



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

ESTUDIOS MORFOLÓGICOS EN *Gracilaria corticata*
(GRACILARIACEAE, RHODOPHYTA) DE LA PENÍNSULA DE ARAYA.
(Modalidad: Investigación)

DENICSE MERCEDES RODRÍGUEZ GÓMEZ

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2011

ESTUDIOS MORFOLÓGICOS EN *Gracilaria corticata*
(GRACILARIACEAE, RHODOPHYTES) DE LA PENÍNSULA DE ARAYA.

APROBADO POR:

Prof. Alexis Bellorín

Asesor

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS	vi
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	6
Área de estudio	6
Metodología de campo.....	7
Metodología de laboratorio	7
RESULTADOS	8
HÁBITAT	8
HÁBITO.....	8
ANATOMÍA VEGETATIVA.....	9
DESARROLLO ONTOGÉNICO MASCULINO	10
DESARROLLO DE LA POST-FERTILIZACIÓN.....	12
DETALLES ANATÓMICOS DEL CISTOCARPO	13
TETRASPORANGIOS	15
DISCUSION.....	16
MORFOLOGÍA.....	19
CARACTERES VEGETATIVOS	20
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPERMATANGIOS.....	20
CARACTERÍSTICAS DEL CISTOCARPO	22
CARACTERÍSTICAS DE LOS TETRASPORANGIOS.....	23
DESARROLLO DE LA RAMA CARPOGONIAL.....	24
CONCLUSIÓN.....	26
RECOMENDACIÓN	27

BIBLIOGRAFÍA.....	28
ANEXOS.....	33

DEDICATORIA

Dedico este triunfo a quienes en todo momento me llenaron de amor y apoyo, y por sobre todo me brindaron su amistad:

A Dios Todopoderoso por iluminarme el camino a seguir.

A mis Padres (Wilfredo y Denicse) y hermanos (Mario, Andrea, Wilfre, Gollo, Andrés y Nené), pilares fundamentales en mi vida, dignos ejemplos de trabajo y constancia. Gracias por incentivar el deseo del sueño anhelado. Este triunfo lo comparto con ustedes.

Al Prof. Alexis Bellorín, gracias por la enseñanza, la paciencia, apoyo y la amistad. Siempre le estaré agradecida.

A mis grandes amigas (os) Veru, Ingrid, Mary C, Oscarys, Annys, Jean C y Pepito, los cuales han sido más que una familia para mí ya que he compartido tantos momentos, y sé que puedo contar con ellas (os) al igual que ellas (os) conmigo, a Mariana, aunque ya no estemos tan juntos como antes, siempre estarás en mi corazón. Gracias por darme aliento para continuar luchando en esta vida que a veces parece terrible, pero recordemos que mientras contemos con nuestros amigos y familiares la vida siempre será hermosa.

A mis primos: Manuel, Ana Teresa, Mariel, Ibel, Jorge y Eudelia, por haber compartido tantos momentos de mi vida.

A mis sobrinas y sobrinos (Sofía Nazareth, Camila Valentina, Lino Alejandro, Daniel Alejandro y Andrés Daniel) son lo más bello que la vida me ha dado, nunca olviden que siempre estaré con ustedes en cada paso que den

en la vida y que ésto les sirva de ejemplo e inspiración para lograr todas sus metas. Nada es imposible. Los amo, Dios los bendiga.

Denicse Mercedes Rodríguez Gómez

AGRADECIMIENTO

Son tantas personas a las cuales debo parte de este triunfo y a las cuales les quiero agradecer, por lograr alcanzar mi culminación académica, la cual es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

Principalmente a Dios, quien ha sido mi posición firme de alcanzar esta meta.

Mis padres y hermanos por darme la estabilidad emocional, económica, sentimental, para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes. GRACIAS por darme la posibilidad de que de mi boca salga esa palabra...FAMILIA. Gracias a todos por su esfuerzo, apoyo y paciencia, se convirtió en mi triunfo y en el de todos.

A todos mis amigos pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre conmigo apoyándome en todas las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría, LOS RECUERDO.

A todo el personal del Departamento, profesores, en especial a **Oscar Chinchilla, Ivelise Guevara, Olga Gómez, Ángel Fariña, Julio Armas, Heidy, Mairin Lemus, María Iabichella, Sonia Subero**; a mis compañeros de la carrera (**Merys, Chuchi, Zurita y Miriángel**, gracias por soportarme) y a los de rumba (**Mengual, Alan, David, Oscarlina, Ana K Castro, Mely, Pichi y Abda**), los cuales de una u otra manera han contribuido a la realización de este trabajo.

A mi asesor de tesis y una de las personas que más admiro por su inteligencia y sus conocimientos, el **Profesor Alexis Bellorín**, a quien le debo el hecho de que este trabajo de grado tenga los menos errores posibles.

Gracias por ayudarme, apoyarme y por ser mi amigo.

Denicse Mercedes Rodríguez Gómez

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de muestreo de <i>Gracilaria corticata</i>	6
Figura 2. Hábito de <i>G. corticata</i> colectada en la Península de Araya.	9
Figura 3. Anatomía Vegetativa de <i>G. corticata</i>	10
Figura 4. Diferentes estadios de desarrollo en las estructura reproductiva masculina en.....	11
Figura 5. Corte transversal de la rama carpogonial en <i>G. corticata</i> (A-B).....	12
Figura 6. Diferentes estadios de desarrollo de las estructuras reproductiva femeninas en <i>G. corticata</i>	14
Figura 7. Corte transversal de una rama fértil de un tetrasporofito de <i>G. corticata</i> .(A-C).....	15

LISTA DE ABREVIATURAS

c: carpogonio.

cf: célula de fusión.

cge: células gonimoblásticas estériles.

ch: célula hipógina.

cic: célula inicial carposporangial.

cme: célula madre espermatangial.

cox 2-3: complejo citocromo oxidasa 2 – 3.

cs: célula de soporte.

e: espermatangio.

fl: filamentos laterales.

G. : *Gracilaria*.

P.: *Polycavernosa*.

pi: pericarpo interno.

rbcL: gen para la subunidad grande de la enzima ribulosa bifosfato carboxilasa oxigenasa.

RuBisCo: ribulosa bifosfato carboxilasa oxigenasa

RESUMEN

Gracilaria corticata (J. Agardh) es una especie ampliamente distribuida en el océano Índico y que hasta la fecha no había sido reportada para el Mar Caribe. Estudios recientes de comparaciones moleculares indican que está presente en la Península de Araya, dado que poblaciones de *Gracilaria* en las localidades de El Rincón y Punta Escarceo poseen secuencias de ADN idénticas a las de materiales de Tanzania e Irán. En este trabajo se describe la morfoanatomía y los procesos ontogénicos de las estructuras reproductivas de poblaciones de *G. corticata* de Venezuela. Las algas fueron colectadas a mano, preservadas en solución formalina/agua de mar al 4% hasta su traslado al laboratorio donde se colocó al 2%, luego fueron separadas de acuerdo a la fase del ciclo de vida (gametofitos femeninos, gametofitos masculinos y tetrasporofitos). Para los estudios anatómicos y ontogénicos se prepararon láminas de microscopio semipermanentes. Se obtuvieron microfotografías usando una cámara digital, fijada con un adaptador a un microscopio compuesto. *Gracilaria corticata* es aplanada, con ejes en forma de cinta ramificados dicotómica a irregularmente, de color rojo a púrpura o pardo a verdoso, de consistencia membranosa. Los conceptáculos espermatangiales son de tipo “henriquesiana”. El cistocarpo es muy prominente, en forma de protuberancias, presenta células nutritivas tubulares. Las células gametofíticas tubulares se fusionan con otras células gametofíticas vecinas a través de *pit-connections* secundarias. Los tetrasporangios son radialmente alargados y se encuentran dispersos en la superficie, presentando división decusada cruzada.

INTRODUCCIÓN

Las algas rojas incluyen aproximadamente 6 000 especies, abundan en aguas tropicales claras y corrientes cálidas (Starr y Taggart, 2008). En su mayoría son algas marinas macroscópicas bentónicas que viven en la franja intermareal, con algunas especies adaptadas a vivir en aguas profundas, con muy poca iluminación (Dawes, 1986). Varias algas rojas son de suma importancia económica, bien sea como fuente de alimentos para el consumo humano (especialmente en Asia y Oceanía) o de sustancias coloidales de importancia industrial (agar-agar, agarosa y carragenina), como es el caso de las algas pertenecientes a la familia Gracilariaceae (Hau y Lin, 2006), de las cuales se extrae la mayor parte del agar-agar producido en el mundo (Oliveira *et al.*, 2000).

Las especies de importancia económica de la familia Gracilariaceae pertenecen a los géneros *Gracilaria*, *Gracilariopsis* e *Hydropuntia*, los cuales están estrechamente relacionados entre sí y son muy parecidos morfológicamente, de manera que en muchos casos es muy difícil establecer cuál es el Género exacto al que pertenece una especie determinada. Por esta razón, las algas rojas de estos tres géneros se conocen también como algas gracilarioides (Oliveira y Plastino, 1994).

Todas estas algas gracilarioides se caracterizan por presentar talo erecto fijo a un sustrato por hápteros disciformes, de los cuales surgen uno o más ejes de morfología y ramificación altamente variable de acuerdo a la especie y a las condiciones ambientales. Estructuralmente, el talo está formado por una región central conocida como médula, que consiste de células grandes no pigmentadas, de apariencia parenquimatosa, la cual es rodeada en toda la periferia del talo por una corteza, constituida de una a varias capas de células pequeñas y activas fotosintéticamente. Muchas veces aparece también una subcorteza de transición entre la médula y la corteza. El crecimiento en longitud

de los ejes es producido en última instancia por una célula apical ubicada en el extremo de cada eje, la cual es pequeña y de contorno triangular cuando es observada frontalmente. La división de la célula apical, de las células iniciales de las ramas carposporangiales, de los tetrasporangios y de los espermatangios, ocurre mediante cortes longitudinales oblicuos cóncavos-convexos característicos (Oza, 1976; Fredericq y Hommersand, 1989; Oliveira y Plastino, 1994).

El ciclo de vida de estas algas es del tipo trifásico isomórfico, también conocido como tipo *Polysiphonia*, con gametofitos y esporofitos (específicamente, tetrasporofitos) independientes, de vida libre, e idénticos morfológicamente. Además de estas dos fases, ocurre una tercera fase, reducida y parasítica, sobre los gametofitos femeninos, conocida como carposporofito. Una de las características más distintivas de la familia es que la rama que produce los gametangios femeninos, o rama carpogonial, consiste únicamente de dos células, y que una vez que el gametangio femenino o carpogonio es fertilizado, éste se fusiona con células gametofíticas adyacentes no predeterminadas ni diferenciadas, formando una célula de fusión generativa, a partir de la cual se forma progresivamente el carposporofito. La célula de fusión suele ser visible inclusive en los cistocarpos maduros (Fredericq y Hommersand, 1989).

Los gametos masculinos o espermacios son producidos a partir de células corticales superficiales diferenciadas, formando soros superficiales, o bien, a partir de filamentos internos, producidos dentro de conceptáculos o criptas que se sumergen en el talo. Los tetrasporangios se producen a partir de células corticales superficiales, las cuales sufren agrandamiento, meiosis y citoquinesis, dando lugar a tetrasporangios con un patrón de división cruzado o decusado cruzado (Fredericq y Hommersand, 1989).

Por su importancia como productoras de agar, las algas rojas han sido intensamente estudiadas e investigadas en las últimas décadas, con la finalidad de conocer su biología y refinar su taxonomía, para mejorar la exploración y el cultivo comercial (Oliveira y Plastino, 1994; Oliveira *et al.*, 2000). Sin embargo, un aspecto tan fundamental como la taxonomía específica del grupo continúa siendo muy problemática. Este aspecto es importante para los fines aplicados, puesto que especies genéticamente diferentes, aunque morfológicamente idénticas e inclusive simpátricas, pueden tener producción de agar y calidad del gel completamente diferentes.

El género *Gracilaria* fue propuesto por Greville en 1830, en su monografía sobre las algas de las Islas Británicas (Greville, 1830). Desde esa fecha han ocurrido numerosos cambios en la nomenclatura del grupo, siendo reconocida actualmente una Familia (Gracilariaceae) y un Orden (Gracilariales) exclusivos para estas algas (Oliveira y Plastino, 1994). Así mismo, se aceptan aproximadamente unas 150 especies de Gracilariaceae (Kim *et al.*, 2006), con más de 300 nombres específicos propuestos en la literatura que aguardan revisión (Bird, 1995). El reconocimiento de especies ha sido sumamente complicado, debido principalmente al gran número de especies descritas y a la escasa cantidad de características morfológicas que puedan ser propuestas como criterios estables e inequívocos para delimitar estas especies (Oliveira *et al.*, 1983). Por una parte, la morfología de las especies es altamente variable de acuerdo a las variaciones en el ambiente, y por otra, especies genéticamente diferentes muchas veces pueden tener una morfología prácticamente idéntica, de manera que actualmente las técnicas de sistemática molecular, especialmente las comparaciones de ciertas secuencias homólogas de ADN, han sido fundamentales para el esclarecimiento de la diversidad específica de estas algas en varias partes del globo (Bird *et al.*, 1992; Bellorín *et al.*, 2002; Gurgel y Fredericq, 2004; Iyer *et al.*, 2005; Gargiulo *et al.*, 2006).

