9 mm
<i>Neosiphonia</i> cf. <i>ferulacea</i>	1.2 cm
<i>Ceramium nitens</i>	1.1-1.4 cm
<i>Polysiphonia denudata</i>	2 cm
<i>Dasya collinsiana</i>	2-5 cm

### 6.3 Especies hospederas

Se encontraron un total de 30 especies hospederas que corresponden a 21 géneros. Dentro de las especies, *Laurencia obtusa* presentó el mayor número de epífitas (19), seguida de *L. microcladia* (6), *Dasya collinsiana* (6) y *Digenea simplex* (5). Ocho especies más presentaron tres especies epífitas, cuatro especies hospederas tuvieron dos diferentes especies epífitas y las restantes 13 especies presentaron una sola especie epífita.

Considerando el epifitismo por géneros, *Laurencia* presentó el mayor número de epífitas, ya que sus especies en conjunto sostenían 23 de las especies epífitas descritas (Tabla 5). Le siguen los géneros *Dasya* y *Neosiphonia* con seis, y *Digenea* e *Hypnea* con cinco especies, respectivamente; los géneros restantes presentaron tres, dos o una sola especie de epífita (Figura 34).

**Tabla 5.** Especies de algas hospederas y especies de epífitas rojas que crecen sobre ellas en los arrecifes estudiados del PNSAV. \*Talos muy jóvenes por lo cual no se describieron.

No.	Especie hospedera	Especie epífita
1	<i>Laurencia obtusa</i>	<i>Acrochaetium microscopicum</i> , <i>Anotrichium tenue</i> , <i>Callithamniella tingitana</i> , <i>Ceramium cruciatum</i> , <i>Ceramium nitens</i> , <i>Ceramium</i> sp., <i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Colaçonema gracile</i> , <i>Colaçonema hallandicum</i> , <i>Crouania attenuata</i> , <i>Dipterosiphonia rigens</i> ,

		<i>Erythrotrichia carnea</i> , <i>Gayliella mazoyerae</i> , <i>Herposiphonia delicatula</i> , <i>Hypnea valentiae</i> , <i>Laurencia decumbens</i> , <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> , <i>Sahlingia subintegra</i> , <i>Stylonema alsidii</i>
2	<i>Laurencia microcladia</i>	<i>Acrochaetium microscopicum</i> , <i>Ceramium cruciatum</i> , <i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Colaonema gracile</i> , <i>Gayliella mazoyerae</i> , <i>Pneophyllum fragile</i>
3	<i>Dasya collinsiana</i>	* <i>Acanthophora</i> sp., <i>Centroceras gasparrinii</i> , <i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Gayliella mazoyerae</i> , * <i>Laurencia</i> sp., <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>
4	<i>Digenea simplex</i>	* <i>Acanthophora</i> sp., <i>Centroceras gasparrinii</i> , <i>Dasya collinsiana</i> , * <i>Laurencia</i> sp., <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>
5	<i>Agardhiella subulata</i>	<i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Neosiphonia gorgoniae</i> , <i>Polysiphonia denudata</i>
6	<i>Anotrichium tenue</i>	<i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Erythrotrichia carnea</i> , <i>Sahlingia subintegra</i>
7	<i>Centroceras</i> sp.	<i>Acrochaetium microscopicum</i> , <i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Colaonema hallandicum</i>
8	<i>Ceramium cruciatum</i>	<i>Acrochaetium microscopicum</i> , <i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Erythrotrichia carnea</i>
9	<i>Laurencia</i> sp. 1	<i>Pneophyllum fragile</i> , <i>Taenioma nanum</i> , <i>Wrangelia argus</i>
10	<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>	<i>Acrochaetium microscopicum</i> , <i>Erythrotrichia carnea</i> , <i>Neosiphonia sertularioides</i>
11	<i>Polysiphonia denudata</i>	<i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Erythrotrichia carnea</i> , <i>Sahlingia subintegra</i>
12	<i>Pterocliadiella sanctarum</i>	<i>Ceramium cruciatum</i> , <i>Crouanophycus latiaxis</i> , <i>Pneophyllum fragile</i>
13	<i>Wrangelia argus</i>	<i>Ceramium cruciatum</i> , <i>Erythrotrichia carnea</i> , <i>Gayliella mazoyerae</i>
14	<i>Hypnea musciformis</i>	<i>Gayliella mazoyerae</i> , <i>Neosiphonia gorgoniae</i>
15	<i>Laurencia</i> sp. 2	<i>Colaonema hallandicum</i> , <i>Centroceras</i> sp.
16	<i>Neosiphonia</i> sp.	<i>Acrochaetium microscopicum</i> , <i>Erythrotrichia carnea</i>
17	<i>Acanthophora spicifera</i>	<i>Polysiphonia denudata</i>
18	<i>Amphiroa</i> sp.	<i>Herposiphonia</i> cf. <i>secunda</i>
19	<i>Chroodactylon ornatum</i>	<i>Erythrotrichia carnea</i>
20	<i>Gelidium pusillum</i>	<i>Pneophyllum fragile</i>
21	<i>Grateloupia filicina</i>	<i>Gayliella mazoyerae</i>
22	<i>Herposiphonia</i> cf. <i>secunda</i>	<i>Acrochaetium microscopicum</i>
23	<i>Hypnea valentiae</i>	<i>Ceramium cruciatum</i>
24	<i>Hypnea</i> sp. 1	<i>Herposiphonia</i> cf. <i>secunda</i>
25	<i>Hypnea</i> sp. 2	<i>Polysiphonia denudata</i>
26	<i>Jania</i> sp.	<i>Lophosiphonia</i> cf. <i>obscura</i>
27	<i>Neosiphonia</i> cf. <i>ferulacea</i>	<i>Gayliella mazoyerae</i>
28	<i>Palisada perforata</i>	<i>Ceramium nitens</i>
29	<i>Pterocliadiella</i> sp.	<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>
30	<i>Titanophycus validus</i>	<i>Neosiphonia</i> cf. <i>ferulacea</i>

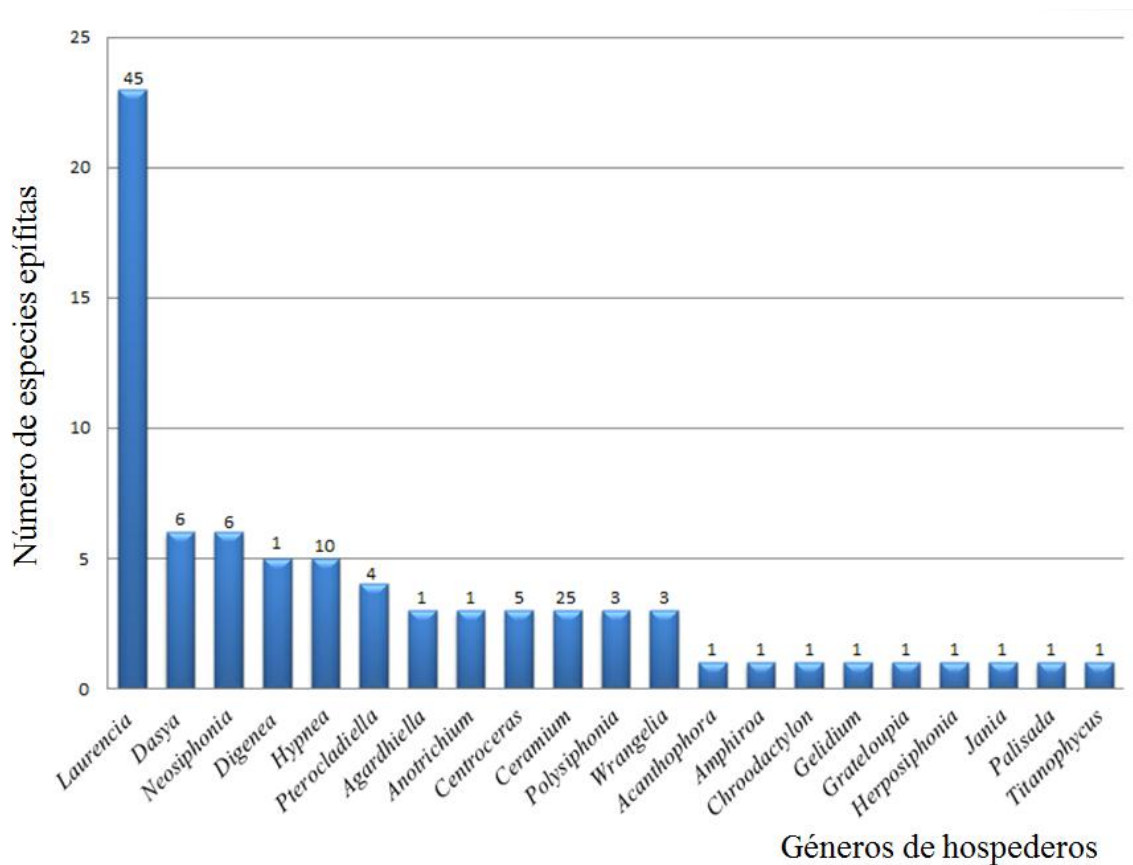


Figura 34. Número de especies epífitas encontradas sobre los distintos géneros de hospederos recolectados en los arrecifes del PNSAV. Sobre las columnas se muestra el número de talos revisados por cada género.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Catálogo ilustrado de algas rojas epífitas y parásitas del PNSAV

