

Especies del género *Triplos* (Dinophyceae) en el golfo de Urabá, Caribe colombiano Species of the genus *Triplos* (Dinophyceae) in the Gulf of Urabá, Colombian Caribbean

Lorenzo Portillo-Cogollo¹ , Jesús Javier Hoyos-Acuña² , Humberto Luis Quintana-Manotas²  y Lucía Atehortúa-Garcés¹ 

1. Grupo Biotecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad de Antioquia Medellín Antioquia, Colombia

2. Área de protección al medio marino, Centro de investigaciones Oceanográfica e Hidrográfica del Pacífico (CCCP), Tumaco, Nariño, Colombia

*Autor de correspondencia: jhoyosacua@gmail.com

Recibido: 09 de junio de 2021

Aceptado: 03 de agosto de 2021

Publicación en línea: 30 de diciembre de 2021

Resumen

Palabras clave:
dinoflagelados; Ceratiaceae;
clave taxonómica; fitoplancton;
Ceratium

El presente estudio describe la morfología de diez especies de *Triplos* recolectadas usando dos redes de fitoplancton de 20 y 50 µm durante siete campañas oceanográficas entre el año 2017 y 2019 en el golfo de Urabá. Se ofrecen observaciones morfológicas y medidas de las especies encontradas, junto con información sobre distribución local y una clave taxonómica. Se registran por primera vez para el golfo de Urabá: *Triplos dens*, *T. extensus*, *T. gallicus*, *T. massiliensis*, *T. muelleri* y *T. pentagonus*. El golfo de Urabá presenta una riqueza de especies baja en comparación con otras áreas del Caribe colombiano.

Abstract

Key words:
dinoflagellates; Ceratiaceae;
taxonomic key; phytoplankton;
Ceratium

The morphology of 10 *Triplos* species, collected using two phytoplankton nets 20 and 50 µm during seven oceanographic surveys between 2017 and 2019 in the Gulf of Urabá. The present study provides morphological observations and measurements of the species encountered along with information on local distribution and a taxonomic key. The following species are recorded for the first time for the Gulf of Urabá: *Triplos dens*, *T. extensus*, *T. gallicus*, *T. massiliensis*, *T. muelleri*, and *T. pentagonus*. The Gulf of Urabá has a low species richness compared to other areas of the Colombian Caribbean.

Introducción

La familia Ceratiaceae presenta células de tamaño mediano o grande con formas muy complejas y diversas. Poseen un cuerpo central que se prolonga con tres o dos cuernos, e incluso se han encontrado ejemplares con un cuerno (apical). El cuerpo está dividido en dos: hipoteca (la parte inferior), que contiene los cuernos antiapicales, y la epiteca (parte superior), cuerno apical de diferentes tamaños. La primera placa apical se contacta con seis o siete placas adyacentes, incluyendo la poscingular (Sournia, 1986; Temponeras *et al.*, 2000; Saldarriaga y Taylor, 2017; Gómez, 2021). Consta de dos géneros: *Ceratium* (agua dulce) y *Triplos* (aguas marinas), divididos por el número de placas cingulares, 5C y 4C respectivamente (Sournia, 1986). En el género *Triplos* Bory, en particular, se han descrito aproximadamente 800 taxones, de los cuales 68 son especies correctas, y los otros son sinónimos o taxones infraespecíficos que incluyen variedades y formas (Gómez, 2021).

Estos microorganismos han sido objeto de numerosas monografías taxonómicas en regiones como: mar Mediterráneo (Jørgensen, 1920), Pacífico y Atlántico norte (Graham y Bronikovsky, 1944), canal de Mozambique (Sournia, 1967), mar Caribe (Wood, 1968) e Irlanda (McDermott y Raine, 2006). Específicamente en el mar Caribe, hay 45 especies registradas (Wood, 1968), mientras que en el Caribe colombiano se han reportado 32, incluyendo variedades y formas (Lozano-Duque *et al.*, 2011). En esta zona se destacan los trabajos de Carbonell (1979), que en 1979 reportó 18 especies con anotaciones taxonómicas y ecológicas y luego, en 1982, contribuyó con 24 taxones en el archipiélago de isla del Rosario. Un par de décadas después se realizó un relevante trabajo de *Triplos* (= *Neoceratium*) para el mar Caribe colombiano abarcando Cartagena, isla del Rosario, bahía de Cartagena, Ciénaga Grande de Santa Marta, golfo de Salamanca, bahía de Gaira, bahía de Santa Marta, bahía de Taganga, bahía de Neguanje, zonas costeras de La Guajira (Vidal-Velásquez y Lozano-Duque, 2010)

y el sector de Punta Roca (Atlántico) (Ayala *et al.*, 2011). Entretanto, para el golfo de Urabá se reconocieron siete especies (Córdoba-Mena, 2020).

Frente al anterior panorama, es posible advertir que el Caribe colombiano se encuentra representado por pocos trabajos respecto al conocimiento de los dinoflagelados del género *Tripes*. La mayoría de los estudios se enfocan en los departamentos del Magdalena y Bolívar (archipiélago del Rosario), una situación que dificulta la comprensión de los patrones de diversidad y distribución en la región. Aunque las especies del género *Tripes* se pueden identificar con cierta facilidad por medio de observación de morfología general, existe una escasa información sobre este grupo, soportada en los estudios mencionados anteriormente.

En general, los estudios de fitoplancton en Colombia se han limitado al desarrollo de listados, dejando por aparte los estudios descriptivos y taxonómicos, considerados insumos esenciales que sustentan el conocimiento de la ecología, la fisiología y la conservación. Por esta razón se hace necesario contribuir con herramientas que permitan brindar un conocimiento preciso y veraz a través de las descripciones de aspectos morfológicos y claves taxonómicas. Considerando lo mencionado, esta investigación presenta como objetivo el registro y descripción de las especies del género *Tripes* en el golfo de Urabá con una clave taxonómica basada aspectos morfológicos observados en microscopía óptica.

Materiales y métodos

Área de estudio

El golfo de Urabá se encuentra en las costas colombianas del mar Caribe, en las coordenadas 7°55' y 8°40' de latitud norte y 76°53' y 77°23' de longitud oeste. Se ubica entre los departamentos de Antioquia y Chocó, cuya división departamental está dada por el río Atrato hasta la desembocadura de boca Tarena, donde el río vierte sus aguas en el golfo. En el extremo noroccidental, el golfo limita con cabo Tiburón (Chocó); al nororiente, con Punta Arenas (Antioquia), y al norte, con el mar Caribe. Además, es un sistema semicerrado que posee una extensión en franja costera cercana a los 543 km, y su ancho máximo corresponde al norte, donde la extensión es cercana a los 49 km. Su longitud se aproximó a los 80 km, mostrando una forma de u alargada en dirección norte-sur (García-Valencia, 2007).

La climatología del golfo es monomodal y depende de la

oscilación norte-sur de la Zona de Convergencia Intertropical, por lo que se presentan dos épocas climáticas con patrones de precipitación y circulación anual (Chevillot *et al.*, 1993). La época seca, entre diciembre-abril, arroja registros mínimos de precipitación con vientos alisios de gran intensidad desde el noreste. La época húmeda, entre mayo-noviembre, manifiesta valores máximos de precipitación y vientos débiles del suroeste (Chevillot *et al.*, 1993; Roldán, 2008). En cuanto a profundidad, los mayores valores, de hasta 70 m, se reportaron al norte, alejados de las costas y las desembocaduras de los ríos (Vélez-Agudelo y Aguirre-Ramírez, 2016) (figura 1).

La dinámica del golfo permite considerarlo como un estuario debido a sus condiciones morfológicas y oceanográficas (circulación, salinidad, estratificación) y, principalmente, por la influencia de los ríos que desembocan allí tales como el León, el Currulao y el Atrato, que son los principales tributarios (Invemar y Corpourabá, 2003; Escobar, 2011). El río Atrato es la fuente hídrica más importante que llega al golfo, puesto que en relación con el territorio que drena es uno de los más caudalosos a nivel mundial y presenta una gran variedad de ecosistemas tales como zonas de vegetación anfibia, pastos marinos, litorales rocosos, playas, fondos sedimentados y, en especial, manglares y arrecifes de corales, donde se encuentra una gran cantidad de fauna y flora asociada (García-Valencia, 2007).