En Venezuela, las algas gracilarioides han sido investigadas desde la década de los sesenta con la finalidad de obtener biomasa para la producción de agar- agar, inicialmente en la Península de Paraguaná, por Rodríguez (1989) de la Universidad Central de Venezuela, y luego en el Oriente del país, en particular en la Península de Araya, por parte del Instituto Oceanográfico de Venezuela por varios investigadores Lemus 1992 y 1998 ; Brito y Lemus 1996 , en cuanto a la revision taxonomía del grupo fue revisada por Ganesan 1989, Silva et al., 2003 ; Brito y Silva 2005. En el país, las técnicas modernas de sistemática molecular fueron aplicadas en macroalgas por primera vez por Bellorín *et al.* (2002), quienes señalaron que la mayor parte de las especies han sido mal identificadas sobre la base de la morfología y, así mismo, refiere nuevas adiciones a la flora marina de Venezuela.

Una de las especies que amerita estudios detallados es la especie descrita por Rodríguez (1989), bajo el nombre *Hydropuntia pauciramosa*. De acuerdo a los resultados de comparaciones moleculares efectuados por Bellorín (2002), esta especie de morfología achatada, con ejes en forma de cinta ramificados dicotómica a irregularmente, no es distinta genéticamente de una especie morfológicamente similar ampliamente distribuida en el Océano Índico, denominada *Gracilaria corticata*, la cual fue descrita por primera vez por C. Agardh en el siglo XIX (Bellorín, 2002) y nunca antes había sido reportada para el Mar Caribe, posiblemente por desconocimiento y por la dificultad de establecer las identificaciones correctas únicamente con base en la morfología. De esta manera, *Gracilaria corticata* es el nombre válido para *Hydropuntia pauciramosa* en Venezuela y para muchas colecciones previas de *Gracilaria* identificadas erróneamente con el nombre *Gracilaria mammillaris*, *Gracilaria foliifera* y otros (Bellorín, 2002).

Hasta el momento, *G. corticata* (o *H. pauciramosa*) es poco conocida en Venezuela. Es por ello que con el presente trabajo se realizó una descripción

detallada de la morfología y el desarrollo ontogénico de las estructuras reproductivas de esta especie, sobre la base de material colectado en la Península de Araya, con el propósito de confirmar si el material venezolano posee las características morfológicas distintivas de la especie y contribuir a un mejor entendimiento de la taxonomía de este importante grupo de algas.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Las muestras de *G. corticata* fueron recolectadas en la localidad de Punta Escarceo ($10^{\circ}40'10.32''\text{N}$, $64^{\circ}15'48.94''\text{O}$) y el Rincón ($10^{\circ}38'36.07''\text{N}$, $64^{\circ}14'14.84''\text{O}$), situadas ambas en la costa norte de la Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. (Figura 1). Estas zonas se caracterizan por presentar sedimentos arenolimosos, con oleaje y corrientes fuertes durante la mayor parte del año. En estas localidades fue identificada una población estable de *G. corticata* por Bellorín (2002).

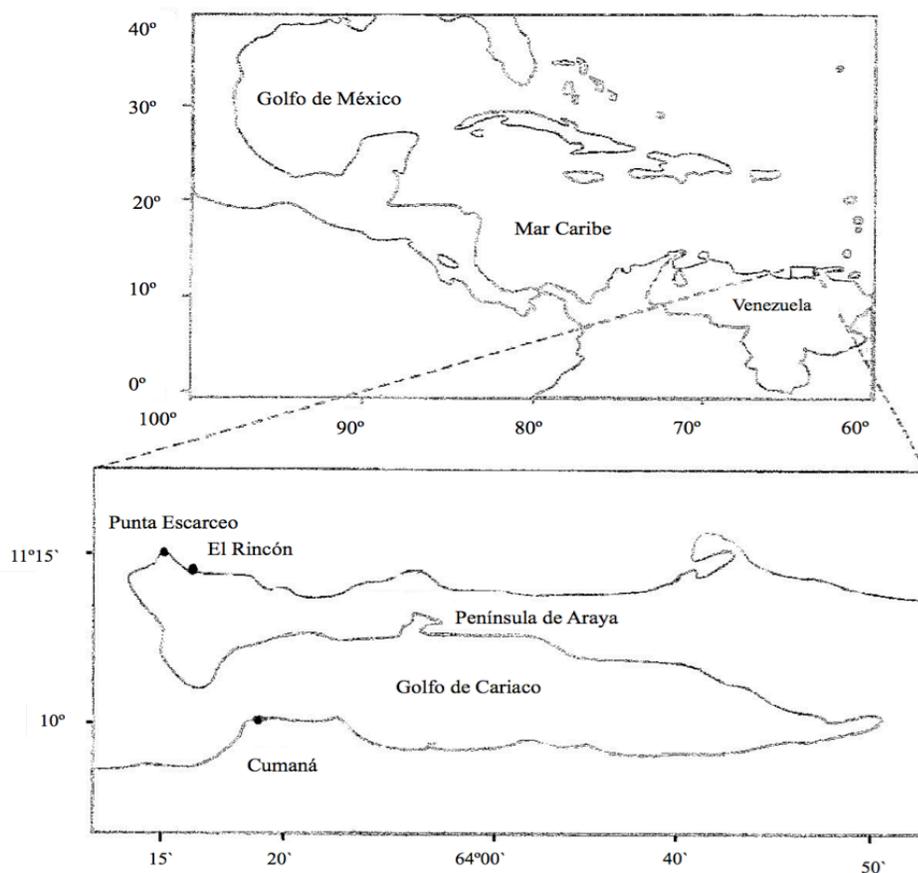


Figura 1. Ubicación geográfica del área de muestreo de *Gracilaria corticata*.

Metodología de campo

Los ejemplares fueron colectados manualmente mediante buceo libre y también de material arribado a la orilla por el oleaje. Los ejemplares colectados fueron preservados en solución de formalina en agua de mar al 4% para su fijación durante 24 horas, luego se almacenaron en solución de formalina/agua de mar al 2%. En total se realizaron tres colectas en los días 12/12/2009, 20/02/2010 y 24/07/2010.

Metodología de laboratorio

En el laboratorio se hizo la separación de los ejemplares de acuerdo a la fase del ciclo de vida (gametofitos femeninos, gametofitos masculinos y tetrasporangios) mediante el microscopio estereoscópico. Se crearon láminas de herbario que fueron incorporadas a la colección de la Ficoteca del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Así mismo se hicieron cortes transversales y longitudinales a mano bajo el microscopio estereoscópico, usando hojillas, para la preparación de láminas de microscopio semipermanentes para los estudios anatómicos y ontogénicos. Posteriormente, los cortes obtenidos fueron coloreados con una solución acuosa 1% azul de anilina (acidificada con HCl), fijándolos con una solución acuosa de glucosa de maíz (*karo*) al 30%. Cada una de las preparaciones de interés fue fotografiada con una cámara digital Panasonic modelo Lumix DMCFZ30, acoplada a un microscopio compuesto Motic modelo BA400. Las imágenes fueron transformadas a escala de grises y optimizadas en cuanto al brillo y contraste con el programa Adobe Photoshop CS2. En el microscopio se hicieron las observaciones anatómicas de interés y se tomaron las medidas de las estructuras con un micrómetro ocular. Para el estudio del desarrollo ontogénico y postfertilización se hicieron cortes seriados en las regiones fértiles del talo y se observaron los cambios que ocurren en las estructuras reproductivas.

RESULTADOS

Se reporta por primera vez para Venezuela y el Mar Caribe la especie originalmente descrita para el Indo-Pacífico *Gracilaria corticata* (J. Agardh) J. Agardh, la cual crece sumergida a poca profundidad en afloramientos rocosos, generalmente de forma gregaria, en varias localidades de la costa norte de la Península de Araya. *Gracilaria corticata* en nuestro país ha sido confundida con otras especies aplanadas de *Gracilaria*, especialmente con *G. mammillaris* y recientemente con *G. pauciramosa*; de hecho, la validez de esta última especie parece dudosa a la luz de los resultados obtenidos. En este trabajo se presentan descripciones morfoanatómicas detalladas de los procesos ontogénicos en las estructuras reproductivas de esta especie, con la finalidad de identificarla definitivamente.

HÁBITAT

Los talos de *G. corticata* viven en la zona submareal superior (hasta aproximadamente un metro de profundidad), adheridos a rocas y otros substratos duros, normalmente en lugares sometidos a la acción de un oleaje moderado a fuerte.

HÁBITO

Gracilaria corticata es un alga macroscópica con talo erecto y fijo a un sustrato por un pequeño disco del que surgen una o varias frondes erectas ramificadas, las cuales alcanzan una altura de 5-20 cm, y el ancho de los ejes es de 0,2-0,5 mm. La morfología de sus ejes y ramas es en forma de cintas con ramificación dicotómica (hasta 10 órdenes), raramente tricotómica e irregular con proliferación en sus bordes y ápices obtusos (Figura 2 A-D). Se caracteriza por presentar consistencia membranosa. La planta produce unos brotes laterales delgados que nacen desde la base del talo conocidos como estolones.

La coloración normalmente es de rojo a púrpura o pardo-verdoso en los especímenes frescos, mientras que en los especímenes secos va desde morado a negro. Las estructuras reproductivas se encuentran en la capa cortical del talo. En el caso de las estructuras cistocárpicas éstas son visibles ya que se presentan como protuberancias o tumores en la superficie del talo. Sin embargo, los tetrasporangios y las estructuras reproductivas masculinas sólo son visibles en un corte al microscopio.

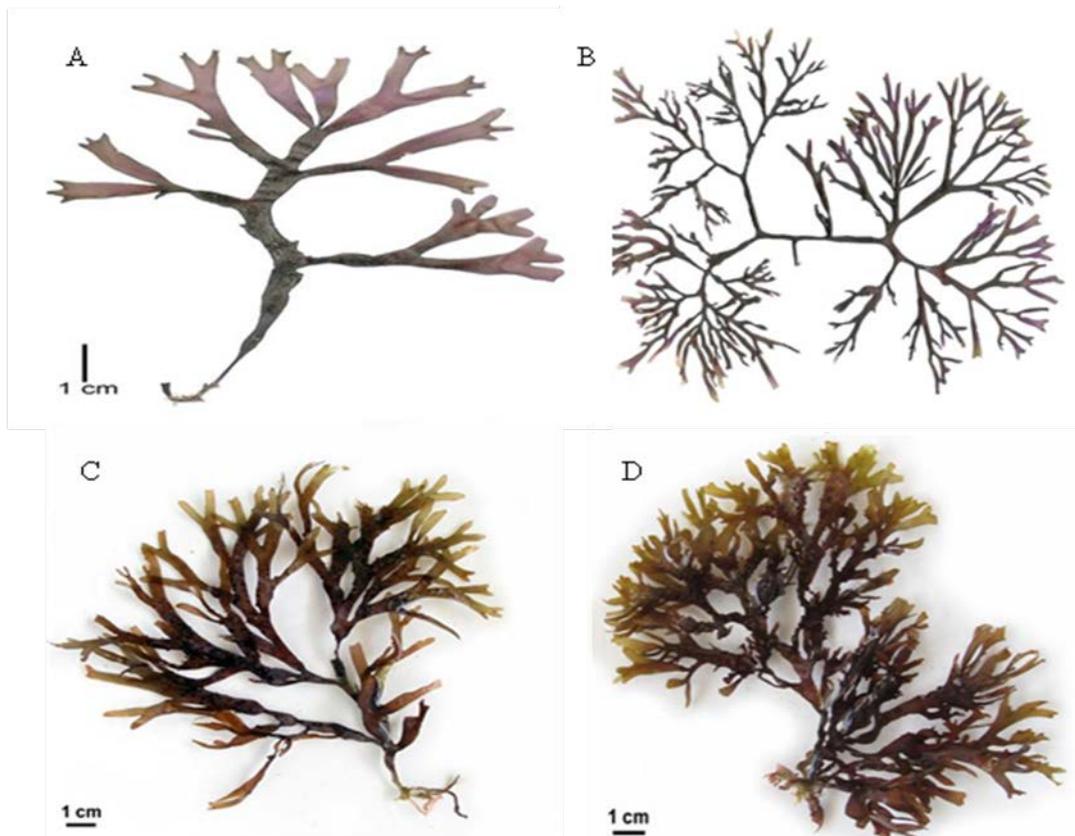


Figura 2. Hábito de *G. corticata* colectada en la Península de Araya.

ANATOMÍA VEGETATIVA

Estructuralmente el talo está constituido por constituido por una corteza, la cual es la capa que rodea toda la periferia del talo, y está formada por 1 a 2 hileras de células, una subcorteza y por una médula, la cual está compuesta por 6 a 9 capas de hileras de células que van aumentando gradualmente al centro del

talo (Figura 3). Comparativamente, las células corticales en el talo de *G. corticata* son cuadrangulares o subcuadrangulares y van desde 0,5 a 1,5 μm 1,75 a 2,5 μm de alto. La subcorteza, la cual es la capa de transición entre la corteza y la médula, consiste de células de forma globosa y van desde 1,56 a 2,44 μm de ancho por 2,44 a 4,2 μm de alto; mientras que en la médula se encuentran células grandes no pigmentadas que van desde 4,82 a 7,41 μm de ancho por 4,44-8,52 μm de alto. En esta especie se nota claramente la evolución que hay entre las células que conforman la estructura vegetativa.

