

***Pterocladia* *caerulescens* (Kützlin) Santelices & Hommersand (RHODOPHYTA),
UNA NUEVA ADICIÓN PARA LA FLORA FICOLÓGICA DEL ESTADO
NUEVA ESPARTA (VENEZUELA)**

***Pterocladia* *caerulescens* (Kützlin) Santelices & Hommersand (RHODOPHYTA),
A NEW ADDITION TO THE PHYCOLOGICAL FLORA OF
NUEVA ESPARTA STATE (VENEZUELA)**

JULIO CÉSAR RODRÍGUEZ REYES¹, ALFREDO GUILARTE BUENO¹, AIDÉ VELÁSQUEZ-BOADAS¹, EFRÁÍN MARTÍNEZ-VÉLIZ¹,
ERIKA HERNÁNDEZ ALEZARD¹, ANAHY MARCANO²

¹Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIA),

²Instituto Nacional de Parques, Estado Nueva Esparta, Isla de Margarita, Venezuela

E-mail: juliord58@hotmail.com

RESUMEN

El alga rodofita, *Pterocladia caerulescens*, ha sido poco estudiada en Venezuela, a pesar de que a nivel mundial se ha determinado su alto rendimiento en la producción de agar. En este trabajo, se describen las estructuras vegetativa y reproductiva (cistocarpo, tetrasporangio y espermatangio) de una población de *P. caerulescens* ubicada en los sustratos rocosos de la zona intermareal de la bahía de Boca de Río, Isla de Margarita, durante el mes de noviembre 2013 a mayo de 2014. Doscientos ejemplares, formando agrupaciones cespitosas, fueron recolectados con estructuras de fijación, realizándose el desprendimiento con la ayuda de cuchillo y espátulas, preservándolas en solución de formaldehído al 4% v/v con agua de mar y almacenadas en frascos de vidrio. El análisis mediante microscopía óptica reveló en los ejemplares femeninos, la presencia de un cistocarpo solitario con una placenta unilocular en cuyo centro de la cavidad se dispone el carpogonio, lo que permitió la identificación de la especie como *Pterocladia caerulescens* (Kützlin) Santelices & Hommersand, perteneciente a la familia Pterocladiaaceae. Esta especie no había sido registrada en la zona marino-costera del estado Nueva Esparta, siendo identificado por primera vez en los estados Falcón y Carabobo, posteriormente en el estado Sucre, por lo que con este registro se amplía el área de distribución de la misma en Venezuela.

PALABRAS CLAVE: Pterocladiaaceae, morfología, estructuras reproductivas, Isla de Margarita

ABSTRACT

The rhodophyte alga, *Pterocladia caerulescens* has been little studied in Venezuela, even though its high production of agar has been globally determined. The vegetative and reproductive structures (cystocarp, tetrasporangio and espermatangio) were studied in a population of *P. caerulescens* located in rocky intertidal substrates from Boca de Río Bay in Margarita Island, Venezuela, during November 2013 to May 2014. A sample of two hundred specimens forming clusters was collected with attachment structures, detaching them with a knife and spatula, preserving them in a solution of 4% formaldehyde with seawater and stored in glass bottles. Analysis of female individuals with an optical microscope determined the presence of a lonely cystocarp with an unilocular placenta and carpogonium in the center of the cavity, permitting to identify the specie as *Pterocladia caerulescens* (Kützlin) & Hommersand Santelices, belonging to the family of Pterocladiaaceae. This species had not been recorded in the coastal marine zone of Nueva Esparta state, being first identified in Falcon and Carabobo states, then in Sucre state, so this record expands its area of distribution in Venezuela.

KEY WORDS: Pterocladiaaceae, morphology, reproductive structures, Margarita Island

INTRODUCCIÓN

La familia Gelidiaceae incluye los géneros *Gelidium*, *Pterocladia*, *Pterocladia* y *Gelidiella*. Los tres últimos, presentan menos especies que el primero, diferenciándose de éste por la anatomía del cistocarpo (Santelices y Hommersand 1997, Santelices 1998).

Las especies del género *Pterocladia* habitan, comúnmente, en la zona intermareal superior y medio de los mares tropicales y subtropicales, formando un césped sobre los sustratos rocosos y conchas, frecuentemente, en

lugares expuestos al oleaje. La mayoría de las especies han sido descritas en aguas tropicales y con un menor número de especies en aguas templadas (Santelices 1988). Actualmente, a nivel mundial existen unas 20 especies aceptadas taxonómicamente (Guiry y Guiry 2015), cuya amplia distribución se debe a que puede desarrollarse en aguas con temperaturas que oscilan entre los 11°C y 27°C y salinidades entre 34 y 38 unidades (Wynne y Schneider 2010).

