

Dictyota chalchicueyecanensis sp. nov. (Dictyotales, Phaeophyceae) en el Golfo de México: evidencias moleculares y morfológicas

Dictyota chalchicueyecanensis sp. nov. (Dictyotales, Phaeophyceae) in the Gulf of Mexico: Molecular and Morphological Evidence

Jorge G. Lozano-Orozco^{1,2}, Abel Sentíes², Francisco F. Pedroche³ y Jhoana Díaz-Larrea²

¹ Estudiante del Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, A.P. 55-535, CDMX, 09340. México

² Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, A.P. 55-535, CDMX, 09340. México

³ Departamento de Ciencias Ambientales, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma, Lerma de Villada, Estado de México 52007. México
e-mail: jorge_lozano_orozco@hotmail.com

Lozano-Orozco J. G., A. Sentíes, F. F. Pedroche y J. Díaz-Larrea. 2016. *Dictyota chalchicueyecanensis* sp. nov. (Dictyotales, Phaeophyceae) en el Golfo de México: evidencias moleculares y morfológicas. *Hidrobiológica* 26 (2): 225-231.

RESUMEN

Antecedentes. Las especies del género *Dictyota* presentan una alta plasticidad fenotípica que contrasta con escasos caracteres morfológicos diagnósticos, lo cual ha llevado a identificar especies con cierta incertidumbre en el Golfo de México. Estudios recientes a nivel mundial refieren filogenias de especies de *Dictyota*, los que serán la base para contrastar e interpretar los resultados de este estudio. **Objetivos.** En este trabajo se determina la presencia de una nueva especie para la ciencia del género *Dictyota*, encontrada en tres localidades del estado de Veracruz, México (Playa Hermosa, Punta Puntillas y Villa Rica). **Métodos.** Se realizaron análisis filogenéticos y moleculares de secuencias parciales de los genes *psbA* y *cox1*, que fueron complementados con análisis morfológicos. **Resultados.** En los análisis filogenéticos de las secuencias parciales de los genes *psbA* y *cox1*, se obtuvo que las muestras de la nueva especie forman un clado monofilético bien soportado. Además, los índices de divergencia genética obtenidos, se encuentran dentro de los valores interespecíficos para el género, lo que permite segregar a *Dictyota chalchicueyecanensis* sp. nov. de las demás especies del género. Morfológicamente esta nueva especie se caracteriza por presentar un talo erecto, sin iridiscencia, de consistencia rígida al tacto, con pie de fijación al sustrato de forma discoide, de color café claro *in situ*, ápices redondeados, ramificación dicotómica, con márgenes dentados de forma triangular a espinosa dirigidos hacia los ápices. Esporangios aislados o agrupados en ambas superficies del talo que regularmente germinan en las porciones interdicotómicas basales del mismo. **Conclusiones.** Los resultados anteriores amplían la diversidad del género *Dictyota* a nivel mundial, incorporando a *D. chalchicueyecanensis* como una nueva especie probablemente endémica de México.

Palabras clave: *cox1*, *Dictyota*, filogenia, *psbA*, taxonomía.

ABSTRACT

Background. Species of the *Dictyota* genus have a high phenotypic plasticity that contrasts with their limited morphological diagnostic characteristics, which has led to some uncertainty in identifying species in the Gulf of Mexico. Recent studies worldwide have focused on *Dictyota* species phylogenies, which are the basis for contrasting and interpreting the results of this study. **Goals.** In our research, we found evidence of a new species belonging to the *Dictyota* genus in three localities in the state of Veracruz, Mexico (Playa Hermosa, Punta Puntillas y Villa Rica). **Methods.** Phylogenetic and molecular analyses of partial sequences of the *psbA* and *cox1* genes were performed, complemented by morphological analysis. **Results.** In phylogenetic analysis of partial sequences of *psbA* and *cox1*, we established that samples of the new species form a well-supported monophyletic clade. In addition, the genetic divergence values that were obtained are within the interspecific values for the genus, allowing us to segregate the *Dictyota chalchicueyecanensis* sp. nov. from the rest of the species of this genus. Morphologically this new species is characterized by an erect thallus, light brown and lacking iridescence, stiff to the touch, with a discoid holdfast, rounded apices, dichotomous branching, dentated margins, with minute teeth, triangular to spinose in shape that are directed toward the apices. Sporangia are isolated or grouped on both sides of the thallus and germinate regularly in interdicotomous basal portions. **Conclusion.** These results allow us to expand the diversity of the genus *Dictyota* worldwide, incorporating *D. chalchicueyecanensis* as a probable new species endemic to Mexico.

Key words: *cox1*, *Dictyota*, phylogeny, *psbA*, taxonomy.

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Dictyota* J.V. Lamouroux presentan una alta plasticidad fenotípica que contrasta con escasos caracteres morfológicos diagnósticos, lo cual ha provocado la clasificación de algunas especies con cierta incertidumbre y ha generado una serie de epítetos o nombres mal aplicados (De Clerck & Coppejans, 1999; De Clerck, 2003).

