



Análisis del talud, zona norte, del Arrecife Sacrificios con base en la distribución de moluscos y equinodermos.

T E S I S

que para obtener el grado académico de

Maestra en Ciencias
(Biología Marina)

p r e s e n t a

VANIA VILLANUEVA SOUSA

Director de tesis: Dr. Alejandro Granados Barba

Comité tutorial: Dra. Vivianne Solís Weiss
Dr. Francisco Alonso Solís Marín
Dr. Juan Pablo Carricart Ganivet
Dr. Rodolfo Rioja Nieto

México, D.F. 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A MI ESPOSO RAÚL, EL AMOR DE MI VIDA . . .

TE DEDICO ESTE TRABAJO PORQUE EN ÉL VEO REFLEJADO TU GRAN AMOR, TU INFINITA PACIENCIA, TU APOYO INCONDICIONAL Y LA LIBERTAD QUE ME HAS DADO PARA SER QUIEN SOY Y PARA REALIZARME DÍA A DÍA HACIENDO LO QUE ME GUSTA.

PORQUE HAS VIVIDO CADA INSTANTE DE ESTA TESIS CONMIGO, HAS CAMINADO A MI LADO EVITANDO QUE CAYERA EN VARIAS OCASIONES Y ME HAS DADO LOS ÁNIMOS PARA SEGUIR ADELANTE, PORQUE SIEMPRE ENCUENTRO TUS BRAZOS ABIERTOS CUANDO NECESITO UN ABRAZO Y UNA SONRISA CON LA QUE PUEDES CAMBIAR MI VIDA ENTERA.

PORQUE ME SIENTO COMPLETA CUANDO ESTOY A TU LADO Y PUEDO VER TODO CON CLARIDAD. PORQUE ERES LA RAZÓN DE MI EXISTIR Y PORQUE DESEO CON TODO MI CORAZÓN ENVEJECER A TU LADO.

El presente trabajo forma parte del proyecto “Evaluación continua de la calidad del ambiente bentónico y de su biodiversidad en la zona costera del Golfo de México”.

Agradecimientos.

Dr. Alejandro Granados, gracias por aceptarme como tesista, por todo el tiempo que ha invertido en mi formación académica, por sus consejos, enseñanzas y lecciones de vida. Le agradezco el que siempre haya tenido tiempo para resolver mis dudas y por su forma tan particular de impulsarme a ser mejor cada día.

Al comité tutorial: Dra. Vivianne Solís, Dr. Francisco Solís, Dr. Juan Pablo Carricart y Dr. Rodolfo Rioja, por su apoyo durante el desarrollo de este trabajo, por su valioso tiempo, por resolver dudas y por sus comentarios, los cuales ayudaron a enriquecer el manuscrito.

A la Dra. Gloria Vilaclara, Diana, Gaby, Lupita y Chantal por su pronta respuesta a todas mis dudas y por buscar siempre la manera de ayudarme a resolver problemas, gracias por su paciencia y por recibirme en todo momento con una sonrisa.

A CONACYT por otorgarme la beca para estudios de posgrado gracias a la cual fue posible el desarrollo de esta tesis, así como la beca mixta para mi estancia de investigación.

Al Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías por brindarme un espacio para trabajar durante todo este tiempo y por el apoyo para el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. David Salas Monreal por ser una persona sencilla, siempre dispuesto a escuchar y a dar un consejo, gracias por haberme permitido tomar su clase y por transmitirme sus conocimientos. Gracias también por su ayuda en la elaboración del mapa de batimetría de Sacrificios.

A todo el personal del “National Museum of Natural History, Smithsonian Institution”:
Dra. Ellen Strong, gracias por darme la oportunidad de trabajar en la colección de moluscos, por su entusiasmo y su apoyo sin el cual no habría sido posible mi estancia y por tener siempre tiempo para resolver mis dudas.

Dr. Ilya Tëmkin, gracias por haberme hecho sentir como en casa, por facilitarme el trabajo, proporcionarme información así como el material para la toma de fotografías, gracias por estar siempre dispuesto a ayudar.

Yolanda Villacampa, definitivamente todo fue mucho más fácil con tu ayuda, gracias por tu calidez y sencillez.

Paul Greenhall, gracias por sus consejos, enseñanzas y por resolver mis dudas.