En los países de la región tropical y subtropical del Atlántico Occidental se han registrado siete especies del género *Pterocladia* y cuatro

variedades (Wynne 2011); mientras que en Venezuela se reportan tres especies: *Pterocladia capillace*, *P. bartlettii* y *P. caerulescens* (Ganesan 1989).

Pterocladia caerulescens es una especie cosmopolita, propuesta por primera vez por Kützing, en 1868 como *Gelidium caerulescens*. Santelices y Hommersand (1997) proponen al género *Pterocladia*, incluyéndola como una de las especies transferidas a este último, bajo el binomio *Pterocladia caerulescens*. Ha sido registrada en África, Australia y Oceanía, Hawái, islas del Caribe, América del Sur (Brasil, Colombia y Venezuela), América Central (Costa Rica) y Asia (China, Japón, India) (Guiry y Guiry 2015).

En Venezuela, ha sido muy poco estudiada, a pesar de su alto rendimiento en la producción de agar (Bellorín 2006). Fue citada por primera vez por Rodríguez de Ríos (1992) para los estados Falcón y Carabobo como *Pterocladia caerulescens*; mientras que Bellorín (2006) y Rosas (2011) la reportan como *Pterocladia caerulescens* para el oriente del país, específicamente en la Península de Araya, estado Sucre.

En el estado Nueva Esparta se han registrado 326 especies de macroalgas, además de 24 registros citados solo hasta género, de las cuales 185 corresponden a las algas rojas (Rhodophyta), incluyendo a *Pterocladia* con *P. bartlettii* como única especie identificada en la región (Velásquez-Boadas y Rodríguez 2012). En este trabajo, se presenta y describe a *Pterocladia caerulescens* como una nueva adición a la flora ficológica de la región insular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el mes de noviembre 2013 a mayo de 2014, 200 ejemplares fueron recolectados en los sustratos rocosos de la zona intermareal de la bahía de Boca de Río, comprendida entre los $10^{\circ}58'90''\text{N}$ - $64^{\circ}10'52''\text{O}$ y $10^{\circ}57'45''\text{N}$ - $64^{\circ}11'58''\text{O}$ (Fig. 1). El muestreo se realizó en una extensión de 1.350 m, a lo largo de la cual se ubicaron 27 estaciones mediante un posicionador geográfico por satélite, marca Garmin, modelo GPS 72 (Fig. 1). El desprendimiento de las muestras, con estructuras de fijación, se realizó con la ayuda de cuchillos y espátulas, preservándose en una solución de formaldehído al 4% v/v con agua de mar y almacenadas en frascos de vidrio.

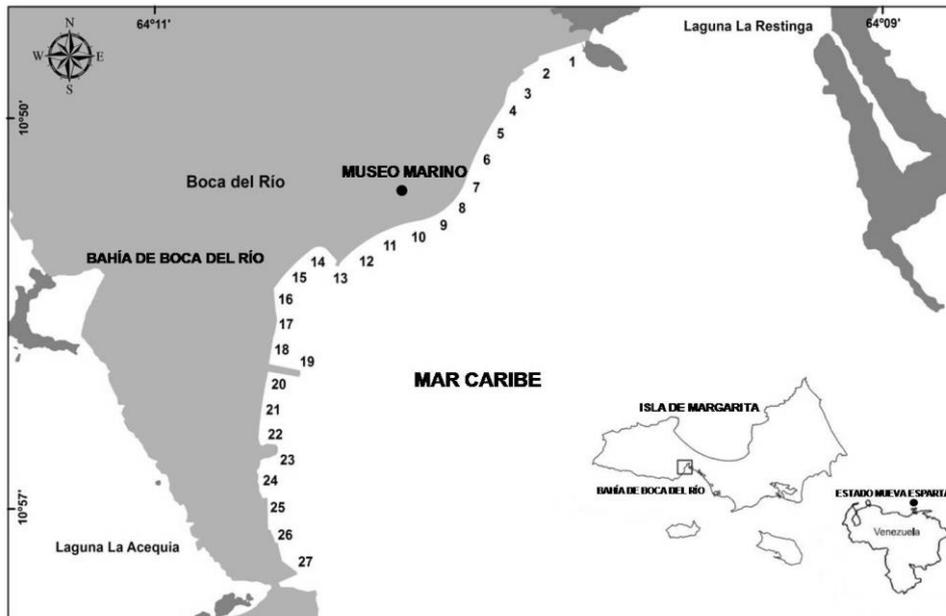


Figura 1. Ubicación geográfica relativa de las estaciones de muestreo en la bahía de Boca de Río (círculo negro), Isla de Margarita (recuadro blanco), estado Nueva Esparta, Venezuela.