A partir de la identificación de las especies, fue evidente que varias de ellas mostraron dimensiones menores a las indicadas en la literatura (Taylor, 1960; Dawes & Mathieson, 2008); sin embargo, se tiene certeza de su identidad debido a que sus características diagnósticas coincidieron y presentaban estructuras reproductoras. En el caso de *Herposiphonia* cf. *secunda*, *Lophosiphonia* cf. *obscura* y *Neosiphonia* cf. *ferulacea* se asignaron los epítetos a cada espécimen de acuerdo a los caracteres morfológicos que presentaron y los cuales coincidían con las descripciones dadas por Taylor (1960) y Schneider y Searles (1991); sin embargo, no se contó con

ejemplares en reproducción o con material suficiente para realizar los cortes necesarios que permitieran confirmar la identidad de las especies.

Albis-Salas & Gavio (2015) indican que las diferencias en dimensiones y características morfológicas respecto a las descripciones originales de las algas pueden representar una variabilidad normal en la población o revelar posibles especies crípticas. Otra posible razón de la morfología tan cambiante entre las algas es que no en todos los biotopos y las estaciones del año es posible encontrar la misma morfología de las especies o la presencia de estructuras reproductoras (Cabrera *et al.*, 2006).

## 7.2 Familias con mayor número de especies

La predominancia de las familias Rhodomelaceae, Ceramiaceae y Corallinaceae en términos del número de especies en las algas rojas epífitas es patente en varios trabajos, que se han realizado en distintas localidades costeras o insulares del océano Atlántico (Morales-Ayala & Viera-Rodríguez, 1989; Montañés *et al.*, 2003; Quan-Young *et al.*, 2006; Menezes de Széchy & Faria de Sá, 2008; Fricke *et al.*, 2011; Diez-García *et al.*, 2013). Los resultados de este trabajo coincidieron con los estudios anteriormente mencionados en lo que respecta a las familias Rhodomelaceae y Ceramiaceae ya que de las 32 especies de epífitas determinadas, 10 pertenecen a **Rhodomelaceae** y siete a **Ceramiaceae** (Tabla 3), en contraste, se encontró solo una especie de la familia **Corallinaceae**, lo cual puede deberse a que los hospederos sobre los que crece no se encontraban en las muestras revisadas, ya que suelen crecer sobre hospederos de otros grupos de algas o pastos marinos (Diez-García *et al.*, 2013; Mateo-Cid *et al.*, 2013).

De las familias restantes de epífitas ubicadas en este estudio, las representadas por dos especies fueron Stylonemataceae, Erythrotrichiaceae, Colaonemataceae, Callithamniaceae y Wrangeliaceae; de las que se encontró una sola especie fueron, Acrochaetiaceae, Dasyaceae, Delesseriaceae y Cystocloniaceae (Tabla 3), lo cual también concuerda con los resultados documentados en los trabajos señalados previamente (Morales-Ayala & Viera-Rodríguez, 1989; Montañés *et al.*, 2003; Quan-Young *et al.*, 2006; Menezes de Széchy & Faria de Sá, 2008; Fricke *et al.*, 2011; Diez-García *et al.*, 2013).

La especie parásita encontrada en este estudio, *Gracilariophila* sp., se encontró creciendo en las porciones basales e intermedias de las ramas de *Gracilaria* sp. en arrecife Ingeniero en febrero, junio y agosto de 2015. No se logró identificar la especie debido a que sólo se contó con la descripción de *Gracilariophila oryzoides* Setchell & H.L. Wilson de Fredericq *et al.* (1989), bastante completa, y la descripción original de *G. gardneri* Setchell (1923) la cual, en contraste, carece de medidas y se refiere principalmente a las estructuras reproductoras, las cuales no fueron observadas en los ejemplares encontrados. Las especies *G. oryzoides* y *G. gardneri* se distinguen con base en el modo de penetración del hospedero y la configuración espermatangial (Fredericq *et al.*, 1989) pero no hubo manera de contrastar esta información. En cuanto a la literatura, Wynne (2011) señala que *G. oryzoides* se distribuye en el Atlántico oeste al igual que *G. gardneri*, con todo, la única referencia que se encontró para esta región del Atlántico fue la de Ganesan (1990) (Guiry & Guiry, 2016), quien reporta a *G. gardneri* para Venezuela. Por otro lado, Dreckman y Sentés (2014) indican que ambas especies se distribuyen en México únicamente en la costa del Pacífico.

Es importante señalar que tanto el número de especies epífitas encontradas, como el de las familias a las que pertenecen, pudo verse afectado por la naturaleza de las muestras con las que se trabajó y por el número de individuos de las especies hospederas que fueron revisadas. Como se indicó antes, las muestras de macroalgas fueron recolectadas con el fin de estudiar a las diatomeas y dinoflagelados bentónicos fijos a ellas, por lo que no se siguió un método de muestreo específico como los usados por Montañés *et al.* (2003) y Diez-García *et al.* (2013) en los que utilizaron cuadrantes y transectos; en este caso, los posibles hospederos para los organismos de interés se recolectaron al azar. Este hecho pudo significar que el muestreo de las especies hospederas no fuera representativa de los arrecifes o que no se recolectaran todas las macroalgas que potencialmente podrían ser hospederos de epífitas rojas.

La curva de acumulación de especies calculada con el estimador Chao 2 (Figura 35) permitió inferir que el número de especies epífitas que se esperaba encontrar sería de 48 especies, aproximadamente, por lo tanto, las 32 especies encontradas significaron el 66.7% del total posible.



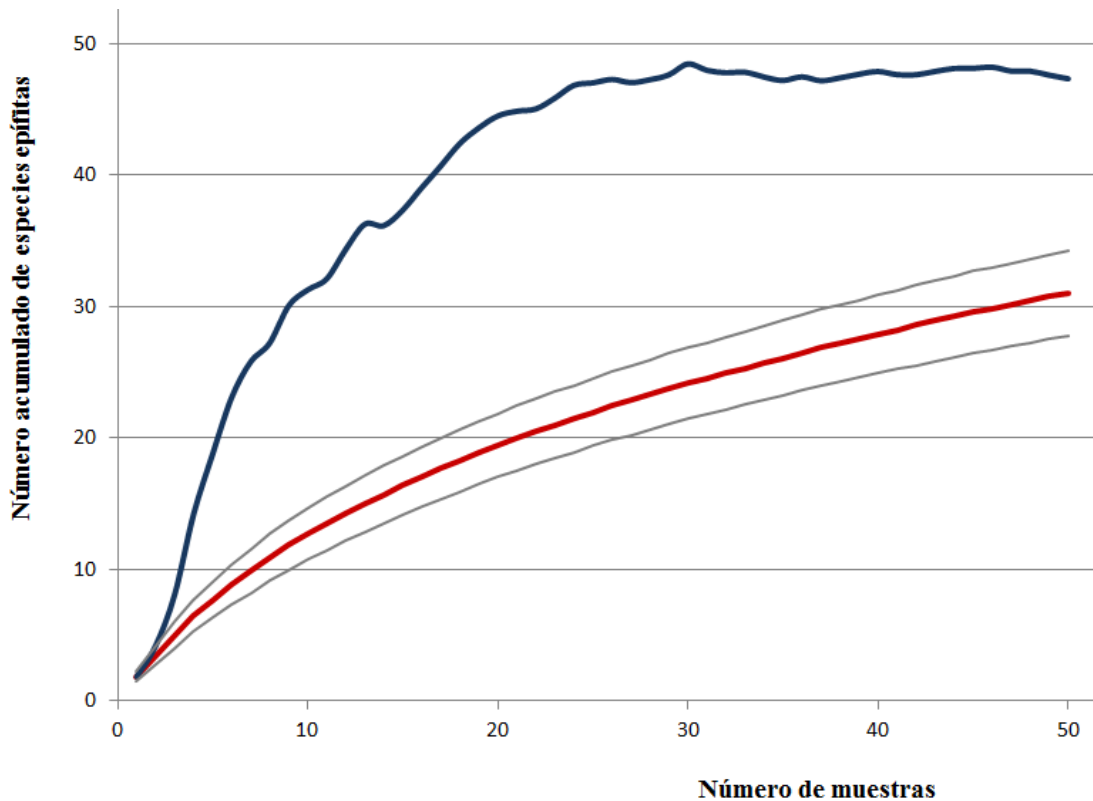


Figura 35. Número acumulado de especies epífitas calculadas y observadas para las 50 muestras de los arrecifes del PNSAV revisadas. En azul se indica la curva de acumulación de especies teórica; en rojo la curva de acumulación de especies observadas y en gris el error estándar calculado con un 95% de confianza.

