

Nuevos registros de silicoflagelados planctónicos (Dictyochophyceae) para la costa de Chiapas, México

New records of planktonic silicoflagellates (Dictyochophyceae) to the coast of Chiapas, Mexico

Ebodio Maciel-Baltazar

Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente núm. 1150, Col. Lajas Maciel., Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 29039. México
e-mail: emacielt@hotmail.com

Maciel-Baltazar E. 2015. Nuevos registros de silicoflagelados planctónicos (Dictyochophyceae) para la costa de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 25 (3): 383-390.

RESUMEN

Los silicoflagelados son un grupo de especies con amplia distribución mundial, presentan cierta problemática en su determinación y raramente son abundantes. En este estudio se describen e ilustran 10 taxones, cinco de los cuales son nuevos registros para el Golfo de Tehuantepec (*D. californica*, *D. crux*, *D. franshepardii*, *D. fibula* var. *messanensis* y *D. octonaria*), se corrobora la presencia de tres especies (*Dictyocha calida*, *D. fibula* y *D. fibula* var. *robusta*), los otros dos taxones son considerados como dudosos, uno con probable afinidad al género *Corbisema* y otro al género *Mesosena*. Este trabajo contribuye al conocimiento del ámbito geográfico de los silicoflagelados y de su variabilidad morfológica.

Palabras clave: *Corbisema*, Dictyochales, Golfo de Tehuantepec, *Mesosena*, nuevos registros.

ABSTRACT

The silicoflagellates are a group of species with worldwide distribution, their determination is somehow problematic and rarely are abundant. In this study 10 species are described and illustrated, five are new records to the Gulf of Tehuantepec (*D. californica*, *D. crux*, *D. franshepardii*, *D. fibula* var. *messanensis* and *D. octonaria*), the presence of three species (*Dictyocha calida*, *D. fibula* and *D. fibula* var. *robusta*) is confirmed, the other two are considered as doubtful, one similar to the genus *Corbisema* and the other to the genus *Mesosena*. This work contributes to the knowledge of the geographic range and morphological variability of silicoflagellates.

Key words: *Corbisema*, Dictyochales, Gulf of Tehuantepec, *Mesosena*, new records.

INTRODUCCIÓN

El fitoplancton es una comunidad formada por varios grupos de microalgas entre los cuales se encuentran los integrantes de la clase Dictyochophyceae, esta clase se compone de tres pequeños órdenes con cerca de 30 especies vivientes, el orden Pedineliales, los Rhizochromulinidales y los Dictyochales o silicoflagelados *sensu stricto*. Los Dictyochales se encuentran distribuidos en todos los océanos, generalmente se presentan en bajas densidades a excepción de las regiones frías donde en ocasiones pueden formar proliferaciones masivas usualmente benignas que en pocos casos se han asociado con la muerte de peces por anoxia y aunque se ha considerado que las formas desnudas producen toxinas, no se ha demostrado ampliamente (Bravo-Sierra, 2004). Asimismo se caracterizan por tener historias de vida complejas que incluyen una fase multicelular, diferentes etapas tróficas y quistes, la reproducción es asexual y la formación de gametos no se conoce (Lee, 2008). La etapa más conocida del ciclo de vida corresponde a una célula desnuda con un único flagelo anterior y numerosos cloroplastos pardo-dorados, en esta etapa se encuentra un núcleo incoloro y un

citoplasma que se extiende a manera de pseudópodos, contenido por un esqueleto externo lateral en forma de cesto compuesto por un anillo basal con varias barras de conexión y espinas secundarias, sobre estas estructuras se basa la taxonomía del grupo. Si bien varios géneros y más de 100 especies han sido descritos en el registro fósil, en la actualidad los silicoflagelados se caracterizan por presentar dificultades en la determinación del número de géneros y especies vivientes. La confusión se da por varios motivos: la información es escasa y resulta principalmente de estudios del sedimento (Álvarez-Gómez & Martínez-López, 2010), son organismos muy delicados cuando se capturan, lo que dificulta observarlos vivos o mantenerlos con fines de cultivo, además se desintegran fácilmente por ser muy sensibles a los fijadores convencionales (Parkinson, 2002). Por otra parte es necesario tomar en cuenta la diferencia en los objetivos de estudio, en los métodos de muestreo, en los criterios de diagnóstico para la determinación de las especies y las falsas interpretaciones sobre esqueletos de especies extintas que se encuentran en los sedimentos y se recolectan en muestras de plancton que han dado origen a un alto número de sinonimias (Parkinson, 2002).

Thronsdén (1997) describió ocho especies en tres géneros (*Dictyocha*, *Octactis* y *Mesosena*), Parkinson (2002) menciona que la nomenclatura no es válida por estar referida a una taxonomía aprobada dentro de la disciplina paleontológica que no indica necesariamente relaciones biológicas reales, otros autores consideran con base en el ciclo de vida un solo género *Dictyocha* con tres especies reconocidas (Lee, 2008). En México las publicaciones específicas sobre silicoflagelados planctónicos son escasas, para aguas del Pacífico mexicano se cuenta con los trabajos de Hernández-Becerril & Bravo-Sierra (2001) que reportan cinco especies todas del género *Dictyocha* sin rechazar la posibilidad de que exista un número mayor de taxones. Garate-Lizárraga *et al.* (2009) mencionan la presencia de cinco especies de silicoflagelados durante un florecimiento multiespecífico en la bahía de la Paz Baja California Sur, mientras que Álvarez-Gómez & Martínez-López (2010) documentaron para la región del Golfo de California 13 taxones en cuatro géneros (*Corbisema*, *Dictyocha*, *Distephanus* y *Octactis*). Cortés-Lara *et al.* (2011) mencionan que durante el año 2009 en Bahía Banderas se observaron manchas extensas muy visibles atribuida a *D. californica* Murray y Schrader que ocasionó mortandad de sardinias, en menor densidad se presentaron otras especies de silicoflagelados (*D. fibula* Ehrenberg, *D. fibula* var. *robusta* Murray y Schrader y *D. octonaria* Ehrenberg).