Para las observaciones morfoanatómicas, se realizaron cortes a mano alzada para determinar la forma, distribución y disposición celular de cada corte mediante un microscopio óptico Leica, modelo Galen III. Posteriormente, cada uno de los cortes fueron fotografiados con una cámara digital

Canon, modelo Power Shot 10. Además se prepararon láminas semipermanentes utilizando una solución de glicerina al 30%.

La identificación de las muestras recolectadas se basó en Rodríguez de Ríos (1992) Santelice

(1977, 1997), Santelices y Hommersand (1997), Schneider y Lane (2005). Se utilizó el sistema de clasificación taxonómica según Guiry y Guiry (2015).

RESULTADOS

Phylum Rhodophyta Wettstein, 1901
Clase Florideophyceae Cronquist, 1960
Subclase Rhodymeniophycidae G.W.
Saunders & Hommersand, 2004
Orden Gelidiales Kylin, 1923
Familia Pterocliadiaceae J. Agardh, 1852
Genero *Pterocliadiella* B. Santelices & Hommersand, 1997:117

***Pterocliadiella caeruleascens* (Kützing) Santelices & Hommersand, 1997 (Fig. 2).**

Material examinado: Bahía de Boca de Río (Isla de Margarita), 200 especímenes, en el sustrato rocoso del mesolitoral.

Descripción: Las plantas crecen formando densas agrupaciones cespitosas de color púrpura oscuro a pardo-verdoso de 2-5 cm de longitud (Fig. 2A), con porciones postradas y erectas (Fig. 2B-C). Porción postrada basal, estolonífera, terete, de 0,1-0,3 mm de ancho, ramificadas irregularmente, con ápices cónicos y adherido al sustrato mediante pequeños discos de fijación de hasta 400 μm de longitud, ubicados en los lados inferiores de los estolones y espaciados irregularmente en pequeños intervalos (Fig. 2C_b). Entremezclados con las porciones postradas, desde los estolones emergen las porciones erectas de 2 a 11 cm de longitud y 1 a 2 mm de ancho, ubicadas normalmente en lugares opuestos a los discos de fijación, teretes en su base, tendiendo a aplanarse hacia las partes media y apical a modo de espátula (Fig. 2B-C_c). Ramificaciones laterales en número de 4 a 5, de 1 a 1,5 mm de ancho, contraídas y encurvadas en la base, escasas, de primer a tercer orden similares en apariencias a los ejes principales, pero de dimensiones más pequeñas. Ramas de primer orden opuestas o alternas (Fig. 2D-E_e); ramas de segundo al tercer orden con ápice obtuso a ligeramente lanceolado, dispuestas en forma de cuchillas en el margen o en las terminaciones de las ramas del primer orden, variablemente con pínulas, opuestas a irregulares, las más cortas prolíficas en la región apical de las ramas; ápice obtuso, pero romo cuando fértiles, con una prominente célula apical (Fig. 2D-F_{e-f}). Frecuentemente, algunas porciones erectas se curvan hacia abajo convirtiéndose en nuevas porciones postradas, observándose la presencia de discos de fijación en diferentes puntos del talo vegetativo. El crecimiento se realiza a partir de una célula apical (Fig. 3A). En

