

Aportes al conocimiento de la riqueza de los tintínidos (Protozoa; Ciliophora) de aguas superficiales del Caribe colombiano

Tintinnids (Protozoa; Ciliophora) riches knowledge contribution of Caribbean Colombian shallow waters

Fecha de recepción: 2015-07-16/ Fecha de aceptación: 2015-10-15

María Juliana Vanegas González¹, Liseth Johana Arregocés Silva²

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). Área de Protección del Medio Marino. Barrio El Bosque, Isla de Manzanillo, Escuela Naval "Almirante Padilla" Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia. Tel: +57 (5) 669 41 04. Correo electrónico: majuli_19@hotmail.com¹, Liseth.Arregoces@dimar.mil.co².

Vanegas González, M.J. y Arregocés Silva, L.J. (2015). Aportes al conocimiento de la riqueza de los tintínidos (Protozoa; Ciliophora) de aguas superficiales del Caribe colombiano. Bol. Cient. CIOH, 33: 107-121.

RESUMEN

Los tintínidos son un componente del microzooplancton poco estudiado en Colombia. Esta investigación aporta al conocimiento de la riqueza de tintínidos (Ciliophora) de las aguas superficiales del Caribe colombiano, y fue desarrollada como parte de la investigación científica realizada por la Dirección General Marítima, a través del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe, entre 2011 y 2014. Se encontraron 39 especies de tintínidos a lo largo de la costa Caribe, registrándose el mayor número de éstas en la bahía de Cartagena y el menor en los cruceros Caribe I/2011 y Seaflower/2014. Las especies con mayor frecuencia de aparición en las distintas localidades fueron *Epiplocylis* sp., *Eutintinnus* sp., *Rhabdonella* sp. y *Tintinnopsis* sp.; siendo todas propias de aguas tropicales y de hábitos neríticos. Las mayores riquezas se encontraron en aquellas localidades que presentaron los mayores valores de clorofila-a.

PALABRAS CLAVES: tintínidos, Ciliophora, Caribe colombiano, zooplancton, medio ambiente marino.

ABSTRACT

Tintinnids are part of the microzooplankton that has been poorly studied in Colombia. This research contributes to the knowledge of tintinnids (Ciliophora) richness from the superficial waters of the Colombian Caribbean coast, and was developed as part of DIMAR-CIOH during the years 2011 to 2014. 39 species of tintinnids were found along the Caribbean coast, most of these were reported in the Cartagena Bay and the lowest richness was found in the Caribbean I/2011 and Seaflower/2014 cruises. The species most frequently occurring in the different localities were *Epiplocylis* sp., *Eutintinnus* sp., *Rhabdonella* sp. and *Tintinnopsis* sp., being all common in tropical neritic waters. The greatest richness values were found in those localities that had the highest values of chlorophyll a.

KEYWORDS: Tintinids, Ciliophora, Colombian Caribbean, zooplankton, marine environment.

INTRODUCCIÓN

Los tintínidos (*Ciliophora*) están presentes en la mayoría de los océanos, donde desempeñan un papel importante en la red trófica, al ser parte del microzooplancton, el cual se estima consume el 67 % del carbono producido por el fitoplancton, canalizándolo hacia el mesozooplancton [1]; adicionalmente, se consideran controladores de especies formadoras de "blooms" fitoplanctónicos, incluyendo algunas especies tóxicas [2]. De igual forma participan en la regeneración de nutrientes y en el transporte de partículas que se adhieren a la cubierta protectora del organismo llamada lorica [3]. Esta estructura protectora, generalmente quitinosa, se une al cuerpo de los organismos por medio de un pedúnculo, constituyendo un carácter primordial en la sistemática del grupo. Al igual que la lorica, la presencia de una ciliatura adoral de membranelas en la boca o cistoma de los tintínidos es otra característica morfológica [4].

Este grupo, conformado por organismos de tamaños entre 0.2 y 20 μm , presenta un alto polimorfismo en sus diferentes fases de vida [5]. Se caracterizan por su corto tiempo generacional, alta abundancia, rápida tasa de reproducción y por presentar características estenóicas, así como preferencia por aguas profundas; razón por la que varias especies son indicadoras de masas de agua en áreas de surgencia [6, 7].

Debido a sus altas tasas metabólicas y de crecimiento llegan a remover entre el 20 y el 70 % de la productividad primaria, e incluso bacterias y detritus. Además son considerados claves en la formación de bucles microbianos acuáticos [8]. Sus depredadores suelen ser los copépodos, eufásidos, cladóceros, tunicados y larvas de peces [3, 6, 9,10].

Realmente son pocos los trabajos acerca de este grupo en el ámbito mundial y en especial en el Atlántico y el Caribe. Se han realizado algunos trabajos para Brasil [11], México [12-14] y Argentina [10], entre otros.

En Colombia, el estudio de los tintínidos ha sido poco frecuente y limitado, la mayoría de los trabajos que hacen referencia a este grupo no centran su objetivo en el estudio de los mismos. Se cuenta con las investigaciones de [15-17] en las que se identificaron algunas especies de tintínidos presentes en aguas del Pacífico

colombiano. En el caso del Caribe colombiano se tienen algunos estudios dentro de los que se encuentran [18] y [19], quienes sólo mencionan la abundancia relativa de los tintínidos en la bahía de Cartagena, respecto a otros grupos del zooplancton, y [20], quien estudió la estructura del grupo en la misma Bahía, registrando por primera vez para ésta un total de 48 especies de tintínidos distribuidos en tres estratos diferentes de la columna de agua.

Por lo anterior, esta investigación busca contribuir al estudio de la biodiversidad y, en especial, afianzar el conocimiento de los tintínidos presentes en las aguas superficiales del Caribe colombiano a partir de la información obtenida por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), como resultado del monitoreo de la calidad del agua en los principales puertos del Caribe colombiano, así como de las campañas oceanográficas Expedición Científica Seaflower/14 y Crucero CIOH Caribe I/2011.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió cinco localidades específicas del Caribe colombiano donde se ubican importantes zonas portuarias del país: las bahías de Cartagena y Santa Marta, el golfo de Morrosquillo, Puerto Bolívar y la isla de San Andrés. Adicionalmente, la investigación contempló muestras tomadas en las islas Cayos del Norte: Quitasueño, Serrana y Roncador, a través de la Expedición Científica Reserva de la Biosfera Seaflower/14, y a lo largo de la costa Caribe colombiana mediante el Crucero CIOH Caribe I/2011 (Figura 1).

La bahía de Cartagena está localizada en la parte central del Caribe colombiano, entre los 10°26' y 10°16' N, y los 75°30' y 75°36' W; presenta un gran aporte de aguas fluviales provenientes del Canal del Dique [21], razón por la que se considera un cuerpo de agua con carácter estuarino [22]. En esta bahía se ubicaron catorce estaciones (Tabla I).