Esta revisión aporta datos que permiten la diferenciación morfológica de especies de silicoflagelados en el Pacífico oriental y amplía el conocimiento en la distribución para algunos taxones de esta importante región oceánica.

MATERIALES Y METODO

Para este trabajo se utilizó material recolectado bimestralmente de enero a diciembre de 2013, mediante arrastres verticales a partir de

una profundidad de 15 m con una red de 20 μm de poro, las muestras fueron fijadas con lugol a volumen 1:100. El sitio de muestreo se encuentra ubicado frente a la bocanera del sistema lagunar la Joya-Buenavista (Fig. 1), dentro de la zona oriental del Golfo de Tehuantepec (GT), que corresponde a la región Chiapas-Nicaragua o Pacífico Centroamericano. Existen dos estaciones bien diferenciadas, la de secas y la de lluvias; la primera abarca de octubre-abril, cuando las corrientes fluyen paralelas a la costa influenciadas por la corriente de Costa Rica (CCR), y en el GT se presenta una productividad superficial elevada debido a las surgencias y a las descargas provenientes de las lagunas costeras del estado de Chiapas. En esta época, la interacción entre la CCR y los vientos "Tehuano" que se presentan entre los meses de octubre a marzo, con velocidades $>10 \text{ ms}^{-1}$, producen un ascenso en la termoclina que se mezcla con el agua superficial, actuando como un detonador del ciclo de nutrientes y del fitoplancton. El resto del año corresponde a la temporada de lluvias (mayo-septiembre), con la presencia de huracanes y tormentas tropicales. En esta época la región actúa como un mar tropical, reduciéndose la biomasa fitoplanctónica y como resultado teniendo una baja productividad primaria (Wilkinson *et al.*, 2009).

El análisis de las muestras consistió en realizar preparaciones en fresco y permanentes, previa limpieza del material mediante oxidación de la materia orgánica con solución saturada de permanganato de potasio y reducción de carbonatos con ácido clorhídrico. Con el material "limpio" se montaron las preparaciones utilizando resina sintética Hyrax, las preparaciones fueron observadas con un microscopio óptico Axiostar Carl Zeiss® con las técnicas de iluminación de campo claro y contraste de fases; al mismo tiempo se tomaron microfotografías de los organismos con una cámara Canon de 12 megapíxeles. Los datos morfométricos de los ejemplares se obtuvieron con el software Axiovision 4.8.1.

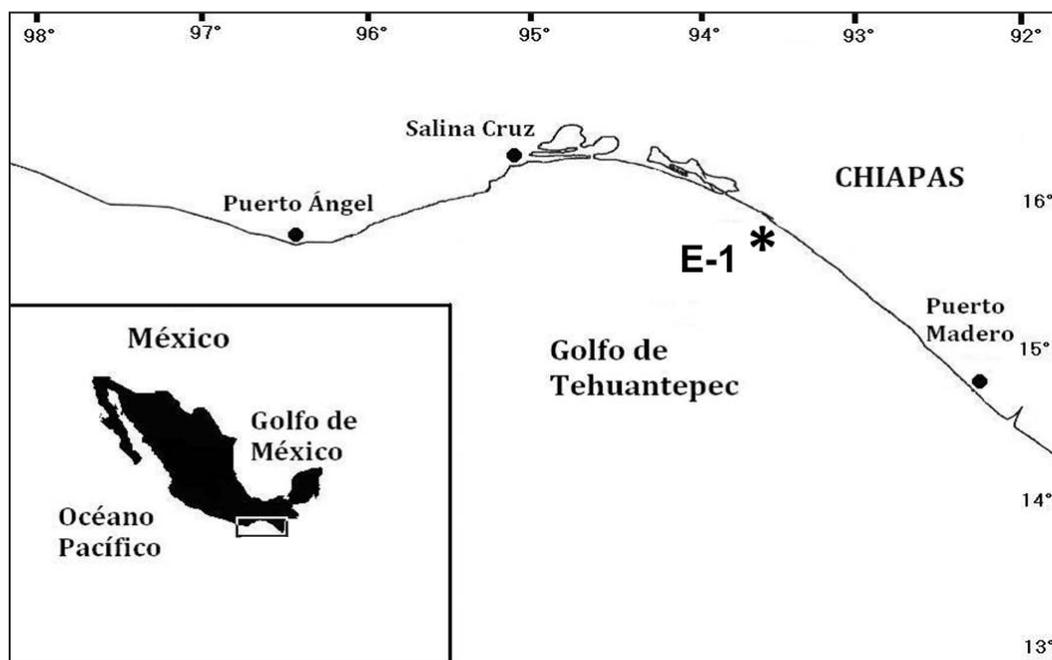
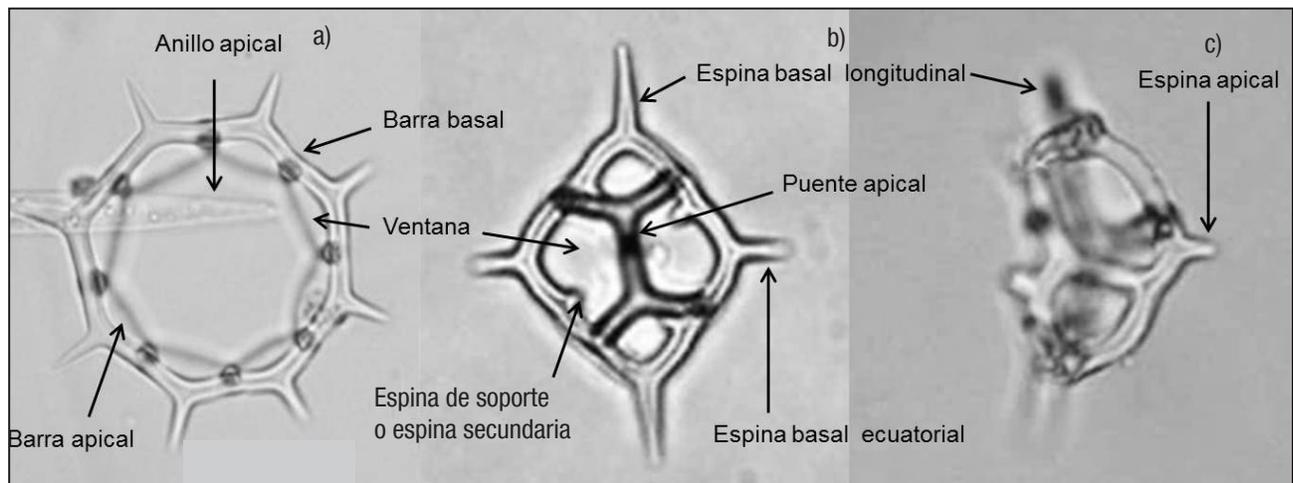