Tomando en cuenta este último dato, el listado de especies epífitas emanado de este trabajo puede considerarse representativo de la flora epifítica del PNSAV debido al porcentaje que representa. Las especies epífitas que consideradas en este trabajo corresponden a la fracción que tiene como hospederos a otras algas rojas. En trabajos como los de Mateo-Cid *et al.* (2013), Mendoza-González *et al.* (2013), Quan-Young *et al.* (2006) y Suárez *et al.* (2015) las epífitas rojas que crecen sobre otras macroalgas rojas son 14, 24, 42 y 59, respectivamente. Las primeras dos cifras corresponden al estado de Campeche, una de las localidades más cercanas al PNSAV que se han estudiado; las últimas dos cifras pertenece a zonas arrecifales, Bajo Pepito en Isla Mujeres Quintana Roo y al archipiélago cubano. Estas dos últimas cantidades proporcionan una referencia

del número de especies epífitas que se podrían encontrar en el PNSAV debido a que provienen de ambientes similares y geográficamente próximos.

### 7.3 Grupos funcionales

De acuerdo con la clasificación de grupos funcionales (Steneck & Dethier, 1994), el grupo filamentoso predominó entre las especies epífitas del PNSAV (Tabla 3). Esto, y las tallas pequeñas observadas en ellas, coinciden con lo señalado por Littler y Littler (1980) en cuanto a que las epífitas son organismos oportunistas caracterizados por tener talos relativamente simples y pequeños. Por su parte, Lee (2008) menciona que, en los mares tropicales las algas rojas (con excepción de las formas calcáreas masivas) son mayormente formas filamentosas pequeñas. Menezes de Széchy y Faria de Sá (2008) también encontraron a los talos filamentosos como los más representativos en Bahía de Isla Grande, Río de Janeiro.

En el PNSAV se encontraron especies de los géneros *Chroodactylon*, *Stylonema*, *Erythrotrichia*, *Colaconema*, *Crouania*, *Centroceras*, *Gayliella*, *Ceramium*, *Herposiphonia*, *Neosiphonia* y *Polysiphonia*, las cuales son epífitas comunes en distintas localidades del Atlántico (Morales-Ayala & Viera-Rodríguez, 1989; Mateo-Cid *et al.*, 1996; Montañés *et al.*, 2003; Quan-Young *et al.*, 2006; Fricke *et al.*, 2011; Diez-García *et al.*, 2013, Galicia-García *et al.*, 2013; Mateo-Cid *et al.*, 2013; Suárez *et al.*, 2015).

Es importante aclarar que, si bien predominaron los talos filamentosos, en las Rhodophyta estos talos pueden ser simples o ramificados, dentro de estos últimos se distinguen filamentos con ejes uniaxiales o multiaxiales, de los cuales nacen ramas de crecimiento limitado (Scagel *et al.*, 1987). *Erythrotrichia carnea* consiste en un filamento simple (que no se ramifica), mientras que *Chroodactylon ornatum*, *Stylonema alsidii*, *Acrochaetium microscopicum* y *Colaconema hallandicum* tienen talos ramificados erectos. Se presentaron también talos uniaxiales ramificados como los de *Crouania attenuata*, *Crouanophycus latiaxis*, *Callithamniella tingitana*, *Wrangelia argus* y *Dasya collinsiana*, este último parece más complejo debido a que presenta corticación.

Por su parte, *Centroceras* consta de un cladoma uniaxial con células periaxiales a su alrededor y corticación continua; *Ceramium* y *Gayliella* presentan corticación parcial por lo que se distinguen nodos e internodos. *Dipterosiphonia*, *Herposiphonia* y *Lophosiphonia* se distinguen por presentar

ejes postrados de los cuales nacen ramas erectas, todos con una organización polisifónica. Este tipo de organización es también característica de *Neosiphonia* y *Polysiphonia*, los cuales pueden tener un crecimiento erecto, o ejes erectos, que parten de un eje postrado.

La especie costrosa *Pneophyllum fragile* se encontró creciendo sobre varias especies de *Laurencia* y *Pterocladiaella sanctarum* como pequeños parches aislados. Fricke *et al.* (2011) reportaron a *Hydrolithon farinosum* (J.V. Lamouroux) Penrose & Y.M. Chamberlain, creciendo sobre 16 especies diferentes.

El grupo funcional de las macroalgas corticadas (talos pseudoparenquimatosos) dentro de las epífitas estuvo representado por los géneros *Laurencia* e *Hypnea*, aunque también se observaron pequeños talos de *Acanthophora* J.V. Lamouroux. Este tipo de talos se encontraron creciendo sobre algas bien desarrolladas del género *Laurencia* y de *Digenea simplex*.

#### **7.4 Especies hospederas**

En los diferentes arrecifes del PNSAV *Laurencia microcladia*, *L. obtusa*, *Laurencia* sp. 1 y *Laurencia* sp. 2 fueron, en conjunto, el sustrato para 23 de las especies encontradas (Tabla 4). Estas especies hospederas presentaron un talo pseudoparenquimatoso de consistencia carnosa, abundantemente ramificado y con una altura de 4-11 centímetros. Esto concuerda con lo encontrado en Bajo Pepito, Quintana Roo (Quan-Young *et al.*, 2006), donde las macroalgas rojas utilizadas como hospederas por un mayor número de especies epífitas rojas fueron: *Yuzurua poiteaui*, (J.V. Lamouroux) Martin-Lescanne con 23, *Digenea simplex* con 22 y *Laurencia obtusa* con 15. Diez-García *et al.* (2013) por su parte, reportaron para Cuba el número más grande de especies epífitas rojas sobre *Palisada perforata* (Bory) K.W. Nam con 33, *Digenea simplex* con 21 y *Laurencia obtusa* con 12; estos autores concluyen que la riqueza de especies epífitas más grande se encontró sobre las macroalgas con talos más complejos. Los géneros *Palisada* K.W. Nam y *Yuzurua* (Nam) Martin-Lescanne anteriormente se denominaban *Laurencia* y pertenecen al llamado “complejo *Laurencia*” (Sentíes-Granados & Fujii, 2002) el cual incluye a géneros que son morfológicamente similares, por tanto, se puede considerar que lo observado en el PNSAV coincide con los trabajos citados.

En la Tabla 5, se aprecia que en el PNSAV se encontraron sobre *Laurencia obtusa* 19 especies epífitas, el cual es un número mayor a las 15 especies encontradas por Quan-Young *et al.* (2006) y a las 12 especies reportadas por Díez-García *et al.* (2013). Estos datos evidencian que *L. obtusa* es un hospedero común para diversas especies tanto del golfo de México como del mar Caribe. Por su parte, *L. microcladia* había sido reportada como hospedero de *Gayliella mazoyerae* por Mendoza-González y Mateo-Cid (1985) (Tabla 6), lo cual coincide con lo encontrado en este estudio.

Acerca de *Digenea simplex*, Dreckman y Senties (1994) comentan que es la especie que presenta la flora epífita más diversa de todas las macroalgas tropicales mexicanas. Esto es evidente en los trabajos de Quan-Young *et al.* (2006) y Díez-García *et al.* (2013) que se realizaron en localidades caribeñas, sin embargo, en otras localidades del golfo de México (Tabla 6), en total se han reportado tres especies epifitándola (*Jania adhaerens* J.V. Lamouroux, *J. rubens* (L.) J.V. Lamouroux y *Ceramium nitens*) (Tabla 6). En este estudio, *D. simplex* solo presentó cinco especies epífitas, pero esto pudo deberse a que dentro del stock de muestras que se revisaron solamente se encontró un ejemplar de arrecife de Enmedio.

Otras especies hospederas de epífitas rojas reportadas en el PNSAV son, para arrecife Verde, *Gelidiopsis variabilis* (Greville ex J. Agardh) F. Schmitz, *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux, *Trichogloea herveyi* W.R. Taylor (Mateo-Cid *et al.*, 1996) y *Bryothamnion triquetrum* (S.G. Gmelin) M. Howe para arrecife Cabezo (García-García *et al.*, 2013) sobre la cual se encontraron cuatro diferentes epífitas rojas. Lo que tienen en común estos hospederos es que todos tienen ramificación abundante y, con excepción de *T. herveyi* los demás constan de un talo firme.