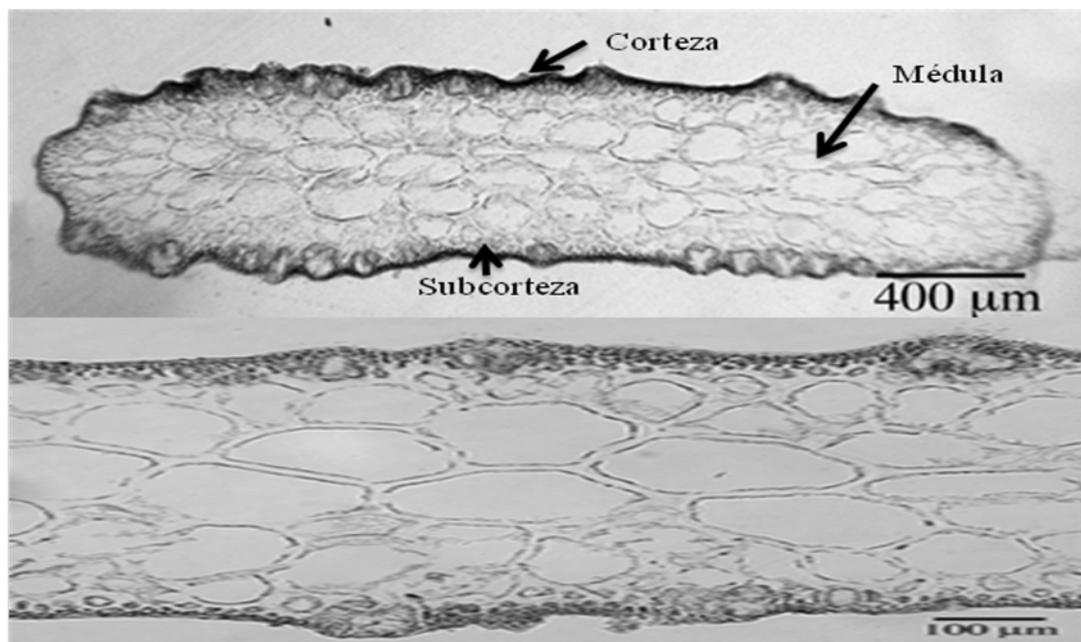


Figura 3. Anatomía Vegetativa de *G. corticata*.

DESARROLLO ONTOGÉNICO MASCULINO

Los ejemplares masculinos de *G. corticata* recolectados en la Península de Araya presentan espermatangios producidos dentro de conceptáculos profundos (87,5-539 μm) y compuestos por varias cavidades (2-4), los cuales invaden los espacios intercelulares en la médula y abren por un único poro (tipo "henriquesiana").

Estos conceptáculos se originan por la proliferación de sistemas de filamentos fértiles, los cuales se sumergen en la corteza, subcorteza o médula, bordeando entonces el fondo y las paredes de los conceptáculos. Inicialmente, estos filamentos son derivados de células corticales intercalares, los cuales producen, mediante cortes longitudinales cóncavos-convexos sucesivos, células fértiles o células madre espermatangiales (cme) dispuestas en filamentos, las cuales producen distalmente uno o varios espermatangios a través de divisiones transversales desiguales o cóncavos-convexos (Figura 4).

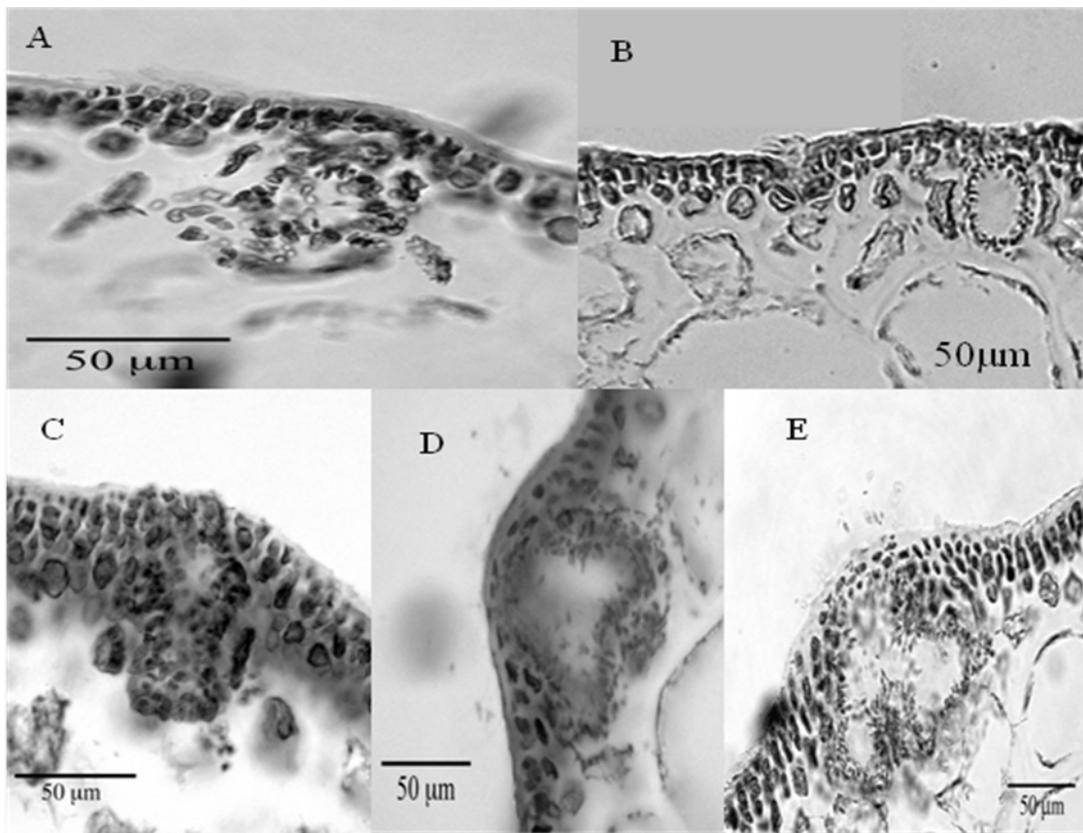


Figura 4. Diferentes estadios de desarrollo en las estructura reproductiva masculina en *G. corticata*. (A-B) Desarrollo de los filamentos de las células madres espermatangiales (C- E) Conceptáculos espermatangiales en diferentes cavidades.

DESARROLLO DE LA POST-FERTILIZACIÓN

El primordio consiste de células corticales transformadas, las cuales son terminales; es decir, están localizadas en la superficie de la fronda, en donde la célula inferior se convierte en la célula de soporte mientras que la célula superior se alarga y se divide transversalmente. De la célula apical resulta una rama bicelular alargada la cual es el carpogonio y la célula hipógina, mientras que la célula inferior se convierte en la célula de soporte (Figura 5). Además de la rama carpogonial, la célula de soporte también produce dos o más filamentos laterales, que rodean a la rama carpogonial.

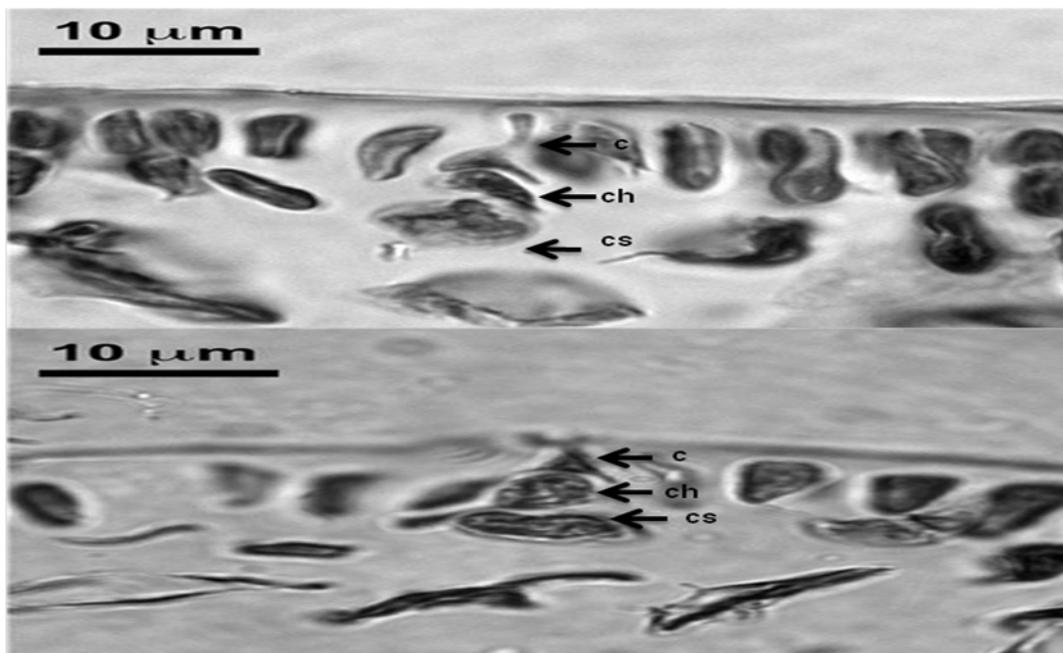


Figura 5. Corte transversal de la rama carpogonial en *G. corticata* (A-B). Ramas femeninas fértiles, mostrando la rama carpogonial, que consiste de un carpogonio (c) terminal, con un tricógino que apenas sobresale de la superficie del talo y una célula hipógina (ch); se muestra también la célula de soporte (cs) que produce a la rama carpogonial y también a ramas laterales estériles.

La rama carpogonial generalmente puede encontrarse en toda la fronda

excepto en la porción basal y terminal. El tricógino es pequeño y sobresale un poco de la superficie de la fronda; las células vegetativas que rodean la rama carpogonial son ricas en cloroplastos. En esta especie, como en otras Gracilariaceae, no se observa una célula auxiliar propiamente dicha.

Después de la fertilización del carpogonio, éste se fusiona con las células estériles de los filamentos laterales (producidos también por la célula de soporte), formando una célula de fusión primaria que posteriormente se une a otras células gametofíticas vecinas, incluyendo a la célula de soporte, originando una célula de fusión secundaria (Figura 6 A-B). Esta célula de fusión se comporta como una célula generativa de los filamentos gonimoblásticos en la periferia.

Los gonimoblastos se inician desde la célula de fusión como lóbulos que son cortados de ésta (Figura 6 C-D). Estos lóbulos se dividen en varias células y dan lugar a filamentos gonimoblásticos de ramificación dicotómica, que forman finalmente un tejido compacto pseudoparenquimático (las células estériles del carposporofito). A partir de las células terminales de estos filamentos se forman los carposporangios en forma de cadenas, dispuestas más o menos radialmente (Figura 6 E-F). En el cistocarpo maduro se puede observar la presencia de fusiones irregulares, las cuales se extienden desde la base de los gonimoblastos hasta el pericarpo (Figuras 6 G-H). Estos filamentos son conocidos como filamentos nutritivos y se cree que sirven como un mecanismo de transferencia de fotosintatos desde el pericarpo hasta el carposporofito

DETALLES ANATÓMICOS DEL CISTOCARPO

En los cortes transversales realizados en las regiones fértiles de plantas femeninas se pudo observar que los gonimoblastos se encuentran envueltos por un pericarpo externo denso, producido por el gametofito femenino. Este

pericarpo externo consiste de varias capas de células corticales que proliferan anticlinalmente durante la postfecundación y desarrollo de los filamentos gonimoblásticos. Los filamentos gonimoblásticos se desenvuelven a partir de la célula de fusión secundaria (la cual usualmente permanece posicionada en la base del cistocarpo) y establece fusiones celulares con las células de la base del cistocarpo en los primeros estadios del desarrollo del cistocarpo. Los carposporangios son producidos terminalmente a partir de células iniciales de los carpogonios, las cuales se presentan en hileras de células dispuestas irregularmente (Figura 5).

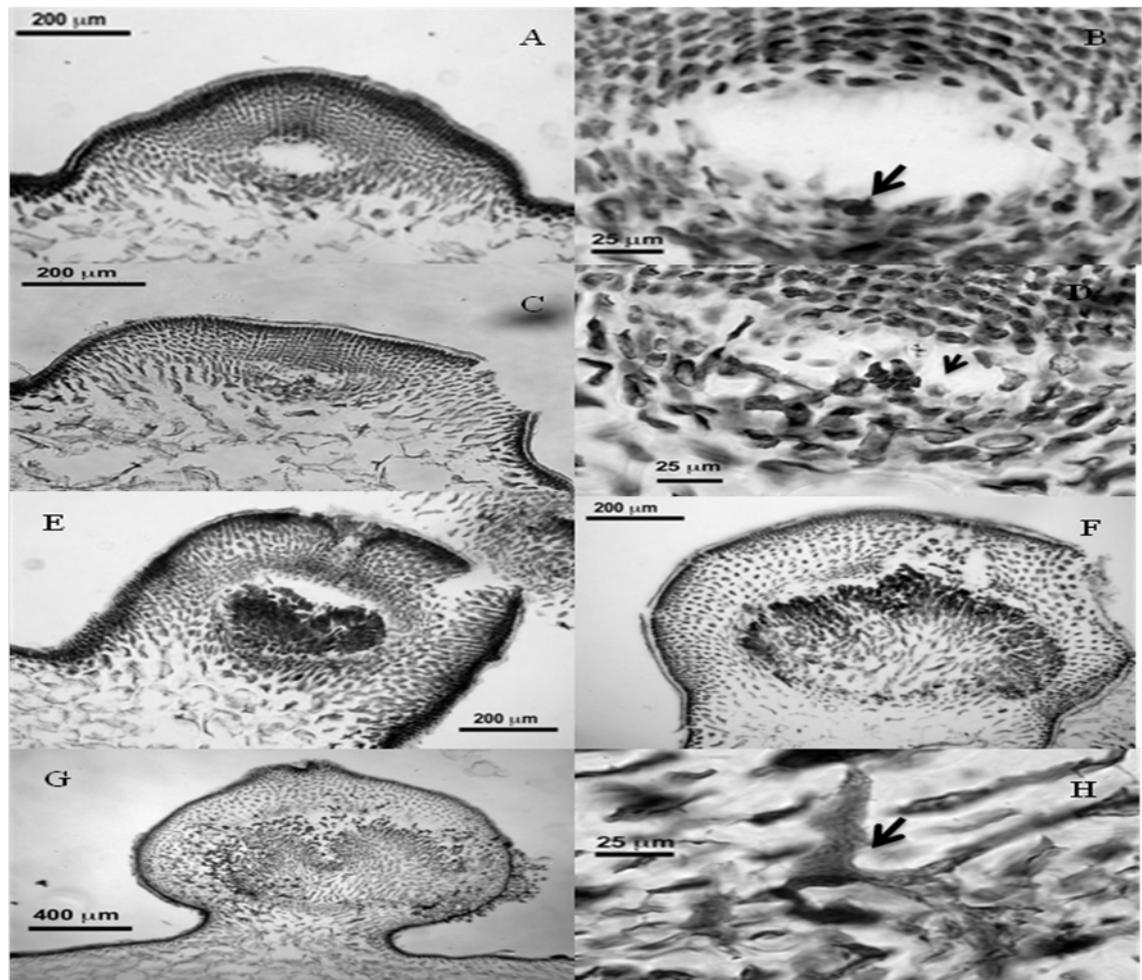


Figura 6. Diferentes estadios de desarrollo de las estructuras reproductiva femeninas en *G. corticata*. (A-B) Cistocarpo joven, donde la célula de fusión aún no ha

emitido los primordios del gonimoblasto, (C-D) Estadio posterior de desarrollo del cistocarpo, en el que se observan los primordios del gonimoblasto (flecha), (E) cistocarpo inmaduro en el que ya se han originado las células gonimoblásticas estériles, (F) cistocarpo maduro donde se observa que las células gonimoblásticas estériles forman un pseudoparénquima del cual se originan las hileras de células iniciales de los carposgonios, dispuestas en cadenas más o menos irregulares, (G) cistocarpo viejo, en el cual las hileras de células iniciales de los carposporangios y carposporangios forman una capa lobulada e irregular. (H) Detalle de una de las fusiones celulares que se efectúan en la base del cistocarpo entre células gonimoblásticas estériles y células del gametofito.