Uno de los caracteres ampliamente usados para diferenciar a las especies de *Dictyota*, es la presencia o ausencia de dientes en los márgenes del talo; se ha observado que la forma de los dientes tiene una marcada variación intraespecífica. En este sentido, Tronholm *et al.* (2013) reevaluó el estatus taxonómico de las especies dentadas con análisis morfológicos y moleculares donde determinó su distribución y describió dos nuevas especies: *D. canariensis* (Grunow) Tronholm y *D. pleiakantha* Tronholm. También observó que entre las especies dentadas hay variaciones morfológicas casi imperceptibles a simple vista, de modo que la identificación exclusivamente con caracteres morfológicos es incierta debido a su alta plasticidad morfológica intraespecífica (Tronholm *et al.* 2010). De las especies dentadas reportadas a nivel mundial (Tronholm *et al.* 2013) se encuentran tres en las costas del Golfo de México: *D. canariensis* (Grunow) Tronholm (Lozano *et al.* 2014), *D. ciliolata* (Kützinger) Sonder y *D. jamaicensis* W. R. Taylor (Ortega *et al.* 2001; Wynne, 2011).

En el presente estudio, se argumenta con base en evidencias moleculares y morfológicas que *Dictyota chalcicueyecanensis* Lozano-Orozco *et Senties*, es una especie dentada nueva del género *Dictyota* encontrada en las costas del Golfo de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los especímenes de *Dictyota chalcicueyecanensis* fueron recolectados en las localidades de Playa Hermosa (18.3953° N, 95.0742° O), Punta Puntillas (18.4655° N, 95.1722° O) y Villa Rica (19.4057° N, 96.3752° O) y depositados en el Herbario de la Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa (UAMIZ1236, UAMIZ1237 y UAMIZ1238).

Para realizar los análisis morfológicos los especímenes se preservaron en formol al 5% y fueron examinados usando un microscopio estereoscópico (Leica MZ 12.5, Wetzlar, Germany). Se hicieron cortes transversales en la parte apical, media y basal de los talos para observar caracteres microscópicos. Las microfotografías se tomaron con una cámara digital Olympus Vg-160 (Tokio, Japan) acoplada a un microscopio Nikon Eclipse E200 (Tokyo, Japan).

En los análisis moleculares se empleó material preservado en sílica gel, el ADN total se obtuvo mediante el kit de extracción Dneasy Mini Kit (Quiagen, Valencia, CA, USA) siguiendo las instrucciones del fabricante. Se amplificaron secuencias parciales del gen *psbA* con los primers *psbA F* y *psbA R* (Silberfeld *et al.* 2010) y del gen *cox1* con los primers *Gaz1 R* y *Gaz1 F* (Adaptados de Saunders, 2005) usando AmpliTaq kit de Applied Biosystems (Lincoln Centre Drive Foster City, CA, USA). Se comprobó la longitud correcta de los productos de PCR por medio de electroforesis en un gel de agarosa al 1%. Los productos de PCR fueron enviados a Macrogen (Gasandong, Seoul, Korea) para ser purificados y secuenciados. Para realizar los alineamientos de las secuencias *psbA* y *cox1* se empleó el programa MEGA versión 5 (Tamura *et al.* 2011).

Las nuevas secuencias y los detalles de recolecta de los especímenes usados en los análisis filogenéticos se encuentran en la Tabla 1.

Las relaciones filogenéticas fueron inferidas empleando una matriz concatenada de 1703 nucleótidos (*psbA* = 1031 pb; *cox1* = 672 pb) incluyendo 28 taxa. *Scoresbyella profunda* Womersley, *Canistrocarpus cervicornis* (Kützinger) J. C. De Paula *et O.* De Clerck y *C. crispatus* (Lamouroux) J.C. De Paula *et O.* De Clerck fueron incluidos como grupos externos con base en los resultados obtenidos por De Clerck *et al.* (2006).

Los valores de divergencia nucleotídica fueron obtenidos por medio del programa MEGA versión 5 (Tamura *et al.* 2011). El análisis de inferencia bayesiana (IB) se realizó con el programa MrBayes v. 3.0 beta 4 (Ronquist & Huelsenbeck, 2003) y se corrieron 5 cadenas de Markov Monte Carlo (una caliente y 4 frías), muestreando un árbol cada 1000 generaciones de un total de 5·10⁶ generaciones. El análisis de Máxima Verosimilitud (MV) y los valores de bootstrap (Felsenstein, 1985) (100 réplicas) fueron obtenidos por medio del programa TOPALI v2 (Milne *et al.*, 2009). Para ambos análisis se usó el modelo GTR+I+G que fue seleccionado empleando el programa jModelTest 0.1.1 (Posada, 2008).

RESULTADOS

Análisis molecular. La divergencia genética obtenida para el gen *psbA* fue de 0 % entre las diferentes muestras de la especie *D. chalcicueyecanensis*, y los valores oscilaron entre 1.3% y 7.4% con el resto de las especies del género. En *cox1* fue de 0% entre las muestras de la nueva especie con el resto de las especies de *Dictyota* los valores oscilaron entre 17.4% y 21.0%.

