

## CRIPTOFAUNA ASOCIADA A COLONIAS MUERTAS DE *ORBICELLA ANNULARIS* EN EL PARQUE NACIONAL SAN ESTEBAN, VENEZUELA

ALESSANDRA RIVOLTA, CARMEN RODRÍGUEZ, JOSÉ RODRÍGUEZ & LISETTE MOLINS

*BIOMAC, Facultad Experimental de Ciencia y Tecnología, Universidad de Carabobo, Naguanagua, Venezuela*  
*ctrodrig@uc.edu.ve*

**RESUMEN:** En el Parque Nacional San Esteban, en la costa occidental de Venezuela, se seleccionaron tres arrecifes, en los que se tomaron fragmentos de coral muerto de *Orbicella annularis* para estudiar la criptofauna asociada. Estas muestras se recolectaron en dos estratos de profundidad (3 y 9m) en los meses de noviembre (lluvia) y marzo (sequía). La criptofauna asociada estuvo dominada en términos de abundancia por poliquetos (61,04%) y sipuncúlidos (15,71%). La mayor densidad de organismos se encontró en Isla Alcatraz, más expuesta a la acción natural del oleaje, y con mayor cobertura de coral muerto. Dentro del grupo poliquetos las familias más abundantes fueron Syllidae, Sabellidae (Alcatraz) y Eunicidae (Isla Larga y Barco Hundido), variando su importancia en los diferentes arrecifes muestreados. La mayor densidad de bivalvos se encontró en el estrato somero, mientras que los poliquetos fueron más abundantes a 3m, en Isla Larga (Sabellidae, Eunicidae), y a 9m en Alcatraz (Sabellidae). Características de la columna de agua como la tasa de sedimentación pudiesen afectar la distribución espacial de estos organismos. La mayor densidad de poliquetos en Alcatraz, particularmente de sílidos, habla de una etapa de colonización de esta fauna criptica más avanzada con respecto a Isla Larga y Barco Hundido, donde dominan los sipuncúlidos, y dentro de los poliquetos, la familia Eunicidae, que son reconocidos como perforadores del coral.

**Palabras claves:** Parque Nacional San Esteban, criptofauna, arrecifes coralinos, *O. annularis*.

### Abstract:

At San Esteban National Park, located at Venezuela's western coast, three coral reefs were selected in which dead coral fragments of *Orbicella annularis* were collected at two different depths (3 and 9m), during November and March (months of rain and drought respectively). The cryptofauna associated to these fragments were in terms of abundance dominated by polychaetes (61,04%) and sipunculids (15,71%). The highest density of organisms was found at Isla Alcatraz, the most exposed to natural surf action and with the highest dead coral coverage. Within the polychaetes group, the most abundant families were Sillydae and Sabellidae (Alcatraz) and Eunicidae (Isla Larga and Barco Hundido), changing their relative importance at the different sampling reefs. The greatest bivalves density was found at the shallow depth, meanwhile polychaetes were more abundant at 3m in Isla Larga (Sabellidae, Eunicidae), and at 9m in Alcatraz (Sabellidae). Water column characteristics, as the sedimentation rate, could be affecting these organisms' spatial distribution. The highest polychaetes density at Alcatraz, specifically sillyds, shows a more advanced colonization stage in comparison to Isla Larga and Barco Hundido, where sipunculids are the dominant group, and within polychaetes, the Eunicidae family, which are both well known as coral drillers.

**Key words:** Parque Nacional San Esteban, cryptofauna, coral reef, *O. annularis*.

### INTRODUCCION

La estructura y forma de los arrecifes coralinos es el resultado de la interacción entre el crecimiento y la destrucción del coral. Los agentes de destrucción biológicos a menudo debilitan el sustrato y lo vuelven más susceptible a la erosión física y química (HUTCHINGS 1986a). En un arrecife saludable, la bioerosión, principalmente externa, determina el incremento de la complejidad del sustrato, creando espacios libres para la

fijación de las larvas de los corales y otros organismos, lo que permite mantener la diversidad de especies y renovar las poblaciones. Sin embargo, en zonas donde el crecimiento coralino es limitado, la bioerosión puede acelerar su desaparición (MORENO-FERRERO *et al.* 1998). Los organismos bioerosionadores habitan dentro de los esqueletos coralinos alterando su estructura, y forman una biota muy diversa conocida como criptofauna (BIRKELAND 1997) dentro de la cual pueden identificarse

organismos perforadores y oportunistas. Entre los perforadores se señalan principalmente esponjas, bivalvos, sipuncúlidos y poliquetos, los cuales debilitan el sustrato por acción mecánica y/o química. Otros por el contrario, actúan como organismos disolventes de acción externa como las bacterias, hongos, algas y protozoarios (PEYROT-CLAUSADE *et al.* 1992; BIRKELAND 1997). La criptofauna oportunista está conformada por una extensa variedad de grupos como moluscos, crustáceos, poliquetos, equinodermos, nematodos, peces, zooántidos, hidroides y esponjas (HUTCHINGS 1986a).