En el caso de *Acanthophora* y *Titanophycus* Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood, también tienen talos bastante ramificados, sin embargo, sólo se encontró una especie epifitándolas; esto pudo deberse a que los talos se encontraban en buenas condiciones, ya que como observan Mateo-Cid *et al.* (1996), las poblaciones de algas en decadencia son más sensibles a ser epifitadas. Por otro lado, sobre *Dasya collinsiana*, un alga filamentosa de construcción compleja (su eje principal es uniaxial y presenta corticación), se encontraron seis especies de epífitas, ésta especie a diferencia de *Acanthophora* y *Titanophycus* se observó con cierto grado de deterioro.

Sobre las especies hospederas restantes, se encontraron tres, dos o una sola especie epífita. Se puede observar que estos hospederos tienen talos filamentosos con diferentes grados de construcción, talos carnosos y otros con talos calcificados (Tabla 4). Dentro de los filamentosos destacan *Neosiphonia gorgoniae* y *N. sphaerocarpa* debido a que han sido reportadas para el golfo de México como hospederos de las epífitas más pequeñas y delicadas (Tabla 6). Esta diversidad de hospederos y de las epífitas que sostienen puede deberse a que la idoneidad de los mismos depende de sus características morfológicas, el grado de ramificación, su rugosidad, textura de la superficie e incluso la producción de sustancias alelopáticas (Lobban & Harrison, 1994).

Se ha sugerido, que la longevidad del hospedero debe ser suficiente para permitir que los epífitos completen su ciclo de vida, y que incluso podría ser causante de la ausencia de epífitas en las algas anuales y efímeras (Mateo-Cid *et al.*, 2013), estos autores han observado que en algunas algas pardas y fanerógamas marinas el nivel de epifitismo es mayor cuando la superficie y la biomasa es más grande. La gran mayoría de las algas epífitas encontradas en este trabajo, son algas filamentosas de ciclo de vida corto, por lo que corresponde el hecho de que se establezcan preferentemente sobre macroalgas de consistencia firme (carnosas, coriáceas o calcificadas) y con ramificación abundante (lo cual aumenta la superficie) ya que le da mayor oportunidad de completar su ciclo de vida.

**Tabla 6.** Relación de algas epífitas rojas que crecen sobre otras algas rojas reportadas para el golfo de México. **1** Humm & Hildebrand, 1962; **2** Mendoza-González & Mateo-Cid, 1985; **3** Mateo-Cid *et al.*, 1996; **4** Galicia-García *et al.*, 2013; **5** Mateo-Cid *et al.*, 2013; **6** Mendoza-González *et al.*, 2013; **7** el presente trabajo.

<b>Especie de epífita</b>	<b>Especie hospedera y fuente de información</b>
1 <i>Chroodactylon ornatum</i>	<i>Neosiphonia gorgoniae</i> <sup>2</sup> ; <i>Agardhiella subulata</i> , <i>Anotrichium tenue</i> , <i>Centroceras</i> sp., <i>Ceramium cruciatum</i> , <i>Dasya collinsiana</i> , <i>Laurencia microcladia</i> , <i>L. obtusa</i> , <i>Polysiphonia denudata</i> <sup>7</sup> .
2 <i>Stylonema alsidii</i>	<i>Neosiphonia gorgoniae</i> <sup>2</sup> ; <i>Gelidiopsis variabilis</i> <sup>3</sup> ; <i>Ceratodictyon intricatum</i> <sup>4</sup> ; <i>Callithamnion corimbosum</i> , <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> <sup>5</sup> ; <i>Dasya rigidula</i> <sup>6</sup> ; <i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
3 <i>Erythrotrichia carnea</i>	<i>Callithamnion corimbosum</i> , <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> <sup>5</sup> ; <i>Amphiroa fragilissima</i> , <i>Ceratodictyon planicaule</i> , <i>Crouania attenuata</i> , <i>Gelidium corneum</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Laurencia obtusa</i> <sup>6</sup> ; <i>Anotrichium tenue</i> , <i>Ceramium cruciatum</i> , <i>Chroodactylon ornatum</i> , <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> , <i>Neosiphonia</i> sp., <i>Polysiphonia denudata</i> , <i>Wrangelia argus</i> <sup>7</sup> .

4	<i>Sahlingia subintegra</i>	<i>Anotrichium tenue</i> , <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Polysiphonia denudata</i> <sup>7</sup> .
5	<i>Amphiroa fragilissima</i>	<i>Ceratodictyon planicaule</i> <sup>6</sup> .
6	<i>Pneophyllum fragile</i>	<i>Bryothamnion triquetrum</i> <sup>4</sup> ; <i>Gelidium pusillum</i> , <i>Laurencia microcladia</i> , <i>L. obtusa</i> , <i>Pterocliadiella sanctarum</i> <sup>7</sup> .
7	<i>Hydrolithon fariosum</i>	<i>Gelidium americanum</i> <sup>2</sup> .
8	<i>Jania adhaerens</i>	<i>Digenea simplex</i> , <i>Galaxaura rugosa</i> , <i>Trichogloea herveyi</i> <sup>3</sup> ; <i>Gracilaria mammillaris</i> <sup>5</sup> ; <i>Bryothamnion seaforthii</i> , <i>Digenea simplex</i> <sup>6</sup> .
9	<i>J. cubensis</i>	<i>Bryothamnion triquetrum</i> <sup>4</sup> ; <i>Bostrychia tenella</i> <sup>5</sup> ; <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> <sup>6</sup> .
10	<i>J. rubens</i>	<i>Digenea simplex</i> <sup>5</sup> ; <i>Bryothamnion seaforthii</i> <sup>6</sup> .
11	<i>Acrochaetium microscopicum</i>	<i>Hypnea musciformis</i> <sup>1</sup> ; <i>Neosiphonia gorgoniae</i> <sup>2</sup> ; <i>Ceratodictyon planicaule</i> <sup>6</sup> ; <i>Centroceras</i> sp., <i>Ceramium cruciatum</i> , <i>Herposiphonia</i> cf. <i>secunda</i> , <i>Laurencia microcladia</i> , <i>L. obtusa</i> , <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> , <i>Neosiphonia</i> sp. <sup>7</sup> .
12	<i>Colaconema gracile</i>	<i>Laurencia microcladia</i> , <i>L. obtusa</i> <sup>7</sup> .
13	<i>Colaconema hallandicum</i>	<i>Laurencia obtusa</i> <sup>4</sup> ; <i>Centroceras micracanthum</i> , <i>Palisada denudata</i> <sup>6</sup> ; <i>Centroceras</i> sp., <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Laurencia</i> sp. 2 <sup>7</sup> .
14	<i>Colaconema hypneae</i>	<i>Gelidium crinale</i> <sup>6</sup> .
15	<i>Crouania attenuata</i>	<i>Bryothamnion seaforthii</i> <sup>6</sup> ; <i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
16	<i>Crouanophycus latiaxis</i>	<i>Pterocliadiella sanctarum</i> <sup>7</sup> .
17	<i>Callithamniella tingitana</i>	<i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
18	<i>Aglaothamnion cordatum</i>	<i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> .
19	<i>Centroceras gasparrinii</i>	<i>Dasya collinsiana</i> , <i>Digenea simplex</i> <sup>7</sup> .
20	<i>Centroceras micracanthum</i>	<i>Ceratodictyon planicaule</i> , <i>C. variabile</i> , <i>Hypnea spinella</i> <sup>6</sup> .
21	<i>Centroceras</i> sp.	<i>Laurencia</i> sp. 2 <sup>7</sup> .
22	<i>Ceramium cimbricum</i> f. <i>flaccidum</i>	<i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> .
23	<i>Ceramium cruciatum</i>	<i>Hypnea valentiae</i> , <i>Laurencia microcladia</i> , <i>L. obtusa</i> , <i>Pterocliadiella sanctarum</i> , <i>Wrangelia argus</i> <sup>7</sup> .
24	<i>Ceramium nitens</i>	<i>Digenea simplex</i> <sup>5</sup> ; <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Palisada perforata</i> <sup>7</sup> .
25	<i>Ceramium</i> sp.	<i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
26	<i>Gayliella flaccida</i>	<i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> .
27	<i>Gayliella mazoyerae</i>	<i>Hypnea cervicornis</i> , <i>Laurencia microcladia</i> <sup>2</sup> ; <i>Dasya collinsiana</i> , <i>Grateloupia filicina</i> , <i>Hypnea musciformis</i> , <i>Laurencia microcladia</i> , <i>L. obtusa</i> , <i>Neosiphonia</i> cf. <i>ferulacea</i> , <i>Wrangelia argus</i> <sup>7</sup> .
28	<i>Gayliella transversalis</i>	<i>Laurencia intricata</i> <sup>5</sup> .
29	<i>Dasya collinsiana</i>	<i>Digenea simplex</i> <sup>7</sup> .
30	<i>Dasya rigidula</i>	<i>Ceratodictyon variabile</i> , <i>Spyridia filamentosa</i> <sup>6</sup> .
31	<i>Taenioma nanum</i>	<i>Amphiroa fragilissima</i> <sup>1</sup> ; <i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> <sup>5</sup> ; <i>Laurencia</i> sp. 1 <sup>7</sup> .