Influenciada por la Sierra Nevada de Santa Marta y localizada en el departamento del Magdalena, entre los 11°10'44" y 11°13'24" N y los 74°14'42" y 74°14'43" W, la bahía de Santa Marta comprende desde el cerro de la Gloria al sur, hasta Punta Venado (límite del Parque Nacional Natural Tayrona) al norte [23]. Presenta ecosistemas como bosques de manglar, praderas de fanerógamas, franjas coralinas, litorales

rocosos y playas arenosas [24]. Para el caso de Santa Marta se ubicaron once estaciones, que

comprendieron principalmente la zona de la bahía y Taganga (Tabla I).

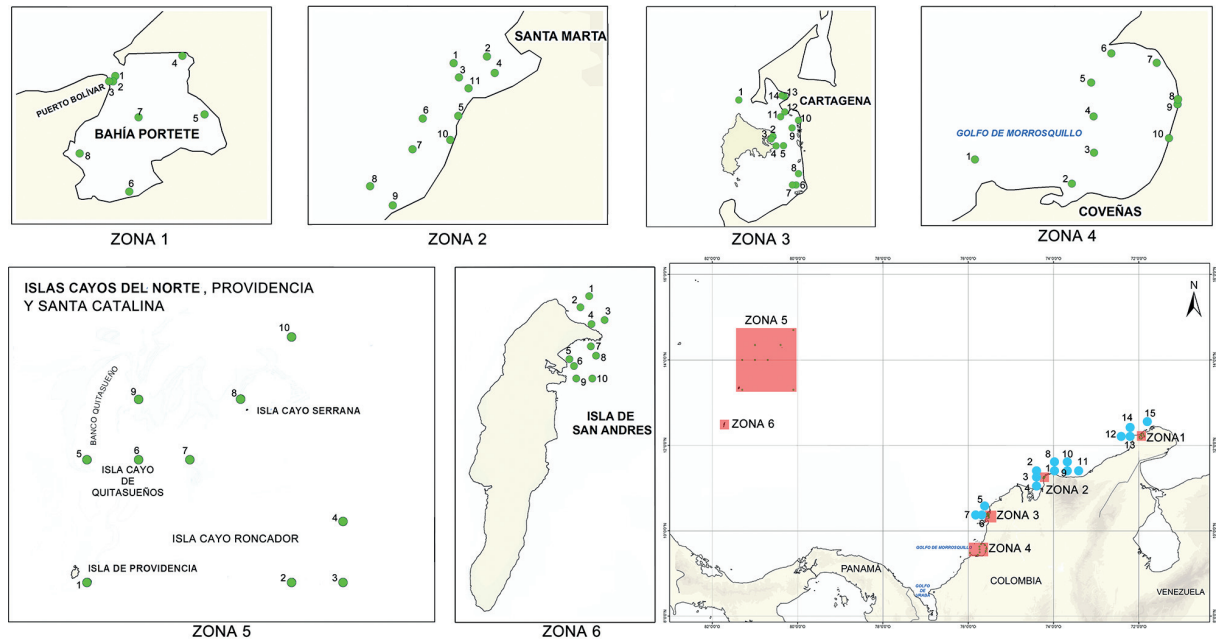


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo. **Zona 1:** Bahía Portete; **Zona 2:** Santa Marta; **Zona 3:** Cartagena; **Zona 4:** Golfo de Morrosquillo; **Zona 5:** Crucero Seaflower; **Zona 6:** San Andrés. En azul, las estaciones del Crucero CIOH Caribe I/2011.

La bahía de Cartagena está localizada en la parte central del Caribe colombiano, entre los 10°26' y 10°16' N, y los 75°30' y 75°36' W; presenta un gran aporte de aguas fluviales provenientes del Canal del Dique [21], razón por la que se considera un cuerpo de agua con carácter estuarino [22]. En esta bahía se ubicaron catorce estaciones (Tabla I).

En los departamentos de Córdoba y Sucre se encuentra el golfo de Morrosquillo, entre las latitudes 9°22'00" y 9°45'00" N, y las longitudes 75°33'00" y 75°55'00" W [25]. El Golfo se encuentra rodeado de manglares, sistemas estuarinos y ciénagas, y en las áreas adyacentes existen arrecifes coralinos y pastos marinos [26]. En este caso se ubicaron diez estaciones distribuidas a lo largo del Golfo (Tabla I).

Influenciada por la Sierra Nevada de Santa Marta y localizada en el departamento del Magdalena, entre los 11°10'44" y 11°13'24" N y los 74°14'42" y 74°14'43" W, la bahía de Santa Marta comprende desde el cerro de la Gloria al sur, hasta Punta Venado (límite del Parque Nacional Natural Tayrona) al norte [23]. Presenta ecosistemas como bosques de manglar, praderas de fanerógamas, franjas coralinas, litorales rocosos y playas arenosas [24]. Para el caso de Santa Marta se ubicaron once estaciones, que comprendieron principalmente la zona de la bahía y Taganga (Tabla I).

En el departamento de La Guajira, sobre la orilla oeste en la entrada de Bahía Portete se localiza Puerto Bolívar, ubicado en 12°15'30" N y 71°58'00" W [27]. Bahía Portete está bordeada por manglares y la zona del sublitoral costera está constituida por extensas praderas de fanerógamas; adicionalmente, presenta formaciones coralinas sobre los costados occidental y sur [28, 29]. La zona de Bahía Portete se muestreó en ocho estaciones (Tabla I).

La isla de San Andrés está situada en el mar Caribe occidental, fuera de la plataforma continental centroamericana, aproximadamente a 800 km de Colombia (12°32' N, 81°43' W) y forma parte del llamado Archipiélago de San Andrés y Providencia [30, 31]. Presenta diferentes ecosistemas marinos desde manglares y praderas de pastos hasta bancos de coral y arrecifes de barrera [31, 32]. Dentro de la zona de San Andrés se evaluaron diez estaciones ubicadas, principalmente, hacia el costado este de la isla (Tabla I). Este Archipiélago está declarado como Reserva Internacional de la Biosfera Seaflower y se encuentra conformado por tres

islas habitadas: San Andrés, Providencia y Santa Catalina. También se encuentran las Islas Cayos del Norte conformadas por Serrana, Roncador, Serranilla, Quitasueño, Bajo Nuevo y Bajo Alicia [33]. El archipiélago se localiza entre los 11°30' y 16°30' N, y 78°28' y 82° W [34]. En el caso del Crucero Seaflower 2014 se colectaron muestras en diez estaciones a lo largo de la reserva y cerca de los cayos de Quitasueño y Serrana (Tabla I).

