

ARTICULO ORIGINAL

Diversidad de esponjas en arrecifes de coral mesofóticos protegidos del suroccidente de Cuba

Sponge diversity in protected mesophotic coral reefs from Cuban southwest region

María Rosa García-Hernández^{1*}

Linneth Busutil²

María Cristina Díaz³

Shirley A. Pomponi³

Nelisa Concepción-Gómez¹

¹ Centro Nacional de Áreas Protegidas, Calle 18 A No. 4114 c/41 y 47, Playa, La Habana, Cuba, C.P. 11300.

² Instituto de Ciencias del Mar, Departamento de Biología, Ave. Ira. No. 18406 c/ 184 y 186, Reparto Flores, Playa, La Habana, Cuba.

³ Harbor Branch Oceanographic Institute-Florida Atlantic University, 5600 US 1 North, Fort Pierce, FL 34946, USA.

* Autor para correspondencia: mgarciahernandez068@gmail.com

OPEN ACCESS

Distribuido bajo:
Creative Commons CC-BY 4.0

Resumen

Las esponjas son organismos cruciales en los arrecifes de coral mesofóticos (30-150 m de profundidad) por su diversidad, abundancia y múltiples funciones ecológicas. El presente estudio tiene como objetivo caracterizar la variación espacial de la diversidad de esponjas en seis arrecifes mesofóticos protegidos del suroccidente de Cuba. Se analizaron 1402 imágenes obtenidas con un Vehículo Operado a Distancia (*Mohawk ROV*), durante la expedición científica conjunta Cuba-Estados Unidos a bordo del buque de investigaciones Walton Smith en 2017. La investigación se enmarca en la zona mesofótica inferior y en dos intervalos de profundidad: 50-80 m y 80-125 m. Se identificaron 170 especies de esponjas, 41 comunes a las registradas en arrecifes someros de la región suroccidental. En la lista taxonómica se distinguen 15 especies y nueve géneros recientemente identificados para Cuba, y las nuevas especies *Callyspongia alcoladoi* y *C. pedroi* descritas para la ciencia en 2018, además de nuevos registros para las localidades analizadas. Sólo nueve especies fueron encontradas en ambos intervalos de profundidad en todos los sitios. La península de Guanahacabibes presentó el mayor número de especies con respecto al archipiélago de los Canarreos. Las variaciones de la cantidad de especies entre sitios pueden estar relacionadas fundamentalmente a las diferencias geomorfológicas encontradas entre los arrecifes analizados. El total de especies disminuyó con la profundidad en cinco de los seis sitios estudiados, siendo un factor determinante en la distribución de las especies. Se registraron 30 especies con nuevos valores de profundidad máxima para la región del Atlántico Tropical Occidental.

Palabras clave: esponjas, diversidad, arrecifes mesofóticos, Cuba, Áreas Marinas Protegidas.

Abstract

Sponges are crucial organisms in mesophotic coral reefs (30-150 m deep) due to their biodiversity, abundance and multiple ecological functions. The research goal was to cha-

Recibido: 26.08.2021

Aceptado: 21.10.2021

racterize the spatial variation of sponge diversity in six protected mesophotic reefs from Cuban southwest region. A total of 1402 images were analyzed, which were taken in 2017 with a Remotely Operated Vehicle (ROV) during a joint Cuba-U.S. expedition on the ship F.G. Walton Smith. This study is focused in the lower mesophotic zone, with two depth ranges: 50-80 m and 80-125 m. Overall, 170 species were indentified, with 41 common in shallow reefs from the region. We distinguished in the species list: 15 species and nine genera currently registered in Cuba, and the new species *Callyspongia alcoladoi* and *C. pedroi* described to science in 2018. Only nine species were founded in both depth ranges for all sites. The Guanahacabibes peninsula presented the highest number of species instead of the Canarreos archipelago. Variations in the number of species between sites may be related to the geomorphological differences found between the target reefs. The total number of species decreased with depth in five studied sites, being a determining factor in the distribution of the species. Thirty new depth records were recorded for the Western Tropical Atlantic region.

Keywords: sponges, diversity, mesophotic coral reefs, Cuba, Marine Protected Areas.

Introducción

Las esponjas se encuentran entre los organismos más diversos y abundantes que habitan los arrecifes de coral, superando generalmente el número de especies de corales y algas (Díaz and Rutzler, 2001). Se estima que a nivel mundial existen alrededor de 20 000 especies de esponjas (Van Soest *et al.*, 2012), sin embargo sólo se consideran válidas 9 430 (Van Soest *et al.*, 2021). En el Caribe se registran alrededor de 519 especies (Miloslavich *et al.*, 2010), de las cuales 320 han sido identificadas en ecosistemas arrecifales (Díaz, 2012).

De manera general, los estudios regionales sobre la biodiversidad de estos organismos se han centrado en los arrecifes someros (<30 m de profundidad), por lo que el conocimiento del grupo en aguas más profundas

es muy escaso (Van Soest, 2017; Pomponi *et al.*, 2019). Lo anterior está relacionado fundamentalmente con las costosas tecnologías necesarias para realizar los muestreos a mayores profundidades, pues demandan buceo con trimix y el uso de minisumergibles o vehículos operados a distancia (Olson and Kellogg, 2010).

Los arrecifes de coral mesofóticos se ubican en las regiones tropicales y subtropicales, entre los 30-40 m y los 150 m de profundidad (Turner *et al.*, 2017). Están ampliamente distribuidos a nivel mundial y contienen una gran biodiversidad, con especies comunes con las de arrecifes someros y otras únicas (Baker *et al.*, 2016). Contrario a lo que ocurre en los arrecifes someros, en la mayoría de los mesofóticos los corales no son los predominantes, sino los octocorales, los antipatarios, las esponjas y las macroalgas (Pyle and Copus, 2019). Algunos autores plantean que en el Caribe las esponjas dominan estos ecosistemas, con tasas de crecimiento y diversidad más elevados que en arrecifes someros (Slattery and Lesser, 2015; Baker *et al.*, 2016). Sin embargo, aún existe polémica con relación al incremento de la diversidad de las esponjas de forma proporcional a la profundidad en los arrecifes mesofóticos (Lesser *et al.*, 2009; Van Soest *et al.*, 2014; Lesser and Slattery, 2018; Scott and Pawlik, 2018).

En Cuba, los primeros estudios en arrecifes mesofóticos hasta profundidades de 70 m se realizaron en las décadas de 1960 y 1970 (Kühlmann 1974, 1983; Zlatarski y Martínez-Estalella 1980, 1982, 2018; Martínez-Estalella, 1987), donde se hace referencia a algunas especies de esponjas asociadas directamente a corales escleractíneos. Alcolado (2002) en su Catálogo de las esponjas de Cuba, compila 280 especies, de las cuales 30 fueron recolectadas en dos expediciones a aguas profundas (100-600 m) en los años 1984 y 1997.

En 2017, tuvo lugar una expedición científica conjunta Cuba-EE.UU. a 35 sitios de arrecifes de coral mesofóticos alrededor de toda la Isla, seleccionados sobre la base de un conocimiento sólido del estado de sus arrecifes someros o por encontrarse en Áreas Marinas

Protegidas (AMPs). Se identificaron tres zonas del arrecife mesofótico: superior (30-50 m de profundidad), inferior (50-125 m) y pendiente profunda (125->150 m), cada una con características geomorfológicas particulares. Además, se observó una gran riqueza y abundancia de esponjas en toda la zona mesofótica, con los mayores valores a profundidades de entre 100 y 125 m (Reed *et al.*, 2018). Se distinguieron morfológicamente 296 especies, de las cuales, 230 se ilustran en el fotoalbum de Díaz *et al.* (2019), con 117 identificadas hasta nivel de especie. Este es un número superior a las 241 especies de esponjas que Pomponi *et al.* (2019) identifican en los arrecifes mesofóticos de todo el Atlántico Occidental Tropical. Por otro lado, de las 116 esponjas recolectadas en la expedición y del banco de imágenes disponible, se estima que al menos hayan 10 nuevas especies para la ciencia. Busutil *et al.* (2018) describen dos de estas especies pertenecientes al género *Callyspongia* (*Cladochalina*) Schmidt, 1870: *Callyspongia* (*C.*) *pedroi* Busutil, García-Hernández, Díaz & Pomponi, 2018. y *Callyspongia* (*C.*) *alcoladoi* Busutil, García-Hernández, Díaz & Pomponi, 2018.

El objetivo del presente artículo es caracterizar la variación espacial de la diversidad de esponjas en la zona inferior de arrecifes de coral mesofóticos, ubicados en AMPs del suroccidente de Cuba.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio comprende seis sitios de arrecifes de coral mesofóticos ubicados en la región suroccidental de Cuba: tres en la península de Guanahacabibes y tres en el archipiélago de los Canarreos. Los sitios se localizan en el borde de la plataforma insular y se encuentran alejados de presiones antropogénicas directas (Alcolado *et al.*, 2010; Perera-Valderrama *et al.*, 2013), además de encontrarse dentro de los límites de cinco AMPs de Significación Nacional (Fig. 1, Tabla 1). Para la investigación, fue seleccionada la zona mesofótica inferior, ubicada entre los 50 y 125 m de profundidad (Fig. 2). Según Reed *et al.* (2018), por su geomorfología general, la zona clasifica como escarpe profundo del arrecife frontal o pared. Estos autores plantean que la parte superior de la pared (45-80 m) puede estar formada por una zona rocosa que se extiende entre 10 y 20 m, denominada contrafuerte del arrecife, con deformaciones del plano de la pared de 3 a 5 m, pendientes de 45-60° y separada por parches y canales de sedimentos en donde fue observado el menor cubrimiento de macrobiota bentónica. En las notas de campo recogidas en Reed *et al.* (2017), se registra la presencia de contrafuerte en todos los sitios analizados, extendiéndose entre 50-70 m y 60-80 m

Tabla 1. Información general de los sitios de estudios y cantidad de imágenes analizadas por intervalo de profundidad. Se especifican las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) a las que pertenecen. PN= Parque Nacional, APRM= Área Protegida de Recursos Manejados y RE= Reserva Ecológica. Se utilizó la enumeración de los sitios propuesta por Reed *et al.* (2018).