32	<i>Dipterosiphonia rigens</i>	<i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
33	<i>Herposiphonia delicatula</i>	<i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
34	<i>Herposiphonia</i> cf. <i>secunda</i>	<i>Amphiroa</i> sp., <i>Hypnea</i> sp. <sup>17</sup> .
35	<i>Herposiphonia secunda</i> f. <i>tenella</i>	<i>Chondria polyrhiza</i> , <i>Dasya caraibica</i> , <i>Lophosiphonia obscura</i> <sup>5</sup> .
36	<i>Heterosiphonia crispella</i>	<i>Bostrychia tenella</i> , <i>Chondria polyrhiza</i> <sup>5</sup> .
37	<i>Laurencia decumbens</i>	<i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
38	<i>Laurencia intricata</i>	<i>Chondria polyrhiza</i> <sup>5</sup> .
39	<i>Lophosiphonia</i> cf. <i>obscura</i>	<i>Jania</i> sp. <sup>7</sup> .
40	<i>Neosiphonia</i> cf. <i>ferulacea</i>	<i>Titanophycus validus</i> <sup>7</sup> .
41	<i>Neosiphonia gorgoniae</i>	<i>Bryothamnion triquetrum</i> <sup>4</sup> ; <i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> ; <i>Agardhiella subulata</i> , <i>Hypnea musciformis</i> <sup>7</sup> .
42	<i>Neosiphonia sertularioides</i>	<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i> <sup>7</sup> .
43	<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>	<i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> ; <i>Dasya collinsiana</i> , <i>Digenea simplex</i> , <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Pteroclatiella</i> sp. <sup>7</sup> .
44	<i>Polysiphonia atlantica</i>	<i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> .
45	<i>Polysiphonia denudata</i>	<i>Amphiroa fragilissima</i> , <i>Callithamnion corymbosum</i> , <i>Ceratodictyon variabile</i> , <i>Meristotheca gelidium</i> <sup>6</sup> ; <i>Acanthophora spicifera</i> , <i>Agardhiella subulata</i> , <i>Hypnea</i> sp. <sup>2</sup> <sup>7</sup> .
46	<i>Polysiphonia pseudovillum</i>	<i>Bryothamnion triquetrum</i> <sup>4</sup> .
47	<i>Anotrichium tenue</i>	<i>Amphiroa fragilissima</i> , <i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> ; <i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
48	<i>Spongoclonium caribaeum</i>	<i>Meristotheca gelidium</i> <sup>6</sup> .
49	<i>Wrangelia argus</i>	<i>Amphiroa fragilissima</i> <sup>1</sup> ; <i>Laurencia</i> sp. <sup>1</sup> <sup>7</sup> .
50	<i>Hypnea musciformis</i>	<i>Acanthophora spicifera</i> <sup>5</sup> ; <i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> .
51	<i>Hypnea spinella</i>	<i>Gracilaria cervicornis</i> <sup>5</sup> ; <i>Ceratodictyon variabile</i> <sup>6</sup> .
52	<i>Hypnea valentiae</i>	<i>Laurencia obtusa</i> <sup>7</sup> .
53	<i>Champia parvula</i>	<i>Gracilaria bursa-pastoris</i> , <i>Laurencia intricata</i> <sup>5</sup> .

## 7.5 Nuevos registros

La distribución geográfica conocida para *Colaçonema gracile* corresponde al océano Atlántico (islas Canarias, islas Vírgenes, Venezuela y Florida), sin embargo, no hay registros de esta especie para el golfo de México (Fredericq *et al.*, 2009; Guiry & Guiry, 2016). *Crouanophycus latiaxis* se distribuye en el Atlántico tropical y subtropical en localidades como Puerto Rico, islas Vírgenes, Martinica, Belice, Brasil y se reportó para la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo, México; *Herposiphonia delicatula* se conoce solamente de Florida y Carolina del Norte, mientras que *Laurencia decumbens* se ha encontrado en Bermuda y Brasil (Ballantine *et al.*, 2002; Fredericq *et*

*al.*, 2009; Valadez-Cruz *et al.*, 2014; Guiry & Guiry, 2016). Por lo tanto, *Crouanophycus latiaxis* es un nuevo registro para el golfo de México, mientras que *Colaenema gracile*, *Herposiphonia delicatula* y *Laurencia decumbens* se consideran nuevos registros para la costa atlántica de México.

Con respecto a *Crouania attenuata*, esta especie se ha registrado en Florida, Islas del Caribe y golfo de México, en tanto que *Callithamniella tingitana* se distribuye en Carolina del Norte, el Caribe y el golfo de México (Fredericq *et al.*, 2009; Guiry & Guiry, 2016). *Centroceras gasparrinii* se presenta en Florida, México, Texas, Panamá, Antigua, Bermuda y Brasil, mientras que *Dasya collinsiana* ha sido reportada para Florida, el golfo de México, Bermuda, Islas del Caribe y Colombia. Por su parte, *Dipterosiphonia rigens* se encuentra en Florida, el Caribe, golfo de México y Brasil, y *Polysiphonia denudata* se conoce de Florida a Virginia, Belice, las islas del Caribe, Texas, golfo de México, Venezuela y Brasil, (Fredericq *et al.*, 2009; Guiry & Guiry, 2016). *Neosiphonia sertularioides* se ha registrado en Texas, Carolina del Norte, Belice, Costa Rica, Panamá, Cuba, Venezuela y Brasil (Guiry & Guiry, 2016) de modo que todas estas especies constituyen nuevos registros para el estado de Veracruz.

Finalmente, *Lophosiphonia obscura* es una especie epífita conocida de las islas Canarias, Islas Cabo Verde, Madeira, Texas (Norte América), el Caribe, Brasil y el golfo de México (Campeche), aún no ha sido reportada en Veracruz. Sin embargo, aun cuando el número de células pericentrales (12-14) quedan dentro del rango de 6-13 señalados en la literatura (Littler & Littler, 2000; Dawes & Mathieson, 2008), no se observó el penacho de tricoblastos en el margen de las ramas erectas y tampoco se observaron estructuras reproductoras, por lo que hasta no tener la certeza de su identidad, no se considerará como un nuevo registro.

Conjuntando los nuevos registros con las especies de algas rojas, que epifitan a otras algas rojas conocidas para arrecife Hornos, Sacrificios, Santiaguillo, Verde y Cabezo (Humm & Hildebrand, 1962; Mendoza-González & Mateo-Cid, 1985; Mateo-Cid *et al.*, 1996; Galicia-García *et al.*, 2013), para el PNSAV la cifra aumenta de 14 especies, que se conocían hasta 2013, a 36 especies. Un ejercicio similar para el golfo de México, incluyendo los trabajos sobre las aguas marinas de Campeche (Mateo-Cid *et al.*, 2013; Mendoza-González *et al.*, 2013), permite, ver que anteriormente se conocían 36 especies de estas epífitas y ahora se conocen 53.



## 8. Conclusiones

1. Con base en la revisión de las muestras recolectadas en 12 arrecifes coralinos del PNSAV en el suroeste del golfo de México, se prueba parcialmente la hipótesis planteada ya que las familias Rhodomelaceae y Ceramiaceae presentaron el mayor número de especies epífitas.
2. La familia de la especie parásita identificada, no coincidió con lo esperado pues se encontró a un miembro de la familia Gracilariaceae (*Gracilariophila* sp.) que parece distribuirse únicamente en arrecife Ingeniero.
3. Las algas epífitas rojas de la familia Corallinaceae no están bien representadas en las muestras estudiadas de los arrecifes del PNSAV.
4. Las 32 especies de epífitas identificadas corresponden al 66.7% de las especies epífitas rojas que se esperaba encontrar en el PNSAV.
5. El grupo funcional predominante entre las especies epífitas rojas en los arrecifes del PNSAV estudiados es el filamentoso (28 especies de 32).
6. La mayoría de las especies de algas rojas epífitas en el PNSAV (25 especies) tienen tallas menores a los 5 mm; se sugiere que los nuevos registros y las nuevas especies se pueden encontrar sobre todo dentro de este grupo.
7. Las especies hospederas abundantemente ramificadas y de estructura compleja (*Laurencia*, *Dasya*, *Digenea*, *Hypnea*) presentan el mayor número de especies epífitas; se espera que en futuras investigaciones la mayor parte de las especies epífitas se encontrarán sobre estos géneros.
8. Los nuevos registros de algas epífitas (11), para el Atlántico mexicano (*Colaçonema gracile*, *Herposiphonia delicatula*, *Laurencia decumbens*), para el golfo de México (*Crouanophycus latiaxis*) y para el estado de Veracruz (*Crouania attenuata*, *Callithamniella tingitana*, *Centroceras gasparrinii*, *Dasya collinsiana*, *Dipterosiphonia rigens*, *Polysiphonia denudata*, *Neosiphonia sertularioides*), evidencian la necesidad de estudios de este grupo ecológico.