Por su parte, el crucero Caribe I/2011 tomó muestras de aguas superficiales en quince estaciones a lo largo de todo el Caribe colombiano, abarcando desde el golfo de Urabá hasta La Guajira (Tabla I).

Tabla I. Coordenadas de las estaciones de muestreo ubicadas en las diferentes localidades y cruceros de investigación.

Cartagena	Latitud (N)	Longitud (W)	Crucero Caribe I	Latitud (N)	Longitud (W)
1	10°23'44.0"	75°34'32.0"	1	11°24'01.3"	74°00'00.0"
2	10°21'30.0"	75°32'26.0"	2	11°24'01.3"	74°24'00.0"
3	10°20'54.8"	75°31'47.2"	3	11°11'60.0"	74°24'00.0"
4	10°20'54.7"	75°32'14,5"	4	1°05'60.0"	74°24'00.0"
5	10°21'19.4"	75°32'57.0"	5	10°35'60.0"	75°35'59.9"
6	10°18'30.1"	75°31'00.3"	6	10°24'01.3"	75°39'00.0"
7	10°18'30.1"	75°31'14.1"	7	10°24'01.3"	75°47'59.9"
8	10°19'11.9"	75°30'51.6"	8	1°35'60.0"	74°00'00.0"
9	10°22'00.4"	75°31'15.4"	9	11°24'01.3"	73°42'00.0"
10	10°22'28.6"	75°30'51.6"	10	11°35'60.0"	73°42'00.0"
11	10°22'42,0"	75°31'58.0"	11	11°24'01.3"	73°24'00.0"
12	10°22'59,8"	75°31'42.0"	12	12°11'59.9"	72°24'00.0"
13	10°23'57.0"	75°31'43.0"	13	2°18'02.7"	72°12'00.0"
14	10°24'00.4"	75°31'52.4"	14	12°24'01.3"	72°12'00.0"
			15	12°35'60.0"	71°47'59.9"
San Andrés	Latitud (N)	Longitud (W)	Golfo de Morrosquillo	Latitud (N)	Longitud (W)
1	12°35'45.4"	81°41'30.3"	1	9°28'56.9"	75°57'30.8"
2	12°35'30.7"	81°41'41.8"	2	9°26'11.6"	75°46'25.7"
3	12°35'13.8"	81°41'09.9"	3	9°29'43.5"	75°43'53.0"
4	12°35'08.4"	81°41'27.4"	4	9°33'52.4"	75°43'56.3"
5	12°34'22.1"	81°41'56.5"	5	9°37'44.5"	75°44'12.9"
6	12°34'12.9"	81°41'50.2"	6	9°41'03.4"	75°41'53.7"
7	12°34'39.1"	81°41'28.1"	7	9°39'58.7"	75°36'42.0"
8	12°34'26.8"	81°41'21.3"	8	9°35'14.5"	75°34'19.2"
9	12°33'56.7"	81°41'47.4"	9	9°35'14.5"	75°34'19.2"
10	12°33'56.7"	81°41'26.1"	10	9°31'22.5"	75°34'19.0"

Crucero Seaflower	Latitud (N)	Longitud (W)	Santa Marta	Latitud (N)	Longitud (W)
1	13°18'00.0"	81°17'59.9"	1	1°15'53.89"	74°13'05.4"
2	13°18'00.0"	80°05'59.9"	2	11°15'59.9"	74°12'35.3"
3	13°18'00.0"	79°47'59.9"	3	11°15'40.9"	74°13'00.6"
4	13°39'00.0"	79°47'59.9"	4	11°15'45.1"	74°12'28.4"
5	14°00'00.0"	81°17'59.9"	5	11°15'06.3"	74°13'01.1"
6	14°00'00.0"	81°00'00.0"	6	11°15'03.9"	74°13'33.1"
7	14°00'00.0"	80°42'00.0"	7	11°14'36.5"	74°13'42.4"
8	14°20'60.0"	80°24'00.0"	8	11°14'03.3"	74°14'20.6"
9	14°20'60.0"	81°00'00.0"	9	11°13'46.0"	74°14'00.2"
10	14°41'60.0"	80°05'59.9"	10	11°14'42.5"	74°13'02.5"
			11	11°15'31.1"	74°12'51.9"

Bahía Portete	Latitud (N)	Longitud (W)
1	12°15'24.0"	71°57'13.0"
2	12°15'07.9"	71°57'19.6"
3	12°15'07.9"	71°57'32.7"
4	12°16'27.0"	71°53'40.6"
5	12°13'25.3"	71°52'30.3"
6	12°09'25.5"	71°56'28.3"
7	12°13'16.0"	71°55'59.0"
8	12°11'23.5"	71°59'05.3"

METODOLOGÍA

Durante los años 2011, 2013 y 2014 se recolectaron muestras de agua superficial (1 m) en 91 estaciones a lo largo del Caribe colombiano, a partir de monitoreos en cinco de las principales zonas portuarias del país, así como en la campaña oceanográfica CIOH Caribe I/2011 y la Expedición Científica Seaflower/2014. Estas muestras fueron obtenidas realizando arrastres horizontales durante 2 minutos a una velocidad de 1 nudo, utilizando redes cónicas de 20 µm de ojo de malla, o mediante la toma de agua utilizando botellas Niskin de 5 L (para el caso de la bahía de Cartagena y el golfo de Morrosquillo, donde no se contó con la red de arrastre). El agua recolectada se almacenó en frascos ámbar y se preservó con formalina al 4 % neutralizada con tetraborato de sodio [35]. Las muestras fueron sedimentadas durante 48 horas y concentradas

en un volumen de 25 ml, retirando el exceso por sifonamiento [36].

Para la determinación sistemática se observaron alícuotas en un microscopio óptico a 10 y 40X utilizando una cámara de conteo Bogorov y se siguieron las claves de [6] y [37], para llegar al nivel taxonomico más bajo posible. La identificación se basó en la estructura morfológica de la loriga, ya que los cuerpos suelen perderse o dañarse durante la recolecta [5]. Es importante destacar la dificultad que existe para la determinación a nivel de especie de los tintínidos, debido a la alta variabilidad en las lorigas de algunos géneros como *Codonellopsis*, *Tintinnopsis* y *Cymatocylis* [10]; razón por la cual la mayoría de organismos se trabajaron como sp.

Para cada estación se determinó la riqueza en términos del número de especies y éstas

fueron unificadas para cada localidad [38]. Los resultados se expresan en términos de riqueza de especies, con el fin de evitar las variaciones en los valores de densidad asociados al método de muestreo.

RESULTADOS

Se recolectaron e identificaron un total de 39 especies de tintínidos (Filo Ciliophora) pertenecientes a 17 géneros y 12 familias. El

área en la que se encontró la mayor riqueza fue la bahía de Cartagena, con 20 especies, seguida por Puerto Bolívar y la Santa Marta, con 16 y 12 especies, respectivamente (Figura 2).