Sitio	Localidad, AMP	Latitud	Longitud	Total de imágenes analizadas por intervalo de profundidad	
				50-80 m	80-125 m
C-12B	Las Tumbas, APRM Península de Guanahacabibes	21°55.4775'	84°57.4944'	222	111
C-15	El Almirante, PN Guanahacabibes	21°48.2246'	84°31.1370'	110	114
C-16A	Cabo Corrientes, PN Guanahacabibes	21°45.5120'	84°31.8741'	61	118
C-21A	PN Punta Francés	21°36.0100'	83°10.9436'	145	113
C-23	Punta Brava, APRM Sur de la Isla de la Juventud	21°29.4195'	82°39.2284'	113	88
C-24	Cayo Matías, RE Punta del Este	21°31.9245'	82°27.4803'	119	88

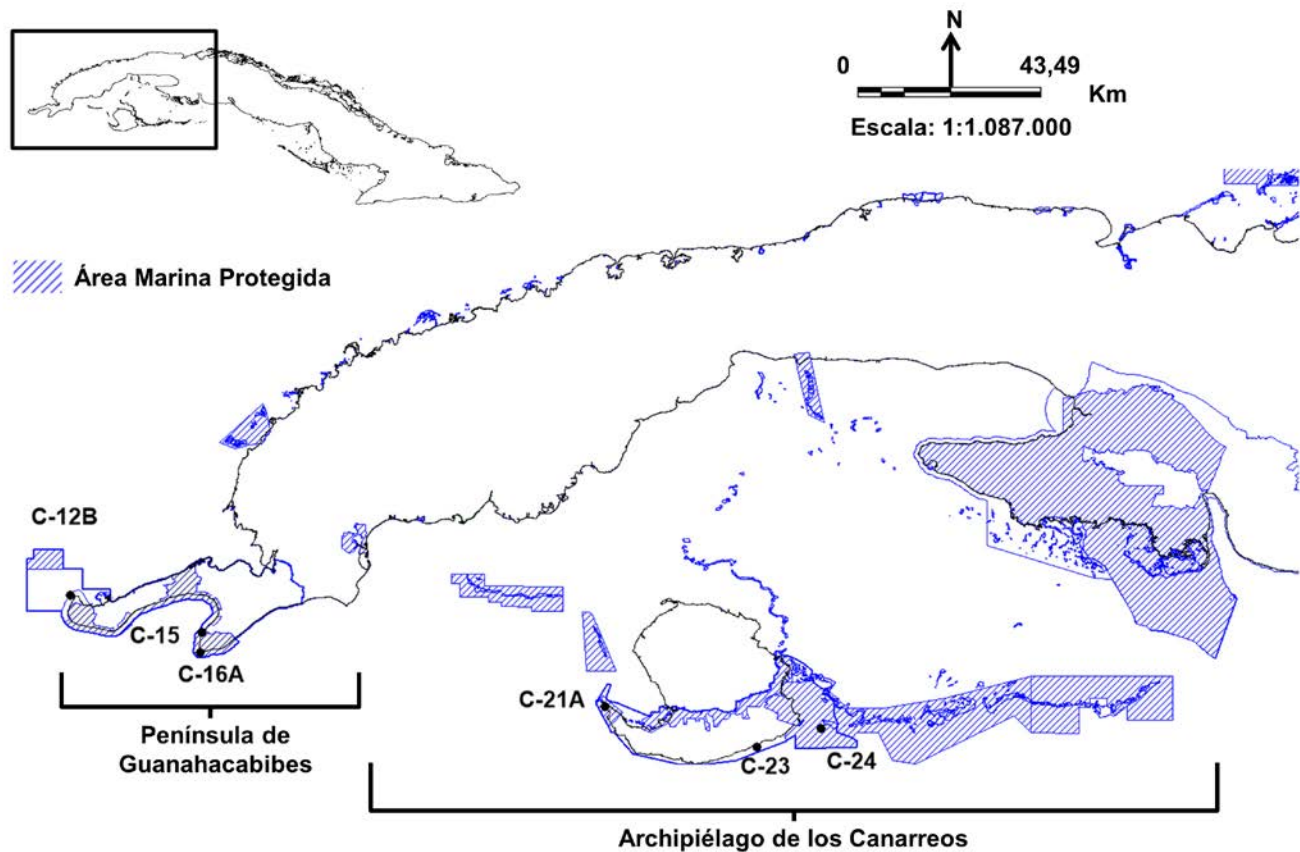


Fig. 1. Localización geográfica de los sitios de estudio. Se utilizó la enumeración propuesta por Reed *et al.* (2018) para los arrecifes de coral mesofóticos de Cuba.

de profundidad. Según estos datos, por debajo de los 70 u 80 m se alcanza una pendiente de 90° , la pared está altamente erosionada en determinados tramos por la presencia de marcadas cavidades (1-3 m de diámetro) y salientes (1-2 m de ancho), y se observan las mayores diversidad y densidad de macrobiota bentónica de todo el perfil mesofótico. Debido a la posible incidencia de estas diferencias geomorfológicas en la diversidad de esponjas, en el estudio se establecieron dos intervalos de profundidad: 50-80 m y 80-125 m.

Métodos de muestreo

Los muestreos se realizaron entre el 22 y 26 de mayo del 2017, durante la expedición científica conjunta

Cuba-EE.UU. a los arrecifes de coral mesofóticos de Cuba, a bordo del buque oceanográfico Walton Smith. Se realizaron inmersiones utilizando un Vehículo Operado a Distancia, el Mohawk ROV (por sus siglas en inglés), equipado con una cámara fotográfica de alta definición Kongsberg OE14-408. Se tomaron imágenes con la cámara perpendicular al sustrato, realizando recorridos a modo de transectos verticales, comenzando desde la mayor profundidad (125 m) y ascendiendo hasta la menor (50 m). Adicionalmente, entre los 50 y 70 m, también se obtuvieron imágenes, durante recorridos realizados a igual profundidad, a modo de transectos horizontales.

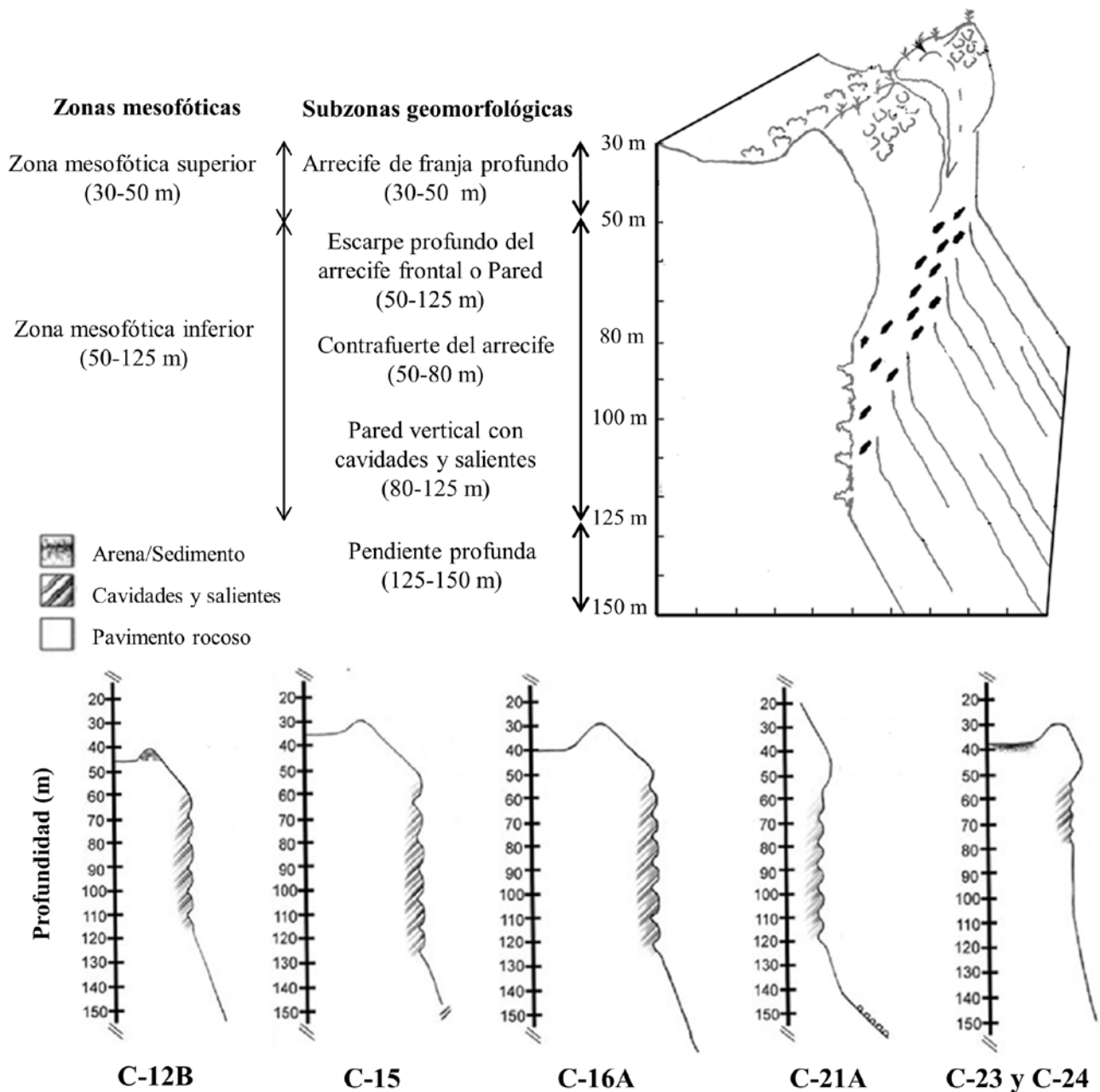


Fig. 2. Perfiles arrecifales con las principales características geomorfológicas y zonación de los arrecifes de coral mesofóticos estudiados. Modificado de Reed *et al.* (2018).

Procesamiento de los datos

Se analizaron todas las imágenes disponibles para los seis sitios de estudio, con un total de 1402 (Tabla 1). A partir de las mismas, se identificaron las especies de esponjas por sitios y para los dos intervalos de

profundidad analizados. Para la identificación y clasificación de los individuos se siguieron los criterios de Díaz *et al.* (2019) y Van Soest *et al.* (2021).

