

FITOPLANCTON DEL REFUGIO DE FAUNA SILVESTRE ISLA DE AVES: EL TERRITORIO VENEZOLANO MÁS SEPTENTRIONAL

Phytoplankton of the Wildlife Refuge Isla de Aves: the northern most Venezuelan territory

Carlos Pereira

Dirección Ejecutiva de Ambiente, Petróleos de
Venezuela, S.A., Caracas. Venezuela

Rubén Quiñones

Servicio de Hidrografía y Navegación, Armada
Bolivariana de Venezuela, Caracas. Venezuela

Vanessa Hernández

Dirección Ejecutiva de Ambiente, Petróleos de
Venezuela, S.A., Caracas. Venezuela

Recibido: Agosto 20, 2018 **Aprobado:** Septiembre 24, 2018

Cómo citar: Pereira, C., Quiñones, R., & Hernández, V. (2018). Fitoplancton del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves: el territorio venezolano más septentrional. *Ciencia, Ambiente Y Clima*, 1(1), 45-59. <https://doi.org/10.22206/cac.2018.v1i1.pp45-59>

Resumen

Como parte de una estrategia de conservación del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, el cual representa una zona geoestratégica para la República Bolivariana de Venezuela, las instituciones de investigación del país realizan campañas anuales para conocer la biodiversidad de la isla. Uno de los componentes biológicos más importantes es el fitoplancton, ya que, a pesar de que sustenta las redes tróficas pelágicas marinas y es parte esencial del ciclo de los nutrientes, no ha sido estudiado en esta zona, por lo que se presenta en este documento, un inventario del fitoplancton marino. Para ello, se realizaron arrastres con una red cónica de fitoplancton en julio de 2011 y 2012. En laboratorio, se estimó la abundancia por el método de Utermöhl, con un microscopio invertido y claves taxonómicas. La comunidad estuvo representada por 191 especies distribuidas en 121 diatomeas, 58 dinoflagelados, 6 cianobacterias, 3 euglenofitas y 3 silicoflagelados. Finalmente, destacamos que la zona marino costera de la isla se caracteriza por una comunidad fitoplanctónica diversa, con abundancias características de aguas oligotróficas de ecosistemas coralinos y procesos de mezcla de la columna de agua.

Palabras clave: Caribe venezolano, ecología marina, fitoplancton, Isla de Aves, microalgas.

Abstract

As part of a conservation strategy for the Wildlife Refuge “Isla de Aves”, which represents a geostrategic zone for the Bolivarian Republic of Venezuela, several research institutions conduct studies every year to learn about the island's biodiversity. One of the most important biological components is phytoplankton, since although it sustains marine pelagic trophic networks and is an essential part of the nutrient cycles; it has not been studied in this area, so an inventory of marine phytoplankton was accomplished. Here, we carried out several trawls with a conical phytoplankton net in July 2011 and July 2012. In the laboratory, abundance was estimated by the Utermöhl method, with an inverted microscope and specialized bibliography. The community was represented by 191 species distributed in 121 diatoms, 58 dinoflagellates, 6 cyanobacteria, 3 eugleophytes and 3 silicoflagellates. The coastal marine zone of the island is characterized by a diverse phytoplankton community, with characteristic abundances of oligotrophic waters of coral ecosystems and processes of mixing the water column.

Keywords: Venezuelan Caribbean, marine ecology, phytoplankton, Island of birds, microalgae.



1. Introducción

El Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves es considerado un bastión geoestratégico de gran importancia para la República Bolivariana de Venezuela, ya que representa la porción de tierra sobre el nivel de mar más septentrional del país, de la cual se derivan más de 130.000 Km² de mar territorial, plataforma continental y zona económica exclusiva. Está ubicada en el Mar Caribe (15° 40' 23,7" N 63° 36' 59,9" W), a 435 Km al norte de la Blanquilla, 650 Km al noreste del Puerto de La Guaira, 520 Km al Norte de la Isla de Margarita, 200 Km al oeste de Dominica y 350 Km al sureste de Puerto Rico (Hubschmann *et al.*, 1988).

Isla de Aves pertenece a una formación geológica consolidada que se denomina Promontorio de Aves, el cual, cubre un área extensa que se proyecta al norte del territorio insular venezolano. Esta cadena submarina está asociada a la subducción, sobreco-rrimiento y desplazamiento de la Placa del Caribe o Caribia, la cual, ha sufrido una evolución histórica a partir de un levantamiento inicial y rápido de la tierra, producido por actividad volcánica, seguido de erosión gradual y subsidencia. A pesar de esto, diversos investigadores afirman que el crecimiento de arrecifes coralinos supera a la subsidencia geológica de la zona, por lo menos en un orden de magnitud (Gruber, 2003).

Debido a su alta diversidad biológica, incluyendo la de aves migratorias, y por ser el sitio de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) más importante del país, y el segundo en el mar Caribe, luego del Parque Nacional de Tortuguero en Costa Rica (Guada y Solé, 2000, p. 22); en 1972 fue decretada Refugio de Fauna Silvestre. Sin embargo, se han realizado pocos estudios sobre sus comunidades marinas, destacándose el de Yranzo, Villamizar, Romero y Boadas (2014), en el que se identificaron 36 especies de corales pétreos y cuatro de hidrocorales, siendo *Porites astreoides*, *Pseudodiploria strigosa* y *Siderastrea siderea* las especies más abundantes,

con una cobertura promedio de coral vivo estimada de 22,30%.

Una de las comunidades que sustenta la alta biodiversidad de este ecosistema marino es el fitoplancton, del cual no se han publicado estudios. Las comunidades fitoplanctónicas incluyen a las microalgas suspendidas en la columna de agua que están a la merced de la dinámica costera. Este grupo de organismos fotosintetizadores constituye la base de la trama alimentaria en la mayor parte de las comunidades marinas, ya que además de utilizar los nutrientes elementales del agua y transformarlos en materia orgánica (Yilmaz, Yardimci, Elhag & Dumitrache, 2018), es responsable en gran proporción de la productividad primaria oceánica (Arrigo *et al.*, 1999; Luz y Barkan, 2000). Asimismo, el fitoplancton es capaz de responder rápidamente ante las fluctuaciones hidrográficas, explicando la mayoría de los procesos oceánicos y es considerado, el principal regulador de oxígeno y dióxido de carbono de la atmósfera (Trocchi, 2001). Son estas las razones por lo que se planteó hacer un inventario de las especies de microalgas que constituyen la comunidad fitoplanctónica del refugio de fauna silvestre Isla de Aves.