Los árboles filogenéticos de MV e IB, de los genes *cox1* y *psbA* presentaron topologías similares (datos no presentados). Asimismo, del alineamiento concatenado de los análisis de ML e IB se obtuvieron árboles altamente congruentes, difiriendo en algunas posiciones que tuvieron un soporte de clados pobre, pero respecto al clado que contiene la nueva especie, en ambos análisis se obtuvieron valores con un alto soporte de probabilidad de clados (Fig. 1).

Dictyota chalcicueyecanensis* sp. nov. J. Lozano-Orozco *et Senties (Figs. 2-8)

Descripción: talos de (6.5) 8-12 (14) cm de largo, erectos, de consistencia rígida al tacto, con pie de fijación al sustrato de forma discoide. El color *in situ* es café claro, los especímenes deshidratados conservan el mismo color. El ancho de los ejes es uniforme a través del talo: (5) 10-24 (30) mm de largo y (2) 4-5 (6) mm de ancho entre dicotomías. Los ápices son redondeados (1) 1.2-1.4 (1.7) mm de ancho; la célula apical es notable. La ramificación dicotómica se divide (10) 14-18 (22) veces y el ángulo de los ejes es agudo. Los márgenes son dentados, los dientes tienen forma triangular a espinosa dirigidos hacia los ápices. Los esporangios germinan regularmente en las porciones interdicotómicas basales del talo. Corteza monostromática con células de (24) 35-40 (60) de largo mm, (14) 19-22 (40) mm de ancho y (14) 20-22 (41) de alto. Células medulares de (100-) 180-200 (-300) de largo mm, (47-) 78-83 (-117) mm de ancho y (52) 100-206 (199) mm de alto. Los esporangios se encuentran aislados o agrupados en ambos lados del talo, de color café oscuro, y (50) 52-56 (60) mm de diámetro, proveniente de una célula con (8) 15-17 (23) mm de alto.

Tabla 1. Taxa usados en este estudio para los análisis moleculares.

Muestras	Sitios de recolecta		Números de acceso al GenBank	
	<i>psbA</i>	<i>cox1</i>	<i>psbA</i>	<i>cox1</i>
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kützting) De Paula <i>et</i> Clerck	Tenerife, Islas Canarias, España	Negros Oriental, Filipinas	GQ425187	N. G.
<i>C. crispatus</i> (J. V. Lamouroux) De Paula <i>et</i> De Clerck	Tiwi, Kenia	Negros Oriental, Filipinas	GU26578	GQ42513
<i>Dictyota acutiloba</i> J. Agardh	Hawaii, EE. UU.	Hawaii, EE. UU.	EU395602	GU290236
<i>Dictyota adnata</i> Zanardini	Raja Ampat, Indonesia	Raja Ampat, Indonesia	GU265788	GQ425134
<i>Dictyota binghamiae</i> J. Agardh	Baja California, México	British Columbia, Canadá	JQ061015	FJ409140
<i>Dictyota canariensis</i> (Grunow) Tronholm	Veracruz, México	Veracruz, México	KF322229	KF322228
<i>D. caribaea</i> Hörnig <i>et</i> Schnetter	St. Ann Parish, Jamaica	St. Ann Parish, Jamaica	EU395608	JQ061097
<i>D. ceylanica</i> Kützting	Tahiti, Polinesia Francesa	Tahiti, Polinesia Francesa	EU395607	GQ425122
<i>D. chalcicueyecanensis</i> J. Lozano-Orozco <i>et</i> Senties	Punta Puntillas, Veracruz (UAMIZ1236)	Punta Puntillas, Veracruz (UAMIZ1236)	KX819256	KX819252
<i>D. chalcicueyecanensis</i> J. Lozano-Orozco <i>et</i> Senties	Playa Hermosa, Veracruz (UAMIZ1237)	Playa Hermosa, Veracruz (UAMIZ1237)	KX819255	KX819253
<i>D. chalcicueyecanensis</i> J. Lozano-Orozco <i>et</i> Senties	Villa Rica, Veracruz (UAMIZ1238)	Villa Rica, Veracruz (UAMIZ1238)	KX819257	KX819254
<i>D. ciliolata</i> (Kützting) Sonder	Islas Canarias, España	Olango Island, Filipinas	GQ425192	GQ425124
<i>D. ciliolata</i>	Veracruz, México	Veracruz, México	N. G.	N. G.
<i>D. crenulata</i> J. Agardh	Baja California, México	Oaxaca, México	GU265782	JQ061089
<i>D. cymathophila</i> Tronholm, M. Sanson <i>et</i> Afonso-Carrillo	Tenerife, Islas Canarias, España	Tenerife, Islas Canarias, España	GQ425193	GQ425128
<i>D. dichotoma</i> (Hudson) J. V. Lamouroux	Walney Island, Inglaterra	Languedoc-Rousillon, Francia	GU255542	GQ425131
<i>D. fasciola</i> (Roth) J. V. Lamouroux	Languedoc-Rousillon, Francia	Languedoc-Rousillon, Francia	FJ869847	GQ425133
<i>D. flabellata</i> (Collins) Setchell <i>et</i> N. L. Gardner	Baja California, México	Baja California, México	N. G.	N. G.
<i>D. implexa</i> (Desfontaines) J. V. Lamouroux	Provence Cassis, Francia	Provence Carry-le-Rouet, Francia	GQ466076	GQ425135
<i>D. jamaicensis</i> W. R. Taylor	Punta Cana, Jamaica	Punta Cana, República Dominicana	JQ061055	JQ061099
<i>D. jamaicensis</i> W. R. Taylor	Quintana Roo, México	Quintana Roo, México	N. G.	N. G.
<i>D. mediterranea</i> (Schiffner) G. Furnari	Siracusa, Italia	Sicilia, Italia	GU255569	GQ290236
<i>D. pinnatifida</i> Kützting	St. Ann Parish, Jamaica	St. Ann Parish, Jamaica	EU395612	GQ425126
<i>D. pleiacantha</i> Tronholm	Tenerife, Islas Canarias, España	Tenerife, Islas Canarias, España	JQ061052	JQ061100
<i>D. rigida</i> De Clerck <i>et</i> Coppejans	Mombasa, Kenia	Mombasa, Kenia	GQ466077	GQ425138
<i>D. sandvicensis</i> Sonder	Oahu, Hawaii, EE. UU.	Oahu, Hawaii, EE. UU.	JQ061078	GU290239
<i>D. spiralis</i> Montagne	Madeira, Portugal	Languedoc-Roussillon, France	GQ466078	GU290235
<i>Scoresbyella profunda</i> Womersley	Western Australia, Australia	Western Australia, Australia	EU395620	GQ425121