En la bahía de Santa Marta se encontraron presentes 11 de los 16 géneros, siendo dentro de estos *Codonellopsis* sp., *Salpingella* sp., *Tintinnopsis campanula* y *Tintinnopsis* sp. las especies más frecuentes; contrario a *Codonellopsis ostenfeldii*, *Dictyocysta* sp. y *Eutintinnus* sp.

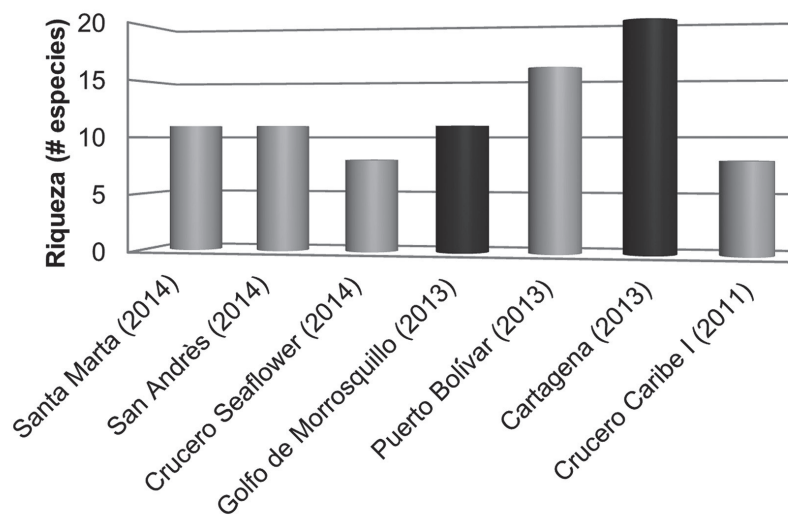


Figura 2. Riqueza de especies encontradas en los principales puertos y algunas otras zonas del Caribe colombiano. En gris se muestran las localidades donde se colectó mediante arrastre, y en negro aquellas donde se utilizó botella Niskin.

Tanto en las muestras de agua recolectadas en San Andrés como en la Reserva Seaflower, las especies con mayor frecuencia de aparición fueron *Epilpocylis* sp. (Figura 3) y *Rhabdonella* sp. Las especies *Favella* sp., *Parundella* sp., *Undella* sp. y *Xystonellopsis* sp. se consideraron como poco frecuentes.

En la expedición que recorrió la Reserva Seaflower las especies que se presentaron con mayor frecuencia fueron *Epilpocylis* sp. y *Rhabdonella* sp., encontrándose tanto en las estaciones oceánicas como en los puntos de muestreo costeros cercanos a las islas Cayos del Norte (Quitásueño, Serrana, Roncador). La presencia de *Xystonella* sp. se limitó

a esta área y a las estaciones del Crucero CIOH Caribe I/2011 cercanas a La Guajira.

En el Golfo de Morrosquillo y Puerto Bolívar el principal género fue *Tintinnopsis*, el cual estuvo representado por 6 especies siendo *T. amphistoma* su representante más común. Otros como *Dictyocysta* sp. y *Epilpocylis* sp. se observaron en una sola estación de muestreo. Para Puerto Bolívar se registraron 9 especies pertenecientes al género *Tintinnopsis* (Tabla II), con mayor frecuencia de *T. tocantinensis*. Las especies *Parundella pellucida* (Figura 4) y *Steenstrupiella gracilis* presentaron una distribución limitada a esta localidad.

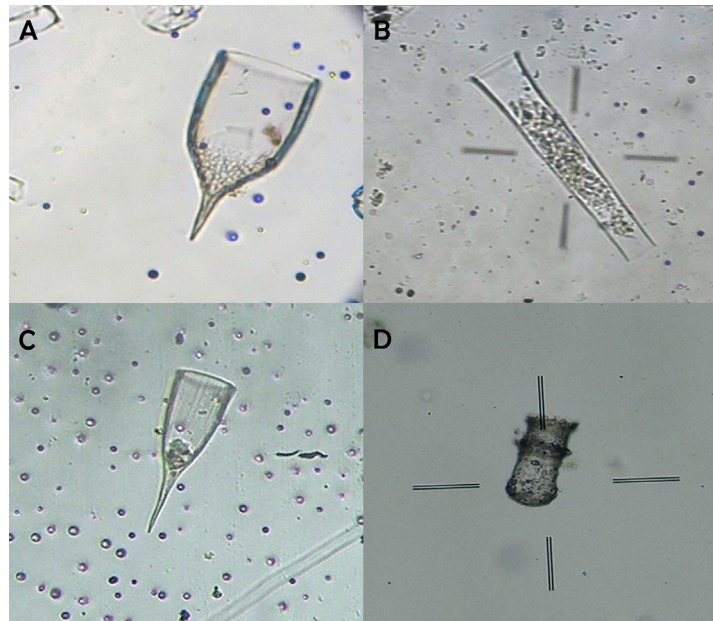


Figura 3. Especies de tintínidos frecuentemente encontrados en el Caribe colombiano. **A:** *Epiplocylis* sp., **B:** *Eutintinnus* sp., **C:** *Rhabdonella* sp., **D:** *Tintinnopsis* sp.

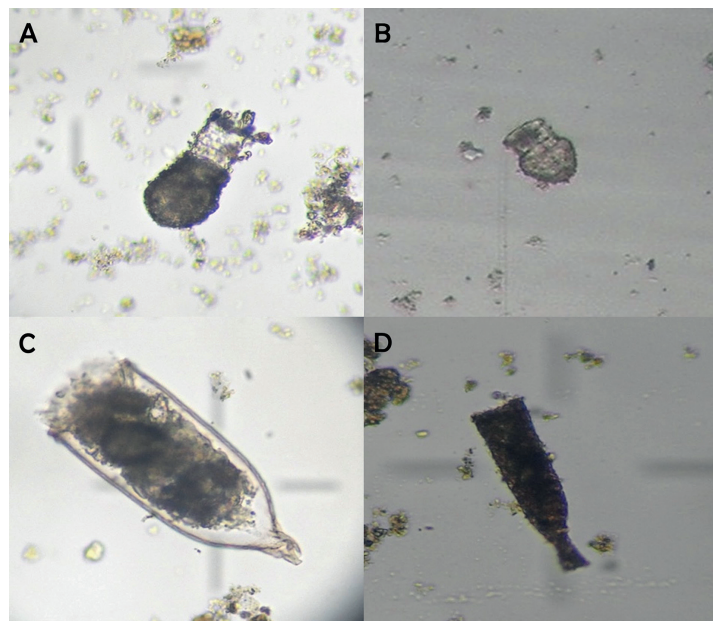


Figura 4. Tintínidos poco frecuentes en aguas superficiales del Caribe colombiano. **A:** *Codonellopsis morchella*, **B:** *Dictyocysta* sp., **C:** *Parundella pellucida*, **D:** *T. kofoidi*.