2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

Isla de Aves es una Dependencia Federal Venezolana de forma alargada en sentido norte-sur, con su parte central más angosta. Posee 600 m de longitud en sentido norte-sur y 130 m en sentido este-oeste con una superficie de 42.000 m² (ver figura 1). Es un área afectada por el paso de tormentas y huracanes, y ha sido considerada de bajo impacto antropogénico, debido a que no tiene presión de pesca y turismo, con un desarrollo de actividades humanas muy bajo, ya que la población residente en la isla es de 15 personas aproximadamente (Yranzo *et al.*, 2014).

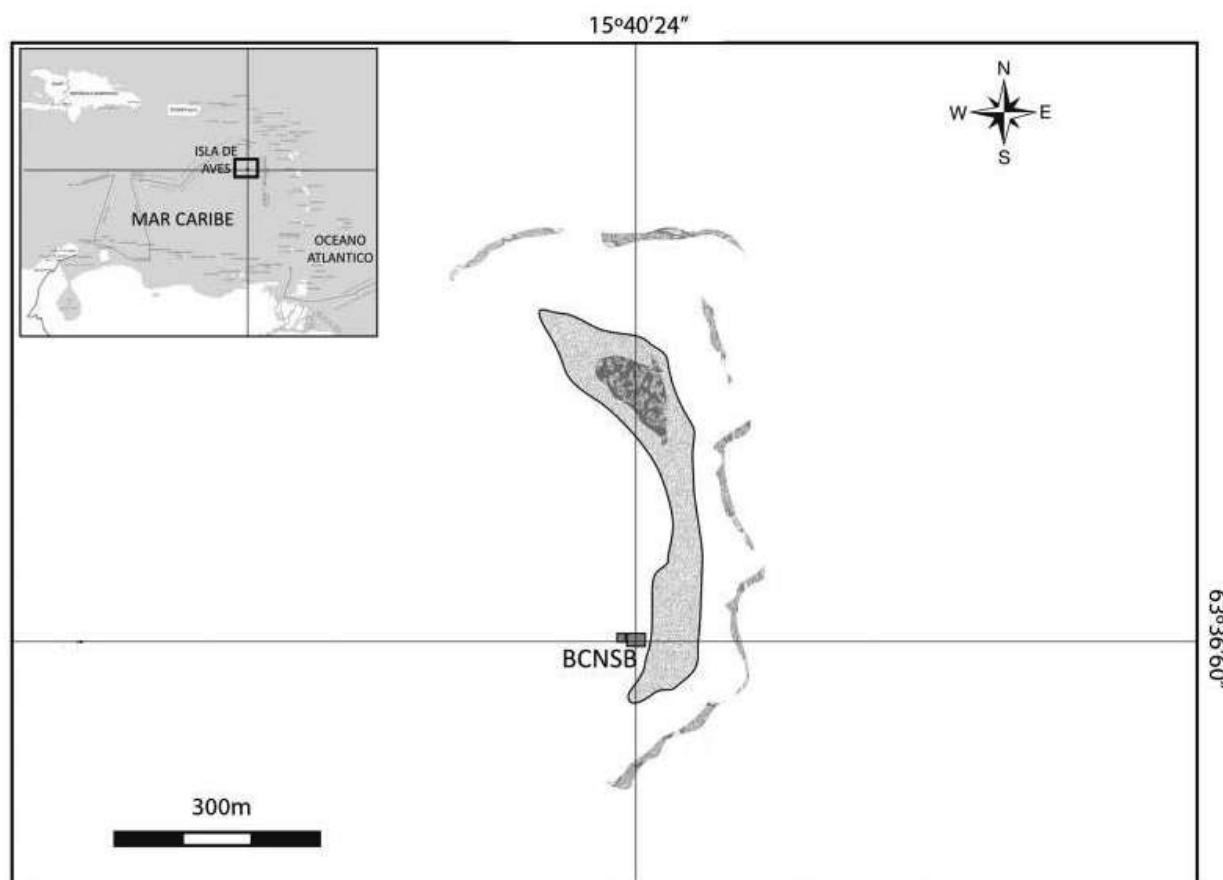


Figura N.º 1. Mapa del refugio de fauna silvestre de Isla de Aves
Fuente: Yranzo *et al.*, 2014, p. 116.

2.2 Obtención de datos

Para la captura del fitoplancton, se realizaron 16 arrastres entre 200 y 300 m alrededor de la isla, con una red cónica de plancton con diámetro de malla de 60 μm , en julio de 2011 y en julio de 2012. Cada arrastre tuvo una duración de 10 minutos aproximadamente y mediante el empleo de una embarcación inflable con motor fuera de borda, a una velocidad promedio de 5 km/h. La red se arrastró en la zona superficial de la columna de agua en horas de la mañana. Las muestras fueron recolectadas en envases de 500 ml y fijadas *in situ* con una solución de lugol y formalina neutralizada al 5% v/v.

En el laboratorio, se estimó la abundancia de las microalgas por el método de Utermöhl (1958), mediante el uso de cámaras de sedimentación y

un microscopio invertido marca Leica. La identificación taxonómica de las especies de microalgas se realizó utilizando los trabajos de Cupp (1943), Peragallo (1965), Ferguson (1968), Saunders y Glenn (1969), Sournia (1986), Balech (1988), Round, Crawford y Mann (1990), Chretiennot-Dinet Sournia, Ricard y Billard (1993), Tomas (1996), Yamaji (1996), Berárd-Therriault, Poulin y Bossé (1999), Soler, Pérez y Aguilar (2003), Al-Yamani y Saburova (2011), Siqueiros-Beltrones, Valenzuela, Hernández, Argumedo & López, (2004), Siqueiros-Beltrones y Hernández (2006), entre otros. La revisión y actualización de los nombres científicos se realizó en la página web de Algaebase.org (Guiry & Guiry, 2018).

Con los resultados obtenidos, se elaboró una matriz de las especies del fitoplancton, en la cual se

incluye su abundancia y riqueza. Posteriormente, se elaboró una matriz de similaridad, usando la distancia de Bray Curtis para cuantificar la contribución de cada especie a la disimilaridad temporal de la estructura comunitaria del fitoplancton; y un ANOSIM, para estimar si existen diferencias significativas entre las muestras. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete PAST 3.2 (Hammer, Harper & Ryan, 2001).

3. Resultados

En las muestras analizadas, se identificaron 191 especies distribuidas en 121 diatomeas (63% de la comunidad), 58 dinoflagelados (30%), 6 cianobacterias (3%), 3 euglenofitas (2%) y 3 silicoflagelados (2%). El grupo de las diatomeas se distribuyó en 3 clases, 29 órdenes y 45 familias, mientras que los dinoflagelados en 2 clases, 8 órdenes y 15 familias; las cianobacterias en 1 clase, 3 órdenes y 5 familias; las euglenofitas en 2 clases, 2 órdenes y 3 familias; y los silicoflagelados en 1 clase, 2 órdenes y 3 familias, tal como se indica en la lista de especies. Las especies más frecuentes fueron las diatomeas: *Asterionellopsis glacialis*, *Asteroplanus karianus*, *Chaetoceros dydimus*, *Cocconeis ornata*, *Coscinodiscus perforatus*, *Haslea wawriake*, *Isthmia enervis*, *Lauderia annulata*, *Leptocylindrus danicus*, *Leptocylindrus minimus*, *Lyrella lyra*, *Nitzschia sp.*, *Pseudoguinaridia recta*, *Rhizosolenia styliformis*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira nordenskioldii*; la cianobacteria: *Trichodesmium thiebauthii*; los dinoflagelados: *Gymnodinium cinctum*, *Ornithocercus magnificus*, *Ostreopsis ovata*, *Ostreopsis siamensis*, *Tripes spp.*, y las euglenofitas: *Phacus sp.* y *Eutreptiella gymnastica*.