vista superficial, las células corticales son redondeadas a angulares, de 6 a 8 μm de diámetro (Fig. 3B). En corte transversal, tanto de las porciones postradas como erectas (Fig. 3C-D), se observa una capa de células corticales externas alargadas de 2 a 3 estratos, que mide de 2,61 a 4,11 μm de largo y 1,15 a 1,91 μm de diámetro, arregladas como tejido en empalizada (Fig. 3C-D_a), seguida por una región de células corticales internas subesféricas, escasas, de 2,25 a 4,0 μm de ancho (Fig. 3C-D_{b-c}), y una región medular con células generalmente redondeadas de 1,90 a 5,70 μm de ancho (Fig. 3C-D_d), rodeadas por los elementos rizoidales, de 25 μm de ancho, intercaladas con abundantes rizinas de pared gruesa, de 6,7 μm de diámetro, muy abundantes en la zona central (Fig. 3C-D_e). Tetrasporangios, dispuestos en soros en el ápice de ejes, ramas y pínulas, cubriendo casi toda la superficie, específicamente, en la región cercana al ápice de cada rama (Fig. 4A). En corte transversal se observan esféricos a ovalados, dispuestos en la zona cortical, de 28,45 a 39,58 μm de largo y 10,15 a 34,87 μm de ancho (Fig. 4B-C), cruciados (Fig. 4D_b). Los soros tetrasporangial miden 179,24 μm de largo y 1145,32 μm de ancho (Fig. 6B_d). Cistocarpo solitario, unilocular, cerca del ápice de las ramas fértiles, que aparece como hinchazón alargada en la parte medial donde se torna más pálida (Fig. 5A_a), con márgenes estériles circundantes (Fig. 5B_b), sin peristoma pronunciado de 670 a 1.420 μm de largo y 323 a 400 μm de ancho. En sección transversal, el cistocarpo adulto presenta una placenta (un lóculo) en el centro de la cavidad (Fig. 5C-D_d), a veces con más de un ostiolo (Fig. 5D_h). Las células de la placenta algunas veces conectadas con la pared del cistocarpo. Carposporangio incia su desarrollo en la base del cistocarpo, para luego migrar hacia el centro del mismo. Los carposporangios dispuestos en hileras radiales, con carposporas globosas (23 a 27 μm de diámetro) y piriformes (36 a 38 μm de largo y 20-22 μm de diámetro), orientadas hacia la parte superior (Fig. 5D_f); filamentos nutritivos organizado en un núcleo en torno al eje axial (Fig. 5C-D_e). En corte longitudinal, el carposporangio intercalado, con orientación en ambos lados de un eje axial y dirigido hacia ambas superficies del talo (Fig. 5E_i). Los espermatangios se producen en soros superficiales, observándose como manchas pálidas, aparentemente circular, con bordes irregulares, localizadas en el centro de las pínulas (Fig. 6A_{a-b}). En sección transversal, el soro espermatangial se ubica en la zona cortical, incluye la cutícula, espermatangios y células corticales, éstas últimas diferenciadas y alargadas (células madre), miden de 11 a 20 μm de largo; mientras que los espermatangios miden 2,23 a 3,15 μm de ancho (Fig. 6B_{b-e}).