En la bahía de Cartagena se observaron 13 especies del género *Tintinnopsis*; los principales representantes fueron *Tintinnopsis* sp. y *T. amphistoma*. De igual forma *Eutintinnus tenuis* se encontró en la mayoría de las estaciones. Por otro lado, *Cymatocylis* sp., *Codonella aspera*, *Codonellopsis morcella* y *T. kofoidi* (Figura 4) se registraron sólo en esta localidad.

En las muestras recolectadas durante el crucero CIOH Caribe I/2011 se encontraron 8 especies, siendo *Eutintinnus* sp. y *Tintinnopsis* sp. los más frecuentes. Se registra un único reporte de *Rhabdonella brandi* cerca al Parque Nacional Natural Tayrona y *Tintinnidium* sp. en cercanías de la bahía de Santa Marta y hacia afuera de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

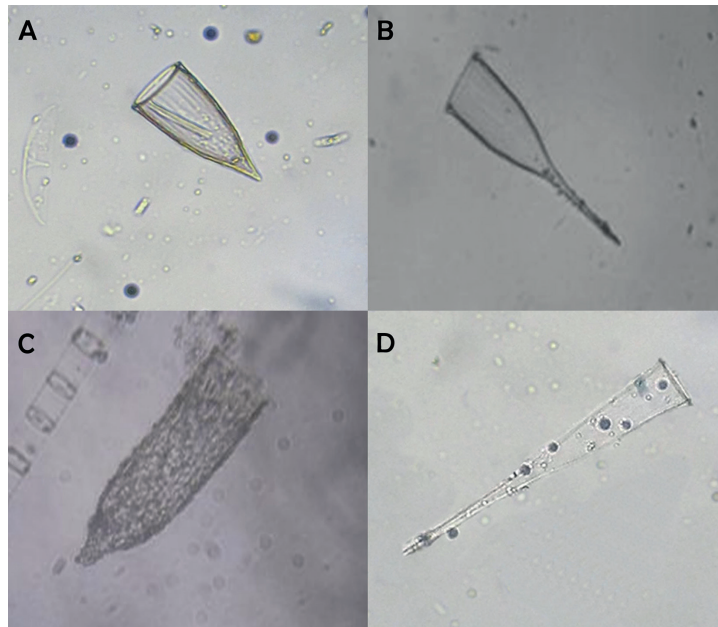


Figura 5. Algunas especies encontradas durante las campañas oceanográficas Seaflower/14 y Caribe I/2011. **A:** *Rhabdonella indica*, **B:** *R. brandti*, **C:** *Tintinnidium* sp., **D:** *Xystonella* sp.

De igual forma se observó que las riquezas encontradas utilizando el método de arrastre y el método de botella se encuentran dentro de un

mismo rango por lo que las diferencias en éstas deben estar asociadas a las características físicas, químicas y/o biológicas propias de cada localidad.

Tabla II. Especies de tintinidos registrados en aguas superficiales del Caribe colombiano

Especie	Santa Marta	San Andrés	Crucero Seaflower	Golfo de Morrosquillo	Puerto Bolívar	Cartagena	Crucero Caribe I
<i>Amphorellopsis acantharus</i>					X	X	
<i>Codonella aspera</i>						X	
<i>Codonella</i> sp.				X			

Especie	Santa Marta	San Andrés	Crucero Seaflower	Golfo de Morrosquillo	Puerto Bolívar	Cartagena	Crucero Caribe I
<i>Codonellopsis morchella</i>						X	
<i>Codonellopsis ostenfeldii</i>	X						
<i>Codonellopsis sp.</i>	X				X		
<i>Cymatocylis sp.</i>						X	
<i>Dictyocysta sp.</i>	X			X			
<i>Epiplocyliis sp.</i>	X	X	X	X			X
<i>Eutintinnus sp.</i>	X	X	X				X
<i>Eutintinnus colligatus</i>				X		X	
<i>Eutintinnus tenuis</i>					X	X	
<i>Favella ehrenbergi</i>				X	X	X	
<i>Favella sp.</i>	X	X					
<i>Parundella pellucida</i>					X		
<i>Parundella sp.</i>	X	X	X				
<i>Rhabdonella brandi</i>							X
<i>Rhabdonella indica</i>		X	X				
<i>Rhabdonella sp.</i>	X	X	X				X
<i>Salpingella sp.</i>	X	X					
<i>Steenstrupiella gracilis</i>					X		
<i>Tintinnidium sp.</i>							X
<i>Tintinnopsis amphistoma</i>				X	X	X	
<i>Tintinnopsis aperta</i>					X	X	
<i>Tintinnopsis buetcshli</i>					X	X	
<i>Tintinnopsis campanula</i>	X				X	X	
<i>Tintinnopsis kofoidi</i>						X	
<i>Tintinnopsis lobiancoi</i>				X	X	X	
<i>Tintinnopsis nucula</i>					X	X	

Especie	Santa Marta	San Andrés	Crucero Seaflower	Golfo de Morrosquillo	Puerto Bolívar	Cartagena	Crucero Caribe I
<i>Tintinnopsis parvula</i>					X	X	
<i>Tintinnopsis radix</i>				X		X	
<i>Tintinnopsis rotundata</i>					X	X	
<i>Tintinnopsis sp.</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Tintinnopsis tocaninensis</i>				X	X	X	
<i>Tintinnopsis tubulusoides</i>				X		X	
<i>Undella minuta</i>	X	X					
<i>Undella sp.</i>		X	X				X
<i>Xystonella sp.</i>			X				X
<i>Xystonellopsis sp.</i>		X	X				
TOTAL	12	11	8	11	16	20	8

DISCUSIÓN

En el país son pocas las investigaciones adelantadas sobre tintínidos; sin embargo, se han realizado algunos esfuerzos enfocados principalmente en el Pacífico [15] y en la bahía de Cartagena [20], siendo esta investigación uno de los primeros acercamientos a los organismos de este grupo para el Caribe colombiano. Dentro de las 39 especies registradas para las diferentes áreas estudiadas, tanto costeras como oceánicas, *Tintinnopsis* fue el género que más especies presentó, siendo común en las aguas tropicales, ya que éste constituye el género más diverso de tintínidos con 85 especies [37].