En cuanto a la abundancia, durante los muestreos realizados en el año 2011 se obtiene una media de 1999 células/litro, de las cuales las diatomeas contribuyen con el 68 %, siendo las especies más importantes: *Leptocylindrus minimus*, *Chaetoceros dydimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Asteroplanus*

karianus, *Nitzschia sp.1*, *Coscinodiscus perforatus*, *Licmophora abbreviata*, *Prosbocia alata*, *Skeletonema costatum*, *Haslea wawriake* y *Cylindrotheca closterium*. El segundo grupo más importante es el de las cianobacterias con un 27 % de la abundancia, siendo *Trichodesmium thiebauthii* la especie más importante. A pesar que los dinoflagelados sólo representan cerca del 4% de la abundancia, la especie que contribuye en mayor proporción a este porcentaje es *Tripes azoricum*. En el año 2012, la abundancia fue muy similar al año anterior, obteniéndose una media de 1,546 células/litro, en la que las diatomeas contribuyeron en un 62% con las especies *Skeletonema costatum*, *Pseudoguinaridia recta* y *Leptocylindrus danicus*, seguidas por las cianobacterias con un 33% y los dinoflagelados con 4%, siendo las especies más importantes, la cianobacteria: *Trichodesmium thiebauthii* y los dinoflagelados: *Ostreopsis ovata*, *Gymnodinium cinctum* y *Scrippsiella acuminata*.

Al aplicar una prueba Anosim, para establecer las diferencias de la comunidad fitoplanctónica en los dos años muestreados, se obtuvo que no hay diferencias significativas ($R = 0,25$; $p = 2,1 \%$). La prueba SIMPER indica una similaridad entre las muestras del año 2011 de 42,5 % en la que *Trichodesmium thiebauthii*, *Asteroplanus karianus*, *Coscinodiscus perforatus*, *Skeletonema costatum*, *Nitzschia sp. 1*, *Leptocylindrus danicus* y *Haslea wawriake* contribuyeron con más del 70% a la similaridad encontrada. Mientras que en 2012, la similaridad fue un poco menor (25,6%), siendo las especies que contribuyeron en mayor proporción a esta similaridad *Trichodesmium thiebauthii*, *Skeletonema costatum*, *Pseudoguinaridia recta*, *Nostoc sp.* y *Leptocylindrus danicus*. Al comparar ambos años, la similaridad fue del 21% con la contribución mayor de las especies mencionadas anteriormente.

A continuación, se presenta la lista de especies de microalgas identificadas en el refugio de fauna silvestre de Isla de Aves.

Diatomeas

PHYLUM: BACILLARIOPHYTA Karsten 1928

CLASE: BACILLARIOPHYCEAE Haeckel 1878

ORDEN: Bacillariales Hendey 1937 emend. Round *et al.* 1990

FAMILIA: Bacillariaceae Ehrenberg 1831

Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) T. Marsson 1901

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin 1964

Nitzschia sp. Hassall

Nitzschia acicularis (Kützinger) W. Smith 1853

Nitzschia angularis W. Smith 1853

Nitzschia fasciculata Grunow en Van Heurck 1881

Nitzschia hyalina Gregory 1857

Nitzschia incurvata var. *lorenziana* Ross 1986

Nitzschia lanceolata Smith 1853

Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs en Pritchard 1861

Pseudo-nitzschia pungens (Grunow ex Cleve) Hasle 1993

Pseudo-nitzschia seriata (Cleve) H. Peragallo en H. Peragallo & M. Peragallo 1999

ORDEN: Cocconeidales Cox 2015

FAMILIA: Cocconeidaceae Kützinger 1844

Cocconeis ornata W. Gregory 1857

Cocconeis scutellum Ehrenberg 1838

ORDEN: Cymbellales Mann en Round, Crawford & Mann 1990

FAMILIA: Gomphonemataceae Kützinger 1844

Gomphonema acuminatum Ehrenberg 1832

ORDEN: Eunotiales Silva en Lewin 1962

FAMILIA: Eunotiaceae Kützinger 1844

Eunotia sp. Ehrenberg 1837

ORDEN: Fragilariales Silva 1962 emend. Round 1990

FAMILIA: Fragilariaceae Greville 1833

Asteroplanus karianus (Grunow) C. Gardner & R.M.Crawford en R.M. Crawford & C. Gardner 1997

Fragilaria Lyngbye 1819

Podocystis adriatica (Kützinger) Ralfs en Pritchard 1861

ORDEN: Licmophorales Round 1990

FAMILIA: Licmophoraceae Kützinger 1844

Licmophora abbreviate C. Agardh 1831

Licmophora gracilis (Ehrenberg) Grunow 1867

Licmophora remulus (Grunow) Grunow 1867

Licmophora tenuis (Kützinger) Grunow 1867

FAMILIA: Ulnariaceae E. J. Cox 2015

Tabularia fasciculate (Agardh) Williams & Round 1986

Ulnaria capitata (Ehrenberg) Compère 2001

ORDEN: Lyrellales D. G. Mann 1990

FAMILIA: Lyrellaceae D. G. Mann 1990

Lyrella lyra (Ehrenberg) Karajeva 1978

ORDEN: Mastogloiales Mann 1990

FAMILIA: Achnanthaceae Kützinger 1844

Achnanthes longipes Agardh 1824

ORDEN: Naviculales Bessey 1907

FAMILIA: Amphipleuraceae Grunow 1862

Halamphora turgida (Gregory) Levkov 2009

FAMILIA: Diploneidaceae Mann 1990

Diploneis crabro (Ehrenberg) Ehrenberg 1854

FAMILIA: Naviculaceae Kützinger 1844

Gyrosigma attenuatum (Kützinger) Rabenhorst 1853

Haslea ostrearia (Gaillon) Simonsen 1974

Haslea wawriake (Hustedt) R. Simonsen 1974

Navicula sp. Bory 1822

Navicula arenicola Grunow 1882

Navicula palpebralis Brébisson ex Smith 1853

Pinnunavis yarrensensis (Grunow) Okuno 1975

FAMILIA: Pinnulariaceae Mann 1990

Pinnularia Ehrenberg 1843

FAMILIA: Plagiotropidaceae Mann en Round, Crawford & Mann 1990

Plagiotropis lepidoptera (Gregory) Kuntze 1898

FAMILIA: Pleurosigmataceae Mereschowsky 1903
Pleurosigma formosum W. Smith 1852

ORDEN: Rhabdonematales Round & Crawford 1990

FAMILIA: Grammatophoraceae Lobban & Ashworth 2014

Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing 1844

Grammatophora oceanica Ehrenberg 1840

FAMILIA: Rhabdonemataceae Round & Crawford 1990

Rhabdonema Kützing 1844

ORDEN: Rhaphoneidales Round in Round *et al.*, 1990

FAMILIA: Asterionellopsidaceae, Medlin 2016
Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round in Round, Crawford & Mann 1990