Cheryl Bright, Diana Munn y Linda Ward, gracias por todas sus atenciones y por su ayuda.

A la Secretaría de Marina Armada de México y al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

A las personas más importantes en mi vida:

Padre, gracias por permitirme seguir disfrutando de tus maravillas, por permitirme dar un paso más y concluir esta etapa de mi vida.

Bichito, gracias por ser mi compañero ideal, por respetar mi esencia y por amarme por lo que amo, por compartir mi gran pasión que es el buceo y por disfrutar las cosas pequeñas de la vida, por alegrarte al ver las maravillas de nuestro Padre y por compartirlas conmigo.

A mis papás y hermanas quienes han estado a mi lado en todo momento y a quienes les debo cada uno de mis logros. Gracias por ser mis mejores amigos y mi gran tesoro.

A mi familia, suegros, tíos, primos y sobrinos ya que cada uno ha sido de gran bendición en mi vida y por lo tanto mi fortaleza, gracias por sus regaños, consejos, risas y abrazos.

A mis compañeros del posgrado y amigos, Pilar, Maye, Josu, Brenda, Dani, Alex, Ligia, Clau, Juls, Andy, Rox, Diana y Omar por todas las experiencias compartidas.

Dalya, gracias por tu amistad, por hacer mucho más fácil el primer cambio radical en mi vida, por tu confianza y por tus consejos.

A Naye y Ricardo por el traslado a Veracruz y por todo su apoyo en la primer salida a campo y por todo lo que sin darse cuenta me enseñaron.

Fel, gracias por ayudarme en todo momento, por tu paciencia y apoyo incondicional, gracias por tu valiosa amistad.

A Ángeles, Osvaldo, Eber y Carlos por sus pláticas y risas que han hecho agradable mi estancia en el ICIMAP.

A la familia Treviño Villanueva por recibirme en su hogar y por todo su apoyo durante mi estancia en Washington.

Resumen.

Se estudiaron a los moluscos y equinodermos de las zonas de sotavento y barlovento del talud del Arrecife Sacrificios, perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, durante las temporadas de Lluvias y nortes. Se registraron 583 organismos, siendo el grupo de los equinodermos el más abundante representando el 61%, mientras que los moluscos representaron el 39%, las Clases con mayor abundancia fueron Echinoidea, Gastropoda y Bivalvia. Se identificaron 54 especies de las cuales, 31 correspondieron a moluscos y 23 a equinodermos. Las especies con mayor importancia biológica fueron los bivalvos *Arca imbricata*, *Atrina rigida* y *Chama macerophylla*, y los equinoideos *Eucidaris tribuloides*, *Echinometra viridis* y *E. lucunter*. Se observó que la estructura comunitaria en ambos grupos estuvo determinada en mayor grado por la temporalidad (Lluvias-nortes) y en menor grado por su ubicación en el talud arrecifal (sotavento-barlovento). Los valores de riqueza específica y diversidad fueron mayores en sotavento que en barlovento al igual que en temporada de Lluvias con respecto a la de nortes. Se analizó la abundancia, frecuencia espacio-temporal y distribución batimétrica de los moluscos y equinodermos, con lo cual se obtuvieron 14 categorías para las especies del talud, siendo las especies raras las de mayor porcentaje (59%), seguidas de las dominantes (28%), mientras que las especies temporales representaron el menor porcentaje (13%). Con base en la abundancia relativa de las especies, se observaron tres estratos en relación con la profundidad, siendo el intermedio el que presentó los mayores valores de abundancia en ambas temporadas. Durante la temporada de nortes, los estratos se desplazan ligeramente hacia la superficie, probablemente como consecuencia de los cambios en la columna de agua y sedimentos que tienen lugar durante esta temporada.