Fase de campo

Se realizaron siete muestreos entre el 2017 y 2019, de los cuales cinco fueron campañas oceanográficas (tabla 1). En estas salidas se efectuaron arrastres horizontales con redes cónicas de arrastre con tamaño de poro de 20 y 50 μm (Tangen, 1978). Luego, las muestras fueron almacenadas en recipientes plásticos de 1 L y fijadas con formol diluido en agua de mar hasta una concentración del 4 % (Thronsdén, 1978).

Fase de laboratorio

Por cada muestra se tomaron tres alícuotas y se colocaron sobre un portaobjetos para su observación con un microscopio Nikon Eclipse 80i a magnificaciones 100X y 400X. Posteriormente, se realizaron las identificaciones utilizando las guías de identificación especializadas de Graham y Bronikovsky (1944), Sournia (1967), Balech (1988), Okolodkov (2010), Vidal-Velásquez y Lozano Duque (2010) y Al-Yamani y Saburova (2019). Finalmente, se tomaron fotos y medidas con la cámara digital adaptada DS-F11 Nikon Instrumens Inc. y el software NIS-Elements BR Nikon Instrumens Inc.

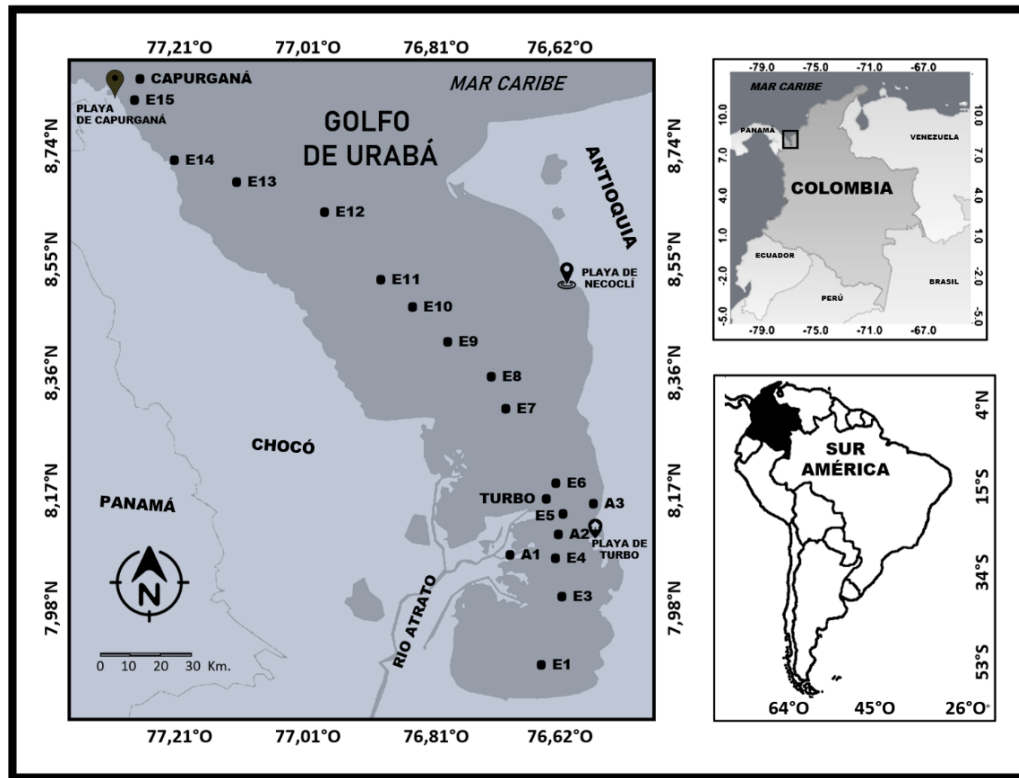


Figura 1. Puntos de muestreos en el golfo de Urabá, localizado al sur del mar Caribe de Colombia.

Tabla 1. Distribución de especies de dinoflagelados del género *Tripes* en Colombia. Nota: Los abreviados de las áreas registradas son: agua del Departamento de Magdalena (AMDM), bahía de Cartagena (BHC), bahía de Neguanje (BHN), bahía Solano (BHS), bahía de Santa Marta (BHSM), Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), costa de La Guajira (CG), golfo de Salamanca (GS), golfo de Urabá (GU), isla de San Andrés y Providencia (ISAP), isla Barú (ISB), isla del Rosario (ISR), noreste de La Guajira (NG). Los autores son: Arias y Durán (1982)¹, Arias y Durán (1984)², Arosemena *et al.* (1973)³, Ávila-Silva (2018)⁴, Carbonell (1979)⁵, Carbonell (1982)⁶, Caycedo (1975)⁷, Caycedo (1977)⁸, CIOH (2016)⁹, Córdoba-Mena (2020)¹⁰, Duarte (1996)¹¹, Fernández y García (1998)¹², García (1987)¹³, Gavilán-Murcia *et al.* (2005)¹⁴, Hoyos-Acuña *et al.* (2019)¹⁵, Lozano-Duque *et al.* (2011)¹⁶, Márquez y Herrera (1986)¹⁷, nuevo registro (NR), Parques Nacionales Naturales de Colombia (2016)¹⁸, Ramos (2005)¹⁹, Ruiz-Gómez (2016)²⁰, Salón-Barros (2013)²¹, Sepúlveda-Villarraga (2013)²², Suárez-Villalba (2007)²³, Téllez *et al.* (1988)²⁴, Torres-Sierra *et al.* (2007)²⁵, Vidal y Carbonell (1977)²⁶, Vidal-Velásquez y Lozano-Duque (2011)²⁷, mar Caribe colombiano (MCC), no registrado (N/R) *nuevo registro (NR*).

Nombres de especies	Caribe colombiano					MCC
	Norte	Oeste	Centro	Sur		
<i>Tripes dens</i>	CG, CGSM (28).	N/R	BC (9, 27, 28), ISR (6).	NR*	N/R	
<i>Tripes eugrammus</i>	NG (11), BHN (7, 8), BHSM (19), GS (12).	ISAP (24).	BHC (1, 2, 3, 5, 14, 15, 22, 23, 26), ISR (6).	GU (10)	4, 16, 17, 22	
<i>Tripes extensus</i>	NG (11), GS (12).	N/R	BHC (5, 6, 18), ISR (6).	NR*		
<i>Tripes fusus</i>	NG (11), BHN (7, 8), GS (12).	ISAP (24).	BHC (1, 2, 3, 5, 14, 15, 22, 23, 26), ISR (6).	GU (10)	16, 17, 21	
<i>Tripes setaceus</i>	BHSM (19)	ISAP (24).	BHC (5, 18), ISR (6)	GU (10)	16	
<i>Tripes gallicus</i>	GS (12).	N/R	N/R	NR*	N/R	
<i>Tripes massiliensis</i>	NG (11), BHN (7, 8), GS (12), AMDM (25)	ISAP (24).	BHC (5, 13, 18, 26), ISR (6).	NR*	16	
<i>Tripes muelleri</i>	NG (11), BHN (7, 8), BHSM (19), GS (12), AMDM (25).	ISAP (24).	BHC (1, 2, 3, 5, 13, 14, 18, 23, ISB (20), ISR (6).	NR*	16, 21	
<i>Tripes pentagonus</i>	NG (11), BHN (7, 8), BHSM (19).	ISAP (24).	BHC (5, 13, 18, 23), ISB (20), ISR (6).	NR*	16, 17	
<i>Tripes trichoceros</i>	GS (12)	N/R	BHC (1, 2, 5, 13, 18, 27), ISR (6)	GU (10)	17, 21	

Análisis de datos

Los nombres, la autoridad, los basiónimos, las sinonimias y la ortografía de las especies registradas se validaron utilizando información taxonómica y nomenclatural de la base de datos global de algas AlgaeBase (<https://www.algaebase.org/>) (Guiry y Guiry, 2021), complementada con el trabajo de Gómez (2021). Por otro lado, en la elaboración de la clave taxonómica se utilizó la herramienta ofimática Excel de Microsoft para Windows 10. Se hicieron revisiones bibliográficas de distribución en el Caribe colombiano tomando como referencia los estudios de Arias y Duran (1982) Arias y Duran (1984), Arosemena et al. (1973), Ávila-Silva (2018), Carbonell (1979), Carbonell (1982), Caycedo (1975), Caycedo (1977), CIOH (2011), Córdoba-Mena (2020), Duarte (1996), Fernández y García (1998), García (1987), Gavilán-Murcia et al. (2005), Hoyos-Acuña et al. (2019), Lozano-Duque et al. (2011), Márquez y Herrera (1986), Parques Nacionales Naturales de Colombia (2016), Ramos (2005), Ruiz-Gómez (2016), Salon-Barros (2013), Sepúlveda-Villalba (2013), Suarez-Villalba (2007), Téllez et al. (1988), Torres- Sierra et al. (2007), Vidal y Carbonell (1977), Vidal y Lozano-Duque (2011).