FAMILIA: Psammodiscaceae Round & D. G. Mann 1980

Psammodiscus nitidus (W.Gregory) Round & D. G. Mann 1980

ORDEN: Rophalodiales Mann 1990

FAMILIA: Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj & Oksiyuk 1960

Epithemia Kützing 1844

ORDEN: Striatellales Round 1990

FAMILIA: Striatellaceae Kützing 1844

Striatella unipunctata (Lyngbye) Agardh 1832

ORDEN: Surirellales D. G. Mann 1990

FAMILIA: Auriculaceae Hendey 1964

Auricula sp. Castracane 1873

FAMILIA: Entomoneidaceae Reimer en Patrick & Reimer 1975

Entomoneis paludosa (Smith) Reimer en Patrick & Reimer 1975

FAMILIA: Surirellaceae Kützing 1844

Campylodiscus neofastuosus Ruck & Nakov en Ruck *et al.* 2016

Iconella biseriata (Brébisson) Ruck & Nakov en Ruck *et al.* 2016

Surirella librile (Ehrenberg) Ehrenberg 1845

ORDEN: Tabellariales Round 1990

FAMILIA: Tabellariaceae Kützing 1844

Asterionella formosa Hassall 1850

Meridion circulare (Greville) Agardh 1831

ORDEN: Thalassiophysales Mann 1990

FAMILIA: Catenulaceae Mereschowsky 1902

Cocconeis costata Gregory 1855

Amphora crassa Gregory 1857

Amphora ocellata Donkin 1861

Amphora proteus Gregory 1857

ORDEN: Thalassionematales Round 1990

FAMILIA: Thalassionemataceae Round 1990

Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschowsky 1902

CLASE: COSCINODISCOPHYCEAE (Round & Crawford 1990)

ORDEN: Aulacoseirales Crawford en Round, Crawford & Mann 1990

FAMILIA: Aulacoseiraceae Crawford 1990

Aulacoseira crenulata (Ehrenberg) Thwaites 1848

ORDEN: Coscinodiscales Round & Crawford en Round, Crawford & Mann 1990

FAMILIA: Coscinodiscaceae Kützing 1844

Coscinodiscus perforates Ehrenberg 1844

Coscinodiscus wailesii Gran & Angst 1931

Palmerina hardmaniana Hasle 1996

FAMILIA: Hemidiscaceae Hendey ex Hasle in Hasle & Syvertsen 1996

Pseudoguinaridia recta Stosch 1986

ORDEN: Melosirales Crawford in Round, Crawford & Mann 1990

FAMILIA: Melosiraceae Kützing 1844

Melosira nummuloides Agardh 1824

ORDEN: Rhizosoleniales P. C. Silva en R. A. Lewin 1962

FAMILIA: Probosciceae Nikolaev & Harwood en Nikolaev et al. 2001

Proboscia alata (Brightwell) Sundström 1986

FAMILIA: Rhizosoleniaceae De Toni 1890

Dactylosolen fragilissimus (Bergon) Hasle en Hasle & Syvertsen 1996

Guinardia delicatula (Cleve) Hasle en Hasle & Syvertsen 1997

Guinardia flaccida (Castracane) H. Peragallo 1892

Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle en Hasle & Syvertsen 1996

Pseudosolenia calcar-avis Schultze Sundström 1986

Rhizosolenia acuminata H. Peragallo en H. Peragallo & M. Peragallo 1907

Rhizosolenia castracanei Peragallo 1888

Rhizosolenia imbricata Brightwell 1858

Rhizosolenia obtusa Hensen 1887

Rhizosolenia setigera Brightwell 1858

Rhizosolenia styliformis Brightwell 1858

ORDEN: Triceratiales Round & Crawford 1990

FAMILIA: Triceratiaceae (Schütt) Lemmermann 1899

Triceratium balearicum Cleve & Grunow en Cleve 1881

Triceratium dubium Brightwell 1859

Triceratium favus Ehrenberg 1839

Triceratium gibbosum Harvey & Bailey 1854

CLASE: MEDIOPHYCEAE (Jousé & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarek 2004

