

DIVERSIDAD DE ESPONJAS ASOCIADAS A RAÍCES DE *Rhizophora mangle* DEL PARQUE NACIONAL MORROCOY, VENEZUELA

Jeannette Pérez-Benítez^{1*}, Adriana Pérez-Vázquez² y
Humberto Camisotti³

¹Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. ²Laboratorio de Fitoplancton, Centro de Oceanología y Estudios Antárticos, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. ³Laboratorio de Ecología Humana, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. *perezjeannette@gmail.com

RESUMEN

Las agregaciones de esponjas marinas aumentan la complejidad estructural de los hábitats, promoviendo la biodiversidad. En el Caribe, un ejemplo son las esponjas asociadas a las raíces sumergidas tipo zanco de *Rhizophora mangle*. Estas comunidades presentan gran riqueza de especies que varían espacial y temporalmente. Este estudio aporta al conocimiento de la biodiversidad de esponjas asociadas a las raíces de *R. mangle* en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. Durante diez meses se evaluaron 808 raíces en tres localidades, con un muestreo no destructivo e identificación *in situ*. El 70% de las raíces evaluadas presentaron esponjas, observándose un total de 33 morfotipos (30 identificados hasta especie y 3 hasta género). Las especies más frecuentes fueron *Mycale microstigmata*, seguida de *Haliclona manglaris*, *Biemna caribea*, *Tedania ignis*, *Dysidea etheria* y *Haliclona* sp. Entre las menos frecuentes se encontraron *Amphimedon erina*, *Cinachyrella apion*, *Dysidea* sp., *Geodia papyracea*, *H. curacaoensis*, *H. magnifica*, *H. smithae*, *Hyrtios proteus*, *Ircinia felix*, *Mycale angulosa*, *M. carmiegropila* y *Terpios manglaris*. La distribución espacial de las esponjas se vio influenciada por el gradiente natural del sistema, aumentando su frecuencia relativa al alejarse de la costa, con gran variabilidad espacial y temporal ($p=0,0001$; $p\leq 0,05$). La riqueza fue menor en la localidad más cercana a la costa ($S=16$), con diferencias significativas respecto a las otras localidades ($t=4,0456$ y $t=4,6026$; $p\leq 0,05$). La conservación de estas comunidades está limitada por el escaso conocimiento sobre su dinámica poblacional y las interacciones ecológicas.

Palabras clave: biodiversidad, comunidad epifita, distribución espacio-temporal, Parque Nacional Morrocoy, Porifera.

Diversity of sponges associated with roots of *Rhizophora mangle* in Morrocoy National Park, Venezuela

ABSTRACT

Sponge aggregations increase the structural complexity of habitats, thereby promoting biodiversity. In the Caribbean, an notable example includes sponges associated with the submerged stilt-like roots of *Rhizophora mangle*. These communities exhibit high species richness, which varies both spatially and temporally. This study contributes to the understanding of sponge biodiversity associated with *R. mangle* roots in Morrocoy National Park, Venezuela. Over a period of ten months, 808 roots were evaluated across three sites using non-destructive sampling and *in situ* identification. Seventy percent of the evaluated roots contained sponges, with a total of 33 morphotypes observed (30 identified to species and 3 to genus). The most frequent species were *Mycale microstigmata*, followed by *Haliclona manglaris*, *Biemna caribea*, *Tedania ignis*, *Dysidea etheria* and *Haliclona* sp. Less frequent species included *Amphimedon erina*, *Cinachyrella apion*, *Dysidea* sp., *Geodia papyracea*, *H. curacaoensis*, *H. magnifica*, *H. smithae*, *Hyrtios proteus*, *Ircinia felix*, *Mycale angulosa*, *M. carmiegropila* and *Terpios manglaris*. The spatial distribution of sponges was influenced by the natural gradient of the system, with their relative

frequency increasing farther from the coast and showing significant spatial and temporal variability ($p=0,0001$; $p\leq 0,05$). Species richness was lowest at the site closest to the coast ($S=16$), with significant differences compared to the other sites ($t=4,0456$ y $t=4,6026$; $p\leq 0,05$). The conservation of these communities is limited by the scarce knowledge about their population dynamics and ecological interactions.

Keywords: biodiversity, epiphytic community, spatio-temporal distribution, National Park Morrocoy, Porifera.

INTRODUCCIÓN

En el Caribe, las esponjas epífitas asociadas a las raíces sumergidas aéreas y tipo zanco de *Rhizophora mangle* desempeñan un papel fundamental en la protección y funcionamiento de los ecosistemas de manglar: actúan como barrera física que protege las raíces contra organismos perforadores (isópodos y otros invertebrados) previniendo daños que pueden afectar el crecimiento y la estabilidad del mangle (Díaz y col., 1985; Ellison y Farnsworth, 1992; Alcolado, 2006); mantienen una relación mutualista facultativa con el mangle, en la cual el hospedero provee carbono a las esponjas, mientras estas fijan y liberan nitrógeno inorgánico disuelto (nutriente esencial para el desarrollo vegetal, mejorando la salud y resiliencia del manglar); al colonizar las raíces, las esponjas incrementan la complejidad estructural del hábitat, ofreciendo refugio y alimento para diversos organismos marinos, promoviendo así, la biodiversidad y la estabilidad del ecosistema (Díaz y col., 1985; Rützler y Feller, 1988).

Los altos valores de riqueza de las esponjas asociadas a las raíces de *R. mangle* han sido de gran interés en el estudio de su taxonomía (Toffart, 1983; Díaz y Rützler, 2009) y más recientemente en su ecología (Rutzler y col., 2000; Engel y Pawlik, 2005; Guerra-Castro y col., 2011; Díaz, 2012; Guerra-Castro y col., 2016), los cuales han reportado una gran heterogeneidad espacio-temporal a diferentes escalas espaciales en la composición de su comunidad. La heterogeneidad espacial entre diferentes regiones o entre localidades (gran escala) se ha tratado de explicar por factores físicos como biológicos.

Entre los factores físicos, se encuentran gradientes ambientales naturales que afectan la salinidad, temperatura y/o sedimentación (Goodbody, 1961; Orihuela y Díaz, 1991; Bingham y Young, 1995; Pawlik y col., 2007); lo cual ha sugerido, que las comunidades asociadas a las raíces de mangle, rara vez alcanzan su clímax, debido a las frecuentes perturbaciones físicas a que están sujetas (ejemplo: intensas y frecuentes lluvias o temperaturas extremas). Mientras que, entre los procesos biológicos se ha sugerido: el comportamiento larval, el cual es asociado con parámetros ambientales como la luz, factores hidrodinámicos y la temperatura (Pawlik y Butman, 1993; Maldonado y Young, 1996); baja tasa de reclutamiento; suministro limitado de larvas y tasas variables de flujo (Sutherland, 1980; Farnsworth y Ellison, 1996); concentración de taninos de las raíces de *R. mangle* (Hunting y col., 2008).

En Venezuela se han registrado un total de 62 especies de esponjas asociadas a *Rhizophora mangle* (Díaz y Rutzler, 2009). Sin embargo su diversidad varía según la localidad: en el Golfo de Cariaco y la Laguna de Bocaripo (Edo. Sucre) se reportan 5 y 7 especies respectivamente (Cedeño, 2009, Amaro y Ramírez, 2011); en la Bahía de Buche (Edo. Miranda) se identificaron 16 especies (Sutherland, 1980); en la Bahía de Turiamo y la Ciénaga de Ocumare (Edo. Aragua) se registraron 10 y 26 especies respectivamente (Pauls, 1998; Pauls, 2003); en el Parque Nacional Morrocoy (Edo. Falcón) 23 especies (Díaz y col., 1985); y en el Parque Nacional Laguna La Restinga (Edo. Nueva Esparta) se han reportado entre 18 y 40 especies (Orihuela y col., 1991; Díaz y col., 2004; Pérez-Vázquez, 2007). El objetivo de este trabajo fue describir la diversidad de las esponjas asociadas a las raíces de *R. mangle* del Parque Nacional Morrocoy, tomando en consideración diferentes escalas espaciales y temporales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Parque Nacional Morrocoy (PNM) es un área protegida de gran valor ecológico y paisajístico, incluyendo ecosistemas continentales, insulares y marinos, en donde se destacan los bosques de manglar, las praderas de fanerógamas y los arrecifes coralinos (Bone y col., 2001). El PNM está ubicado en la costa noroccidental de Venezuela (10°46'38"N, 68°17'28"O; 10°56'38"N, 68°15'32"O) y abarca una superficie total de 320 km². Es una reserva marina abierta al mar a través de varios canales, pero también se ve afectada por el flujo de agua dulce durante las lluvias estacionales (Bone y col., 2001; Laboy-Nieves y col., 2001) y las presiones antropogénicas (García y col., 2008, 2011). Se escogieron tres localidades del PNM según su influencia oceánica: Las Luisas (protegido), Tumba Cuatro (medio) y Boca Seca (expuesto). En cada localidad se seleccionaron 3 sitios aleatoriamente, separados 20 a 30 metros entre sí y en cada sitio se evaluaron 10 raíces separadas por 1 metro de distancia, considerando cada raíz de *R. mangle*, como una unidad de muestreo. El trabajo de campo se realizó mensualmente, desde el mes de enero hasta octubre del 2011 (Figura 1). Las raíces tipo zanco de *R. mangle* evaluadas fueron las más expuestas al mar y se caracterizaron por no tocar el fondo. Se identificaron las especies de esponjas *in situ* y se estimó su frecuencia de aparición mediante un muestreo no destructivo. Se realizaron análisis multivariados para determinar patrones de similitud entre las escalas espaciales (metros, sitios y localidades), utilizando el programa PRIMER v6 & PERMANOVA (Clarke y Warwick, 2001; Anderson y col., 2008).

RESULTADOS

El 70% de las raíces totales evaluadas presentaron esponjas. En total se observaron 33 morfotipos de esponjas, identificando 30 hasta especie y 3 hasta género (Tabla 1). En general, la especie más frecuente fue *Mycale microsigmatosa* seguida por *Haliclona manglaris*, *Biemna caribea*, *Tedania*

ignis, *Dysidea etheria* y *Haliclona* sp. Aunque la mayoría de las especies se encontraron en al menos dos de las localidades, hubo especies que sólo se observaron en una sola localidad, como fue el caso de: *Amphimedon erina*, *Cinachyrella apion*, *Dysidea* sp., *Geodia papyracea*, *H. curacaoensis*, *H. magnifica*, *H. smithae*, *Hyrtios proteus*, *Ircinia felix*, *Mycale angulosa*, *M. carmigropila*, y *Terpios manglaris*, fueron las especies menos frecuentes (Figura 2). Al comparar los valores de riqueza total de esponjas entre las 3 localidades, no se encontró diferencias estadísticamente significativas, entre los sitios Tumba Cuatro y Boca Seca ($t=0,1215$; $t\leq 0,50$) pero sí para las localidades Las Luisas y Tumba Cuatro ($t=4,0456$; $t\leq 0,50$), y Las Luisas y Boca Seca ($t=4,6026$; $t\leq 0,50$).



Figura 1. Mapa del Parque Nacional Morrocoy, (Edo. Falcón), indicando los sitios de las 3 localidades evaluadas: LL=Las Luisas (protegida); TC=Tumba Cuatro (media) y BS= Boca Seca (expuesta).

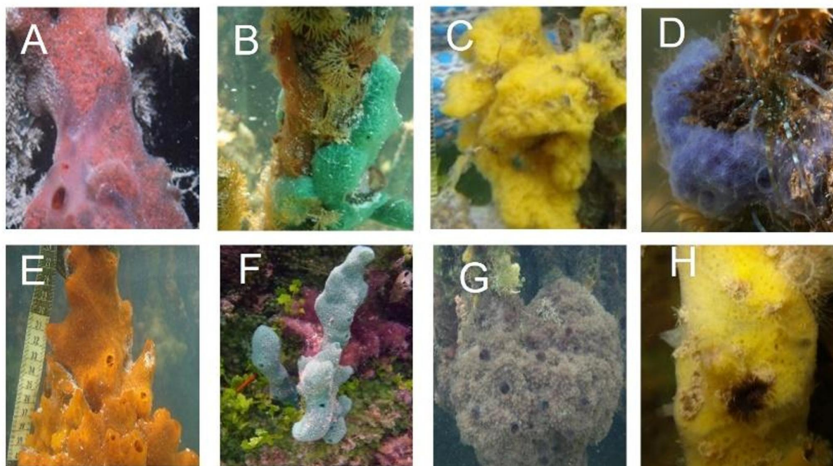


Figura 2. Algunas de las especies de esponjas comunes y no comunes del Parque Nacional Morrocoy: A) *M. microsigmatosa*; B) *H. manglaris*; C) *B. caribea*; D) *D. etheria*; E) *T. ignis*; F) *A. erina*; G) *I. felix*; H) *M. carmigropila*.

Tabla 1. Frecuencia de aparición de las diferentes especies de esponjas asociadas a las raíces de *R. mangle* en las 3 localidades Las Luisas (protegida), Tumba Cuatro (media) y Boca Seca (expuesta) del PNM.

| Especie | Las Luisas | Tumba Cuatro | Boca Seca | Total |
|-----------------------------------|------------|--------------|------------|-------------|
| <i>Amphimedon erina</i> | | 06 | | 6 |
| <i>Aplysilla glacialis</i> | 16 | 12 | 20 | 48 |
| <i>Biemna caribea</i> | 14 | 79 | 85 | 178 |
| <i>Chalinula molitba</i> | 03 | 09 | 15 | 27 |
| <i>Chelonaplysilla erecta</i> | 01 | 39 | 26 | 66 |
| <i>Cinachyrella apion</i> | | | 01 | 01 |
| <i>Dysidea etheria</i> | 04 | 62 | 70 | 136 |
| <i>Dysidea</i> sp. | | | 04 | 04 |
| <i>Geodia papyracea</i> | | 05 | | 05 |
| <i>Halichondria magniconulosa</i> | | 14 | 05 | 19 |
| <i>Haliclona caerulea</i> | 01 | 13 | 01 | 15 |
| <i>Haliclona curacoensis</i> | | 03 | 02 | 05 |
| <i>Haliclona implexiformis</i> | | 12 | 09 | 21 |
| <i>Haliclona magnifica</i> | | | 04 | 04 |
| <i>Haliclona manglaris</i> | 02 | 97 | 81 | 180 |
| <i>Haliclona smithae</i> | | 02 | | 02 |
| <i>Haliclona</i> sp. | 48 | 09 | 51 | 108 |
| <i>Haliclona tubifera</i> | 04 | 20 | 11 | 35 |
| <i>Halisarca restingaensis</i> | | 24 | 51 | 75 |
| <i>Hyrtios proteus</i> | | 03 | | 03 |
| <i>Ircinia felix</i> | | | 03 | 03 |
| <i>Ircinia strobilina</i> | | 07 | 04 | 11 |
| <i>Lissodendoryx isodictyalis</i> | | 13 | 25 | 38 |
| <i>Mycale angulosa</i> | | 01 | | 01 |
| <i>Mycale carmigropila</i> | 01 | 01 | | 02 |
| <i>Mycale magnirhaphidifera</i> | 13 | 02 | 19 | 34 |
| <i>Mycale microsigmatosa</i> | 97 | 34 | 82 | 213 |
| <i>Mycale</i> sp. | 01 | 01 | 04 | 06 |
| <i>Scopalina ruetzleri</i> | 01 | 05 | 48 | 54 |
| <i>Spongia tubulifera</i> | | 21 | 20 | 41 |
| <i>Suberites aurantiacus</i> | 03 | 02 | 06 | 11 |
| <i>Tedania ignis</i> | 17 | 95 | 65 | 177 |
| <i>Terpios manglaris</i> | | 01 | 04 | 05 |
| Frecuencia total | 226 | 592 | 716 | 1534 |
| Número de raíces evaluadas | 280 | 258 | 270 | 808 |
| Riqueza de especies | 16 | 30 | 27 | 33 |

En la Figura 3 se puede observar la variabilidad de la frecuencia relativa de las esponjas en las 3 localidades evaluadas a lo largo del tiempo (enero hasta octubre, 2011), encontrando diferencia estadísticamente significativa entre los factores mes y sitio (Tabla 2), este último anidado a la localidad ($p=0,0001$; $p\leq 0,005$). Es decir, que hay una gran variabilidad espacio-temporal en la distribución de las diferentes especies de esponjas en el PNM.

Tabla 2. Valores del PERMANOVA para los valores de Frecuencia de aparición de las especies de esponjas asociadas a las raíces de *R. mangle* del PNM (Bray Curtis).

| Factores | Grados de libertad | MS | Pseudo-F | P ($\leq 0,001$) |
|-------------------------|--------------------|-------|----------|--------------------|
| Mes | 9 | 12117 | 2,6441 | 0,0004* |
| Localidad | 2 | 70028 | 4,2491 | 0,0194 |
| Sitio (Localidad) | 6 | 18168 | 8,4556 | 0,0001* |
| Mes x Localidad | 17 | 7117 | 1,5504 | 0,0184 |
| Mes x Sitio (Localidad) | 41 | 4656 | 2,1667 | 0,0001* |

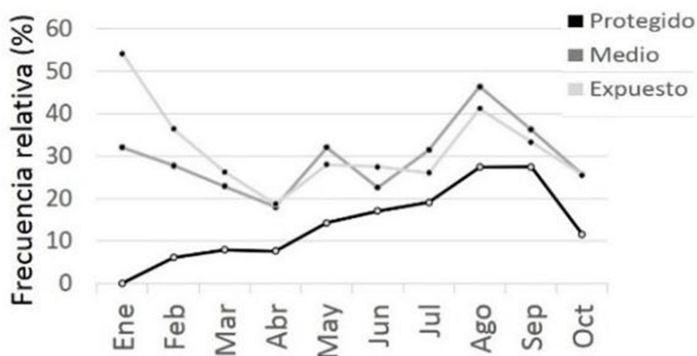


Figura 3. Distribución espacio-temporal de la frecuencia relativa (N=808) de las esponjas asociada a las raíces de *R. mangle*. Las Luisas (Protegido); Tumba Cuatro (Medio); Boca Seca (Expuesto)

DISCUSIÓN

Para el Caribe, se han reportado un total de 177 especies de esponjas asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle*. Díaz y Rützler (2009) sugieren que la riqueza específica puede variar tanto entre sitios dentro de una misma localidad como entre diferentes regiones del Caribe, lo que refleja una distribución espacial heterogénea de estas comunidades (Sutherland, 1980; Toffart, 1983; Díaz y col., 2004). A escala regional, Belice presenta los valores más altos de riqueza de esponjas, con un rango entre 50 y 147 especies, seguido por Bocas del Toro (Panamá) y Cuba, con 65 y 48 especies respectivamente. En Venezuela, se han registrado 62 especies asociadas a estos sistemas, siendo la Laguna de la Restinga la localidad con mayor diversidad, con 42 especies reportadas (Díaz y Rützler, 2009). Estas diferencias pueden atribuirse a varios factores, como la experiencia taxonómica de los investigadores, la distribución espacial de las especies, el área muestreada y la rareza de muchas especies (Díaz y col., 2004). Además, se ha sugerido que un mayor esfuerzo de investigación podría revelar nuevas especies en estas comunidades (Díaz y Rützler, 2009).

En 1985, Díaz y col., reportaron 23 especies de esponjas asociadas a los manglares del Parque Nacional Morrocoy (PNM). Al revisar este trabajo, Alcolado (2006) indicó que algunas fotografías correspondían a especies no consideradas originalmente, como *Haliclona manglaris*, *Mycale microsigmatosa* y *Scopalina ruetzleri*, lo que podría elevar el número total a 26 especies. En el presente estudio, se reportaron 33 especies para el mismo parque, de las cuales 14 coincidieron con las previamente registradas (*Biemna caribea*, *Callyspongia molitba*, *Geodia papyracea*, *Haliclona implexiformis*, *H. magniconulosa*, *H. manglaris*, *H. caerulea*, *Ircina strobilina*, *Lissodendoryx*

isodictyalis, *Mycale angulosa*, *M. microsigmatosa*, *S. ruetzleri*, *S. aurantiacus* y *Tedania ignis*), y 18 especies fueron nuevas para el área (*Amphimedon glacialis*, *Callyspongia erecta*, *Cinachyrella apion*, *Dysidea etheria*, *Dysidea* sp., *Haliclona curacoensis*, *H. magnifica*, *H. smithae*, *Haliclona* sp., *H. tubifera*, *H. restinguensis*, *H. proteus*, *Ircinia felix*, *Mycale carmigropila*, *M. magnirhaphidifera*, *Mycale* sp., *Scopalina tubulifera* y *Tethya manglaris*), incrementando así la riqueza total a 44 especies de esponjas asociadas a *R. mangle* en el PNM. Algunas especies reportadas por Díaz y col. (1985) no fueron detectadas en este estudio, aunque podrían estar presentes en raíces no muestreadas; por ejemplo, *Tethya* sp. fue observada en raíces vecinas. Se recomienda realizar estudios taxonómicos más exhaustivos y ampliar el área de muestreo en el parque, como se ha hecho en otras localidades de Venezuela y el Caribe.

La distribución espacial de las esponjas en este sistema presenta una alta heterogeneidad, tal como se ha reportado en estudios previos (Farnsworth y col., 1996; Rützler y col., 2000; Díaz y col., 2004; Díaz y Rützler, 2009). Como se mencionó anteriormente, la frecuencia de esponjas aumenta conforme nos alejamos de la costa (Figura 3). Así como, la riqueza de especies como el número de raíces en las que se encuentran presentes también incrementan (Tabla 1). En la localidad protegida de Las Luisas, a pesar de contar con características intrínsecas que podrían limitar el establecimiento de comunidades de esponjas, se registraron un total de 16 especies. De estas, 15 resultaron ser raras o poco comunes, con la excepción de *M. microsigmatosa*, que mostró altos valores de frecuencia relativa en esta zona. Esto sugiere que esta especie podría poseer una mayor tolerancia a variaciones ambientales (como temperatura, salinidad y sedimentación) lo que le confiere una ventaja en la colonización, supervivencia y monopolización del sustrato.

Estudios anteriores han señalado que la mayor diversidad de esponjas se encuentra en canales de manglar o lagunas con profundidades superiores a 1 metro, en aguas poco turbias y calmadas, con influencia oceánica (Rützler y col., 2000; Díaz y col., 2004). Estas condiciones se observaron en las otras dos localidades evaluadas, Tumba Cuatro y Boca Seca. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la riqueza total de especies entre ellas, la frecuencia total de esponjas fue mayor en Boca Seca, que también presentó una mayor proporción de raíces con presencia de esponjas.

Se han realizado diversos estudios sobre las variaciones temporales en las comunidades de esponjas en diferentes sistemas acuáticos, en Bocas del Toro, Panamá, Díaz y col. (2004) observaron que algunas especies permanecieron estables o variaron en el tiempo, incluso algunas llegaron a desaparecer, mientras que otras pasaron de ser raras o ausentes a ser comunes. Farnsworth y col. (1996) encontraron que, durante dos años consecutivos, el rango de frecuencia relativa de las esponjas se mantuvo

estable, aunque su cobertura relativa y la dominancia de las especies variaron significativamente a lo largo del tiempo. Sugiriendo que las especies ampliamente distribuidas tienden a ser colonizadores frecuentes y mantener su presencia en el tiempo.

En el PNM, la riqueza de especies y su frecuencia de aparición variaron con el tiempo en cada localidad. Durante los meses de julio y agosto se observó un aumento tanto en la riqueza de especies de esponjas como su frecuencia relativa en las 3 localidades evaluadas. A pesar que el patrón observado fue similar en las 3 localidades, los valores de la frecuencia relativa de las esponjas fueron mayores en las localidades de Tumba Cuatro y Boca Seca. Lo que hace pensar que estas variaciones temporales pueden estar influenciadas por factores ambientales estacionales, como cambios en la temperatura, disponibilidad de recursos o condiciones físicas del hábitat, que afectan la presencia y abundancia de las especies de esponjas en diferentes momentos del año, y que estos factores ambientales varían espacialmente. Estos resultados sugieren que la comunidad de esponjas asociadas a las raíces de *R. mangle* en el PNM puede estar influenciada por la proximidad a la costa, donde la alta variabilidad de factores físico-químicos parece ser la principal fuerza moduladora. En zonas donde estos factores son más estables temporalmente, los procesos biológicos -como las diferencias en el contenido de taninos (Hunting *y col.*, 2008), el asentamiento fortuito (Sutherland, 1980), los períodos y tasas de crecimiento, la frecuencia reproductiva y las interacciones interespecíficas- podrían explicar la alta heterogeneidad y la coexistencia de un mayor número de especies. Comprender estos procesos es esencial para interpretar la dinámica de esta comunidad (Díaz y Rützler, 2009).

Las esponjas asociadas a *R. mangle* es una comunidad frágil que por perturbaciones físicas como biológicas pueden verse afectadas negativamente por: derrame de hidrocarburos, especies marinas introducidas (*Carijoa riisei*, *Unomia stolonifera*) y variabilidad climática (Pérez-Benítez, 2022). Es necesario aumentar el conocimiento sobre la dinámica poblacional de las diferentes especies de esponjas (biología reproductiva, tasa de crecimiento, esperanza de vida, factores de mortalidad) y las interacciones entre ellas y otros organismos. Esta información es clave para diseñar estrategias de conservación efectivas y sostenibles.

AGRADECIMIENTOS

Gracias al Dr. Juan José Cruz-Motta y a la Dra. María Cristina Díaz por su motivación y apoyo en el estudio taxonómico y ecológico de las esponjas asociadas a las raíces de *R. mangle* en nuestros sistemas marinos.

LITERATURA CITADA

- Alcolado, P.M. 2006. Comunidades de esponjas asociadas a manglares. En: *Ecosistema de manglar en el archipiélago cubano*. L. Menéndez Correa y J.M. Guzmán, (Eds.). La Habana: Editorial Academia pp. 185–192.
- Amaro, M. y I. Ramírez. 2011. Nuevos registros de esponjas (Porífera) para el golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín Instituto Oceanográfico de Venezuela* 50(2):133-147.
- Anderson, M., R.N. Gorley, y K. Clarke. 2008. PERMANOVA+ for primer: Guide to software and statistical methods. UK: Primer-E.
- Bingham, B.L. y C.M. Young. 1995. Stochastic Events and Dynamics of a Mangrove Root Epifaunal Community. *Marine Ecology* 16(2):145-163.
- Bone, D.; A. Cróquer; E. Klein; D. Pérez; F. Losada; A. Martín; C. Bastidas; M. Rada; L. Galindo y P. Penchaszadeh. 2001. Programa caricomp: Monitoreo a largo plazo de los ecosistemas Marinos del Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *Interciencia* 26(10):457–462.
- Cedeño, B. 2009. Epibiontes asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) de la laguna de Bocaripo, Guayacán, Estado Sucre, Venezuela [Tesis Doctoral].
- Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd Edition, PRIMER-E, Ltd., Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- Díaz, H., M. Bevilacqua y D. Bone. 1985. *Esponjas en manglares del Parque Nacional Morrocoy* (Fondo Edit). Caracas.
- Díaz, M.C. 2012. Mangrove and coral reef sponge faunas: Untold stories about shallow water Porífera in the Caribbean. *Hydrobiologia* 687(1):179–190.
- Díaz, M.C., K.P. Smith y K. Rützler. 2004. Sponge species richness and abundance as indicators of mangrove epibenthic community health. *Atoll Research Bulletin* 518:1–17.
- Díaz, M. y K. Rützler. 2009. Biodiversity and abundance of sponges in Caribbean mangrove: indicators of environmental quality. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences* 38:151–172.
- Ellison, A.M. y E.J. Farnsworth. 1992. The ecology of Belizean mangrove-root fouling communities: patterns of epibiont distribution and abundance, and effects on root growth. *Hydrobiologia* 247:87–98.
- Engel, S. y J.R. Pawlik. 2005. Interactions among Florida sponges. II. Mangrove habitats. *Marine Ecology Progress Series* 303:145–152.
- Farnsworth, F.J., A.M. Ellison y W.K. Gong. 1996. Elevated CO₂ alters anatomy, physiology, growth, and reproduction of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). *Oecologia* 108:599–609.
- García, E.M.; J.J. Cruz-Motta; O. Farina y C. Bastidas. 2008. Anthropogenic influences on heavy metals across marine habitats in the western coast of Venezuela. *Continental Shelf Research* 28(20):2757–2766.
- García, E.M., C. Bastidas, J.J. Cruz-Motta y O. Farina. 2011. Metals in waters and sediments of the Morrocoy National Park, Venezuela: Increased contamination levels of cadmium over time. *Water, Air, and Soil Pollution* 214:609–621.
- Goodbody, I. 1961. Inhibition of the development of a marine sessile community. *Nature* 190(4772):282–283.
- Guerra-Castro, E.J., J.E. Conde y J.J. Cruz-Motta. 2016. Scales of spatial variation in tropical benthic assemblages and their ecological relevance: Epibionts on Caribbean mangrove roots as a model system. *Marine Ecology Progress Series* 548:97–110.