Resultados

Clave taxonómica para la identificación del género *Triplos* en el golfo de Urabá

- 1a. Células con cuernos antiapicales direccionados posteriormente.....2
- 1b. Células con cuernos antiapicales direccionados anteriormente.....7
- 2a. Células con forma alargada similar a un alfiler, cuerpo poco diferenciado de la epiteca, cuernos antiapicales, uno muy desarrollado mientras otro esta escasamente desarrollado ausente3
- 2b. Células con cuerpo diferenciado de la epiteca, ambos cuernos antiapicales desarrollados5
- 3a. Epiteca 1,5 a 2.0 mayor que hipoteca, cuerno antiapical recto *T. extensus*
- 3b. Epiteca e hipoteca igual o sub-igual de tamaño, cuerno antiapical izquierdo ligeramente doblado *T. fusus*
- 4a. Cuerno apical poco diferenciado del cuerpo celular..... *T. eugrammus*
- 4b. Cuerno apical bien diferenciado del cuerpo celular.....5
- 5a. Cuerpo celular bien desarrollado, con forma pentagonal

- igual largo que ancho *T. pentagonus*
- 5b. Cuerpo celular poco desarrollada, célula ligeramente más larga que ancha..... *T. setaceus*
- 6a. Cuerno antiapical derecho más grande que el izquierdo *T. dens*
- 6b. Cuernos antiapicales de tamaño similar7
- 7a. Hipoteca redondeada en la parte posterior conectadas directamente con los cuernos antiapicales *T. muelleri*
- 7b. Hipoteca aplanada o ligeramente convexa en la parte posterior con una muesca8
- 8a. Porción proximal de los cuernos antiapicales direccionada anteriormente formando una muesca profunda o simétrica, cuernos antiapicales surgen hacia la parte posterior de forma igual o ligeramente desigual.....9
- 8b. Porción proximal del cuerno antiapical derecho direccionada anteriormente formando una muesca poco marcada, cuerno antiapical izquierdo surgiendo directamente en ángulo de 45° *T. massiliensis*
- 9a. Cuernos antiapicales con curvatura progresiva en su origen, cuerno derecho más prominente que el izquierdo, cuerpo celular sub-cuadrangular *T. gallicus*
- 9b. Cuerno antiapical derecho e izquierdo surgiendo de forma simétrica y lateral, cuerpo celular subtrapezoidal *T. trichoceros*

Descripciones de las especies del género *Triplos*

Triplos dens (Ostenfeld y Johannes Schmidt) Gómez 2013 (figuras 2a y 2b)

Basiónimo: *Ceratium dens* Ostenfeld y Johannes Schmidt 1901
Sinónimo: *Ceratium balechii* Maeve, Okolodkov y Zamudio 2003

Diagnos: cuerpo robusto de forma triangular, con epiteca ligeramente convexa. Cuerno apical corto y recto, y cuernos antiapicales diferenciados: el izquierdo es más corto (característica que permite identificar la especie), y el derecho es delgado y medianamente alargado, de mayor tamaño que el izquierdo, reduciéndose en grosor hacia la punta. Cíngulo inclinado. Se observaron células solitarias y cadenas de dos células. Largo entre 145-270 µm, y ancho del cuerpo celular

entre 57-75 μm . n=16.

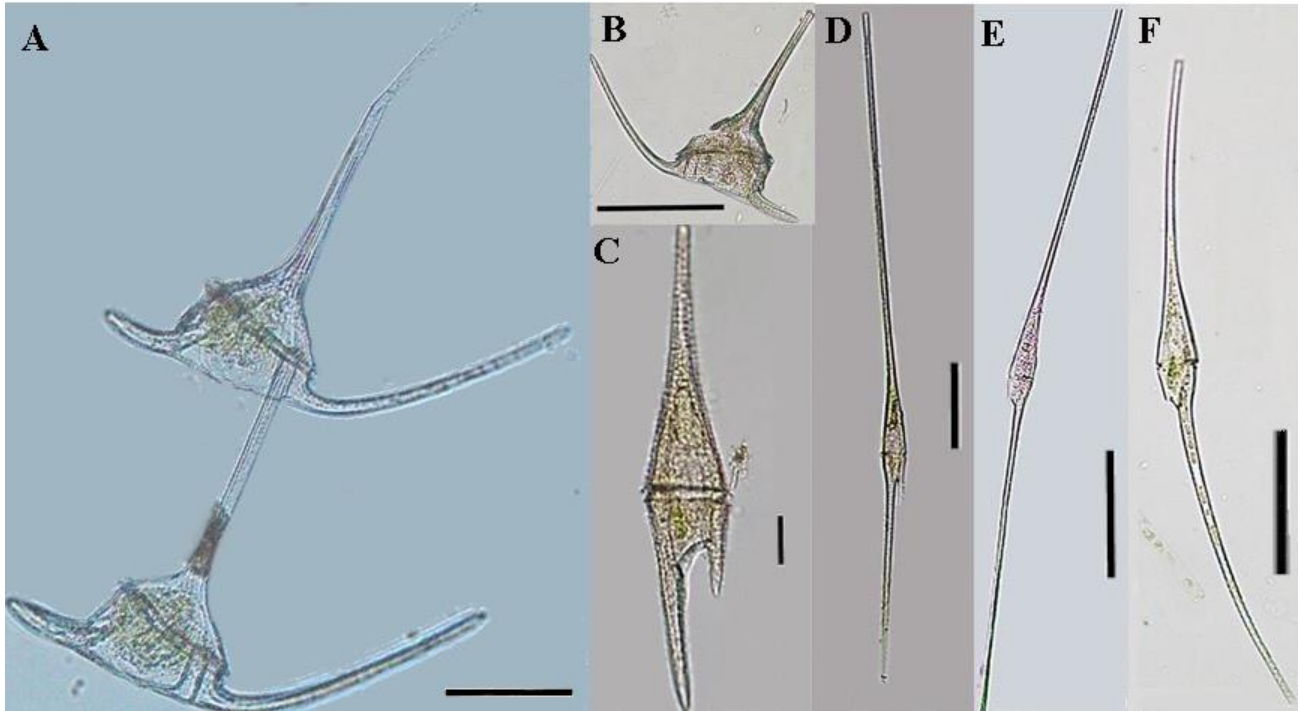


Figura 2. (a) *Tripus dens*, vista ventral en cadena de dos células; (b) *T. dens*, vista ventral; (c) *T. eugrammus*, vista dorsal; (d y e) *T. extensus*, vista dorsal; (f) *T. fusus*, vista ventral. (a, b y f): a escala 50 μm ; (c): a escala 20 μm ; (d, e y f): a escala 100 μm .

***Tripus eugrammus* (Ehrenberg) Gómez, 2013 (figura 2c)**

Basiónimo: *Peridinium eugrammum* Ehrenberg 1860
Sinónimo: *Ceratium eugrammum* (Ehrenberg) Kent 1881

Diagnosis: cuerpo mediano y alargado, ligeramente ancho, con paredes bastante robustas. La epitoca proyecta el cuerno apical, que se reduce de forma gradual hacia el cuerno apical con punta obtusa. Hipoteca formada por dos cuernos: el izquierdo es una a dos veces más largo que el derecho, con terminaciones puntiagudas. El cuerno apical es de mayor longitud con respecto al cuerno antiapical izquierdo. Cíngulo muy marcado. Largo entre 180- 275 μm , y ancho entre 28-44 μm . n=78.

***Tripus extensus* (Gourret) Gómez 2013 (figuras 2d y 2e)**

Basiónimo: *Ceratium fusus* var. *extensum* Gourret 1883
Sinónimo: *Ceratium extensum* (Gourret) Cleve 1900

Diagnosis: especie de gran longitud, posee una forma alargada, similar a una aguja. Presenta cuernos delgados, dos antiapicales: el izquierdo es más largo, y el derecho suele ser reducido (figura 1d), poco visible o inexistente (figura 1e). El cuerno apical es recto, alargado, y se ensancha (algunas células presentaron una ligera torsión en la base). Largo entre 803-1.050 μm , y ancho del cuerpo entre 22-28 μm . n=28.

