

**ARTICULO ORIGINAL****MACROALGAS EPIZOICAS EN OCTOCORALES EN EL LITORAL DE LA HABANA, CUBA**

Epizoic macroalgae in octocorals at the coastline of Havana, Cuba

Yusimí Alfonso Sánchez^{1*}, Néstor Rey-Villiers² y Beatriz Martínez-Daranas³

¹ Acuario Nacional de Cuba,
Ave 1ra, No. 4608, entre
46 y 60, Playa, CP 11300,
La Habana, Cuba.

² Centro Interdisciplinario
de Ciencias Marinas
del Instituto Politécnico
Nacional, La Paz, B.C.S.,
México.

³ Centro de Investigaciones
Marinas, Universidad de
La Habana, calle 16, No.
114, Playa, CP 11300, La
Habana, Cuba

* Autor para correspondencia:
yusimia@acuarionacional.cu

Recibido: 18-03-2020

Aceptado: 09-08-2020

RESUMEN

Existe un vacío de conocimiento acerca de las macroalgas que crecen sobre octocorales por lo que se identificaron las mismas en arrecifes frontales cercanos a cuencas fluviales contaminadas del litoral de la Habana, Cuba. Se realizó un muestreo en cada estación entre septiembre del 2008 y enero del 2009 utilizando un marco cuadrado de 1 m de lado. Los marcos se ubicaron sobre el sustrato coralino-rocoso a 10 m de profundidad mediante un diseño aleatorio-sistemático. Se seleccionaron cinco sitios: un sitio impactado por las descargas de la Bahía de La Habana (AM), tres por los vertimientos del río Quibú (ES, CH, IDO) y un sitio poco impactado en el Bajo de Santa Ana (BSA). Se encontraron 59 especies de macroalgas sobre 13 especies de octocorales. Las epizoicas más abundantes fueron *Amphiroa fragilissima*, *Jania adhaerens* y *Polysiphonia* sp. Los octocorales que presentaron mayor cantidad de macroalgas epizoicas fueron *Pterogorgia citrina*, *Eunicea flexuosa* y *Antilllogorgia americana*. La mayor riqueza de epizoicas se detectó en AM y la menor en BSA. El análisis del escalado multidimensional no métrico (nmMDS) mostró variaciones espaciales en la composición y abundancia de epizoicas, donde BSA y AM quedan opuestas, mientras que el resto de las estaciones son más semejantes a AM que a BSA a pesar de las distancias geográficas. Las descargas provenientes de la Bahía de La Habana y del Río Quibú parecen determinar las diferencias en la riqueza y distribución de macroalgas epizoicas en el litoral de La Habana.

PALABRAS CLAVE: epizoismo, gorgonias, contaminación, arrecifes frontales, Cuba

ABSTRACT

There is little scientific information about the epizoic macroalgae that grow on octocorals, which is why they were identified in fore reefs near contaminated river basins off the coast of Havana, Cuba. A sampling was carried out in each station between September 2008 and January 2009 with a quadrat of 1 m side. The quadrats were positioned on the coral-rocky substrate at 10 m depth through a random-systematic design. Five sites were selected: a site impacted by the discharges of the Bay of Havana (AM), three by the dumping of the Quibú River (ES, CH, IDO) and a site with little impact on the Bajo de Santa Ana (BSA). 59 species of epizoic macroalgae were found on 13 species of octocorals. The most abundant species of macroalgae were *Amphiroa fragilissima*, *Jania adhaerens* and *Polysiphonia* sp. The octocorals with the highest level of epizooism were *Pterogorgia citrina*, *Eunicea flexuosa* and *Antilllogorgia americana*. The highest epizoic richness was detected in AM and the lowest in BSA. The analysis of the non-metric multidimensional scaling (nmMDS) showed spatial variations in the composition and abundance of epizoic, where BSA and AM are opposed, while the rest of sites are more similar to AM than to BSA, despite the geographic distances. The discharges from the Bay of Havana and the Quibú River seem to determine the differences in the richness and distribution of epizoic macroalgae on the Havana coastline.

KEY WORDS: epizoism, gorgonians, pollution, fore reefs, Cuba

INTRODUCCIÓN

Las algas son capaces de colonizar casi cualquier medio, pero la mayoría son estrictamente acuáticas. Las que viven adheridas a un substrato en un medio acuático, forman parte del bentos y pueden fijarse sobre rocas (epilíticas), sobre fangos (epipélicas), plantas (epífitas) o animales (epizoicas) (Gallardo, 2015; Graham *et al.*, 2016).

El epizoismo le ofrece a las macroalgas diversas ventajas, ya que al adherirse a

otros organismos perennes, tienen el tiempo suficiente para completar su ciclo de vida. Además, les proporciona una adecuada luminosidad, espacio, refugio y alimento (Ortuño-Aguirre y Riosmena-Rodríguez, 2007). Existen registros de macroalgas epizoicas sobre grandes pelágicos (Báez *et al.*, 2003; Violante-Huerta, 2018) y tortugas marinas (Senties *et al.*, 1999; Báez *et al.*, 2001; Báez *et al.*, 2002; Loza, 2011).

En 1981 ocurrió un evento de mortalidad masiva de octocorales en particular *Gorgonia ventalina* Linnaeus, 1758 en el Caribe (Morse *et al.*, 1981; Laydoo, 1983). Uno de los factores bióticos asociados con la mortalidad masiva pudo ser el crecimiento de macroalgas sobre las colonias de octocorales (tumor algal), que puede provocar necrosis y erosión de su esqueleto (Laydoo, 1983). Este autor plantea que la base de las colonias es comúnmente el área que está expuesta para la rápida colonización de especies epibióticas, particularmente el alga *Bryopsis* sp. la cual eventualmente se dispersa sobre la colonia entera.

La proliferación de macroalgas filamentosas (principalmente del género *Bryopsis*) y foliosas (género *Dictyota*) en octocorales fueron las principales afectaciones en los arrecifes de la región noroccidental de Cuba (Varona, 2000). Otros autores corroboran estos datos (Varona *et al.*, 2005; Rey-Villiers, 2009), pero no se realizaron inventarios de las especies de macroalgas epizoicas. También se ha encontrado un fuerte sobrecrecimiento de macroalgas sobre el coral blando *Lobophytum pauciflorum* (Ehrenberg, 1834), principalmente por *Gayliella flaccida* (Harvey ex Kützing) T.O. Cho & L.J. McIvor y *Ulva* sp. (Coll *et al.*, 1987).

El incremento de macroalgas está relacionado con múltiples factores, entre los

cuales se destaca, por su repercusión sobre todos los niveles de organización biológica, el asociado al aumento en los niveles de nutrientes en la columna de agua (McField & Kramer, 2007; Duran *et al.*, 2018; Rey-Villiers *et al.*, 2020 a, b). Los patrones de distribución de macroalgas epífitas están bien documentados en las regiones no tropicales y tropicales (Jover *et al.*, 2020). No obstante, existe poca información sobre las macroalgas epizoicas sobre octocorales. El objetivo de este trabajo es identificar las macroalgas epizoicas que crecen sobre los octocorales que habitan en arrecifes frontales cercanos a cuencas fluviales contaminadas en el litoral de la Habana, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

El área de trabajo abarca un sector del arrecife frontal de La Habana a 10 m de profundidad. Hacia el este, el límite fue el Parque Antonio Maceo (estación AM: 23° 8'34. 40" N, 82° 22'13. 15" W) ubicado en la Caleta de San Lázaro. El Bajo de Santa Ana (estación BSA: 23° 4'27. 05"N, 82° 31'35. 05"W) fue el límite hacia el oeste, antecedido del Reparto Flores con tres estaciones: Emisario Submarino de la calle 180 (estación ES: 23° 5'51. 53" N, 82°28'4. 15" W), Instituto de Oceanología (estación IdO: 23° 5'51. 74" N, 82° 28'16. 82" W) y Club Habana (estación CH: 23° 5'52. 30"N, 82° 28'35. 22"W) (Fig. 1).