Estas comunidades pueden presentar variaciones relacionadas con diferencias en la estructura de la comunidad arrecifal, ubicación respecto a la costa (TRIBOLLET *et al.* 2002), estrato de profundidad (HUTCHINGS *et al.* 1992), grado de deterioro del arrecife (PEYROT-CLAUSADE & BRUNEL 1990), presencia de algas (KLUMPP *et al.* 1988) y depredadores (SAMMARCO *et al.* 1986). La mayoría de los estudios que se refieren a la criptofauna proveen información sobre los procesos de bioerosión; siendo ésta mayor en corales muertos que en vivos, ya que estos últimos presentan mecanismos de defensa ante estos bioerosionadores (SOLIMAN 1969; CANTERAS & CONTRERAS 1987).

En Venezuela son pocos los trabajos donde se evalúa la criptofauna, entre ellos el de FERNÁNDEZ *et al.* (2012) que compara los poliquetos asociados a *Orbicella annularis* en los arrecifes de los Parques Nacionales San Esteban y Archipiélago de Los Roques; y los trabajos de MORAN *et al.* (2014) y JIMÉNEZ *et al.* (2014) que resaltan la diversidad de bivalvos en corales muertos en la Guajira Venezolana y el Archipiélago de Los Roques respectivamente. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la criptofauna asociada a colonias de coral muerto de *O. annularis* en los arrecifes coralinos de Isla Larga y Alcatraz, Parque Nacional San Esteban. Se escogió esta especie de coral, ya que conjuntamente con *Acropora palmata* es reconocida como una de las principales especies de coral formadoras de arrecifes en el Atlántico y el Caribe (DÍAZ-PULIDO 1997; VILLAMIZAR 2000; RODRÍGUEZ *et al.* 2011).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El Parque Nacional San Esteban (**Fig. 1**), se ubica en el extremo occidental de la cordillera de la Costa ( $10^{\circ}24'$ Lat. N -  $67^{\circ}58'$ Long. W) y cuenta con cinco islas coralinas, entre ellas Isla Larga y Alcatraz. Los arrecifes seleccionados

se ubican en la parte sur-oeste de Isla Larga (zona 1), y a unos 500 m al oeste de esa isla, cerca al Barco Hundido SESOSTRIS (zona 2). El tercer arrecife se ubicó al noroeste de Alcatraz (zona 3). En cada zona seleccionada se colectaron pilares de coral muerto de *O. annularis*, en dos estratos de profundidad (3 y 9 m) en los meses de noviembre y marzo. Se tomaron 4 pilares de coral en cada estrato, provenientes de colonias diferentes, desprendiéndolo desde la base. En la zona 2 solo se tomaron muestras a 9 m de profundidad, donde se inicia este arrecife.

Los fragmentos de coral fueron seleccionados con un área y volumen similar, y cada uno se guardó inmediatamente en una bolsa de plástico. Una vez en la superficie, se preservaron en formol al 10%. Se estimó el volumen de cada fragmento, para estandarizar la densidad de organismos. Los organismos fueron separados del sustrato, lavados sobre una malla de 0,5mm, y preservados en etanol al 70%. Y posteriormente separados en categorías taxonómicas.

Con los valores de densidad (ind/l) tanto de las clases de organismos identificadas como de las familias de poliquetos, se hicieron Diagramas de Ordenación Multidimensional no métrico (nMDS) (PRIMER V6) y Kruskal-Wallis comparando las zonas, los estratos de profundidad y meses de muestreo (MVSP). Se hicieron correlaciones de Spearman ( $p < 0,05$ ) entre la abundancia de organismos y las medidas morfológicas de los fragmentos de coral (peso, volumen y altura) (STATISTICS 7).

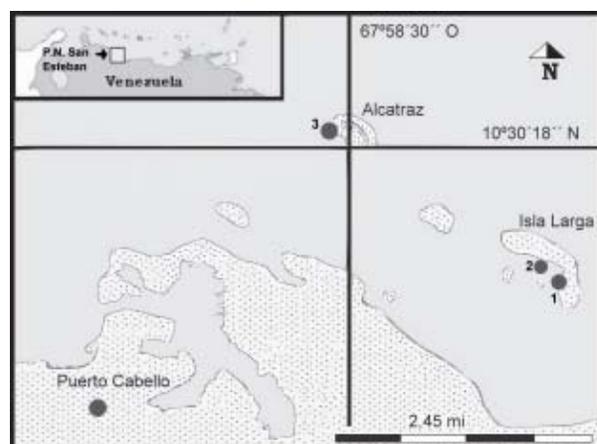


Fig. 1. Arrecifes donde fueron tomadas las muestras de coral en el Parque Nacional San Esteban, 1: Isla Larga, 2: Barco Hundido y 3: Alcatraz

## RESULTADOS

En las colonias muertas de *O. annularis*, los poliquetos fueron los más abundantes, representando el 61,04% de los organismos (263,96 ind/l±259,25), seguido por los sipuncúlidos (15,71% 67,92 ind/l±54,87), los peracáridos (7,65% 33,09 ind/l±41,82) y los bivalvos (6,42% 27,76 ind/l±30,41). Los otros grupos presentaron abundancias menores al 2%. Cuando se evalúa lo que ocurre en cada uno de los arrecifes muestreados, se observan las mayores densidades en la zona 3, Alcatraz (**Tabla I**), y la menor en zona 1 (Isla Larga), con una misma tendencia de dominio de los poliquetos, particularmente en Alcatraz. En el nMDS, se observa la separación de Alcatraz (zona 3) debido a la mayor densidad de poliquetos respecto a las zonas 1 y 2 (**Fig. 2**), donde es mayor la densidad de sipuncúlidos.

