RESEARCH ARTICLE

Contribución al conocimiento de la riqueza de fitoplancton en la isla Cayos de Serranilla, Reserva de la Biósfera Seaflower, Caribe Colombiano

Contribution to the knowledge of phytoplankton richness in Serranilla Bank, Seaflower Biosphere Reserve, Colombian Caribbean

DOI: https://doi.org/10.26640/22159045.2024.631 **Date received**: 24/04/2024 / **Date accepted:** 15/08/2024

Emanuela Razza[1], Tiziana Romagnoli[2], Brigitte Gavio[3]

CITATION:

Razza, E.; Romagnoli, T.; Gavio, B. (2024). Contribución al conocimiento de la riqueza de fitoplancton en la isla Cayos de Serranilla, Reserva de la Biósfera Seaflower, Caribe Colombiano. *Boletín Científico CIOH, 43*(1): 19-30. ISSN online 2215-9045. DOI: https://doi.org/10.26640/22159045.2024.631

ABSTRACT

The Archipelago of San Andrés, Providencia y Santa Catalina, declared Seaflower Biosphere Reserve in 2000, has a marine extension of about 300,000 km^2 in the Caribbean Sea. In its northernmost part, there is Serranilla Bank, an ancient atoll formed by small, emerged cays and a marine extension of about 1,200 km^2, 400 km north of San Andres Island. Most of its marine extension includes deep water, but there is a shallow platform on the southwestern part of the bank. Due to its isolation and its distance to the closest inhabited islands of the Archipelago (San Andres and Old Providence islands), it is one of the least studied regions of the Reserve. In September 2017, the Colombian Ocean Commission (CCO) organized a scientific expedition to Serranilla, to start studying its biodiversity and the ecological processes governing its ecosystems. Among the goals of the expedition, there was the characterization of the phytoplankton community in shallow water. Samples were taken with a phytoplankton net with a mesh size of 27 mm. The samples were taken vertically, from the bottom to the surface of the water at 13 sampling points. Water samples were preserved in transeau solution and observed at optical inverted microscope after sedimentation. A total of 28 genera of diatoms and 8 genera of dinoflagellates were identified. Among the species observed in most samples there are Bleakeleya notata, Nitzschia longissima, Striatella unipunctata, Podolampas palmiper and Tripos teres.

KEYWORDS: Phytoplankton, richness, diatoms, Serranilla Bank, Seaflower Biosphere Reserve.

RESUMEN

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, declarado Reserva de Biósfera Seaflower en el año 2000, tiene una extensión marina de unos 300.000 km^2 en el mar Caribe. En su parte más septentrional, se encuentra el Cayo Serranilla, un antiguo atolón formado por pequeños cayos emergidos y una extensión marina de unos 1.200 km^2, 400 km al norte de la isla de San Andrés. La mayor parte de su extensión marina incluye aguas profundas, pero hay una plataforma somera en la parte suroccidental del cayo. Debido a su aislamiento y a su distancia de las islas habitadas más

[1] ORCiD: https://orcid.org/0009-0002-4779-543X. Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Universitá Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia. Correo electrónico: manu-frm@hotmail.it
[2] ORCiD: https://orcid.org/0009-0009-5181-987X. Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Universitá Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia. Correo electrónico: t.romagnoli@staff.univpm.it
[3] ORCiD: https://orcid.org/0000-0001-5364-3374. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: bgavio@unal.edu.co

Published by Dimar

cercanas del Archipiélago (islas de San Andrés y Providencia), es una de las regiones menos estudiadas de la Reserva. En septiembre de 2017, la Comisión Colombiana del Océano (CCO) organizó una expedición científica a la isla Cayos de Serranilla, para comenzar a estudiar su biodiversidad y los procesos ecológicos que rigen sus ecosistemas. Entre los objetivos de la expedición, se encontraba la caracterización de la comunidad de fitoplancton en aguas poco profundas. Las muestras se tomaron verticalmente con una red de fitoplancton con un tamaño de malla de 27 mm, desde el fondo hasta la superficie del agua, en 13 puntos de muestreo. Las muestras de agua fueron preservadas en una solución Transeau y se observaron en un microscopio óptico invertido después de la sedimentación. Se identificaron un total de 28 géneros de diatomeas y 8 géneros de dinoflagelados. Entre las especies observadas se reportan Bleakeleya notata, Nitzschia longissima, Striatella unipunctata, Podolampas palmiper y Tripos teres.

Palabras clave: Fitoplancton, riqueza, diatomeas, isla Cayos de Serranilla, Reserva de la Biósfera Seaflower

Introducción

El mar Caribe es el mar adyacente más grande del océano Atlántico. Está delimitado por la costa de Centroamérica al oeste, la costa norte de Colombia y Venezuela al sur, la península de Yucatán al norte y el arco antillano al norte y al este. El área está dividida en nueve ecoprovincias (Spalding *et al.,* 2007). El mar Caribe es considerado una cuenca oligotrófica con evidencia de limitación de nitrógeno para los sistemas planctónicos (Margalef, 1969; Corredor, Howarth, Twilley y Morell, 1999).

La cuenca está influenciada por la descarga de los ríos Orinoco y Amazonas, en el Caribe oriental, y el río Magdalena en la porción sur (Sheng y Tang, 2003). Además, el afloramiento local a lo largo de la costa de Venezuela y Colombia contribuye estacionalmente al aporte de nutrientes a los ambientes costeros (Rodríguez y Cróquer, 2008; Eidens, Bayraktarov, Pizarro, Wilke y Wild, 2012). A través de los penachos fluviales y la escorrentía de los ríos, los sedimentos y los nutrientes han ingresado históricamente a la cuenca del Caribe, pero el aumento de las cargas desde principios de la década de 1980 continúa impactando los ecosistemas costeros (Restrepo, Zapata, Díaz, Garzón-Ferreira y García*,* 2006). La industrialización, la agricultura intensiva y la deforestación han llevado a un aumento en el aporte de nutrientes (Heileman, 2007), que llegan a los ecosistemas costeros. Por lo tanto, partes de la cuenca están experimentando eutrofización, especialmente las cercanas a la costa. Lejos de la costa y de los vertidos industriales, el agua sigue siendo considerada oligotrófica.