En esta zona del litoral existen diferencias relacionadas con las condiciones de calidad del agua resultantes de las descargas de contaminantes de la Bahía de La Habana y los ríos Almendares y Quibú (Fig. 1). Estas descargas se transportan hacia el oeste y el este (Aguilar *et al.*, 2004), generando un gradiente de calidad del agua en ambas direcciones, lo que

se evidencia a través de diversos indicadores biológicos, microbiológicos y químicos (Duran *et al.*, 2018; Rey-Villiers *et al.*, 2020 a, b). Los sitios más afectados por las descargas de aguas residuales urbanas e industriales son AM (cerca de la Bahía de La Habana), y ES (cerca del río Quibú). El sitio menos afectado es BSA, ya que está ubicado lejos de estas cuencas y del desarrollo urbano e industrial en la ciudad de La Habana (Rey-Villiers *et al.*, 2020 a, b). Según Delgado (2007) esta zona es considerada como una de las menos contaminadas en todo el litoral habanero, por lo que fue utilizada en nuestro estudio con fines comparativos.

En la Caleta de San Lázaro (frente al Parque Antonio Maceo) el arrecife está caracterizado por una explanada abrasiva que con inclinación variable se inicia en el borde litoral a 1 m de profundidad y va aumentando paulatinamente en profundidad hasta sufrir entre los 10 y 12 m un cambio brusco de pendiente para dar lugar a un escarpe o veril, el cual se sitúa a 100 m de la línea costera. En esta explanada se desarrolla una densa capa de *Dictyopteris* sp., aunque también se observa en gran cantidad *Galaxaura* sp. y *Sargassum* sp. que dejan muy poco sustrato para la fijación de plánulas de corales y octocorales. Apenas existe espacio para la sujeción de las esponjas y se observa muy poca cantidad de *Diadema antillarum* Philippi, 1845. En esta explanada la única especie de octocoral asentada fue *Pterogorgia citrina* Esper, 1792 la que en el veril es la especie dominante; aunque aparecen otras especies de este género y algunas de corales pétreos como *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 (Rey-Villiers, 2009).

En las estaciones ubicadas en el Reparto Flores (ES, IdO, CH), existe un gradiente



Fig. 1. Localización de las estaciones de muestreo en el litoral de La Habana. Parque Antonio Maceo (AM), emisario submarino (ES).

de contaminación generado por un emisario submarino y el contaminado río Quibú (Rey-Villiers *et al.*, 2020 a, b). La estrechez de la plataforma y la hidrodinámica en la zona costera de La Habana, favorecen el intercambio con agua oceánica, sobre todo, durante la ocurrencia de marejadas

provocadas por la entrada de frentes fríos, lo que facilita la dilución de los contaminantes (GEOCUBA, 1998; García y Rodas, 1999).

La pendiente profunda de este arrecife frontal (canto de golfo) se encuentra aproximadamente a 1 km de distancia de la

costa. A lo largo de los primeros 100 m, la profundidad no sobrepasa los 3 m. Cerca de la costa el fondo es arenoso-fangoso con parches de pastos marinos de *Thalassia testudinum* K. D. Koenig mezclada con *Syringodium filiforme* Kützing. En esta zona aparecen octocorales de pequeña talla del género *Pterogorgia*. A continuación, la profundidad disminuye de 1-1.5 m por la presencia de una cresta rocosa paralela a la costa con un ancho variable (entre 25 y 50 m), que actúa como rompiente de olas y sobre la cual crecen algunas colonias de *Acropora palmata* (Lamarck, 1816) y *Millepora complanata* Lamarck, 1816. A partir de esta cresta, la profundidad aumenta hasta los 10 m en una pendiente abrasiva muy leve en un tramo de 300 m con presencia de corales y octocorales que aumentan en número al incrementarse la profundidad. A los 10 m el fondo es rocoso irregular con escaso relieve y con una delgada capa de sedimento depositado. Aquí predominan los octocorales, existen pocos corales pétreos y abundan las macroalgas (Rey-Villiers, 2009).

La estación de muestreo en el Bajo de Santa Ana se encuentra aproximadamente a 1 km al este de la desembocadura del río Santa Ana y se localiza en el borde superior del escarpe de la terraza (veril). La explanada abrasiva se inicia en el borde del litoral a 1 m de profundidad y termina en un veril cuya profundidad en el borde superior es de 10 m y en el inferior, de 15 m. Esta explanada presenta numerosas oquedades y está poblada de esponjas, corales pétreos y octocorales que aumentan en número con el incremento de la profundidad y en los 5 m predominan las algas *Turbinaria tricostata* E.S. Barton y *Sargassum* sp. A esta misma profundidad abundan las especies *Gorgonia* sp. y *P. citrina*.

MÉTODOS DE MUESTREO

Se realizó un muestreo en cada estación entre el 19 de septiembre del 2008 y el 28 de enero del 2009 mediante equipo de buceo autónomo (SCUBA). En cada ocasión, se emplearon dos métodos de muestreo para los octocorales, el del marco cuadrado de un metro de lado modificado a partir de Weinberg, (1981) y el de conteo en barrido isobático (Herrera y Alcolado, 1983). El posicionamiento del marco se realizó mediante un diseño aleatorio-sistématico para tratar de representar lo mejor posible las características generales de cada sitio. Se empleó como guía una cinta métrica de 30 m de longitud que fue extendida paralela a la costa a 10 m de profundidad. En cada decena de metros, se escogió un punto al azar que sirvió como punto de partida en un recorrido de 10 m perpendicular a la cinta, en el cual se seleccionaron tres puntos al azar donde se posicionó el marco.

A causa del tiempo de buceo disponible, se necesitaron entre cuatro y cinco inmersiones en dependencia de la estación de muestreo para poder alcanzar el mayor número de colonias posibles. Se muestrearon tantas posiciones del marco como fue necesario para completar un mínimo de 250 colonias considerado como representativo para comunidades de octocorales (Herrera y Alcolado, 1986 a; 1986 b).

Se trató de identificar cada colonia *in situ* hasta el nivel taxonómico más bajo posible y en caso de no poder hacerlo, a éstas se les extrajo un fragmento que se guardó en bolsas de polietileno numeradas en correspondencia con cada marco y se conservaron en formalina del 3-4%. Para la identificación y clasificación de los octocorales se empleó Bayer (1961) y Sánchez y Wirshing, (2005). La lista se ordenó según los criterios de WoRMS (2020), con

las adecuaciones propuestas por Williams y Chen (2012) para especies antiguamente asignadas al género *Pseudopterogorgia*.

Para el conteo de las macroalgas epizoicas se cortó con tijeras de acero inoxidable el fragmento del octocoral donde éstas se encontraron. Para la identificación, estas porciones se fijaron con formaldehído al 5% y se guardaron en bolsas de polietileno numeradas en correspondencia con cada marco. Las macroalgas se separaron bajo el microscopio estereoscópico para ser clasificadas por medio del microscopio biológico. La clasificación se llevó hasta el nivel taxonómico inferior que fue posible con la ayuda de claves y esquemas de varios autores (Taylor 1960; Littler & Littler, 2000; Littler *et al.*, 2008). Para la clasificación y ordenamiento taxonómico se siguieron los criterios de Guiry & Guiry (2020).

Las macroalgas, una vez identificadas, fueron separadas por grupos morfofuncionales (GMF) según el criterio de Littler & littler (1984) para el análisis de la composición por especies. Se analizaron seis grupos: algas filamentosas, foliáceas, calcáreas, corticadas, correosas y costrosas.

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS

ESTADÍSTICOS

Se confecionó una lista de macroalgas epizoicas para cada especie de octocoral. A partir de los valores de presencia-ausencia de cada especie de epizoica en cada unidad muestral (250 colonias de octocoral), se realizaron las curvas acumuladas de número de especies de epizoicas contra el número de colonias de octocoral acumuladas en cada sitio con 999 permutaciones de las muestras con el programa PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006).

Se elaboró una tabla en una hoja de cálculo en MS Excel 2010 con las especies de macroalgas epizoicas (separadas por GMF) por cada estación de muestreo, para el análisis de la composición por especies de macroalgas por especies de octocoral.

Para explorar la variación espacial en la composición y abundancia relativa de epizoicas (porcentaje de abundancia de epizoicas con respecto al total en cada sitio) se realizó un análisis multivariado, mediante el Escalado Multidimensional no Métrico (nmMDS) utilizando el coeficiente de Similitud de Bray-Curtis. Se le aplicó a la matriz de composición cuantitativa (%) de cada especie por estación, sin transformar. Los cálculos y gráficos se realizaron mediante el programa PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006).