TETRASPORANGIOS

En cortes transversales de *G. corticata* colectada en la Península de Araya se observó que el tetrasporangio presenta una forma radialmente alargada y se encuentra disperso en la superficie (Figura 7). Se pudo diferenciar las células madres tetraspóricas debido a que son células muy pigmentadas con una gran acumulación de material de reserva. Los tetrasporangios en esta especie presentan una división decusada cruzada e irregular, en donde las células corticales que rodean el tetrasporangio se dividen anticlinalmente y no forman la corteza tradicional tipo nematecial.

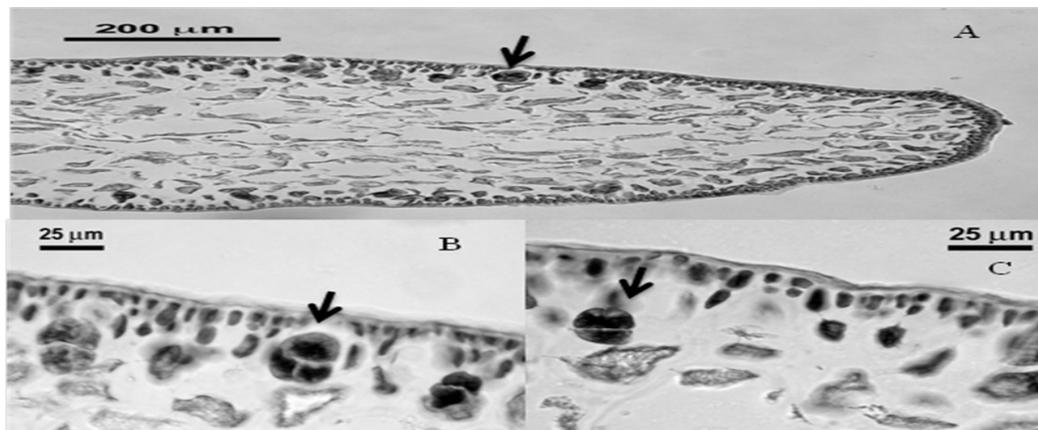


Figura 7. Corte transversal de una rama fértil de un tetrasporofito de *G. corticata*. (A-C) Tetrasporangios en formación (flechas) y tetrasporangios maduros, donde se observan las divisiones celulares dispuestas de forma decusada cruzada.

DISCUSION

Gracilaria es un género de algas rojas altamente diversificado en las costas tropicales y subtropicales, así como también es el género más abundante dentro de la familia Gracilariaceae, incluyendo unas 150 especies (Kim *et al.*, 2006), con más de 300 nombres específicos propuestos en la literatura, los cuales ameritan revisión (Bird, 1995). La taxonomía de estas algas, al igual que en otros grupos de algas con muchas especies descritas, se caracteriza por ser altamente compleja y difícil, a pesar de las décadas de revisión y de la aplicación de métodos taxonómicos modernos, los cuales muchas veces no han hecho más que revelar nuevos problemas taxonómicos (Iyer *et al.*, 2005).

En general la taxonomía de las algas rojas, históricamente ha estado basada en la morfología y hoy sabemos que ésta no siempre es informativa para distinguir poblaciones genéticamente aisladas o especies, especialmente en Gracilariaceae (Bird 1995). Por ejemplo: 1) La morfología dentro de una misma especie es variable, lo cual ha conducido a que muchas veces se propongan distintos nombres basados en la morfología para una misma especie (sinonimia de morfoespecies), y 2) Diferentes especies, aisladas genéticamente, pueden tener morfologías muy parecidas o inclusive idénticas, conduciendo a que un mismo nombre se aplique a entidades distintas (por ejemplo, especies crípticas, o especies “hermanas”) (Bird y Rice, 1990).

Desde el punto de vista morfológico, las características más estables son la anatomía de las estructuras masculinas, donde se reconocen unos cinco patrones generales: tipo “chorda”, tipo “simmetrica”, tipo “textorii”, tipo “verrucosa” y tipo “henriquesiana” (Anexo 5), y también la anatomía de las estructuras femeninas. En este caso, en los cistocarpos maduros usualmente se toman como criterios taxonómicos relevantes los siguientes aspectos: la

morfología de la célula de fusión (y si es persistente o no), número de capas de células del pericarpo y su arreglo, el tamaño de las células y el grado de vacuolización del gonimoblasto, disposición de las células gonimoblásticas estériles, la presencia o ausencia del pericarpo interno, la presencia de células tubulares nutritivas y la anatomía externa del cistocarpo (Bird, 1995). No obstante, la cantidad de información que proveen estos pocos marcadores morfológicos es muy limitada para poder permitir la distinción de más de 100 especies, por lo que a partir de la década de los años 80, se han venido aplicando técnicas de taxonomía experimental modernas, como pruebas de hibridación *in vitro*, con la finalidad de establecer la compatibilidad sexual entre poblaciones separadas (Plastino y Oliveira, 1996), o comparaciones de cariotipo (Bird y Rice, 1990). Más recientemente se han empleado con mucho éxito técnicas de sistemática molecular, especialmente comparaciones de secuencias homólogas de ADN, las cuales han sido fundamentales para el esclarecimiento de la diversidad específica de estas algas en varias partes del globo (Bird *et al.*, 1992; Bellorín *et al.*, 2002; Gurgel y Fredericq, 2004; Iyer *et al.*, 2005; Gargiulo *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2006).

La historia taxonómica de *G. corticata* en nuestro país es muy compleja debido a que las características morfológicas más distintivas de esta especie son los conceptáculos espermatangiales tipo “henriquesiana” combinados con una morfología achatada, cintiforme, ramificada dicotómicamente. Esta combinación de características, única entre las especies de *Gracilaria* descritas en el país, llevó a que la profesora Nora Rodríguez de Ríos, quien colectó esta especie en la Península de Paraguaná, la describiera como una nueva especie para la ciencia, adscrita al género relacionado *Polycavernosa*, bajo el binomio *Policavernosa pauciramosa* (Rodríguez, 1989). Más tarde, Bellorin *et al.* (2002), aplicando técnicas moleculares (*rbcL* y *cox 2-3*) a especies de *Gracilaria* y de géneros afines (*Gracilariopsis* y *Polycavernosa*) de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico, no encontraron diferencias a nivel molecular entre los

materiales venezolanos adscritos a *P. pauciramosa* y diversas colecciones de *G. corticata*, la cual es una especie reconocida desde el siglo XIX. Este resultado basado en comparaciones moleculares es intrigante porque sugiere la presencia de una especie del océano Índico en el mar Caribe, y así mismo conlleva a que la especie *P. pauciramosa* sea colocada en sinonimia bajo la especie *G. corticata*. Sin embargo, en el trabajo de Bellorín *et al.* (2002) no se aportaron muchos datos morfológicos, en particular sobre los materiales venezolanos, razón por la cual, se emprendió el presente trabajo.

Gracilaria corticata es una especie típicamente acintada que inicialmente fue descrita inicial como *Rhodymenia corticata* por J. Agardh en 1841, y luego fue transferida al género *Gracilaria* por el mismo J. Agardh en 1852, como *G. corticata*. La localidad tipo es Sri Lanka. Jacob Agardh, también propuso dos variedades para la especie: *G. corticata* (J. Agardh) J. Agardh var. *linearis* J. Agardh, y *G. corticata* (J. Agardh) J. Agardh var. *ramalinoides* J. Agardh. Más tarde, Umamaheswara Rao (1972) propuso la variedad *G. corticata* (J. Agardh) J. Agardh var. *cylíndrica* Umamaheswara Rao. *Gracilaria corticata* ha sido reportada en África, tanto en la costa atlántica como la del Índico, y a lo largo de la costa tropical y subtropical de Asia en los océanos Índico y Pacífico, y también en la costa de Perú (Silva *et al.*, 1996). Es una especie muy común e importante en su centro de distribución (Indo-Pacífico), que inclusive ha sido investigada como fuente de compuestos bioactivos (Zandi *et al.*, 2010).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio molecular realizado por Bellorín *et al.* (2002), no existen diferencias significativas entre el material venezolano y materiales auténticos de *G. corticata* del océano Índico (Tanzania e Irán), usando como marcadores moleculares a la región espaciadora presente entre los genes del genoma mitocondrial citocromo oxidasa 2 y citocromo oxidasa 3 (Anexo 1), y al gen del genoma plastidial que codifica a la subunidad grande de la enzima RuBisCo o *rbcl* (Anexo 2). Tampoco se

observaron diferencias en el gen nuclear que codifica el ARN ribosomal de la subunidad pequeña (datos no mostrados). Todo esto lleva a concluir que no existen diferencias genéticas entre estos grupos de poblaciones separadas geográficamente de una forma tan amplia, y que se trata, en todas ellas, de poblaciones de una misma especie que potencialmente deben ser interfértiles sexualmente, tal como ha sido demostrado en numerosas poblaciones separadas de *Gracilaria* (Bird y Rice, 1990).

Sin embargo, con la información molecular disponible hasta el momento, es imposible dilucidar si esta especie ha sido introducida recientemente como especie exótica (vía aguas de lastre de embarcaciones o a través de otra vía) o si ha estado presente desde hace mucho tiempo en nuestro país, y no había sido identificada antes debido a las dificultades inherentes al estudio taxonómico de estas algas.

Se discutirá a continuación las características morfológicas más relevantes para esta especie:

MORFOLOGÍA

El reconocimiento del valor económico de las algas gracilarioides ha estimulado a varios autores a la búsqueda de medios confiables para identificar especies de este grupo de algas (Oliveria et al., 2000), entre las cuales es frecuente la separación en tres grandes grupos: (1) especies de talo cilíndrico, (2) especies de talo subcilíndrico o comprimido y (3) especies de talo aplanado. Estos patrones acostumbran a ser muy conservados dentro de una misma especie y son utilizados como caracteres auxiliares, mas no como caracteres diagnósticos de especies o géneros. Según Bellorín et al. (2002), diferentes aspectos en la morfología, tales como: dimensiones, forma de las ramas, patrón de ramificación, forma de los márgenes, presencia de las constricciones en la base de las ramificaciones, textura, entre otras, deben ser usadas apenas en la

descripción de especies, mas no como carácter diagnóstico en la separación, ya que la morfología puede ser muy variable dentro de una especie, dependiendo de las diferencias ambientales.

CARACTERES VEGETATIVOS

Algunos aspectos de la anatomía vegetativa, como por ejemplo el número de capas celulares en la corteza, médula y el grado de homogeneidad en el tamaño de las células medulares (Oliveira *et al.*, 1983; Bird *et al.*, 1986), así como la presencia o ausencia de una subcorteza, pueden ser útiles en la discriminación de algunas especies. En los cortes transversales de los ejemplares de *G. corticata* recolectados en la Península de Araya se puede observar en el talo vegetativo la diferenciación de una corteza, subcorteza y médula, en donde se demarca cada estructura del mismo debido a la gradación en el tamaño de las células desde la corteza hasta la médula. La corteza con una a dos hileras de células pequeñas y activas fotosintéticamente; la médula, la cual es pseudoparenquimatosa, de células grandes no pigmentadas y la subcorteza que es una capa de transición entre la médula y la corteza. Estos criterios fueron usados por primera vez por J. Agardh para diferenciar entre dos series de especies como es la *Macrocystidae*, la cual presenta una transición abrupta, y la *Microcystidae*, con una transición gradual (Yamamoto, 1978).