***Tripus fusus* (Ehrenberg) Gómez 2013 (figura 2f)**

Basiónimo: *Peridinium fusus* Ehrenberg 1834
Sinónimo: *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin 1841

Diagnosis: células fusiformes y alargadas. La epitoca se estrecha hacia el extremo, formando el cuerno apical, y la hipoteca cuenta con un largo cuerno antiapical izquierdo curvado, que se estrecha hacia la punta y presenta una mayor longitud en contraste con el cuerno apical. El cuerno antiapical derecho se encuentra reducido debido que está adyacente al cíngulo. En general, los cuernos tanto antiapical izquierdo como apical tienen la misma longitud y similar curvatura. Largo entre 315-410 μm , y ancho del cuerpo entre 20-25 μm . n=62.

***Tripus setaceus* (Jørgensen) Gómez 2013 (figura 3a)**

Basiónimo: *Ceratium setaceum* Jørgensen 1911
Sinónimo: *Ceratium kofoidii* Jørgensen 1911

Diagnosis: cuerpo celular delicado con aristas bien marcadas. Cuerno apical delgado y alargado, bien diferenciado de la epitoca. Cuernos antiapicales delicados: el izquierdo tiende a ser más largo que el derecho. El cíngulo es amplio y muy distinguible. Largo entre 110-228 μm , y ancho del cuerpo entre 22-25 μm . n=24.

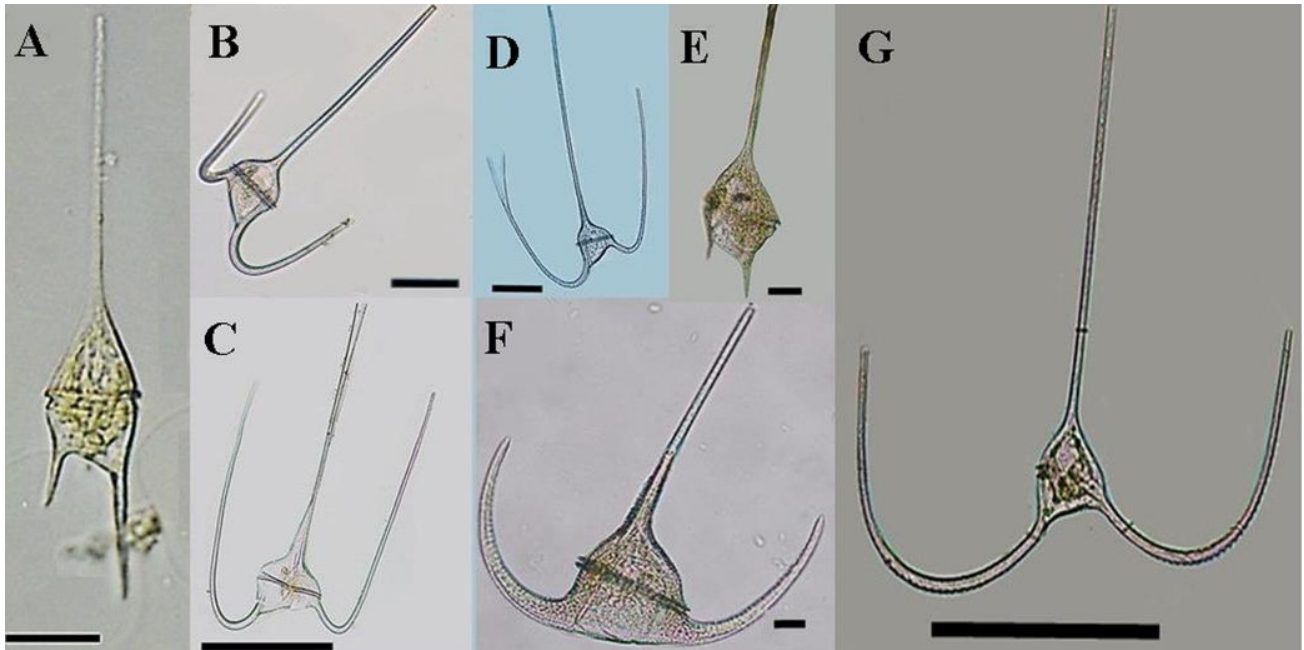


Figura 3. (a). *Triplos setaceus* vista dorsal. (b) y (c) *T. gallicus* vista dorsal, (flecha) indicando ubicación de la muesca. (D). *T. massiliensis* vista dorsal, (flecha) indicando muesca ubicada hacia un lado de la hipoteca (e). *T. pentagonus* vista ventral. (f). *T. muelleri* vista dorsal, G. *T. trichoceros* vista ventral. figura 3a, e y f, escala=20 μm , figura 3b, c y d, escala = 50 μm y figura 3G escala=100 μm .

***Triplos gallicus* (Kofoid) F.Gómez 2021 (figura 2 b y c)**

Basionimio: *Ceratium gallicum* Kofoid 1907

Sinonimio: *Ceratium macroceros* var. *gallicum* (Ehrenberg) Vanhöffen 1897

Diagnosis: cuerpo subcuadrangular a trapezoide, margen posterior casi plano. Cuernos antiapicales largos, tienen el mismo ancho y se extienden paralelamente al cuerpo dirigiéndose hacia atrás formando una muesca, el cuerno antiapical izquierdo sale casi de la división formada por el cíngulo y la hipoteca. Su cuerno apical largo recto y delgado, en algunos casos está ligeramente torcido en la base. Largo 300-430 μm , ancho cuerpo celular 50-58 μm . n=23.

***Triplos massiliensis* (Gourret) Gómez 2013 (figuras 3c y 3d)**

Basionimio: *Ceratium triplos* var. *massiliense* Gourret 1883

Sinónimo: *Ceratium massiliense* (Gourret) Karsten 1906

Diagnosis: cuerpo celular robusto, subtriangular, con margen posterior oblicuo, casi recto. Cuernos antiapicales bastante divergentes: el derecho tiene una disposición moderada, mientras que el izquierdo es más sobresaliente al borde posterior del cuerpo. Presenta una muesca visible en el cuerno derecho, dando la apariencia oblicua al margen posterior. Cíngulo inclinado. Núcleo visible. Largo entre 225-356 μm y ancho del cuerpo celular entre 63-72 μm . n=55.

***Triplos muelleri* Bory 1826 (figura 3e)**

Basionimio: *Cercaria triplos* Müller 1776.

Sinónimo: *Ceratium triplos* (Müller) Nitzsch 1817; *Peridinium triplos* (Müller) Ehrenberg, 1834.

Diagnosis: cuerpo celular subcuadrangular, con borde antiapical inclinado o ligeramente convexo. Cuernos bastante desarrollados. El apical es recto y de longitud mediana, inclinado hacia la derecha, mientras que los antiapicales son cortos y delgados, con disposición contraria al cuerpo, doblados hacia adelante. Cíngulo bien marcado e inclinado. Largo entre 150-270 μm , y ancho cuerpo celular entre 64-80 μm . n=32.

***Triplos pentagonus* (Gourret) Gómez 2013 (figura 3f)**

Basionimio: *Ceratium pentagonum* Gourret 1883.

Sinónimo: *Ceratium subrobustum* (Jørgensen 1920) Steemann Nielsen 1934

Diagnosis: cuerpo celular pentagonal simétrico. Epiteca con forma de triángulo isósceles, del cual sobresale centralmente un cuerno apical largo y delgado. Cuernos antiapicales cortos ligeramente torcidos hacia fuera (divergentes): el izquierdo es 1,5 veces más grande que el derecho. La hipoteca está inclinada hacia el cíngulo. La superficie de la teca está cubierta de pequeños poros y algunas estrías. Cíngulo excavado y angosto. Largo entre 100-192 μm , y ancho del cuerpo entre 43-64 μm . n=18.

***Tripos trichoceros* (Ehrenberg) Gómez 2013 (figura 3g)**

Basiónimo: *Peridinium trichoceros* Ehrenberg 1860

Sinónimo: *Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) Kent 1881

Diagnóstico: cuerpo celular pequeño, esbelto y subtrapezoidal, con margen posterior plano. Cuernos antiapicales direccionados posteriormente en su porción proximal, con muesca marcada formada entre ellos. La porción distal se encuentra direccionada anteriormente, y en algunos casos puede tener ondulaciones en sus partes más distales. Cuerno apical largo y recto. Punto de mayor amplitud relacionado a la porción proximal de los cuernos antiapicales. Largo entre 175-395 μm , y ancho del cuerpo celular entre 30-43 μm . n=27.