RESULTADOS

En total, fueron identificados 59 taxones de macroalgas epizoicas. De ellos, 41 son Rhodophyta, 10 Ochrophyta y ocho Chlorophyta (Tabla 1) y se distribuyen en 13 órdenes, 24 familias y 37 géneros, lo que representa un 10,2 % aproximadamente del total de especies consignadas para Cuba. El orden mejor representado fue Ceramiales con 22 especies. Las especies *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, *Jania adhaerens* J. V. Lamouroux y *Polysiphonia* sp estuvieron presentes en todas las estaciones.

Lista taxonómica de especies de macroalgas epizoicas. Entre paréntesis, el grupo morfo-funcional en que fueron incluidas (FIL: algas filamentosas; FOL: foliáceas; CAL: calcáreas; CORT: corticadas; CORR: correosas y COST: costrosas). * Especies que no han sido clasificadas como epizoicas.

Phylum Rhodophyta**Subphylum Eurhodophytina****Clase Floridophycidae****Subclase Corallinophycidae****Orden Corallinales****Familia Corallinaceae****Subfamilia Corallinoideae**1. *Jania adhaerens* J. V. Lamouroux (**CAL**)2. *J. capillacea* Harvey (**CAL**)3. *J. cubensis* Montagne ex Kützing (**CAL**)4. *J. pumila* J. V. Lamouroux (**CAL**)*5. *J. rubens* (Linnaeus) J. V. Lamouroux (**CAL**)**Familia Lithophyllaceae****Subfamilia Lithophyoideae**6. *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J. V. Lamouroux (**CAL**)**Subclase Nemaliophyceae****Orden Acrochaetales****Familia Acrochaetiaceae**7. *Acrochaetium savianum* (Meneghini) Nägeli (**FIL**)*8. *Acrochaetium* sp. (**FIL**)***Subclase Rhodymeniophycidae****Orden Ceramiales****Familia Callithamniaceae****Subfamilia Callithamnioideae**9. *Aglaothamnion cordatum* (Børgesen) G. Feldmann-Mazoyer (**FIL**)*10. *A. herveyi* (M. Howe) Aponte, D.L. Ballantine & J.N. Norris (**FIL**)***Familia Ceramiaceae****Subfamilia Ceramioideae**11. *Ceramium brevizonatum* H. E. Petersen (**FIL**)*12. *C. brevizonatum* var *caraibicum* H.E. Petersen & Børgesen (**FIL**)*13. *C. cruciatum* Collins & Hervey (**FIL**)*14. *C. nitens* (C. Agardh) J. Agardh (**FIL**)*15. *Gayliella flaccida* (Harvey ex Kützing) T. O. Cho & L.J. McIvor (**FIL**)***Familia Delesseriaceae**16. *Dasya rigidula* (Kützing) Ardissono (**CORT**)*17. *Heterosiphonia crispella* (C. Agardh) M.J. Wynne (**FIL**)***Subfamilia Nitophylloideae**18. *Martensia pavonia* (J. Agardh) J. Agardh (**FOL**)***Familia Rhodomelaceae**19. *Acanthophora spicifera* (M. Vahl) Børgesen (**CORT**)*20. *Digenea cf simplex* (Wulfen) C. Agardh (**CORT**)21. *Herposiphonia parca* Setchell (**FIL**)*22. *H. tenella* (C. Agardh) Ambronn (**FIL**)*

23. *Kapraunia schneideri* (Stuercke & Freshwater) A. M. Savoie & G. W. Saunders (**FIL**)*
 24. *Melanothamnus ferulaceus* (Suhr ex J. Agardh) Díaz-Tapia & Maggs (**FIL**)*
 25. *M. gorgoniae* (Harvey) Díaz-Tapia & Maggs (**FIL**)*
 26. *M. sphaerocarpus* (Børgesen) Díaz-Tapia & Maggs (**FIL**)
 27. *Polysiphonia* sp (**FIL**)
 28. *Yuzurua poiteaui* (J. V. Lamouroux) Martin-Lescanne (**CORT**)
Familia Wrangeliaceae
 29. *Griffithsia globulifera* Harvey ex Kützing (**FIL**)
 30. *Pleonosporium flexuosum* (C. Agardh) Bornet (**FIL**)*
Orden Gelidiales
Familia Pterocladiaceae
 31. *Pterocladiella sanctarum* (J. Feldmann & G. Hamel) Santelices (**CORT**)*
Orden Gigartinales
Familia Cystocloniaceae
 32. *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützing (**CORT**)
Orden Halymeniales
Familia Halymeniaceae
 33. *Cryptonemia crenulata* (J. Agardh) J. Agardh (**CORT**)*
Subclase Rhodymeniophycidae
 Orden Peyssonneliales
 Familia Peyssonneliaceae
 34. *Peyssonnelia* sp. (**COST**)*
Orden Rhodymeniales
Familia Rhodymeniaceae
 35. *Botryocladia pyriformis* (Børgesen) Kylin (**FIL**)*
 36. *Botryocladia* sp. (**FIL**)*
Familia Champiaceae
 37. *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey (**FIL**)*
 38. *C. parvula* var. *postrata* L. G. Williams (**FIL**)*
Familia Lomentariaceae
 39. *Ceratodictyon intricatum* (C. Agardh) R.E. Norris (**CORT**)*
 40. *C. planicaule* (W.R. Taylor) M.J. Wynne (**CORT**)*
 41. *Hooperia divaricata* (Durant) M.J. Wynne, C. W. Schneider & G. W. Saunders (**CORT**)*
Phylum Ochrophyta
Clase Phaeophyceae
Subclase Dictyophycidae
Orden Dictyotales
Familia Dictyotaceae
 42. *Canistrocarpus crispatus* (J.V. Lamouroux) De Paula & De Clerck (**FOL**)*
 43. *Dictyopteris delicatula* J. V. Lamouroux (**FOL**)
 44. *D. jamaicensis* W. R. Taylor (**FOL**)*
 45. *Dictyota ciliolata* Sonder ex Kützing (**FOL**)

46. *D. pinnatifida* Kützing (**FOL**)
47. *D. pulchella* Hörnig & Schnetter (**FOL**)*
48. *Lobophora* cf. *variegata* (J.V. Lamouroux) Womersley ex E.C. Oliveira (**CORR**)
Subclase Eucophycidae
Orden Fucales
Familia Sargassaceae
49. *Sargassum* sp (**CORR**)
Orden Ectocarpales
Familia Acinetosporaceae
50. *Feldmannia indica* (Sonder) Womersley & A. Bailey (**FIL**)
Familia Chordariaceae
51. *Cladosiphon occidentalis* Kylin (**FIL**)*
Phylum Chlorophyta
Clase Ulvophyceae
Orden Cladophorales
Familia Anadyomenaceae
52. *Anadyomene saldanhae* A.B. Joly & E.C. Oliveira (**FOL**)*
Familia Cladophoraceae
53. *Bryobesia johannae* Weber van Bosse (**FIL**)*
Familia Valoniaceae
54. *Valonia macrophysa* Kützing (**FOL**)*
55. *V. ventricosa* J. Agardh (**FOL**)
Orden Bryopsidales
Familia Caulerpaceae
56. *Caulerpa serrulata* (Forsskål) J. Agardh (**CORR**)*
57. *Caulerpa webbiana* Montagne (**CORR**)*
58. *Caulerpa ambigua* Okamura (**CORR**)*
Familia Halimedaceae
59. *Halimeda goreaui* W.R. Taylor (**CAL**)*

Tabla 1. Cantidad de taxones de algas epizoicas por phylum.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Subfamilia	Géneros	Especies
Rhodophyta	1	8	15	2	25	41
Ochrophyta	1	3	4	0	6	10
Chlorophyta	2	2	5	0	6	8

La curva de especies de macroalgas epizoicas acumuladas contra el número de colonias de octocoral mostró una tendencia asintótica para la estación IDO. Para el resto de las estaciones no se alcanzó dicha tendencia (Fig. 2).

Fueron identificadas 13 especies de octocorales con epizoismo (Tabla 2). Sobre *Pterogorgia citrina* Esper, 1792 se inventariaron 28 especies, seguida de *Eunicea flexuosa* Lamouroux, 1821 y *Antillogorgia americana* (Gmelin, 1791) con 18 respectivamente.