Algunas especies encontradas en esta investigación como *Codonella aspera*, *Codonellopsis morchela*, *C. ostenfeldi*, *Favella ehrenbergii*, *Strentropiella gracilis*, *Tintinnopsis campanula*, *T. parvula*, *T. radix* y *T. tocaninensis*, han sido reportadas para Brasil [36, 39, 40]. Otras como *Tintinnopsis sp.* y *C. morchela* han sido encontradas en aguas de Puerto Rico [41], *F. ehrenbergii*, *T. aperta*, *T. buetschlii*, *T. parvula* y *T. tocaninensis* en el golfo de México [12] y *T. parvula* y *F. ehrenbergii* han sido reportadas en el mar del Norte [42].

Lo anterior indica que la mayoría de las especies encontradas para el Caribe colombiano, a través de este estudio, presentan distribución geográfica a lo largo del Gran Caribe. Adicionalmente, los géneros *Epiplocytilis*, *Favella*, *Tintinnidium* y *Tintinnopsis* se pueden clasificar como neríticos; mientras que otros como *Codonellopsis*, *Dictyocysta*, *Eutintinnus Parundella* y *Salpingella* son considerados cosmopolitas [39, 42, 43].

En el caso específico de la bahía de Cartagena, [20] reportó 48 especies dentro de las cuales *Tintinnopsis aperta*, *T. radix*, *T. rotundata*, *T. tocaninensis*, *Tintinnopsis sp.* y *Eutintinnus tenuis* son compartidas en ambos estudios. Esto puede deberse a que como se menciono anteriormente *Tintinnopsis* es un género altamente diverso, que se distribuye en aguas tropicales y varias de sus especies se encuentran cercanas a la costa [20, 37]. Por otro lado, la mayoría de las especies que se reportan en [20] son especies oceánicas, las cuales entraron en su estudio debido al flujo de masas de agua oceánicas hacia los sectores finales de Bocagrande y la rada de las Ánimas, lugares que no se trabajaron en este estudio.

De igual forma, las diferencias en la riqueza se pueden deber a que en dicha investigación se trabajaron varios estratos en la columna de agua, y algunas especies de las reportadas como *Eutintinnus lusus undae*, *Amphorellopsis acuta*, *Eutintinnus tubulosus*, *Favella panamensis* y *Scrippsiella* sp., entre otras, son especies que se caracterizan por habitar en masas de aguas profundas, estrato que no fue evaluado en la presente investigación.

Aun cuando son pocos los trabajos sobre la ecología de este grupo, se conoce que el género *Eutintinnus* presenta preferencias por aguas costeras, así como asociación con especies de lorigas aglutinantes, principalmente del género *Tintinnopsis* [11]. Las especies *E. colligatus* y *E. tenius* se presentaron especialmente en las zonas con mayor diversidad del género *Tintinnopsis*.

Autores como [39] mencionan el amplio rango de tolerancia de *Favella ehrenbergii* a altos niveles de contaminación y bajas concentraciones de oxígeno disuelto, como la bahía de Cartagena, que presenta una baja calidad del agua desde el punto de vista biológico, microbiológico y fisicoquímico, de acuerdo a estudios realizados por [44], favoreciendo la eutrofización del sistema. Adicionalmente, se ha encontrado que tienen preferencia por el consumo de dinoflagelados formadores de blooms [45], los cuales han sido reportados en esta localidad [44, 46, 47]. Debido a los hábitos marinos-eurialinos de la especie [39], ésta pudo ser registrada también en el golfo de Morrosquillo y Puerto Bolívar, zonas con concentraciones de salinidad mayores a las de la bahía de Cartagena, reportándose valores promedio de 30 para el Golfo [26] y de 35 para Bahía Portete [28], en comparación con los registrados para Cartagena [48].

Revelante *et al.* (1985 En: [49]), [49], [45] y [8] aseguran que existe una correlación entre los procesos de eutrofización, los valores de clorofila-a y la presencia de los tintínidos, generando condiciones propicias para su desarrollo y para mejorar la dependencia depredador-presa. Cuerpos de agua eutrofizados como la bahía de Cartagena, propician proliferaciones fitoplanctónicas que resultan desfavorables para las poblaciones del meso y macrozooplancton, pero que pueden llegar a favorecer el desarrollo de organismos del microzooplancton como los tintínidos [47].

En este sentido, la mayor riqueza de este grupo se registró en la bahía de Cartagena (20 especies); zona para la que se reportaron valores

altos de clorofila-a entre $2.14 \pm 0.27 \text{ mg m}^{-3}$ y $1.78 \pm 1.36 \text{ mg m}^{-3}$ (época seca/época de lluvia); seguido de Puerto Bolívar (16 especies), con concentraciones de $1.17 \pm 0.06 \text{ mg m}^{-3}$ / $0.66 \pm 0.25 \text{ mg m}^{-3}$ [50]. Por otro lado, en aguas con características oligotróficas, como las de la Reserva Seaflower ($0.09 \pm 0.03 \text{ mg m}^{-3}$) [51], el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina ($0.18 \pm 0.22 \text{ mg m}^{-3}$ / $0.15 \pm 0.11 \text{ mg m}^{-3}$) [52] y la bahía de Santa Marta ($0.35 \pm 0.02 \text{ mg m}^{-3}$ / $0.46 \pm 0.20 \text{ mg m}^{-3}$) [52] solo se encontraron 8, 11 y 12 especies, respectivamente.

Lo anterior permite evidenciar la estrecha relación que existe entre la presencia de tintínidos y las densidades del fitoplancton, lo cual se explica ya que su alimentación se basa principalmente en diatomeas, dinoflagelados y cocolitofóridos [49, 53], y pueden llegar a consumir más del 62 % del total de producción de clorofila-a en ambientes costeros [54]; siendo de gran importancia para el mesozooplancton (especialmente los copépodos) y en general para toda la trama alimenticia [49].

CONCLUSIONES

Las 39 especies de tintínidos encontradas en la presente investigación corresponden a organismos propios de aguas tropicales y en su mayoría de hábitos neríticos, siendo *Tintinnopsis* el género más diverso (13 especies) y frecuente a lo largo de las estaciones monitoreadas en el Caribe colombiano. Adicionalmente, se encontró que la presencia de ciertos géneros de tintínidos puede estar más restringida a algunas localidades debido al tipo de ambiente y a características del agua como la concentración de clorofila-a; este es el caso de *Amphorellopsis*, *Cymatocylis* y *Codonella*, los cuales presentaron preferencia por ambientes con mayores concentraciones de clorofila-a como Puerto Bolívar y Cartagena, y como *Xystonellopsis*, registrada únicamente en estaciones con presencia de aguas oligotróficas como San Andrés y la Reserva Seaflower.