ORDEN: Biddulphiales Krieger 1954

FAMILIA: Bellerophyceae Crawford 1990

Bellerophcea malleus (Brightwell) Van Heurck 1885

FAMILIA: Biddulphiaceae Kützing 1844

Biddulphia sp. Gray 1821

Biddulphia alternans (Bailey) Van Heurck 1885

ORDEN: Chaetocerotales Round & Crawford en Round et al. 1990

FAMILIA: Chaetocerotaceae Ralfs en Pritchard 1861

Chaetoceros affinis Lauder 1864

Chaetoceros atlanticus Cleve 1873

Chaetoceros bacteriastris G. C. Wallich

Chaetoceros coarctatus Lauder 1864

Chaetoceros compressus Lauder 1864

Chaetoceros costatus Pavillard 1911

Chaetoceros curvisetus Cleve 1889

Chaetoceros danicus Cleve 1889

Chaetoceros decipiens Cleve 1873

Chaetoceros dydimus Ehrenberg 1845

Chaetoceros gracilis Pantocsek 1892

Chaetoceros holsaticus F. Schütt 1895

Chaetoceros lorenzianus Grunow 1863

Chaetoceros peruvianus Brightwell 1856

Chaetoceros sociales Lauder 1864

Chaetoceros teres Cleve en Aurivillius 1896

Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin 1910

FAMILIA: Leptocylindraceae Lebour 1930

Leptocylindrus danicus Cleve 1889

Leptocylindrus minimus Gran 1915

ORDEN: Cymatosirales Round & Crawford en Round et al., 1990

FAMILIA: Cymatosiraceae Hasle, Stosch & Syvertsen 1983

Plagiogrammopsis vanheurckii (Grunow) Hasle, Stosch & Syvertsen 1983

ORDEN: Eupodiscales Nikolaev & Harwood en Witkowski & Sieminska 2000

FAMILIA: Eupodiscaceae Ralfs en Pritchard 1861

Odontella aurita (Lyngbye) Agardh 1832

Odontella obtusa Kützing 1844

Trieres regia (M. Schultze) Ashworth & Theriot en Ashworth et al., 2013

ORDEN: Hemiaulales Round & Crawford 1990

FAMILIA: Hemiaulaceae Heiberg 1863

Cerataulina bicornis (Ehrenberg) Hasle

Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey 1937

Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck 1882

Hemialus membranaceus Cleve 1873

Hemialus sinensis Greville 1865

FAMILIA: Isthmiaceae Schütt 1896

Isthmia enervis Ehrenberg 1838

ORDEN: Lithodesmiales Round & Crawford 1990

FAMILIA: Lithodesmiaceae Round 1990

Ditylum brighwellii (T. West) Grunow en Van Heurck 1885

Lithodesmium undulatum Ehrenberg 1839

ORDEN: Thalassiosirales Glezer & Makarova 1986

FAMILIA: Lauderiaceae (Schütt) Lemmermann 1899

Lauderia annulata Cleve 1873

FAMILIA: Skeletonemataceae Lebour 1930

Detonula pumila (Castracane) Gran 1900

Skeletonema costatum (Greville) Cleve 1873

FAMILIA: Thalassiosiraceae Lebour 1930

Planktoniella sol (Wallich) Schütt 1892

Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve 1904

Thalassiosira nordenskioeldii Cleve 1873

ORDEN: Toxariales Round 1990

FAMILIA: Climacospheniaceae Round 1990

Climacosphenia elongata Bailey 1854

DINOFLAGELADOS

PHYLUM: MIOZOA Cavalier-Smith 1987

CLASE: DINOPHYCEAE Fritsch en West & Fritsch 1927

ORDEN: Dinophysiales Kofoid 1926

FAMILIA: Amphisoleniaceae Lindemann 1928

Amphisolenia bidentata Schröder 1900

Amphisolenia bifurcata Murray & Whitting 1899

FAMILIA: Dinophysaceae Bütschli 1885

Dinophysis caudata Kent 1881

Ornithocercus magnificus Stein 1883

Ornithocercus quadrates Schütt 1900

FAMILIA: Oxyphysiaceae Sournia 1984

Phalacroma doryphorum Stein 1883

Phalacroma favus Kofoid & Michener 1911

Phalacroma mitra Schütt 1895

ORDEN: Gonyaulacales Taylor 1980

FAMILIA: Ceratiaceae Kofoid 1907

Tripes arietinus (Cleve) Gómez 2013

Tripes azoricus (Cleve) Gómez 2013

Tripes brevis (Ostenfeld & Johannes Schmidt) Gómez 2013

Tripes candelabrum (Ehrenberg) Gómez 2013

Tripes dens (Ostenfeld & Johannes Schmidt) Gómez 2013

Tripes furca (Ehrenberg) Gómez 2013

Tripes fusus (Ehrenberg) Gómez 2013

Tripes karstenii (Pavillard) Gómez 2013

Tripes lineatum (Ehrenberg) Gómez 2013

Tripes longinum (Karsten) Gómez 2013

Tripes longipes (Bailey) Gómez 2013

Tripes macroceros (Ehrenberg) Gómez 2013

Tripes massiliensis (Gourret) Gómez 2013

Tripes muelleri Bory en Lamouroux, Bory & Deslongschamps 1827

Tripes pentagonus (Gourret) Gómez 2013

Tripes reticulatus (Pouchet) Gómez 2013

Tripes vultur (Cleve) Gómez 2013

FAMILIA: Gonyaulacaceae Lindemann 1928

Gonyaulax Diesing 1866

FAMILIA: Ostreopsidaceae Lindemann 1928

Coolia monotis Meunier 1919

Ostreopsis lenticularis Fukuyo 1981

Ostreopsis siamensis Johs. Schmidt 1901

FAMILIA: Protoceratiaceae Lindemann 1928

Ceratocorys horrida Stein 1883

ORDEN: Gymnodiniales Apstein 1909

FAMILIA: Gymnodiniaceae Lankester 1885

Amphidinium longum Lohmann 1908

Amphidinium schroederi Schiller 1928

Gymnodinium sp. Stein 1878

Gymnodinium cinctum Kofoid & Swezy 1921

Gymnodinium gracile Bergh 1881
Gymnodinium lohmannii Paulsen 1908
Gyrodinium fusiforme Kofoed & Swezy 1921
Levanderina fissa (Levander) Moestrup *et al.*, 2014

ORDEN: Peridinales Haeckel 1894
FAMILIA: Kolkwitzellaceae Lindemann, 1928
Diplopsalis lenticula Bergh 1881

FAMILIA: Heterodiniaceae Lindemann, 1928
Heterodinium Kofoed, 1906

FAMILIA: Heterocapsaceae Fensome *et al.*, 1980
Heterocapsa triquetra (Ehrenberg) Stein 1883

FAMILIA: Protoperidiniaceae Balech 1988
Protoperidinium crassipes (Kofoed) Balech 1974
Protoperidinium depressum (Bailey) Balech 1974
Protoperidinium divergens (Ehrenberg) Balech 1974
Protoperidinium laticeps (Grøntved & Seidenfaden) Balech 1974
Protoperidinium oceanicum (Vanhöffen) Balech 1974
Protoperidinium ovatum Pouchet 1883
Protoperidinium pentagonum (Gran) Balech 1974
Protoperidinium rectum (Kofoed) Balech 1974

ORDEN: Prorocentrales Lemmermann 1910

FAMILIA: Prorocentraceae Stein 1883
Prorocentrum gracile Schütt 1895
Prorocentrum lima (Ehrenberg) Stein 1878
Prorocentrum micans Ehrenberg 1834

ORDEN: Pyrocystales Apstein 1909
FAMILIA: Pyrocystaceae (Schütt) Lemmermann 1899

Pyrocystis fusiformis Thomson en Murray 1876
Pyrocystis pseudonociluca Wyville-Thompson en Murray 1876

ORDEN: Thoracosphaerales Tangen 1982
FAMILIA: Thoracosphaeraceae Schiller 1930
Goniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899

Scrippsiella acuminata (Ehrenberg) Kretschmann *et al.*, 2015

CLASE: NOCTILUCOPHYCEAE Fensome *et al.*, 1993

ORDEN: Noctilucales Haeckel 1894

FAMILIA: Noctilucaceae Kent 1881
Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoed & Swezy 1921

FAMILIA: Protodiniaceae Kofoed & Swezy 1921

Pronociluca spinifera (Lohmann) Schiller 1932

EUGLENOFITAS

PHYLUM: EUGLENOZOA Cavalier-Smith 1981

CLASE: EUGLENOPHYCEAE Schoenichen en Eyferth & Schoenichen 1925

ORDEN: Euglenales Bütschli 1884
FAMILIA: Euglenaceae Dujardin 1841
Euglena sp. Ehrenberg 1830