Figura 1. Sitio de muestreo (E1. 15°48'00.92 y 93°35'56.40), costa de Chiapas, región oriental del Golfo de Tehuantepec.



Figuras 2a-c. Estructuras morfológicas con valor taxonómico en los silicoflagelados determinados en este estudio, ejemplificados con: a) *D. octonaria*. b) *D. fibula* var. *messanensis*, vista frontal. c) *D. fibula* var. *messanensis*, vista lateral.

La determinación taxonómica de las especies se basó en los caracteres de la morfología del exoesqueleto (Fig. 2), que permiten reconocer diferentes morfotipos (forma del anillo basal, de las barras basales y apicales, presencia de espinas secundarias y forma de las ventanas) las cuales tienen comparados con las descripciones de los autores citados en las referencias de cada especie.

RESULTADOS

Se reconocieron 10 morfotipos, de los cuales cinco son nuevos registros para el GT (*Dictyocha californica*, *D. crux*, *D. fibula* var. *messanensis*, *D. franshepardii* y *D. octonaria*) y se confirmó la presencia de tres taxa (*Dictyocha calida*, *D. fibula* y *D. fibula* var. *robusta*), dos morfotipos mencionados aquí como *Dictyocha* sp. y cf. *Mesosena* sp., en este trabajo son considerados como dudosos porque no se corresponden del todo con el taxón al cual fueron asignados. A continuación se menciona una breve descripción de las especies y en las figuras 3-35 se presentan los registros fotográficos de los taxones identificados y las microfotografías de esqueletos considerados como aberrantes de los taxa identificados.

Las dimensiones evaluadas son It= largo total, wt= ancho total, Ø= diámetro.

Clase Dictyochophyceae P.C. Silva

Orden Dictyochales Haeckel

Familia Dictyochaceae Lemmermann

Dictyocha calida Poelchau (Figs. 3-4).

Referencias: Álvarez-Gómez y Martínez-López, 2010, Lám. 1a; Hernández Becerril y Bravo-Sierra, 2001, Figs. 2-4; Takahashi, 1991, Lám. 1, Figs. 12-13.

Descripción: Anillo basal rómbico con barras ligeramente curvas con forma convexa, con cuatro espinas radiales, la misma longitud y pequeñas espinas de soporte. Ventanas redondeadas. Puente apical paralelo al eje longitudinal, sin espina apical. En ocasiones debido a la

forma convexa de la región apical, éste se reduce y por tanto todo el esqueleto se aplana.

Dimensiones: It= 38 µm. wt= 18.2 µm. N= 8.

Distribución: Reportada en el Pacífico mexicano.

Dictyocha californica Murray et Schrader (Figs. 5-6).

Referencias: Álvarez-Gómez y Martínez-López, 2010, Lám. 1b; Hernández-Becerril y Bravo-Sierra, 2001, Figs. 5-8; Gárate-Lizárraga et al., 2009, Fig. 49; Takahashi, 1991, Lám. 2, Fig. 4 (como *D. perlaevis?* Frenguelli).

Descripción: Anillo basal lobulado, de apariencia robusta, con los bordes ligeramente aserrados por la presencia de pequeñas espinitas. Dos espinas sobre el eje longitudinal y espinas laterales muy cortas que incluso pueden no llegar a apreciarse. Las ventanas laterales de mayor tamaño. Puente apical paralelo al eje mayor.

Dimensiones: It= 35.9 µm. wt= 18.2 µm. N= 10.

Distribución: Amplia distribución en costas mexicanas.

Dictyocha crux Ehrenberg (Fig. 7).

Referencias: Álvarez-Gómez y Martínez-López, 2010, Lám. 3c; Takahashi, 1991, Lám. 2, Fig. 2 (como *D. perlaevis* Frenguelli).