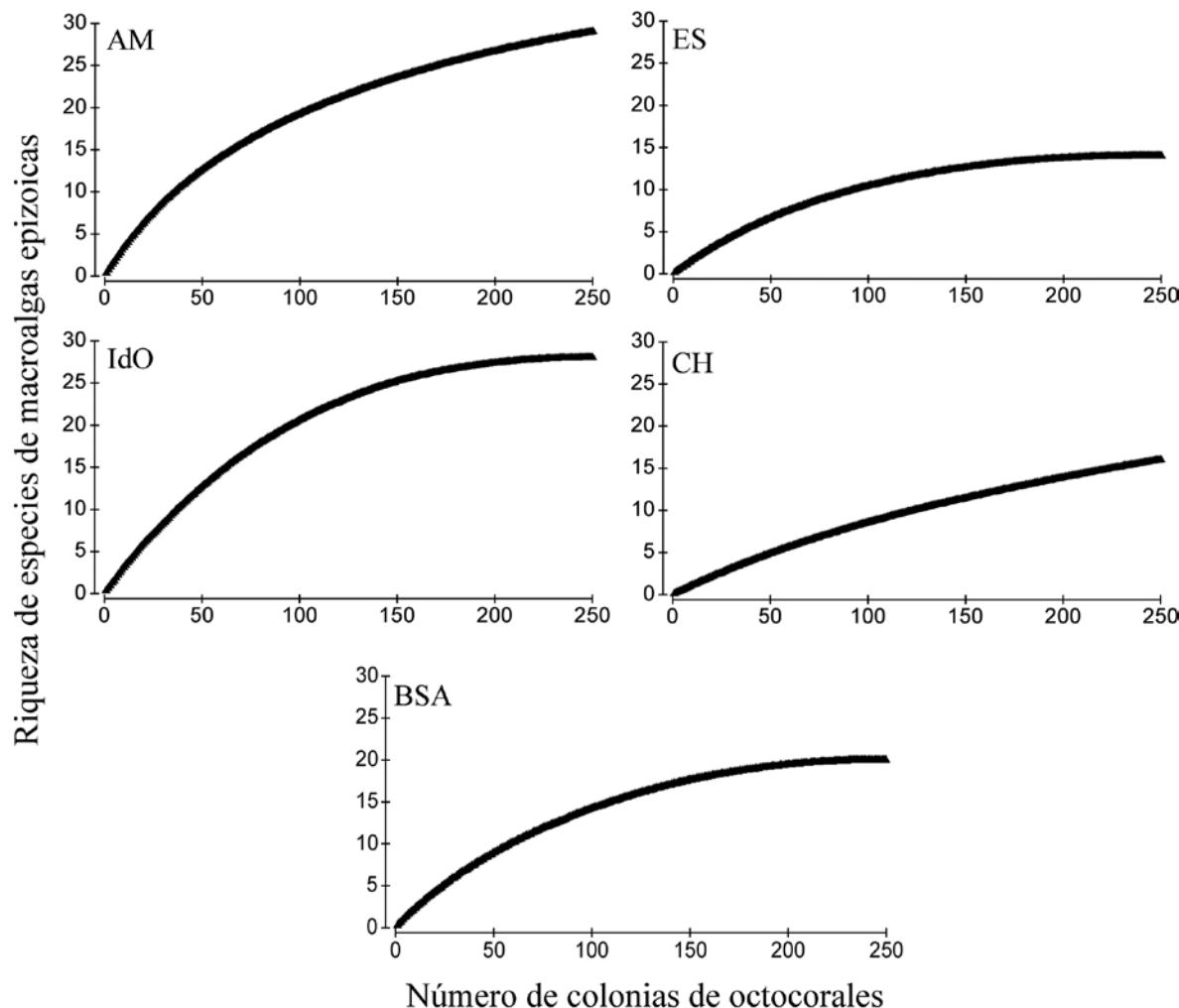
**Fig. 2.** Curva de especies de macroalgas epizoicas acumuladas contra el número de colonias de octocoral muestreadas.

Tabla 2. Especies de octocorales hospederos con sus familias y siglas, y las especies de macroalgas epizoicas encontradas en las mismas, por estación. AM: Parque Antonio Maceo, ES: Emisario Submarino, IdO: Instituto de Oceanología, CH: Club Habana, (BSA) Bajo de Santa Ana. *Para las especies de macroalgas epizoicas ver números en la lista taxonómica.

Especie de octocoral	Familia	Estaciones y macroalgas epizoicas*				
		AM	EM	IdO	CH	BSA
<i>Plexaura kuekenthali</i> Moser, 1921 (PKUE)	Plexauridae		1, 6, 24, 34, 48	1, 4, 10, 28, 30, 31, 55		
<i>Eunicea clavigera</i> Bayer, 1961 (ECLA)	Plexauridae		1, 27, 33	9	2, 6, 15, 27, 34, 45, 46, 48	
<i>Eunicea flexuosa</i> Lamouroux, 1821 (EFLE)	Plexauridae	1, 25, 41, 31, 35, 39, 45	6, 19, 24, 46	2, 6, 10, 14, 27, 28, 31, 37, 39, 45	6, 24, 27, 29, 31	25
<i>Eunicea toumeforti</i> Milne Edwards y Haime, 1857 (ETOU)	Plexauridae	27				
<i>Muricea pinnata</i> Bayer, 1961 (MPIN)	Plexauridae	1, 3, 7, 34, 54				
<i>Muriceopsis flava</i> Lamarck, 1815 (MFLA)	Plexauridae	1, 7	3, 6, 33	1, 33, 39, 45		4, 27, 53
<i>Pseudoplexaura flagellosa</i> Houttuyn, 1772 (PFLA)	Plexauridae			6, 36, 37, 45	2, 17, 34, 50	
<i>Pseudoplexaura porosa</i> Houttuyn, 1772 (PPOR)	Plexauridae			1, 10, 30, 35, 48		
<i>Gorgonia mariae</i> Bayer, 1961 (GMAR)	Gorgoniidae		27			
<i>Antillogorgia acerosa</i> (Pallas, 1766) (AACE)	Gorgoniidae	3, 4, 13, 43, 50	51	27		
<i>A. americana</i> (Gmelin, 1791) (AAME)	Gorgoniidae		2, 6	1, 33	6, 27, 31, 34, 40	1, 2, 3, 5, 9, 17, 24, 25, 26, 33, 47, 49, 52
<i>A. elisabethae</i> (Bayer, 1961) (AEI)	Gorgoniidae					1, 2, 4, 6, 27, 33, 31, 45
<i>Pterogorgia citrina</i> Esper, 1792 (PCIT)	Gorgoniidae	1, 4, 6, 8, 7, 11, 18, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 31, 32, 38, 43, 45, 58	2, 6, 27, 39, 31	1, 2, 3, 6, 21, 28, 32, 33, 47, 48, 56, 57, 59		

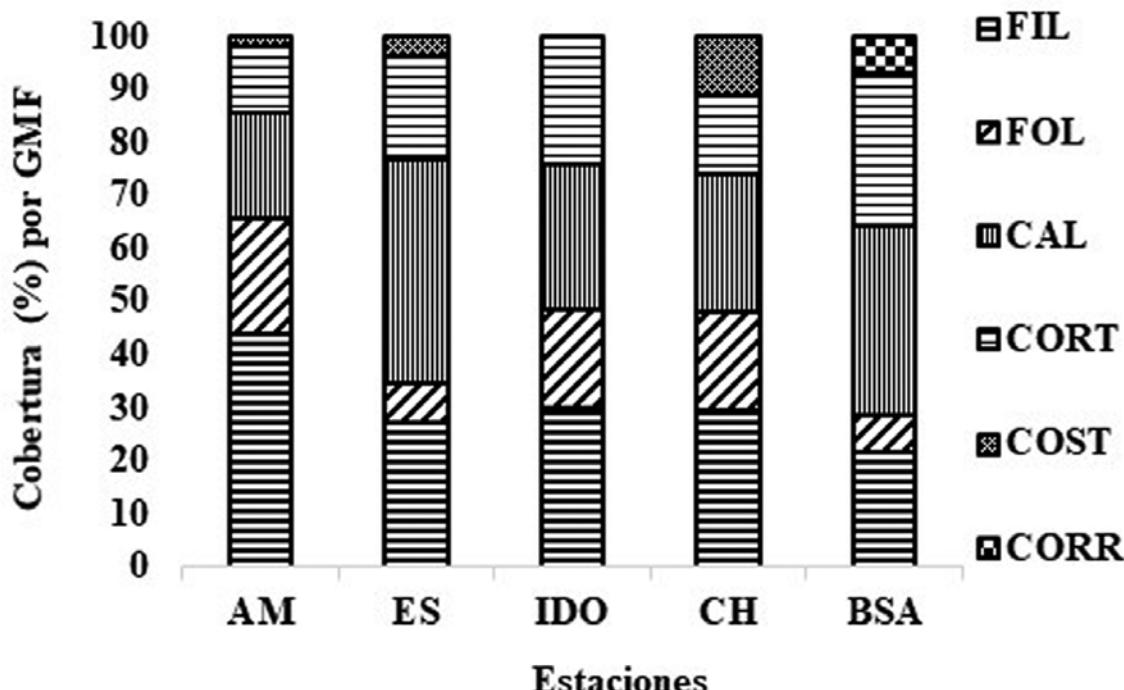


Fig. 3. Composición de GMF de macroalgas epizoicas por estaciones. FIL: algas filamentosas; FOL: foliáceas; CAL: calcáreas; CORT: corticadas; CORR: correosas y COST: costrosas.