El análisis de Kruskal-Wallis revela una diferencia significativa en la densidad de organismos totales presentes en Alcatraz (zona 3) con respecto a Isla Larga (zona 1) (K-W,  $p=0,005$ ), particularmente debido a la mayor densidad de poliquetos (K-W,  $p=0,0004$ ). Por otro lado se observan diferencias entre Alcatraz y el Barco Hundido (zona 2) por la mayor densidad en esta última de

sipuncúlidos (K-W,  $p=0,055$ ), siendo este grupo también más abundante en Isla Larga. Las diferencias entre el Barco Hundido (zona 2) e Isla Larga (zona 1) se dieron en la densidad de gasterópodos que fueron más abundantes en la zona 2 (K-W,  $p=0,022$ ).

Al detallar las variaciones que se dan en cada arrecife entre los dos estratos de profundidad se observa en el arrecife de Isla Larga, a 9m, una menor densidad total de organismos, particularmente de poliquetos (U Mann Whitney  $p=0,02$ ), decápodos (U Mann Whitney  $p=0,01$ ) y bivalvos (no significativa). En Alcatraz se encontraron diferencias con una mayor densidad de organismos a 9m, particularmente poliquetos (U Mann Whitney  $p=0,04$ ). En el caso del Barco Hundido, solo se presenta arrecife a los 9m, con densidades bastante altas de poliquetos y sipuncúlidos (**Tabla II**). Solo se observaron variaciones entre los meses de muestreo en Isla Larga, por una mayor densidad de sipuncúlidos en noviembre (U de Mann-Whitney  $p=0,02$ ), y en Alcatraz, con mayores densidades de bivalvos en marzo (U de Mann-Whitney  $p<0,05$ ).

## FAMILIA DE POLIQUETOS

Debido a su gran densidad, los poliquetos fueron

TABLA I. Abundancia relativa de los organismos de la criptofauna, encontrados en fragmentos muertos de *O. annularis*.

Grupos de organismos	Zona 1 Isla Larga		Zona 2 Barco Hundido		Zona 3 Alcatraz	
	Densidades promedio	(%)	Densidades promedio	(%)	Densidades promedio	(%)
Bivalvos	24,63	9,23	38,75	8,25	22,76	2,98
Gasterópodos	0,37	0,14	6,52	1,39	1,86	0,24
Poliquetos	117,62	44,06	219,85	46,81	612,57	80,23
Sipuncúlidos	76,62	28,70	106,16	22,60	45,85	6,00
Decápodos	10,45	3,91	8,32	1,77	17,28	2,26
Poliplacóforos	1,49	0,56			0,70	0,09
Peracáridos	30,43	11,40	72,80	15,50	25,93	3,40
Equinodermos	3,50	1,31	7,37	1,57	5,06	0,66
Nemertinos	0,51	0,19			0,27	0,04
Nematodos					22,96	3,01
Cirripedios			6,06	1,29	1,70	0,22
Total	266,95		469,67		763,55	

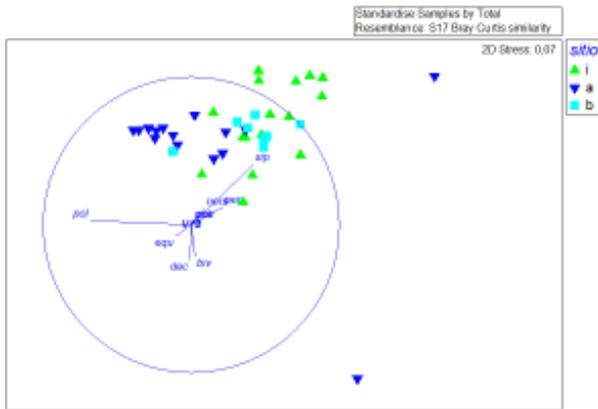


Fig. 2. Diagrama de Ordenación Multidimensional no métrico (nMDS) basada en similitudes de Bray-Curtis ( $n=40$  Stress=0,07) con las densidades de las clases de organismos identificadas en las tres zonas seleccionadas: i= zona 1, Isla Larga, b= zona 2, Barco Hundido y a= zona 3, Alcatraz

identificados hasta el nivel de familias, registrándose 25 de ellas, siendo las más abundantes Syllidae, Sabellidae y Eunicidae, pero variando su importancia (en términos de densidad) según la zona de muestreo. Así en Isla Larga, se identificaron 21 familias, siendo Eunicidae los más abundantes, seguidos por Sabellidae, Nereididae, Terebellidae y Syllidae, cambiando el orden de estas tres últimas familias entre los meses de muestreo. En el Barco Hundido, se identificaron 11 familias, siendo Eunicidae la más abundante, seguida por Syllidae y Sabellidae (en

ambos muestreos). En Alcatraz, se identificaron 18 familias, siendo Syllidae la más abundante, seguida de Sabellidae y Eunicidae, observándose para marzo el dominio de los sabélidos (**Tabla III**).