N.G. = Datos no sometidos al GenBank

Description. Thallus (6.5) 8-12 (14) cm long, erect, attached to the substrate by rhizoids that form a discoid holdfast. Sympodial and strictly dichotomous branching. Color *in situ* light brown, dehydrated specimens retain the same color. The width of the axes is uniform across the thallus: (5) 10-24 (30) mm long and (2) 04.05 (6) mm wide between dichotomies. Apices rounded (1) 1.2-1.4 (1.7) mm wide, apical cell protruding. The branching dichotomous is divided (10) 14-18 (22) times and the branch angles of the axes is acute. Margins dentate, teeth are

triangular shaped spinous directed towards the apices. Germinating sporangia common on interdichotomous basal portions of the thallus. Cortex unilayered, cells (24) 35-40 (60) mm long, (14) 19-22 (40) mm wide and (14) 20-22 (41) mm high. Medulla unilayered, cells (100-) 180-200 (-300) mm long, (47-) 78-83 (-117) mm wide and (52) 100-206 (199) mm high. Sporangia isolated or grouped on both sides of the thallus, dark brown, (50) 52-56 (60) mm in diameter, borne on a single stalk cells (8) 15-17 (23) mm high.

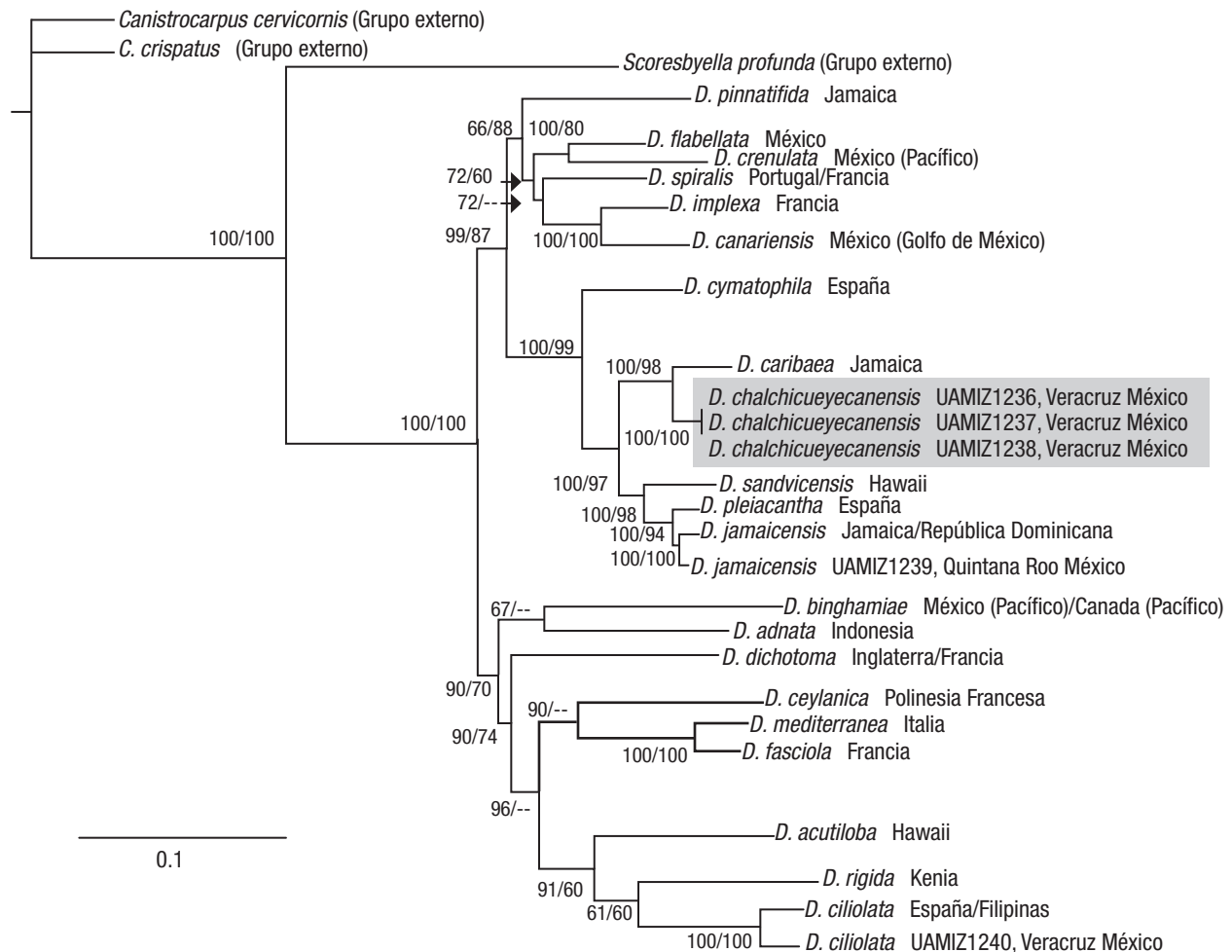