El mar Caribe alberga alrededor de 15 de los 425 atolones que hay en todo el mundo (Díaz, Sánchez, Zea y Garzón-Ferreira, 1996). La mayoría de ellos están relativamente cerca de la costa (por ejemplo, Los Roques, en Venezuela, a unos 130 km de tierra firme; Glover's Reef en Belice, a unos 45 km de la costa). El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina incluye algunos atolones oceánicos, que están lejos de las tres islas habitadas del archipiélago y aislados de la costa continental. Entre estos atolones, en la parte más septentrional del archipiélago, se encuentra Cayo Serranilla, que está aproximadamente a 325 km al noreste de Providencia y a 280 km al suroeste de Jamaica. Este atolón, junto con los bajos Nuevo y Alicia, que también son parte del archipiélago, son los atolones más aislados del mar Caribe. En esta zona, ni los penachos de los ríos Orinoco, Amazonas o Magdalena tienen impacto sobre el agua, ni los vertidos industriales o agrícolas, como tampoco los asentamientos humanos cercanos influyen directamente en su concentración de nutrientes (Beier, Bernal, Ruiz-Ochoa y Barton*,* 2017).

Debido a su distancia de la costa continental colombiana, y también de otras islas habitadas del archipiélago, Serranilla ha recibido muy poca atención desde el punto de vista científico, por lo tanto, es una de las zonas menos conocidas del mar Caribe. En 2009, CORALINA organizó una expedición a los bajos Serranilla, Alicia y Nuevo para determinar la variabilidad genética del gasterópodo *Aliger gigas* L. 1758, una importante especie comercial. En 2010, CORALINA y el Gobierno local organizaron otra expedición a la misma zona con el objetivo de caracterizar por primera vez los ensambles bentónicos (cobertura de corales y macroalgas, presencia de enfermedades coralinas) y la comunidad de peces (Abril-Howard, Orozco-Toro, Bolaños-Cubillos

y Bent-Hooker, 2012; Bolaños-Cubillos, Abril-Howard, Bent-Hooker, Caldas y Acero, *2015*). En 2011, INVEMAR organizó una nueva expedición a las mismas localidades para caracterizar los hábitats marinos (Vega-Sequeda, Díaz-Sánchez, Gómez-Campo, López-Londoño, Díaz-Ruíz & Gómez-López, 2015), incluyendo la comunidad planctónica (Gutiérrez-Salcedo, Cabarcas-Mier & Suárez-Mozo, 2015). En 2017, la Comisión Colombiana del Océano, con la colaboración de Dimar, Colciencias, la Armada de Colombia y el CIOH, organizó la Expedición Científica *Seaflower* 2017 a Serranilla, para estudiar diferentes aspectos de los hábitats marinos del atolón, como los ensambles de peces asociados al arrecife coralino, la riqueza de macroalgas en ambientes bentónicos y la estimación de los servicios ecosistémicos del arrecife coralino de Serranilla.

Uno de los principales componentes biológicos del medio pelágico es el plancton, que está formado por organismos autótrofos (fitoplancton) y heterótrofos (zooplancton). El plancton es importante porque regula los flujos de energía a lo largo de las redes tróficas en el medio ambiente pelágico y también en los ecosistemas costeros (Gutiérrez-Salcedo *et al.,* 2015).

Durante la Expedición Científica Seaflower 2017, se recolectaron algunas muestras de redes fitopl*á*nctonas para contribuir al conocimiento de este grupo en esta remota zona del mar Caribe.

Materiales y métodos

La isla Cayos Serranilla es un antiguo atolón situado entre las coordenadas 15°47'-52'N y 79°45'-80°03'O (Fig. 1). Forma parte del Área de Régimen Conjunto Jamaica-Colombia, creada a través del tratado Sanín-Robertson en 1993. En el año 2000, todo el archipiélago fue declarado Reserva de la Biósfera por la UNESCO, y Serranilla fue incluida en la Reserva. Tiene 40 km de largo y 32 km de ancho. Tiene una superficie aproximada de 1.100 km^2 y se caracteriza por una plataforma de carbonato, que se encuentra casi en su totalidad en aguas profundas. Pequeñas islas emergen del agua, siendo Cayo Beacon la más grande. En este lugar, hay un faro y un puesto permanente del Ejército colombiano para garantizar la soberanía territorial. El arrecife de coral tiene unos 23 km de largo y está fraccionado por pequeños canales, que pueden experimentar turbulencias y fuertes corrientes (Abril-Howard *et al.,* 2012).

Las corrientes oceánicas superficiales alrededor de Serranilla están dominadas por la corriente del Caribe. Durante la estación seca (diciembre-abril), la corriente fluye hacia el oeste, mientras que en la estación húmeda (agosto-noviembre) su dirección es más variable. El período comprendido entre los meses de mayo y julio es una estación de transición entre seca y húmeda, con precipitaciones ocasionales. La temperatura es relativamente uniforme durante todo el año, con una temperatura media anual del aire de 26,7ºC. Los vientos soplan principalmente en dirección este-noreste con velocidades medias mensuales que oscilan entre 3,2 y 6,2 m/s (Edit y Andrade, 2011).

El muestreo se llevó a cabo entre el 7 y el 14 de septiembre de 2017 en 13 sitios (Tabla 1) con una red planctónica de 27 mm de tamaño de malla en un perfil vertical.