Contenido

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Objetivos	7
4. Área de estudio	8
5. Método	12
5.1. Obtención de la batimetría del Arrecife	12
5.2. Ubicación de los puntos de muestreo	12
5.3. Obtención de datos	13
5.4. Análisis de la Información	14
6. Resultados	21
6.1. Caracterización ambiental	21
6.2. Composición faunística	23
6.3. Estructura comunitaria	36
6.4. Análisis del patrón de distribución de los organismos	51
7. Discusión	53
8. Conclusiones	61
9. Consideraciones finales	62
10. Literatura citada	63
11. Anexos	72

1. Introducción.

Los arrecifes de coral son considerados como uno de los ecosistemas más productivos (Nixon, 1982), con mayor riqueza específica y complejos del mundo (Birkeland, 1997; Sheppard *et al.*, 2009); por tal motivo, son económicamente importantes al proporcionar alimento y refugio a muchas especies marinas (algunas de importancia comercial), así como por proveer de protección contra la erosión a la línea de costa, entre otros importantes servicios que ofrece al ambiente en general y al hombre en particular (Birkeland, 1997; Costanza *et al.*, 1997; Ahmed, 2007; Tunnell, 2007; Viehman, 2009). A pesar de cubrir cerca del 0.18% del total del área de los océanos (600,000 km²) (Birkeland, 1997), se estima que en ellos se encuentra un 25% de todas las especies marinas (Gaston y Spicer, 2004).

Las comunidades coralinas generalmente presentan una clara estructura de distribución, siendo la temperatura, descargas de los ríos que afectan la salinidad y aumentan la turbidez, las corrientes, dirección y fuerza de los vientos así como el oleaje, los principales factores que la determinan (Roberts y Murray, 1983). Los arrecifes de coral se desarrollan generalmente en aguas someras y tropicales, dentro de los 30° de latitudes Norte y Sur, a una temperatura promedio de 20 a 28°C, en aguas transparentes (Gaston y Spicer, 2004; Tunnell, 2007), sin embargo, existen algunos que se distribuyen en condiciones diferentes a las antes mencionadas (Perry y Larcombe, 2003). El conjunto de estas condiciones ambientales, dan como resultado una zonación ecológica caracterizada por asociaciones distintivas de corales, siendo *Montastraea cavernosa* una de las principales especies constructoras de los arrecifes de Veracruz (Horta-Puga y Carriquiry, 2008).

En el caso de los arrecifes del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), este tipo de controles ambientales son obvios y aparentemente afectan su crecimiento y desarrollo (Lozano-Aburto, 2009); sin embargo, los factores que influyen en ese arreglo espacial, son aun poco conocidos. Algunos trabajos referentes a la zonación de los arrecifes en el mundo y los factores que la determinan son: Goldberg (1973), Goreau y Goreau (1973), Geister (1977), Hopley y Barnes (1985) y Adjeroud (2006).

Los arrecifes del SAV presentan características particulares ya que se ubican en una región con presencia de ríos de gran caudal como el Papaloapan, y en menor grado el Jamapa y La Antigua, cuyas descargas a la zona costera representan un aporte importante de sedimentos (Krutak, 1997; Rivera-Ramírez, 2006; Rosales-Hoz *et al.*, 2008). Adicionalmente, en la región ocurren eventos climáticos como “nortes” y de manera poco común huracanes, durante los cuales se modifican las condiciones de la columna de agua y sedimentos producto del proceso de mezcla que ocurre, además de afectar de manera directa a las comunidades bentónicas (Salazar-Vallejo, 2002; Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

Los complejos arrecifales que conforman el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), se caracterizan por ser ecológicamente relevantes ya que se plantea que puedan estar funcionando como reservorio, puente y puntos de diseminación de especies entre las áreas arrecifales del Caribe y las de Florida (Vargas-Hernández *et al.*, 1993; Jordán-Dahlgren, 2002; Chávez-Hidalgo, 2009).

La diferenciación de las zonas arrecifales puede ser caracterizada a través de los patrones de distribución de los diferentes grupos de organismos que en ellas habitan, los cuales a su vez responden al conjunto de factores presentes en la comunidad coralina. Por esta razón, es necesario evaluar cómo cambia la composición y estructura por efecto de diferentes factores, naturales o inducidos, que impactan a la comunidad arrecifal.

2. Antecedentes.

2.1. El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV).

Debido a su importancia para el mantenimiento de la biodiversidad marina, el SAV es un Área Marina Protegida con estatus de “Parque Nacional” (PNSAV) desde 1992, además se considera como una Región Marina Prioritaria en México por la CONABIO, y la Iniciativa Internacional sobre Arrecifes Coralinos lo incluye como zona importante para la conservación, siendo también sitio RAMSAR desde el 2004 y Reserva de la Biosfera ante la UNESCO a partir del 2006.