Las macroalgas mejor representadas sobre estas tres especies de octocoral pertenecieron a la Subfamilia Corallinoideae del orden Corallinales y a la familia Rhodomelaceae del orden Ceramiales.

En el análisis de GMF por sitios de muestras, las macroalgas filamentosas y foliosas fueron las más abundantes mientras que las macroalgas calcáreas estuvieron bien representadas en todas las estaciones (Fig. 3). La estación AM fue la que presentó mayor riqueza de especies de macroalgas epizoicas, mientras que BSA presentó un menor número (Fig. 2). Además, AM presentó mayor composición de especies de macroalgas filamentosas y foliáceas que el resto de las estaciones (Fig. 3). Se observa

además que *P. citrina* fue la especie de octocoral con mayor número de macroalgas epizoicas filamentosas y foliosas seguida de *E. flexuosa* (Fig. 4).

Las macroalgas epizoicas presentaron diferencias en cuanto a la riqueza y abundancia entre las estaciones. El nmMDS mostró que la estación AM, con el mayor número de especies quedó alejada de BSA, que presentó el menor número (Fig. 5). Las estaciones EM, IDO y CH tuvieron mayor semejanza en cuanto a la composición y abundancia específica con AM, que con BSA.

DISCUSIÓN

Es la primera vez que se realiza este tipo de análisis de macroalgas epizoicas en

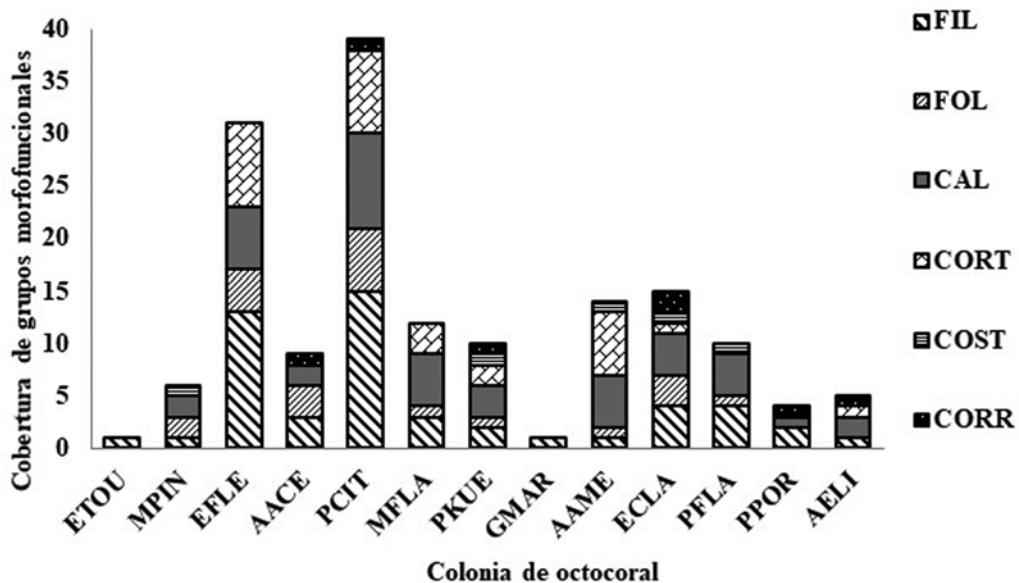


Fig. 4. Composición de GMF de macroalgas epizoicas por especie de octocoral. FIL: algas filamentosas; FOL: foliáceas; CAL: calcáreas; CORT: corticadas; CORR: correosas y COST: costrosas. Para las especies de octocoral ver Tabla 2.

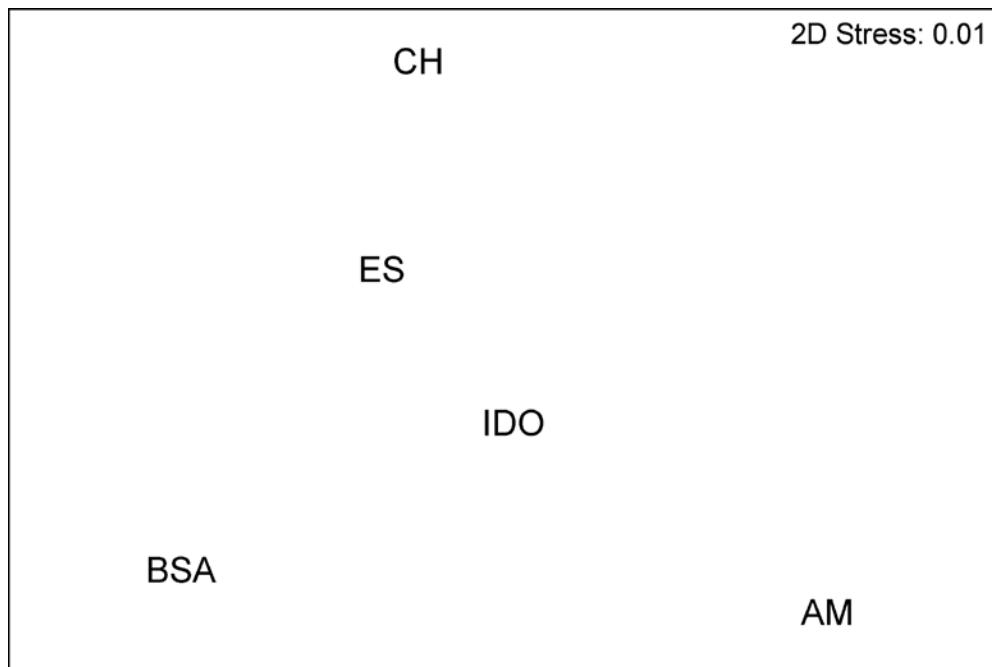


Fig. 5. Resultado del nmMDS entre las estaciones según la composición y abundancia de especies de macroalgas epizoicas. BSA: Bajo de Santa Ana; CH: Club Habana; IDO: Instituto de Oceanología; ES: Emisario Submarino calle 180; AM: Parque Antonio Maceo.

octocorales en Cuba, lo cual representa un aporte al estudio de la biodiversidad marina cubana. En trabajos anteriores solo se menciona de forma general la colonización de macroalgas para el análisis de la vitalidad de las colonias de octocorales (Varona, 2000; Varona *et al.*, 2005; Hernández-Fernández y Alcolado, 2007; Rey-Villiers, 2009; Olivera-Espinosa *et al.*, 2010; Pérez-Angulo y de la Nuez, 2011; González-Díaz *et al.*, 2012; Triana-López, 2017), pero hasta ahora no se había hecho un trabajo hasta nivel de especie.

Se han realizado otros trabajos sobre macroalgas epizoicas en Cuba. Ros y Suárez (1980) identificaron dos especies de algas sobre el braquiuro *Menippe mercenaria* (Say, 1818). Uno de los más recientes fue sobre conchas de *Lobatus gigas* (Linnaeus, 1758) en Jardines de la Reina donde se encontraron 47 especies ubicadas dentro de 32 géneros y 18 familias (Reyes de Armas ,2016) y otro sobre el exoesqueleto de tres especies de braquios en la costa Suroriental, que registraron 15 especies de macroalgas de las cuales ocho son Rhodophyta, tres Ochophyta y cuatro Chlorophyta, donde las familias Ceramiaceae y Cladophoraceae presentaron la mayor riqueza (Cabrera y Jover, 2019).