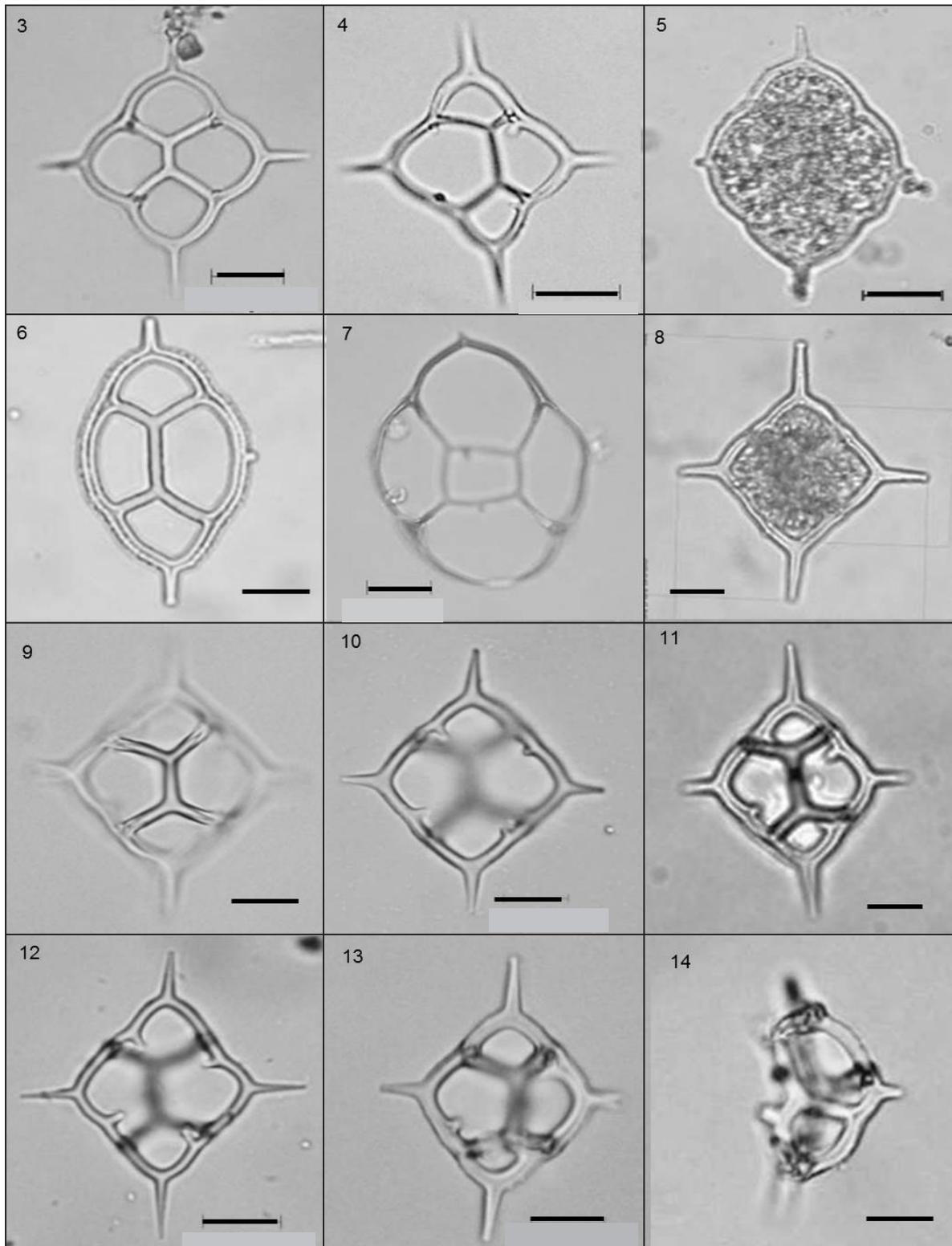
Descripción: Forma del anillo basal tendiente a ser ovalada. Presencia de cinco ventanas, la central ovalada, cuadrada y las restantes de igual tamaño; barras basales y laterales de las ventanas muy delgadas. Espinas radiales generalmente muy pequeñas, sin espinas de soporte.

Dimensiones: It= 25.6 µm. wt= 19.7 µm. N= 4.

Distribución: Se ha reportado para el GC, corresponde a un nuevo registro para la zona del GT.

Dictyocha fibula Ehrenberg (Figs. 8-10).

Referencias: Gárate-Lizárraga et al., 2009, Fig. 48.



Figuras 3-14. Morfotipos de silicoflagelados encontrados en la costa de Chiapas, México. Figs. 3-4). *Dictyocha calida*, 3) Vista antapical, 4) Vista apical. Figs. 5-6). *D. californica*, 5) Célula con vestigios del citoplasma, 6) Vista antapical, Fig. 7). *D. crux*, vista antapical. Figs.8-10) *D. fibula*, 8) Célula con remanente del citoplasma, 9) Vista apical, en foco puente apical, 10) Vista antapical, en foco se muestra la forma cuadrada del anillo basal. Figs.11-14). *D. fibula* var. *messanensis*, 11) Foco resaltando el puente apical, 12) Vista antapical donde se observa el alargamiento longitudinal, 13) Vista apical, 14) Vista lateral con espina apical. Escala = 10 μ m.

Descripción: Anillo basal de forma cuadrada, con barras rectas y cuatro espinas radiales de similar longitud; una espina de sostén se presenta en cada barra basal, justo en la posición que se une a la barra apical. Puente paralelo sin espina apical.

Dimensiones: It= 23.0 µm. wt= 25.6 µm. N= 4

Distribución: Se reconoce como cosmopolita de aguas tropicales.