Esta investigación constituye un aporte al conocimiento de la riqueza de tintínidos presentes en el agua superficial del Caribe colombiano; sin embargo, para el país sigue existiendo un gran vacío en el tema, no sólo referente a las especies presentes en el Caribe colombiano y su ecología, sino especialmente respecto a su uso como bioindicadores ambientales, y como indicadores de movimientos de masas de agua y de eventos de surgencia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal del CIOH que participó en las campañas oceanográficas y en la identificación de las especies, así como al personal de Cartografía Náutica y Área Técnica del mismo centro de investigaciones.

De manera especial expresan gratitud con las tripulaciones de la plataforma oceanográfica ARC "Providencia" y de las unidades del Cuerpo de Guardacostas de San Andrés, Santa Marta, Cartagena y Coveñas.

LITERATURA CITADA

- [1] Calbet, A. & Landry, M.R. (2004). Phytoplankton growth, microzooplankton grazing and carbon cycling in marine systems. *Limnol. Oceanogr.* 49, 51-57.
- [2] Margalef, R. y Vives, F. (1972). La vida suspendida en las aguas. En: *Ecología Marina*. Edit. Dossart S.A., Caracas. Fundación la Salle de Ciencias Naturales, pp. 493-562.
- [3] Pierce, R. & Turner, J. (1992). Ecology of planktonic ciliates in marine food webs. *Review in Aquatic Sciences*, 6, 139-181.
- [4] García, C.P. (1987). Contribución al estudio de los tintínidos (*Ciliata oligotricha*) en la Bahía de Matanchen, San Blas, Nayarit. Contribución al estudio de los tintínidos (*Ciliata oligotricha*) en la Bahía de Matanchen, San Blas, Nayarit, 78. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- [5] Alder, V. (1999). Tintinnoinea. En: *D. Boltovskoy, South Atlantic Zooplankton*, pp. 321-384. Leiden: Backhuys Publishers.
- [6] Boltovskoy, D. (1981). Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplankton Marino. Mar de Plata: INIDEP. 936 pp.
- [7] Thompson, G., Alder, V., Boltovskoy, D. & Brandini, F. (1999). Abundance and biogeography of tintinnids (Ciliophora) and associated microplankton in the Southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Plankton Research*, 21(7), 1265-1298.
- [8] Abi Saab, M. A., Fakhri, M. & Kassab, M. T. (2012). Effect of chemical input on the temporal and spatial abundance of tintinnid ciliates in Lebanese coastal waters (Eastern Mediterranean). *J. Black sea/ Mediterranean Environment*, 18, (3), 299-328.
- [9] Bernard, C. & Razzoulzadegam, F. (1993). The role of picoplankton (Cyanobacteria and plastidic picoflagellates) in the diet of tintinnids. *Journal of Plankton Research* (15): 361-373.
- [10] Fernandes, L. (1999). Tintininos (*Protozoa-Ciliophora-Sibordem-Tintinnina*) de águas subantárticas e antárticas entre a Argentina e a Península Antártica (35°S-62°S) (Novembro de 1992). *Revista Brasileira de Oceanografia*, 47, (2): 155-171.
- [11] Nogueira, E.M., Sassi, R. & Cordeiro, T.A. (2008). Estrutura da comunidade dos Tintinnina na região do Atol das Rocas (Rio Grande do Norte) e Arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco). *Biota Neotropical*, 8, (3): 135-141.
- [12] Marrón-Aguilar, M.A. & López-Ochoterena, E. (1969). Protozoarios ciliados de México XVI. Sistemática de algunas especies del orden Tintinnida Kofoid y Campbell, de la laguna de Terminos, Campeche. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 43, 6430.
- [13] Balech, E. (1968). Algunas especies nuevas o interesantes de Tintinnidos del Golfo de Mexico y Caribe. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales, Hidrobiología*, 2 (5): 165-167.
- [14] Coper, T.C. (1972). The identification of Tintinnids (*Protozoa, Ciliata, Tintinnida*) of the St. Andrew Bay System, Florida. *Bulletin of Marine Science*, 22 (2): 391-418.
- [15] Corchuelo, M.C. (1983). Contribución al conocimiento de fitoplancton y algunos tintínidos del Pacífico colombiano. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano Bogotá. 186 pp.
- [16] Velasco-Vinasco, E. (2011). Resultados del estudio de aguas de lastre en la Bahía de Tumaco (Colombia) - El terminal de multiboyas Ecopetrol. *Bol. Cient. CIOH*. 29:146-157.
- [17] Zambrano-Ortiz, M.M., Castrillón-Valencia, F.A., Casanova-Rosero

- R.F. & Portilla-Angulo, L.A. (2014). Composición y abundancia estacional del microzooplancton superficial de la bahía Ancón de Sardinias, Pacífico colombiano. *Bol. Cient. CIOH*, 32: 179-196.
- [18] Cañon-Páez, M. L., Tous, G., López, K., López, R. & Orozco, F. (2007). Variación espaciotemporal de los componentes fisicoquímico, zooplanctónico y microbiológico en la Bahía de Cartagena. *Bol. Cient. CIOH*, 25: 120-134.
- [19] Serrano, R. & Larahondo, M. (1981). Composición de la fauna planctónica de la Bahía de Cartagena y algunas consideraciones ecológicas e hidrográficas. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano Bogotá. Santa Marta, Colombia. 74 pp.
- [20] García, R. (1987). Composición, distribución vertical y abundancia de tintínidos y dinoflagelados en la bahía de Cartagena, septiembre-diciembre de 1984. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano Bogotá. Santa Marta, Colombia. 148 pp.
- [21] Osorio-Cardoso, J. (2010). Dinámica espacio-temporal del fitoplancton en la bahía de Cartagena y su relación con parámetros fisicoquímicos en un ciclo climático anual. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano Bogotá. Santa Marta, Colombia. 144 pp.
- [22] Cañon-Paez, M.L., Tous, G., Lopez, K., Lopez, R., Orozco, F. & Suárez, V. (2007). Caracterización fisicoquímica, biológica y microbiológica en aguas de lastre de buques de tráfico internacional. *Boletín Científico CIOH*, 25: 150-168.
- [23] Franco, A. (2005). Oceanografía de la ensenada de Gaira, El Rodadero más que un centro turístico en el Caribe colombiano. Santa Marta: *Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*. 58 pp.
- [24] IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI & IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá D.C. <http://intranet.ideam.gov.co:8080/openbiblio/Bvirtual/020781/020781.htm>
- [25] Molares, R., Cañon, M.L. & González, M. (2001). *Caracterización oceanográfica y meteorológica del Caribe colombiano*. Informe técnico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe CIOH. Cartagena. 114 pp.
- [26] Delgadillo, O., García, C. B. & Correa, J. (2004). Dinámica temporal de la asociación de peces en dos arrecifes artificiales del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. *Actual Biol*, 26 (81), 219-230.
- [27] CIOH. (s.f). Localización, Descripción general y normas para la prestación de servicios en puertos. Recuperado el 10 de 01 de 2015, de www.cioh.org.co: http://www.cioh.org.co/derrotero/index.php?option=-com_content&view=article&id=87&Itemid=129.
- [28] Garzón-Ferreira, J. (1989). Contribución al conocimiento de la ictiofauna de Bahía Portete, departamento de La Guajira, Colombia. *TRIANEA (Act. Cient. Téc. INDERENA)*, 3, 149-172.
- [29] Solano, O.D. (1994). Corales, formaciones arrecifles y blanqueamiento de 1987 en Bahía Portete (La Guajira, Colombia). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 23 (1), 149-163.
- [30] Vidal, A.M., Villamil, C.M. y Acosta, A. (2005). Composición y densidad de corales juveniles en dos arrecifes profundos de San Andrés isla, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 34, 211-225.
- [31] Geister, J. (1973). Los arrecifes de la isla de San Andrés (Mar Caribe, Colombia). *Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient.*, 7, 211-228.
- [32] Barrios, L.M. y Gómez, D.I. (2001). Estado de las praderas de pastos marinos. Santa Marta: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2001. INVEMAR. Pp. 41-51.
- [33] IGAC. (1986). San Andrés y Providencia: aspectos geográficos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia. 156 pp.
- [34] Castro, E., Bent, H., Ballesteros, C. & Prada, M. (2007). Large pelagics in the Southern section of the Seaflower marine protected area, San Andres Archipelago, Colombia: A fishery in expansion. *Gulf ans Caribbean Research*, 19 (2), 131-139.