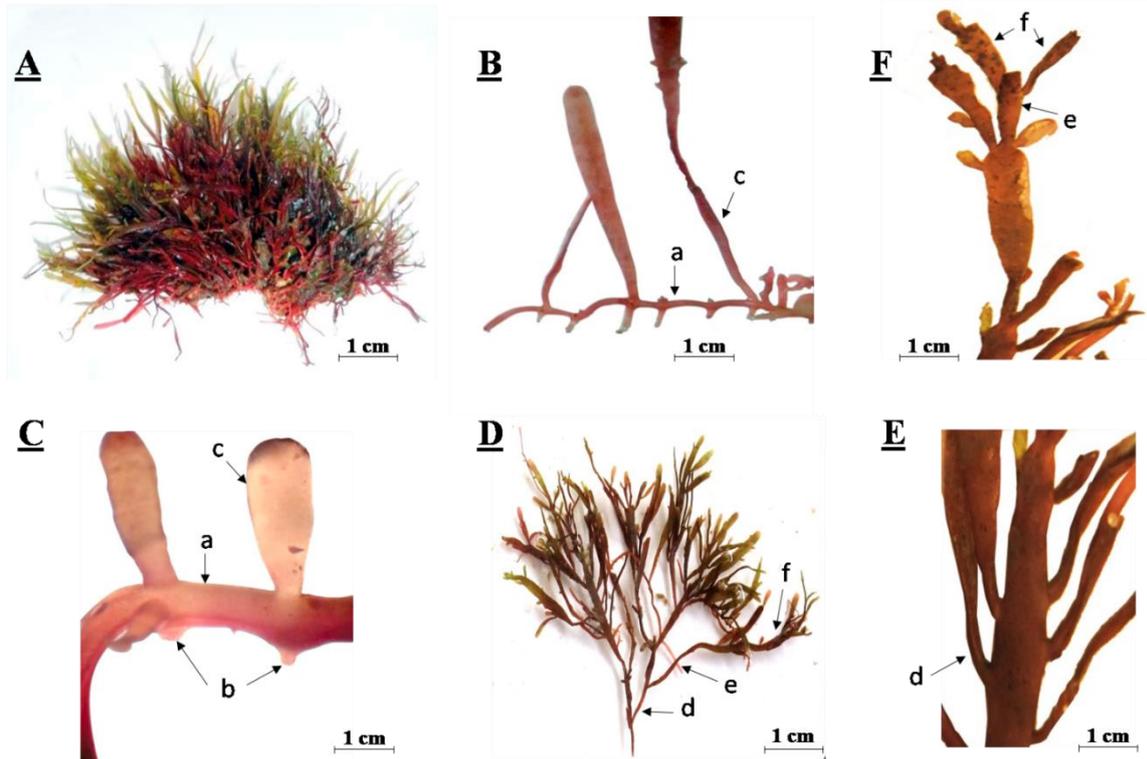


Figura 2. Estructuras morfológicas de *Pterocladia caerulescens*. A. Hábito. B-C. Porciones postradas y erectas. D. Porción erecta mostrando ramas de diferentes órdenes. E. Ramas laterales de primer orden en disposición opuestas a alternadas, con la base incurvada. F. Ramas del tercer orden dispuestas en forma de cuchilla. a. estolón. b. disco de fijación. c. porción erecta del talo. d. rama de primer orden. e. rama de segundo orden. f. rama de tercer orden o pínula.

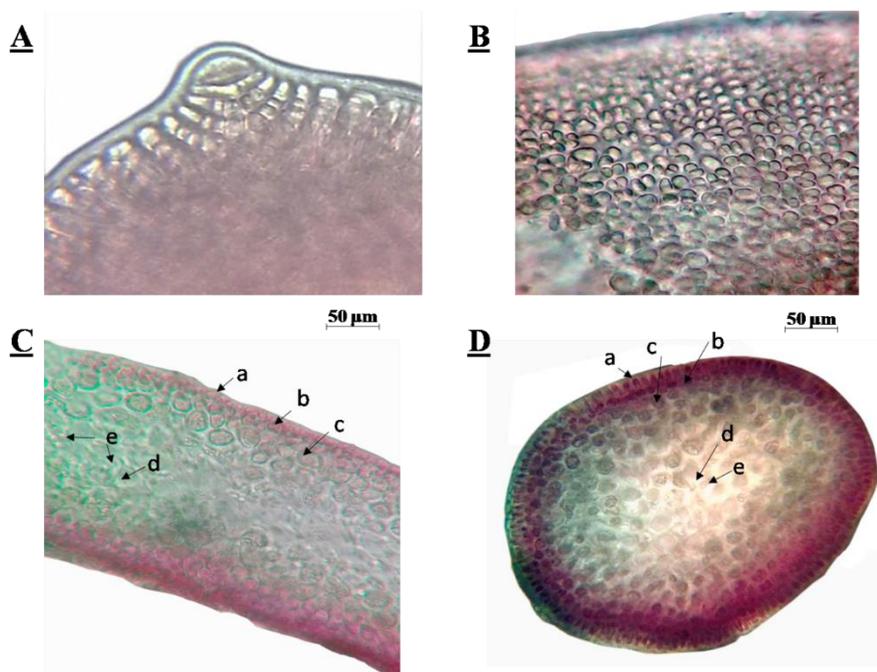


Figura 3. A. Ápice de una lámina mostrando célula apical solitaria. B. Vista superficial de las células corticales de una lámina. C. Corte transversal de una porción del talo erecta. D. Corte transversal de una porción del talo postrado. a. células epidérmicas. b-c. células corticales. d. células medulares. e. ricinas.