Durante la identificación de los individuos en las profundidades entre 80 y 125 m, se registró también la

profundidad máxima de las especies descritas, y los datos fueron comparados con la información publicada para la región del Atlántico Tropical Occidental.

A partir de la presencia de las especies por sitios, se observó la similitud entre los sitios mediante un análisis de clasificación aglomerativa (Cluster Analysis). Se utilizó el índice de similitud de Sorensen como medida de la afinidad entre los sitios y el ligamiento promedio como método de fusión de los pares de muestras. Además, se realizó el análisis de similitud ANOSIM entre sitios, en cuanto al factor profundidad. Los datos se procesaron con el programa PRIMER v.6.1.15.

Resultados

Se identificaron 170 especies de esponjas en la zona inferior de los arrecifes mesofóticos estudiados, pertenecientes a tres clases, 17 órdenes, 40 familias y 55

géneros (Tabla 2). Del total, 85 (50%) fueron identificadas hasta nivel de especies y el resto hasta género (35%), familia (9%), orden (2%) o clase (4%). La clase más diversa fue Demospongiae con 160 especies, seguida de Homoscleromorpha y Calcarea con cinco especies cada una. Los órdenes más diversos fueron Haplosclerida con 44 especies, Verongiida con 18, y Agelasida y Dictyoceratida con 16 cada uno. Con relación a los géneros, destacaron *Agelas* con 15 especies y *Aplysina* con 10. Por otro lado, se observaron 151 especies entre 50-80 m y 119 especies entre 80-125 m. De ellas, 101 estuvieron presentes en los dos intervalos de profundidad analizados, mientras que 50 se encontraron sólo en el intervalo superior y 18 fueron exclusivas de los 80-125 m. Además, 30 especies presentaron nuevos valores de profundidad máxima para la región del Atlántico Tropical Occidental (Tabla 2).

Tabla 2. Especies de esponjas identificadas en la zona mesofótica inferior de seis arrecifes del suroccidente de Cuba y en los dos intervalos de profundidad analizados. Entre paréntesis se señalan los nuevos valores de profundidad encontrados en el presente estudio que fueron superiores a los máximos de profundidad (P máx) registrados en la literatura para la región del Atlántico Tropical Occidental, con su respectiva referencia (Ref). *¹ nuevo registro de la especie para la península de Guanahacabibes, *² nuevo registro de la especie para el archipiélago de los Canarreos, ** nuevo registro para ambas zonas. ▲ presencia en intervalo de profundidad 50-80 m, ▼ presencia entre los 80 y 125 m de profundidad.

Especies	Sitios						P máx(m) Atlántico Tropical Occidental	Ref.
	C-12B	C-15	C-16A	C-21A	C-23	C-24		
Clase Demospongiae								
Demospongiae Cu-05**	▲▼	▲▼	▼	▲				
Demospongiae Cu-17					▲			
Demospongiae Cu-20**			▼	▼	▼	▲▼		
Demospongiae Cu-23* ²	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼		
Demospongiae Cu-25	▼							
Demospongiae Cu-27**	▼	▼	▼	▲▼	▼	▲▼		
Demospongiae Cu-29		▼	▼					
O. Agelasida, Agelasidae								
<i>Agelas cervicomis</i> (Schmidt, 1870)	▲▼	▲▼	▲▼	▲		▲▼		
<i>Agelas citrina</i> Gotera & Alcolado, 1987	▲▼	▲▼	▲▼ (101)	▲	▲▼	▲▼	60	4
<i>Agelas clathrodes</i> (Schmidt, 1870)		▲	▲▼					
<i>Agelas dilatata</i> Duchassaing & Michelotti, 1864	▲▼	▲▼	▲▼	▲	▲▼	▲▼		
<i>Agelas sceptrum</i> (Lamarck, 1815)	▲	▲▼	▲▼ (125)	▲▼	▲▼	▲▼	104	9

Especies	Sitios						P máx(m) Atlántico Tropical Occidental	Ref.
	C-12B	C-15	C-16A	C-21A	C-23	C-24		
<i>Agelas schmidtii</i> Wilson, 1902**	▲			▲		▲		
<i>Agelas</i> sp. Cu-01* ¹	▲▼	▲▼	▲▼		▼	▲		
<i>Agelas</i> sp. Cu-02**		▼			▼			
<i>Agelas</i> sp. Cu-07* ¹		▲	▲			▲		
<i>Agelas</i> sp. Cu-08	▲▼	▲▼	▲▼	▼	▲▼	▲▼		
<i>Agelas</i> sp. Cu-09**	▲▼	▲	▲▼	▲				
<i>Agelas</i> sp. Cu-10* ²						▲		
<i>Agelas sventres</i> Lehnert & van Soest, 1996* ²	▲		▼ (86)		▲	▲	79	9
<i>Agelas tubulata</i> Lehnert & van Soest, 1996	▲	▼ (120)					83.8	8
<i>Agelas wiedenmayeri</i> Alcolado, 1984	▲▼ (121)	▲	▲▼	▲▼	▲	▲▼	72	3
O. Agelasida, Astroscleridae								
<i>Ceratoporella nicholsoni</i> (Hickson, 1911)	▲▼	▼	▼	▲▼	▲▼	▲▼		
O. Axinellida, Axinellidae								
<i>Auleta</i> cf. <i>tuberosa</i> Alvarez, van Soest & Rützler, 1998	▲	▲	▼ (85)				70	1
<i>Axinella</i> sp. Cu-01* ¹	▼							
<i>Dragmacidon alvarezae</i> Zea & Pulido, 2016						▲		
<i>Ptilocaulis walpersi</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	▲					▲		
O. Axinellida, Heteroxydidae								
<i>Myrmekioderma gyroderma</i> (Alcolado, 1984)		▲▼	▲▼					
O. Axinellida, Raspailiidae								
<i>Ectyoplasia ferox</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	▲	▲		▲	▲	▲		
O. Chondrillida, Halisarcidae								
<i>Halisarca caerulea</i> Vacelet & Donadey, 1987					▲			
O. Chondrosiida, Chondrosiidae								
<i>Chondrosia</i> sp. Cu-01* ¹		▲▼		▼				
O. Clionaida								
Clionaida Cu-01					▼			
O. Clionaida, Clionaidae								
<i>Cliona</i> cf. <i>aprica</i> Pang, 1973* ²						▲		
<i>Cliona caribbaea</i> Carter, 1882				▲		▲▼ (84)	70	7
<i>Cliona delitrix</i> Pang, 1973	▲					▲		
<i>Cliona</i> sp. Cu-01**		▲▼	▼	▲	▲▼	▲		
<i>Cliona</i> sp. red	▲							
O. Clionaida, Placospongiidae								
<i>Placosphaera</i> sp. Cu-01* ¹	▼	▲▼	▼	▲	▲▼	▲		
<i>Placosphaera</i> sp. Cu-02**	▼		▲	▲	▲	▲		
<i>Placosphaera</i> sp. white	▲			▼				
O. Clionaida, Spirastrellidae								
<i>Diplastrella</i> sp. Cu-01**	▲▼	▲▼	▼	▲▼	▲▼	▲		
<i>Spirastrella coccinea</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼ (125)	▲▼	91	9

Especies	Sitios						P máx(m) Atlántico Tropical Occidental	Ref.
	C-12B	C-15	C-16A	C-21A	C-23	C-24		
<i>Spirastrella hartmani</i> (Boury-Esnault, Kautau, Bézac, Wulff & Solé- Cava, 1999)	▲	▲	▲	▲▼ (88)		▲	53	3
<i>Spirastrella</i> sp. Cu-01	▼	▲▼	▼	▼	▼	▲		
<i>Spirastrella</i> sp. Cu-02* ²				▲▼	▲	▲		
O. Dendroceratida, Dictyodendrillidae								
<i>Igemella</i> cf. <i>notabilis</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)* ¹	▲	▲						
O. Dictyoceratida								
Dictyoceratida Cu-02* ¹				▼				
O. Dictyoceratida, Dysideidae								
Dysideidae Cu-01* ¹		▲						
Dysideidae purple		▲						
O. Dictyoceratida, Irciniidae								
<i>Ircinia felix</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	▲	▲				▲		
<i>Ircinia</i> sp. Cu-02* ²				▲				
<i>Ircinia</i> sp. gray	▲	▼	▼	▼	▲	▲▼		
<i>Ircinia</i> sp. red	▲	▲▼	▼					
<i>Ircinia</i> sp. white, small		▼	▼	▼				
<i>Ircinia</i> sp. white tubules	▼							
<i>Ircinia strobilina</i> (Lamarck, 1816)	▲	▼ (85)	▲		▲		70	9
<i>Ircinia</i> cf. <i>strobilina</i> (Lamarck, 1816)	▲			▲▼	▲▼			
O. Dictyoceratida, Spongiidae								
<i>Spongia</i> (<i>Spongia</i>) cf. <i>obscura</i> Hyatt, 1877* ¹	▲				▲	▲		
<i>Spongia</i> sp. Cu-02* ¹	▲			▼		▲		
O. Dictyoceratida, Thorectidae								
<i>Hyrtilos</i> cf. <i>proteus</i> Duchassaing & Michelotti, 1864* ²				▲	▲	▲		
<i>Smenospongia conulosa</i> Pulitzer-Finali, 1986* ²						▲		
<i>Smenospongia</i> cf. <i>echina</i> (de Laubenfels, 1934)	▲				▲▼ (95)	▲	73	6
O. Haplosclerida, Callyspongiidae								
<i>Callyspongia</i> (<i>Cladochalina</i>) <i>alcoladoi</i> Busutil, García-Hernández, Díaz & Pomponi, 2018 * ²	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼ (111)		▲	73.4	2
<i>Callyspongia</i> (<i>Callyspongia</i>) <i>fallax</i> Duchassaing & Michelotti, 1864* ²	▲	▲		▲▼ (105)	▲▼	▲	64.4	2
<i>Callyspongia</i> (<i>Callyspongia</i>) cf. <i>pallida</i> Hechtel, 1965* ¹	▲				▲▼			
<i>Callyspongia</i> (<i>Callyspongia</i>) <i>pedroi</i> Busutil, García-Hernández, Díaz & Pomponi, 2018	▲	▲	▲▼	▲▼		▲		
<i>Callyspongia</i> (<i>Cladochalina</i>) <i>plicifera</i> (Lamarck, 1814)	▲		▲			▲		
<i>Callyspongia</i> sp. Cu-01		▲▼	▼					
O. Haplosclerida, Niphatidae								
<i>Amphimedon compressa</i> Duchassaing & Michelotti, 1864		▲	▲			▲		