Tabla 1. Estación de muestreo con coordenadas y profundidad máxima.

Sitio de muestreo	Coordenadas		Fecha	Profundidad máxima (m)
1	N 15°48'12.0''	W 79°50'13.8''	07/IX/17	11
2	N 15°48'12.0''	W 79°50'34.7''	07/IX/17	5
3	N 15°49'27.0''	W 79°51'05.6''	08/IX/17	9
4	N 15°49'21.6''	W 79°50'53.0''	08/IX/17	4
5	N 15°49'54.8''	W 79°52'27.9''	09/IX/17	10
6	N 15°49'03.2''	W 79°52'42.4''	09/IX/17	3
7	N 15°48'02.7''	W 79°51'05.0''	10/IX/17	9
8	N 15°55'57.6''	W 79°49'16.4''	11/IX/17	3
9	N 15°53'02.5''	W 79°47'13.7''	11/IX/17	12
10	N 15°48'32.8''	W 79°50'27.8''	12/IX/17	8
11	N15°48'09.3''	W 79°50'55.5''	12/IX/17	10
12	N15°48'09.4''	W 79°50'25.6''	13/IX/17	7
13	N15°52'25.0''	W 79°46'12.2''	14/IX/17	8

Las muestras de agua se conservaron en botellas de plástico opacas; se añadió una solución de etanol y formol hasta una concentración final equivalente a la solución de Transeau (concentración de agua de mar, etanol y formol 6:3:1 respectivamente). Las muestras de agua se analizaron en laboratorio con el método de Utermöhl (Edler & Elbrächter, 2010): la muestra se homogeneizó, luego se sedimentaron 25 ml durante 24 horas y posteriormente se observaron en un microscopio de luz invertida con fase de contraste, Advanced Optical XD-202, con una cámara Micrometrics S18.CU. Los aumentos utilizados fueron de 20x y 40x.

Las algas en las muestras se identificaron al nivel taxonómico más bajo posible utilizando literatura específica (Cleve, 1878; Madera, 1968; Balech, 1988; Tomás, 1997; Okolodkov, 2010). La información sobre nomenclatura y clasificación taxonómica se obtuvo de AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2024).

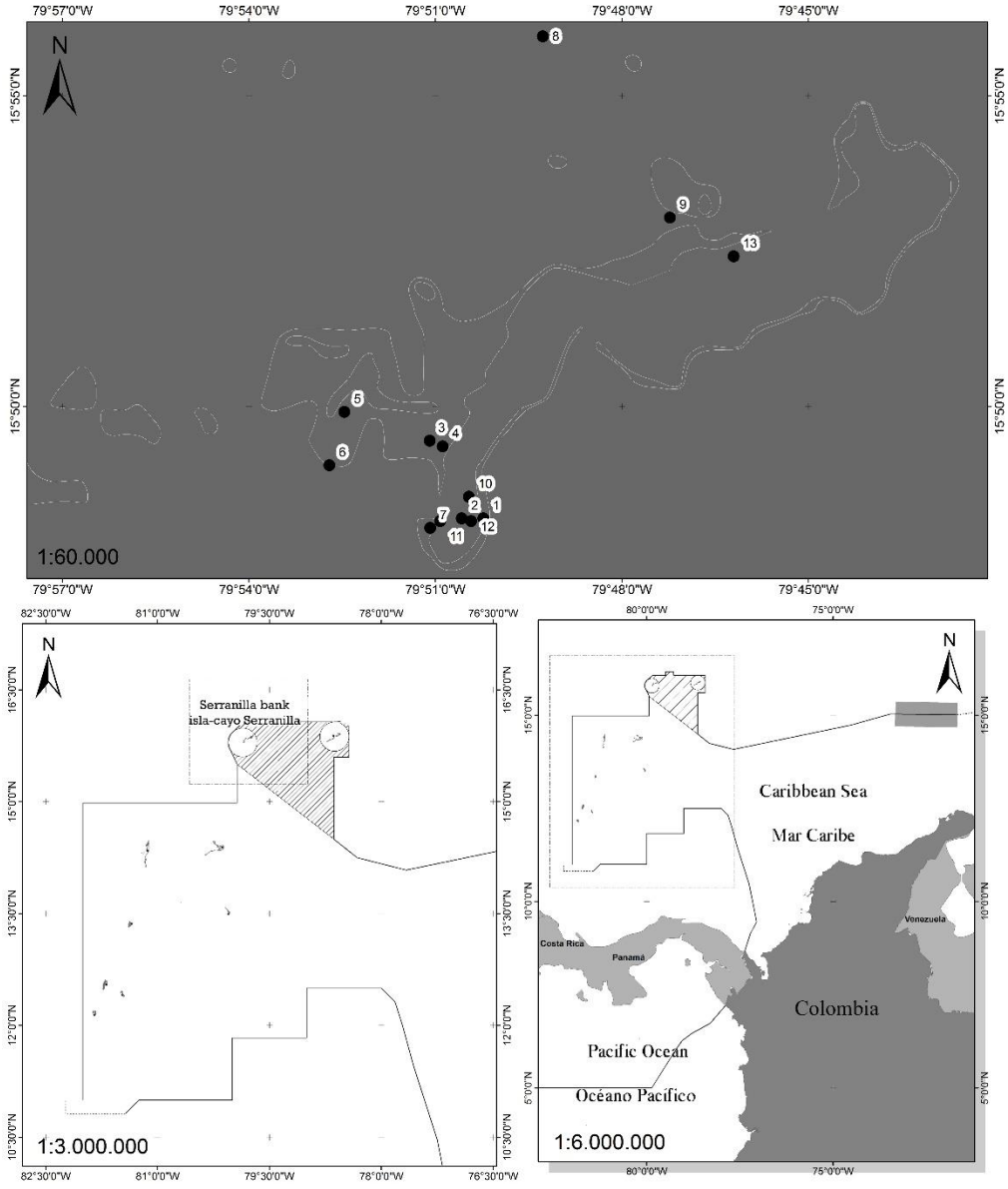

Figura 1. Ubicación de isla Cayos de Serranilla en el mar Caribe y ubicación del sitio de muestreo.