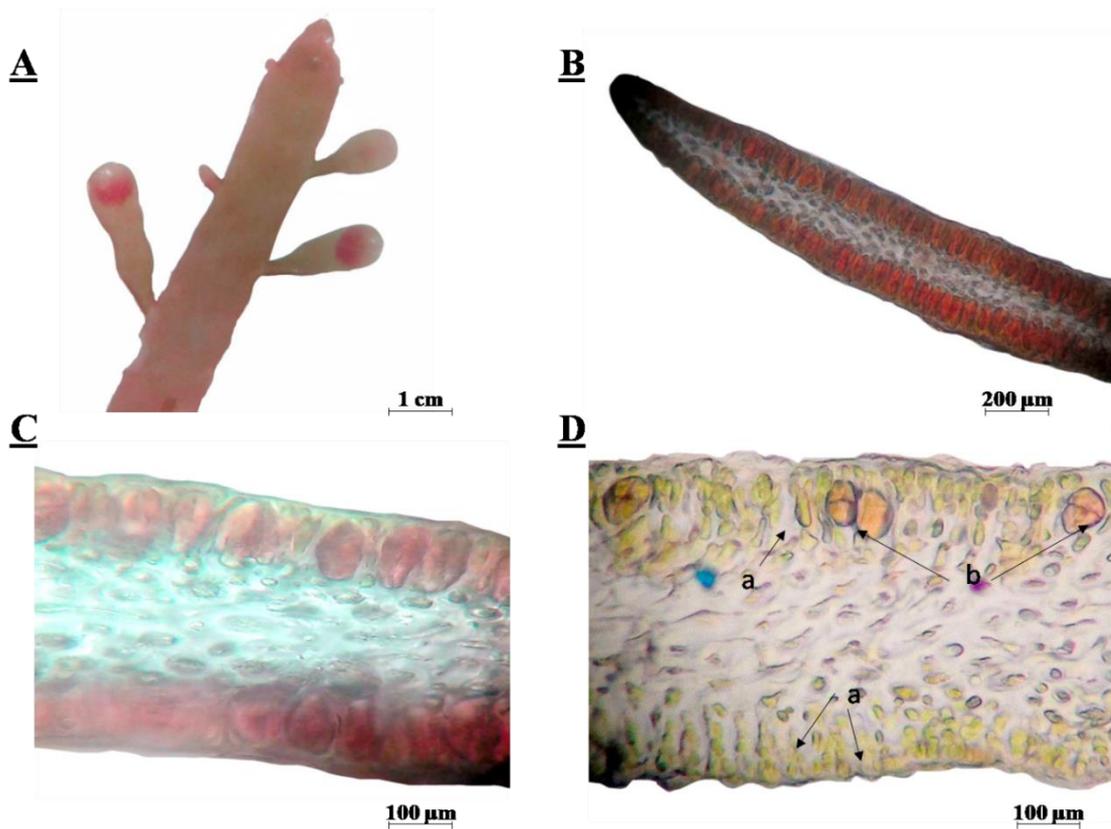


Figura 4. A. Soros tetrasporangiales en la porción terminal de las pínulas y del eje principal, aplanados. B-C. Corte transversal de una pínula con soros tetrasporangiales maduros. D. Corte transversal que muestra algunos soros vacíos por liberación de tetrasporangios cruciados. a. soro vacío. b. tetrasporangio cruciado.

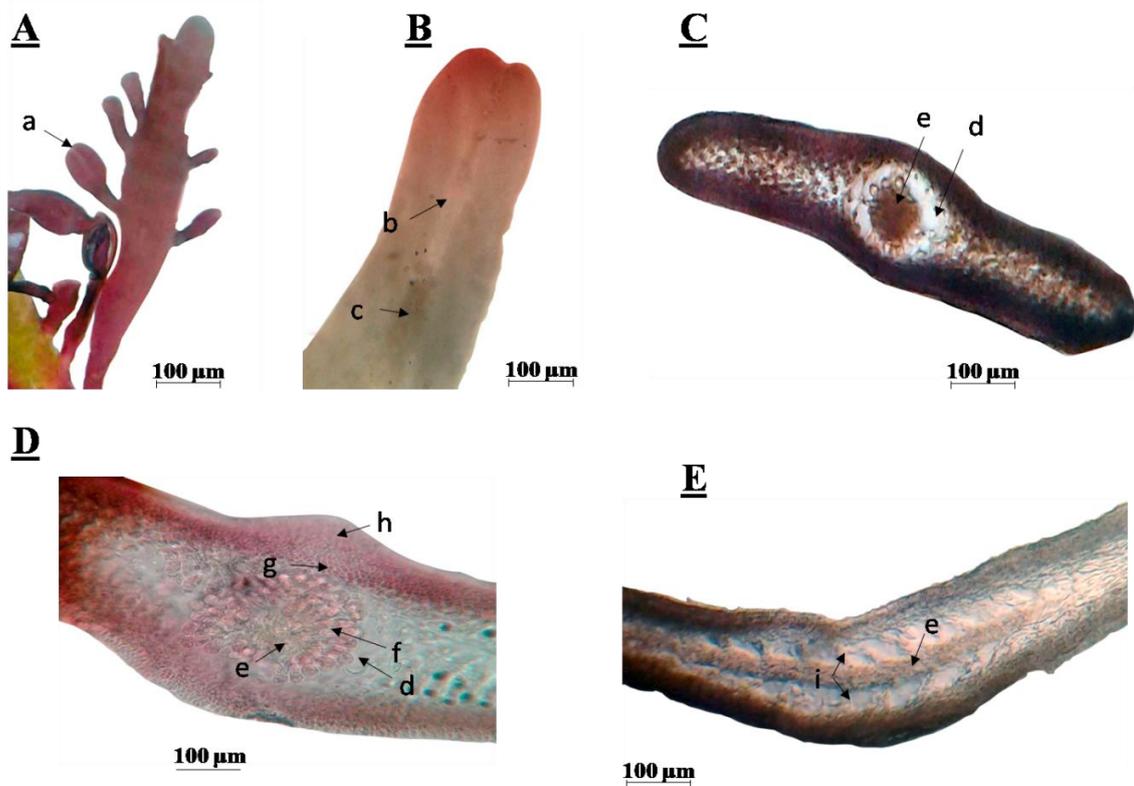


Figura 5. A. Rama cistocárpica. B. Vista superficial de pínula que muestra márgenes estériles alrededor del cistocarpio alargado. C-D. Corte transversal de un cistocarpio maduro que muestra un lóculo y un ostiolo. E. Corte longitudinal de una pínula fértil que muestra carposgonios intercalares en ambos lados de un eje con filamentos nutritivos. a. pínula fértil. b. márgenes estériles. c. cistocarpio. d. lóculo. e. células nutritivas. f. carposporas. g. filamentos corticales internos. h. ostiolo. i. carposporangio.