En la tabla 1 se indica la distribución de algunas especies de dinoflagelados del género *Tripos* encontradas en Colombia.

Discusión

En este estudio se encontró una baja diversidad de especies en comparación con los trabajos realizados en la bahía de Cartagena y aguas adyacentes, donde se reconocieron 18 y 24 especies, respectivamente (Carbonell, 1979, 1982), y con las 32 especies en el sistema arrecifal veracruzano (Okolodkov, 2010). Estos bajos registros posiblemente se deben a las condiciones de las aguas del golfo de Urabá, caracterizadas por estar fuertemente influenciadas por la descarga de aguas del río Atrato, que disminuye la salinidad y aumenta la turbidez del agua, especialmente en época invernal (Shen *et al.*, 2011). La combinación de estos factores afecta el desarrollo de muchas especies fitoplanctónicas, lo que disminuye la riqueza específica, incluyendo el género *Tripos* (Madhu *et al.*, 2007).

Las especies *T. fusus*, *T. trichoceros*, *T. massiliensis*, *T. eugrammus* y *T. muelleri* encontradas en este estudio se caracterizan por estar presentes en aguas neríticas (Carbonell, 1979) para la bahía de Cartagena e isla del rosario. Recientemente, Córdoba-Mena (2020) registró cinco especies para la zona, mientras que este trabajo reporta 10, de las cuales cinco son nuevos registros. Este incremento es un indicador de la falta de investigación en dinoflagelados, ya que este género es de los más comunes en el Caribe colombiano (Lozano-Duque *et al.*, 2011).

Dentro de las especies se encuentra *T. dens*, que presenta células con una gran variación en su simetría. Así, algunas células son más alargadas que anchas, en tanto que otras tienen una forma ancha y robusta. Balech (1988) reporta diferencias

entre células respecto a la extensión del cuerno antiapical derecho, el cual muchas veces puede ser largo o muy corto. Sin embargo, en la zona de estudio esta variación no fue observada; en cambio, las células mantuvieron una forma y una longitud constantes del cuerno antiapical derecho. Como *Ceratium dens*, solía confundirse con *C. balechii*, renombrado por Meave *et al.* (2003), por la disposición del cuerno antiapical izquierdo, de menor tamaño, contrario a *C. dens*, en el que se sitúa en el derecho (Okolodkov, 2010). Posteriormente, Gómez (2021) mencionó que no hay información molecular suficiente para conocer si *T. dens* (*C. dens*) y *T. balechii* (*C. balechii*) son o no conespecíficas. No obstante, propuso el nombre *T. dens* para estas dos especies, argumentando que es una especie polimórfica. Se ha encontrado en aguas cálidas y estuarinas, constatando lo argumentado por Gómez (2021), Hallegraef *et al.* (2020) y Vidal y Lozano-Duque (2011), quienes la observaron en sitios costeros y oceánicos. Por el contrario, Taylor (1976) la considera endémica en aguas templadas del océano Índico. Finalmente, esta especie se considera rara por la falta de frecuencia en las muestras.

Por otra parte, los especímenes de *T. eugrammus* presentaron un cuerpo y cuernos, tanto el apical como los antiapicales, robustos, lo que permitió la identificación correcta con la descripción original de *Peridinium eugrammus* (Ehrenberg 1873). Los trabajos de Carbonell (1979, 1982) y Fernández y García (1998) evidencian la inadecuada identificación de *T. eugrammus* como *T. furca* debido que muchos autores generan controversia. Es así como Jørgensen (1920) subdivide la especie en variedades como *C. furca* var. *berghii* y *C. furca* var. *eugrammus*, mientras que Böhm (1931), en su estudio de variabilidad, determina que el ambiente es un factor importante en las alteraciones morfológicas y por eso se generan dos formas. Posteriormente, Balech (1988) argumentó que no es oportuno seguir la nomenclatura tabular de dichos autores.

T. eugrammus fue encontrada frecuentemente en zonas estuarinas, lo cual coincide con lo reportado por Fernández y García (1998) para el golfo de Salamanca, en el Caribe colombiano. Asimismo, Steemann-Nielsen (1934), Graham y Bronikovsky (1944) y Margalef (1961) argumentaron que se encuentra presente en mares cálidos netamente neríticos, pero también en aguas oceánicas. La especie se asocia a florecimientos algales nocivos, provocando descoloración en el agua (Bainbridge, 1957), aunque Landsberg (2002) ha establecido que es productora de florecimientos inocuos. Finalmente, Gómez (2021) sustenta las diferencias entre *T. eugrammus* y *T. furca* al considerar que la primera tiene una

amplia distribución en los mares tropicales (aguas neríticas) y la segunda se limita a zonas boreales y templadas.

T. extensus se caracteriza por una epiteca entre 1,5 a 2,0 mayor que la hipoteca, carácter que lo diferencia de *T. fusus*. Particularmente, algunas células presentaron longitudes iguales tanto en la epiteca como en la hipoteca, con tamaños totales de aproximadamente 1 mm, dentro de los rangos de medidas de Balech (1988) y Ojeda-Rodríguez (2002). Este hallazgo se opone a lo reportado por Fernández y García (1998) y Okolodkov (2010), quienes describen la especie con una mayor longitud de la hipoteca con respecto a la epiteca. De hecho, esta especie era muy conflictiva con *T. fusus* por ser descrita por Gourret (1883) como *C. fusus* var. *extensum* con características de una célula muy alargada. Jørgensen (1911), por su parte, la consideró *C. biceps*, mientras que Kofoid (1908) y Taylor (1976) describen a *C. strictum* y *C. biceps*, respectivamente, esta última considerada como una célula inmadura de *C. extensum*. No obstante, Kofoid (1908) generó problemas en cuanto a su errada identificación de *C. biceps* como *C. extensum*. Por lo demás, en cuanto a herramientas moleculares, Gómez (2021) evidenció la separación entre las dos especies (*T. extensus* y *T. fusus*), definiéndola como *T. extensus*. Esta especie concuerda con lo encontrado por Fernández y García (1998) en el área nerítica del departamento del Magdalena y es propia de aguas cálidas, como lo argumenta Balech (1988).

Por su parte, *T. fusus* (Ehrenberg) F. Gómez está caracterizada por el poco desarrollo del cuerno antiapical derecho y por un tamaño igual en los dos cuernos, el apical y el antiapical izquierdo. Los rangos de tamaños y las formas de los especímenes concuerdan con las observaciones realizadas por Fernández y García (1998) en el centro del mar Caribe colombiano, Balech (1988) en el Atlántico sudoccidental y Ojeda-Rodríguez (2002) en islas Canarias. En ese orden de ideas, la especie identificada como *T. fusus* posee una sola variedad, denominada *T. fusus* var. *schuetti*. Actualmente, Gómez (2021) propone una nueva combinación, denominada *T. fusus*, incluyendo dicha variedad.

En el caso de las células halladas en el golfo de Urabá, no se reportó variación en la estructura de las células, manifestando la forma típica de la especie, por lo que *T. fusus* var. *schuetti* posiblemente no sea una variación del ciclo de vida, sino un ecotipo. Las células fueron encontradas en la mayoría de las estaciones. Fernández y García (1998) la hallaron en aguas neríticas, mientras que Balech (1988) considera esta especie propia de aguas cálidas oceánicas, costeras y estuarinas. Asimismo, habita en aguas oceánicas del océano Atlántico

(Margalef, 1969; Dodge y Marshall, 1994).

Con relación a *T. setaceus* (= *T. kofoidii*), los especímenes encontrados presentan un cuerpo esbelto con un cuerno apical alargado y delgado, así como la escultura de los cuernos antiapicales. Estas características morfológicas son similares a las de la descripción de *C. kofoidii* y *C. setaceum* de Jørgensen (1911). Años antes, esta especie fue descrita por Kofoid (1908) como *C. eugrammum*. Por su parte, Graham y Bronikovsky (1944) describieron a *C. boehmii* con rasgos similares a las ilustraciones de Jørgensen (1911) de *C. kofoidii* y *C. setaceum*, con cuernos largos similares a *Peridinium furca*, de Ehrenberg (1833). Entretanto, la especie *C. kofoidii* descrita por Jørgensen (1911) es diferente de *P. eugrammum* en Ehrenberg (1833) y *P. eugrammus* sensu en Kofoid (1908), por lo que se considera que *C. kofoidii* y *C. boehmii* son conespecíficas de *C. setaceum*. Por lo tanto, Gómez (2021) designa a *T. kofoidii* como *T. setaceus*. Se observaron pocos ejemplares que correspondieran a la argumentación de Balech (1988), quien anota que "estas especies no son ni frecuente ni abundantes". Por último, es claro que esta especie es termófila y muy común en aguas neríticas de zonas cálidas (Dodge y Marshall, 1994).