En este trabajo se encontraron 41 especies de epizoicas que no fueron reportadas por Reyes de Armas (2016) ni por Cabrera y Jover (2019). Esto pudiera deberse a que estos autores trabajaron en otras zonas de la plataforma cubana, en biotopos diferentes y sobre animales no sésiles como lo son los octocorales. Algunas de estas especies se han reportado compitiendo con los corales de los géneros *Agaricia*, *Acropora*, *Porites*, *Montastrea* y *Siderastrea* (McCook *et al.*, 2001). Suárez *et al.*, (2015) plantean

que muchas de las especies registradas para los arrecifes pudieran considerarse epizoicas por sus relaciones con algunos sustratos vivos.

La tendencia asintótica en las curvas varió en dependencia de la riqueza algal existente en cada estación. A pesar que se detectaron 59 especies de macroalgas epizoicas, las curvas en AM, CH y ES sugieren que pudiera existir una mayor riqueza de especies.

El grupo de las Rhodophyta fue el que presentó mayor número de macroalgas epizoicas, lo cual pudiera deberse a que de los tres Phyla, es el de mayor número de especies registradas como epífitas y epizoicas en Cuba (Diez *et al.*, 2013; Suárez *et al.*, 2015; Reyes de Armas, 2016; Cabrera y Jover, 2019; Jover *et al.*, 2020). La predominancia de las familias Rhodomelaceae, Ceramiaceae y Corallinaceae en términos de número de especies coinciden con el trabajo realizado por Reyes de Armas, (2016) sobre las conchas de *L. gigas* quien encontró solo para el orden Ceramiales un 23,4% del total de las especies recolectadas. Este orden se caracteriza por especies con tallos filamentosos, foliosos o carnosos sin cubiertas de carbonato de calcio por lo que muchas son oportunistas de crecimiento rápido y, por lo tanto, emplean cualquier sustrato disponible (Galicia-García, 2017). En un estudio realizado con las macroalgas bentónicas, Semidey (2013) también reporta al grupo de las rodofíceas como el mejor representado en la estación AM durante la temporada de seca (noviembre-abril) período de muestreo que coincidió con el de esta investigación.

El haber encontrado mayor epizoismo en *P. citrina* y *E. flexuosa* pudiera deberse a sus características morfológicas, como, por ejemplo, presentar un cenénquima

de textura áspera (Sánchez y Wirshing, 2005). Otros autores como Széchy *et al.*, (2006) plantean que cuando la superficie del hospedero tiene poco mucílago, provee condiciones favorables para el establecimiento de organismos epibiontes y este pudiera ser el caso de ambas especies. Lo mismo ocurre con las epífitas que se establecen en los talos de otras algas con poco contenido de mucílago (Michael *et al.*, 2008). Además, pudo influir que *P. citrina* fue abundante en AM y *E. flexuosa* estuvo entre las más abundantes en la mayoría de las estaciones (Rey-Villiers *et al.*, 2020 c).

La especie *A. americana*, por el contrario, presenta mucho mucus en el cenénquima lo que pudiera inhibir el crecimiento de macroalgas. Sin embargo, sobre esas colonias se encontraron 18 especies de macroalgas mayormente de las familias Corallinaceae y Rhodomelaceae. El GMF predominante fue el de las filamentosas las cuales son colonizadoras primarias sobre sustratos vivos (Cabrera y Jover, 2020). Autores como Epifanio *et al.*, (2007), evidenciaron que *A. americana* produce compuestos disuasivos para los peces arrecifales, lo que proporciona protección al octocoral y a las zooxantelas, y al parecer también a las macroalgas epizoicas. Esta especie de octocoral fue una de las más abundantes en BSA (Rey-Villiers *et al.*, 2020 c).

Las variaciones en la distribución de macroalgas epizoicas sobre octocorales parecen estar relacionadas con las condiciones de calidad del agua resultantes de las descargas de contaminantes orgánicos provenientes de la Bahía de La Habana, el río Quibú y el emisario submarino de la calle 180 (Fig. 1). Estos generan un gradiente de contaminación de oeste a este que afecta la calidad del agua (Aguilar *et al.*, 2004; Castellanos-Iglesias *et al.*, 2018; Duran *et*

al., 2018; Rey-Villiers & Sánchez, 2018; Rey-Villiers *et al.*, 2020 a, b).

En el análisis de los GMF por sitio de muestreo (Fig. 3), se observa que las macroalgas filamentosas y foliosas fueron las mejor representadas. Según Valdivia (2004), la abundancia de estos morfotipos es mayor en sitios contaminados y el incremento en la tasa de sedimentación y la entrada de nutrientes promueven la proliferación de macroalgas oportunistas que invaden y desplazan aquellas de crecimiento lento. Esto pudiera deberse, además, a que el litoral norte de La Habana se encuentra afectado por diversos disturbios, entre los que se destacan la contaminación, el aumento de procesos de la sedimentación y la escasez de peces herbívoros (González-Díaz, 2010; García-Rodríguez *et al.*, 2012; Duran *et al.*, 2018; Rey-Villiers *et al.*, 2020 a). Para el caso de las macroalgas, los mismos disturbios se manifiestan por cambios en las relaciones de dominancia y composición específica (Semidey, 2013). Los nutrientes pueden estimular el crecimiento de determinados grupos de algas mientras que en otros no se producen cambios por lo que la respuesta de las algas a un aumento en las concentraciones de nutrientes es diversa (McClanahan *et al.*, 2001; McField y Kramer, 2007).

Al parecer, estas fuentes puntuales de contaminación determinan, al menos en parte, diferencias marcadas en la riqueza, composición y abundancia de las asociaciones de macroalgas epizoicas. Las epizoicas con mayor frecuencia en AM, ES, CH e IdO pertenecen al grupo de las filamentosas de pequeño tamaño que son colonizadoras primarias sobre sustratos vivos (Cabrera y Jover, 2019). También predominaron las foliosas de la familia Dictyotaceae. En BSA (sitio menos contaminado) las especies más

frecuentes son típicas de arrecifes coralinos dominando aquellas que pertenecen a los grupos de las calcáreas y corticadas (Valdivia, 2004; Celis-Rincón *et al.*, 1999).

La estación AM presentó la mayor cantidad de especies de macroalgas epizoicas y la mayor composición de filamentosas y foliosas. Esto pudiera deberse a que esta estación está cercana a las descargas de la Bahía de La Habana, la cual ha sido considerada uno de los cuerpos de agua más contaminados en la región del Caribe (Villasol *et al.*, 2010). Semidey (2013) reportó una alta abundancia de especies dominantes en el bentos de los géneros *Cladophora* y *Dictyota* que pudieran impedir la colonización del sustrato de otros grupos menos conspicuos, por lo que el epizoismo pudiera ser una estrategia adoptada por estas macroalgas para evitar la competencia por el espacio, como reportan otros autores para las algas epífitas (Ortuño-Aguirre y Riosmena-Rodríguez, 2007). Otros autores también plantean que la cobertura de macroalgas bentónicas ha sido alta en los arrecifes cercanos a la Bahía de La Habana desde la década de 1990 (Duran *et al.*, 2018).

La estación BSA, considerada para este estudio como la estación más limpia (desde el punto de vista comparativo) por varios autores (Busutil, 2013; Rey-Villiers *et al.*, 2020 a, b) presentó un menor número de especies de macroalgas epizoicas y la menor composición de filamentosas y foliosas. Sin embargo, fueron más representativas las calcáreas y corticadas, GMF que dominan en arrecifes con condiciones oligotróficas (Littler & Littler, 1984; Steneck & Dethier, 1994; Lapointe, 1997).

Por otra parte, las estaciones IdO, CH y ES presentaron una composición específica más semejante a AM que a BSA, a pesar de encontrarse geográficamente más

alejada de la primera que de la segunda. Estas tres estaciones están cercanas a la desembocadura del río Quibú y de un emisario submarino que vierte aguas albañales con un tratamiento primario (Montalvo *et al.*, 2001), mientras que BSA se encuentra en una zona menos contaminada.

Resultados semejantes a los hallados en el presente trabajo en la misma área de estudio fueron obtenidos por Busutil (2013) para comunidades de esponjas utilizadas como bioindicadores potenciales de contaminación donde los indicadores ecológicos analizados sólo discriminaron a los sitios muy contaminados (AM) del resto (IdO, CH, ES y BSA). Otro estudio realizado sobre octocorales para la misma zona del litoral demuestra que la descarga de aguas residuales disminuye la densidad, la riqueza, la diversidad de especies y la composición cuantitativa (%) de sus especies (Rey-Villiers *et al.*, 2020 a).