***Dictyocha fibula* var. *messanensis* (Haeckel) Lemmermann** (Figs. 11-14).

Referencias: Álvarez-Gómez y Martínez-López, 2010, Lám. 1j (como *D. messanensis* f. *messanensis*) y Lám. 1m-o (como *D. messanensis* f. *espinosa*); Hernández-Becerril y Bravo-Sierra, 2001, Figs. 9-10 (como *D. fibula*).

Descripción: Anillo basal rómbico, alargado longitudinalmente. Barras basales con espinas de diferente tamaño, las radiales más largas que las ecuatoriales. Puente visiblemente robusto, ligeramente inclinado con respecto al eje longitudinal; las varillas apicales convexas, con una espina apical cónica recta, dirigida hacia arriba.

Dimensiones: It= 20.7 µm. wt= 14.9 µm. N= 8.

Distribución: Cosmopolita de aguas tropicales y subtropicales.

***Dictyocha fibula* var. *robusta* Murray et Schrader** (Figs. 15-16).

Referencias: Álvarez-Gómez y Martínez-López, 2010, Lám. 1h-i; Hernández-Becerril y Bravo-Sierra, 2001, Fig. 11; Gárate-Lizárraga et al., 2009, Fig. 50; Takahashi, 1991, Lám. 2, Fig. 3 (como *D. perlaevis*? Frenguelli).

Descripción: Esqueleto muy robusto, subcircular, con las barras basales ligeramente curvadas; espinas del eje longitudinal más grandes que las espinas laterales; ventanas apicales de tamaño similar, con el puente paralelo al eje mayor.

Dimensiones: It= 40.1 µm. wt= 30.5 µm. N= 10.

Distribución: Se reconoce como cosmopolita de aguas tropicales.

***Dictyocha franshepardii* Bukry** (Figs. 17-18).

Referencias: Álvarez-Gómez y Martínez-López, 2010, Lám. 1n; Barron y Bukry, 2007, Lám. 1, Figs. 1-9.

Descripción: Anillo basal tendiente a ser ovalado sobre el eje longitudinal y con espinas prominentes, muy robustas y de mayor tamaño que las espinas del eje menor, típicamente ventanas de diferente tamaño con respecto a la barra apical, las ventanas longitudinales o paralelas al eje mayor son más grandes y redondeadas que las del eje menor.

Dimensiones: It= 38.1 µm. wt= 16.6 µm. N= 10.

Distribución: Se reconoce como cosmopolita de aguas tropicales.

***Dictyocha octonaria* Ehrenberg** (Figs. 19-22).

Referencias: Álvarez-Gómez y Martínez-López, 2010, Lám. 1p-s (como *Octactis pulchra*); Hernández-Becerril y Bravo-Sierra, 2001, Fig. 12; Gárate-Lizárraga et al., 2009, Fig. 51.

Descripción: Anillo basal generalmente octogonal, ocasionalmente de nueve a diez caras poligonales y en cada ángulo ocurre una prolongación en forma de espina; ventanas poligonales, anillo apical con el mismo número de lados y ligeramente menor que el anillo basal;

espinas apicales muy cortas, a menudo no reconocibles, sin espinas de apoyo.

Dimensiones: Ø= 26.1 µm. N= 8.

Distribución: Se reconoce como cosmopolita de aguas tropicales.