La mayoría de células encontradas de *T. gallicus* en el golfo de Urabá presentan una muesca marcada (figura 3 B y C), concordando con la descripción original de Kofoid (1908), asimismo, Hallegraeff *et al.* (2020) nombra a *T. macroceros* (figuras 8 a y b) pero estas no son similares a la descripción de *T. macroceros* (= *Peridinium macroceros*) de Ehrenberg. Por otra parte, Okolodkov (2010) la agrupó en *C. macroceros* var. *gallicum* (Plato 8 fig. 4). A nivel mundial, se ha confundido con la forma de *T. macroceros* según Claparède y Lanchmann (1859), razón por la cual, había sido registrada para dos sitios del Caribe colombiano, mientras que, para esta área es un nuevo registro. De acuerdo, al trabajo de Gómez (2021) esta especie no corresponde a la descripción de *T. macroceros* (= *Peridinium macroceros*) realizada por Ehrenberg "carente de muescas", muy diferente a las halladas en el golfo de Urabá.

Las estructuras morfológicas de *T. massiliensis* mostraron cuernos antiapicales medianos, semejante a la descripción original de la especie *C. tripes* var. *masiliense* de Gourret (1883) y de Fernández y García (1998) en aguas del golfo de Salamanca. Posteriormente, Karsten (1906) no presenta descripción morfológica de este espécimen y lo establece arbitrariamente como *C. massiliense*. Pavillard (1907), luego, presenta una variedad de *C. masiliense* f. *armatus*, y posteriormente Böhm (1931) propone tres variedades: *massiliensis*, *armatum* y

protuberans. Por otra parte, Balech (1988) solo considera una variedad (var. *armatum*) con morfología similar (cuernos más cortos y robustos). Después de muchas décadas, Gómez (2013) la reinstaló en un nuevo género, pasando de *C. massiliensis* a *T. massiliensis*, hallado en aguas estuarinas, algo constatado con Fernández y García (1998) para el mar Caribe colombiano. Balech (1988) la define para ambientes costeros y estuarinos, y Sournia (1969) para los mares tropicales.

En *Triplos muelleri* (= *C. triplos*) no se observaron variaciones morfológicas. Es decir, su forma se mantuvo igual con relación a altura y ancho. Esto difiere de lo argumentado por Karsten (1906), quien planteó variedades tales como: *atlanticum*, *balticum*, *breve*, *porrectum*, *pulchellum*, *semipulchellum*, *ponticum*, *mediterraneum*, *tripodioides* y *neglectum*, aunque Balech (1988) agrupa las variedades *balticum*, *subsalum* y *atlanticum* en *C. triplos* var. *triplos* y acepta variedades como: *tripoides*, *neglectum*, *porrectum*, *breve* y *pulchellum*. A su vez, la cantidad de formas de transición encontradas ha dificultado en muchas ocasiones la inclusión de una u otra variedad (Ojeda-Rodríguez, 1998). En el 2013, el género cambia de *Ceratium* a *Triplos*. En este caso, el mismo autor determinó que la especie *C. triplos* se reemplazó por *T. muelleri* al ser la especie tipo del nuevo género. Por otra parte, Balech (1988) y Ojeda-Rodríguez (1998) evidencian que esta especie es de aguas costeras y oceánicas de zonas cálidas, algo constatado con los ejemplares de este estudio. Por lo tanto, se establece cosmopolita para aguas cálidas, capaz de desarrollar biomasa a pequeña escala en un espacio temporal (Borkman *et al.*, 1993).

En cuanto a *T. pentagonus*, presenta un cuerno apical extendido y unos cuernos antiapicales medianos, encajando dentro de la descripción realizada por Gourret (1883). Aunque tiende a confundirse con *T. teres*, este se diferencia en la forma celular pentagonal alargada en la parte antero-posterior (Kofoid, 1907). Sin embargo, esta especie presenta formas alargadas y cortas dependiendo del ambiente donde sea encontrada: en el caso de ambientes costeros, se observa un apical corto, y en los oceánicos, uno alargado. Así, los ejemplares hallados en este estudio demostraron tener influencias costera y oceánica debido que presentan un cuerno apical más o menos mediano, lo cual demuestra que es una especie con características ecotípicas y concuerda con lo reportado por Margalef (1961), quien expresa que habita en aguas cálidas.

Por otra parte, los individuos observados de *T. trichoceros* presentan los cuernos antiapicales doblados y dispuestos a la misma altura. Esto coincide con lo reportado por Fernández y García (1998) y con la descripción original de Ehrenberg (1860)

de *Peridinium trichoceros*, aunque tiende a confundirse con las especies del subgénero *Biceratium* e incluso con miembros de la sección *Macroceros* que han presentado autotomía (Gómez, 2021). Los individuos examinados poseen un cuerno apical corto, si bien Fernández y García (1998) la describen con cuerno apical largo; por lo tanto, cabe suponer que es una especie que presenta múltiples formas, lo que ha provocado errores en su identificación. Estos mismos autores la encontraron en aguas neríticas que se asemejan a las condiciones del presente estudio.

Entretanto, *T. eugrammus* registró el mayor número de especímenes hallados en el golfo de Urabá, constatando su distribución en el Caribe colombiano (tabla 1). De esta forma es evidente que se trata de una especie común en la región, mientras que *T. dens* fue considerada rara por su poca frecuencia, reportada en el 2011 en el norte y el centro del mar Caribe colombiano.

Las especies del género *Triplos* se caracterizan por la gran plasticidad fenotípica, que puede tener un taxón en diferentes partes del mundo e incluso dentro de una misma región. Tal es el caso de *T. muelleri* (= *C. triplos*) en el Atlántico suroccidental, donde se hallaron seis formadas distintas (Balech, 1988), generando confusión en la identificación. Por tal razón, se elaboró una clave taxonómica para el golfo de Urabá, que será una herramienta útil que ayude a una rápida y fiable identificación teniendo en cuenta la variación que pueden tener las células encontradas en el área.

Por último, las especies de *Triplos* encontradas en el presente estudio equivalen al 31 % de lo registrado para el Caribe colombiano, y cinco de ellas son nuevos registros para el golfo de Urabá. Con esto no solo se contribuye al conocimiento sobre la distribución geográfica del género, sino que a la vez se expone la necesidad de desarrollar estudios sobre dinoflagelados en aguas colombianas. Finalmente, se recomienda llevar a cabo futuras investigaciones enfocadas en la implementación de medios de cultivos y herramientas moleculares para conocer el ciclo de vida y la ecología de estas especies.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Grupo de Investigación de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Antioquia por el apoyo en la financiación en el desarrollo de este trabajo bajo el marco de los proyectos *Biotoxinas asociadas al fitoplancton marino en el golfo de*

Urabá, Caribe colombiano e Ingeniería genética: estrategia molecular para el mejoramiento del proceso de producción de ficobiliproteínas a partir de la microalga *Porphyridium cruentum*.