- [35] Rice, E., Baird, R., Eaton, A. & Clesceri, L. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater (22 ed.). Washington: American Public Health Association, American Water works association, Water Environment Federation. 1496 pp.
- [36] Fernández, L. (2004). Tintinninos (*Ciliophora*, *Tintinnina*) de águas subtropicais na região Sueste-Sul do Brasil. I. Famílias Codonellidae, Codonellopsidae, Coxliellidae, Cytarocylidae, Epiplocyliidae, Petalotrichidae, Ptychocylidae, Tintinnididae e Undellidae. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (3), 551-576.
- [37] Tenenbaum, D. (2006). Dinoflagelados e Tintinídeos da região central da zona econômica exclusiva brasileira: Guia de identificação. (Vol. 15). *Rio de Janeiro: Série livros-documentos REVISEE score central Museu nacional*. 288 pp.
- [38] Gómez, N., Donato, J.C., Giorgi, A., Guasch, H., Mateo, P. y S. Sabater. (2009). La biota de los ríos: los microorganismos autótrofos. En: Elosegi, A. y S. Sabater, eds. *Conceptos y técnicas en ecología*. Fundación BBVA. España. 26 pp.
- [39] Figueiredo, V. (2003). Zooplankton as bioindicator of environmental quality in the Tamandarè reef system (Pernambuco-Brazil): anthropogenic influences and interaction with mangroves. (U.d. Bremen, Ed.) Bremen: Tesis doctoral en recursos naturales. 131 pp.
- [40] Nogueira, E. M., & Sassi, R. (2011). Nychthemeral variations of Tintinnina (Ciliata: Oligotrichida) near the Rocas Atoll (South Atlantic) and relationships with other microzooplanktonic components. *Arq. Cien. Mar*, 44 (1), 5- 11.
- [41] Durán, M. (1957). Notas sobre algunos tintinnoideos de Puerto Rico. *Inv. pesq.*, 97-120.
- [42] Cordeiro, T.A., Brandini, F.P. & Martens, P. (1997). Spatial distribution of the Tintinnina (Ciliophora, Protista) in the North Sea, spring of 1986. *Journal of Plankton Research*, 19 (10), 1371-1383.
- [43] Dolan, J.R. & Pierce, R. W. (2012). Diversity and distributions of Tintinnids. En J. R. Dolan, D. Montagnes, S. Agatha, W. Coats, & D. Stoecker, *The biology and ecology of Tintinnid ciliates: Models for marine Plankton*. John Wiley & Sons, Ltd. 214-246.
- [44] Dimar-CIOH. (2009) Dossier para el control y la gestión del agua de lastre y sedimentos de los buques en Colombia. Dirección General Marítima. Serie Publicaciones Especiales del CIOH, Vo. 3, ISBN: 978-958-99076-2-7, 130 pp.
- [45] Lee, J.-B. & Kim, Y.-H. (2010). Distribution of Tintinnids (Loricata ciliates) East Asian Waters in summer. *Coastal Environmental and Ecosystem Issues of the East China Sea*, 173-180.
- [46] Mancera, E. y Vidal, L. (2008). Informe de Colombia para Taller Regional Científico de la COI sobre floraciones de algas nocivas en IOCARIBE- ANCA-IV- UNAL. San Andrés islas, Colombia. 69 pp.
- [47] Sar, E., Ferrario, M. E. y Reguera, B. (2013). Floraciones algales nocivas en el cono sur americano. Ministerio de Ciencia y Tecnología. 312 pp.
- [48] Cañón, M.L., Tous, G., López, K., López, R. y Orozco, F. (2007). Variación espaciotemporal de los componentes fisicoquímico, zooplanctónico y microbiológico en la Bahía de Cartagena. *Bol. Cient. CIOH* (25), 120-134.
- [49] Ayala, G.A. (2008). Grupos funcionales del fitoplancton y estado trófico del sistema lagunar Topolobampo-Ohuira-Santa María. La Paz, B.C.S: Tesis Maestría en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 170 pp.
- [50] CIOH. (2013). Fortalecimiento de la investigación morfodinámica de la zona costera del Caribe y niveles de hidrocarburos y sedimentos en las principales bahías del Caribe colombiano-componente calidad de aguas. Fase I. Cartagena. Informe Técnico Final. 147 pp.
- [51] Vanegas, M.J. y Arregoces, L.J. (2014). Zooplankton de los cayos del norte del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina durante el crucero

- Seaflower 2014. En actas del *IV Congreso colombiano de Zoología*. 486 pp.
- [52] CIOH. (2014). Fortalecimiento de la investigación morfodinámica de la zona costera del Caribe y niveles de hidrocarburos y sedimentos en las principales bahías del Caribe colombiano-componente calidad de aguas. Fase II. Cartagena. Informe Técnico Final. 250 pp.
- [53] Gómez, I.O. (1997). Los tintínidos (*protozoa: Ciliata*) del mar peruano y sus relaciones con el fenómeno El Niño. *Bol. Inst. Mar Perú*. 16 (2): 61-84.
- [54] Verity, P.G. & Villareal, T.A. (1986). The relative food value of diatoms, dinoflagellates and cyanobacteria for tintinnid ciliates. *Arch. Protistenk.* 131: 71-84.