Especies	Sitios						P máx(m) Atlántico Tropical Occidental	Ref.
	C-12B	C-15	C-16A	C-21A	C-23	C-24		
<i>Amphimedon</i> sp. Cu-04**	▼	▲				▼		
<i>Amphimedon</i> sp. Cu-05* ¹	▲	▲▼	▼	▲▼	▲▼			
<i>Cribrochalina vasculum</i> (Lamarck, 1814)		▲▼	▲	▲▼ (93)	▲▼	▲▼	69	3
Niphatidae Cu-01* ²	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼		
<i>Niphates alba</i> Van Soest, 1980	▲▼	▼ (110)	▲	▼	▲	▲▼	94	3
<i>Niphates arenata</i> Rützler, Piantoni, van Soest & Díaz, 2014	▲▼ (121)	▲▼	▲▼	▼	▲▼		103	3
<i>Niphates digitalis</i> (Lamarck, 1814)	▲	▲	▲					
<i>Niphates erecta</i> Duchassaing & Michelotti, 1864* ²	▲	▼	▲	▲▼ (100)			69	10
<i>Niphates</i> cf. <i>erecta</i> Duchassaing & Michelotti, 1864**	▲				▲	▲		
<i>Niphates</i> sp. Cu-01	▲	▲	▲▼					
<i>Niphates</i> sp. Cu-02* ²			▼		▼			
<i>Niphates</i> sp. Cu-03* ²	▲					▲		
O. Haplosclerida, Petrosiidae								
Petrosiidae sp. white		▲				▲		
Petrosiidae sp. Cu-02	▼	▲▼	▼	▲	▼	▲		
Petrosiidae sp. Cu-04**		▲		▲				
Petrosiidae sp. Cu-05* ²	▼	▼				▲		
Petrosiidae sp. Cu-06* ¹	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲	▲		
Petrosiidae sp. Cu-08* ²		▲			▲	▲▼		
Petrosiidae sp. Cu-09				▲	▲			
Petrosiidae sp. Cu-12* ¹	▼	▲	▼	▲▼	▼	▼		
Petrosiidae sp. Cu-13**	▼	▼	▼			▲		
Petrosiidae sp. Cu-14**	▼			▲				
Petrosiidae sp. Cu-17**	▲▼	▲	▲▼	▲	▲	▲		
Petrosiidae sp. Cu-20			▼		▼			
<i>Neopetrosia</i> cf. <i>dutchi</i> Van Soest, Meesters & Becking, 2014	▲▼							
<i>Petrosia</i> (<i>Petrosia</i>) <i>pellasarca</i> (de Laubenfels, 1934)* ¹	▲		▼					
<i>Petrosia</i> (<i>Petrosia</i>) <i>weinbergi</i> Van Soest, 1980	▲	▲▼	▲▼ (114)	▲▼	▲	▲▼	75	3
<i>Xestospongia muta</i> (Schmidt, 1870)	▲	▲	▲		▲	▲		
<i>Xestospongia</i> sp. Cu-01	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼		
O. Haplosclerida, Phloeodictyidae								
<i>Oceanapia bartschi</i> (de Laubenfels, 1934)	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼		
<i>Oceanapia</i> sp. Cu-04* ²	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▼	▲▼		
<i>Oceanapia</i> sp. Cu-06**	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼		
<i>Oceanapia</i> sp. Cu-07**						▲		
<i>Oceanapia</i> cf. <i>stalagmitica</i> (Wiedenmayer, 1977)* ¹	▼							
<i>Siphonodictyon brevitubulatum</i> Pang, 1973* ¹	▲			▼		▲		
<i>Siphonodictyon coralliphagum</i> Rützler, 1971	▲▼	▲▼	▲▼ (125)	▲▼	▲	▲▼	82	3

Especies	Sitios						P máx(m) Atlántico Tropical Occidental	Ref.
	C-12B	C-15	C-16A	C-21A	C-23	C-24		
<i>Siphonodictyon</i> cf. <i>xamaycaense</i> Pulitzer-Finali, 1986* ²	▼	▼ (125)	▼	▲▼	▼	▲▼	109	3
O. Poecilosclerida, Crambeidae								
<i>Monanchora arbuscula</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864) * ²	▲	▲		▲				
O. Poecilosclerida, Desmacididae								
<i>Desmapsamma anchorata</i> (Carter, 1882) **	▲	▲				▲		
O. Poecilosclerida, Hymedesmiidae								
<i>Phorbas amaranthus</i> Duchassaing & Michelotti, 1864**	▲	▲▼	▲▼	▲		▲▼ (115)	68	10
<i>Phorbas</i> sp. Cu-01* ¹	▲							
<i>Phorbas</i> sp. Cu-02* ²	▼	▲▼		▼	▲▼	▲		
O. Poecilosclerida, Ictrochotidae								
<i>Ictrochota birotulata</i> (Higgin, 1877)* ²	▲	▲	▲	▲				
O. Poecilosclerida, Microcionidae								
<i>Clathria (Microcionia) echinata</i> (Alcolado, 1984)**	▲				▲			
<i>Clathria</i> sp. Cu-03* ¹	▲				▲	▲		
<i>Clathria</i> sp. Cu-04**	▲	▲			▼			
<i>Clathria</i> sp. pink						▲		
<i>Clathria (Thalysias) venosa</i> (Alcolado, 1984) * ²	▲		▲▼	▲▼ (111)	▲	▲	62	3
O. Poecilosclerida, Mycalidae								
<i>Mycale (Mycale) laevis</i> (Carter, 1882)		▲	▲					
<i>Mycale (Mycale) cf. laevis</i> (Carter, 1882)* ¹	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼ (115)	64	3
<i>Mycale (Arenochalina) laxissima</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	▲		▲			▲		
O. Polymastiida, Polymastiidae								
<i>Polymastia</i> sp. Cu-01					▼			
O. Scopalinida, Scopalinidae								
<i>Scopalina ruetzleri</i> (Wiedenmayer, 1977) * ²	▲				▲▼	▲		
<i>Stylissa caribica</i> Lehnert & van Soest, 1998	▲							
<i>Stylissa</i> sp.**	▲	▲	▼					
<i>Svenzea zeai</i> (Alvarez, van Soest & Rützler, 1998)	▲			▲	▲	▲		
O. Suberitida, Halichondriidae								
<i>Axinyssa ambrosia</i> (de Laubenfels, 1936)					▼ (95)		85	9
<i>Topsentia</i> sp.	▼			▼				
O. Suberitida, Suberitidae								
<i>Aptos</i> sp. Cu-01**	▼	▼	▼		▼			
O. Tetractinellida, Ancorinidae								
<i>Asteropus</i> sp. Cu-01* ²		▲	▲▼			▲		
O. Tetractinellida, Corallistidae								
<i>Corallistes</i> sp. Cu-01					▼			

Especies	Sitios						P máx(m) Atlántico Tropical Occidental	Ref.
	C-12B	C-15	C-16A	C-21A	C-23	C-24		
<i>Corallistes</i> sp. Cu-02				▲				
<i>Corallistes</i> sp. Cu-03				▼				
O. Tetractinellida, Geodiidae								
<i>Erylus trisphaerus</i> (de Laubenfels, 1953)* ¹	▲							
<i>Geodia cribata</i> Rützler, Piantoni, van Soest & Díaz, 2014	▲▼	▲▼	▼	▼	▼ (114)	▲▼	85	3
<i>Geodia neptuni</i> (Sollas, 1886)	▲	▲	▲▼ (101)	▲▼	▲	▲▼	74	3
<i>Geodia</i> cf. <i>neptuni</i> (Sollas, 1886)	▼	▼	▲▼	▲		▲		
<i>Geodia</i> sp. Cu-01* ¹	▼	▼						
<i>Geodia</i> sp. Cu-03				▼				
<i>Geodia</i> sp. red	▲	▲						
O. Tetractinellida, Tetillidae								
<i>Cinachyrella</i> cf. <i>alloclada</i> (Uliczka, 1929) * ²	▲				▼			
<i>Cinachyrella</i> cf. <i>kuekenthali</i> (Uliczka, 1929) * ²	▼	▲▼	▲▼	▲				
O. Tetractinellida, Theonellidae								
<i>Discodermia</i> sp. Cu-01* ¹			▼					
O. Verongiida								
Verongiida Cu-01	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼		
O. Verongiida, Aplysinidae								
<i>Aiolochoxia crassa</i> (Hyatt, 1875)	▲▼	▲▼	▲▼	▲	▲▼	▲▼		
<i>Aiolochoxia</i> sp. Cu-01		▲	▼	▲	▼	▲		
<i>Aplysina archeri</i> (Higgin, 1875)	▲	▲	▲	▼	▲	▲		
<i>Aplysina bathyphila</i> Maldonado & Young, 1998	▲▼	▲▼	▲▼	▲	▲▼	▲▼		
<i>Aplysina cauliformis</i> (Carter, 1882)	▲	▲			▲	▲▼ (115)	81	10
<i>Aplysina fistularis</i> (Pallas, 1766)		▲	▲	▲	▲	▲		
<i>Aplysina fulva</i> (Pallas, 1776) * ¹	▲▼	▲						
<i>Aplysina insularis</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)**	▲	▲		▲		▲		
<i>Aplysina lacunosa</i> (Lamarck, 1814)	▼	▲▼	▲	▲	▼			
<i>Aplysina sciophilila</i> Rützler, Piantoni, van Soest & Díaz, 2014	▲	▼ (120)	▲			▲▼	115	3
<i>Aplysina</i> sp. Cu-01* ¹	▲▼	▼		▲▼				
<i>Aplysina</i> sp. Cu-04	▼	▲▼	▲▼	▲	▼			
<i>Verongula gigantea</i> (Hyatt, 1875)					▲			
<i>Verongula</i> sp. Cu-01* ²	▲			▲				
<i>Verongula reisi</i> Alcolado, 1984	▲	▲	▲		▲	▲		
<i>Verongula rigida</i> (Esper, 1794)	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲		
O. Verongiida, Ianthellidae								
<i>Vansoestia caribensis</i> Díaz, Thacker, Redmond Pérez & Collins, 2015				▼				
Clase Homoscleromorpha								