En el nMDS, se observa una clara separación de las tres zonas (**Fig. 3**). La densidades de Syllidae y Sabellidae fueron significativamente mayores en Alcatraz (K-W  $p<0,05$ ); y en el caso de la familia Eunicidae sus densidades fueron significativamente menores en Barco Hundido (K-W  $p<0,05$ ). En ambos estratos prevaleció el dominio de la familia Syllidae, seguida por los Eunicidae (mayor densidad a 3m) y Sabellidae (mayor a 9m) (K-W  $p=0,04$ ). Para los Capitellidae se encontró una densidad mayor en el estrato más profundo (K-W,  $p=0,02$ ) (**Tabla IV**).

Se encontraron correlaciones positivas entre el peso y el volumen del coral ( $R^2=0,988$ ) y entre estos y la altura ( $R^2=0,8$ ). Así mismo, se encontraron correlaciones positivas entre la abundancia de sipuncúlidos y el peso, volumen y altura del coral (Spearman  $p<0,05$ ); y una correlación negativa entre el peso y la altura del fragmento de coral con la abundancia de decápodos. Para los otros grupos las correlaciones no fueron significativas. En los tres arrecifes la densidad esquelética promedio es muy similar, pero se encontraron diferencias entre Alcatraz (zona3), e Isla larga (Wilcoxon  $p=0,05$ ) y Barco Hundido (Wilcoxon  $p=0,02$ ).

TABLA II. Densidad promedio de organismos por estrato de profundidad (3 y 9m) en los tres arrecifes estudiados

Densidad promedio (ind/ml)	3m		9m		
	Zona 1 Isla Larga	Zona 3 Alcatraz	Zona 1 Isla Larga	Zona 2 Barco Hundido	Zona 3 Alcatraz
Bivalvos	35,41	35,23	13,86	38,75	15,54
Gasterópodos	0,75	0,71		6,52	1,48
Poliquetos	146,77	289,57	88,46	219,85	575,14
Sipuncúlidos	72,56	48,12	80,68	106,16	32,09
Decápodos	18,14	6,94	2,76	8,32	7,72
Poliplacóforos	1,25		1,73		0,59
Peracáridos	25,47	16,69	35,39	72,80	15,10
Equinodermos	7,00	0,86		7,37	3,10
Nemertinos			1,02		0,24
Total	308,44	398,35	225,47	469,67	650,99

TABLA III. Densidad promedio de familias de poliquetos identificadas en cada zona (1: Isla Larga, 2: Barco Hundido, 3: Alcatraz) y mes de muestreo (nov: noviembre y mar: marzo).

Familias	Zona 1			Zona 2			Zona 3			total
	nov	mar	$\bar{x}$	nov	mar	$\bar{x}$	nov	mar	$\bar{x}$	
Eunicidae	75,81	59,37	67,59	6,82	17,08	11,95	45,86	58,29	52,08	43,87
Sabellidae	13,40	21,68	17,54	2,08	2,01	2,05	140,53	124,72	132,62	50,74
Terebellidae	9,10	7,72	8,41	0,00	0,56	0,28	6,38	2,50	4,44	4,38
Nereididae	3,51	17,61	10,56	0,94	2,67	1,81	14,51	2,57	8,54	6,97
Syllidae	6,93	7,05	6,99	3,49	5,41	4,45	896,57	78,90	487,74	166,39
Dorvilleidae		0,78	0,39	0,22	0,81	0,51	7,16	1,10	4,13	1,68
Serpulidae				0,72	0,42	0,57	3,59	5,51	4,55	1,70
Phyllodocidae	0,72	0,89	0,80	0,04	0,10	0,07	0,75	2,01	1,38	0,75
Crysopetalidae	3,91	4,52	4,21	0,08		0,04	2,29	2,12	2,21	2,15
Pectinoridae		0,22	0,11		0,05	0,03				0,04
Hesionidae	1,18	3,10	2,14		0,31	0,16				0,77
Lysaretidae		0,43	0,22		0,11	0,06				0,09
Lumbrineridae		0,22	0,11		0,30	0,15	17,45	14,81	16,13	5,46
Spionidae				0,04		0,02	0,85	1,36	1,11	0,37
Polynoidae	1,19	1,71	1,45	0,04		0,02	3,38	0,85	2,11	1,19
Ophelidae	0,00	0,22	0,11	0,04		0,02	2,96	0,00	1,48	0,54
Cirratulidae	2,51	0,45	1,48				24,51	17,17	20,84	7,44
Oweniidae		1,23	0,61							0,20
Ampharetidae		0,98	0,49				1,88	0,74	1,31	0,60
Oeonidae	0,93		0,46				3,04	1,86	2,45	0,97
Amphinomidae	0,39		0,20							0,07
Capitellidae	0,78		0,39				10,16	1,81	5,99	2,13
Aphroditidae		0,85	0,42							0,14
Maldanidae							0,63		0,31	0,10
Flabelligeridae							1,52	2,16	1,84	0,61