FAMILIA: Phacaceae Kim, Triemer & Shin 2010
Phacus sp. Dujardin 1841

ORDEN: Eutreptiales Leedale 1967
FAMILIA: Eutreptiaceae Hollande 1942
Eutreptiella gymnastica Throndsen 1969

PHYLUM: OCHROPHYTA Cavalier-Smith en Cavalier-Smith & Chao 1996

CLASE: DICTYOCHOPHYCEAE Silva 1980

ORDEN: Dictyochales Haeckel 1894
FAMILIA: Dictyochaceae Lemmermann 1901
Dictyocha fibula Ehrenberg 1839

CLASE: RAPIDOPHYCEAE Chadeffaud ex Silva 1980

ORDEN: Chattonellales Throndsen 1993
FAMILIA: Chattonellaceae Throndsen 1993
Chattonella marina (Subrahmanyam) Hara & Chihara 1982

FAMILIA: Fibrocapsaceae Cavalier-Smith en Cavalier-Smith & Scoble 2013

Fibrocapsa japonica Toriumi & Takano 1973

CYANOBACTERIAS

PHYLUM: CYANOBACTERIA Stanier ex Cavalier-Smith 2002

CLASE: CYANOPHYCAEA Schaffner 1909

ORDEN: Nostocales Borzi 1914

FAMILIA: Nostocaceae Eichler 1886

Anabaena Bory de Saint-Vincent & Flahault 1886

FAMILIA: Rivulariaceae Bornet & Flahault 1886

Rivularia sp. Agardh ex Bornet & Flahault 1886

ORDEN: Oscillatoriales Schaffner 1922

FAMILIA: Microcoleaceae Strunecky *et al.*, 2013

Trichodesmium thiebautii Gomont ex Gomont 1890

FAMILIA: Oscillatoriaceae Engler 1898

Lyngbya sp. Agardh ex Gomont 1892

Oscillatoria sp. Vaucher ex Gomont 1892

ORDEN: Spirulinales Komárek *et al.*, 2014

FAMILIA: Spirulinaceae (Gomont) Hoffmann, Komárek & Kaenig Komárek *et al.*, 2014

Spirulina sp. Turpin ex Gomont 1892

Discusión de resultados

En esta zona del país, no se han realizado estudios sobre la estructura comunitaria del fitoplancton marino, por lo que esta investigación representa un aporte para el conocimiento de su biodiversidad, como parte de un estudio de línea base ambiental. Las microalgas planctónicas constituyen la base de la red trófica, sobre la cual, prosperan los demás elementos que la conforman, debido a que representan la puerta de entrada de la energía solar en el ecosistema pelágico y la base de su mantenimiento. Son fotosintéticos y los principales productores de biomasa y compuestos orgánicos en los océanos (Livingston, 2001).

En cuanto a la estructura comunitaria, la zona en estudio muestra gran heterogeneidad, debido a la presencia de especies oceánicas, tales como la dinoficea: *Ornithocercus* y bentónicas, como: *Diplopsalis*, *Ostreopsis*, *Pleurosigma* y *Odontella*, lo cual indica la ocurrencia de procesos de mezcla en la zona (Vila, Garces & Masó, 2001). Por otra parte, la presencia de las cianofitas: *Trichodesmium thiebautii*, *Lyngbya birgei*, *Oscillatoria*, *Rivularia* y *Spirulina*, así como las euglenofitas: *Euglena*, *Eutreptiella* y *Phacus*, las cuales, son indicadoras de grandes aportes de materia orgánica; evidencia una influencia de aguas de origen doméstico provenientes de las operaciones de la base militar que ahí se encuentra, sin embargo, la dinámica de las corrientes permitiría que estas aguas sean muy diluidas generando muy poco impacto ambiental.

Al comparar con otros estudios realizados en las islas oceánicas del mar Caribe, se consiguen riquezas similares, por ejemplo Pérez-Castresana, Villamizar, Varela y Fuentes, (2014) en su estudio realizado en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, ubicado en la zona central del mar Caribe Venezolano, identificaron 67 especies de 211 morfotipos observados, incluyendo diatomeas de los siguientes géneros: *Asterionella*, *Campylodiscus*, *Dictyoneis*, *Ditylum*, *Guinardia*, *Haslea*, *Isthmia*, *Leptocylindrus*, *Pseudo-nitzschia*, *Skeletonema*, *Striatella*, *Thalassiosira*, *Trapidoneis* y *Triceratium*; los dinoflagelados: *Ceratocoris*, *Diplopsalis*, *Gonyodoma* y *Scripsiella* y las cianobacterias; *Lyngbya* y *Trichodesmium*.

Margalef (1969) en su estudio del ecosistema pelágico del NE de Venezuela registró 300 especies fitoplanctónicas, y menciona que con el aporte de otros autores y la información publicada de otras zonas del Caribe, no menos de 450 especies podrían ser encontradas. Actualmente existen trabajos sobre los principales grupos de fitoplancton que citan un mayor número de taxa para el mar Caribe. Para el área del Caribe colombiano se han registrado 523 taxón, identificados en varios estudios

a lo largo de la costa, de los cuales 337 taxón corresponden a diatomeas y 186 taxa a dinoflagelados (Lozano-Duque *et al.*, 2010).

Navarro y Hernández-Becerril (1997), con base en una revisión de literatura disponible para el área total del mar Caribe, encontraron 1,083 taxa de diatomeas marinas, 305 taxa pertenecientes a diatomeas centrales y 778 taxa pertenecientes a diatomeas pennales. El número de especies de microalgas planctónicas en el presente estudio es muy bajo en comparación a los citados anteriormente, sin embargo, hay que considerar que Isla de Aves corresponde a una isla coralina alejada de la plataforma continental y que el resto de los estudios incluye zonas productivas por la ocurrencia de surgencia costera y zonas costeras que incluyen ciénagas, lagunas y descargas de ríos al mar.

En general, el fitoplancton estuvo representado por las diatomeas, tanto en número de especies como en abundancia, que en general, suelen ser el grupo más abundante de la comunidad fitoplanctónica, especialmente en áreas costeras, debido a su capacidad de asimilación rápida de nutrientes y su alta tasa reproductiva, lo cual les da el calificativo de especies oportunistas (Triantafyllou *et al.*, 2001; Cetin & Sen, 2004).