Figura 1. Relaciones filogenéticas de especies del género *Dictyota*, basadas en un análisis bayesiano de una matriz concatenada de las secuencias de los genes *psbA* y *cox1*. Los valores de probabilidad posterior bayesiana (derecha) y valores de Bootstrap de ML (izquierda) se indican en los nodos. Las localidades que se muestran son para las secuencias del gen *psbA* (derecha) y *cox1* (izquierda).

Etimología: el epíteto específico proviene de Chalchicueyecan: palabra de origen náhuatl que significa: “el lugar de la que posee la falda de jade” (con alusión metafórica al oleaje), y se refiere al nombre que era dado a las costas del estado de Veracruz por los mexicas.

Holotipo: Punta Puntillas, Veracruz, México. Lozano-Orozco POK100, 02/12/2012 (UAMIZ1236).

Localidad tipo: Punta Puntillas, Veracruz, México. (18.4655° N, 95.1722° O)

Paratipos: Playa Hermosa (18.3953° N, 95.0742° O) Lozano-Orozco POK176, 2013 (UAMIZ1237) y Villa Rica (19.4057° N, 96.3752° O) Lozano-Orozco POK190, 2013 (UAMIZ1238).

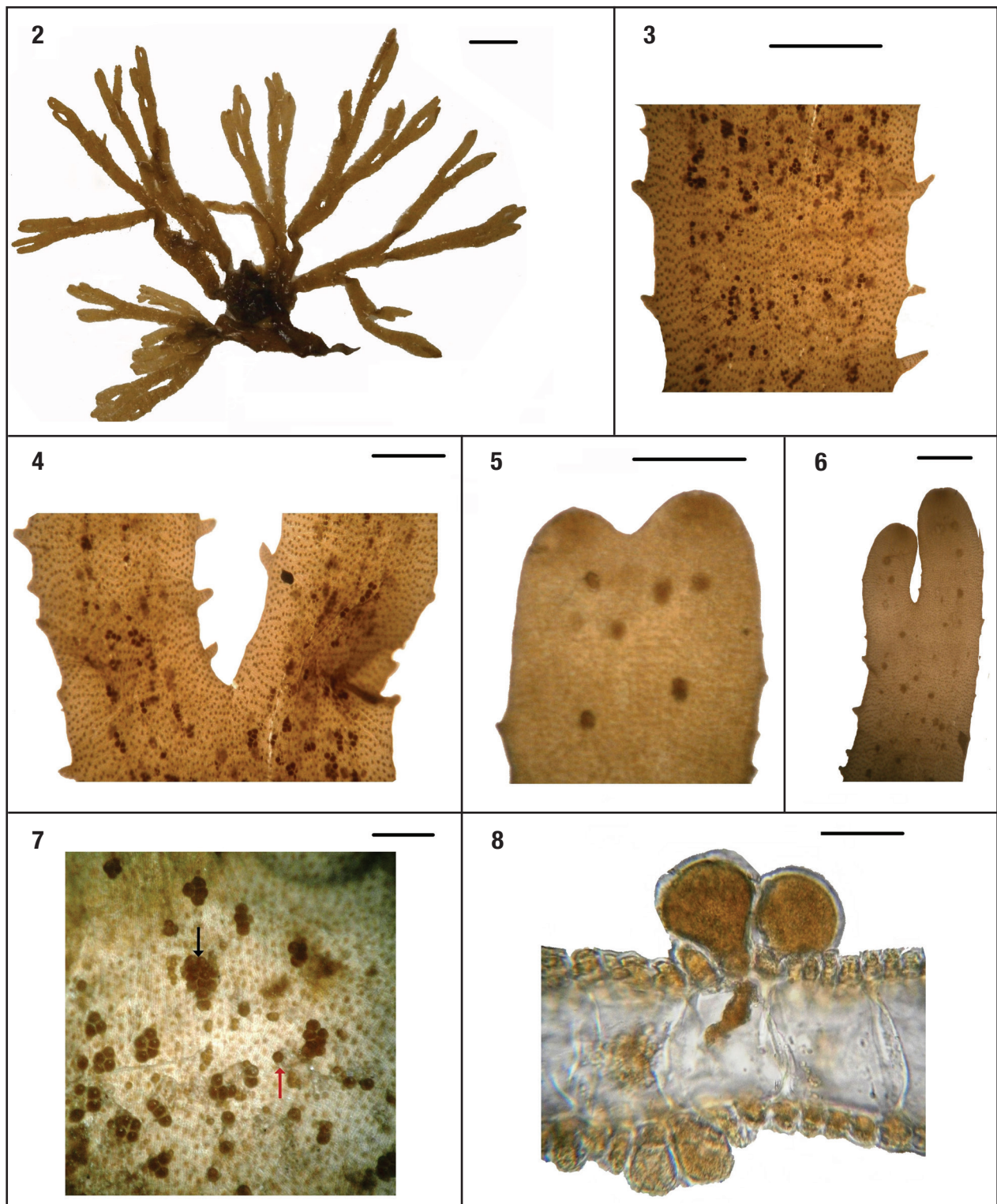
Distribución: esta especie sólo se ha encontrado en las costas del estado de Veracruz.