## 9. Literatura citada

- Adey, W.H., T. Masaki & A. Hidetsuga. 1974. *Ezo epiyessoense*, a new parasitic genus and species of Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales). *Phycologia* 13(4): 329-344.
- Aguilar-Rosas, R., L.E. Aguilar-Rosas, G.E. Ávila-Serrano, O. González-Yajimovich & F. Becerril-Bobadilla. 2010. Macroalgas submareales de la bahía de Todos Santos, Baja California, México. *Rev. Mex. Biodivers.* 81(3): 601-618.
- Albis-Salas, M.R. & B. Gavio. 2015. Notes on the marine algae of the International Biosphere Reserve Seaflower, Caribbean Colombia IV: new records of macroalgal epiphytes on the seagrass *Thalassia testudinum*. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 44(1): 55-70.
- Anderson, L.M. & P.T. Martone. 2014. Biomechanical consequences of epiphytism in intertidal macroalgae. *J. Exp. Biol.* 217: 1167-1174.
- Apt, K.E. & K.E. Schleich. 1998. *Ululania stellata* gen. et sp. nov. (Rhodomelaceae), a new genus and species of parasitic red algae from Hawaii. *Phycologia* 37(3): 157-161.
- Báez, J.C. & A. Flores-Moya. 2003. Macroalgas epibiónticas. <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iespablocicasso/2003/articulos/18.pdf> (consultado el 21 de agosto de 2014).
- Ballantine, D.L., H. Ruiz & M.J. Wynne. 2002. Notes on the marine algae of Puerto Rico VII. Seven new records of benthic Rhodophyta. *Caribb. J. Sci.* 38(3-4): 252-256.
- Blouin, N.A. & C.E. Lane. 2012. Red algal parasites: models for a life history evolution that leaves photosynthesis behind again and again. *Bioessays* 34: 226-235.
- Bold, H.C. & M.J. Wynne. 1985. *Introduction to the algae: Structure and reproduction*. Prentice-Hall, New Jersey, USA. 720 pp.
- Borowitzka, M.A. & R.C. Lethbridge. 1989. Seagrass epiphytes. In: Larkum, A.W.D., A.J. McComb & S.A. Shepherd (eds.). *Sea-grasses: with special reference to the Australasian region*. Elsevier/North Holland, Amsterdam. Pp. 458-499.
- Børgesen, F. 1915. The marine algae of the Danish West Indies. Part 3. Rhodophyceae (1). *Dansk Botanisk Arkiv* 3: 1-80, fig. 1-86.

- Bula-Meyer, G. 1985. *Champiocolax sarae* gen. et sp. nov., an adelphohemiparasite of the Champiaceae (Rhodymeniales, Rhodophyta). *Phycologia* 24(4): 429-435.
- Cabrera, R., A. Moreira, J. Primelles & A.M. Suárez. 2006. Variaciones morfológicas y estructuras reproductoras en algas marinas. *Materiales de herbario. Rev. Invest. Mar.* 27(1): 13-18.
- Carvajal-Hinojosa, E. 2004. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/CGMA/DIFUSION/ENPS/RAMSAR/SITIO%20RAMSAR%20SISTEMA%20ARRECIFAL%20VERACRUZANO.PDF> (consultado el 25 de octubre de 2014).
- Cho, T., S. Boo, M. Hommersand, C. Maggs, L. McIvor & S. Fredericq. 2008. *Gayliella* gen. nov. in the tribe Ceramiaceae (Ceramiaceae, Rhodophyta) based on molecular and morphological evidence. *J. Phycol.* 44: 721-738.
- Collins, F.S. & A.B. Hervey. 1917. The algae of Bermuda. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 53: 1-195, 6 pls.
- Correa, J.A. 1994. Infections by pigmented algal endophytes: misuse of concepts and terminology. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 67: 4-8.
- Darley, W. 1987. *Biología de las algas, enfoque fisiológico*. Limusa, México. 236 pp.
- Dawes, C.J. & A.C. Mathieson. 2008. *The seaweeds of Florida*. University Press of Florida. Gainesville, USA. viii + 591 pp., 51 pl.
- De Bary, A. 1879. *Die Erscheinung der Symbiose*. Verlag von Karl J. Triebner.
- Diez-García, Y.L., A.J. Capote, A.M. Suárez-Alfonso, L.M. Gómez-Luna & M.T. Fujii. 2013. Distribution of epiphytic macroalgae on the thalli of their hosts in Cuba. *Acta Bot. Bras.* 27(4): 815-826.
- De la Campa de Guzmán, S. 1965. Notas preliminares sobre un reconocimiento de la flora marina del Estado de Veracruz. *Anales Inst. Nac. Invest. Biol.-Pesq.* 1: 9-49, 28 mapas, 1 tab.
- Dreckmann, K.M. & A. Senties. 1994. El alga *Digenea simplex* (Ceramiaceae: Rhodomelaceae) en México: variación biogeográfica. *Rev. Biol. Trop.* 42(3): 443-453.

- Dreckmann, K.M. & A. Senties. 2014. Biodiversity of Gracilariaceae (Rhodophyta) in Mexico. *Rev. Mex. de Biodivers.* 85: 69-75.
- Fredericq, S., M.H. Hommersand & J.N. Norris. 1989. Morphological observations on the adelphoparasite *Gracilariophila oryzoides* (Gracilariales, Rhodophyta). *Jap. J. Phycol.* 37: 167–179.
- Fredericq, S., T.O. Cho, S.A. Earle, C.G. Frederico, D.M. Kraysky, L.E. Mateo-Cid, A.C. Mendoza-González, J.N. Norris & A.M. Suárez. 2009. Seaweeds of the Gulf of Mexico. In: Tunnell, J.W. Jr., D.L. Felder & S. A. Earle (eds.). *Gulf of Mexico origin, waters and biota*. Vol. 1. Biodiversity. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies Series, Texas A&M University Press. Corpus Christi, USA. pp. 187-259.
- Fricke, A., T.V. Titlyanova, M.M. Nugues & K. Bischof. 2011. Depth-related variation in epiphytic communities growing on the brown alga *Lobophora variegata* in a Caribbean coral reef. *Coral Reefs* 30(4): 967-973.
- Fritsch, F.F. 1945. *The structure and reproduction of the algae*, Vol. II. Cambridge University Press, London, United Kingdom. 929 pp.
- Galicia-García, C. & A. Morales-García. 2007. Investigaciones sobre macroalgas realizadas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. En: Granados-Barba, A., L. Abarca-Arenas & J.M. Vargas-Hernández. (eds.). *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Campeche, México. Pp. 141-160.
- Galicia-García, C., N.M. Robinson & Y.B. Okolodkov. 2013. New records of red algae (Rhodophyta) for Cabezo Reef, National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. *Acta Bot. Mex.* 102: 39-76.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios S.A. México D.F. pp.46-52.
- García, M. & A. Huérfano. 2006. *Callithamniella tingitana* (Schousb. ex Bornet) Feldmann-Mazoyer (Ceramiales, Rhodophyta), nuevo registro de género y especie para la costa venezolana. *Hoehnea* 33(1): 1-6, 10 figs.

- Godínez-Ortega, J.L., P. Ramírez-García & K. Pedraza-Venegas. 2009. Cambios en la flora béntica de arrecife Hornos (Veracruz, México). *Rev. Esp. Cienc. Quím. Biol.* 12(2): 59-65.
- Goff, L.J. 2011. *Algal symbiosis. A continuum of interaction strategies.* Cambridge University Press. New York. 226 pp.
- Goff, L.J. & A.W. Coleman. 1984. Transfer of nuclei from a parasite to its host. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 81(17): 5420-5424.
- Goff, L.J. & A.W. Coleman. 1985. The role of secondary pit connections in red algal parasitism. *J. Phycol.* 21: 483-508.
- Goff, L.J. & A.W. Coleman. 1995. Fate of parasite and host organelle DNA during cellular transformation of red algae by their parasites. *The Plant Cell* 7(11): 1899-1911.
- González, M.A. & L.J. Goff. 1989. The red algal epiphytes *Microcladia coulteri* and *M. californica* (Rhodophyceae, Ceramiaceae). I. Taxonomy, life history and phenology. *J. Phycol.* 25: 545-558.
- Graham, L.E. & L.W. Wilcox. 2000. *Introduction to the algae.* Algae. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA. 640 pp.
- Granados-Barba, A., L.G. Abarca-Arenas & J.M. Vargas-Hernández (eds.). 2007. *Investigaciones científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano.* Universidad Autónoma de Campeche. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Campeche, Campeche, México. 304 pp.
- Granados-Barba, A., L.D. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal & C. González-Gándara (eds.). 2015. *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México.* Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, Campeche, México. 366 pp.
- Guimarães, S.M.P.B., M.T. Fujii, D. Pupo & N.S. Yokoya. 2004. Reavaliação das características morfológicas e suas implicações taxonômicas no gênero *Polysiphonia sensu lato* (Ceramiales,