CARACTERISTICAS DE LOS ESPERMATANGIOS

Numerosos autores (Dawson, 1949; Oliveira, 1984; Bird y Rice, 1990; Abbott *et al.*, 1991) han discutido la utilidad de los espermatangios en la caracterización de especies de Gracilariaceae. Posteriormente, la diversidad en la producción de espermatangios fue documentada por Ohmi (1958), Umamaheswara Rao (1972) y Oza (1976). En la actualidad son reconocidos cinco tipos o patrones de formación de espermatangios para esta familia de algas rojas (Yamamoto, 1984), como lo son: 1) el tipo "chorda", en los cuales los espermatangios forman soros superficiales continuos, no interrumpidos por

la células orticales esteriles, 2) tipo “simmetrica”, los forman soros superficiales superficiales interrumpidos por células corticales esteriles, 3) tipo “textorii”, los espermatangios son producidos en el fondo de las criptas o conceptáculos poco profundos, limitados a la corteza, 4) tipo “verrucosa”, los espermatangios son producidos en las paredes y en el fondo de los conceptaculos profundos y aislados, sumergidos hasta la subcorteza y 5) el tipo “henriquesiana”, los espermatangios son producidos en conceptaculos profundos compuesto por varias cavidades que abren por un único poro (Anexo 5).

Los espermatangios son un carácter morfológico muy importante y útil, puesto que, son conservados dentro de una misma especie (no muestran variación intraespecífica) y los distintos tipos normalmente se pueden reconocer y diferenciar fácilmente uno de otro, es decir, son un carácter con una variación básicamente discreta entre especies (Bird, 1995). En la especie recolectada en la Península de Araya, se pudo observar que los espermatangios son producidos dentro de conceptáculos compuestos del tipo “henriquesiana”, los cuales se originan por la proliferación de un sistema de filamentos de células fértiles, embebidos en los espacios intercelulares disponibles en la subcorteza o en la médula externa, bordeando el fondo y las paredes del conceptáculo. Las células iniciales espermatangiales (las cuales pueden ser células corticales, subcorticales o medulares) producen filamentos de células madre espermatangiales, bordeando los espacios intercelulares disponibles en la subcorteza y en la médula, formando cavidades simples que luego se van haciendo más complejas a medida que se van desarrollando hasta formar un sistema de cavidades que abre por un único poro (Anexo 6).

Esta configuración espermatangial es característica de muy pocas especies dentro del género *Gracilaria* y, de hecho, fue usada para segregar el género *Polycavernosa* de *Gracilaria*, aunque esta propuesta nunca ha sido aceptada mayoritariamente, y los estudios modernos nos muestran que el

género *Polycavernosa* en realidad es inválido, dado que las especies que poseen espermatangios tipo “henriquesiana” no forman un clado monofilético separado del resto de las especies de *Gracilaria*, sino que por el contrario aparecen de forma separada, entremezcladas con especies que forman conceptáculos del tipo “verrucosa” (Bellorín *et al.*, 2002; Gurgel y Fredericq, 2004).

Por otra parte, en nuestro país son pocas las especies descritas que presentan esta configuración espermatangial (Bellorín *et al.*, 2002): *G. cornea*, *G. crassissima*, *G. caudata*, *G. damaecornis*, y *G. corticata*. De éstas, la única que posee un talo achatado es *G. corticata* (todas las demás son cilíndricas), por lo que su identificación tomando en consideración este carácter es fácil. En los cortes transversales de conceptáculos espermatangiales analizados en este trabajo se observa que la configuración espermatangial es muy parecida a lo descrito para *G. corticata* de la India (Umamaheswara Rao, 1972; Liao y Hommersand, 2003).

CARACTERÍSTICAS DEL CISTOCARPO

En los cistocarpos varios caracteres taxonómicos son muy útiles para distinguir especies. Oliveira (1984) y Bird (1995) han discutido la aplicación de detalles anatómicos de los cistocarpos en el reconocimiento de géneros y especies, tales como: 1) células nutritivas tubulares, cuya presencia o ausencia ha sido muy controversial en la taxonomía de este grupo, así como la orientación de las mismas; 2) presencia del pericarpo interno, el cual es un carácter útil para el reconocimiento de género; 3) tamaño celular de las células gonimoblásticos estériles, el cual puede ser útil para la diferenciación de especies.

Según Fredericq y Norris (1985), la cavidad del cistocarpo se forma por la separación entre las capas internas y externas del pericarpo en formación

durante las fases más tempranas del desarrollo del gonimoblasto. Esta ruptura se extiende a través del piso del cistocarpo para producir una cavidad cistocárpica ancha, que contiene al gonimoblasto. En el presente estudio se pudo observar que la cavidad del cistocarpo se forma de una manera similar a la descrita, y que los cistocarpos maduros son formados encima de una prominente protuberancia del talo, presentando una profunda constricción basal. Las células nutritivas tubulares son abundantes, en particular las que son dirigidas desde los filamentos gonimoblásticos hacia las células localizadas en la base del cistocarpo. También se observaron ocasionalmente células nutritivas tubulares dirigidas hacia la parte superior del cistocarpo, haciendo contacto con células del pericarpo externo. Las células madres de los carposporangios se forman en cadenas más o menos ordenadas y radiales, con los carposporangios localizados terminalmente.

Comparando los cortes transversales de cistocarpo de este trabajo con los presentados por Umamaheswara Rao (1972) para poblaciones de la India, vemos que en este caso tampoco hay claras diferencias entre uno y otro material, confirmando las observaciones moleculares que indican que se trata de distintas poblaciones de una misma especie.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TETRASPORANGIOS

La configuración de los tetrasporangios ha sido poco usada para diferenciar especies en Gracilariaceae, ya que existe una gran variedad de tipos de corteza tetrasporangial y ésta es muy variable dentro de una misma especie, de acuerdo al grado de madurez del talo y de las condiciones ambientales. Por ejemplo, los tetrasporangios pueden estar localizados de forma dispersa en todo el talo, o puede haber regiones fértiles específicas o soros, que van desde pequeñas modificaciones en la corteza de células anticlinalmente alargadas hasta estructuras parecidas a nematecios bien definido. En esta especie se pudo observar que los tetrasporangios son radialmente alargados y se

encuentran dispersos en la superficie, presentando división decusada cruzada. No existe un soro o nematecio tetrasporangial definido.

DESARROLLO DE LA RAMA CARPOGONIAL

En las algas gracilarioides, la rama carpogonial es un carácter muy conservado entre especies y es de poca utilidad taxonómica (Plastino y Oliveira, 1996) al nivel genérico y subgenérico. La rama carpogonial se produce en la corteza, y está constituida por dos células: un carpogonio terminal y una célula hipógina. Esta rama carpogonial es producida por una célula de soporte que también produce dos filamentos laterales de células estériles, posicionados a los lados de la rama carpogonial (Fredericq y Hommersand, 1989). Nuestras observaciones de la rama carpogonial confirman este patrón general de rama carpogonial descrito para la familia.

Una vez que el carpogonio es fertilizado éste se expande y se fusiona con las células estériles de los filamentos laterales, formando una célula de fusión primaria que posteriormente se fusiona a su vez con otras células gametofíticas vecinas, incluyendo la célula de soporte, pero no a la célula hipógina, dando lugar finalmente a una célula de fusión secundaria que genera los primordios de los filamentos gonimoblásticos. De esta forma, no existe una única célula predeterminada en la cual el núcleo diploide, producto de la fecundación, sea transferido. Es decir, no hay una célula auxiliar propiamente dicha. De hecho, ese núcleo permanece dentro del carpogonio, que después se fusiona con otras células, y que se comporta directamente como célula generativa de los filamentos gonimoblásticos. Tampoco existen células conectivas en los filamentos de conexión entre el carpogonio fecundado y la célula generativa; la cf se forma por fusión directa del carpogonio con las células laterales estériles (Anexo 7).

En este trabajo se observaron cistocarpos jóvenes en los que ya la célula de fusión de había formado, así como los primordios del gonimoblasto y la cavidad

del cistocarpo. Estas observaciones concuerdan con el patrón descrito para el género *Gracilaria* en la bibliografía (Fredericq y Hommersand, 1989).

CONCLUSIÓN

Las observaciones morfológicas realizadas en este trabajo confirman que las poblaciones de *Gracilaria corticata* presentes en Venezuela poseen las características típicas de la especie, tal como han sido descritas en poblaciones del océano Índico. No se observaron diferencias entre el material venezolano y lo publicado en la bibliografía sobre los materiales del Índico con base a los caracteres morfológicos más relevantes, como el tipo de conceptáculo espermatangial, la anatomía detallada del cistocarpo, el desarrollo de la postfertilización, etc.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda ampliar el muestreo de esta especie para estudios morfológicos y moleculares, para ver si se puede establecer una fecha aproximada de su separación de las poblaciones del océano Índico. Así mismo, es necesario evaluar si existen poblaciones de esta especie en otras floras tropicales costeras del Mar Caribe y del Atlántico americano.

BIBLIOGRAFÍA

Abbott, I.; Zhang, J. y Xia, B. 1991. *Gracilaria mixta* sp. nov. and other western Pacific species of the genus (Rhodophyta, Gracilariaceae). *Pacific Science*, 45: 12-27.

Bellorín, A. 2002. Sistemática e filogenia molecular de algas Gracilarióides (Gracilariaceae, Rhodophyta). Trabalho para obter título de Doutor em Ciências, no area de Botânica. Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da Universidad Sao Paulo.

Bellorín, A.; Oliveira, M. y Oliveira, E. 2002. Phylogeny and systematics of the marine algal family Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) based on small subunit rDNA and ITS sequences of Atlantic and Pacific species. *Journal Phycology*, 38: 551–563.

Bird, C. 1995. A review of recent taxonomic concepts and developments in the Gracilariaceae (Rhodophyta). *Journal Applied Phycology*, 7: 255-267.

Bird, C. y Rice, E. 1990. Recent approaches to the taxonomy of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) and the *Gracilaria verrucosa*. *Proceedings of the Internacional Seaweed Symposium*, 13: 111-118.

Bird, C.; McLachlan, J. y Oliveira, E. 1986. *Gracilaria chilensis* sp. nov. (Rhodophyta, Gigartinales) from Pacific South America. *Canadian Journal of Botany*, 64: 2928- 2934.

Bird, C.; Rice, E.; Murphy, C. y Ragan, M. 1992. Phylogenetic relationships in the Gracilariales (Rhodophyta) as determined by 18S rDNA sequences.

Phycologia, 31: 510–22.

Brito, L. y Lemus, A. 1996. Rendimiento y consistencia del agar de *Gracilaria damaecornis* J. Agardh (Gracilariales, Rhodophyta), *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 35: 57- 62

Brito, L. y Silva, S. 2005. Fenología y ciclo de vida del alga *Gracilariopsis tenuifrons* (Gracilariaceae) en Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. 53: 67-7

Dawes, C. 1986. *Botánica Marina*. Editorial Limusa. Ciudad de México, México.

Dawson, E. 1949 . Studies of northeast Pacific Gracilariaceae. *Occasional Papers of the Allan Hancock Foundation*, 7: 1-105.

Fredericq, S. y Hommersand, M. 1989. Proposal of Gracilariales ord. nov. (Rhodophyta) based on analysis of the reproductive development of *Gracilaria verrucosa*. *Journal Phycology*, 25: 213-227.

Fredericq, S. y Norris, J. 1985. Morphological studies on some tropical species of *Gracillaria* Greville (Gracilariacea, Rhodophyta) taxonomic concepts based on reproductive morphology. En: *Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific and Caribbean species*. Abbott, I. y Norris, J. (eds). California Sea Grant College. Pags. 137-155.

Ganesan, E. 1989. Taxonomy of the economically important seaweeds of Venezuela.: 1. *Gracilaria*: *G. lacinulata* (Vahl) Howe prox. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela Universidad de Oriente*, 28: 85-97.

Gargiulo, G.; Morabito, M.; Genovese, G. y De Masi, F. 2006. Molecular

systematics and phylogenetics of Gracilariacean species from the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Phycology*, 18: 497–504.

Gurgel, C. y Fredericq, S. 2004. Systematics of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta): a critical assessment based on *rbcL* sequence analyses. *Journal Phycology*, 40: 138–159.

Hau, L. y Lin, S. 2006. *Gracilariopsis nhatrangensis* (Gracilariaceae, Rhodophyta), a new marine red alga from Nhatrang, southern Vietnam. *Botanical Studies*, 47: 329-337.

Iyer, R.; Tronchin, E.; Bolton, J. y Coyne, V. 2005. Molecular systematics of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) with emphasis on southern Africa. *Journal Phycology*, 41: 672–684.

Kim, M.; Yang, E. y Boo, S. 2006. Taxonomy and phylogeny of flattened species of *Gracilaria* (Gracilariaceae, Rhodophyta) from Korea based on morphology and protein-coding plastid *rbcL* and *psbA* sequences. *Phycologia*, 45: 520-528.

Lemus, A. 1992. Ensayos de cultivo de la agarofita *Gracilariopsis tenuifrons* (Bird et Oliveira) Fredericq et Hommersand (Rhodophyta) en el Oriente de Venezuela. *Memorias del VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Barquisimeto, Venezuela*. pp. 140-148.

Lemus, A. 1998. Variación anual en el rendimiento y fuerza de gel del agar de *Gracilariopsis tenuifrons* (Bird et Oliveira) Fredericq et Hommersand de la Península de Araya, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 37: 74-79.

Liao, L. M. y Hommersand, M. H. 2003. A morphological study and taxonomic reassessment of the generitype species in the Gracilariaceae. *Journal Phycology*, 39: 1207-1232.

Ohmi, H. 1958. The species of *Gracilaria* and *Gracilariopsis* from Japan and adjacent waters. *Usujiri Fisheries Laboratory, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*, 6: 1-6.

Oliveira, E. 1984. Taxonomic criteria in the genus *Gracilaria* Greville (Rhodophyta): an experience with the western Atlantic species. *Proceedings of the International Seaweed Symposium*, 11: 55- 58.