RESULTADOS

Se identificaron veintiocho géneros y veintidós especies de diatomeas, así como ocho géneros y quince especies de dinoflagelados (Tabla 2).

Tabla 2. Listado de especies y estación donde fueron observadas.

Tasa	Sitio de muestra												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bacillariophyceae													
Amphiprora sp.										X			
Amphora sp.								X					
Asterolampra marylandica Ehrenberg 1844						X		X					
Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) T. Marsson 1901										X			
Bacteriastrum sp.									X				X
Bleakeleya notata (Grunow) Round 1990		X	X	X	X			X	X		X		
Chaetoceros atlanticus Cleve 1873			X	X								X	X
Chaetoceros curvisetus Cleve 1889													X
Chaetoceros pendulus Karsten 1905										X			
Climacosphenia moniligera Ehrenberg 1843										X			
*Cylindrotheca closterium (*Ehr.) Reimann & J.C. Lewin 1964									X		X		X
Eucampia zodiacus f. *cylindricornis* Syvertsen 1983										X			
Grammatophora serpentina Ehrenberg 1844		X							X				
Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle 1996			X		X								
Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck 1882					X			X					
Isthmia enervis Ehrenberg 1838	X						X			X			
Licmophora sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Mastogloia rostrata (Wallich) Hustedt 1933 - Brasil									X				
Navicula sp.										X			
Nitzschia longissima (Brébisson ex Kützing) Grunow 1862	X	X	X	X	X	X			X	X	X		
Nitzschia sigma (Kützing) W.Smith 1853		X											
Indeterminate pennate diatoms	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Pleurosigma sp.		X						X					
Proboscia alata (Brightwell) Sundström 1986	X		X					X	X				
Pseudo-nitzschia complejo delicado			X	X									
Rhabdonema adriaticum Kützing 1844					X								
Rhizosolenia sp.			X			X			X				
Striatella sp.												X	

Tasa	Sitio de muestra												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Striatella unipunctata (Lyngbye) C.Agardh 1832		X		X	X	X		X	X		X	X	X
Synedra sp.		X											
Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky 1902	X	X	X	X			X		X				
Thalassiophysa hyalina (Greville) Paddock & P.A.Sims 1981			X	X	X				X	X		X	
Toxarium undulatum Bailey 1854				X	X			X	X		X		
Dinophyceae													
Ceratocorys horrida Stein 1883						X		X					
Acanthodinium caryophyllum Kofoid 1907						X							
Dinoflagelados tecate indeterminados					X			X	X	X			X
Ornithocercus steinii Schütt 1900							X						
Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & J. R. Michener 1911												X	
Podolampas palmipes F. Stein 1883	X			X			X		X	X			X
Podolampas spinifer Okamura 1912					X								
Prorocentrum micans Ehrenberg 1834									X				
Protoperidinium cf. *pellucidum* Bergh 1882				X									
Tripos cf. *minutus* (Jörgensen) F. Gómez 2013	X												
Tripos gracilis (Pavillard) F. Gómez 2013											X		
Tripos macroceros (Ehrenberg) Hallegraeff & Huisman 2020	X	X	X										
Tripos muelleri Bory 1826	X					X			X				
Tripos pentagonus (Gourret) F. Gómez 2021													X
Tripos setaceus (Jørgensen) F. Gómez 2013						X							
Tripos sp.	X				X	X	X	X	X		X	X	
Tripos teres (Kofoid) F. Gómez 2013	X	X		X		X		X		X	X	X	

En cuanto a las diatomeas, las especies más comunes observadas fueron *Nitzschia longissima,* presentes en nueve de los trece sitios, y *Thalassionema nitzschioides*, encontrada en seis sitios. Las especies menos comunes fueron *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros pendulus* y *Eucampia zodiacus* f. *Cylindricornis.* Además, observamos algunas especies bentónicas: *Striatella unipunctata*, *Grammatophora serpentina, Bacillaria paxillifera*, *Climacosphenia moniligera*, *Mastogloia rostrata*, *Nitzschia sigma*, *Rhabdonema adriaticum*, *Amphora* sp., *Amphiprora* sp., *Licmophora* sp. y *Synedra* sp. En cuanto a los dinoflagelados, las especies más comunes fueron *Tripos teres* (ocho sitios) y *Podolampas palmipes* (seis sitios).

Las diatomeas céntricas son el 24%, las diatomeas pennadas son el 42%, que suman el 66% de las diatomeas totales. Los dinoflagelados, a su vez, representan el 34% de las especies catalogadas.

Entre las especies potencialmente toxicogénicas, encontramos la diatomea *Pseudo-nitzschia delicatissima*, que produce ácido domoico (causante de intoxicación amnésica por mariscos) y *Phalacroma rotundatum* (ácido okadaico y/o dinofisistoxina -2 y/o pectenotoxina-2), aunque existe controversia sobre su naturaleza toxigénica (Zingone y Larsen, 2011).

Once de las veintidós especies de diatomeas encontradas son nuevos registros para Serranilla (Tabla 2); *Mastogloia rostrata* es un nuevo registro para el país (Fig. 2); y *Grammatophora serpentina* para el mar Caribe (Fig. 2). Trece de las quince especies de dinoflagelados son nuevos registros para Serranilla; *Tripos minutus* y *Podolampas spinifer* son nuevos registros para el país (Fig. 2), mientras que *Phalacroma rotundatum* es un nuevo registro para el Caribe, pero ha sido reportado previamente para el Golfo de México. Además, *Cladopyxis caryophyllum* (Fig. 2) se reporta por primera vez en el mar Caribe.