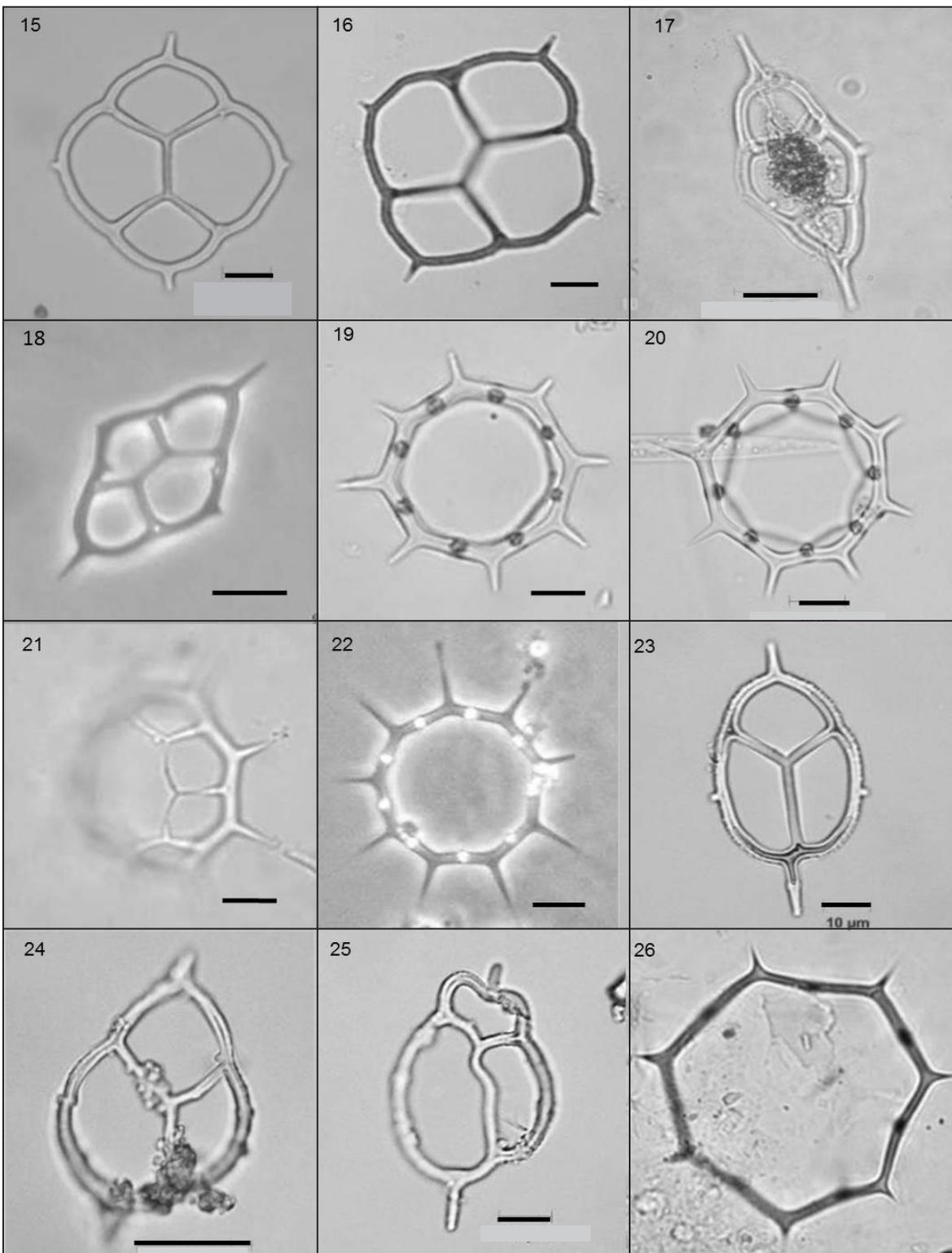
DISCUSIÓN

El resultado de este trabajo es significativo por el número de nuevos registros para la región del GT. La composición y riqueza de especies es muy similar a la registrada por Álvarez-Gómez y Martínez-López (2010), al mismo tiempo todas las especies citadas ya fueron reportadas por Hernández-Becerril y Bravo-Sierra (2001) para el Pacífico mexicano y también hay coincidencia con lo reportado por Gárate-Lizárraga et al. (2009). Estas similitudes sugieren que las especies de silicoflagelados se encuentran más ampliamente distribuidas de lo que se había supuesto o es reflejo de que el área de estudio está en el límite de dos regiones biogeográficas: al límite de la región del Pacífico Centroamericano colindando con el Pacífico tropical mexicano. Por ello no es de sorprender que se haya encontrado una mezcla de especies algunas de las cuales tiene su ámbito de distribución más amplio al norte, tal es el caso de *D. especulum* y *D. pentagona* que se distribuyen en aguas frías según lo mencionan Álvarez-Gómez & Martínez-López, (2010).

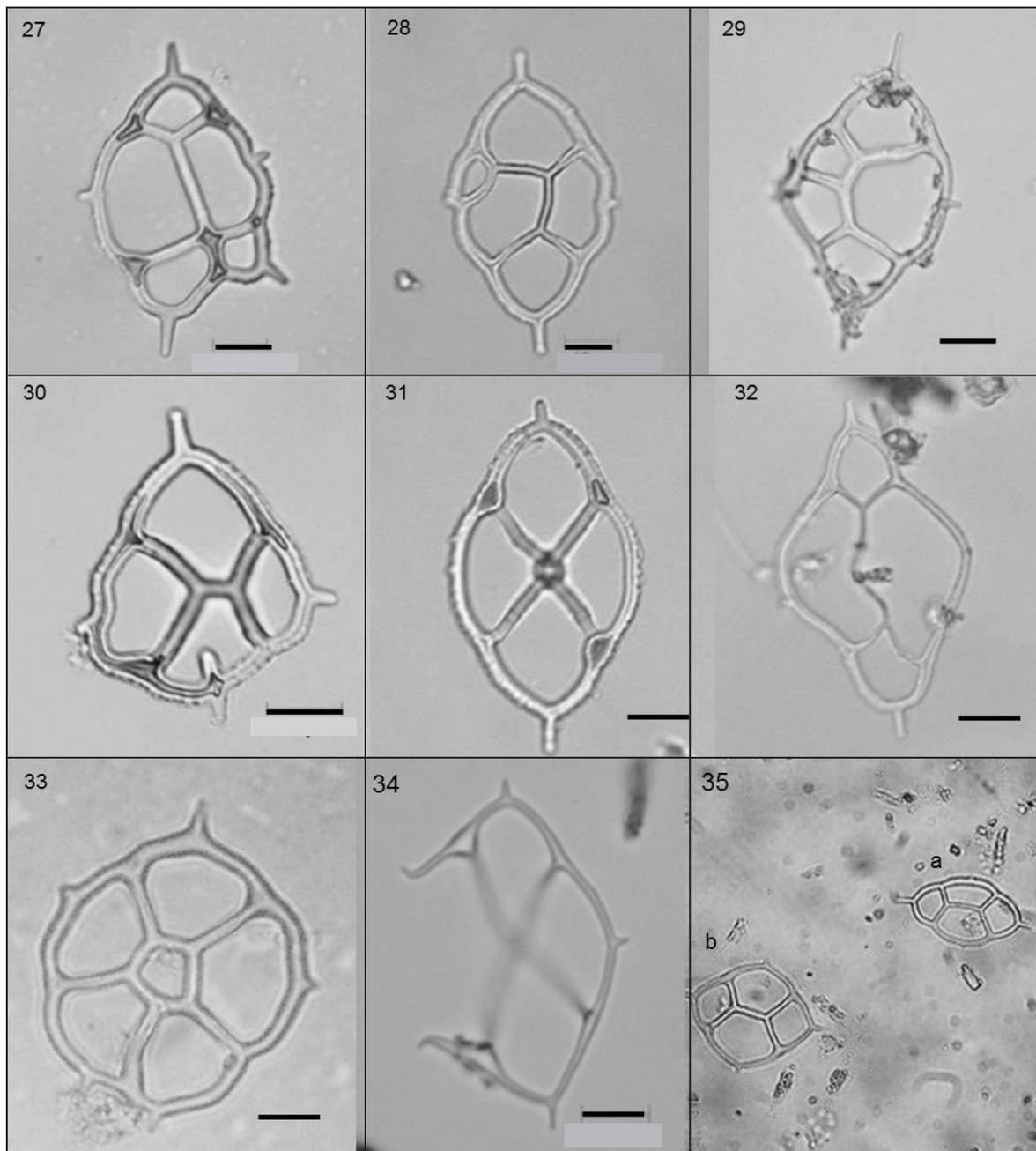
Por otra parte *D. calida* es una forma tropical que igual a *D. californica* y *D. fibula* var. *robusta* todas las cuales se distribuyen en aguas cálidas (Álvarez-Gómez & Martínez-López, 2010), sin embargo en la zona de estudio *D. calida* y *D. fibula* var. *robusta* ocurrieron densidades muy bajas, mientras que *D. californica* fue la especie más común durante todo el período de estudio. *D. crux* fue una especie muy rara de la cual únicamente se encontraron tres ejemplares con la misma forma y algunos esqueletos aberrantes con cinco ventanas.