Oliveira, E.; Alveal, K. y Anderson, R. 2000. Mariculture of the agar-producing gracilarioid red algae. *Reviews Fisheries Science*, 8: 345-377.

Oliveira, E.; Bird, C. y McLachlan, J. 1983. The genus *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales) in the western Atlantic. *Gracilaria domingensis*, *G. cervicornis*, and *G. ferox*. *Canadian Journal Botany*, 61: 2999-3008.

Oliveira, E. y Plastino, E. 1994. Gracilariaceae. En: *Biology of economic algae*. Akatsuka, I. (ed). SPB Academic Publishing, Netherlands. Págs. 185-226.

Oza, R. 1976. Studies on Indian *Gracilaria*. II. The development of reproductive structures of *Gracilaria corticata*. *Botánica Marina*, 19: 107- 114.

Plastino, E. y Oliveira, E. 1996. Approaches to the identification of terete Brazilian Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta). *Hydrobiologia*, 327: 145-148.

Rodríguez, N. 1989. Una nueva especie de *Polycavernosa* Chang y Xia, del Mar Caribe (Rhodophyta, Gracilariales). *Ernstia*, 56: 1-7.

Silva, P.; Basson, P. y Moe, R. 1996. *Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean*. Editorial Board. Los Angeles, California.

Silva, S.; Brito, L. y Lemus, A. 2003. Nuevas adiciones de algas marinas para el Parque Nacional Mochima, Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 51: 157-165.

Starr, C. y Taggart, R. 2008. *Biología. La unidad y diversidad de la vida*. Undécima edición. Editorial Cengage Universitario.

Umamaheswara Rao, M. 1972. On the Gracilariaceae of the seas around India. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 14: 671- 696.

Yamamoto, H. 1978. Systematic and anatomical study of the genus *Gracilaria* in Japan. *Usujiri Fisheries Laboratory, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*, 21: 97- 138.

Yamamoto, H. 1984. An evaluation of some vegetative features and some interesting problems in Japanese populations of *Gracilaria*. *Hydrobiologia*, 116/117: 51-54.

Zandi, K.; Tajbakhsh, S.; Nabipour, I.; Rastian, Z.; Yousefi, F.; Sharafian, S. y Sartavi, K. 2010. *In vitro* antitumor activity of *Gracilaria corticata* (a red alga) against Jurkat and molt-4 human cancer cell lines. *African Journal of Biotechnology*, 9(40): 6787-6790.

ANEXOS

ANEXO 1. APÉNDICE DEL ESPACIADOR MITOCONDRIAL COMPLEJO CITOCROMO OXIDASA 2-3.....	3 1
ANEXO 2. ALINEAMIENTO DE LA SUBUNIDAD GRANDE DEL ESPACIADOR PLASTIDIAL COMPLEJO RIBULOSA 1-5 BIFOSFATO-CARBOXILASA-OXIGENASA (<i>rbcL</i>).....	3 2
ANEXO 3. HÁBITO DE <i>Gracilaria corticata</i> COLECTADA EN TANZANIA.....	3 6
ANEXO 4. ANATOMÍA VEGETATIVA DE <i>Gracilaria corticata</i> COLECTADA EN TANZANIA.....	3 7
ANEXO 5. DIAGRAMA DE LAS VISTAS SUPERFICIALES EN CORTES TRANSVERSALES DE LOS TIPOS DE CONFIGURACIÓN ESPERMATANGIAL EN LAS ALGAS GRACILARIOIDES.....	3 8
ANEXO 6. PATRÓN DE DESARROLLO DEL ESPERMATANGIO TIPO “HENRIQUESIANA”.....	3 9
ANEXO 7. RAMA CARPOGONIAL Y EVENTO POSTFECUNDACIÓN.....	4 0

COX2_3 spacer.txt

Alignment: C:\Users\Alexis\Desktop\COX2_3 spacer.txt

```

      .....|.....| .....|.....| .....|.....| .....|.....| .....|.....|
      5      15      25      35      45      55

Venezuela GGGGGGAAAT GTGATGCTAT TCCAGGAAGA TTAAACCAA CATCAAAATTT TGTTAAAAGA
Tanzania  GGGGGGAAAT GTGATGCTAT TCCTGGAAGA TTAAATCAA CATCAAAATTT TGTTAAAAGA
Iran      GGGGGGAAAT GTGATGCTAT TCCTGGAAGA TTAAATCAA CATCAAAATTT TGTTAAAAGA

      .....|.....| .....|.....| .....|.....| .....|.....|
      65      75      85      95      105     115

Venezuela GAAGGGATTT TTTATGGTCA ATGTAGTGAA ATATGTGGTA TAAATCATGG ATTCATGCCT
Tanzania  GAAGGAGTTT TTTATGGTCA ATGTAGTGAA ATATGTGGTA TAAACCACGG ATTTATGCCT
Iran      GAAGGAAATTT TTTATGGTCA ATGTAGTGAA ATATGTGGTA TAAATCATGG ATTTATGCCT

      .....|.....| .....|.....| .....|.....| .....|.....|
      125     135     145     155     165     175

Venezuela ATTGTAATTG AGGTAGTAAA ATTACCTAGT TATATTTCTT GAATTTCTAA TAAGTTAAAC
Tanzania  ATTGTAATTG AGGTAGTAAA ATTACCTAAT TATATTTCTT GAATTTCTAA TAAGTTAAAC
Iran      ATTGTAATTG AGGTAGTAAA ATTACCTAAT TATATTTCTT GAATTTCTAA TAAGTTGAAC

      .....|.....| .....|.....| .....|.....| .....|.....|
      185     195     205     215     225     235

Venezuela GAATAAATTG ATGCGACTTT CTTTTTCACA GGTATTCGTA TTACTTTTAG TTTTTTTTAT
Tanzania  GAATAAATTG ATGCGACTTT CTCTTTCACA GATTATCGTA TTACTTTTAG TTTTTTTTAT
Iran      GAATAAATTG ATGCGACTTT CTTTTTCACA GATTATTGTG TTACTTTTAG TTTTTTTTAT

      .....|.....| .....|.....| .....|.....| .....|.....|
      245     255     265     275     285     295

Venezuela ACTTTTTTCG ATAAATTCTA AAATTTGAAA AAAATTAATT AGACTTTTAA GCCAATTTTT
Tanzania  ACTTTTTTCG ATGAATTCTA AAATTTGAAA AAAAATAAATT GGATTTTTTAA ACCAATTTTT
Iran      ACTTTTTTCG ATGAATTCTA AAATTTGAAA AAAATTAATT AGATTTTTTAA ACCAATTTTT

      .....|.....| .....|.....| .....|.....| .....|.....|
      305     315     325     335     345     355

Venezuela TAAAAACTTT TAAAATAAAA ATTATGATTT ACTTATCACA AATATCAAAG TCTATACAGA
Tanzania  TAAAAATTTT TAAAATAAAA ATTATGTTTT ACTTATCACA AATATCAAAG TCTATACAGA
Iran      TAAAAATTTT TAAAATAAAA ATTATGTTTT ACTTATCACA AATATCAAAG TCTATACAGA

      .....|.....| .....|.....|
      365     375

Venezuela GACATCCTTT C.....
Tanzania  GACATCCTTT CC.....
Iran      GACATCCTTT CC.....

```

Anexo 1. Alineamiento del espaciador mitocondrial complejo citocromooxidasa 2-3

rbCL G CORTICATA.txt

Alignment: C:\Users\Alexis\Desktop\rbCL G CORTICATA.txt

	5	15	25	35	45	55
FILIPINAS	-----	-----	-----	-----	-----	-----
GHANA	-----	-----	-----CAAGC	ATCAAAAATG	AGCGCTATGA	ATCTGGTGTA
IRAN	atgtctaact	ctgtagaaga	ACGGACAAGC	ATCAAAAATG	AGCGCTATGA	ATCTGGTGTA
VENEZUELA	atgtctaact	ctgtagaaga	ACGGACAAGC	ATCAAAAATG	AGCGCTATGA	ATCTGGTGTA

	65	75	85	95	105	115
FILIPINAS	-----TATG	CTAAAATGGG	ATATTGGGAT	CCTAATTATG	CAGTTAAAGA	TACTGATATA
GHANA	ATCCCATATG	CAAAGATGGG	ATATTGGGAT	CCTAATTATG	CAGTTAAAGA	TACTGATATA
IRAN	ATCCCATATG	CAAAGATGGG	ATATTGGGAT	CCTAATTATG	CAGTTAAAGA	TACTGATATA
VENEZUELA	ATCCCATATG	AAAAAATGGG	ATATTGGGAT	CCTAATTATG	CAGTTAAAGA	TACTGATATA

	125	135	145	155	165	175
FILIPINAS	CTAGCTCTAT	TTCGTGTTAG	TCCACAACCA	GGTGTAGATC	CAGTAGAAGC	TTCTGCAGCA
GHANA	CTAGCTCTAT	TTCGTGTTAG	TCCACAACCA	GGTGTAGATC	CAGTAGAAGC	TTCTGCAGCA
IRAN	CTAGCTCTAT	TTCGTGTTAG	TCCACAACCA	GGTGTAGATC	CAGTAGAAGC	TTCTGCAGCA
VENEZUELA	CTAGCTCTAT	TCCGTGTTAG	TCCACAACCA	GGTGTAGATC	CAGTAGAAGC	TTCTGCAGCA

	185	195	205	215	225	235
FILIPINAS	GTTGCTGGTG	AATCATCTAC	AGCGACATGG	ACTGTTGTAT	GGACAGATTT	ATTAACAGCT
GHANA	GTTGCTGGTG	AATCATCTAC	AGCGACATGG	ACTGTTGTAT	GGACAGATTT	ATTAACAGCT
IRAN	GTTGCTGGTG	AATCATCTAC	AGCGACATGG	ACTGTTGTAT	GGACAGATTT	ATTAACAGCT
VENEZUELA	GTTGCTGGTG	AATCATCTAC	AGCGACCTGG	ACTGTTGTAT	GGACAGATTT	ATTAACAGCT

	245	255	265	275	285	295
FILIPINAS	TGTGACTTAT	ATAGAGCTAA	AGCTTATAAA	GTAGATGCAG	TTCCTAATAC	TACAGACCAG
GHANA	TGTGACTTAT	ATAGAGCTAA	AGCTTATAAA	GTAGATGCAG	TTCCTAATAC	TACAGACCAG
IRAN	TGTGACTTAT	ATAGAGCTAA	AGCTTATAAA	GTAGATGCAG	TTCCTAATAC	TACAGACCAG
VENEZUELA	TGTGACTTAT	ATAGAGCTAA	AGCTTATAAA	GTAGACGCAG	TTCCTAATAC	TACAGACCAG

	305	315	325	335	345	355
FILIPINAS	TATTTTGCTT	TTATTGCTTA	TGATATAGAT	TTATTTGAAG	AAGGTTCTAT	TGCTAACTTA
GHANA	TATTTTGCTT	TTATTGCTTA	TGATATAGAT	TTATTTGAAG	AAGGTTCTAT	TGCTAACTTA
IRAN	TATTTTGCTT	TTATTGCTTA	TGATATAGAT	TTATTTGAAG	AAGGTTCTAT	TGCTAACTTA
VENEZUELA	TATTTTGCTT	TTATTGCTTA	TGATATAGAT	TTATTTGAAG	AAGGTTCTAT	TGCTAACTTA

	365	375	385	395	405	415
FILIPINAS	ACTGCTTCAA	TTATTGGTAA	TGTATTCGGT	TTTAAAGCTG	TTAAAGCTTT	AAGATTAGAA
GHANA	ACTGCTTCAA	TTATTGGTAA	TGTATTCGGT	TTTAAAGCTG	TTAAAGCTTT	AAGATTAGAA
IRAN	ACTGCTTCAA	TTATTGGTAA	TGTATTCGGT	TTTAAAGCTG	TTAAAGCTTT	AAGATTAGAA
VENEZUELA	ACTGCTTCAA	TTATTGGTAA	TGTATTCGGT	TTTAAAGCTG	TTAAAGCTTT	AAGATTAGAA

	425	435	445	455	465	475
FILIPINAS	GATATGC-GT	ATACCTGTTG	CTTATTTAAA	AACTTTCCAA	GGTCCTGCTA	CTGGACTTGT
GHANA	GATATGCCGT	ATACCTGTTG	CTTATTTAAA	A-CTTTCCAA	GGTCCTGCTA	CTGGACTTGT
IRAN	GATATGC-GT	ATACCTGTTG	CTTATTTAAA	AACTTTCCAA	GGTCCTGCTA	CTGGACTTGT
VENEZUELA	GATATGC-GT	ATACCTGTTG	CTTATTTAAA	AACTTTCCAA	GGTCCTGCTA	CTGGACTTGT

	485	495	505	515	525	535
FILIPINAS	AGTAGAACGC	GAACGTATGG	ATAAGTTTGG	CCGTCCATTT	TTAGGTGCAA	CAGTTAAACC
GHANA	AGTAGAACGC	GAACGTATGG	ATAAGTTTGG	CCGTCCATTT	TTAGGTGCAA	CAGTTAAACC
IRAN	AGTAGAACGC	GAACGTATGG	ATAAGTTTGG	CCGTCCATTT	TTAGGTGCAA	CAGTTAAACC
VENEZUELA	AGTAGAACGC	GAACGCATGG	ATAAGTTTGG	CCGTCCATTT	TTAGGTGCAA	CAGTTAAACC