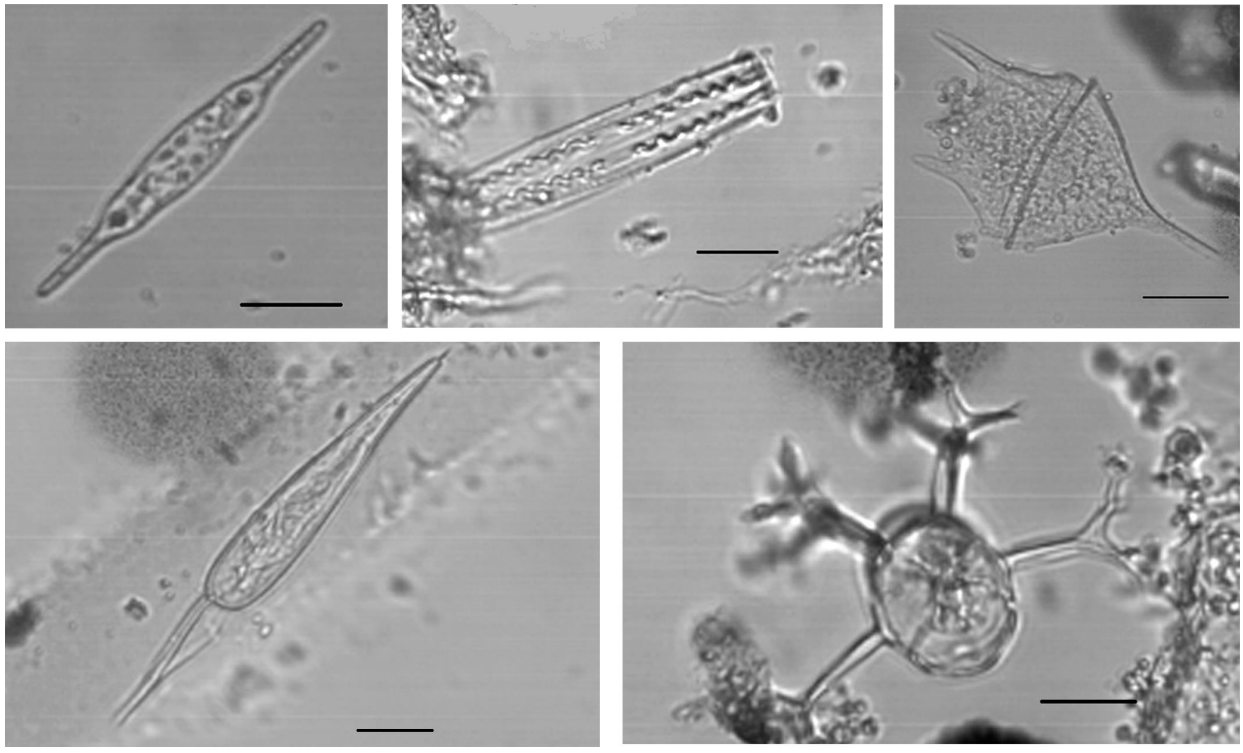

Figura 2. Arriba a la izquierda. *Mastogloia rostrata.* Arriba en el centro. *Grammatophora serpentina.* Arriba a la derecha. *Tripos minutus*. Abajo a la izquierda. P*odolampas spinifer.* Abajo a la derecha. *Cladopyxis caryophyllum*. Barras de escala: 20 mm.

Discusión

En Colombia no hay muchos estudios publicados sobre la diversidad del fitoplancton marino (Vidal y Carbonell, 1977; Carbonell, 1979a; 1979b; 1982; Vidal, 1981; Fernández y García, 1998; De la Hoz Aristizábal, 2004; Ramírez-Barón, Franco-Herrera, García-Hoyos y López, 2010). Lozano-Duque, Vidal y Navas (2010, 2011) publicaron una lista de diatomeas (312 especies) y dinoflagelados (169 especies) para el Caribe colombiano; para el archipiélago, reportan 48 taxones de diatomeas y 49 especies de dinoflagelados.

El presente estudio cuenta con 36 géneros y 37 especies de fitoplancton, todas ellas diatomeas o dinoflagelados. Estos valores son típicos de los mares oligotróficos y se acercan a lo reportado para las islas de Providencia, donde Campos-González (2007) encontró 46 géneros en 39 estaciones. A lo largo de la costa continental de Colombia, cerca de Santa Marta, se observaron entre 47 y 51 géneros de especies fitoplanctónicas, según la estacionalidad (Ramírez-Barón *et al.,* 2010).