D. fibula sin duda es el caso más interesante, en la literatura reciente Lomland et al. (2010) reportaron en Noruega un florecimiento de *Chatonella globosa* Y. Hara et Chihara y observaron en cultivo que durante una etapa de su ciclo vida se formaban esqueletos con una morfología similar a *D. fibula*, posteriormente Chang et al. (2012) utilizando huellas pigmentarias y métodos filogenéticos concluyeron que *Chatonella globosa* se encontraba estrechamente relacionada con los Dictyochales, por lo que reasignaron a la especie como un nuevo género *Vicicitus globosus* Y. Hara et Chihara) F. H. Chang comb. nov. dentro de los silicoflagelados.

Bajo el nombre *D. fibula* considerada como la especie tipo del género, se incluye a muchos especímenes que pueden ser asignados a esta especie y otros taxa considerados como variedades taxonómicas; *D. messanensis* f. *messanensis*, *D. messanensis* f. *spinosa* y *D. epidon*, todas las cuales han sido citadas en varias ocasiones como *D. fibula* (Hernández-Becerril & Bravo-Sierra, 2001), hecho por lo que ha sido caracterizada por algunos autores como una forma que presenta una espina sobre el puente apical. Sin embargo, otros la reportan como carente de dicha espina. En este estudio se ha considerado con base en la ilustración del material tipo proveniente de Omán, Argelia descrito por Ehrenberg 1837, en Carter, 2008 y cuyo lectotipo es ilustrado en Carter (2008). En este estudio se reconoce a *Dictyocha fibula*, como el morfotipo de mayor tamaño, con la forma netamente cuadrada y sin espina sobre el puente apical, que es paralelo al eje longitudinal.



Figuras 15-26. Morfotipos de exoesqueletos de silicoflagelados encontrados en la costa de Chiapas, México. Figs. 15-16. *Dictyocha fibula* var. *robusta*, 15) Vista apical, 16) Vista antapical. Figs. 17-18. *D. franhepardii*, 17) Con vestigios de citoplasma y cloroplastos, 18) Vista antapical. Figs. 19-22). *D. octonaria*, 19) Vista antapical del anillo basal con 8 espinas, 20) Anillo apical en foco, 21) Vista lateral mostrando las ventanas y la región del anillo apical, 22) Ejemplar con nuevas espinas. Figs. 23-25 *Dictyocha* spp., 23) Vista apical con tres barras apicales, 24) Vista apical con vestigios de citoplasma, 25) Exoesqueleto aberrante. Fig. 26 Anillo basal simple correspondiente a *Mesosena*. Escala Figs. 15-23, 25 = 10 μ m, Fig. 24 = 20 μ m.



Figuras 27-35a-b. Morfotipos de exosqueletos de silicoflagelados encontrados en la costa de Chiapas, México, con variaciones respecto a la forma tipo. Figs. 27-29) Formas mostrando una ventana adicional, 27-29) Esqueletos con 5 ventanas, 33) Esqueleto con 6 ventanas, 30) Forma con anillo basal aberrante, 31) Variación con barras apicales en forma de cruz, 32) Forma semejante a *D. perlaevis*, 34) Variación esquelética con barras apicales sin cerrar. Fig. 35) Diferencias morfológicas entre a) *D. californica* y b) *D. fibula* var. *robusta*. Escala Figs. 27-34 = 10 µm.

Por carecer de elementos para reconocer a tales taxa en este estudio se han considerado a *D. messanensis* f. *messanensis*, *D. messanensis* f. *spinosa* y *D. epiodon* como variantes morfológicas, ecoformas o morfotipos de *D. fibula*, siguiendo a Takahasi (1991), quién reporta a *D. messanensis* f. *messanensis* y *D. takahasi* como la misma especie y con base a Hernández-Becerril y Bravo-Sierra (2001), quienes reconocen a *D. epiodon* y *D. messanensis* como sinónimos de *D. fibula*. No obstante lo anterior, en este trabajo se registra como *D. fibula* var.

messanensis a todas las formas un poco más pequeñas y alargadas longitudinalmente, con el puente apical muy robusto en relación a las barras basales y ligeramente inclinado sobre el eje mayor y con o sin espina apical y *D. fibula* var. *epiodon* Ehrenberg (no encontrada en este estudio) se ha diferenciado de *D. fibula* var. *messanensis*, por presentar espinas gruesas sobre las barras del anillo basal. *D. fibula* var. *robusta* comúnmente está asociada a condiciones oligotróficas y se distingue claramente de las otras variedades mencionadas por ser más grande,

no obstante ha sido confundida y reportada como *D. californica* Murray et Schrader o como *D. perlaevis*, Frenguelli. Por lo que hay que tener cuidado en su correcta identificación.