## DISCUSIÓN

La criptofauna asociada a las colonias muertas de *O. annularis* estudiadas, estuvo integrada principalmente por poliquetos, sipuncúlidos, y bivalvos, similar a lo que describen SAMMARCO & RISK (1990) en *Porites*; y MORENO-FORERO *et al.* (1998) en el Caribe colombiano para *A. palmata*. En el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Venezuela, FERNANDEZ *et al.* (2012) encuentran, que los organismos más abundantes fueron los sipuncúlidos (53,73%) y poliquetos (20,98%). Los sipuncúlidos, son organismos predominantemente endolíticos, considerados parte de la criptofauna

bioerosionadora, perforan el sustrato calcáreo secretando sustancias de sus glándulas epidérmicas, las cuales lo disuelven (HUTCHINGS 1986b), pudiendo llegar a representar el 74% de abundancia de estas comunidades (PEYROT-CLAUSADE *et al.*, 1990).

Dentro de los moluscos, los bivalvos, son considerados muy importantes en la bioerosión, por su abundancia y el volumen que ocupan (FONSECA *et al.* 2006). Su principal mecanismo de bioerosión es mecánico, aunque también pueden secretar sustancias químicas o una combinación de ambas (HUTCHINGS 1986b). Para el Parque Nacional Archipiélago Los Roques se identificaron

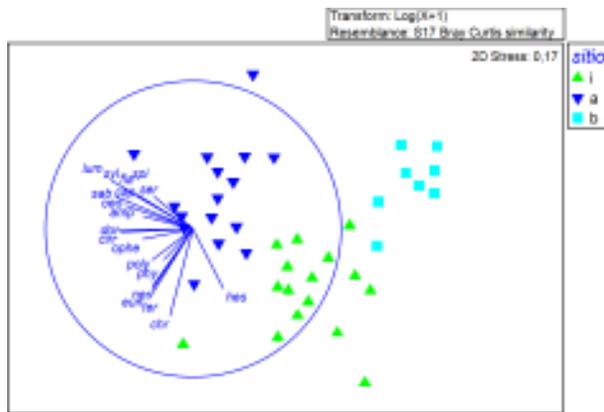


Fig. 3. Diagrama de Ordenación Multidimensional no métrico (nMDS) basada en similitudes de Bray-Curtis (n=40 Stress=0,17) con las densidades de las familias de poliquetos identificadas en las tres zonas seleccionadas: i= zona 1, Isla Larga, b= zona 2, Barco Hundido y a= zona 3, Alcatraz.

49 especies asociadas a *O. annularis* principalmente bivalvos (22) (JIMÉNEZ *et al.* 2014); y en restos de coral en la Guajira, se han reportaron 10 especies de bivalvos (MORAN *et al.* 2014), lo que indica su importancia también en términos de diversidad.

En el caso de los poliquetos, algunas especies dentro de las familias Spionidae, Cirratulidae y Sabellidae son consideradas bioerosionadoras de la matriz coralina, mediante disolución química. Sin embargo, las familias Eunicidae, Lumbrineridae y Dorvilleidae pueden erosionarla más fácilmente con abrasión mecánica, por la acción de sus mandíbulas bien desarrolladas (HUTCHINGS 1986b). HUTCHINGS *et al.* (1992) describen a los poliquetos como dominantes en términos de abundancia, diversidad y biomasa en la criptofauna, por su pequeño tamaño respecto a bivalvos y sipuncúlidos, siendo los principales colonizadores de estos sustratos. Además, la mayoría de estas especies presentan ciclos de vida cortos, lo que permite el constante reclutamiento de nuevas larvas a lo largo de todo el año. Las familias Syllidae, Sabellidae, Eunicidae y Nereididae, fueron las más abundantes, similar a lo reportado en otros arrecifes del Caribe (RISK & MACGEACHY 1978; Moreno-FORERO *et al.* 1998; OCHOA-RIVERA *et al.* 2000; SANTA-ISABEL *et al.* 2000). FERNÁNDEZ *et al.* (2012) para el P.N. Archipiélago Los Roques encuentra un menor número de familias de poliquetos (17) pero las más abundantes son también Eunicidae (68,6%), Syllidae (10%), Crysopetallidae (7,1%) y Nereididae (5,4%). La similitud entre estos trabajos a pesar de ser desarrollados

en arrecifes expuestos a condiciones diferentes habla de lo específicas que son estas comunidades.