REFERENCIAS

- AGUILAR, C., GONZÁLEZ-SANSÓN, G., MUNKITTRICK, K. & MACLATCHY, D.L. (2004). Fish assemblages on fringe coral reefs of the northern coast of Cuba near Havana Harbour. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 58 (1), 126-138. [https://doi.org/10.1016/S0147-6513\(03\)00104-0](https://doi.org/10.1016/S0147-6513(03)00104-0).
- BÁEZ, J. C., CAMIÑAS, J.A., VALEIRAS, J., CONDE, F. & FLORES-MOYA, A. (2001). First record of the epizoic red seaweed *Polysiphonia caretta* Hollenberg in the Mediterranean Sea. *Acta Bot. Malacit.*, 26, 197-201.
- BÁEZ, J. C., CAMIÑAS, J.A., VALEIRAS, J., CONDE, F. & FLORES-MOYA, A. (2002). Preliminary check-list of the epizootic macroalgae growing on loggerhead turtles in the Western Mediterranean Sea. *Mar. Turtle Newslett.*, 98, 1-2.

- BÁEZ, J.C., DE LA SERNA, J.M., MACÍAS, D. y FLORES-MOYA, A. (2003). Nota sobre las macroalgas epizoicas que crecen sobre la espada del pez espada *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) (Teleostei, Xiphiidae), capturado en el Mediterráneo occidental. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 98 (1-4), 5-7.
- BAYER, F.M. (1961). *The shallow water Octocorallia of the West Indian Region*. Hague: Martinus Nijhoff.
- BUSUTIL, L. (2013). *Características de las comunidades de esponjas como bioindicadores potenciales de la contaminación en arrecifes coralinos* (Tesis de Master en Ciencias en Biología Marina con mención en Ecología Marina). Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana.
- CABRERA, A. y JOVER, A. (2019). Algas epibiontes en braquiuros (Crustaceae) de dos pocetas intermareales en la costa suroriental de Cuba. *Novitates Caribaea*, 13, 13-21.
- CASTELLANOS-IGLESIAS, S., CAROLINE, A.C., MARTINS, C.C., DI DOMENICO, M., ROCHA, R.M. & HADDAD, M.A. (2018). Organic contamination as a driver of structural changes of hydroid's assemblages of the coral reefs near to Havana Harbour, Cuba. *Mar. Pollut. Bull.*, 133, 568-577. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.003>.
- CELIS-RINCÓN, A., ÁLVAREZ-LEÓN, R. y BULA-MEYER, C. A. (1999). Epifitismo y epizoismo de algas coralináceas (Rhodophyta, Corallynaceae) en el Archipiélago del Rosario, Caribe Colombiano. *Carib. J. Sci.*, 35(3-4), 296-303.
- CLARKE, K.R. & GORLEY, R. N. (2006). PRIMER v.6. User Manual/Tutorial. PRIMER-E: Plymouth.
- COLL, J.C., PRICE, I.R., KÖNIG, G. M. & BOWDEN, B. F. (1987). Algal overgrowth of alcyonacean soft corals. *Mar. Biol.*, 96(1), 129-135.
- DELGADO, G. Y. (2007). *Peligro, vulnerabilidad y riesgo ante la contaminación fecal en el litoral oeste de ciudad de La Habana* (Tesis presentada en opción al grado científico de Maestro en Microbiología). Universidad de La Habana.
- DIEZ, Y. L., JOVER, A., SUÁREZ, A. M., GÓMEZ, L. M. & FUJII, M. T. (2013). Distribution of epiphytic macroalgae on the thalli of their hosts in Cuba. *Acta Bot. Bras.*, 27, 815-826. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062013000400022>.
- DURAN, A., SHANTZ, A. A., BURKEPILE, D. E., COLLADO-VIDES, L, FERRER, V. M., PALMA, L. ... GONZÁLEZ-DÍAZ, S. P. (2018). Fishing, pollution, climate change, and the long-term decline of coral reefs off Havana, Cuba. *Bull. Mar. Sci.*, 94, 213-228. <https://doi.org/10.5343/bms.2017.1061>
- EPIFANIO, R. A., MAIA, L. F., PAWLICK, J. R. & FENICAL, W. (2007). Antipredatory secosterols from the octocoral *Pseudopterogorgia americana*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 329, 307-310.
- GALICIA-GARCÍA, C. (2017). *Epifitismo y parasitismo entre algas rojas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, suroeste del Golfo de México* (Tesis de Maestría en Ecología y Pesquerías). Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Universidad Veracruzana.
- GALLARDO, T. (2015). Marine Algae: General Aspects (Biology, Systematics, Field and Laboratory Techniques). In L. Pereira & J. M. Neto (Eds.), *Marine Algae Biodiversity, Taxonomy, Environmental Assessment, and Biotechnology* (pp. 1-67). Boca Raton, FL: CRC Press.
- GARCÍA, G. y RODAS, L. (1999). *Modelación de la dispersión de los residuales domésticos provenientes del emisario*

- submarino diseñado para el Reparto Flores.* Contribución a la Educación y la Protección Ambiental. 229-232.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, A., LARA-LORENZO, A. y GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, N. (2012). Evaluación de las asociaciones de peces arrecifales en el oeste del litoral de La Habana, zona noroccidental de Cuba. *Ser. Oceanol.*, 11.
- GEOCUBA (1998). *Caracterización oceanográfica del tramo del litoral norte habanero entre la ensenada de la Chorrera y la calle 30 (Miramar) para la construcción de un emisario submarino.* (Primera etapa). Informe final, Geocuba, Estudios Marinos. (Inédito).
- GONZÁLEZ-DÍAZ, S. P. (2010). *Efecto acumulativo de agentes estresantes múltiples sobre los corales hermatípicos de la región noroccidental de Cuba* (Tesis de Doctorado). Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana.
- GONZÁLEZ-DÍAZ, P., PERERA, O., PÉREZ-GARCÍA, J. A., HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, L. (2012). Biodiversidad de corales, gorgonias y esponjas en un sector del golfo de Ana María. *Rev. Invest. Mar.*, 32(2), 20-29.
- GRAHAM, L. E., GRAHAM, J. M., WILCOX, L. W. & COOK, M. E. (2016). *Algae*: LJLM Press, Upper Saddle River, NJ.
- GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M. (2020). *Algae Base*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 22 July 2020.
- HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, L. y ALCOLADO, P. M. (2007). Estructura de la comunidad de octocorales de una zona propuesta como área protegida en Cayo Coco, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 28(3), 209-216.
- HERRERA, A. y ALCOLADO, P. M. (1983). Efectos de la contaminación sobre las comunidades de octocorales al Oeste de la Bahía de La Habana. *Ciencias Biológicas*, 10, 69-85.
- HERRERA, A. y ALCOLADO, P. M. (1986a). Estructura ecológica de las comunidades de octocorales en el litoral de Mariel y su comparación con el litoral habanero. *Ciencias Biológicas*, 15, 55-75.
- HERRERA, A. y ALCOLADO, P. M. (1986b). Estructura ecológica de las comunidades de octocorales del arrecife de Santa Cruz del Norte. *Rev. Invest. Inst. Oceanol.*, 49, 127.
- JOVER, A., RAMOS, A., CABRERA, A., SUÁREZ, A. M., MACHELL, J. & PÉREZ-LLORÉNS, L. P. (2020). Epiphytic macroalgae and hosts of the marine shelf of Cuba: current status, composition and diversity. *Reg. Stud. Mar. Sci.*, 34, <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101108>.
- LAPOINTE, B. E. (1997). Nutrient thresholds for bottom-up forces control macroalgal blooms on coral reef growth. *Limnol. Oceanogr.*, 24, 935-940.
- LAYDOO, R. (1983). Recent mass mortality of gorgonians in Trinidad. Unpubl. Rep. Inst. Mar. Affairs, Trinidad, W. Indies.
- LITTLER, D.S., LITTLER, M. M. & HANISACK, M. D. (2008). *Submersed plants of the Indian River Lagoon*. Washington, D.C.: OffShore Graphics, Inc.
- LITTLER, D. S. & LITTLER, M. M. (2000). *Caribbean Reef Plants*. Washington, D.C.: OffShore Graphics, Inc.
- LITTLER, M. M. & LITTLER, D. S. (1984). Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *J. Exp. Mar. Ecol.*, 74, 13-34.
- McCLANAHAN, T.R., MUTHIGA, N. A. & MANGI, S. (2001). Coral and algal changes after the 1998 coral bleaching: interaction