Referencias

- Al-Yamani, F. y Saburova, M.A. 2019. Marine phytoplankton of Kuwait's waters. Volume I. Cyanobacterias, Dianoflagellastes, Flagellates. Waves Press, Kuwait.
- Arias, F.A. y Durán, J.C. 1982. Variación anual del fitoplancton en la bahía de Cartagena para 1980. Tesis de pregrado en Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Arias, F.A. y Durán, J.C. 1984. Variación anual del fitoplancton en la bahía de Cartagena. *Boletín Científico Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográfica del Caribe* (5): 61-116. Doi: <https://doi.org/10.26640/22159045.17>.
- Arosemena, D., Cárdenas, H., Garzón, F., Ibáñez, F., Morenos, C. y Sierra J. 1973. Algunos dinoflagelados y diatomeas de la bahía de Cartagena y sus alrededores. Informe Museo Marino, Santa Marta.
- Ávila-Silva, M.Y. 2018. Caracterización del ensamblaje de dinoflagelados en un sector oceánico del caribe colombiano en la época de lluvias mayor (2015) y seca mayor (2016). Tesis de pregrado en Biología, Universidad del Magdalena, Colombia.
- Ayala, C., Martínez, P.A., Méndez, A. y Vidal-Velásquez, L.A. 2011. Primer registro del dinoflagelado *Neoceratium digitatum* (Schütt) Gómez, Moreira y López-García 2009 (Dinophyceae), en aguas del Caribe colombiano. *Biota Colombiana* 12(1): 145-151. Doi: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2011.40.1.107>.
- Bainbridge, R. 1957. The size, shape and density of marine phytoplankton concentrations. *Biological Reviews* 32(1): 91-115. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1957.tb01577.x>.
- Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental. Publicación Especial del Instituto Español de Oceanografía. Madrid.
- Böhm, A. 1931. Distribution and Variability of *Ceratium* in the Northern and Western Pacific. Corithians Press, Honolulu.
- Borkman, D.G., Pierce, R.W. y Turner, J.T. 1993. Dinoflagellate blooms in Buzzards Bay, Massachusetts. En: Smayda, T.J. y Shimizu, Y., Editores. *Toxic phytoplankton blooms in the Sea*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Carbonell, M.C. 1979. *Ceratium* Schrank (Peridinales) en la bahía de Cartagena. *Boletín Científico del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe* 2: 21-54.
- Carbonell, M.C. 1982. *Ceratium* Schrank (Dinoflagellatae, Peridinales) de las islas del Rosario, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 12: 71-91. Doi: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.1982.12.0.496>.
- Caycedo, I.E. 1975. Productividad primaria y fitoplancton en la bahía de Neguanje Parque Nacional Tayrona. Tesis de pregrado en Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Caycedo, I. E. 1977. Fitoplancton de la bahía de Nenguanje (Parque Nacional Tayrona), mar Caribe, Colombia. *Bulletin of Marine and Coastal Research* 9: 17-44. Doi: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.1977.9.0.518>.
- Dimar-CIOH. 2011. Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General Marítima- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. Ediotres. Dimar, Serie de Publicaciones Especiales CIOH Vol 5. Cartagena de Indias, Colombia.
- Córdoba-Mena, N. I. 2020. Variabilidad espaciotemporal de las microalgas fitoplanctónicas con énfasis en las productoras de biotoxinas y su relación con las concentraciones de nutrientes en el Golfo de Urabá, Caribe colombiano. Universidad de Antioquía. Turbo. URL: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/16464> Consultado: 19 de marzo de 2021.
- Chevillot, P., Giraldo, L., Molina Márquez, C. y Molina Márquez, A. 1993. Estudio geológico e hidrológico del Golfo de Urabá. *Boletín Científico del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe* (14). Doi: https://doi.org/10.26640/01200542.14.79_90.
- Claparède, É. y Lachmann, J. 1859. Études sur les infusoires et les rhizopodes. Studies on infusoria and rhizopods. Memoires de l'Institut National Genevois.
- Córdoba-Mena, N.I. 2020. Variabilidad espacio temporal de las microalgas fitoplanctónicas con énfasis en las productoras de biotoxinas y su relación con las concentraciones de nutrientes en el golfo de Urabá, Caribe colombiano. Universidad de Antioquia, Turbo. URL: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/16464> . Consultado: 19 de marzo de 2021.
- Dimar-CIOH. 2011. Catálogo de fitoplancton de la bahía de Cartagena, bahía Portete y Agua de Lastre. Serie de Publicaciones Especiales CIOH Vol. 5. Dirección General

- Marítima-Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe, Cartagena de Indias, Colombia.
- Dodge, J.D. y Marshall, H.G. 1994. Biogeographic analysis of the armored planktonic dinoflagellate *Ceratium* in the North Atlantic and Adjacent seas. *Journal of Phycology* 30(6): 905-922. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.0022-3646.1994.00905.x>.
- Duarte, G. 1996. Estructura del fitoplancton al noroeste de La Guajira durante el crucero Caribe 1-93. Tesis de pregrado en Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Ehrenberg, C.G. 1833. Dritter Beitrag zur Erkenntniss grosser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes: Third contribution to the knowledge of large organization in the direction of the smallest space. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Berlín.
- Ehrenberg, C.G. 1860. Ehrenbergs Mittheilung vom 8. Decbr. 1859. Verzeichnis der Leuchtthierchen. Addendum to M. Ehrenberg's communication from 8. Decbr 1859. List of luminous animals. *Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Berlín.
- Escobar, S.C. 2011. Relevancia de procesos costeros en la hidrodinámica del Golfo de Urabá (Caribe Colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 40(2): 327-346.
- Fernández, C.E. y García, C.B. 1998. The dinoflagellates of the genera *Ceratium* and *Ornithocercus* collected in the Golfo de Salamanca, Colombian Caribbean Sea. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 22: 539-559.
- García, R. 1987. Composición, distribución vertical y abundancia de tintínidos y dinoflagelados en la bahía de Cartagena, septiembre-diciembre de 1984. Tesis Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- García-Valencia, C. 2007. Atlas del golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Serie Publicaciones Especiales Invemar N.o 12. Santa Marta.
- Gavilán Murcia, M.M., Cañón Páez, M.L. y Tous Herazo, G. 2005. Comunidad fitoplanctónica en la Bahía de Cartagena y en aguas de lastre de buques de tráfico internacional. *Boletín Científico Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe* (23): 60-75. Doi: <https://doi.org/10.26640/22159045.139>.
- Gómez, F. 2013. Reinstatement of the Dinoflagellate genus *Tripes* to replace *Neoceratium*, marine species of *Ceratium* (Dinophyceae, Alveolata). *CICIMAR Oceanides* 28(1): 1-22. Doi: <http://doi:10.37543/oceanides.v28i1.119>.
- Gómez, F. 2021. Speciation and Infrageneric Classification in the Planktonic Dinoflagellate *Tripes* (Gonyaulacales, Dinophyceae). *Current Chinese Science* 1(3): 346-372. Doi: <https://doi.org/10.2174/2210298101999210101231020>.
- Gourret, P. 1883. Sur les péridiniens du Golfe de Marseille. *Annales Du Musee Histoire Naturelle Marseille- Zoologie*. Typographie et lithographie Gayer' et C. Marseille.
- Graham, H.W. y Bronikovsky, N. 1944. The genus *Ceratium* in the Pacific and North Atlantic Oceans. Carnegie Institute of Washington, Washington D.C.
- Guiry, M.D y Guiry, G.M. 2021. AlgaeBase. National University of Ireland, Galway. URL: <http://www.algaebase.org>. Consultado: 9 de agosto de 2021.
- Hallegraeaf, G., Eriksen, R., Davies, C., Slotwinski, A., McEnulty, F., Coman, F., Uribe-Palomino, J., Tonks, M. y Richardson, A. 2020. The marine planktonic dinoflagellate *Tripes*. 60 years of species-level distributions in Australian waters. *Australian Systematic Botany* 33(4): 392-411. Doi: <http://doi.org/10.1071/SB19043>.
- Hoyos-Acuña, J.J., Salón-Barros, J.C. y Mancera-Pineda, J.E. 2019. Morphological aspects and first record of unarmored dinoflagellate *Pronoctiluca spinifera* in the Colombian Caribbean. *Acta Biológica Colombiana* 24(2): 264-274. Doi: <https://doi.org/10.15446/abc.v24n2.70179>.
- Invemar y Corpourabá. 2003. Diagnóstico, zonificación y definición de la estructura administrativa de manejo de la unidad ambiental costera del Darién, Caribe colombiano Fase I. Caracterización y diagnóstico. Informe técnico preliminar. Instituto de Investigaciones Marinas, Corporación Autónoma de Urabá, Turbo.
- Jørgensen, E. 1911. Die Ceratien. Eine kurze Monographie der Gattung *Ceratium* Schrank. A Brief Monograph of the *Ceratium* Closet Genus. *Internationale Revue Gesamten Hydrobiologie and Hydrography* 4(1): 1-124.
- Jørgensen, E. 1920. *Mediterranean Ceratia. Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908-10 to the Mediterranean and adjacent Seas 2 (Biology) J1*. Carlsbergfondet, Copenhagen, Denmark.
- Karsten, G. 1906. *Das Phytoplankton des Atlantischen Ozeans*. Ibid. Lief. Berlín.
- Kofoed, C.A. 1907. Reports on the Scientific Results of the Expedition to the Eastern Tropical Pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission Steamer "Albatross", from