	545	555	565	575	585	595
FILIPINAS	TAAGTTAGGT	TTATCTGGTA	AAAATTACGG	TAGGGTTGTT	TATGAAGGTC	TTAAAGGTGG
GHANA	TAAGTTAGGT	TTATCTGGTA	AAAATTACGG	TAGGGTTGTT	TATGAAGGTC	TTAAAGGTGG
IRAN	TAAGTTAGGT	TTATCTGGTA	AAAATTACGG	TAGGGTTGTT	TATGAAGGTC	TTAAAGGTGG
VENEZUELA	TAAGTTAGGT	TTATCTGGTA	AAAATTACGG	TAGGGTTGTT	TATGAAGGTC	TTAGAGCGGG

	605	615	625	635	645	655
FILIPINAS	TTTAGATTTT	TTAAAAGATG	ATGAGAATAT	TAACTCTCAG	CCTTTTCATGC	GTTGGAAAGA
GHANA	TTTAGATTTT	TTAAAAGATG	ATGAGAATAT	TAACTCTCAG	CCTTTTCATGC	GTTGGAAAGA
IRAN	TTTAGATTTT	TTAAAAGATG	ATGAGAATAT	TAACTCTCAG	CCTTTTCATGC	GTTGGAAAGA
VENEZUELA	TTTAGATTTT	TTAAAGGATG	ATGAGAATAT	TAACTCTCAG	CCTTTTCATGC	GTTGGAAAGA

	665	675	685	695	705	715
FILIPINAS	AAGATTCTTA	TACTCTATGG	AAGGAGTGAA	CAGATCAATT	GCAGCAACTG	GAGAAGTAAA
GHANA	AAGATTCTTA	TACTCTATGG	AAGGAGTGAA	CAGATCAATT	GCAGCAACTG	GAGAAGTAAA
IRAN	AAGATTCTTA	TACTCTATGG	AAGGAGTGAA	CAGATCAATT	GCAGCAACTG	GAGAAGTAAA
VENEZUELA	AAGATTCTTA	TACTCTATGG	AAGGAGTAAA	TAGGTCAATT	GCAGCAACTG	GAGAAGTAAA

	725	735	745	755	765	775
FILIPINAS	AGGACATTAC	ATGAATGTTA	CAGCTGCTAC	AATGGAAGAT	ATGTATGAAA	GAGCTGAGTT
GHANA	AGGACATTAC	ATGAATGTTA	CAGCTGCTAC	AATGGAAGAT	ATGTATGAAA	GAGCTGAGTT
IRAN	AGGACATTAC	ATGAATGTTA	CAGCTGCTAC	AATGGAAGAT	ATGTATGAAA	GAGCTGAGTT
VENEZUELA	AGGCCATTAC	ATGAATGTTA	CAGCTGCTAC	AATGGAAGAT	ATGTATGAAA	GAGCTGAGTT

	785	795	805	815	825	835
FILIPINAS	TGCTAAACAC	TTAGGAACAG	TCATTATAAT	GATTGATCTT	GTTATTGGTT	ATACAGCAAT
GHANA	TGCTAAACAA	CTAGGAACAG	TCATTATAAT	GATTGATCTT	GTTATTGGTT	ATACAGCAAT
IRAN	TGCTAAACAA	CTAGGAACAG	TCATTATAAT	GATTGATCTT	GTTATTGGTT	ATACAGCAAT
VENEZUELA	TGCTAAACAA	CTAGGAACAG	TCATTATAAT	GATTGATCTT	GTTATTGGTT	ATACAGCAAT

	845	855	865	875	885	895
FILIPINAS	TCAAACATG	GGAGTATGGG	CACGTAAAAA	TGATATGATT	TTACATTTAC	ACCGTGCTGG
GHANA	TCAAACATG	GGAGTATGGG	CACGTAAAAA	TGATATGATT	TTACATTTAC	ACCGTGCTGG
IRAN	TCAAACATG	GGAGTATGGG	CACGTAAAAA	TGATATGATT	TGACATTTAC	ACCGTGCTGG
VENEZUELA	TCAAACATG	GGAGTATGGG	CACGTAAAAA	TGATATGATT	TTACATTTAC	ATCGTGCTGG

	905	915	925	935	945	955
FILIPINAS	TAACTCAACT	TACTCTCGTC	AAAAAATACA	TGGAATGAAC	TTTCGTGTTA	TTTGCAAATG
GHANA	TAACTCAACT	TACTCTCGTC	AAAAAATACA	TGGAATGAAC	TTTCGTGTTA	TTTGCAAATG
IRAN	TAACTCAACT	TACTCTCGTC	AAAAAATACA	TGGAATGAAC	TTTCGTGTTA	TTTGCAAATG
VENEZUELA	TAACTCAACT	TACTCTCGTC	AAAAAATACA	TGGAATGAAC	TTTCGTGTTA	TTTGCAAATG

	965	975	985	995	1005	1015
FILIPINAS	GATGCGTATG	GCCGGTGTAG	ATCATATTCA	TGCTGGTACT	GTAGTTGGTA	AATTAGAAGG
GHANA	GATGCGTATG	GCCGGTGTAG	ATCATATTCA	TGCTGGTACT	GTAGTTGGTA	AATTAGAAGG
IRAN	GATGCGTATG	GCCGGTGTAG	ATCATATTCA	TGCTGGTACT	GTAGTTGGTA	AATTAGAAGG
VENEZUELA	GATGCGTATG	GCCGGTGTAG	ATCATATTCA	TGCTGGTACT	GTAGTTGGTA	AATTAGAAGG

	1025	1035	1045	1055	1065	1075
FILIPINAS	TGATCCACTA	ATGATCAGAG	GCTTCTATAA	TACTTTACTT	CTAACACATT	TAGATGTGAA
GHANA	TGATCCACTA	ATGATCAGAG	GCTTCTATAA	TACTTTACTT	CTAACACATT	TAGATGTGAA
IRAN	TGATCCACTA	ATGATCAGAG	GCTTCTATAA	TACTTTACTT	CTAACACATT	TAGATGTGAA
VENEZUELA	TGATCCACTA	ATGATCAGAG	GCTTCTATAA	TACTTTACTT	CTAACACATT	TAGATGTGAA

	1085	1095	1105	1115	1125	1135
FILIPINAS	TTTACCACAA	GGTATATTTT	TTGAACAAGA	TTGGGCTTCT	TTACGTAAAG	TTACACCTGT
GHANA	TTTACCACAA	GGTATATTTT	TTGAACAAGA	TTGGGCTTCT	TTACGTAAAG	TTACACCTGT
IRAN	TTTACCACAA	GGTATATTTT	TTGAACAAGA	TTGGGCTTCT	TTACGTAAAG	TTACACCTGT
VENEZUELA	TTTACCACAA	GGTATATTTT	TTGAACAAGA	TTGGGCTTCT	TTACGTAAAG	TTACACCTGT

	1145	1155	1165	1175	1185	1195
FILIPINAS	TGCGTCAGGT	GGTATACATT	GTGGACAAAT	GCACCAATTA	TTAGATTATT	TAGGTAATGA
GHANA	TGCGTCAGGT	GGTATACATT	GTGGACAAAT	GCACCAATTA	TTAGATTATT	TAGGTAATGA
IRAN	TGCGTCAGGT	GGTATACATT	GTGGACAAAT	GCACCAATTA	TTAGATTATT	TAGGTAATGA
VENEZUELA	TGCGTCAGGT	GGTATACATT	GTGGACAAAT	GCACCAATTA	TTAGATTATT	TAGGTAATGA

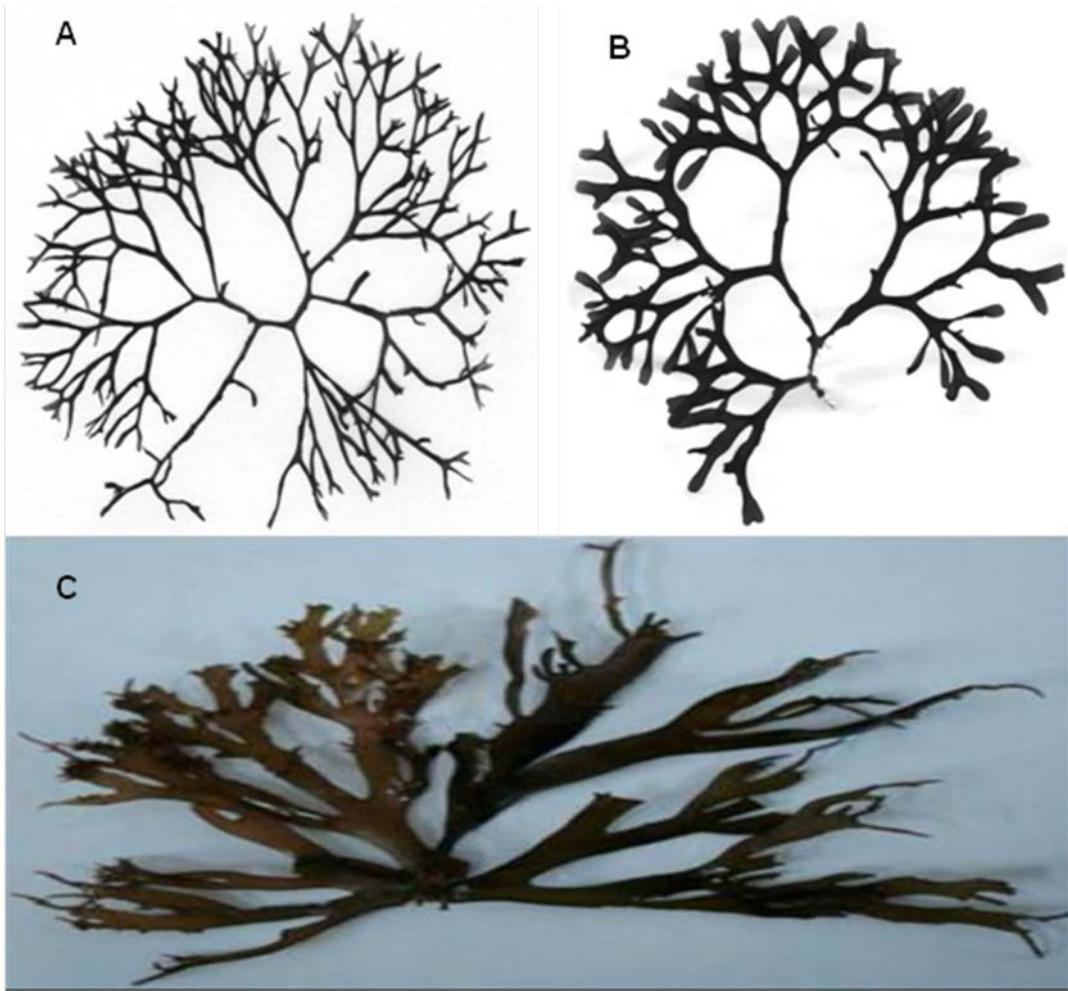
	1205	1215	1225	1235	1245	1255
FILIPINAS	TGTTGTTCTC	CAATTTGGAG	GAGGAACAAT	AGGTCATCCA	GATGGAATAC	AAGCAGGTGC
GHANA	TGTTGTTCTC	CAATTTGGAG	GAGGAACAAT	AGGTCATCCA	GATGGAATAC	AAGCAGGTGC
IRAN	TGTTGTTCTC	CAATTTGGAG	GAGGAACAAT	AGGTCATCCA	GATGGAATAC	AAGCAGGTGC
VENEZUELA	TGTTGTTCTC	CAATTTGGAG	GAGGAACAAT	AGGTCATCCA	GATGGAATAC	AAGCAGGTGC

	1265	1275	1285	1295	1305	1315
FILIPINAS	AACAGCCAAT	CGGGTAGCAT	TAGAAGCTAT	GGTTTTAGCT	CGTAATGAAG	GTCGTGACTA
GHANA	AACAGCCAAT	CGGGTAGCAT	TAGAAGCTAT	GGTTTTAGCT	CGTAATGAAG	GTCGTGACTA
IRAN	AACAGCCAAT	CGGGTAGCAT	TAGAAGCTAT	GGTTTTAGCT	CGTAATGAAG	GTCGTGACTA
VENEZUELA	AACAGCTAAT	CGTGTAGCAT	TAGAAGCTAT	GGTTTTAGCT	CGTAATGAAG	GTCGTGACTA

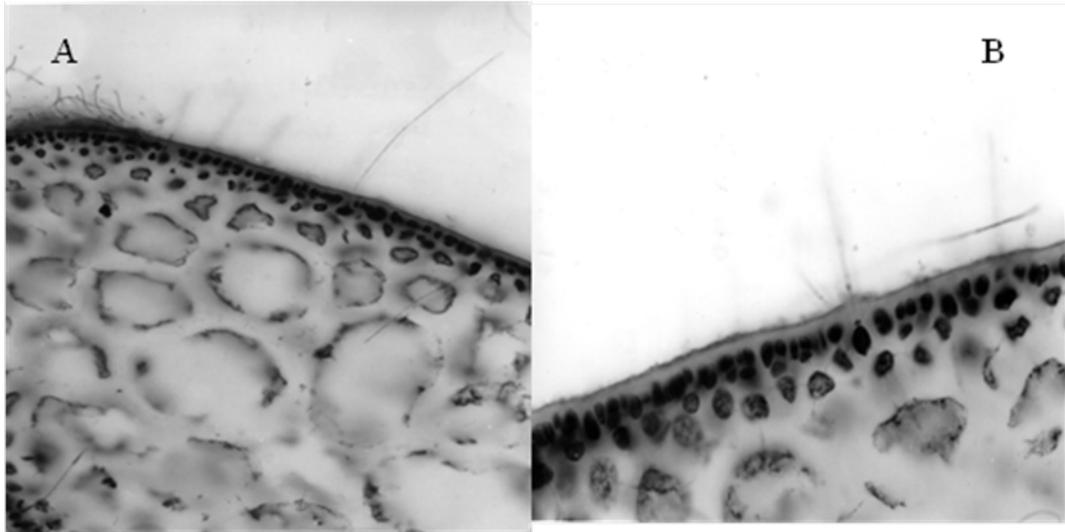
	1325	1335	1345	1355	1365	1375
FILIPINAS	TGTTGCAGAA	GGACCACAAA	TATTACGTGA	TGCAGCTAAA	ACATGTGGTC	CTTTACAAAC
GHANA	TGTTGCAGAA	GGACCACAAA	TATTACGTGA	TGCAGCTAAA	ACATGTGGTC	CTTTACAAAC
IRAN	TGTTGCAGAA	GGACCACAAA	TATTACGTGA	TGCAGCTAAA	ACATGTGGTC	CTTTACAAAC
VENEZUELA	TGTTGCAGAA	GGACCACAAA	TATTACGTGA	TGCAGCTAAA	ACATGTGGTC	CTTTACAAAC

	1385	1395	1405	1415	1425	1435
FILIPINAS	AGCTTTAGAT	CTGTGGAAAG	ATATTACGTT	TAATTATACT	TCTACTGATA	CAGCTGATTT
GHANA	AGCTTTAGAT	CTGTGGAAAG	ATATTACGTT	TAATTATACT	TCTACTGATA	CAGCTGATTT
IRAN	Agctttagat	ctatggaaag	at.....	.....	.....	.....
VENEZUELA	Agctttagat	ctatggaaag	at.....	.....	.....	.....
			