En Los Roques, Venezuela, que es un atolón que se encuentra a unos 130 km de la costa principal, Cavada-Blanco, Zubillaga y Bastidas (2016) observaron que el 62% de las especies fitoplanctónicas eran diatomeas, seguidas de dinoflagelados (25,4%) y cianobacterias (8%). En nuestro estudio, no se encontraron cianobacterias, pero el porcentaje de diatomeas fue muy similar al estudio mencionado, al igual que la porción de dinoflagelados. Gutiérrez-Salcedo *et al.* (2015) reportaron 138 especies de fitoplancton para toda el Área de Régimen Conjunto, que abarca los bajos de Serranilla, Alicia y Bajo Nuevo. Para Serranilla, reportaron 121 especies, que es un número mucho mayor de lo encontrado en el presente trabajo y de lo que se ha reportado para el archipiélago por Lozano-Duque *et al.* (2010, 2011). La razón principal de la discrepancia entre el estudio mencionado y el presente es la metodología utilizada: Gutiérrez-Salcedo *et al.* (2015) utilizaron una malla de 20 µm, que bajaron a una profundidad de 50 m y arrastraron horizontalmente durante 10 minutos. Nuestra red tenía un tamaño de malla ligeramente mayor (27 µm), que se bajó verticalmente hasta el fondo (3-12 m de profundidad) y luego se recuperó. No se obtuvo la concentración de la muestra bajando la red verticalmente. Sin embargo, las especies reportadas tanto por Gutiérrez-Salcedo *et al.* (2015) y este estudio son muy pocas, a saber: *Chaetoceros curvisetum, Hemiaulus hauckii* y *Thalassionema nitzschioides* para las diatomeas; *Ceratocorys horrida* y *Ornithocercus steinii* para los dinoflagelados. Algunas diatomeas comunes identificadas solo para el género en ambos estudios son las siguientes: *Amphora, Bacteriastrum, Navicula, Pleurosigma* y *Rhizosolenia*. Todas las demás especies identificadas en este estudio incrementan la diversidad de fitoplancton en Serranilla. En las aguas oceánicas, los organismos fitoplanctónicos tienden a reducir su tamaño. En Los Roques, Venezuela, la mayoría de las especies de diatomeas identificadas (62% de todas las diatomeas contadas) eran pequeñas (6-10 y 16-20 mm), así como la mayoría de los dinoflagelados (48% del total tenían un tamaño de 16-20 µm) (Cavada-Blanco *et al.,* 2016). El número más bajo de taxones identificados aquí puede deberse al tamaño de la malla, que no capturó organismos pequeños. Hay evidencia de que la respuesta del fitoplancton al cambio climático incluye un cambio hacia tamaños más pequeños (Taylor *et al.,* 2012). Por lo tanto, este factor debe tenerse en cuenta para estudios posteriores. Sin embargo, la falta de información oceanográfica en el área de estudio no permite relacionar la comunidad biológica con su entorno, lo que dificulta su comparación con otros estudios.

Gutiérrez-Salcedo *et al.* (2015) observaron una gran abundancia relativa de los géneros *Chaetoceros*, *Bacteriastrum*, *Pseudonitzschia* y *Leptocylindrus.* Con excepción de este *último*, estos géneros también fueron encontrados en el presente estudio. Los autores sugirieron que la masa de agua alrededor de Serranilla puede presentar condiciones costeras, ya que estos géneros son más típicos de los sistemas costeros. También afirman que podría haber sido traída por la corriente desde el río Magdalena o el Giro Panamá-Colombia (Gutiérrez-Salcedo *et al.,* 2015). Sin embargo, no se ha comprobado que el penacho de agua del río Magdalena alcance los 15 grados de latitud (Cañón-Páez y Santamaría del Ángel, 2003), donde se encuentra Serranilla. Sin embargo, un estudio más reciente mostró una marcada influencia de la descarga de los ríos en la cuenca colombiana al sur de los 12 grados de latitud, y poco o ningún efecto al norte (Beier *et al*., 2017). Es claro que se necesitan estudios oceanográficos en el área para comprender mejor la composición y dinámica del fitoplancton en Cayo Serranilla.

Se observó una diatomea tóxica en las muestras: *Pseudo-nitzschia delicatissima, productora* de ácido domoico, que puede causar la intoxicación amnésica por mariscos. También se identificó una especie de *Prorocentrum*: *P. micans*. Muchos taxones del género están involucrados en la intoxicación por ciguatera y mariscos paralíticos, y se han observado en otros sitios del archipiélago (Rodríguez, Mancera-Pineda, & Gavio, 2010). De acuerdo con Pottier, Vernoux, & Lewis (2001), la ciguatera es endémica del mar Caribe, siendo Florida su límite norte y Martinica su límite sur. Sin embargo, se han observado brotes de ciguatera más al sur, especialmente en la última década (Celis y Mancera-Pineda, 2015), incluyendo la Isla de San Andrés. A pesar de que la toxicidad de *P. micans* es dudosa, Gutiérrez-Salcedo *et al.* (2015) encontraron otras especies del género en la zona que podrían ser tóxicas. Además, *Prorocentrum gracile* y *P. micans*, observados en la región, han estado involucrados

en fenómenos de mareas rojas en muchas áreas alrededor del mundo (Alvial y García, 1986; Fukuyo, Sako, Matsuoka, Imai, Takamashi y Watanabe, 2003).

Los dinoflagelados no fotosintéticos, como *Phalacroma rotundatum* (encontrado en este estudio), también se han asociado con la intoxicación diarreica por mariscos (Caroppo, Congestri y Bruno, 1999), y se considera que sintetizan el ácido domoico y sus derivados. Sin embargo, nueva evidencia sugiere que *P. rotundatum* no produce toxinas *de novo,* sino que actúa como vector de sus presas tóxicas a los mariscos (González-Gil, Pizarro, Paz, Velo-Suárez y Reguera*,* 2011). Dado que Cayo Serranilla se utiliza como zona de pesca, tanto legal como ilegalmente (Abril-Howard *et al.,* 2012), se debe llevar a cabo un mayor monitoreo de las especies tóxicas o potencialmente tóxicas para evitar brotes de intoxicación.

Este trabajo está lejos de presentar una lista exhaustiva de especies fitoplanctónicas en Serranilla. Debido a la lejanía de cualquier asentamiento humano, la zona es casi desconocida desde el punto de vista científico. Solo muy recientemente (en los últimos siete años), algunas instituciones colombianas han comenzado a invertir recursos para estudiar esta región de la Reserva de la Biósfera. Se necesitan más estudios para comprender la dinámica que se desarrolla en el atolón más aislado del mar Caribe.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a todas las instituciones involucradas en la organización de la expedición Seaflower 2017: Comisión Colombiana del Océano (CCO), Armada de Colombia, Dimar, Colciencias, CIOH. Agradecemos también el apoyo del personal del *buque del Ejército 20 de Julio* y del R/V Roncador, al Capitán Hurtado y al Capitán Guerra. Queremos agradecer la colaboración de Coralina, especialmente en las personas de Nacor Bolaño-Cubillos y Casimiro Newball, por prestarnos el barco para realizar el muestreo. Julián Prato, Omar Abril y Violeta Posada ayudaron en el campo, por lo que también les expresamos nuestros agradecimientos.