Especies	Sitios						P máx(m) Atlántico Tropical Occidental	Ref.
	C-12B	C-15	C-16A	C-21A	C-23	C-24		
O. Homosclerophorida, Oscarellidae								
<i>Oscarella</i> sp. Cu-01* ¹	▲							
<i>Oscarella</i> sp. Cu-02**			▼	▲▼				
O. Homosclerophorida, Plakinidae								
<i>Plakinastrella onkodes</i> Uliczka, 1929**	▲	▲		▲▼ (87)		▲	60	3
<i>Plakortis</i> sp.**	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼		
<i>Plakortis angulospiculatus</i> (Carter, 1879) * ²	▲▼	▲▼	▲▼	▲	▲	▲		
Clase Calcarea								
O. Clathrinida, Leucettidae								
<i>Leucetta floridana</i> (Haeckel, 1872)	▲▼ (115)	▲▼	▲▼	▲	▲	▼	110	5
<i>Leucetta</i> sp. Cu-01**		▲▼	▲▼	▲	▲			
<i>Leucetta</i> sp. Cu-03* ¹		▼	▲▼			▲		
<i>Leucetta</i> sp. small	▼	▲	▲▼					
O. Leucosolenida, Grantiidae								
<i>Leucandra</i> sp. Cu-01* ¹	▼	▼	▲▼	▲	▲▼	▲▼		

1. Alvarez *et al.* (1998); 2. Busutil *et al.* (2018); 3. Díaz *et al.* (2019); 4. Gotera y Alcolado (1987); 5. Hernandez-Zanuy *et al.* (2020); 6. Laubenfels (1934); 7. Laubenfels (1936); 8. Lehnert & Van Soest (1996); 9. Lehnert & Van Soest (1999); 10. Van Soest (2017).

Entre los individuos identificados destacan 15 especies y nueve géneros que fueron recientemente registradas para Cuba por Díaz *et al.* (2019). Las especies fueron: *Agelas sventres*, *A. tubulata*, *Auletta* cf. *tuberosa*, *Dragmacidon alvarezae*, *Smenospongia* cf. *echina*, *Niphates arenata*, *Neopetrosia* cf. *dutchi*, *Stylissa caribica*, *Axinyssa ambrosia*, *Geodia cribata*, *Aplysina bathyphila*, *A. sciophila*, *Vansoestia caribensis*, *Plakinastrella onkodes*, *Leucetta floridana*. Los géneros fueron: *Placosphaerastra*, *Diplastrella*, *Neopetrosia*, *Stylissa*, *Axinyssa*, *Vansoestia*, *Oscarella*, *Plakinastrella* y *Leucetta*. Además, excepto en el sitio C-23, en todos se observaron las dos nuevas especies para la ciencia descritas recientemente por Busutil *et al.* (2018): *Callyspongia alcoladoi* y *C. pedroi*. Por otro lado, 55 especies se registraron por primera vez para los mesofóticos del archipiélago de los Canarreos, y 54 para la península de Guanahacabibes. De las especies listadas, 28 solo se observaron en Guanahacabibes y 23 fueron exclusivas de los Canarreos.

Del total de especies identificadas, 37 (22%) fueron observadas en todos los sitios estudiados, 71 (42%) en 3 a 5 sitios y 62 (36 %) en 1 o 2 sitios (Tabla 2). Sólo se encontraron nueve especies con presencia en ambos intervalos de profundidad de todos los sitios: *Demospongia* Cu-23, *Mycale* cf. *laevis*, *Niphatidae* Cu-01, *Oceanapia bartschi*, *Oceanapia* sp. Cu-06, *Plakortis* sp., *Spirastrella coccinea*, *Verongiida* Cu-01 y *Xestospongia* sp. Cu-01.

La cantidad de especies de esponjas fue menor en el intervalo de profundidad de 80-125 m con respecto a los 50-80 m, excepto en el sitio C-16A. La mayor cantidad de especies (96) se encontró en los 50-80 m del sitio C-12B y la menor (37) entre los 80 y 125 m de C-24. Al analizar toda la zona mesofótica inferior, dos sitios ubicados en la península de Guanahacabibes tuvieron el mayor número de especies (C-12B y C-15) con valores de 124 y 106 respectivamente, mientras que el menor valor correspondiente a 85 especies se encontró

Tabla 3. Número de especies de esponjas identificadas por sitio en la zona mesofótica inferior y en los dos intervalos de profundidad analizados en el presente estudio. Se indica el total reportado por Hernández-Zanuy *et al.* (2020) para los mismos sitios pero en todo el arrecife mesofótico (30-150 m).

Sitios	No. de especies por intervalos de profundidad		No. total de especies de la zona mesofótica inferior (50-125 m)*	No. de especies reportado por Hernández-Zanuy <i>et al.</i> (2020) para todo el arrecife mesofótico (30-150 m)
	50-80 m	80-125 m		
C-12B	96	62	124	66
C-15	87	66	106	53
C-16A	63	72	92	47
C-21A	73	53	91	54
C-23	63	52	85	40
C-24	93	37	96	38

*Este valor no es una sumatoria de especies por intervalos de profundidad, indica el número de especies comunes a toda la zona mesofótica inferior.

en el sitio C-23, localizado en el archipiélago de los Canarreos (Tabla 3).

El análisis aglomerativo mostró asociación significativa entre sitios ubicados en iguales intervalos de profundidad (Fig. 3). Además, el análisis de similitud mostró diferencias significativas entre los sitios en cuanto a la presencia y ausencia de especies en ambos intervalos de profundidad analizados (*ANOSIM*, 462 permutaciones, $R=0.517$; $p=0.004$), siendo un factor determinante. Los sitios del archipiélago de los Canarreos (C-21A, C-23 y C-24) ubicados en los 80-125 m, y que se corresponden con los menores números de especies, mostraron las menores similitudes.

Discusión

El total de especies del presente estudio, representa el 57% de las 296 especies identificadas por Reed *et al.* (2018) en base a los datos obtenidos en la expedición de 2017 a 35 arrecifes de coral mesofóticos de Cuba. Además, 160 están incluidas en el fotoalbum de esponjas de Díaz *et al.* (2019), ilustrando la diversidad de esponjas de estos arrecifes. Las 170 especies encontradas, superan a las 141 identificadas por Pomponi *et al.* (2019) en los arrecifes mesofóticos de las Antillas Mayores, incluyendo a Cuba, Jamaica, Puerto Rico e Islas Caimán. Lo anterior corrobora el gran potencial que tienen los arrecifes mesofóticos cubanos, capaces

de albergar una elevada diversidad de especies de esponjas.

De las 58 especies reportadas para arrecifes someros en la península de Guanahacabibes por Marcos (2006) y Caballero *et al.* (2012), 35 fueron comunes para el mesofótico inferior. En el caso del archipiélago de los Canarreos, se identifican 73 especies someras (Alcolado 1985, Alcolado *et al.*, 2001; De la Guardia *et al.*, 2004; Lara *et al.*, 2013) y 31 también se encontraron en la zona mesofótica inferior de los arrecifes analizados. Para todo el suroccidente de Cuba, se identificaron 41 especies de esponjas compartidas para ambos ecosistemas, con mayor diversidad de esponjas mesofóticas que someras.

Treinta de las 170 especies identificadas, presentaron nuevos valores de profundidad para el Atlántico Tropical Occidental, superando en algunos casos, los máximos de profundidad reportados por Busutil *et al.* (2018), Díaz *et al.* (2019) y Reed *et al.* (2018) en los arrecifes mesofóticos de Cuba. Los resultados también reafirman que profundizar en el análisis de las imágenes y videos disponibles, así como de las muestras biológicas recolectadas en 2017, significaría continuar encontrando novedades. Por ejemplo, análisis futuros relacionados con la zona heterotrófica (125->150 m) de estos arrecifes, pudieran generar nuevos registros de profundidad, ampliándose el conocimiento existente sobre los intervalos de distribución de estas especies.