Los poliquetos de la familia Syllidae no presentan mandíbulas para abrir estas galerías, pero su tamaño les permite ocupar pequeñas grietas, siendo considerados dentro de la criptofauna oportunista (OCHOA-RIVERA *et al.* 2000). En el caso de la familia Sabellidae esta puede penetrar y excavar galerías en el sustrato duro (RISK & MACGEACHY 1978). Miembros de la familia Eunicidae pueden erosionar con sus mandíbulas eficazmente sustratos duros, excavar el esqueleto coralino y construir galerías con las paredes recubiertas de mucus, siendo uno de los bioerosionadores de la criptofauna más importantes (OCHOA-RIVERA *et al.* 2000).

En cuanto a la distribución espacial de la criptofauna, CAMPOS-VASQUEZ *et al.* (1999), HUTCHINGS *et al.* (1992) y TRIBOLLET *et al.* (2002) encuentran una mayor abundancia de organismos bioerosionadores hacia la zona más externa del arrecife, o en los arrecifes ubicados a mayor distancia de la costa, debido a que la alta sedimentación en la costa por la acción de lluvias y escorrentía reduce la posibilidad del establecimiento de las larvas. En el caso de San Esteban los tres arrecifes se encuentran a una distancia relativamente similar de la costa (2-2,5km), pero Isla Larga (zona 1) y el Barco Hundido (zona 2) presentan mayor influencia antrópica pues se encuentran dentro de la Zona de recreación (R) de este parque, de acuerdo a su Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso; mientras que Alcatraz se encuentra en la Zona de Protección Integral (PI). A pesar de ello, la posición geográfica de Alcatraz, en una zona de mayor acción natural del oleaje ha ocasionado un mayor porcentaje de coral muerto respecto a Isla Larga, lo cual puede facilitar la fijación y desarrollo de los bioerosionadores.

En el arrecife de Isla Larga la cobertura de coral vivo varió entre 36,80% en el estrato somero a 3m y 19,52% a 9m; mientras que la cobertura de coral muerto libre o cubierto con algas fue muy similar entre ambos estratos (40-46%). El arrecife ubicado en la zona 2, Barco Hundido, presentó una cobertura coralina viva de 2,26%, y coral muerto de 16,69%. En Alcatraz la cobertura coralina viva fue de 4,48% a 3m y 30,10% a 9m de profundidad, y el coral muerto represento el 78% a 3m y 46% a 9m. (RODRÍGUEZ *et al.* 2011). Esta gran cobertura de coral muerto podría ser la causa de una mayor densidad de organismos en este arrecife de Alcatraz,. Esto permitiría

TABLA IV. Densidad promedio de las familias de poliquetos identificadas en cada estrato de profundidad (3 y 9m), y zona de muestreo (1: Isla Larga, 2: Barco Hundido, 3: Alcatraz).

Familias	Zona 1		Zona 2	Zona 3	
	3 m	9 m	9m	3 m	9 m
Eunicidae	87,510	47,670	11,954	52,964	51,190
Sabellidae	29,505	5,569	2,047	65,099	200,143
Terebellidae	9,557	7,263	0,278	4,579	4,307
Nereididae	13,076	8,045	1,805	1,444	15,632
Syllidae	8,047	5,933	4,447	474,561	500,913
Dorvilleidae	0,781		0,514	3,447	4,817
Serpullidae			0,568	2,292	6,801
Phyllodocidae	0,216	1,391	0,073	1,674	1,089
Chrysopetalidae	3,509	4,915	0,042	2,071	2,345
Pectinoridae	0,216		0,026		
Hesionidae	1,568	2,718	0,156		
Lysaretidae	0,431		0,057		
Lumbrineridae		0,223	0,148	11,789	20,473
Spionidae			0,018	0,852	1,360
Polynoidae	2,010	0,895	0,018	2,072	2,153
Opheliidae		0,223	0,018	0,227	2,731
Cirratulidae	2,036	0,918		13,796	27,885
Oweniidae	0,781	0,446			
Ampharetidae	0,759	0,223			2,610
Oeonidae	0,298			3,738	1,168
Amphinomidae		0,391			
Capitellidae		0,781		2,109	9,862
Aphroditidae	0,625	0,223			
Maldanidae					0,625
Flabelligeridae				2,143	1,536

un mejor desarrollo y fijación de estos organismos bioerosionadores y oportunistas de estos espacios erodados en el coral.

La densidad esquelética del coral, es determinante en el incremento de los bioerosionadores asociados; así colonias de *O. annularis*, presentan una mayor abundancia de organismos de la criptofauna, que colonias con valores de

densidad esquelética mayor, como *Favia pallida*. (HIGHSMITH 1981). PEYROT-CLAUSADE & BRUNEL (1990) señalan que existe una relación entre el grado de degradación del coral y la estructura de esta criptofauna, encontrando la mayor abundancia y diversidad de organismos en el sustrato con el esqueleto más degradado. Aunque no se encontró ninguna correlación significativa entre la abundancia de organismos y la densidad del coral

en los tres arrecifes evaluados, la densidad esquelética en la zona 3 (Alcatraz) es menor, siendo en este arrecife donde se encontró la mayor densidad de organismos. Esta baja densidad del coral se reflejaba en una fácil perforación del fragmento.