Históricamente, el SAV se ha utilizado como sitio para llevar a cabo prácticas escolares, proyectos de tesis y trabajos técnicos, en los que los invertebrados marinos, la taxonomía y la ecología han sido los temas comunes (Jiménez-Hernández, 2006; Jiménez-Hernández *et al.*, 2007). Así mismo, se han realizado diversos estudios que incluyen desde compilaciones, como la de Granados-Barba *et al.* (2007) que presenta 19 capítulos de diferente naturaleza, hasta publicaciones particulares en cuanto a invertebrados marinos (De León-González y Díaz, 2006; Moravec y Salgado-Maldonado, 2007; Okolodkov *et al.*, 2007, Winfield *et al.*, 2007; 2009; Parra-Toriz *et al.*, 2011), geoquímica (Rosales-Hoz *et al.*, 2007; 2008; 2009), vertebrados (Taylor y Akins, 2007; Jiménez-Badillo, 2008), oceanografía (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008; Salas-Pérez *et al.*, 2008; Salas-Monreal *et al.*, 2009), corales (Horta-Puga, 2003; Horta-Puga y Carriquiry, 2008; Gutiérrez-Ruiz *et al.*, 2011) o relacionados con el manejo costero en la región (Ortiz-Lozano *et al.*, 2009; Arceo y Granados-Barba, 2010).

2.2. Moluscos

La mayoría de las investigaciones sobre moluscos de los arrecifes del PNSAV han sido de carácter taxonómico y ecológico; entre ellos se encuentran Pérez-Rodríguez (1967) quien estudió los moluscos de las costas de Veracruz; Tunnell (1974) que estudió la ecología y distribución de moluscos de Isla de Enmedio; Pizaña (1990) quien en los arrecifes de Antón Lizardo, registró 67 especies de moluscos; García-Salgado (1992) estudió los moluscos bentónicos de Anegada de Afuera y Jácome (1992) reportó 26 especies en el mismo arrecife. Por su parte, García-Cubas *et al.* (1994) hicieron una integración del trabajo realizado y elaboraron una guía de campo de moluscos arrecifales en la que incluyen datos sobre distribución batimétrica. La fauna malacológica de la planicie arrecifal de Punta Mocambo fue estudiada por Eberhardt-Toro (2002), mientras que Ramos-Ramos-Elorduy (2003), Salcedo-Ríos (2003), Zamora-Silva (2003) e Islas-Peña (2004) lo hicieron en La Gallega.

Ortigosa-Gutiérrez (2005), hizo un análisis de la distribución de opistobranquios de la laguna arrecifal de Isla Verde. Domínguez-Castanedo (2007) reportó 10 especies de moluscos en la laguna arrecifal de Sacrificios. Recientemente, Rivera-Cruz (2010) analizó la distribución de prosobranquios en la planicie arrecifal de La Galleguilla reportando 47 especies, de las cuales, *Urosalpinx perrugata* es un nuevo registro para el SAV; un estudio similar fue realizado por González-Bárceñas (2011) en la planicie arrecifal de Sacrificios, reportando 87 especies. De

acuerdo a los autores mencionados, hasta el momento, se han registrado 271 especies de moluscos (gastropodos y pelecípodos) en el PNSAV, de las cuales 198 especies corresponden a gastropodos mientras que 73 son las especies de bivalvos registradas para la zona.

2.3. Equinodermos

Los equinodermos constituyen un grupo muy conocido y frecuente en los arrecifes de coral del mundo; no obstante, en México y particularmente en el PNSAV es necesario realizar un mayor esfuerzo en su estudio taxonómico y ecológico. Ives (1890) llevó a cabo uno de los trabajos pioneros sobre equinodermos de las costas mexicanas, en donde reportó la existencia de 13 especies para los estados de Veracruz y Yucatán. Sin embargo, el estudio continuo del grupo en México comenzó con la descripción de un asteroideo por Caso (1941). En el caso específico del Golfo de México, Durán *et al.* (2005) hicieron un listado de equinodermos de esta zona registrando 98 especies para Veracruz.