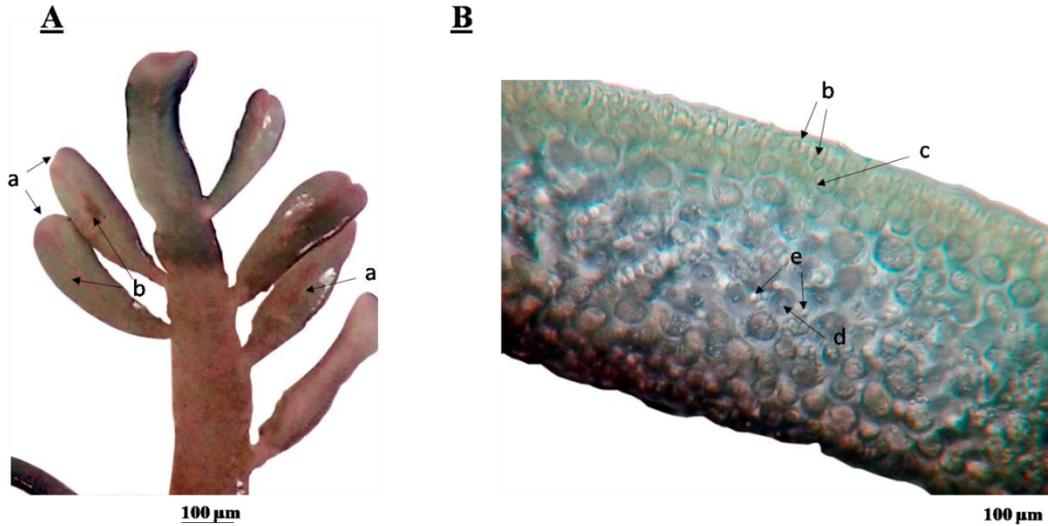


Figura 6. A. Rama espermatangial que muestra soros superficiales en el centro de la pínula. B. Corte transversal de una pínula que muestra los soros espermatangiales jóvenes, originados por alargamiento de las células corticales diferenciadas. a. pínula fértil. b. soro espermatangial. c. células corticales. d. células medulares. e. rizinas.

DISCUSIÓN

Pterocladia caerulescens fue propuesta por primera vez por Kützting, en 1868, desde Nueva Caledonia (Oceanía), como *Gelidium caerulescens*. En 1997, Santelices y Hommersand, proponen al género *Pterocladia*, incluyendo a *Pterocladia caerulescens* (Kützting) Santelices & Hommersand. Esta especie es comopolita, ha sido registrada en África, Australia y Oceanía, Hawai, islas del Caribe, América del Sur (Brasil, Colombia, Venezuela), América Central (Costa Rica) y Asia (China, Japón, India) e islas del océano Pacífico (Guiry y Guiry, 2015). Los estudios moleculares han confirmado que el taxón en estudio pertenece al género *Pterocladia* B. Santelices & Hommersand (Nelson *et al.* 2006, Sohrabipour *et al.* 2013).

Pterocladia caerulescens fue encontrada formando agrupaciones cespitosas en el sustrato rocoso de la zona intermareal, de oleaje fuerte a moderado, de la bahía de Boca de Río, algunas veces creciendo sobre conchas, esponjas y junto a otras macroalgas como *Ulva lactuca*, *fasciata*, *Caulerpa racemosa* var. *laetevirens*, *Caulerpa sertularioides* f. *longiseta*, *Gracilaria flabelliformis* e *Hypnea musciformis*, en lugares expuestos al oleaje. No ha sido registrada para el estado Nueva Esparta, siendo citada por primera vez para Venezuela (estados Carabobo y Falcón) por Rodríguez de Ríos (1992); posteriormente en el oriente del país, específicamente en la Península de Araya fue reportada por Bellorín (2006) y Rosas (2011). Sin embargo, son pocos los aportes sobre las características de las estructuras vegetativa y reproductiva. Únicamente, algunas

descripciones generales de los talos en fase carposporofítica y tetrasporofítica y las características vegetativas en el reconocimiento de la especie realizada por Rodríguez de Ríos (1992). Rosas (2011), además de realizar los estudios anteriormente señalados, también caracterizan a la planta en la fase espermatangial.