- with reef management and herbivores en Kenyan reefs. *Coral Reefs*, 19(4), 380-391.
- MCFIELD, M. y KRAMER, R. P. (2007). *Arrecifes Saludables para Gente Saludable: Guía de indicadores de salud de los arrecifes y bienestar social en la región del Sistema Arrecifal Mesoamericano*. Con las contribuciones de M. Gorrez y M. McPherson. Miami, FL: The Smithsonian Institution.
- MICHAEL, T. S., SHIN, H. W., HANNA, R. & SPAFFORD, D. C. (2008). A review of epiphyte community development: Surface interactions and settlement on seagrass. *J. Environ. Biol.*, 26, 629-638.
- MONTALVO, J. F., CANO, M., DÍAZ, J., PÉREZ, R., ESPONDA, S. C., CÉSAR, M. E ... RENDÓN, J. (2001). *Nutrientes en la zona litoral entre los ríos Quibú y Jaimanitas, Ciudad de La Habana, Cuba*. VII Taller Contribución a la educación ambiental y la protección ambiental, Cátedra de Medio Ambiente. Instituto Superior de Ciencias, y Tecnologías Nucleares, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba.
- MORSE, D. E., MORSE, A., DUNCAN, H. & TRENCH, R. K. (1981). Free content Algal Tumors in the Caribbean Octocorallian, *Gorgonia ventalina*: II. Biochemical Characterization of the Algae, and First Epidemiological Observations. *Bull. Mar. Sci.*, 31(2), 399-409.
- OLIVERA-ESPINOSA, Y., HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, L. y JOVER-CAPOTE, A. (2010). Estructura y daños en las comunidades de octocorales (Octocorallia: Alyonaceae) de la Reserva Ecológica Siboney-Jutidí, Santiago de Cuba, Cuba. *Rev. Biol. Trop.*, 58(4), 1211-1221.
- ORTUÑO-AGUIRRE, C. y RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R. (2007). Dinámica en el epifitismo de *Padina concrescens* (Dictyotales, Phaeophyta) en el sureste de la Península de Baja California, México. *Cienc. Mar.*, 33(3), 311-317.
- PÉREZ-ANGULO, A. y DE LA NUEZ, D. (2011). Composición y estructura de la comunidad de octocorales en los Bajos de Sancho Pardo, arrecife de Los Colorados, Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, 3, 127-138.
- REYES DE ARMAS, L. M. (2016). Macroalgas epizoicas en *Lobatus gigas* en el Parque Nacional "Jardines de la Reina", Camagüey, Cuba. *Hombre, Ciencias y Tecnología*, 20(2), 67-74.
- REY-VILLIERS, N. (2009). *Características de las comunidades de octocorales y ensayo de su uso como bioindicadores en un gradiente de contaminación en el oeste de la Ciudad de La Habana, Cuba*. (Tesis de Diploma). Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana.
- REY-VILLIERS, N. & SÁNCHEZ, A. (2018). Can organic pollution affect the growth rate of octocorals in the Caribbean? *Gayana*, 82(2), 166-170.
- REY-VILLIERS, N., SÁNCHEZ, A., CABALLERO-ARAGÓN, H. & GONZÁLEZ-DÍAZ, P. (2020a). Spatio temporal variation in octocoral assemblages along a water quality gradient in the north-western region of Cuba. *Mar. Pol. Bull.*, 153, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110981>.
- REY-VILLIERS, N., SÁNCHEZ, A., CABALLERO-ARAGÓN, H. & GONZÁLEZ-DÍAZ, P. (2020b). Stable nitrogen isotopes in octocorals as an indicator of water quality decline from the northwestern region of Cuba. *Environ. Sci. Pol. Res.* <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09956-x>.
- REY-VILLIERS, N., SÁNCHEZ, A., CABALLERO-ARAGÓN, H. & GONZÁLEZ-DÍAZ, P. (2020c). Dataset of octocoral assemblages in

- fore reefs in the northwestern region of Cuba. *Data in Brief* .31. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105790>
- Ros, R. M. y SUÁREZ, A.M. (1980). Epibiosis en el cangrejo moro *Menippe mercenaria* (Say, 1818). *Rev. Invest. Mar.*, 1(1), 3-17.
- SÁNCHEZ, J. A. & WIRSHING, H. H. (2005). A Field Key to the Identification of Tropical Western Atlantic Zooxanthellate Octocorals (Octocorallia: Cnidaria). *Carib. J. Sci.*, 41(3), 508-522.
- SEMIDEY, A. (2013). *Determinación rápida de disturbios ambientales en el ecosistema arrecifal mediante el empleo del macrofitobentos*. (Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Biología Marina y Acuicultura con mención en Ecología Marina). Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana.
- SENTÍES, A.G., ESPINOSA-AVALOS, J. & ZURITA, J. C. (1999). Epizoic algae of nesting sea turtles *Caretta caretta* (L.) and *Chelonia mydas* (L.) from the Mexican Caribbean. *Bull. Mar. Sci.*, 64, 185-188.
- STENECK, R. S. & DETHIER, M. N. (1994). A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69, 476-498.
- SUÁREZ, A. M., MARTÍNEZ-DARANAS, B. y ALFONSO, Y. (2015). *Macroalgas marinas de Cuba*. La Habana: Editorial UH.
- SZÉCHY, M., GALLIEZ M. & MARCONI M. (2006). Quantitative variables applied to phenological studies on *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae, Fucales) from Ilha Grande Bay, state of Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Bot.*, 29, 27-37.
- TAYLOR, W. R. (1960). *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of Americas*. Michigan: The University of Michigan Press.
- TRIANA-LÓPEZ, M. (2017). *Estado de conservación del ensamblaje de octocorales al Norte de Cayo Francés, Villa Clara, Cuba*. (Tesis en opción al Título Académico de Máster en Conservación de la biodiversidad con mención en Fauna). Universidad de Villa Clara.
- VALDIVIA, A. (2004). *Variación espacial y temporal de las asociaciones de algas en zonas del sublitoral norte habanero, Cuba*. (Tesis de Master en Ciencias en Biología Marina con mención en Ecología Marina). Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana.
- VARONA, G. (2000). *Estructura ecológica de la comunidad de gorgonáceos en un arrecife del litoral habanero*. (Tesis de Diploma). Centro de Investigaciones Marinas. Universidad de La Habana.
- VARONA, G., CABALLERO, H. y DE LA GUARDIA, E. (2005). Estructura ecológica de la comunidad de gorgonáceos en la costa norte oriental de La Habana. *Rev. Invest. Mar.*, 26(1), 27-36.
- VILLASOL, A. N., HERNÁNDEZ, M. P., TORRES, I., RODRÍGUEZ, R., SOLAR, F., ALVÁREZ, R., ... GARCÍA, L. (2010). Programme for monitoring the quality of marine ecosystems in high-risk areas in the wider Caribbean region. Bahía de La Habana, Cuba. In *REGIONAL PROJECT, "Regional Network in Marine Science and Technology for the Caribbean: Know-Why Network*. Final Report of Center for environmental management of bays and coastal areas (CIMAB). <http://doi.org/10.13140/2.1.3384.7363>
- VIOLANTE-HUERTA, M. (2018). La epibiosis en los grandes vertebrados marinos de México: una revisión y su relevancia ecosistémica. *Rev. Peru. Biol.* 25(3), 335-342. DOI: 10.1539/rpb. v25i3.14786.

- WEINBERG, S. (1981). A comparison of coral reef survey methods. *Bijdr. Dierkd.*, 51(2), 199-218.
- WILLIAMS, G. C. & CHEN, J. Y. (2012). Resurrection of the octocorallian genus *Antilllogorgia* for Caribbean species previously assigned to *Pseudopterogorgia*, and taxonomic assessment of the relationship of these genera with *Leptogorgia* (Cnidaria, Anthozoa, Gorgoniidae). *Zootaxa* (3505), 39-52.
- WoRMS. (2020). *World Register of Marine Species*. <http://www.marinespecies.org/>; searched on 22 July 2020.

COMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Alfonso Sánchez, Y., Rey-Villiers, N. y Martínez-Daranas, B. (2020). Macroalgas epizóticas en octocorales en el litoral de La Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 40 (1), 1-21.