Hábitat: Esta especie se desarrolla sobre rocas en zonas protegidas a nivel intermareal.

DISCUSIÓN

Análisis molecular. Los valores de divergencia genética para el gen *psbA* de *D. chalchicueyecanensis*, tanto a nivel intraespecífico (0%) e interespecífico (1.4%-6.8%), apoyan la hipótesis de la presencia de una nueva entidad taxonómica para Dictyotales en el Golfo de México, lo cual es congruente con los valores de divergencia intraespecíficos (<1%) e interespecíficos (<7%) reportados previamente en la literatura para Dictyotales (Hwang *et al.* 2004; Tronholm *et al.* 2012, Lozano-Orozco *et al.* 2014, 2015).

De igual manera, los análisis filogenéticos de MV e IB en los genes *psbA*, *cox1* y concatenado (Fig. 1), demuestran que los especímenes se ubican en un clado monofilético bien soportado, lo que corrobora que conforman una nueva especie para el género *Dictyota*. En los análisis se incluyeron secuencias de especies dentadas registradas en Golfo de México (*D. canariensis*, *D. ciliolata* y *D. jamaicensis*) con las que anteriormente se pudo confundir a *D. chalchicueyecanensis*, se puede observar que éstas se ubican en clados no relacionados con la nueva especie.



Figuras 2-8. *Dictyota chalcicueyecanensis*. **2)** Talo esporofito, espécimen de Punta Puntillas, Veracruz, México designado como holotipo (UAMIZ1236). Escala = 1 cm. **3)** Vista superficial de esporangios en segmentos basal de un talo (UAMIZ1237). Escala = 2 mm. **4)** Dicotomía de un segmento basal, donde se observan los esporangios (UAMIZ1237). Escala = 1 mm. **5-6)** Ápices redondeados de segmentos distales (UAMIZ1236). Escala = 500 µm y 1 mm, respectivamente. **7)** Detalle de esporangios en la superficie de un talo (UAMIZ1238). Nótese los esporangios agrupados (Flecha negra) y solitarios (Flecha roja). Escala = 200 µm. **8)** Sección transversal de un talo que presenta esporangios provenientes de una célula, nótese medula monostromática (UAMIZ1236). Escala = 50 µm.

Tabla 2. Comparación morfológica de *Dictyota chalcicueyecanensis* con especies dentadas presentes en el Golfo de México

Caracter	<i>D. chalcicueyecanensis</i>	<i>D. canariensis</i>	<i>D. ciliolata</i>	<i>D. jamaicensis</i>
Iridiscencia	Ausente	A veces azul grisáceo, regularmente con pigmentaciones rectangulares o cuadradas mas oscuras en la parte apical	A veces amarillo grisáceo, con un patrón de bandas transversales en el talo	Ausente, a veces con pigmentaciones mas oscuras en forma de triángulo invertido en las dicotomías, especialmente visibles <i>in vivo</i>
Forma de ápices	Redondeados	Redondeados a obtusos	Redondeados a agudos	Espatulado
Dientes	Triangulares pequeños a espinosos	Triangulares pequeños	Ciliados pequeños	Espinosos a ciliados
Superficie	Lisa	Lisa, a veces con proliferaciones en forma de hoja	Lisa, a veces con proliferaciones en forma de hoja	Lisa
Pelos feofíceos	Ausentes	Ausentes	Presentes	Presentes
Esporangios	Solitarios o agrupados en ambas superficies	Solitarios en ambas superficies	Solitarios en ambas superficies	Solitarios o agrupados principalmente sobre una superficie
Distribución	Veracruz	Veracruz; Macaronesia	Campeche, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán; Pantropical	Campeche, Quintana Roo, Veracruz, Cabo Verde
Referencias	Este estudio	Tronholm et al., (2013), Lozano et al., (2014)	Ortega, (2001), Wynne, (2011), Tronholm, (2013)	Ortega, 2001; Wynne, (2011), Tronholm, (2013)