Financiación

Este trabajo hace parte del proyecto de investigación "Valoración de servicios ecosistémicos de los arrecifes de coral en los alrededores de la isla cayo Serranilla, Reserva de Biósfera *Seaflower,* Caribe colombiano", financiado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe. Emanuela Razza fue parcialmente apoyada por la beca World Campus de la Universitá Politecnica delle Marche.

Contribución de los autores

ER identificó las algas, tomó las fotografías y escribió el manuscrito. BG recogió las muestras, escribió y revisó el manuscrito. TR ayudó con la identificación y revisó el manuscrito.

Referencias

Abril-Howard, A.; Orozco-Toro, C.; Bolaños-Cubillos, N.; Bent-Hooker, H. (2012). First approach to the knowledge of Serranilla, Alice Shoal and New Shoal coral reef complex, Colombia, northern section of the Seaflower Biosphere Reserve, Western Caribbean. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 4, 1-65

Alvial, A. & Garcia, B. (1986). Dynamics of a red tide caused by *Prorocentrum gracile* Schütt at Iquique, Chile. *Revista de Biología Marina*, 22, 97-123.

Balech, E. (1988). Los Dinoflagellados del Atlántico sudoccidental. Publicaciones especiales Instituto Español de Oceanografía.

Beier, E., Bernal, G.; Ruiz-Ochoa, M.; Barton, E. D. (2017). Freshwater exchanges and surface salinity in the Colombian basin, Caribbean Sea. *PLoS ONE*, 12(8), e0182116. https:// doi. org/10 . 1371 /journal. pone. 0182116 PMid:28777801 PMCid:PMC5544217

Bolaños-Cubillos, N.; Abril-Howard, A.; Bent-Hooker, H.; Caldas, J. P.; Acero A. (2015). Lista de peces conocidos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Reserva de Biosfera Seaflower, Caribe occidental colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 44 (1), 127-162. https://doi. org/10.25268/bimc.invemar.2015.44.1.24

Campos-González, E. M. (2007). Fitoplancton de las islas de Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano. Trabajo de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, 62 pp.

Cañón-Páez, M. L.; Santamaría del Ángel, E. (2003). Influencia de la pluma del río Magdalena en el Caribe colombiano. *Bol. Cien. CIOH*, 21, 85-90. https://doi.org/10.26640/22159045.116

Carbonell, M. C. (1979a). *Ceratium* Schrank (Peridiniales) en la Bahía de Cartagena (10º25' N y 75º30' W). *Bol. Cient. CIOH*, 2, 21-54. https://doi.org/10.26640/22159045.7

Carbonell, M. C. (1979b). Fitoplancton de las islas del Rosario y alrededores, Colombia (mar Caribe). Diatomeas centrales y algunos dinoflagelados. Informe interno, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH Cartagena.

Carbonell, M. C. (1982). *Ceratium* Schrank (Dinoflagellatae, Peridiniales) de las islas del Rosario, Caribe colombiano. *Anales del Instituto de Investigación Marina Punta Betín*, 12, 71-91. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.1982.12.0.496

Caroppo, C.; Congestri, R.; Bruno, M. (1999). On the presence of *Phalacroma rotundatum* in the southern Adriatic Sea (Italy). *Aquatic Microbial Ecology*, 17, 301-310. https://doi.org/10.3354/ame017301

Cavada-Blanco, F.; Zubillaga, A. L.; Bastidas, C. (2016). Microphytoplankton variations during coral spawning at Los Roques, Southern Caribbean. *Peer J.*, 4, e1747. https://doi.org/10.7717/peerj.1747

Celis, J. S.; Mancera Pineda J. E. (2015). Análisis histórico de la incidencia de ciguatera en las islas del Caribe durante 31 años: 1980 – 2010. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 44 (1), 7-32. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2015.44.1.18

Cleve, P. T. (1878). Diatoms from the West Indian archipelago. Bihang till Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, 5 (8), 1-22

Corredor, J. E.; Howarth, R. W.; Twilley, R. R.; Morell, J. M. (1999). Nitrogen cycling and anthropogenic impact in the tropical interamerican seas. *Biogeochemistry*, 46, 163-178. https:// doi.org/10.1023/A:1006116501466 https://doi.org/10.1007/BF01007578 https://doi.org/10.1023/A:1006143927873

De la Hoz Aristizábal, M. V. (2004). Dinámica del fitoplancton de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 33, 159-179. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2004.33.0.253

Díaz, J. M.; Sánchez, J. A.; Zea, S.; Garzón-Ferreira, J. (1996). Morphology and marine habitats of two Southwestern Caribbean atolls: Albuquerque and Courtown. *Atoll Research Bulletin*, 435, 1-33

Edler, L.; Elbrächter, M. (2010). The Utermöhl method for quantitative phytoplankton analysis. En: Karlson B., Cusack C., Bresnan E. (Eds) *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis* (pp. 13-20). IOC UNESCO, Manuals and Guides, 55.

Eidens, C.; Bayraktarov, E.; Pizarro, V.; Wilke, T.; Wild, C. (2012). *Seasonal upwelling stimulates primary production of Colombian Caribbean coral reefs*. Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia.