En cuanto a la distribución de estos organismos entre estratos de profundidad, en Isla Larga los poliquetos y bivalvos, presentaron una mayor densidad en la zona somera (3m), profundidad a la cual se registra una menor tasa de sedimentación neta ( $99\text{g/m}^2/\text{día}$ ) con respecto al estrato ubicado a 9m ( $150\text{g/m}^2/\text{día}$ ) de acuerdo a lo señalado por NÚÑEZ *et al.* (2010). En el caso de los bivalvos este incremento a 3m, se da en el mes de marzo (sequía) ( $48,62\text{ind}/\text{m}^2$ ) respecto a noviembre ( $22,19\text{ind}/\text{m}^2$ , lluvia); mientras que a 9m no se observan cambios en la densidad (noviembre:  $14,49\text{ind}/\text{l}$  y marzo:  $13,22\text{ ind}/\text{l}$ ). Igualmente para los poliquetos la mayor densidad a 3m se da en marzo (sequía) cuando la tasa de sedimentación es menor. Esta mayor densidad de organismos en la zona somera puede verse favorecida también por la mayor densidad de peces territorialistas, como la familia Pomacentridae (RODRÍGUEZ *et al.* 2011) los cuales monopolizan pequeños parches de coral muerto, proporcionando tanto refugio a los invertebrados erosionadores que viven en los microhábitats, como alimento con las algas que crecen sobre los corales (SAMMARCO *et al.* 1986; SAMMARCO & RISK 1990; HIXON 1997; KLUMPP *et al.* 1998).

En el caso de Alcatraz la densidad de poliquetos es mayor a 9m, particularmente de la familia Sabellidae, para ambos meses de muestreo. En esta zona la densidad de pomacéntridos es también mayor en el estrato somero e incluso supera los valores reportados para Isla Larga, pero no se da la misma tendencia. Los sabélidos son filtradores y si bien no se tienen datos sobre la tasa de sedimentación, otras características de la columna de agua, como la velocidad y dirección de los vientos, y corrientes, intensidad de las olas, contenido de material suspendido en la columna de agua y resuspensión del sedimento pudieran estar afectando su densidad, particularmente la fijación de nuevas larvas sobre estos sustratos ya que la mayoría de estas larvas son pelágicas (HUTCHINGS *et al.* 1992). En cuanto a los bivalvos también se observa un incremento en su densidad en marzo (sequía), particularmente en la zona somera.

En la zona 2, Barco Hundido, la densidad de bivalvos, poliquetos (Eunicidae) y sipuncúlidos es también mayor en el mes de marzo (sequía) lo que puede estar relacionado con

una menor tasa de sedimentación. HUTCHINGS & PEYROT-CLAUSADE (2002) indican que en islas de La Polinesia Francesa, con altos niveles de escorrentía y material en suspensión, hay un mayor número de poliquetos depositívoros y sipuncúlidos; debido a que hay una mayor abundancia de algas, lo cual favorece el asentamiento de sedimento, nutrientes y larvas de depositívoros, siendo esto lo que podría estar ocurriendo con isla Larga. Por otro lado arrecifes donde la escorrentía es casi nula, los poliquetos suspensívoros son dominantes, pudiendo ser el caso de Alcatraz.

La mayor densidad de poliquetos en Alcatraz particularmente de silidos, habla de una etapa de colonización de esta fauna criptica más avanzada con respecto a Isla Larga y Barco Hundido, donde dominan los sipuncúlidos, y dentro de los poliquetos la familia Eunicidae que son reconocidos como perforadores del coral. Eso podría significar un mayor tiempo de muerte de estos fragmentos de coral, y por tanto deterioro del arrecife de Alcatraz (menor densidad esquelética y mayor cobertura de coral muerto) que ha permitido una mayor exposición a estos bio perforadores y la entrada de organismos oportunistas.

En este estudio se encontró una relación lineal y positiva entre la abundancia de los sipuncúlidos y las medidas de peso, volumen y altura de los fragmentos de coral colectados. HIGHSMITH *et al.* (1983) señalan una correlación inversa entre el tamaño del coral y el porcentaje de bioerosión de esas colonias y sugiere que corales más grandes son más difíciles de erosionar o debilitar que colonias pequeñas que presentan una mayor superficie expuesta a estos bioerosionadores. Estas diferencias entre ambos trabajos pueden deberse a que los fragmentos de coral colectados en San Esteban fueron pequeños y similares en tamaño; sin embargo las observaciones confirman que esta criptofauna perfora y habita principalmente en la superficie del coral, por lo cual a medida que el coral es más grande la relación entre superficie/volumen es menor. CAMPOS-VÁSQUEZ *et al.* (1999) también encuentra una relación directa entre el peso de los fragmentos de coral y la diversidad y abundancia de organismos de la criptofauna

#### AGRADECIMIENTO

Se agradece al CDCH de la Universidad de Carabobo, por el financiamiento parcial de este proyecto, Inversión Menor N° 1919-05.