En este trabajo, las características de las estructuras vegetativa y reproductivas (cistocarpo, tetrasporangio y espermatangio) de *Pterocladia caerulescens* coinciden con la descripción original de Santelices (1977), tal como fue señalada por Rodríguez de Ríos (1991) y Rosas (2011), apoyándose la consideración de que los ejemplares encontrados en la bahía de Boca de Río corresponden a esta misma especie, a pesar de las diferencias morfométricas observadas entre los ejemplares analizados en este estudio y aquellos previamente presentados por los autores arriba mencionados. Estas variaciones podrían ser debido a la plasticidad fenotípica, correspondiente a las diferentes condiciones ambientales donde habita esta planta.

CONCLUSIONES

La especie *Pterocladia caerulescens* se registra por primera vez para la zona marino-costera del estado Nueva Esparta, ampliándose el área de distribución en la costa venezolana. Se realizó una descripción de sus estructuras vegetativas y reproductivas (cistocarpo, tetrasporangio y espermatangio).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLORÍN M. 2006. Producción y calidad de agar

- de *Pterocladia caerulescens* Santelices y Hommersand (Gelidiales, Rhodophyta) de El Rincón de Araya. Cumaná, Venezuela: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología [Disertación Grado Licenciado en Biología], pp. 85.
- GANESAN K. 1989. A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela. Fondo Editorial CONICIT, Caracas, Venezuela, pp. 237.
- GUIRY D, GUIRY M. 2015. Algaebase. World-wide electronic publication, National University Ireland, Galway. Disponible en línea en: <http://www.algaebase.org>. (Acceso 10.11.2015).
- NELSON W, FARR T, BROOM J. 2006. Phylogenetic diversity of New Zealand Gelidiales as revealed by *rbcL* sequence data. *J. Appl. Phycol.* 10(1):107-114.
- RODRÍGUEZ DE RÍOS N. 1991. Estudios taxonómicos en Agarofitas de Venezuela I. Notas sobre el género *Gelidium* Lamouroux (Rhodophyta, Gelidiales). *Ernstia*. 1(1):5-20.
- RODRÍGUEZ DE RÍOS N. 1992. Estudios taxonómicos en agarofitas de Venezuela II. Notas sobre el género *Pterocladia* J. Agardh (Rhodophyta, Gelidiales). *Ernstia*. 2(3-4):77-93.
- ROSAS M. 2011. Estudios morfológicos y reproductivos en *Gelidium floridanum* y *Pterocladia caerulescens* (Gelidiaceae, Rhodophyceae) de la Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Cumaná, Venezuela: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología [Disertación Grado Licenciado en Biología], pp. 65.
- SANTELICES B. 1977. A taxonomic review of hawaiian gelidiales (Rhodophyta). *Pac. Sci.* 31(1):61-84.
- SANTELICES B. 1988. Synopsis of biological data on the sea weed genera *Gelidium* and *Pterocladia* (Rhodophyta). *FAO Fish. Synopsis*. 145:1-55.
- SANTELICES B. 1998. Taxonomic review of the species of *Pterocladia* (Gelidiales, Rhodophyta). *J. Appl. Phycol.* 10(1):237-252.
- SANTELICES B, HOMMERSAND M. 1997. *Pterocladia*, a new genus in the Gelidiaceae (Gelidiales, Rhodophyta). *J. Phycol.* 36(1):114-119.
- SCHNEIDER C, LANE C. 2005. Notes on the marine algae of the Bermudas. 7. Additions to the flora including *Chondracanthus saundersii* sp. nov. (Rhodophyta, Gigartinales) based on *rbcL* sequence analysis. *Phycologia*. 44(1):72-83.
- SOHRABIPOUR J, LIM P, MAGGS C, PHANG S. 2013. Two new species and two new records of *Pterocladia* (Gelidiales) from Malaysia based on analyses of *rbcL* and *coxI* gene sequences. *Phycologia*. 52(6):517-537.
- VELÁSQUEZ-BOADAS A, RODRÍGUEZ J. 2012. Catálogo: macroalgas y macrófitas acuáticas del estado Nueva Esparta, Venezuela. *EcoCria*. (12 y 13):1-145.
- WYNNE J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia Beihefte*. 140(1):7-166.
- WYNNE M, SCHNEIDER C. 2010. Addendum to the synoptic review of red algal genera. *Bot. Mar.* 53(1):291-299.