Análisis morfológico. Como se muestra en la Tabla 2, además de su forma una de las características diagnósticas importantes para diferenciar las especies dentadas, *D. canariensis*, *D. ciliolata* y *D. jamaicensis* de la nueva especie es la presencia de iridiscencia, ya que *D. chalcicueyecanensis* carece de iridiscencia, *D. canariensis* y *D. ciliolata* sí la presentan y *D. jamaicensis* no presenta iridiscencia pero sí pigmentaciones más oscuras en forma de triángulo invertido en las dicotomías. Otro carácter importante es la distribución de esporangios: *D. chalcicueyecanensis* solitarios o agrupados en ambas superficies, *D. canariensis* y *D. ciliolata*, únicamente solitarios y *D. jamaicensis* los presenta solitarios o agrupados generalmente en una de las superficies. También en cuanto a la forma y orientación de los dientes con respecto a los ápices, se ha visto que los dientes tienen una alta plasticidad morfológica intraespecífica (Hwang et al. 2005; Tronholm et al. 2008, 2010), que podría sugerir la identificación de las especies en primera instancia, pero por sí solo este carácter no ayuda a realizar una correcta identificación. Otros caracteres que se emplean para diferenciar estas especies son la presencia de pelos feofíceos y la forma de los ápices. Conjugando estos caracteres morfológicos, podemos hacer una diferenciación entre *D. chalcicueyecanensis* con las demás especies dentadas del Golfo de México.

Como ya se mencionó, los caracteres morfológicos sirven como una primera aproximación para diferenciar a especies dentadas, sin embargo como las diferencias son mínimas o bien pueden tener una marcada plasticidad morfológica, es recomendable realizar análisis minuciosos para distinguir a las especies. Seguramente la falta de un estudio detallado fue la causa de que *D. chalcicueyecanensis* haya sido registrada de manera errónea como *D. ciliolata* o *D. jamaicensis* (Ortega et al., 2001; Littler & Littler, 2000; Wynne, 2011), ya que *D. canariensis* fue encontrada recientemente en el Golfo de México (Lozano et al., 2014).

La información obtenida en esta investigación prueba de manera contundente que *D. chalcicueyecanensis* corresponde a una nueva especie dentada del género *Dictyota*, asimismo se concluye que aunque los caracteres morfológicos en el caso de las especies dentadas del género *Dictyota*, sirven como una primera aproximación para la identificación de las especies, frecuentemente un análisis morfológico somero conduce a una identificación errónea. Esto demuestra, como se ha hecho en otros estudios (Mendoza-González et al. 2011; Senties et al. 2014; Tronholm et al. 2013; Lozano et al. 2014, 2015), que la asociación de análisis morfológicos y moleculares, es de suma importancia para identificar especies, analizar su distribución o como en este caso, reconocer nuevas especies para la ciencia.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al CONACyT por la beca otorgada a través del doctorado en Ciencias Biológicas y de Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). De igual manera, al Dr. Olivier De Clerck y a la Universidad Ghent por el apoyo brindado durante la estancia de investigación que se realizó en esa institución y a R. Mondragón por la edición de figuras de este trabajo.

Se agradece el apoyo parcial de la línea de investigación Macroalgas Marinas y Salobres, del área de Ficología Comparada de la UAM-Iztapalapa, así como del PROMEP-SEP (UAM-I-CA-117).