REFERENCIAS

- BIRKELAND, C. 1997. *Life and Death of Coral Reefs*. NY: Chapman and Hall. 68 pp.
- CAMPO-VÁZQUEZ, C., L. CARRERA-PARRA, N. GONZÁLEZ & S. SALAZAR-VALLEJO. 1999. Criptofauna en rocas de Punta Nizuc, Caribe mexicano y su utilidad como biomonitor potencial. *Rev. Biol. Trop.* 47(4): 799-808.
- CANTERAS, J. & R. CONTRERAS. 1987. Bivalvos perforadores de esqueleto de corales escleractinarios en la Isla de Gorgona, Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 36(1): 151-158.
- DÍAZ-PULIDO, G. 1997. Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia, ecosistemas Marinos, Instituto de Investigaciones marinas y costeras, INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 141pp.
- FERNÁNDEZ, P., D. BONE & C. RODRÍGUEZ. 2012. Cryptofaunal polychaetes from oceanic and continental reefs in Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 88(2): 339-352
- FONSECA, E., H. K. DEAN & J. CORTÉS. 2006. Non-colonial coral macro-borers as indicators of coral reef status in the south Pacific of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 54(1): 101-115.
- HIGHSMITH, R. 1981. Coral Bioerosion: Damage relative to skeletal density. *The American Naturalist* 117(2): 193 – 198.
- \_\_\_\_\_, R. LUEPTOW & S. SCHONBERG. 1983. Growth and bioerosion of three massive corals on the Belize barrier reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 13: 261-271.
- HIXON, M. 1997. Effects of reef fishes on coral and algae. In: C. Birkeland (Ed.) *Life and death of coral reefs*. Chapman & Hall. New York. U.S. Chap. 10: 230-248.
- HUTCHINGS, P. 1986a. Cryptofaunal communities of coral reefs. *Acta Oceanol. Sin.* 5(4): 200–208
- \_\_\_\_\_. 1986b. Biological destruction of coral reefs. *Coral Reefs* 4: 239 – 252.
- \_\_\_\_\_, W. KEINE, R. CUNNINGHAM & C. DONNELLY. 1992. Spatial and temporal patterns of non-colonial boring organisms (polychaetes, sipunculans and bivalve molluscs) in *Porites* at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 11: 23-31.
- \_\_\_\_\_. & PEYROT-CLAUSADE M. 2002 The distribution and abundance of boring species of polychaetes and sipunculans in coral substrates in French Polynesia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 269, 101–121
- JIMENEZ, M., T. ALLEN, J. FERNANDEZ & S. NARCISO. 2014. Moluscos asociados al coral *Montastraea annularis* en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques. *Acta Biol. Venez.*, 34 (2):233-243
- KLUMPP D. W., A. D. MCKINNON & C. N. MUNDY. 1988. Motile cryptofauna of a coral reef: abundance, distribution and trophic potential. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45:95-108.
- MORAN, L., H. SEVEREYN & H. BARRIOS-GARRIDO. 2014. Moluscos bivalvos perforadores de rocas coralinas submareales de la alta Guajira, Golfo de Venezuela. *INTERCIENCIA*, 39 (2): 136-139.
- MORENO-FORERO, S., G. NAVAS & D. SOLANO. 1998. Cryptobiota associated to dead *Acropora palmata* (Scleractinia: Acroporidae) coral, Isla Grande, colombian Caribbean. *Rev. Biol. Trop.*, 46(2): 229 – 236.
- NÚÑEZ, M., J. RODRÍGUEZ & M. DÍAZ. 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.
- OCHOA-RIVERA, V., A. GRANADOS-BARBA & V. SOLIS-WEISS. 2000. The polychaete cryptofauna from Cozumel Island, Mexican Caribbean. *Bull. Mar. Sci.* 67(1): 137-146.
- PEYROT-CLAUSADE, M. & J. BURNEL. 1990. Distribution patterns of macroboring organisms on Tuléar reef flats (SW Madagascar). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 61: 133 – 144.
- \_\_\_\_\_, P. HUTCHINGS & G. RICHARD. 1992. Temporal variations of macroborers in massive

- Porites lobata* on Moorea, French Polynesia. *Coral Reefs*, 11: 161 – 166.
- RISK, M. & K. MACGEACHY. 1978. Aspects of bioerosión of modern Caribbean reefs. *Rev. Biol. Trop.*, 26 (Supl.1): 85-105.
- RODRÍGUEZ-QUINTAL, J.G., A. HERRERA-REVELES, M. COLMENARES & C. RODRÍGUEZ. 2011. Estructura de la comunidad íctica arrecifal en el Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 50(1): 31-40

RECIBIDO: Diciembre 2015

ACEPTADO: Febrero 2016