Fernández, C. E.; 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*, 22 (85), 539-559. https://doi.org/10.18257/raccefyn.22(85).1998.2945

Fukuyo, Y.; Sako, Y., Matsuoka, K.; Imai, I.; Takamashi, M.; Watanabe, M. (2003). Biological character of red tide organisms. En: Okaichi T. (Ed.) *Red tides* (pp. 61-178). Terra Scientific Publishing Company.

González-Gil, S.; Pizarro, G.; Paz, B.; Velo-Suárez, L.; Reguera, B. (2011). Considerations on the toxigenic nature and prey sources of *Phalacroma rotundatum*. *Aquatic Microbial Ecology*, 64, 197-203. https://doi.org/10.3354/ame01523

Guiry, M. D.; Guiry, G. M. (2024). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland. Galway, Ireland. https://www.algaebase.org (consulted August 2024).

Gutiérrez-Salcedo, J. M.; Cabarcas-Mier, A.; Suárez-Mozo, N. (2015). First characterization of the planktonic community in the northern sector of the Joint Regime Area Jamaica-Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 44, 343-368. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2015.44.2.15

Heileman, S. (2007). Thematic report for the insular Caribbean sub-region. The CLME Synthesis Workshop. University of the West Indies, Barbados. 53 pp.

Lozano-Duque, Y.; Vidal, L. A.; Navas, G. R. (2010). Listado de diatomeas (Bacillariophyta) registrados para el Mar Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 39(1), 83-116. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2010.39.1.144

Lozano-Duque, Y.; Vidal, L. A.; Navas, G. R. (2011). Lista de especies de dinoglagelados (Dinophyta) registrados en el Mar Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 40(2), 361-380. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2011.40.2.116

Margalef, R. (1969). El ecosistema pelágico del mar Caribe. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 29(32). 36 pp.

Okolodkov, Y. B. (2010). *Ceratium* Schrank (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a key for identification. *Acta Botanica Mexicana*, 93, 41-101. https://doi.org/10.21829/abm93.2010.275

Pottier, I.; Vernoux, J. P.; Lewis R. J. (2001). Ciguatera Fish Poisoning in the Caribbean Islands and Western Atlantic. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 168, 99-141. DOI: 10.1007/978-1-4613-0143-1_3 PMid:12882228

Ramírez-Barón, J. S.; Franco-Herrera, A.; García-Hoyos, L. M.; López, D. A. (2010). La comunidad fitoplanctónica durante eventos de surgencia y no surgencia, en la zona costera del Departamento del Magdalena, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras,* 39 (2), 233-263. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2010.39.2.150

Restrepo, J. D.; Zapata, P.; Díaz, J. M.; Garzón-Ferreira, J.; García, C. B. (2006). Fluvial fluxes into the Caribbean Sea and their impact on coastal ecosystems: The Magdalena River, Colombia. *Global and Planetary Change*, 50, p.33-49. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2005.09.002

Rodríguez, E. A.; Mancera-Pineda, J. E.; Gavio, B. (2010). Survey of benthic dinoflagellates associated to beds of *Thalassia testudinum* in San Andres Island, *Seaflower* Biosphere Reserve, Caribbean Colombia**.** *Acta Biológica Colombiana*, 15 (2), 229–246

Rodríguez, S.; Cróquer, A. (2008). Dynamics of black band disease in a *Diploria strigosa* population subjected to annual upwelling on the northeastern coast of Venezuela. *Coral Reefs*, 27(2), 381-388.DOI 10.1007/s00338-007-0341-8 123

Sheng, J.; Tang. L. (2003). A numerical study of circulation in the western Caribbean Sea. *Journal of Physical Oceanography*, 33(10), 2049-2069. https://doi.org/10.1175/1520-0485(2003)033<2049:ANSOCI>2.0.CO;2

Spalding, M.; Fox, H. E.; Allen, G. R.; Davidson, N.; Ferdaña, Z. A.; Finlayson, M.; Halpern, B. S.; Jorge, M. A.; Lombana, A.; Lourie, S. A.; Martin, K. D.; McManus, E.; Molnar, J.; Recchia, C. A.; Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57(7), 573-583. https://doi.org/10.1641/B570707

Taylor, G. T.; Muller-Karger, F. E.; Thunell, R. C.; Scranton, M. I.; Astor, Y.; Varela, R.; Troccoli-Ghinaglia, L.; Lorenzoni, L.; Fanning, K. A.; Hameed, S.; Doherty, O. (2012). Ecosystem responses in the southern Caribbean Sea to global climate change. *PNAS*, 109(47), 19315–19320. https://doi.org/10.1073/pnas.1207514109 PMid:23071299 PMCid:PMC3511065

Tomas, C. R. (Eds.). (1997). Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, San Diego, CA.

Vega-Sequeda, J.; Díaz-Sánchez, C. M.; Gómez-Campo, K;, López-Londoño, T.; Díaz-Ruíz, M.; Gómez-López, D. I. (2015). Biodiversidad marina en bajo Nuevo, bajo Alicia y banco Serranilla, Reserva de Biosfera Seaflower. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*., 44(1), 199-244. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2015.44.1.27

Vidal, L. A.; Carbonell, M. C. (1977). Diatomeas y dinoflagelados en la Bahía de Cartagena. [Tesis de pregrado]. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Vidal, L. A. (1981). Diatomeas y dinoflagelados en las islas del Rosario (arrecife coralino) y alrededores. *Bol. Cient. CIOH*, 3, 75-133. https://doi.org/10.26640/22159045.12

Wood, E. J. F. (1968). Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas. University of Miami Press, Miami.

Zambrano, J. A.; Andrade, C. A. (2011). Changes in the Serranilla Cay coastline between 1944 and 2009– Archipelago of San Andres – Colombia. *Bol. Cient. CIOH*, 29, 90-106.

Zingone, A.; Larsen, J. (2011). Dinophysiales. En: Moestrup Ø. et al. (Eds.) IOC-UNESCO taxonomic reference list of harmful microalgae.