En el PNSAV se han desarrollado investigaciones sobre equinodermos en diferentes arrecifes: Villalobos (1971) registró siete especies en La Blanquilla; Henckel (1982) y posteriormente Sánchez (1993) registraron 41 y 16 especies respectivamente para Isla de Enmedio. Maya-Vilchis (1993), estudió la distribución y algunos aspectos biológicos de *Lytechinus variegatus* en Hornos, mientras que Nishimura (2005) analizó la distribución y abundancia de *Tripneustes ventricosus* en la laguna arrecifal de Isla Verde. Por su parte, Celaya (2006) enlistó las especies de erizos regulares de la parte sur de la laguna arrecifal de Isla Verde, determinando la distribución y abundancia así como el sustrato al que se asociaron. Recientemente, Solís-Marín *et al.* (2007) hicieron un inventario faunístico de las especies del PNSAV en el que incluyen la diagnosis y aspectos de distribución; en él se presentaron 15 nuevos registros para Veracruz.

Asimismo, Villanueva-Sousa (2008), analizó ecológicamente a los equinodermos de La Galleguilla, reportando el primer registro de equinodermos para el arrecife. Domínguez-Castanedo (2007) y Ugalde-García (2011) estudiaron la laguna arrecifal de Sacrificios reportando ocho y 31 especies respectivamente, de estos últimos, se considera un nuevo registro para el PNSAV y 14 para el arrecife. La planicie arrecifal de Anegada de Adentro fue estudiada por Mohedano-Maldonado (2010) quién registró 20 especies de las cuales, 15 son nuevos registros para el arrecife y *Ophiactis algicola* para el estado de Veracruz. Tomando en cuenta las especies registradas por los autores mencionados, el registro total de equinodermos para el PNSAV es de 58 especies, de los cuales un registro pertenece a la Clase Crinoidea, seis a la Clase Asteroidea, 22 a la Clase Ophiuroidea, 12 a la Clase Echinoidea y 17 a la Clase Holothuroidea.

2.4. Zonación.

El estudio de Lara (1989) representa un trabajo base para el PNSAV toda vez que propone una zonación para el arrecife Anegada de Afuera con base en su complejidad topográfica así como de la estructura de la comunidad de corales. En este trabajo se establecieron cuatro zonas (Sotavento, laguna arrecifal, cresta arrecifal y barlovento), divididas a su vez en subzonas (Platos de Hexacorales, Cementerio de *Acropora cervicornis*, Gorgonáceos, Transición Sotavento, Parches, Arrecife Posterior, Rompiente Arrecifal, Transición Barlovento, Arrecife Frontal Interno y Arrecife Frontal Externo). Posteriormente, Lara *et al.* (1992), por medio de la topografía y características bénticas de otros arrecifes pertenecientes al PNSAV y con ayuda de fotografías aéreas y submarinas, encontraron una zonación bien definida coincidente con Lara (1989), determinada básicamente por la distribución de las diferentes especies de corales. Con base en ello, proponen un modelo estructural generalizado para los arrecifes del PNSAV, indicando que la mayoría de los arrecifes de este sistema son de tipo plataforma y presentan una baja cobertura coralina, a pesar de ser comunidades diversas. El modelo de Lara *et al.* (1992) ha servido de base para otros estudios (Gutiérrez *et al.*, 1993; Chávez *et al.*, 2007) que comparan dicha zonación con los arrecifes del Caribe mexicano.

Ortiz-Lozano *et al.* (2009), con un enfoque de manejo, propusieron una zonación para el PNSAV que considera los elementos físicos del sistema (corrientes, batimetría, ubicación de las bases de los arrecifes). Distinguieron tres franjas paralelas a la costa: una franja litoral (0-10 m), una de plataforma interna (10-25 m) y una de plataforma externa (mayores a 25 m), sobre las cuales se ubican diferentes arrecifes que estaría sujetos a condiciones ambientales y a procesos oceanográficos similares en cada una de las franjas.

2.5. Taludes Arrecifales

Los estudios en el talud se han enfocado en el conocimiento de la estructura de los corales como los principales constructores de arrecifes. Sin embargo, las algas, equinodermos y moluscos, entre otros, también contribuyen a la producción de los sedimentos más finos en los arrecifes y al desarrollo arrecifal (Lara, 1989). Quintana y Molina (1991) describió los rasgos fisiográficos así como las asociaciones de macroinvertebrados bentónicos presentes en el talud de los arrecifes veracruzanos, incluyendo el Arrecife Sacrificios.