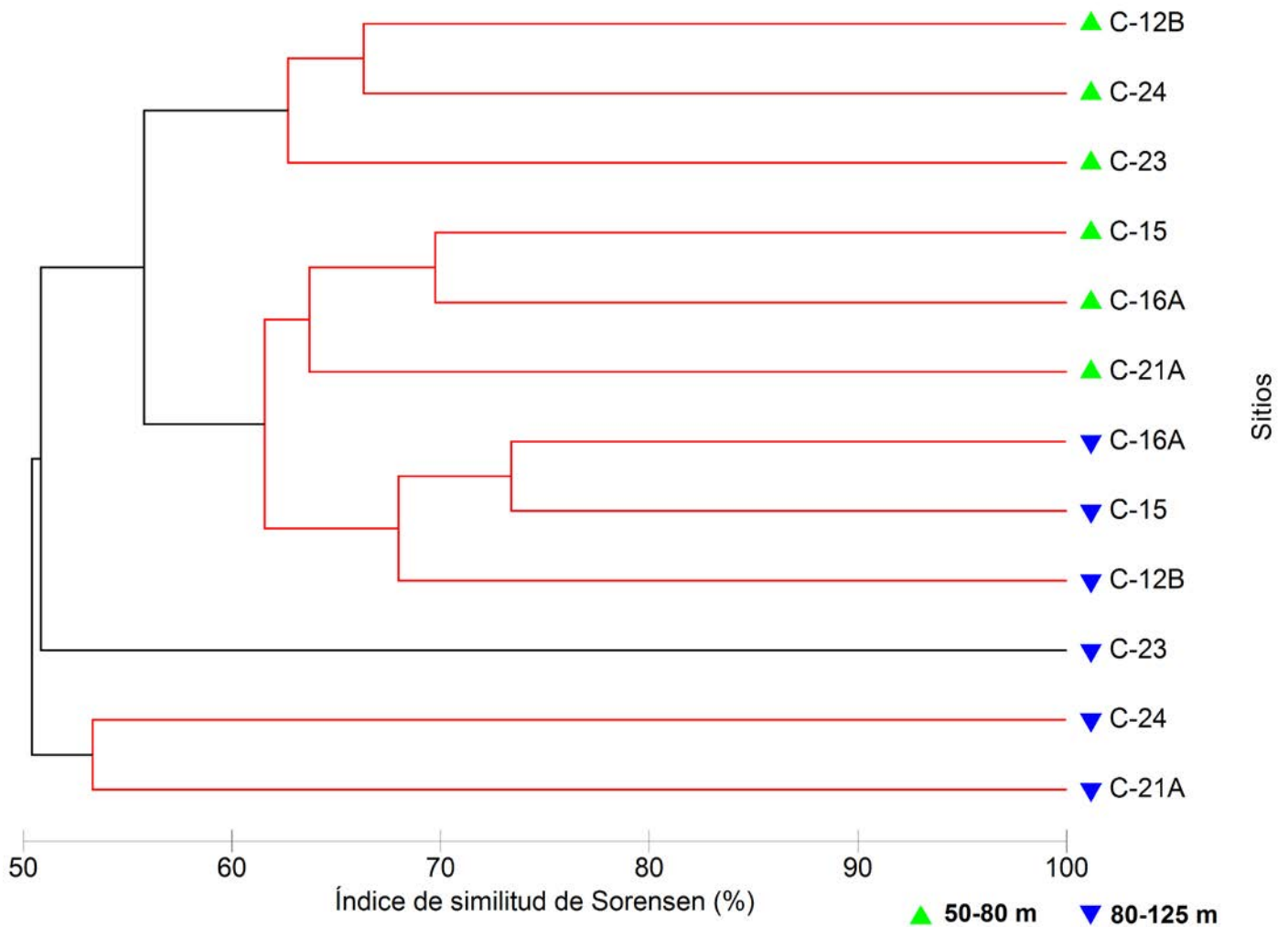


Fig. 3. Análisis aglomerativo (*Cluster Analysis*) basado en la presencia y ausencia de especies por intervalos de profundidad en la zona mesofótica inferior de seis arrecifes de coral del suroccidente de Cuba.

Se obtuvieron nuevos registros de especies para las dos zonas geográficas analizadas. En el caso de *Callyspongia alcoladoi* y *C. pedroi*, los cinco sitios donde fueron observadas no habían sido reconocidos por Busutil *et al.* (2018) en el análisis de distribución de ambas especies en arrecifes mesofóticos cubanos. Hernández-Zanuy *et al.* (2020) tampoco habían incluido su presencia en todos los sitios, sólo en la península de Guanahacabibes: *C. alcoladoi* en C-12B y C-16A, y *C. pedroi* en C-12B y C-15.

Las especies *Xestospongia* sp. Cu-01 y Verongiida Cu-01, observadas en los dos intervalos de profundidad

de cada sitio, fueron reconocidas como las más frecuentes por Reed *et al.* (2018) en los arrecifes mesofóticos cubanos. Las especies *Agelas dilatata*, *A. sceptrum* y *Aiolochoiria crassa* también declaradas como muy comunes por estos autores, fueron observadas en todos los sitios aunque no siempre en ambos intervalos de profundidad. Es probable que Verongiida Cu-01 sea la misma esponja referida por Alcolado (1990; 2007), en base a sus observaciones en las expediciones de los minisumergibles Argus en 1983 y Johnson Sea Link II en 1997. El autor la describe como una esponja delgada

incrustante de color amarillo intenso, que fue vista con frecuencia en el sustrato rocoso de la pared del talud insular; características que coinciden con las observaciones realizadas recientemente.

Según datos obtenidos durante la expedición de 2017 para todo el arrecife mesofótico (30-150 m) en la zona suroeste de Cuba, correspondiente a ocho sitios del archipiélago de los Canarreos, se registraron los mayores números de especies (159) y de individuos (1267). En el caso de la región oeste que corresponde a seis sitios de la península de Guanahacabibes, el número de especies fue de 132 con 956 individuos observados (Hernández-Zanuy *et al.*, 2020). Lo obtenido en el presente estudio difiere de estos resultados, siendo Guanahacabibes la zona con la mayor diversidad de especies. Sin embargo, hay que tener en cuenta las diferencias en el número de sitios analizados por región entre ambos estudios, los intervalos de profundidad y los tamaños de muestra. Según los perfiles arrecifales de los sitios (Fig.2), los ubicados en Canarreos presentan un menor grado de rugosidad de la pared vertical con respecto a los ubicados en Guanahacabibes. Incluso, en los sitios C-23 y C-24 no se muestran las cavidades y salientes por debajo de los 80 m de profundidad. De esta manera, se podría explicar por qué se encontraron menos especies en ambos sitios, pues según Núñez *et al.* (2010), una mayor rugosidad del sustrato puede favorecer la fijación de larvas de esponjas y el desarrollo de grandes agregaciones de estos organismos. Por otro lado, el total de imágenes analizadas en el presente trabajo fue diferente entre los sitios estudiados (Tabla 1), pero al parecer no tiene relación con las disimilitudes observadas entre el número de especies. Entre los 50-80 m de profundidad, se identificaron 63 especies para los sitios C-16A y C-23, aún cuando en C-23 la cantidad de imágenes es casi el doble de las analizadas en C-16A. Lo mismo se observa si se comparan los sitios C-12B y C-24 en esta misma profundidad, o C-21A y C-23 entre los 80-125 m.

En cinco de los seis sitios analizados, el total de especies de esponjas disminuyó con la profundidad, siendo

mayores los valores entre 50-80 m. Según Alcolado (1990), entre los 60 y 100 m de profundidad existe un “paraíso” de esponjas, con una fauna muy diversa e individuos de grandes tallas que crecen ocupando sustratos disponibles, sin una gran competencia con los corales escleractíneos. Reed *et al.* (2018) encontraron los mayores valores de diversidad y abundancia de esponjas a profundidades entre 100 y 125 m.

Según algunos autores, tanto la diversidad como la abundancia varían espacialmente (entre hábitats y a lo largo del gradiente de profundidad) en dependencia de las zonas geomorfológicas del arrecife (Díaz and Rützler, 2001; Valderrama and Zea, 2003). Numerosos estudios muestran que estas variables aumentan proporcionalmente con la profundidad (Lang *et al.*, 1975; Liddell and Ohlhorst, 1988; Liddell *et al.*, 1997); incluso se propone la posible existencia de un patrón en el Caribe donde aumenta la diversidad, cobertura y crecimiento de las esponjas desde los arrecifes someros hasta los 150 m de profundidad (Lesser *et al.*, 2009; Lesser and Slattery, 2013; 2018). Sin embargo algunos autores se oponen a la hipótesis anterior, atribuyendo falta de evidencias para su planteamiento, porque se utilizan variables que varían mucho entre sitios y localidades de estudio por su dependencia al tipo de sustrato, pendiente y orientación (Pawlik *et al.*, 2013; Scott and Pawlik, 2018; Pawlik and Scott, 2019). En arrecifes mesofóticos de Puerto Rico se ha encontrado una disminución de la cobertura de esponjas con el incremento de la profundidad por debajo de los 100 m; mientras que en sitios de Islas Vírgenes y del santuario marino Flower Garden Banks en el Golfo de México, esta variable no varía con la profundidad (Scott *et al.*, 2019). En el presente trabajo, el análisis del número de especies de esponjas por sitios y la comparación entre los perfiles arrecifales de los mismos, muestran que una disminución de la extensión en la pared rocosa, puede estar relacionada en menos especies. Por tanto, las diferencias en la geomorfología del arrecife, la cobertura de sustrato duro y su complejidad, podrían generar variaciones en la diversidad y

abundancia de esponjas, y explicar los resultados contrastantes en las distintas áreas del Caribe.

Alcolado *et al.* (2003) plantean que puede haber una disminución de la riqueza de especies y la heterogeneidad como consecuencia de la sedimentación, presencia de sustrato arenoso y turbulencias. Otros autores plantean que la disminución de la luz y los cambios en la composición espectral en función de la profundidad pueden afectar la productividad y diversidad de las especies de corales, macroalgas y esponjas en aguas profundas (Huston, 1985; Gattuso *et al.*, 2006). No obstante, investigaciones muestran que las especies de esponjas en el Caribe son más dependientes de la heterotrofia, a diferencia de sus contrapartes del Pacífico y de la Gran Barrera de Coral en Australia (Wilkinson, 1987; Schmahl, 1990; Lesser, 2006). En Lesser (2006) y Lesser and Slattery (2013) se prueba mediante experimentos, que la depredación es un factor determinante en la estructura comunitaria de esponjas en el Caribe. En dichos estudios se observa, además, cómo la disponibilidad del picoplancton, la ingesta y su aprovechamiento aumentan con el aumento de la profundidad. Aunque los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una disminución de la diversidad con la profundidad en el mesofótico inferior, no se puede descartar que exista un comportamiento contrario desde la zona somera a la superior y de esta a la inferior. Serán necesarios nuevos análisis que incluyan todas las zonas y que, además, incorporen datos de otros arrecifes mesofóticos de Cuba.

En el presente estudio, el número de especies en la zona mesofótica inferior fue casi el doble por cada sitio, en relación a los valores reportados por Hernández-Zanuy *et al.* (2020) para todo el perfil mesofótico (Tabla 3). Los resultados de estos autores se basan en los datos obtenidos en tiempo real durante la expedición a bordo del W. Smith, mientras que en el trabajo actual, se realizó un análisis *a posteriori* más detallado, donde se utilizó un mayor tamaño de muestra y se dispuso de más tiempo para la consulta de literatura y apoyo de expertos en la identificación de las especies.

Con respecto a lo observado en el dendrograma, para el intervalo de profundidad de 50-80 m, los sitios de Guanahacabibes y Canarreos presentan una mayor similitud en cuanto a la presencia y ausencia de especies. Sin embargo, entre los 80 y 125 m, se forman dos grupos: uno con los sitios correspondientes al archipiélago de Canarreos y otro con los de Guanahacabibes. Las diferencias geomorfológicas observadas entre los sitios pudieran, en cierta medida, explicar los resultados obtenidos.