- October, 1904, to March, 1905, Lieut. Commander L. M. Garrett, U. S. N., commanding. IX. New species of Dinoflagellates. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*. Harvard College 50: 161-207.
- Kofoed, C.A. 1908. *Exuvation, autotomy and regeneration in Ceratium. Notes on some obscure species of Ceratium*. The University Press, Berkeley.
- Landsberg, J. 2002. The Effects of Harmful Algae Blooms on Aquatics Organism. *Reviews in Fishers Science* 10(2): 113-390. Doi: <https://doi.org/10.1080/20026491051695>.
- Lozano-Duque, Y., Vidal, L.A. y Navas, G.R. 2011. Lista de especies de dinoflagelados (Dinophyta) registrados en el mar Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 40(2): 361-380. Doi: <http://doi:10.25268/bimc.invemar.2011.40.2.116>.
- Madhu, N.V., Jyothibabu, R., Balachandran, K.K., Honey, U.K., Martin, G.D. Vijay, J.G., Shiyas, C.A., Gupta, G.V.M. y Achuthankutty, C.T. 2007. Monsoonal impact on planktonic standing stock and abundance in the tropical estuary (Cochin backwater-India). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 73(1-2): 54-64. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.12.009>.
- Margalef, R. 1961. Hidrografía y fitoplancton de un área marina de la costa meridional de Puerto Rico. *Investigación Pesquera* 18: 33-96.
- Margalef, R. 1969. Diversidad de fitoplancton de red en dos áreas del Atlántico. *Investigación Pesquera* 33(1): 275-286. Doi: <http://hdl.handle.net/10261/164612>.
- Márquez, G. y Herrera, M. 1986. Estudios en la biomasa del fitoplancton y su distribución geográfica durante el crucero Océano Área I: levantamiento Providencia en el Caribe colombiano. Informe final. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- McDermott, G. y Raine, R.C. 2006. The Dinoflagellate Genus *Ceratium* in Irish Shelf Seas. The Martin Ryan Institute, National University of Ireland. Galway, Ireland.
- Meave del Castillo, M.E., Zamudio, R.M.E., Okolodkov, Y.B. y Salgado-Ugarte, I.H. 2003. *Ceratium balechii* sp. nov. (Dinophyceae: Gonyaulacales) from the Mexican Pacific. *Hidrobiológica* 13(1): 75-90.
- Ojeda-Rodríguez, A. 1998. Dinoflagelados de Canarias: estudio taxonómico y ecológico. Tesis de Doctorado, Universidad de las Palmas de Gran Canarias, Las Palmas de Gran Canarias.
- Ojeda-Rodríguez, A. 2002. El género *Ceratium* Schrank (Dinophyceae) en las islas Canarias. *Revista Académica de Ciencias Canarias* 13(4): 167-179.
- Okolodkov, Y. 2010. *Ceratium* Schrank (Dinophyceae) del parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México, con clave para identificación. *Acta Botánica Mexicana* (93): 41-101. Doi: <https://doi.org/10.21829/abm93.2010.275>.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2016. Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad 2016-2021. Unidad Administrativa Especial Del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Colombia.
- Pavillard, J. 1907. Sur les *Ceratium* du Golfie du Lion, II. *Bulletin de la Société Botanique de France* 54(4): 255-231. Doi: <https://doi.org/10.1080/00378941.1907.10831262>.
- Ramos, L.M. 2005. Caracterización de la comunidad fitoplanctónica de la bahía de Santa Marta (Caribe Colombiano). Tesis de pregrado en Biología, Universidad de Magdalena. URL: <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/jsp/ui/handle/123456789/89>. Consultado: 15 de enero de 2021.
- Roldán, P. 2008. Modelamiento del patrón de circulación de la bahía Colombia, Golfo de Urabá. Implicaciones para el transporte de sedimentos. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Ruiz-Gómez, A. 2016. Composición y abundancia de especies de dinoflagelados asociados a praderas de pastos marinos y macroalgas en la isla de Barú, durante diferentes periodos climáticos. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Saldarriaga, J.F. y Taylor, F.J.R. 2017. Dinoflagellates. En: Archibald, J.M., Simpson, A.G.B. y Slamovits, C.H., Editores. *Handbook of the Protists*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Salón-Barros, J.C. 2013. Caracterización de la comunidad fitoplanctónica de la bahía de Santa Marta (Caribe Colombiano). Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Sepúlveda Villarraga, M. 2013. Identificación de la composición fitoplanctónica en áreas interiores y adyacentes de tres zonas portuarias mayores del Caribe colombiano. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. URL: http://unicornio.utadeo.edu.co/tesis/biologia_marina/T1004.pdf. Consultado: 30 de noviembre de 2020.
- Shen, P.P., Liang-Min, G.L., Jian-Li Zhang, J. y Hui-Te, Y. 2011.

- Spatio-temporal variability of phytoplankton assemblages in the Pearl River estuary, with references to the influence of turbidity and temperature. *Continental Shelf Research* 31(16): 1672-1681. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2011.07.002>.
- Sournia, A. 1967. Le genre *Ceratium* (péridinien planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une révision mondiale. Première Partie. Observatoire Océanologique – Laboratoire Arago, Paris. URL : <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02951571/document>. Consultado: 16 de enero de 2021.
- Sournia, A. 1969. Cycle annuel du phytoplankton et de la production primaire dans les mers tropicales. *Marine Biology* 3 : 287-303. Doi : <https://doi.org/10.1007/BF00698859>.
- Sournia, A. 1986. *Atlas du phytoplankton marin. Volume 1. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et raphidophycées*. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Suárez-Villalba, V.C. 2007. Biodiversidad del fitoplancton en aguas de lastre de buques de tráfico internacional y los principales muelles cargueros de la bahía de Cartagena, Colombia. Tesis de pregrado en Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, Colombia.
- Steemann Nielsen, E. 1934. Untersuchungen über die Verbreitung, Biologie und Variation der Ceratien im südlichen Stillen Ozean.
- Tangen, S. 1978. Preservation and storage. En: Sournia, A., Editor. *Phytoplankton manual*. Unesco, United Kingdom.
- Taylor, F.J.R. 1976. *Dinoflagellates from the international Indian Ocean Expedition*. Bibliotheca Botanica, Stuttgart.
- Téllez, C., Márquez, G. y Castillo, F. 1988. Fitoplancton y ecología en el archipiélago de San Andrés y Providencia: Crucero Océano VI en el Caribe colombiano. *Boletín Científico Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográfica del Caribe* (8): 3-26. Doi: <https://doi.org/10.26640/01200542.8.3.26>.
- Temponeras, M., Kristiansen, J. y Moustaka-Gouni, M. 2000. A new *Ceratium* species (Dinophyceae) from Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologica* 424: 101-108. Doi: <http://doi.org/10.1023/A:1003957129071>.
- Thronsdon, J. 1978. Preservation and storage. En: Sournia, A., Editor. *Phytoplankton manual*. Unesco, Paris.
- Torres-Sierra, E.A. 2007. La comunidad fitoplanctónica presente en un evento de surgencia, frente a la costa del departamento del Magdalena, Caribe Colombiano, año 2006. Tesis de pregrado en Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, Colombia.
- Vélez-Agudelo, C. y Aguirre-Ramírez, N. 2016. Influencia del río Atrato en el golfo de Urabá durante el Holoceno tardío, mar Caribe colombiano. *Boletín Investigaciones Marinas y Costeras* 45(1): 73-97. Doi: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2016.45.1.631>
- Vidal, L.A. y Carbonell, M.C. 1977. Diatomeas y dinoflagelados de la bahía de Cartagena. Tesis de pregrado en Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Vidal-Velásquez, L.A. y Lozano-Duque, Y. 2011. Revisión de los taxones del género *Neoceratium* Gómez F, Moreira D, López-García, P (Dinophyceae) y Primer registro de N. den en el Mar Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 40(1): 143-183. Doi <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2011.40.1.107>.
- Wood, E.J. 1968. *Dinoflagellates of the Caribbean Sea and Adjacent Areas*. University of Miami Press, Florida.

Citar como: Portillo-Cogollo, L., Hoyos-Acuña, J.J., Quintana-Manota, H.L. y Atehortúa-Garcés, L. 2021. Especies del género *Triplos* (Dinophyceae) en el golfo de Urabá, Caribe colombiano. *Intropica* 16(2): 191-203. Doi: <https://doi.org/10.21676/23897864.4082>