REFERENCIAS

- DE CLERCK, O. 2003. *The genus Dictyota in the Indian Ocean*. Opera Botanica. Belgica 13. National Botanic Garden of Belgium, Meise. 205 p.
- DE CLERCK, O. & E. COPPEJANS. 1999. Two new species of *Dictyota* (Dictyotales, Phaeophyta) from the Indo-Malayan region. *Phycologia* 38: 184-194. DOI: 10.2216/i0031-8884-38-3-184.1
- DE CLERCK, O., F. LELIAERT, H. VERBRUGGEN, C. E. LANE, J. C. DE PAULA, D. A. PAYO & E. COPPEJANS. 2006. A revised classification of the Dictyotaeae (Dictyotales, Phaeophyceae) based on *rbcl* and 26s ribosomal DNA sequence analyses. *Journal of Phycology* 42: 1271-1288. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2006.00279.x
- FELSENSTEIN, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783-791.
- HWANG, I. K., H. S. KIM & W. J. LEE. 2004. Confirmation on taxonomic status of *Spatoglossum pacificum* Yendo (Dictyotaceae; Phaeophyceae) based on morphology and plastid protein coding *rbcl*, *rbcs*, *psaA*, and *psbA* gene sequences. *Algae* 3: 161-174. DOI: 10.4490/ALGAE.2004.19.3.161
- HWANG, I. K., H. S. KIM & W. J. LEE. 2005. Polymorphism in the brown alga *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae) from Korea. *Marine Biology Berlin*. 147: 999-1015. DOI: 10.1007/s00227-005-1623-8
- LITTLER, D. S. & M. N. LITTLER. 2000. *Caribbean Reef Plants*. Offshore Graphics. Washington, D.C. 542 p.
- LOZANO-OROZCO, J. G., A. SENTÍES, J. DÍAZ-LARREA, F. F. PEDROCHE & O. DE CLERCK. 2014. The occurrence of *Dictyota canariensis* (Dictyotales, Phaeophyceae) in the Gulf of Mexico. *Botanica Marina* 57: 359-365. DOI: 10.1515/bot-2013-0111
- LOZANO-OROZCO, J. G., A. SENTÍES, O. DE CLERCK, K. M., DRECKMANN & J. DÍAZ-LARREA. 2015. Two new species of the genus *Dictyota* (Phaeophyceae: Dictyotales) from the Mexican Caribbean. *American Journal of Plant Sciences* 6: 2492-2501. DOI: 10.4236/ajps.2015.615251.
- MENDOZA-GONZÁLEZ, A. C., A. SENTÍES, L. E. MATEO-CID, J. DÍAZ-LARREA, F. F. PEDROCHE & R. ALVARADO. 2011. *Ochtodes searlesii* sp. nov. (Gigartinales, Rhodophyta), from the Pacific tropical coast of Mexico, based on morphological and molecular evidence. *Phycological Research* 59: 250-258. DOI: 10.1111/j.1440-1835.2011.00623.x
- MILNE, I., D. LINDNER, M. BAYER, D. HUSMEIER, G. MCGUIRE, D. MARSHAL & F. WRIGHT. 2009. TOPALi v2: a rich graphical interface for evolutionary analyses of multiple alignments on HPC clusters and multi-core desktops. *Bioinformatics* 25: 126-127. DOI: 10.1093/bioinformatics/btn575
- ORTEGA, M., J. GODÍNEZ & G. GARDUÑO. 2001. *Catálogo de algas Bénticas de las Costas Mexicanas Del Golfo de México y Mar Caribe*. UNAM-CONABIO. 594 p.
- POSADA, D. 2008. jModelTest: Phylogenetic Model Averaging. *Molecular Biology and Evolution* 25: 1253-1256. DOI: 10.1093/molbev/msn083
- RONQUIST, F. & J. P. HUELSENBECK. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19: 1572-1574. DOI: 10.1093/bioinformatics/btg180
- SAUNDERS, G. W. 2005. Applying DNA barcoding to red macroalgae: a preliminary appraisal holds promise for future applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 360: 1879-1888. DOI: 10.1098/rstb.2005.1719
- SENTÍES, A., A. C. MENDOZA-GONZÁLEZ, L. E. MATEO-CID, J. DÍAZ-LARREA, G. A. CEBALLOS-CORONA & M. T. FUJII. 2014. *Osmundea purepecha*, n. sp. (Rhodophyta: Ceramiales), from the Pacific Tropical Coast of Mexico, based on morphological and molecular data. *Pacific Science* 68: 295-304. DOI: 10.2984/68.2.9
- SILBERFELD, T., J. LEIGH, H. VERBRUGGEN, C. CRUAUD, B. DE REVIERS & F. ROUSSEAU. 2010. A multilocus time calibrated phylogeny of the brown algae (Heterokonta, Phaeophyceae): investigating the evolutionary nature of the "brown algal crown radiation". *Molecular Phylogenetic and Evolution* 56: 659-674. DOI:10.1016/j.ympev.2010.04.020
- TAMURA, K., D. PETERSON, N. PETERSON, G. STECHER, M. NEI & S. KUMAR. 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using Maximum Likelihood, evolutionary distance, and Maximum Parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution* 28: 2731-2739. DOI: 10.1093/molbev/msr121
- TRONHOLM, A., M. SANSÓN, J. AFONSO-CARRILLO & O. DE CLERCK O. 2008. Distinctive morphological features, life-cycles phases and seasonal variations in subtropical populations of *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae). *Botanica Marina* 51: 132-144. DOI: 10.1515/BOT.2008.017
- TRONHOLM, A., M. SANSÓN, J. ALFONSO-CARRILLO, H. VERBRUGGEN & O. DE CLERCK. 2010. Niche partitioning and the coexistence of two cryptic *Dictyota* (Dictyotales, Phaeophyceae) species from the Canary Islands. *Journal of Phycology* 46: 1075-1087. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2010.00912.x
- TRONHOLM, A., F. LELIAERT, M. SANSÓN, J. AFONSO-CARRILLO, L. TYBERGHEIN, H. VERBRUGGEN & O. DE CLERCK. 2012. Contrasting geographical distributions as a result of thermal tolerance and long-distance dispersal in two allegedly widespread tropical brown algae. *Plos One* 7: e30813. DOI:10.1371/journal.pone.0030813
- TRONHOLM, A., J. AFONSO-CARRILLO, M. SANSÓN, F. LELIAERT, C. FERNÁNDEZ-GARCÍA & O. DE CLERCK. 2013. Taxonomy of the *Dictyota ciliolata-crenulata* complex (Dictyotales, Phaeophyceae). *Phycologia* 52: 171-181. DOI: 10.2216/12-005.1
- WYNNE, M. J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia* 140: 1-166.

Recibido: 12 de marzo de 2015.

Aceptado: 20 de junio de 2016.