Se plantea que los arrecifes mesofóticos tienen el potencial de ser refugios y zonas de cría para poblaciones de organismos de aguas someras (Baker *et al.*, 2016; Abesamis *et al.*, 2018). Debido a la profundidad y la distancia de la costa a las que se encuentran estos ecosistemas, se considera que están menos expuestos a las altas temperaturas, al efecto del oleaje y de la sobrepesca (Bridge *et al.*, 2013). Sin embargo, Reed *et al.* (2018) consideran que según investigaciones recientes, los arrecifes profundos también pueden ser vulnerables al cambio climático, actividad pesquera, especies invasoras y contaminación. Aunque el grado de protección en arrecifes mesofóticos tenga un efecto más representativo sobre las poblaciones de peces, en sitios protegidos también se ha encontrado mayor desarrollo de comunidades bentónicas, principalmente gorgonias (Gress *et al.*, 2018). Los resultados expuestos en el presente trabajo, incrementan los inventarios de esponjas que forman parte de los planes de manejo de las cinco AMPs incluidas en el área de estudio. Serán necesarias investigaciones futuras en otras áreas protegidas y en zonas no protegidas adyacentes para analizar la influencia de la protección sobre las comunidades de esponjas y de otros grupos bentónicos en estos ecosistemas.

Según Turner *et al.* (2017), los estudios de diversidad y distribución espacial de las especies en los arrecifes profundos son un requisito importante para el diseño de redes de AMPs y contribuyen al desarrollo del turismo, la pesca y la farmacología. Sin embargo, en raras ocasiones los mesofóticos son incorporados a AMPs (Pyle and Copus, 2019). Debido a los escasos estudios en Cuba sobre la extensión, distribución, ecología y conectividad de

los arrecifes mesofóticos, estos no habían sido objeto de análisis para la propuesta de AMPs. A partir de los resultados obtenidos en la expedición a estos ecosistemas en 2017, Hernández-Zanuy *et al.* (2020) hacen propuestas de cinco nuevas AMPs, dos de las cuales ya han sido aprobadas por el Consejo de Ministros y las tres restantes fueron incorporadas al Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2021-2030. Además se presentó la extensión de los límites de dos AMPs ya existentes. Es vital que los resultados actuales y futuros de estudios taxonómicos y ecológicos en estos ecosistemas se incluyan en el proceso de propuesta de nuevas áreas y también en las acciones de manejo, haciendo énfasis en la conectividad con los arrecifes someros.

Contribución de autores

"Conceptualización, MR, L y MC; Metodología, MR y L; Análisis formal, MR, L y MC; Investigación, MR, L, MC, SA y N; Recursos, SA, MC y L; Curación de datos, MR, L y N; Escritura - Original" Preparación del borrador, MR; Escritura - Revisión y edición, MR, L, MC, SA y N; Visualización, MR, L y MC; Supervisión, MC y SA; Administración del proyecto, SA y L; Adquisición de fondos, SA".

Agradecimientos

La expedición a arrecifes mesofóticos de Cuba fue apoyada por la Oficina de Exploración e Investigación Oceánica de la NOAA y el Laboratorio Marino Ambiental del Pacífico de la NOAA. Agradecemos a todas las instituciones involucradas y al personal logístico y científico que hicieron posible la expedición y las recientes investigaciones.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Referencias

- Abesamis, R.A., Langlois, T., Birt, M., Thillainath, E., Bucol, A.A., Arceo, H.O., Russ G.R. (2018). Benthic habitat and fish assemblage structure from shallow to mesophotic depths in a storm-impacted marine protected area. *Coral Reefs* 37, 81-97. doi: 10.1007/s00338-017-1635-0
- Alcolado, P.M. (1985). Estructura ecológica de las comunidades de esponjas de Punta del Este, Cuba. *Rep. Invest. Inst. Oceanol.*, 38, 1-65.
- Alcolado, P.M. (1990). General features of Cuban sponge communities. En K. Rützler (Ed.), *New perspectives in sponge biology* (pp. 351-358). Washington: Smithsonian Institution Press.
- Alcolado, P.M. (2002). Catálogo de las esponjas de Cuba. *Avicennia*, 15, 53-72.
- Alcolado, P.M. (2007). Diversidad de organismos. Esponjas-Filo Porifera. En R. Claro (Ed.), *La Biodiversidad marina de Cuba* (CD-ROM). (pp. 87-92). Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-298-001-3.
- Alcolado, P.M., Claro, R., Martínez-Daranas, B., Menéndez-Macía, G., García-Parrado P., Cantelar, K., Hernández, M., del Valle, R. (2001). Evaluación ecológica de los arrecifes coralinos del oeste de Cayo Largo del Sur, Cuba: 1998-1999. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 30, 109-132. doi: 10.15359/revmar.5.5
- Alcolado, P.M., Claro-Madruga, R., Menéndez-Macías, G., García-Parrado, P., Martínez-Daranas, B., Sosa, M. (2003). The Cuban coral reefs. En J. Cortés (Ed.), *Latin American Coral Reefs* (pp. 53-75). Elsevier Science B.V.: The Netherlands.
- Alcolado, P.M., Morgan, I.E., Kramer, P.A., Ginsburg, R.N., Blanchon, P., de la Guardia, E., Kosminin, V., González-Ferrer, S., Hernández, M. (2010). Condición de arrecifes remotos en el suroeste de Cuba. *Cienc. Mar.*, 36 (2), 179-197.
- Alvarez, B., van Soest, R.W.M., Rützler, K. (1998). A Revision of Axinellidae (Porifera: Demospongiae) in the Central West Atlantic Region. *Smithson. Contrib. Zool.*, 598, 1-47.
- Baker, E. K., Puglise, K. A., Harris, P. T. (eds.) (2016). *Mesophotic coral ecosystems -A lifeboat for coral reefs?* The United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi and Arendal.

- Bridge, T.C., Hughes, T.P., Guinotte, J.M., Bongaerts, P. (2013). Call to protect all coral reefs. *Nat. Clim. Change*, 3 (6), 528-530. doi: 10.1038/nclimate1879
- Busutil, L., García-Hernández, M.R., Díaz, M.C., Pomponi, S.A. (2018). Mesophotic sponges of the genus *Callispongia* (Demospongiae, Haplosclerida) from Cuba, with the description of two new species. *Zootaxa*, 4466 (1), 78-94. doi: 10.11646/zootaxa.4466.1.9
- Caballero, H., Chevalier, P., Pérez, A., Cabrera, E., Rey-Villiers, N., Busutil, L., Alcolado, P.M., Fernández, A., Corrada, R., Pérez, A., Perera, S., Cobian, D., González, J., Vega, A., Varela, C., de la Nuez, D., Piloto, Y. (2012). *Diagnóstico de comunidades bióticas focales en arrecifes coralinos de Cuba dirigido a la afectación por huracanes*. Informe Final de Proyecto, Acuario Nacional de Cuba. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2911920>, consultado en línea el 23 de agosto de 2021.
- De la Guardia, E., González-Díaz, P., Castellanos-Iglesias, S. (2004). Estructura de la comunidad de grupos bentónicos sésiles en las zonas de buceo de Punta Francés, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(2), 81-90.
- Díaz, M.C., Rützler, K. (2001). Sponges: an essential component of Caribbean coral reefs. *Bull. Mar. Sci.*, 69 (2), 535-546.
- Díaz, M.C. (2012). Mangrove and coral reef sponge faunas: untold stories about shallow water Porifera in the Caribbean. *Hydrobiologia*, 687, 179-190. doi: 10.1007/s10750-011-0952-5
- Díaz, M.C., Busutil, L., García-Hernández, M.R., Pomponi S.A. (2019). *Cuba's Mesophotic Coral Reefs- Sponge Photo Identification Guide, Edition 1*. Reed J.K., Farrington S. (Eds.) Harbor Branch Oceanographic Institute Contribution Number 2192. <http://www.cioert.org/cuba>.
- Gattuso, J.P., Gentilli B., Duarte C.M., Kleypas J.A., Middelburg J.J., Antoine D. (2006). Light availability in the coastal ocean: impact on the distribution of benthic photosynthetic organisms and their contribution to primary production. *Biogeosci.* 3, 489-513. doi: 10.5194/bg-3-489-2006
- Gotera, G.G., Alcolado, P.M. (1987). Nueva especie del género *Agelas* (Porifera) colectada en Cuba. *Poeyana*, 342, 1-4.
- Gress, E., Arroyo-Gerez, M.J., Wright, G., Andradi-Brown, D.A. (2018). Assessing mesophotic coral ecosystems inside and outside a Caribbean marine protected area. *R. Soc. open sci.*, 5, 180835. doi: 10.1098/rsos.180835
- Hernández-Zanuy, A.C., Busutil, L., González-Méndez, J., Martínez-Daranas, B., Cobián, D., Alfonso, Y., González-Díaz, P., Lugioyo, M., Sánchez, R., Almanzán, D., Loza, S., García-Ramil, I., Ortiz, E., Nuñez, J., Gutiérrez, D., Chaviano, J.F., García-Hernández, M.R., Chevalier, P., Reed, J., Farrington, S., Voss, J., Hanisak, M. D., Díaz, M.C., Mingshun, J., Studivan, M., Pomponi, S., David, A., Drummond, F. (2020). *Caracterización de los arrecifes mesofóticos de Cuba*. Informe Final de Proyecto. Programa Uso Sostenible de la Diversidad Biológica en Cuba. Agencia de Medio Ambiente (AMA) del CITMA. Instituto de Ciencias del Mar, La Habana. <http://www.icimar.cu/es/proyectos/caracterizacion-de-los-arrecifes-mesofoticos-de-cuba>.
- Huston, M.A. (1985). Patterns of species diversity on coral reefs. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16, 149-177.
- Kühlmann, D. (1974). The coral reefs of Cuba. *Proceedings of Second International Coral Reef Symposium*, 2, 69-83.
- Kühlmann, D. (1983). Composition and ecology of deep-water coral associations. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 36 (2), 183-204.
- Lang, J.C., Hartman W.D., Lynton L.S. (1975). Sclerosponges: Primary framework constructors on the Jamaican deep fore-reef. *J. Mar. Res.* 33, 223-231.
- Lara, A., Loza, S., Lugioyo, G.M., Espinosa, J., Busutil, L., Castellanos, S., Zúñiga, D., Carmenate, M., Rey-Villiers, N., Alcolado P.M., González, P.M., García, A., Reyes, T., Hernández, J.L., Sánchez, M., Alcalá, A., Esquivel, M. (2013). *Evaluación de la biodiversidad marina y costera en algunas regiones al sur de Cuba para la aplicación de un enfoque regional en el manejo de áreas protegidas*. Informe Final de Proyecto, Instituto de Oceanología, La Habana. <https://www.researchgate>.