D. franshepardii Bukry, es una especie descrita recientemente, ha sido reconocida como indicador de condiciones oligotróficas y los especímenes encontrados en este estudio correspondieron con la descripción original de Barron y Bukry (2007), quienes mencionan que este taxón está comúnmente asociado con la región del Pacífico Ecuatorial Oriental y con la contracorriente de California. *D. octonaria*, se ha asociado con zonas de aguas más frías y con alta productividad biológica, en la región de estudio se encontró en pocas ocasiones y sólo en los meses de diciembre y febrero, cuando ocurre la presencia de los vientos tehuanos que provocan eventos de surgencia en la zona.

En este estudio se reporte una forma estructuralmente afín al género *Corbisema* Hanna que se caracteriza por tener anillos basales de tres lados con un elemento apical triangular; la forma encontrada fue ovalada, con tres barras apicales que conforman las tres ventanas redondeadas. En este estudio tal forma fue nombrada como *Dictyochoa* sp. Otra forma rara encontrada, fue un esqueleto formado por un anillo simple, adornado con siete espinas, tipología tradicionalmente mencionada para el género *Mesocena* Ehrenberg, el cual sin embargo puede tratarse de un esqueleto teratológico incompleto o una forma proveniente del sedimento por los eventos de surgencias comunes en el área de estudio. El inventario completo de silicoflagelados en el Pacífico mexicano sigue sin resolverse, no obstante este trabajo, además de contribuir al conocimiento de la distribución de este grupo, también confirma la variabilidad morfológica y la diversidad de sus especies, sienta un antecedente importante para continuar con estudios sistemáticos más detallados y específicos con base en el desarrollo de cultivos y técnicas de biología molecular.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ-GÓMEZ, I. G. & A. MARTÍNEZ-LÓPEZ. 2010. Silicoflagelados en sedimentación en la región suroccidental del Golfo de California. *CICIMAR Océanides* 25 (1): 17-24.
- BARRON, J. A. & D. BUKRY. 2007. Solar forcing of Gulf of California climate during the past 2000 yr suggested by diatoms and silicoflagellates. *Marine Micropaleontology* 62: 115-139.
- BRAVO-SIERRA, E. 2004. Fitoflagelados potencialmente tóxicos y nocivos de costas del Pacífico mexicano. *Revista de Biología Tropical* 52 (Suppl. 1): 5-16.
- CARTER, R. T. 2008. Silicoflagellates 2: addenda and corrigenda. Available on line: <http://www.microscopy-uk.org.uk> (downloaded September 28, 2014).
- CORTÉS-LARA, M. C., R. CORTÉS-ALTAMIRANO & A. L. CUPUL-MAGAÑA. 2011. Fish kill by *Dictyochoa californica* in Banderas Bay, Jalisco, México. *Harmful Algae News* 43: 14-15.
- CHANG, H. F., M. Mc VEAGH, M. GALL, & P. SMITH. 2012. *Chattonella globosa* is a member of Dictyochophyceae: reassignment to *Vicicitus* gen. nov., based on molecular phylogeny, pigment composition, morphology and life history. *Phycologia* 51: 403-420.
- GÁRATE-LIZÁRRAGA, I., C. J. BAND-SCHMIDT, F. AGUIRRE-BAHENA & T. GRAYEB-DEL ALAMO. 2009. A multi-species microalgae bloom in Bahía de la Paz, Gulf of California, México (June 2008). *CICIMAR Océanides* 24 (1): 15-29.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. U. & E. BRAVO-SIERRA. 2001. Planktonic Silicoflagellates (Dictyochophyceae) from the Mexican Pacific Ocean. *Botanica Marina* 44: 417-423.
- LEE, R. E. 2008. *Phycology*. 4ª. Ed. Cambridge University Press. New York. 547 p.
- LØMSLAND, E. R., T. M. JOHNSEN & W. EIKREM. 2010. Observations on *Chattonella globosa* in Norwegian coastal waters. Are *Chattonella globosa* and *Dictyochoa fibula* one species? In: Pagou, P. & G. Hallegraeff. (Eds.). *Proceedings of the 14th International Conference on Harmful Algae*. International Society for the Study of Harmful Algae and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO 2013, pp. 126-128.
- PARKINSON, P. 2002. Ontogeny vs. Phylogeny: The strange case of Silicoflagellates. *The University and Jepson Herbaria Portal to California Flora. Constancea* 83. Available on line: <http://ucjeps.berkeley.edu/en> (downloaded September 28, 2014).
- TAKAHASHI, K. 1991. Silicoflagellates and *Actiniscus*: Vertical fluxes at Pacific and Atlantic sediment trap stations. *Ocean Biocoenosis* 2: 1-35.
- THRONDSEN, J. 1997. The Planktonic Marine Flagellates. In: Tomas, C.R. (Ed.). *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic, San Diego, pp. 591-729.
- WILKINSON T., E. WIKEN, J. BEZAURY-CREEL, T. HOURIGAN, T. AGARDY, H. HERRMANN, L. JANISHEVSKI, C. MADDEN, L. MORGAN & M. PADILLA. 2009. *Ecorregiones marinas de América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 177 p.

Recibido: 24 de noviembre de 2014.

Aceptado: 25 de septiembre de 2015.