Entre las diatomeas más relevantes en el estudio, se encontraron *Asteroplanus karianus*, *Coscinodiscus perforatus*, *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus minimus*, *Nitzschia sp.*, *Leptocylindrus danicus*, *Asterionella gracilis*, *Chaetoceros dydimus* y *Haslea waiwrikan*, las cuales, son especies costeras indicadoras de aguas turbulentas (Margalef, 1965). En cuanto a la diatomea *Skeletonema costatum*, su presencia en la zona este del mar Caribe indica la influencia de aguas del río Amazonas, por lo que *S. costatum* se asocia a aguas salobres por el aporte de grandes ríos (Ferguson-Wood, 1968). Además de las especies netamente planctónicas, se detectaron especies bentónicas, las cuales sugieren la ocurrencia de fenómenos de mezcla de la columna de agua,

que ejercen un intercambio fuerte de especies bentónicas y pelágicas (Lucas, Vidal & Navas, 2001).

En este mismo orden de ideas, Spiniello (1996) señala que el grupo Chrysophyceas a nivel nacional, presenta una riqueza de 385 especies y 25 variedades agrupadas en 99 géneros, de los cuales *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Navicula sp.* y *Nitzschia sp.*, reúnen a más del 35% de las especies, tal como se observa en los resultados obtenidos en este estudio. Por su parte, el género *Nitzschia* crece en ambientes ricos en nutrientes y son capaces de modificar estas condiciones para hacerlo apropiado para el desarrollo de otros representantes del fitoplancton (Barber & Ryther, 1969).

Asimismo, los géneros: *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Nitzschia* y *Rhizosolenia*, son oportunistas y por lo tanto, indicadoras de las primeras etapas de una sucesión ecológica, y el género *Asterionellopsis*, acompañado de altas densidades de dinoflagelados y cianofitas puede indicar un ambiente con altas concentraciones de nutrientes, pero sin condiciones de eutrofización, característico de aguas afloradas (Margalef, 1969; Bellinger & Sigee, 2010).

Los dinoflagelados constituyen el segundo grupo más representativo en cuanto a riqueza. Estos, representan solo un porcentaje del total del número de organismos donde dominan las diatomeas, a pesar de ser organismos ventajosos respecto a estas, ya que presentan una movilidad que le permite realizar desplazamientos para la búsqueda de nutrientes y áreas con intensidad de luz óptima (Lindenschmidt & Chorus, 1998).

En cuanto a la presencia de la cianobacteria *Trichodesmium thiebautii*, este grupo ha sido asociado a fenómenos de eutrofización, debido a su capacidad de sobrevivir en cuerpos de agua con altos niveles de materia orgánica. Aunque esta especie suele ser característica de regiones oligotróficas y un productor primario importante en el océano Atlántico tropical (Staal, Meysman, & Stal, 2003). En general, las cianobacterias han sido usadas como

indicadoras de calidad de agua, específicamente de entradas de nutrientes, eutrofización y diferentes formas de contaminación (Paerl & Tucker, 1995). A pesar que la zona presenta poca intervención humana, se considera muy productiva debido a los productos fecales de las aves que ahí habitan, los cuales contribuyen a un incremento en las concentraciones de nutrientes como el fósforo.

En cuanto a la abundancia fitoplanctónica, se obtuvo una densidad más de 40 veces por debajo de los 65,000 células/litro, establecidos para catalogar aguas oligotróficas. De hecho, las densidades estimadas en este estudio están 10 veces por debajo de la obtenida por Pérez-Castresana *et al.* (2014), en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, y en el mismo orden de magnitud, estimado en la zona de Palanquines en la Isla La Tortuga (Rodríguez-Centeno, Díaz-Ramos, Charzeddine, Subero-Pino & Troccoli-Ghinaglia, 2010), lo cual establece un indicador local para las islas oceánicas del mar Caribe venezolano, que se caracterizan por presentar aguas oligotróficas, propias de ecosistemas coralinos.

Asimismo, Marshal y Solder (1982) indicaron que a partir de los estudios hechos por el crucero Oregón en el mar Caribe, se obtuvo densidades medias del fitoplancton en las estaciones del este de 13,382 células/litro, 2,015 cél/l en la zona este central, 1,205 cél/l en la zona oeste central y 1,026 cél/l en las estaciones ubicadas al oeste, lo cual coincide con lo encontrado en este estudio.

En general, la zona marina y costera de Isla de Aves se caracteriza por una comunidad fitoplanctónica diversa, característica de aguas turbulentas, pero para entender mejor estos procesos es necesario el estudio de las condiciones fisicoquímicas del medio y su interrelación con la comunidad planctónica, por lo que se recomienda hacer este tipo de estudios en otras épocas del año, en la que ocurren procesos meteorológicos distintos, tales como tormentas y huracanes, los cuales cambian

las condiciones fisicoquímicas del agua y por ende de sus comunidades biológicas.

Agradecimientos

Los autores ofrecen un agradecimiento especial al personal de la Base Científico Naval Simón Bolívar, por toda la colaboración brindada durante la ejecución de las campañas científicas, así como al Servicio de Hidrografía y Navegación (SHN), la Cancillería de la República Bolivariana de Venezuela y el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo; por la organización de las campañas científicas y el apoyo logístico para la participación de las universidades e instituciones de investigación del país.

Referencias bibliográficas

- Al-Yamani, F. & Saburova, M. (2011). *Illustrated guide on the benthic diatoms of Kuwait's Marine Environment*. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research.
- Arrigo, K., Robinson, D., Worthen, D., Dunbar, R., Dittullio, G., Vanwoert, M. & Lizotte, M. (1999). Phytoplankton community structure and the drawdown of nutrients and CO₂ in the Southern Ocean. *Science*, 283: 365 - 367. doi: 10.1126/science.283.5400.365.
- Balech, E. (1988). *Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publicaciones del Instituto Español de Oceanografía*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica.
- Barber, R. & Ryther, J. (1969). Organic chelators: factors affecting primary production in the Cromwell current upwelling. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 3: 191 - 199. doi: 10.1016/0022-0981(69)90017-3.
- Bellinger, E. & Sigee, D. (2010). *Freshwater algae*. Oxford: Wiley-Blackwell.