	1445	1455	1465			
FILIPINAS	TGTTGAAACT	CCAACAGCTA	ATGTATAA			
GHANA	TGTTGAAACT	CCAACAGCTA	ATGTATAA			
IRAN	.....	.....	.....
VENEZUELA	.....	.....	.....

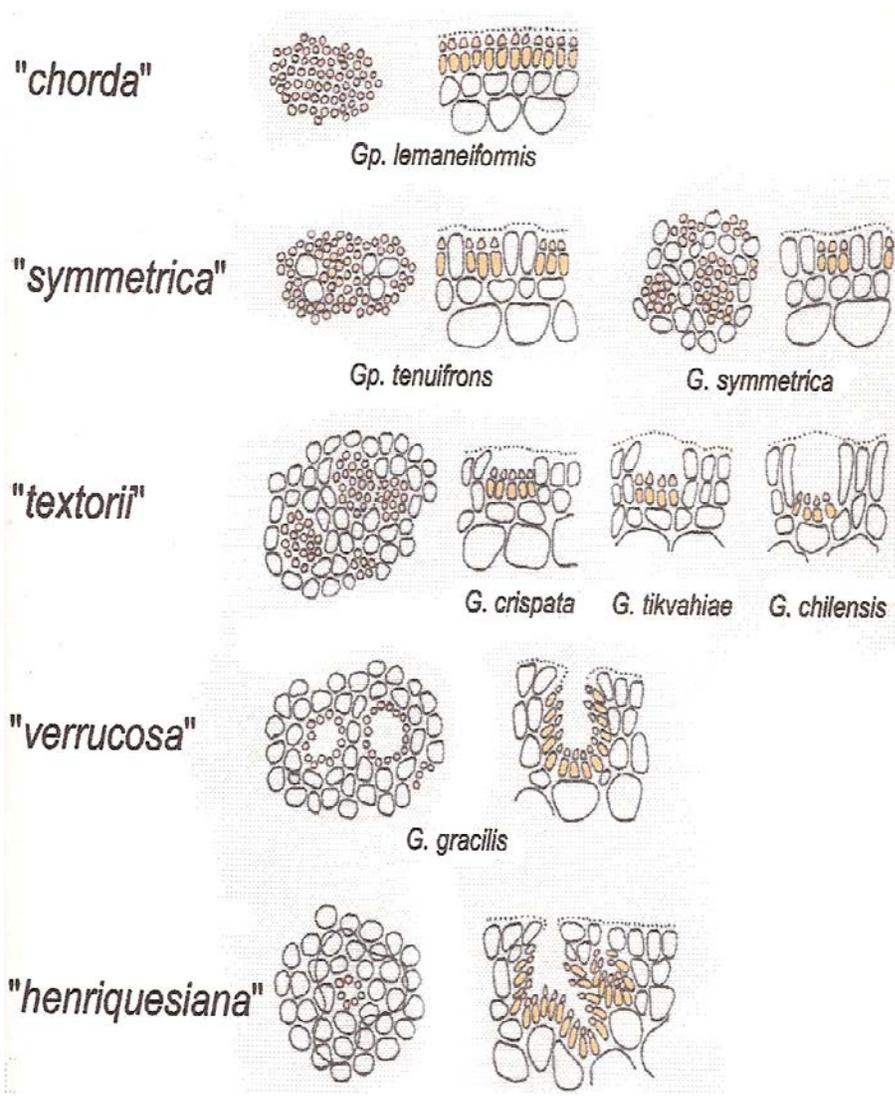
Anexo 2. Alineamiento de la subunidad grande del espaciador plastidial complejo ribulosa 1-5 bifofasto- carboxilasa-oxigenasa (RuBisCo)



Anexo 3. Hábito de *Gracilaria corticata* colectada en Tanzania.

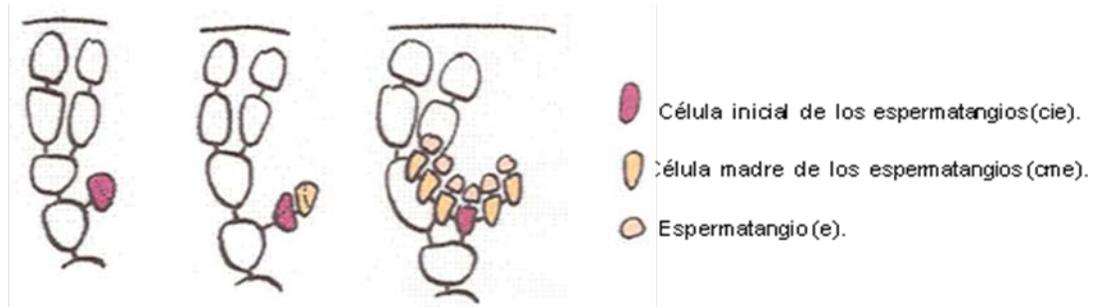


Anexo 4. Anatomía vegetativa de *Gracilaria corticata* colectada en Tanzania.

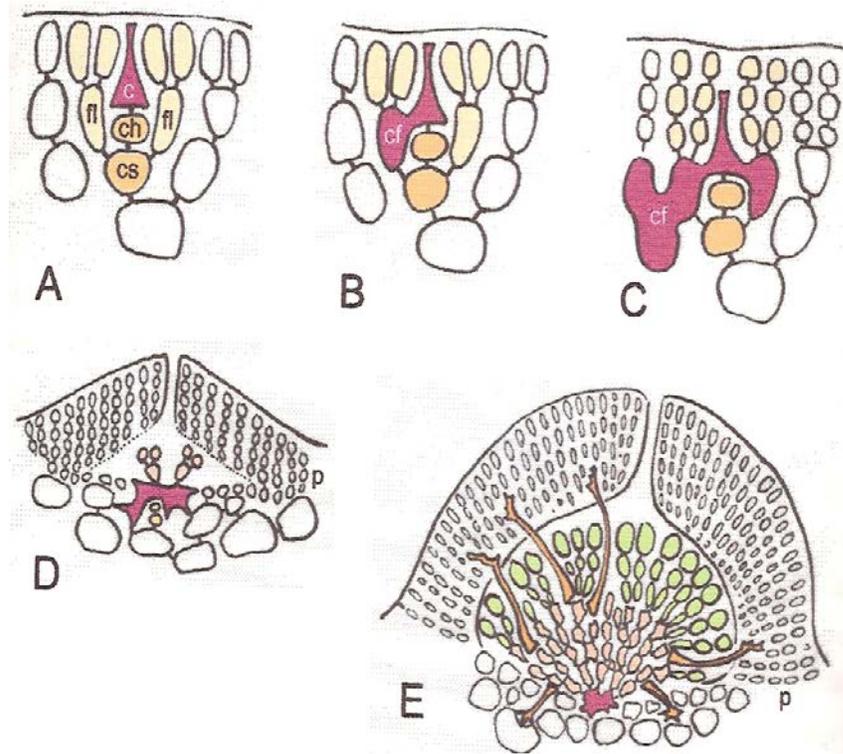


Anexo 5. Diagrama de las vistas superficiales en cortes transversales de los tipos de configuración espermatangial en las algas gracilarioides según Yamamoto 1984 (modificado por Bird 1995). Los nombres de los 5 tipos principales aparecen en la izquierda. En el tipo "chorda", los espermatangios forman soros superficiales continuos, no interrumpidos por las células corticales estériles. En el tipo "symmetrica", los espermatangios forman soros superficiales interrumpidos por células corticales estériles. En el tipo "textorii", los espermatangios son producidos en el fondo de las criptas o conceptáculos poco profundos, limitados a la corteza. En el tipo "verrucosa", los espermatangios son producidos en las paredes y en el fondo de los conceptáculos profundos y aislados, sumergidos hasta la subcorteza. En el tipo "henriquesiana", los espermatangios son producidos

en conceptáculos profundos compuesto por varias cavidades que abren por un único poro.



Anexo 6. Patrón de desarrollo de los espermatangios. Las cie pueden ser células corticales, subcorticales o medulares intercalares que producen filamentos de cme los cuales bordean los espacios intercelulares disponibles en la corteza y médula externa.



Anexo 7. Rama carpogonial y eventos de postfecundación.

(A) La rama carpogonial está formada por el carpogonio (c), por la célula hipógina y por los filamentos (fl).
 (B) Fusión del carpogonio fecundado (c) con una de las células de los filamentos laterales, formando la célula de fusión primaria (cf). (C) Incorporación de otras células gametofíticas la célula de fusión (cf) formando una célula de fusión secundaria, y la proliferación anticlinal de las células corticales terminales vecinas, formando el pericarpo incipiente. (D) Cistocarpio en formación, la cf (vinotinto) ya produce las cig (rosa), originando la ruptura basal del pericarpo (p) y así la cavidad del cistocarpio. (E) Cistocarpio maduro, donde pueden ser visualizadas la cf, las cig, las cie, los carposporangios (verde), las cnt (naranja) conectando el gonimoblastos con el pericarpo y con la base del cistocarpio.

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	ESTUDIOS MORFOLÓGICOS EN <i>Gracilaria corticata</i> (GRACILARIACEAE, RHODOPHYTA) DE LA PENÍNSULA DE ARAYA.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Rodríguez G. Denicse M	C VLAC	16996085
	e -mail	dmrg84@hotmail .com
	e -mail	

Palabras o frases claves:

Gracilaria corticata, anatomía vegetativa, habito,

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación

Área	Subárea
CIENCIAS	BIOLOGÍA

Resumen (abstract):

Gracilaria corticata (J. Agardh) es una especie ampliamente distribuida en el océano Índico y que hasta la fecha no había sido reportada para el Mar Caribe. Estudios recientes de comparaciones moleculares indican que está presente en la Península de Araya, dado que poblaciones de *Gracilaria* en las localidades de El Rincón y Punta Escarceo poseen secuencias de ADN idénticas a las de materiales de Tanzania e Irán. En este trabajo se describe la morfoanatomía y los procesos ontogénicos de las estructuras reproductivas de poblaciones de *G. corticata* de Venezuela. Las algas fueron colectadas a mano, preservadas en solución formalina/agua de mar al 4% hasta su traslado al laboratorio donde se colocó al 2%, luego fueron separadas de acuerdo a la fase del ciclo de vida (gametofitos femeninos, gametofitos masculinos y tetrasporofitos). Para los estudios anatómicos y ontogénicos se prepararon láminas de microscopio semipermanentes. Se obtuvieron microfotografías usando una cámara digital, fijada con un adaptador a un microscopio compuesto. *Gracilaria corticata* es aplanada, con ejes en forma de cinta ramificados dicotómica a irregularmente, de color rojo a púrpura o pardo a verdoso, de consistencia membranosa. Los conceptáculos espermatangiales son de tipo “henriquesiana”. El cistocarpo es muy prominente, en forma de protuberancias, presenta células nutritivas tubulares. Las células gametofíticas tubulares se fusionan con otras células gametofíticas vecinas a través de *pit-connections* secundarias. Los tetrasporangios son radialmente alargados y se encuentran dispersos en la superficie, presentando división decusada cruzada.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
BELLORÍN, ALEXIS	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC 11380626
	e-mail almiguel@yahoo.com
	e-mail
BARRIOS, JORGE	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC 6439682
	e-mail jebarster@gmail.com
	e-mail
BRITO, LEONOR	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC 5083473
	e-mail leonorbrito@gmail.com
	e-mail

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2011	2	1
------	---	---

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Rodriguezd.doc	Application/Word

Alcance:

Espacial: Nacional _____ (Opcional)

(Opcional) **Temporal: Temporal** _____

Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciado (a) en Biología

Nivel Asociado con el Trabajo: licenciado (a)

Área de Estudio:
Licenciatura en Biología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso –
5/5

Derechos:

Yo, Denicse Rodríguez como autora intelectual de este trabajo de investigación le doy el derecho a la Universidad de Oriente para divulgar esta tesis siempre y cuando resguardando la patente de industria y comercio si se diera el caso



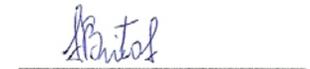
DENICSE RODRÍGUEZ



ALEXIS BELLORÍN



JORGE BARRIOS



LEONOR BRITO

POR LA COMISIÓN DE TESIS:

