

Comunidad críptica de esponjas del arrecife de Isla de Enmedio, Veracruz, México

Luis Fernando Carrera-Parra¹, Juan Manuel Vargas-Hernández

Museo de Zoología, Universidad Veracruzana-Xalapa, Apdo. postal 755, CP 91000, Xalapa, Veracruz, México,

e-mail: orion@speedy.coacade.uv.mx

¹ Dirección actual: ECOSUR, Depto. Sistemática y Ecología Acuática, Apdo. postal 424, CP 77000, Chetumal, Quintana Roo, México, e-mail: lcarrera@xaway.ciqro.conacyt.mx

(Rec. 1-IX-1995. Rev. 16-I-1996. Acep. 27-V-1996)

Abstract: The structure of the community associated with eight species of sponges in Enmedio Reef, Veracruz, Mexico, was studied. Ninety-four species were found of nine phyla (Cnidaria, Platyhelminthes, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Sipuncula, Priapulida, Echinodermata and Chordata). The order of importance by the most frequent associates were crustaceans, polychaetes, echinoderms and molluscs; by their abundance the most important groups were polychaetes, crustaceans and echinoderms. The polychaete *Haplosyllis spongicola* and the ophiurid *Ophiactis savignyi* were the species with highest importance ranges. *Ircinia strobilina* and *I. felix* showed the highest richness and species diversity because they had big inner channels. Similarity among cryptic species of sponges was low, due to high species richness and to selectivity of the associates by their host. The species richness and abundances were higher with increasing sponge volume, and both decreased with depth.

Key words: Community structure, sponges, cryptic species, coral reef, Mexico.

La comunidad arrecifal es considerada, entre todas las comunidades, como una de las más ricas en especies y más productivas; los arrecifes son agregados compactados y cementados de sedimentos y esqueletos de organismos sedentarios sobre los cuales se desarrollan e interactúan una infinidad de organismos (Levinton 1982). Entre estas interacciones, las relaciones simbióticas entre organismos filogenéticamente no relacionados, juegan un papel importante en su historia de vida, debido a que son parte de los procesos coevolutivos responsables del éxito que como entidades vivientes han logrado. Además, estas interacciones dan como resultado complejas tramas tróficas con diversos grados de interdependencia, frecuentemente centrada en la bien

documentada simbiosis alga-invertebrado (Hammond & Wilkinson 1985). Las esponjas son uno de los componentes más importantes de la comunidad del arrecife coralino, su biomasa y rango de tolerancia ecológica frecuentemente excede a las especies típicas constructoras del arrecife (Rützler 1978). Además, intervienen en diversas formas en las ecología de los arrecifes; una es el proveer un habitat único para un amplio orden de organismos marinos crípticos, de los cuales se conoce poco sobre su historia de vida y dinámica con la esponja hospedera (Erdman & Blake 1987). Las esponjas también suministran alimento por el constante flujo de agua, con plancton y partículas orgánicas no usadas por las mismas; además, los asociados

pueden también alimentarse del tejido de las esponjas (Westinga & Hoetjes 1981).

Muchos animales encuentran protección temporal o permanente, ya sea en la superficie o en los espacios internos de las esponjas (Kaplan 1982); algunos son residentes obligatorios de las esponjas y no pueden vivir fuera de ellas. Otros animales, en contraste, pueden moverse dentro y fuera de las esponjas pero son tan dependientes que no se encuentran en otra parte y, finalmente, varias especies de animales ocurren tanto dentro de las esponjas como en otros sitios (Westinga & Hoetjes 1981).

Estudios previos han documentado la composición de las especies asociadas a diversas esponjas (Pearse 1932, 1950, Fishelson 1962, Dauer 1974; Rützler 1976, Westinga & Hoetjes 1981, Carrera-Parra & Vargas-Hernández 1992). También se ha examinado la importancia del volumen de las esponjas, su estructura y localización como factores que afectan la composición de las especies asociadas (Long 1968, Rützler 1976, Uebelacker 1977, Westinga & Hoetjes 1981, Erdman & Blake 1987).

Los objetivos del presente trabajo son determinar la composición y abundancia de las especies crípticas asociadas a esponjas en el arrecife de Isla de Enmedio, Veracruz; conocer la estructura de la comunidad críptica a través de la riqueza de especies, densidad, diversidad ecológica, similitud de habitat y el orden de importancia de las especies en su hospedero particular; establecer la relación entre el volumen de las esponjas con la riqueza de especies y su abundancia, además de la relación entre la distribución batimétrica de las esponjas con la riqueza de especies y su abundancia.

MATERIAL Y METODOS

Area de estudio: El arrecife de Isla de Enmedio se ubica a 7 Km al Este de la población de Antón Lizardo, Veracruz, México (19°06'02" N y 95°56'18" W) (Vargas-Hernández *et al.* 1993). La pendiente

arrecifal en la zona Sureste del arrecife, presenta una profundidad de 9 m con formaciones de coral (*Diploria* y *Montastrea* principalmente), colonias de zoantideos y substrato duro (coral muerto, roca calcárea).

Métodos: Se llevaron a cabo dos muestreos intensivos en marzo y mayo de 1992 en la pendiente arrecifal de la zona sureste del arrecife, a profundidades de 1-9 m. Las esponjas fueron colectadas a mano por buceo libre y SCUBA, desprendiéndolas desde su base y colocándolas, en forma individual, en bolsas de polietileno para evitar la pérdida de los organismos que en ella habitan. Se midió el volumen de las esponjas por desplazamiento (precisión 0.05 l) y se fijaron con una solución de formalina-agua de mar al 10%, saturada con borato de sodio; una pequeña porción de cada esponja se fijó en etanol al 70% para su determinación taxonómica. En el laboratorio, las esponjas se cortaron cuidadosamente y cada sección fue revisada con un microscopio de disección; todos los organismos fueron removidos y separados a phyla y preservados en etanol al 70% para su determinación.

La identificación de especies fue con las siguientes obras, esponjas: Weidenmayer (1977), Green (1977), Fuentes-Velázquez (1981), Gómez-Lopez & Green (1984), y Zea (1987); crustáceos: Schultz (1969), Gosner (1971), Chace Jr. (1972), Bousfield (1973), Holdich & Jones (1983), Laguna (1985) y Abele & Kim (1986); equinodermos: Caso (1961) y Henkel (1982); poliquetos: Rioja (1941a,b, 1962), Uebelacker & Johnson (1984) y Salazar-Vallejo *et al.* (1989); moluscos: Abbott (1974).

Los valores de diversidad se calcularon mediante el índice de Shannon-Wiener; la similitud o desigualdad de las entidades muestreadas, de acuerdo a la coocurrencia de especies crípticas, se calculó con el coeficiente de Jaccard; los rangos de importancia de las especies asociadas se calcularon con el índice R_w propuesto por Mohan & Sankaran (1988), aunque este índice lo propusieron para el análisis de contenido estomacal de peces,

debido a que las especies asociadas pudieron ser determinadas tanto cualitativa como cuantitativamente se pudo utilizar este índice (con cierta modificación), con la finalidad de apreciar que factor (abundancia u ocurrencia) afectaban dicho rango.

Los cálculos se realizaron con los programas Análisis de Comunidades (ANCOM ver. 1.0; Vargas-Hernández 1991a) e Índice de Contenido Estomacal (ICE ver. 1.0; Vargas-Hernández 1991b). Se realizaron también análisis de correlación y regresión para determinar la relación entre el volumen y profundidad de las esponjas contra la riqueza específica y abundancia de asociados.

Para determinar la relación existente entre el volumen de las esponjas contra el número de especies y número de individuos, se seleccionaron dos esponjas que presentaran características morfológicas distintas, principalmente en lo que respecta al tamaño de los ósculos y canales internos (*Ircinia strobilina* y *Pseudaxinella lunaecharta*).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis se limitó a ocho especies de esponjas: *Ircinia strobilina*, *I. felix*, *Pseudaxinella lunaecharta*, *Aplysina fistularis*, *Callispongia fallax*, *Amphimedon compressa*, *A. viridis* y *Pseudoceratina crassa*.

Fauna asociada: Se recolectaron un total de 15 695 individuos de 94 especies, incluidos en

los siguientes grupos taxonómicos: Phylum Cnidaria, Clase Anthozoa (2 spp. no determinadas); Phylum Platyhelminthes (1 sp. no determinada); Phylum Mollusca, Clase Gasteropoda (3 géneros, 4 spp.), Clase Bivalva (8 gén., 11 spp.); Phylum Annelida, Clase Polychaeta (30 gén., 35 spp.); Phylum Arthropoda, Clase Crustacea (24 gén., 28 spp.); Phylum Sipunculida (4 spp. no determinadas); Phylum Priapulida (1 sp. no determinada); Phylum Echinodermata, Clase Stelleroidea (3 gén., 4 spp.), Clase Echinoidea (1 sp.), Clase Holothuroidea (1 sp.); Phylum Chordata, Clase Ascidiacea (1 sp. no determinada), Clase Osteichthyes (1 sp. no determinada.).

La fauna se encontró representada principalmente por los siguientes grupos, citados en orden de importancia por su frecuencia.

Crustáceos: Se encontraron 591 organismos en las ocho especies de esponjas agrupados en 28 especies (Cuadro 1). La más abundante fue el anfípodo *Parahaustorius attenuatus* (161 ind.); el mayor número fue en la esponja *Ircinia felix* (115 ind.). La esponja que presentó la mayor riqueza de especies fue *Ircinia strobilina* con 23 de las 28; esto se puede explicar porque presenta mayores espacios internos, en los cuales se pueden albergar los organismos. El grupo de los decápodos, presentó la mayor riqueza de especies (15), siendo los palemónidos los más abundantes.

CUADRO 1
Abundancia de crustáceos asociados a las esponjas.

Crustáceos	Esponjas							
	Is	If	Pl	Af	Cf	Ac	Av	Pc
<i>Balanus spongicola</i>	4		34	10	17	61		
<i>Gonodactylus oerstedt</i>	1							
<i>Leptochelia savignyi</i>			1					
<i>Apanthura</i> sp.	5	15	1		2			
<i>Excirolana mayana</i>	2	12	2					
<i>Gammarus palustris</i>	11		4					
<i>Parahaustorius attenuatus</i>	23	115	2	1				20
<i>Leucothoe spinicarpa</i>	8	38	7		48		6	2
<i>Ampelisca verrilli</i>								7
<i>Ampithoe</i> sp.	5	8	1		1			3

Continuación Cuadro 1

<i>Gnathophyllum americanum</i>	1							
<i>Periclimenaeus bermudensis</i>					2			
<i>P. chacei</i>	4							
<i>P. bredini</i>	1	8	2	6	2	1		
<i>Periclimenes americanus</i>	1							
<i>P. iridescens</i>	6		2					
<i>Synalpheus minus</i>	15	11	1					
<i>S. townsendi</i>						1		
<i>Thor manningi</i>	1		2					
<i>Nikoides schmitti</i>	1							
<i>Calcinus tibicen</i>						1		
<i>Pagurus brevidactylus</i>	13	1	3					
<i>Pachycheles monilifer</i>	3							
<i>Petrolisthes politus</i>	1					2		
<i>Megalobrachium soriatum</i>	2							
<i>Mithrax forceps</i>	4	8	1			2		
<i>Pilumnus dasypodus</i>	3		1					
<i>Pinnotheres shoemakeri</i>	1							
Total	116	216	64	19	76	62	6	32

Is *Ircinia strobilina*, If *Ircinia felix*, Pl *Pseudaxinella lunaecharta*, Af *Aplysinia fistularis*
 Cf *Callispongia fallax*, Ac *Amphimedon compressa*, Av *Amphimedon viridis*,
 Pc *Pseudoceratina crassa*

Poliquetos: Estuvieron presentes en las ocho especies de esponjas con un total de 14 813 ind. agrupados en 35 especies (Cuadro 2). La familia Syllidae fue la más frecuente y abundante, apareciendo en siete de las ocho especies de esponjas con 14 603 ind. de los

cuales 14 562 pertenecen a la especie *Haplosyllis spongicola*; esta dominancia general se debe al pequeño tamaño que presentan los silidos, lo cual les permite ocupar todos los espacios disponibles en

CUADRO 2
 Abundancia de poliquetos asociados a esponjas

Poliquetos	Esponjas							
	Is	If	Pl	Af	Cf	Ac	Av	Pc
<i>Oenone fulgida</i>	3	1						
<i>Eupolymnia nebulosa</i>	6	1		1				
<i>Scionides</i> sp.								4
<i>Terebella rubra</i>		4						
<i>Loimia medusa</i>	35	15	2	6	1			
Género A Fam. Terebellidae	3	1						
<i>Lysidice ninetta</i>	2	1						
<i>Eunoe</i> sp.	1							
<i>Thormora</i> sp.	1	1						
<i>Anatides madeirensis</i>	1							
<i>Phyllococe</i> sp.	1							
<i>Pterocirrus macroceros</i>			2					
<i>Crhysopetalum occidentale</i>			1					
<i>Hermodice carunculata</i>		1						
<i>Eurythoe complanata</i>	1				1			
<i>Podarke</i> sp.	13	6	4	2		1		1
<i>P. obscura</i>	1		1					
<i>Hydroides parvus</i>		1						
<i>Pherusa inflata</i>	1							
<i>Lumbrineris</i> sp.	4	3						
<i>Paunosea africana</i>		1						

Continuación Cuadro 2

<i>Pseudopotamilla</i> sp.	1							
<i>Dorvillea</i> sp.			1					
<i>Nereis falsa</i>	5	3	1		1			1
<i>Pseudosyllides curacaoensis</i>	3							
<i>Odontosyllis enopla</i>			1					
<i>Trypanosyllis</i> sp.	1							
<i>T. vittigera</i>			3					
<i>T. zebra</i>		1						
<i>Branchiosyllis oculata</i>	3	10		1				
<i>Syllis gracilis</i>		2						
<i>Typosyllis</i> sp.			1					
<i>T. armillaris</i>	1							
<i>T. alternata</i>	13	1	9	1	1			
<i>Haplosyllis spongicola</i>		89	498	13306		325	324	
Total	97	142	524	13317	4	326	324	6

las esponjas, además de que tienen la capacidad de perforar el tejido de las mismas. Se ha observado que ciertas especies de poliquetos consumen tejido de las esponjas hospederas (Pawlik 1983 cit. Hammond & Wilkinson 1985); en el presente estudio se encontraron silidos con restos de tejido de esponjas en su tracto digestivo. La esponja *Ircinia strobilina* presentó la mayor riqueza de especies (21) siendo en esta, la familia Syllidae la más rica con cinco especies y el poliqueto más abundante el terebéldo *Loimia medusa*. La riqueza de los poliquetos fue variable, cinco especies de esponjas: *Aplysina fistularis*, *Amphimedon compressa*, *A. viridis*, *Callispongia fallax* y *Pseudoceratina crassa*, contenían de 1-6 especies, mientras que el resto de las esponjas presentaron de 12-21 especies. Cuando los poliquetos fueron abundantes, unas cinco especies estuvieron presentes, mientras que con abundancia media

o baja se presentaban unas 12 especies; datos similares obtuvo Dauer (1974) en su estudio sobre los poliquetos asociados a esponjas en el Golfo de México.

Equinodermos: Se encontraron, en seis de las ocho especies de esponjas, 289 ind. agrupados en 6 especies (Cuadro 3). *Ophiactis savignyi* fue la especie más abundante con 269 ind., mientras que *Ophiocoma pumila* fue la única que se encontró en las seis especies de esponjas que presentaron equinodermos; Henkel (1982) en su estudio de los equinodermos de Isla de Enmedio, reconoció a los ofiuridos *Ophiactis quinqueradia*, *Ophiocoma pumila* y *Ophiothrix (Ophiothrix) angulata* asociados con esponjas. Sin embargo, no mencionó las especies de esponjas; en el presente trabajo no se colectaron ejemplares de *O. angulata*. La esponja *Ircinia strobilina* presentó la mayor riqueza específica y abundancia de este grupo.

CUADRO 3

Abundancia de equinodermos asociados a esponjas.

Equinodermos	Esponjas						
	Is	If	Pl	Cf	Ac	Pc	
<i>Ophiactis quinqueradia</i>	8			2			
<i>O. savignyi</i>	90	89	85	2	3		
<i>Ophiocoma pumila</i>	5	2	3	5	1	1	
<i>Ophioderma cinereum</i>	1						
<i>Echinometra lucunter</i>	1	3					
<i>Isostichopus badiotus</i>	1						
Total	106	94	88	9	4	1	

Moluscos: Se encontraron, en seis de las ocho especies de esponjas, 33 ind. de 15 especies (Cuadro 4). Las esponjas que presentaron la mayor riqueza y abundancia fueron las del género *Ircinia*, siendo *I. strobilina* la más alta

con siete especies y 13 ind., seguida de *I. felix* con seis especies y 10 ind. La mayor abundancia y ocurrencia la presentó el bivalvo *Isognomon bicolor* con 10 ind. en cuatro especies de esponjas.

CUADRO 4

Abundancia de moluscos asociados a esponjas.

Moluscos	Esponjas					
	Is	If	Pl	Cf	Ac	Pc
<i>Diodora cayenensis</i>		1				
<i>Acmaea</i> sp.		1				
<i>A. (Collisea) pustulata</i>				2		
<i>Mitrella ocellata</i>	1					
<i>Arca zebra</i>			1			
<i>Barbatia candida</i>		2	1	1		
<i>Lithophaga antillarum</i>	1					
<i>L. (Myoforceps) aristata</i>			1			
<i>Geukensia demissa granosissima</i>	1					
<i>Isognomon bicolor</i>	4	3	1		2	
<i>Tellina (Scissula) similis</i>	1					
<i>Macoma</i> sp.1	4	2				
<i>Macoma</i> sp.2		1				
<i>Macoma</i> sp.3						1
<i>Tagelus</i> sp.	1					
Total	13	10	4	3	2	1

Otros grupos: El resto de la fauna lo componen en menor abundancia y frecuencia los siguientes grupos; sipuncúlidos con 7 ind. en tres especies de esponjas; peces con 4 ind. en dos especies de esponjas; anémonas con 3 ind. en dos especies de esponjas; y ascidias, platelmintos y priapúlidos con un sólo ejemplar cada uno (Cuadro 5).

Estructura de la comunidad: La riqueza de criptobiontes varió de dos a 63 especies por esponja. La mayor riqueza específica ocurrió en las esponjas del género *Ircinia*; *I. strobilina* tuvo 63 especies e *I. felix* tuvo 40 especies. Las esponjas del género *Amphimedon* presentaron la menor riqueza de especies, *A. compressa* con siete especies y *A. viridis* con dos especies. La riqueza específica puede estar influenciada por el tamaño de los ósculos y los canales internos, además de la biomasa de la esponja hospedera como se discutirá más adelante.

La densidad promedio (ind. cc-1) de asociados a las esponjas tuvo los valores más altos en las esponjas *Aplysina fistularis* con 70.2 y *Amphimedon viridis* con 4.3, mientras que las esponjas *Ircinia strobilina* e *I. felix* presentaron los valores más bajos (0.06 y 0.16 respectivamente). Las esponjas del género *Ircinia* presentaron una gran variedad de criptobiontes pero su densidad promedio fue menor al resto de las esponjas; en contraste,

CUADRO 5
*Abundancia de los grupos menores
asociados a esponjas*

Otros grupos	Esponjas			
	Is	If	Af	Pc
Platelmintos	1			
Anémonas	2	1		
Sipuncúlidos	3	3	1	
Priapúlidos	1			
Ascidias				1
Peces	2	2		
Total	9	6	1	1

Aplysina fistularis tuvo baja variedad pero una densidad promedio superior a las demás esponjas. Esta densidad se debe a la presencia de los silidos (*Haplosyllis spongicola* principalmente), los cuales fueron muy abundantes en las esponjas con densidad promedio alta.

En lo que respecta a diversidad, los valores variaron entre 0.30 bits/inds para *Aplysina fistularis* y 4.59 bits/inds en *Ircinia strobilina*, con una equidad entre 0.006 y 0.53. De las ocho especies de esponjas, cuatro presentaron los valores más altos de diversidad; *Ircinia strobilina* e *I. felix* mostraron los valores más elevados ($H' = 4.5$ y 3.53 bits/inds y $j' = 0.53$ y 0.46 respectivamente). *Aplysina fistularis* presentó el valor más bajo de diversidad; este valor estuvo influenciado por la gran dominancia del poliqueto *H. spongicola*. Estos resultados se deben principalmente a la variedad de los huéspedes que se encuentran en las esponjas, los cuales a su vez están influenciados por el tamaño de los ósculos y de los canales internos, ya que a mayores ósculos y canales internos, se van a encontrar mayores espacios disponibles de ser ocupados por una variedad más alta de organismos. Jaronski (1969 cit. Erdman & Blake, 1987) y Rützler (1976) reportaron el incremento de la diversidad de especies en esponjas grandes con canales mayores de 1 cm de diámetro. Cabe señalar que los altos valores de diversidad encontrados, nos dan una idea de la importancia que representan las esponjas para una gran cantidad de organismos dentro de los sistemas arrecifales.

Los valores del análisis de similitud fueron bajos, desde 0.00 hasta 0.33, siendo las esponjas *Amphimedon compressa* y *Pseudoceratina crassa* las que presentaron la similitud más alta. Estos valores bajos son resultados de la alta riqueza específica (94 spp) asociadas a las esponjas, y a la selectividad de los criptobiontes por su hospedera.

Rango de importancia de los criptobiontes en su hospedera: En *Ircinia strobilina* las especies más importantes fueron el ofiúrido

Ophiactis savignyi (Rw=7.51), seguido de los poliquetos *Loimea medusa* (Rw=5.98), *Podarke* sp. (Rw=4.65) y *Typosyllis alternata* (Rw=4.65), del camarón *Synalpheus minus* (Rw=4.60) y del ofiúrido *Ophiactis quinqueradia* (Rw=4.56). *O. savignyi* es uno de los ofiúridos más abundantes en el arrecife de Isla de Enmedio; tiene habitat epizoico, por lo cual es común encontrarlo en grupos de algas verdes, calcáreas o en oquedades de rocas y cabezas de coral (Henkel 1982). Se observó que es una especie que aprovecha al máximo los espacios disponibles en las esponjas, ya que se les puede encontrar tanto en la pared externa como en los canales más pequeños; además, no presenta competencia intraespecífica por el espacio, pues es común encontrarla en grandes grupos aún en los sitios más reducidos. Por los grandes canales y volúmenes disponibles de la esponja, tipo de habitat del ofiúrido, capacidad de aprovechar al máximo los espacios y por su gran abundancia, presenta el orden de importancia más alto.

En *Ircinia felix* el anfípodo *Leucothoe spinicarpa* presentó el valor más alto (Rw=12.43), seguido por el poliqueto *Haplosyllis spongicola* (Rw=11.90), el ofiúrido *Ophiactis savignyi* (Rw=7.88) y el isópodo *Apanthura* sp. (7.86). Trabajos anteriores han citado a *L. spinicarpa* como un habitante frecuente de esponjas tanto del Pacífico como del Atlántico (Bunard 1954, Bacescu 1971 cit. Ortiz 1975); no tiene predilección por ningún tipo de hospedero, pues también es común encontrarlo en ascidias, anémonas y pelecípodos, y es capaz de completar su ciclo reproductor en su hospedero (Ortiz 1975); además, este anfípodo ataca y destruye porciones de algunas esponjas (Connes 1967). En el presente estudio, *L. spinicarpa* fue encontrada en cinco de las ocho especies de esponjas, aunque solo en *Ircinia felix* presentó el rango de importancia más alto; coincide con el dato presentado por Ortiz (1975) sobre la predilección del anfípodo por esponjas de formas tubulares. Se encontraron adultos, hembras ovigeras y juveniles, por lo

cual se considera que realizan todo el ciclo de vida en la esponja; no obstante, se les puede encontrar en vida libre pues han sido capturados en arrastres de zooplancton sobre el pasto *Thalassia testudinum* (obs. pers.) en la misma área de estudio. Su coloración estuvo en relación con la coloración del hospedero; esto se puede deber al mimetismo que presentan los crustáceos o quizás a la incorporación de pigmento de las esponjas o a las partículas que ingiere de la misma.

En *Pseudaxinella lunaecharta* nuevamente el ofiúrido *Ophiactis savignyi* presentó el rango de importancia más alto ($Rw=40.23$), seguido del poliqueto *Haplosyllis spongicola* ($Rw=18.24$) y el cirrípedo *Balanus spongicola* ($Rw=13.11$). En este caso, el valor más alto se atribuye tanto a la abundancia que presentó como a su ocurrencia en la esponja.

En *Aplysina fistularis* el poliqueto *Haplosyllis spongicola* presentó el rango de importancia más alto ($Rw=98.42$) en relación a las 11 especies asociadas a esta esponja. Este silido es pequeño; además de encontrarse en los canales internos de la esponja, tiene la capacidad de perforar el tejido de la misma, pues le sirve de alimento (Pawlik 1983 cit. Hammond & Wilkinson 1985; obs. pers.)

En *Amphimedon compressa*, de las siete especies presentes en esta esponja, dos de ellas presentaron los valores más altos, siendo nuevamente el poliqueto *H. spongicola* el que ocupó el primer orden ($Rw=51.93$), seguido del cirrípedo *Balanus spongicola*. Como en el caso anterior, debido a los pequeños canales internos del hospedero y la gran abundancia del poliqueto, presentó ventajas sobre el resto de las especies para poder habitar la esponja.

En *Amphimedon viridis*, no se realizó el análisis debido a que solo se encontraron dos especies de las cuales una (*H. spongicola*) presentó una marcada dominancia.

En *Pseudoceratina crassa*, los dos primeros órdenes de importancia estuvieron ocupados por dos anfípodos, *Ampelisca verrilli* ($Rw=18.69$) y *Parahustorius attenuatus* ($Rw=18.11$). Ambas especies se encontraron en el interior de la esponja, en

canales perforados por ellos mismos o junto a poliquetos terebélidos (*Scionides* sp.).

Relación volumen fauna: En *Ircinia strobilina*, tanto el número de individuos como el número de las especies se incrementaron proporcionalmente con respecto al volumen de la esponja (Figs. 1a,b), presentando coeficientes de correlación de 0.91 y 0.81 respectivamente, siendo significativos a un $p=0.05$. Mientras que en *Pseudaxinella lunaecharta*, la relación existente entre el volumen y el número de las especies presentó un incremento proporcional bajo ($r=0.47$), el cual comparado en la tabla de valores críticos para coeficientes de correlación (Rohlf & Sokal 1969) nos muestra que este valor no es significativo. Por su parte, la relación entre volumen y número de individuos, prácticamente fue nula ($r=-0.14$).

Pearse (1932, 1950) mencionó teóricamente la relación de la talla de la población y el tamaño relativo de los canales y volumen de las esponjas; esponjas pequeñas presentan pocos o ningún organismo asociado e individuos grandes con canales internos de buen tamaño, pueden servir de hospederos para una gran variedad de organismos. Debido a los pocos estudios cuantitativos que existen, los resultados pueden parecer algo conflictivos. Rützler (1976) reportó el incremento de la diversidad de las especies en esponjas con grandes canales (> 1 cm diám.), pero la abundancia presentó una relación inversa al volumen de la esponja. En contra parte, Hoetjes *et al.* (1977), Uebelacker (1977) y Westinga & Hoetjes (1981), citaron que la biomasa y el número total de animales en las esponjas son directamente proporcionales al volumen de la esponja. Erdman & Blake (1987) reportaron que el número de individuos y la biomasa de tres especies de camarones (*Synalpheus*) fueron directamente proporcionales al incremento del volumen de la esponja, sugiriendo que los espacios de los canales internos son bien utilizados por los asociados. El presente trabajo arrojó resultados similares a los presentados por Hoetjes *et al.* (1977),

Uebelacker (1977), Westinga & Hoetjes (1981) y Erdman & Blake (1987) confirmando la relación entre el volumen de la esponja y el número de asociados, además de la gran importancia que presentan los canales internos.

Relación profundidad fauna: En cuanto a la relación entre profundidad de recolecta de las esponjas con la riqueza de especies y abundancia, los datos fueron muy bajos y presentaron una relación inversa, no son significativa: muestran una tendencia en que a

mayor profundidad tanto el número de especies como el número de individuos tiende a decrecer. Pearse (1932, 1950) mencionó que las esponjas de aguas profundas contienen más animales que las de aguas someras, mientras que Westinga & Hoetjes (1981) consideran que el porcentaje de la biomasa total y el número total de la fauna asociada a las esponjas es significativamente más pequeño para las recolectadas en aguas profundas que las de aguas someras.

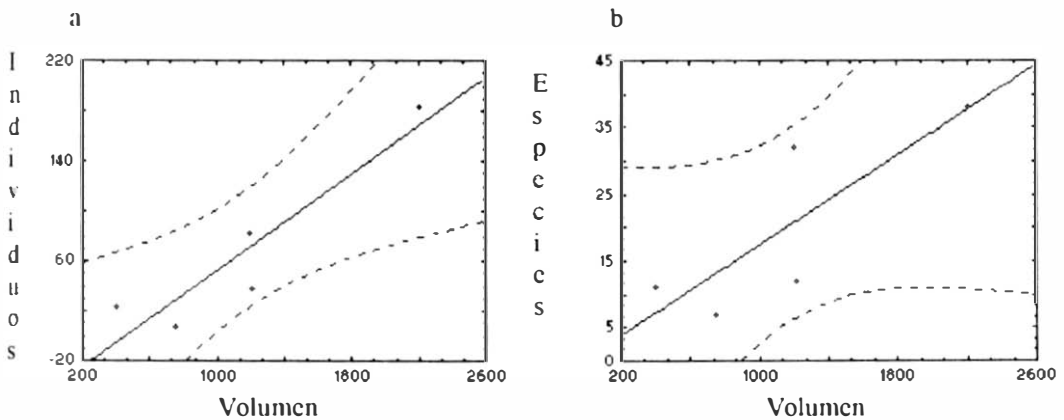


Fig. 1 *Ircinia strobilina*. a) Relación entre volumen y abundancia, b) Relación entre volumen y riqueza específica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Sergio I. Salazar-Vallejo, los acertados comentarios y sugerencias al escrito, así como a los revisores anónimos.

RESUMEN

Se estudió la estructura de la comunidad asociada a ocho especies de esponjas en el arrecife de Isla de Enmedio, Veracruz, México. Se encontraron asociadas 94 especies de nueve Phyla (Cnidaria, Platyhelminthes, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Sipunculida, Priapulida, Echinodermata y Chordata). El

orden de importancia, por frecuencia, de los criptobiontes fue crustáceos, poliquetos, equinodermos y moluscos; de acuerdo a su abundancia los grupos más importantes fueron poliquetos, crustáceos y equinodermos. El poliqueto *Haplosyllis spongicola* y el ofiurido *Ophiactis savignyi* fueron las especies con rangos de importancia más alto. La riqueza específica y la diversidad más alta se encontró en las esponjas con mayores espacios disponibles (*Ircinia strobilina* e *I. felix*). Se observó una baja similitud entre las especies asociadas a las esponjas, debido a su alta riqueza específica y a la alta selectividad de los asociados por su hospedera. Se determinó que el volumen de las esponjas presenta una

relación proporcional con la riqueza de especies y con la abundancia de asociados y que la riqueza específica y la abundancia de asociados disminuyen con la profundidad.

REFERENCIAS

- Abele, L.G. & W. Kim. 1986. An Illustrated Guide to the Marine Decapod Crustaceans of Florida. Florida Dept. Environm. Regul., Tech. Ser. 8(1): i-xvii, 1-760
- Abbott, R.T. 1974. American Seashells. 2nd edition. Van Nostrand, Nueva York, 663 p.
- Bousfield, E.L. 1973. Shallow Water Gammaridean Amphipoda of New England. Cornstock Publ. Ass., Cornell University, Londres. 331p.
- Carrera-Parra, L.F. & J.M. Vargas-Hernández. 1992. Fauna asociada a las esponjas en el arrecife de Isla de Enmedio, Veracruz, México. Res. IX Congr. Nal. Oceanogr., Boca del Rio, Veracruz, México, p. 157
- Caso, M.E. 1961. Los Equinodermos de México. Tesis Doctoral, Fac. Cienc. UNAM. D.F., México. 386 p.
- Chace, F.A., Jr. 1972. The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a summary of the West Indian shallow-water species (Crustacea, Decapoda: Natantia). Smithson. Contr. Zool. 98: I-X, 1-179.
- Connes, R. 1967. Reactions de defense de l'esponge *Tethya lyncurium* Lamarck vis-à-vis des microorganismes et de l'amphipode *Leucothoe spinicarpa* Abildg. Vie et Milieu, Biol. Mar. XVII Fasc. (2-A)
- Dauer, D.M. 1974. Polychaete fauna associated with Gulf of Mexico sponges. Florida Sci. 36: 192-196.
- Erdman, R.B. & N.J. Blake. 1987. Population dynamics of the sponge-dwelling alpheid *Synalpheus longicarpus*, with observations on *S. brooksi* and *S. pectiniger*, in shallow-water assemblages of the Eastern Gulf of Mexico. J. Crust. Biol. 7: 328-337.
- Fishelson, L. 1962. *Spirastrella permolis*, as an ecological niche in the littoral zone of the Dahlak Archipelago. Bull. Sea Fish. Res. Stat. Israel 41: 453-464.
- Fuentes-Velázquez, L.E. 1981. Estudio de las esponjas marinas del área de Veracruz, Ver. México. Tesis de Licenciatura, Fac. Cienc., UNAM. D.F., México, 140 p.
- Gómez-Lopez, P. & G. Green. 1984. Sistemática de las esponjas marinas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. An. Inst. Cienc. Mar Limnol. UNAM. D.F., México. 11: 65-90.
- Gosner, K.L. 1971. Guide to Identification of Marine and Estuarine Invertebrates. Wiley, Nueva York. 693 p.
- Green, G. 1977. Sinopsis taxonómica de trece especies de esponjas del arrecife La Blanquilla, Ver., México. An. Centro Cienc. Mar Limnol. UNAM. D.F., México 4: 79-98.
- Hammond, L.S. & C.R. Wilkinson. 1985. Exploitation of sponge exudates by coral reef holothuroids. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 94: 1-9.
- Henkel, D.H. 1982. Echinoderms of Enmedio reef, Southwestern Gulf of Mexico. Master Science Thesis Corpus Christi State., University., Division Biology., Corpus Christi, Texas. 78 p.
- Hoetjes, P., E. Westinga & H. de Krulff. 1977. The inrasponge fauna of the loggerhead or manjack sponge (Porifera, *Sphaciospongia vesparia* Lamarck). Association of Island Marine Laboratories of the Caribbean, Twelfth Meeting (Curaçao), p. 15
- Holdich, D.M. & J.A. Jones. 1983. Tanaids: Key and Notes for the Identification of the Species. University, Cambridge. 98 p.
- Kaplan, E.H. 1982. A Field Guide to Coral Reefs of the Caribbean and Florida. Peterson Field Guide, Mifflin, Boston. 289 p.
- Laguna, G.J. 1985. Systematics, ecology and distribution of barnacles (Cirripedia; Thoracica) of Panama. Master Science Thesis. University California, Los Angeles. 234 p.
- Levinton, J.S. 1982. Marine Ecology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey. 562 p.
- Long, E.R. 1968. The associates of four species of sponge of Washington and Oregon. Pac. Sci. 22: 347-351.
- Ortiz, M. 1975. Algunos datos ecológicos de *Leucothoe spinicarpa* Abildgaard, (Amphipoda, Gammaridea), en aguas cubanas. Ciencias. (La Habana) 16: 1-12.
- Pearse, A.S. 1932. Inhabitants of certain sponges at Dry Tortugas. Pap. Tortugas Lab., Carnegie Inst. Wash. 28: 103-115.
- Pearse, A.S. 1950. Notes on the inhabitants of certain sponges at Bimini. Ecology 31: 149-151.
- Rioja, E. 1941a. Estudios anelidológicos, 2. Observaciones acerca de varias especies del género *Hydroides* Gunnerus (sensu Fauvel) de las costas mexicanas del Pacifico. An. Inst. Biol. UNAM. D.F., México. 1: 161-175.
- Rioja, E. 1941b. Estudios anelidológicos, 3. Datos para el conocimiento de la fauna de poliquetos de las costas mexicanas del Pacifico. An. Inst. Biol. UNAM. D.F., México. 12: 669-746.

- Rioja, E. 1962. Estudios anelidológicos, 26. Algunos anélidos poliquetos de las costas del Pacífico. *An. Inst. Biol. UNAM, D.F., México.* 33: 131-229.
- Rohlf, F.J. & R.R. Sokal 1969. *Statistical Tables.* 2nd. Freeman. San Francisco. 219 p.
- Rützler, K. 1976. Ecology of Tunisian sponges. *Tethys* 7: 249-264.
- Rützler, K. 1978. Sponges in coral reefs, p. 299-313 *In* Stoddart, D.R. & R.E. Johannes. *Coral reefs: Research Methods.* UNESCO.
- Salazar-Vallejo, S.I., J.A. de León-González & H. Salaces-Polanco. 1989. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Universidad. Autónoma de Baja California Sur. México. 212 p.
- Schultz, G.A. 1969. *How to Know: The Marine Isopod Crustaceans.* Brown. Dubuque, Iowa, USA. 359 p.
- Uebelacker, J.M. 1977. Cryptofaunal species/area relationship in the coral reef sponge, *Gelloides digitalis*. *Proc. 3rd Intern. Coral Reef Symp.* p. 69-73.
- Uebelacker, J.M. & G.P. Johnson (Eds). 1984. *Taxonomic guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico.* Barry A. Vittor & Ass. Mobile, Alabama. 7 Vols.
- Vargas-Hernández, J.M. 1991a. Análisis de Comunidades (ANCOM), Programa Computarizado ver. 1.0 Museo de Zoología, Facultad Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Vargas-Hernández, J.M. 1991b. Índice de Contenido Estomacal (ICE), Programa Computarizado ver. 1.0 Museo de Zoología, Facultad Biología Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Vargas-Hernández, J.M., A. Gutierrez-Hernández, & Carrera-Parra, L.F. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano pp. 559-575. *In* Salazar-Vallejo, S.I. & N. González (eds). *Biodiversidad Marina y Costera de México.* Comisión Nacional de Biodiversidad y CIQRO, México.
- Weidenmayer, F. 1977. Shallow water sponges of the Western Bahamas. *Birkhauser Verlag Basel.* Suiza. 287 p.
- Westinga, E. & P.C. Hoetjes 1981. The intrasponge fauna of *Sphaciospongia vesparia* (Porifera: Desmospongia) from Curacao and Bonaire. *Mar. Biol.* 62: 139-150.
- Zea, S. 1987. *Esponjas del Caribe Colombiano.* Catalogo Científico. Santa Marta, Colombia. 283 p.