- Guerra-Castro, E.J., J.J. Cruz-Motta y J.E. Conde. 2011. Especies Incrustantes Asociadas a Las. *Interciencia* 36:923-930
- Hunting, E. R.; R. W. M. van Soest; H. G. van der Geest; A. Vos y A. O. Debrot. 2008. Diversity and spatial heterogeneity of mangrove associated sponges of Curacao and Aruba. *Contributions to Zoology* 77(4):205-215
- Laboy-Nieves, E. N., E. Klein, J.E. Conde, F. Losada, J.J. Cruz y D. Bone. 2001. Mass mortality of tropical marine communities in Morrocoy, Venezuela. *Bulletin of Marine Science* 68(2):163-179.
- Maldonado, M. y C.M. Young. 1996. Effects of physical factors on larval behavior, settlement and recruitment of four tropical demosponges. *Marine Ecology Progress Series* 138(1-3):169-180.
- Orihuela, B., H. Diaz y J. E. Conde. 1991. Mass Mortality in a Mangrove Roots Fouling Community in a Hypersaline Tropical Lagoon. *Biotropica* 23(4):592.
- Pauls, 1998. *Estudio sistemático y biodiversidad de Porifera y Cnidaria en la Bahía-ciénaga de Ocumare de la Costa, P. N. Henri Pitier*. [Trabajo de Ascenso]. Universidad Central de Venezuela, Caracas. 339 pp.
- Pauls, S. 2003. *Espojas*. En: Biodiversidad en Venezuela. M. Aguilera, A. Azocar y E. Gonzales (Eds.). pp. 210-219.
- Pawlik J. R. y C. A. Butman. 1993. Settlement of a marine tube worm as a function of current velocity: Interacting effects of hydrodynamics and behavior, *Limnology and Oceanography* 38:1730-1740.
- Pawlik, J. R., S. E. McMurray y T. P. Henkel. 2007. Abiotic factors control sponge ecology in Florida mangroves. *Marine Ecology Progress Series* 339:93-98.
- Pérez-Benítez, J. 2022. Efecto del cambio climático en esponjas asociadas a raíces de *Rhizophora mangle*, un modelo conceptual. *Acta Biologica Venezolana* 42(1):27-34
- Pérez-Vázquez, A. 2007. *Estudio de las comunidades de esponjas asociadas a las raíces del mangle rojo Rhizophora mangle en la Laguna de la Restinga entre julio 2004 y agosto 2005*. [Trabajo de Grado], Universidad de Oriente, Nueva Esparta. 90 págs.
- Rützler, K. y C. Feller. 1988. Mangrove swamp communities. *Oceanus*, 30(4):16-24.
- Rützler, K.; M. C. Díaz; R. W. M. Van Soest; S. Zea; K. P. Smith; B. Alvarez y J. Wulff. 2000. Diversity of sponge fauna in mangrove ponds, Pelican Cays, Belize. *Atoll Research Bulletin*, (466-480):231-248.
- Sutherland, J. P. 1980. Dynamics of the epibenthic community on roots of the mangrove *Rhizophora mangle*, at Bahía de Buche, Venezuela. *Marine Biology* 58(1):75-84.
- Toffart, J. L. 1983. Les Peuplements des raciness de peletuviers en Guadalupe (Antilles Francaises): I. Analyse floristique et faunistique, methodologie et premiers results. *Bulletin Ecologique* 14(4):227-239.