- Rhodophyta) do litoral dos Estados de São Paulo e Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 27(1): 163-183.
- Guiry, M.D. & G.M. Guiry. 2016. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (consultado el 27 de mayo de 2016).
- Hollenberg, G.J. 1968. An account of the species of the red alga *Herposiphonia* occurring in the central and western tropical Pacific Ocean. *Pacific Science* 22: 536-559, 25 fig.
- Huerta, L. 1962. Lista preliminar de las algas marinas del litoral del estado de Veracruz. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 25: 39-45.
- Huerta, L. & A.M. Garza-Barrientos. 1966. Algas marinas del litoral del estado de Campeche. *Ciencia (México)* 24(5-6): 193-200.
- Huerta, L., M.L. Chávez & M.E. Sánchez-Rodríguez. 1977. Algas marinas de la Isla de Enmedio, Veracruz. En: *Mem. Congr. Nac. Oceanogr.* (Guaymas, Sonora, México, 1974). 5: 314-325.
- Humm, H.J. & H.H. Hildebrand. 1962. Marine algae from the gulf coast of Texas and Mexico. *Publ. Inst. Mar. Sci.* 8: 227-268.
- Joly, A.B. 1967. Géneros da algas marinas da costa atlântica latinoamericana. Universidad de Sao Paulo, Brasil. 461 pp.
- Kim, M.S. & G.Y. Cho. 2010. A new red alga parasite, *Symphycolax koreana* gen. et sp. nov. (Rhodomelaceae, Ceramiales), from Korea. *Algae* 25(3): 105-113.
- Kugrens, P. 1982. *Leachiella pacifica* gen. et sp. nov., a new parasitic red alga from Washington and California. *Amer. J. Bot.* 69(2): 306-319.
- Lee, R.E. 2008. *Phycology*. 4th edition. Cambridge University Press. Cambridge, U.S.A. 560 pp.
- Lehman, R.L. & J.W. Tunnell, Jr. 1992. Species composition and ecology of the macroalgae of Enmedio Reef, Veracruz, Mexico. *Texas J. Sci.* 44(4): 445-457.
- Leonardi, P.I., A.B. Miravalles, S. Faugeron, V. Flores, J. Beltrán & J.A. Correa. 2006. Diversity, phenomenology and epidemiology of epiphytism in farmed *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) in northern Chile. *Eur. J. of Phycol.* 41(2): 247-257.

- Littler, M.M. & D.S. Littler. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *Am. Nat.* 116: 25-44.
- Littler, D.S. & 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. Washington, D.C., USA. 542 pp.
- Lobban, C.S. & P.J. Harrison. 1994. Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 366 pp.
- Magurran, A.E., 2004. Measuring biological diversity. Blackwell publishing. Malden, U.S.A. 256 pp.
- Mateo-Cid, L.E., A.C. Mendoza-González & C. Galicia-García. 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Bot. Mex.* 36: 59-75.
- Mateo-Cid, L.E. 2006. Estudio taxonómico de los géneros *Neogoniolithon*, *Spongites* y *Pneophyllum* (Corallinales, Rhodophyta) en la costa del Atlántico de México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F., México. 161 pp.
- Mateo-Cid, L.E. & A.C. Mendoza-González. 2009. Revisión de las especies mexicanas de *Pneophyllum* Kützing (Corallinales, Rhodophyta). *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 44(3): 603-618.
- Mateo-Cid, L.E., A.C. Mendoza-González, A.G. Ávila-Ortiz & S. Díaz-Martínez. 2013. Algas marinas bentónicas del litoral de Campeche, México. *Acta Bot. Mex.* 104: 53-92.
- Mendoza-González, A.C. & 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.
- Mendoza-González, A.C., L.E. Mateo-Cid & P.H. López Garrido. 2013. Algas marinas bentónicas asociadas a pecios y otras estructuras submareales de Campeche, México. *Acta Bot. Venez.* 3(2): 119-140.

- Menezes de Széchy, M.T. & A.D. Faria de Sá. 2008. Variação sazonal do epifitismo por macroalgas em una população de *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae, Fucales) da Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. *Oecologia Bras.* 12: 299-314.
- Montañés, M.A., J. Reyes & M. Sansón. 2003. La comunidad de epífitos de *Zonaria tournefortii* en el norte de Tenerife (islas Canarias); análisis florístico y comentarios sobre su epifauna. *Vieraea* 31: 121-132.
- Morales-Ayala, S. & M.A. Viera-Rodríguez. 1989. Distribución de los epífitos en *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss (Fucales, Phaeophyta) en punta de Gáldar (Gran Canaria, Islas Canarias). *Anales Jard. Bot. Madrid* 46(1): 107-113.
- Morrill, J. 1976. Notes on parasitic Rhodomelaceae, III: *Meridiocolax narcissus*, a new red alga parasitic on *Polysiphonia ferulacea* Suhr from the Florida Keys. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 127 (17): 233-248.
- Ng, P.-K., P.-E. Lim & S.-M. Phang. 2014. Radiation of the red algal parasite *Congracilaria babae* onto a secondary host species, *Hydropuntia* sp. (Gracilariaceae, Rhodophyta). *PLoS ONE* 9(5): 1-11.
- Ng, P.-K., P.-E. Lim & S.-M. Phang. 2015. The first report of the parasitic red alga *Gracilaria babae* (Rhodophyta: Gracilariaceae) from Singapore. *Raffles Bull. Zool.* 31: 7-15.
- Noble, J.M. & G.T. Kraft. 1983. Three new species of parasitic red algae (Rhodophyta) from Australia: *Holmsella australis* sp. nov., *Meridiocolax bracteata* sp. nov. and *Trichidium pedicellatum* gen. et sp. nov. *Brit. Phycol. J.* 18(4): 391-413.
- Norris, J. 2014. Marine algae of the northern Gulf of California II: Rhodophyta. *Smithsonian Contributions to Botany*. Smithsonian Institution Scholarly Press. Washington D.C. 555 pp.
- Nunes, J.M.C & S.M.B. Guimarães. 2008. Novas referências de rodofíceas marinhas bentônicas para o litoral brasileiro. *Biota Neotrop.* 8(4): 89-100.



- Oliveira-Filho, E.C. & Y. Ugadim. 1973. *Levringiella polysiphoniae* a new species of parasitic red algae (Rhodophyta-Rhodomelaceae) from Brazil. Boletim de Botanica da Universidade de São Paulo. Bol. Bot. 1: 95-99.
- Ortuño-Aguirre, C. & R. Riosmena-Rodríguez. 2007. Dinámica en el epifitismo de *Padina conrescens* (Dictyotales, Phaeophyta) en el sureste de la Península de Baja California, México. Cienc. Mar. 33(3): 311-317.
- Potin, P. 2012. Intimate associations between epiphytes, endophytes, and parasites of seaweeds. In: Seaweed biology. Springer, Berlin, Heidelberg. Pp. 203-234.
- Preuss, M. & G. Zuccarello. 2014. What's in a name? Monophyly of genera in the red algae: *Rhodophyllis parasitica* sp. nov. (Gigartinales, Rhodophyta); a new red algal parasite from New Zealand. Algae 29(4): 279-288.
- Quan-Young, L.I., M.A. Díaz-Martín & J. Espinoza-Ávalos. 2006. Algas epífitas de Bajo Pepito, Isla Mujeres, Quintana Roo, México. Rev. Biol. Trop. 54 (2): 317-328.
- Rojas-González, B. & J. Afonso-Carrillo. 2004. Morfología y distribución de *Dipterosiphonia dendritica*, *D. rigens* y *D. reversa* en las islas Canarias (Rhodophyta, Rhodomelaceae). Vieraea 32: 135-150.
- Salas-Pérez, J.J & A. Granados-Barba. 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz Reef System. Atmósfera 21(3): 281-301.
- Salomaki, E.D. & C.E. Lane. 2014. Are all red algal parasites cut from the same cloth? Acta Soc. Bot. Pol. 83(4): 369-375.
- Sánchez-Rodríguez, M.E. 1965. Flora marina de Monte Pío, Edo. de Veracruz, México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. 14: 9-18.
- SEGOB (Secretaría de Gobernación). 2012. Diario Oficial de la Federación. Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992, México.