- Berárd-Therriault, L., Poulin, M. & Bossé, L. (1999). *Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuaire et du Golfe de Saint-Laurent. Incluant également certains protozoaires*. Ottawa: Conseil National de Recherches du Canada.
- Cetin, M. & Sen, M. (2004). Seasonal distribution of phytoplankton in Orduzu Dam Lake (Malatya, Turkey). *Turk Journal Botanical* 28: 279-285. doi: 10.1.1.685.9868.
- Chretiennot-Dinet, M., Sournia, A., Ricard, M. & Billard, C. (1993). A classification of the marine phytoplankton of the world from class to genus. *Phycologia* 32 (3): 159-179. doi: 10.2216/i0031-8884-32-3-159.1.
- Cupp, E. (1943). Marine plankton diatoms of the West Coast of North America. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California. 5(1), 1-238. Recuperado de <http://aquaparadox.obs-vlfr.fr/html/PFD/Taxonomic%20Monographs/Cupp1973.pdf>
- Ferguson, J. (1968). Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas. University of Miami Press. Florida.
- Ferguson-Wood, E. (1968). Studies of phytoplankton ecology in tropical and subtropical environments of the Atlantic Ocean. Part 3. Phytoplankton communities in the Providence channels and the Tongue of the Ocean. *Bulletin of Marine Science* 18 (2): 481-543.
- Gruber, W. (2003). Isla de Aves. (Trabajo de Ascenso). Universidad Central de Venezuela, Venezuela.
- Guada, H. & Solé, G. (2000). Plan de Acción para la Recuperación de las Tortugas Marinas de Venezuela. Suárez, A. (ed.). (Informe Técnico del PAC No. 39). UNEP, Caribbean EnvirometProgramme, Kingston, Jamaica.
- Guiry, M. & Guiry, G. (2018). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Recuperado de <http://www.algae-base.org>.
- Hammer, O., Harper, D. & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4 (1), 9. doi: 10.1.1.459.1289.
- Hubschmannat *et al.*, (1988). *Isla de Aves, Bastión venezolano en el mar Caribe*. Caracas: Dirección de Geografía y Cartografía Militar, Ministerio de la Defensa.
- Lindenschmidt, K. & Chorus, I. (1998). The effects of water column mixing on phytoplankton succession, diversity and similarity. *Journal of Plankton Research* 20(10): 1927-1951. doi: 10.1093/plankt/20.10.1927.
- Livingston, R. (2001). *Eutrophication processes in coastal systems: origin and succession of plankton blooms and effects on secondary production in Gulf Coast Estuaries*. Center for Aquatic Research and Resource Management. Press. Florida: Florida State University, CRC Press.
- Lozano-Duque, Y., Vidal, L. & Navas, G. (2010). La comunidad fitoplanctónica en el mar Caribe colombiano. En: INVEMAR (eds.). 2010. *Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano*. Santa María: Serie de Publicaciones Especiales, Invemar.
- Lucas, C., Banham, C. & Holligan, P. (2001). Benthic-pelagic exchange of microalgae at a tidal flat. 2. Taxonomic analysis. *Marine Ecology* 212: 39-52. doi: 10.3354/meps212039.
- Luz, B. & Barkan, E. (2000). Assessment of Oceanic productivity with the triple-isotope composition of dissolved oxygen. *Science* 288: 2028-2031. doi: 10.1126/science.288.5473.2028.
- Margalef, R. (1965). Composición y distribución del fitoplancton. *Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 25 (70-72): 141 - 205.

- Margalef, R. (1969). El ecosistema pelágico del mar Caribe. *Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 29(82): 5 - 36.
- Marshall, H. & Solder, J. (1982). Pelagic phytoplankton of the Caribbean Sea. *Bulletin of Marine Science* 32: 354 - 365.
- Navarro, J. & Hernández-Becerril, D. (1997). *Listados Florísticos de México. XV. Check-list of Marine Diatoms from the Caribbean Sea*. Ciudad de México: UNAM, Instituto de Biología.
- Paerl, H. & Tucker, C. (1995). Ecology of blue-green algae in acuacultura ponds. *Journal of the World Aquaculture Society* 26(2): 109-131. doi: 10.1111/j.1749-7345.1995.tb00235.x.
- Peragallo, M. (1965). *Diatomés marines du France*. Amsterdam: A Asher Co.
- Pérez-Castresana, G., Villamizar, E., Varela, R. & Fuentes, Y. (2014). Descripción preliminar del fitoplancton en seis arrecifes coralinos del parque nacional Archipiélago de Los Roques. *Acta Biológica Venezuelica* 34(2): 293-309.
- Rodríguez-Centeno, M., Díaz-Ramos, J., Charzeddine, L., Subero-Pino, S. & Troccoli-Ghinaglia, L. (2010). Abundancia del fitoplancton en la isla la Tortuga, Dependencia Federal, Venezuela. *Boletín do Instituto Oceanográfico* 49 (1): 77-86.
- Round, F., Crawford, R. & Mann, D. (1990). *The Diatoms, Biology & Morphology of the Genera*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Saunders, R. & Glenn, E. (1969). *Diatoms. Memoirs of the Hourglass Cruises. Vol X*. Florida: Department of Natural Resources Marine Research Laboratory. St. Petersburg.
- Siqueiros, D., Valenzuela, A., Hernández, O., Argumedo, U. & López, F. (2004). Catálogo iconográfico de diatomeas de hábitats rocosos y su incidencia en la dieta de abulones (*Halotis spp.*) jóvenes de Baja California Sur, *Oceánides* 19 (2): 29-103.
- Siqueiros, D. & Hernández, O. (2006). Floristics of epiphytic diatoms in a patch of subtropical macroalgae. *CICIRMAROceánides* 21(1,2): 11-61.
- Soler, A., Pérez, M. & Aguilar, E. (2003). Diatomeas de las costas del pacífico en Panamá. Agenda del Centenario. Universidad de Panamá-Vicerectoría de Investigación y Postgrado. Panamá
- Sournia, A. (1986). *Atlas du phytoplankton marin. Vol 1*. París: Centre National de la Recherche Scientifique.
- Spiniello, P. (1996). Las diatomeas marino-costeras de Venezuela. *Caribbean Journal of Science* 32 (4): 331-347.
- Staal, M., Meysman, F. & Stal, L. 2003. Temperature excludes N₂-fixing heterocystous cyanobacteria in the tropical oceans. *Nature* 425: 504-507. doi: 10.1038/nature01999.
- Tomas, C. (1996). *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. New York: Academic Press.
- Triantafyllou, G., Petihakis, G., Dounas, C. & Athanasios, T. (2001). Assessing marine ecosystem response to nutrient inputs. *Marine Pollution Bulletin* 43(7-12): 175-186. doi: 10.1016/S0025-326X(01)00071-6.
- Troccoli, L. (2001). *Cambios estructurales del fitoplancton costero tropical en una zona cárstica: Perspectivas en escala espacial*. (Tesis de doctorado). Centro Nacional y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida. Yucatán, México.
- Vila, M., Garces, E. & Masó, M. (2001). Potentially toxic epiphytic dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. *Aquatic Microbial Ecology* 26: 51-60. doi: 10.3354/ame026051.

Yamaji, I. (1996). *Illustration of the marine plankton of Japan*. Osaka: Hoikusha Publishers.

Yilmaz, N., Yardimci, C., Elhag, M. & Dumitrache, C. (2018). Phytoplankton Composition and Water Quality of Kamil Abdu,s Lagoon (Tuzla Lake), Istanbul-Turkey. *Water* 10(5), 603doi: 10.3390/w10050603.

Yranzo, A., Villamizar, E., Romero, M. & Boadas, H. (2014). Estructura de las comunidades de corales y octocorales de Isla de Aves, Venezuela, Caribe Nororiental. *Revista de Biología Tropical* 62(3): 115-136. doi: 10.15517/rbt.v62i0.15907.