- net/publication/321996209, consultado en línea el 20 de agosto de 2021.
- Laubenfels, M.W. de. (1934). New sponges from the Puerto Rican deep. *Smithson. Misc. Collect.*, 91(17), 1-28.
- Laubenfels, M.W. de. (1936). A Discussion of the Sponge Fauna of the Dry Tortugas in Particular and the West Indies in General, with Material for a Revision of the Families and Orders of the Porifera. *Carnegie Instit. Wash.*, 467 (*Tortugas Laboratory Paper 30*), 1-225, pls 1-22.
- Lehnert, H., van Soest, R.W.M. (1996). North Jamaican deep fore-reef sponges. *Beaufortia*, 46 (4), 53-81.
- Lehnert, H., van Soest, R.W.M. (1999). More North Jamaican deep fore-reef sponges. *Beaufortia*, 49 (12), 141-169.
- Lesser, M.P. (2006). Benthic–pelagic coupling on coral reefs: feeding and growth of Caribbean sponges. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 328, 277-288.
- Lesser, M.P., Slattery, M. (2013). Ecology of Caribbean Sponges: Are Top-Down or Bottom-Up Processes More Important? *PLoS ONE* 8(11), e79799. doi: 10.1371/journal.pone.0079799
- Lesser, M.P., Slattery, M. (2018). Sponge density increases with depth throughout the Caribbean. *Ecosphere*, 9(12), 1-8. doi: 10.1002/ecs2.2525
- Lesser, M.P., Slattery, M., Leichter, J.J. (2009). Ecology of mesophotic reefs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 375, 1-8. doi: 10.1016/j.jembe.2009.05.009
- Liddell, W.D., Ohlhorst S.L. (1988). Hard substrata community patterns, 1-120 m, North Jamaica. *Palaios* 3, 413-423.
- Liddell, W.D., Avery, W.E., Ohlhorst S.L. (1997). Patterns of benthic community structure, 10-250 m, the Bahamas. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, 1, 437-442.
- Marcos, Z. (2006). Informe técnico Esponjas marinas de María La Gorda. En *Informe final del proyecto territorial “Evaluación del impacto antropogénico y propuestas de manejo ambiental en los arrecifes coralinos del Centro Internacional de Buceo María la Gorda”*. ECOVIDA, Pinar del Río.
- Martínez-Estalella, N. (1987). Situación actual de la sistemática de los corales ahermatípicos de Cuba. Datos de la expedición cubano-soviético-búlgara en el buque “Rif” con el sumergible “Argus” en 1983. *Rep. Invest. Inst. Oceanol.*, 66, 1-19.
- Miloslavich, P., Díaz, J.M., Klein, E., Alvarado, J.J., Díaz, M.C., Gobin, J., Escobar-Briones, E., Cruz-Motta, J.J., Weil, E., Cortés, J., Bastidas, A.C., Robertson, R., Zapata, F., Martín, A., Castillo, J., Kazandjian, A., Ortiz, M. (2010). Marine biodiversity in the Caribbean: regional estimates and distribution patterns. *PLoS ONE* 5(8), e11916. doi:10.1371/journal.pone.0011916
- Núñez, M., Rodríguez-Quintal J.G., Díaz M.C. (2010). Distribución de esponjas (Porifera) a lo largo de un gradiente de profundidad en un arrecife coralino, Parque Nacional San Esteban, Carabobo, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 58 (3), 175-187. doi: 10.15517/rbt.v58i0.20068
- Olson, J.B., Kellogg, C.A. (2010). Microbial ecology of corals, sponges and algae in mesophotic coral environments. *FEMS Microbial Ecol.*, 73, 17-30. doi: 10.1111/j.1574-6941.2010.00862.x
- Pawlik, J.R., Scott, A. (2019). Sponge density increases with depth throughout the Caribbean: Comment. *Ecosphere*, 10 (4), 1-3. doi: 10.1002/ecs2.2689
- Pawlik, J.R., Loh, T.L., McMurray, S.E., Finelli, C.M. (2013). Sponge communities on Caribbean Coral Reefs are structures by factors that are Top-Down, not Bottom-Up. *PLoS ONE* 8(5), e62573. doi:10.1371/journal.pone.0062573
- Perera-Valderrama, S., Alcolado, P.M., Caballero, H., de la Guardia, E., Cobián-Rojas, D. (2013). Condición de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, 5, 69-86. doi: 10.15359/revmar.5.5
- Pomponi, S.A., Díaz, M.C., Van Soest, R.W.M., Bell, L.J., Busutil, L., Gochfeld, D.J., Kelly, M., Slattery, M. (2019). Sponges. En Y. Loya, K.A. Puglise and T.C.L. Bridge (Eds.), *Mesophotic Coral Ecosystems* (pp. 563-588). Springer Nature Switzerland AG. doi: 10.1007/978-3-319-92735-0_32
- Pyle, R.L., Copus, J.M. (2019). Mesophotic Coral Ecosystems: Introduction and Overview. En Y. Loya, K.A. Puglise and T.C.L. Bridge (Eds.), *Mesophotic Coral*

- Ecosystems* (pp. 3-27). Springer Nature Switzerland AG. doi: 10.1007/978-3-319-92735-0_1
- Reed, J., Farrington, S., González-Díaz, P., Busutil, L., Martínez-Daranas, B., Cobián, D., Voss, J., Hanisak, M.D., Diaz, C., Jiang, M., David, A., Drummond, F., Studivan, M., González-Méndez, J., García-Rodríguez, A., González-Sánchez, P.M., Viamontes, J., Horn, L., White, J., Pomponi, S.A. (2017). *Cuba's Twilight Zone Reefs: Remotely Operated Vehicle Surveys of Deep/Mesophotic Coral Reefs And Associated Fish Communities of Cuba, Joint Cuba-U.S. Expedition, R/V F.G. Walton Smith, May 14- June 13, 2017*. NOAA CIOERT Report to NOAA Office of Ocean Exploration and Research, Harbor Branch Oceanographic Technical Report Number 183. https://www.ncei.noaa.gov/data/oceans/coris/library/NOAA/Non-CRCP/Corals/Reed2017_Cuba_Cruise_Report_ROV_Surveys.pdf
- Reed, J., González-Díaz, P., Busutil, L., Farrington, S., Martínez-Daranas, B., Cobián, D., Voss, J., Diaz, C., David, A., Hanisak, M.D., González-Méndez, J., García-Rodríguez, A., González-Sánchez, P.M., Viamontes, J., Estrada, D., Studivan, M., Drummond, F., Mingshun, J., Pomponi, S.A. (2018). Cuba's Mesophotic Coral Reefs and Associated Fish Communities. *Rev. Invest. Mar.*, 38(1), 56-125.
- Scott, A.R., Pawlik J.R. (2018). A review of the sponge increase hypothesis for Caribbean mesophotic reefs. *Mar. Biodivers.* doi: 10.1007/s12526-018-0904-7
- Scott, A.R., Battista, T.A., Blum, J.E., Noren, L.N., Pawlik, J.R. (2019). Patterns of benthic cover with depth on Caribbean mesophotic reefs. *Coral Reefs*, 38, 961-972. doi: 10.1007/s00338-019-01824-6
- Schmahl, G.P. (1990). Community structure and ecology of sponges associated with four Southern Florida coral reefs. En K. Rützler (Ed.), *New Perspectives in Sponge Biology* (pp. 384-390). Smithsonian Institution Press.
- Slattery, M., Lesser M.P. (2015). Trophic ecology of sponges from shallow to mesophotic depths (3 to 150 m): Comment on Pawlik et al. (2015). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 527, 275-279. doi: 10.3354/meps11307
- Turner, J. A., Babcock, R.C., Hovey, R., Kendrick, G.A. (2017). Deep thinking: a systematic review of mesophotic coral ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.*, 74 (9), 2309-2320. doi: 10.1093/icesjms/fsx085
- Valderrama, D., Zea S. (2003), Esquemas de distribución de esponjas arrecifales (Porifera) del Noroccidente del Golfo de Urabá, Caribe Sur, Colombia. *Bol. Inv. Mar. Cost.* 32, 37-56. doi: 10.25268/bimc.invenmar.2003.32.0.259
- Van Soest, R.W.M. (2017). Sponges of the Guyana Shelf. *Zootaxa*, 4217, 1-225. doi: 10.11646/zootaxa.4217.1.1
- Van Soest, R.W.M., Boury-Esnault, N., Vacelet, J., Dohrmann, M., Erpenbeck, D., De Voogd, N.J., Santodomingo, N., Vanhoorne, B., Kelly, M., Hooper, J.N.A. (2012). Global diversity of sponges (Porifera). *PLoS ONE* 7(4), e35105. doi:10.1371/journal.pone.0035105
- Van Soest, R.W.M., Meesters, E.H., Becking, L.E. (2014). Deep-water sponges (Porifera) from Bonaire and Klein Curaçao, Southern Caribbean. *Zootaxa*, 3878(5), 401-443. doi: 10.11646/zootaxa.3878.5.1
- Van Soest, R.W. M., Boury-Esnault, N., Hooper, J.N.A., Rützler, K., de Voogd, N.J., Alvarez, B., Hadju, E., Písera, A.B., Manconi, R., Schönberg, C., Klautau, M., Picton, B., Kelly, M., Vacelet, J., Dohrmann, M., Díaz, M.C., Cárdenas, P., Carballo, J.L., Ríos, P., Downey, R. (2021). *World Porifera Database*. World-wide electronic publication. <http://www.marinespecies.org/porifera>; searched on 28th July 2021.
- Wilkinson, C.R. (1987). Interocean differences in size and nutrition of coral reef sponge populations. *Science*, 236, 1654-1657. doi: 10.1126/science.236.4809.1654
- Zlatarski, V.N., Martínez-Estalella, N. (1980). *The scleractinians of Cuba with data of associated organisms*. 1ra ed. Editions de l'Académie bulgare des Sciences, Sofia [in Russian].
- Zlatarski, V.N., Martínez-Estalella, N. (1982). *Les Scléractiniales de Cuba avec des données sur les organismes associés*. 2da ed. Editions de l'Académie bulgare des Sciences, Sofia.
- Zlatarski, V.N., Martínez-Estalella, N. (2018). *Los escleractinios de Cuba con datos sobre sus organismos asociados*. 3ra ed. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies at Texas A&M University-Corpus Christi.