Martínez-Caballero (2007), estudió el talud de Sacrificios, describiendo los principales aspectos geomorfológicos y ecológicos mediante el uso de videotransectos y la caracterización de las comunidades ícticas y bentónicas. El muestreo de los componentes bentónicos incluyó las zonas de barlovento y sotavento, estableciendo que dichas zonas se encuentran diferenciadas cualitativa y cuantitativamente. Mencionó que, en términos de abundancia de las comunidades bentónicas, la zona noroeste (NO) del arrecife, a pesar de encontrarse en sotavento, no presentó similitud con los demás transectos de la zona; contrariamente, presenta más similitud con el barlovento, proponiéndola como una zona transicional.

Un patrón similar fue encontrado en el talud arrecifal de La Galleguilla por Villanueva-Sousa (2008) quien, utilizando como indicador la distribución de equinodermos, observó que los transectos Norte (N), Este noreste (ENE), Noroeste (NO) y Este (E), fueron similares en composición faunística dado que se ubican en la zona de barlovento del arrecife. Indicó que esta zona presenta un sustrato constituido por grandes formaciones de coral muerto y vivo, así como parches de arena, con una pendiente suave a la que se han adaptado las especies representativas de esta zona: *Eucidaris tribuloides*, *Lytechinus williamsi*, *Echinometra lucunter*, *E. viridis* y *Ocnus suspectus*. Encontró que la zona de sotavento es heterogénea por lo que no fue posible establecer una zonación clara para el talud de arrecife.

A pesar de que en los trabajos sobre zonación de los arrecifes del PNSAV se menciona que existe una zona de transición entre la planicie arrecifal y la pendiente arrecifal (Lara, 1989), hasta el momento no existen trabajos en los que se haya determinado ni evaluado la existencia de una zona de transición entre el barlovento y sotavento, la cual debería estar reflejada en la distribución de otros organismos además de los corales, tal es el caso de los moluscos y equinodermos.

3. Objetivos

3.1. General

Analizar el talud, zona norte del Arrecife Sacrificios con base en la composición y distribución de moluscos y equinodermos.

3.2. Particulares

- Obtener la batimetría del arrecife Sacrificios.
- Identificar a los moluscos y equinodermos de las zonas de sotavento y barlovento del talud arrecifal de Sacrificios y elaborar un inventario faunístico.
- Determinar la estructura comunitaria de moluscos y equinodermos en términos de riqueza específica, abundancia, dominancia, importancia de las especies y diversidad en las zonas de sotavento y barlovento del talud arrecifal de Sacrificios.
- Establecer los patrones de distribución de los moluscos y equinodermos en las zonas de sotavento y barlovento del talud arrecifal de Sacrificios.

4. Área de estudio

4.1. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

El SAV, declarado como Área Natural Protegida con el carácter de Parque Marino Nacional (DOF, 1992) y posteriormente Parque Nacional (PNSAV), se localiza en las coordenadas geográficas 19°03'00"-19°14'15" N y 95°47'36"-96°08'13" O (Fig. 1). Está constituido por 23 arrecifes coralinos, la mayoría de ellos de tipo plataforma, considerados de gran importancia debido a su potencial científico, económico, educativo, pesquero, histórico, turístico y cultural (DOF, 1992; INE-SEMARNAT, 2000). Por ello, está también considerado dentro del Área Prioritaria Marina N° 49 de CONABIO la cual abarca desde Laguna Verde hasta Antón Lizardo (Arriaga *et al.*, 1998).