- Sentíes-Granados, A. & M.T. Fujii. 2002. El complejo *Laurencia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en el Caribe mexicano. *Monografías Ficológicas* 1: 77-112.
- Sentíes, A. & K.M. Dreckmann. 2014. Biodiversidad de las macroalgas marinas de la familia Rhodomelaceae (Rhodophyta) en México. *Rev. Mex. Biodivers. Supl.* 85: S62-S68.
- Scagel, R.E., R.J. Bandoni, J.R. Maze, G.E. Rouse, W.B. Schofield & J.R. Stein. 1987. *El reino vegetal*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 778 pp.
- Schneider, C.W. & R.B. Searles. 1991. *Seaweeds of the southeastern United States: Cape Hatteras to Cape Canaveral*. Duke University Press. Durham, N.C., USA. xiv+553pp.
- Steneck, R.S. & M.N. Dethier. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos* 69: 476-498.
- Suárez, A.M., B. Martínez-Daranas & Y. Alfonso. 2015. *Macroalgas marinas de Cuba*. Editorial UH. La Habana, Cuba. 259 pp.
- Taylor, W.R. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. University of Michigan. Ann Arbor, USA. xi + 870 pp.
- Tsuda, R.T. & I. A. Abbott. 1985. Collection, handling, preservation, and logistics. In: Littler, M.M. & D.S. Littler (Eds.), *Handbook of phycological methods. Ecological field methods: macroalgae*. Cambridge, Cambridge University Press. USA. pp. 67-86.
- Tunnell, J.W. Jr. 2007. Reef distribution. In: Tunnell, J.W., Jr., E.A. Chávez & K. Withers (eds.). *Coral reefs of the southern Gulf of Mexico*. Texas A&M University Press, Corpus Christi, Texas, USA. Pp. 14-22.
- Valadez-Cruz, F., G. Rosiles-González & A. Ortega-Rubio. 2014. Diversidad de algas en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60: 23-36.
- Villalobos, A. 1971. Estudios ecológicos en un arrecife coralino en Veracruz, México. En: *Symposium on Investigations and Resources of the Caribbean Sea and Adjacent Regions*. CICAR, UNESCO, y FAO. Pp. 531-545.

Won, B., T. Cho & S. Fredericq. 2009. Morphological and molecular characterization of species of the genus *Centroceras* (Ceramiaceae, Ceramiales), including two new species. *J. Phycol.* 45: 227-250.

Wynne, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedw.* 140: 1-166.

Zuccarello, G.C., D. Moon & L.J. Goff. 2004. A phylogenetic study of parasitic genera placed in the family Choreocolacaceae (Rhodophyta). *J. Phycol.* 40: 937–945.

Zuccarello, G.C. & J.A. West. 1994. Comparative development of the red algal parasites *Bostrychiocolax australis* gen. et sp. nov. and *Dawsoniocolax bostrychiae* (Choreocolacaceae, Rhodophyta). *J. Phycol.* 30: 137-146.

**ANEXO I. Listado taxonómico de las especies epífitas y parásitas del PNSAV de los arrecifes Gallega, Blanquilla, Anegada de Adentro, Verde, Pájaros, Ingeniero, Anegada de Afuera, Topatillo, de Enmedio, Polo, Salmedina y Giote.**

Filum Rhodophyta

Clase Stylonematophyceae

Orden Stylonematales

Familia Stylonemataceae

Género *Chroodactylon* Hansgirg, 1885

1. *Chroodactylon ornatum* (C. Agardh) Basson, 1979: 67, pl. 9: fig. 52

Género *Stylonema* Reinsch, 1875

2. *Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M. Drew, 1956: 72

Clase Compsopogonophyceae

Orden Erythropeltales

Familia Erythrotrichiaceae

Género *Erythrotrichia* Areschoug, 1850, nom. Cons.

3. *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh, 1883:15

Género *Sahlingia* Kornmann, 1989

4. *Sahlingia subintegra* (Rosenvinge) Kornmann, 1989: 227, fig. 1, 6-13

Clase Florideophyceae

Orden Corallinales

Familia Corallinaceae

Género *Pneophyllum* Kützing, 1843

5. *Pneophyllum fragile* Kützing, 1843: 385

Orden Acrochaetiales

Familia Acrochaetiaceae

Género *Acrochaetium* Nägeli, 1858

6. *Acrochaetium microscopicum* (Nägeli ex Kützing) Nägeli in Nägeli & Cramer, 1858:

532

Orden Colaconematales

Familia Colaconemataceae

Género *Colaconema* Batters, 1896

7. *Colaconema gracile* (Børgesen) Ateweberhan & Prud'homme van Reine, 2005: 75

8. *Colaconema hallandicum* (Kylin) Afonso-Carillo, Sanson, Sangil & Diaz-Villa, 2007: 121, fig. 4-6

Orden Ceramiales

Familia Callithamniaceae

Tribu Crouanieae

Género *Crouania* J. Agardh, 1842

9. *Crouania attenuata* (C. Agardh) J. Agardh, 1842: 83

Género *Crouanophycus* Athanasiadis, 1998

10. *Crouanophycus latiaxis* (I.A. Abbott) A. Athanasiadis, 1998: 517

Familia Ceramiaceae

Tribu Dohrnelleae

Género *Callithamniella* Feldmann-Mazoyer, 1938

11. *Callithamniella tingitana* (Schousboe ex Bornet) Feldmann-Mazoyer, 1938: 1119

Tribu Ceramieae

Género *Centroceras* Kützing, 1842 '1841'

12. *Centroceras gasparrinii* (Meneghini) Kützing, 1849: 689 (fig. 3; 4; and 11, a-d).

13. *Centroceras* sp. Kützing, 1842 '1841'

Género *Ceramium* Roth, 1797, nom. et typ. cons.

14. *Ceramium cruciatum* Collins & Hervey, 1917: 144-145, pl. 4: fig. 27, 28

15. *Ceramium nitens* (C. Agardh) J. Agardh, 1851: 130

16. *Ceramium* sp. Roth, 1797

Género *Gayliella* T.O. Cho, L.J. McIvor & S.M. Boo, 2008

17. *Gayliella mazoyerae* T.O. Cho, Fredericq & Hommersand in Cho, Boo, Hommersand, Maggs, McIvor & Fredericq, 2008: 726, fig. 3a-e

Familia Dasyaceae

Género *Dasya* C. Agardh

18. *Dasya collinsiana* M. Howe, 1918: 524

Familia Delesseriaceae

Tribu Caloglosseae

Género *Taenioma* J. Agardh, 1863

19. *Taenioma nanum* (Kützing) Papenfuss, 1952: 179

Familia Rhodomelaceae

Tribu Herposiphonieae

Género *Dipterosiphonia* F. Schmitz & Falkenberg

20. *Dipterosiphonia rigens* (C. Agardh) Falkenberg, 1901: 325

Género *Herposiphonia* Nägeli, 1846

21. *Herposiphonia delicatula* Hollenberg, 1968: 540, 543, fig. 1A, B, 2H, 3

22. *Herposiphonia* cf. *secunda* (C. Agardh) Ambronn, 1880: 197, pl. 4: fig. 8, 11, 12

Tribu Laurencieae

Género *Laurencia* J. V. Lamouroux, 1813, nom. cons.

23. *Laurencia decumbens* Kützing, 1863: 18, pl. 51: fig. a, b

Tribu Polysiphonieae

Género *Lophosiphonia* Falkenberg, 1897

24. *Lophosiphonia* cf. *obscura* (C. Agardh) Falkenberg in F. Schmitz & Falkenberg, 1897: 460

Género *Neosiphonia* M.-S. Kim & I.K. Lee, 1999

25. *Neosiphonia* cf. *ferulacea* (Suhr ex J. Agardh) S.M. Guimarães & M.T. Fujii in Guimarães *et al.*, 2004: 165

26. *Neosiphonia gorgoniae* (Harvey) S.M. Guimarães & M.T. Fujii in Guimarães *et al.*, 2004: 168

27. *Neosiphonia sertularioides* (Grateloup) K.W. Nam & P.J. Kang, 2012: 87, fig. 51-53

28. *Neosiphonia sphaerocarpa* (Børgesen) M.-S. Kim & I.K. Lee, 1999: 280

Género *Polysiphonia* Greville, 1823

29. *Polysiphonia denudata* (Dillwyn) Greville ex Harvey in Hooker, 1833: 332

Familia Wrangeliaceae

Tribu Griffithsieae

Género *Anotrichium* Nägeli, 1862

30. *Anotrichium tenue* (C. Agardh) Nägeli, 1862: 399

Tribu Wrangelieae

Género *Wrangelia* C. Agardh, 1828

31. *Wrangelia argus* (Montagne) Montagne, 1856: 444

Familia Cystocloniaceae

Género *Hypnea* J. V. Lamouroux

32. *Hypnea valentiae* (Turner) Montagne, 1841: 161

Orden Gracilariales

Familia Gracilariaceae

33. *Gracilariophila* sp. Setchell & H.L. Wilson, 1910