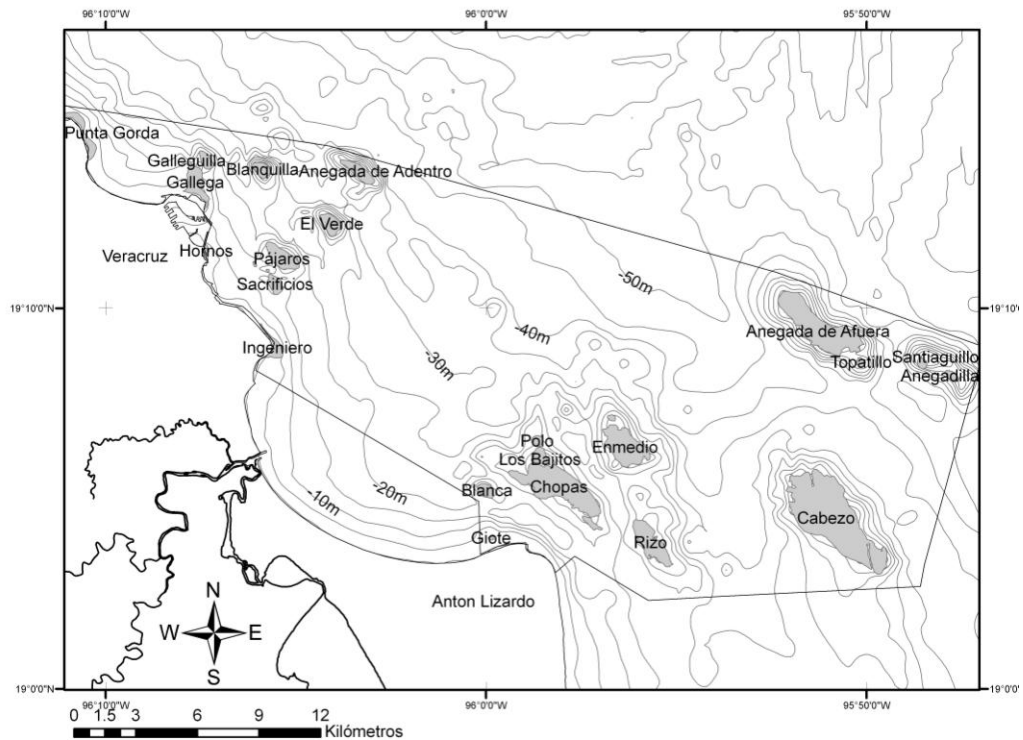


Figura 1. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tomado de Ortiz-Lozano *et al.* (2007).

Los arrecifes que conforman al PNSAV, se sitúan en un área de sedimentación terrígena, en la porción interna de la plataforma continental. Éstos se ubican en un banco de restos bioclásticos calcáreos de materiales coralinos pertenecientes al Pleistoceno reciente producto del descenso en el nivel del mar debido a la última glaciación (Emery, 1963 y Krutak, 1997).

El clima de la zona arrecifal es de tipo Aw₂, caliente subhúmedo, con lluvias en verano (García, 1987) con una temperatura promedio de 25° C y una mínima promedio de 18°C. La precipitación promedio considerando el periodo de 1941 a 2004 es de 1486 mm (CONAGUA, 2005) y en general es posible diferenciar tres temporadas: "nortes" (noviembre-febrero), secas (marzo-junio) y lluvias (julio-octubre).

Las corrientes dominantes que llegan al PNSAV tienen una velocidad promedio de 3cms^{-1} , son de componente noroeste durante el invierno y este en verano (Fernández-Eguiarte *et al.*, 1992a, 1992b). Bajo condiciones de vientos del sur sostenidos, entre los arrecifes frente al puerto y los de Antón Lizardo, se desarrollan un par de giros, ciclónico y anticiclónico, lo que sugiere zonas de alta y baja productividad respectivamente por lo que son de importancia para las pesquerías (Salas-Monreal *et al.*, 2009).

La columna de agua está bien estratificada a lo largo del año, a excepción del otoño-invierno, cuando se presentan los “nortes” los cuales producen un importante proceso de mezcla (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008). Durante estos eventos se ha detectado un decremento en la temperatura del agua de aproximadamente 1.5°C , además de que la salinidad disminuye entre 0.5 y 2.0 ups.

En cuanto a la morfología de los arrecifes del PNSAV, específicamente en el talud, la mayoría presentan una pendiente de barlovento y una de sotavento (en sentido NO-SE). Cada una con diferente complejidad topográfica, que se refleja en el desarrollo de subzonas en barlovento y sotavento (Lara *et al.*, 1992).

4.2. Arrecife Sacrificios

El Arrecife Sacrificios (Fig. 2), se ubica entre los $19^{\circ}10'26''$ N y $96^{\circ}05'32''$ O, a una distancia de 2.4 km de la playa de Costa Verde y a 1.6 km al sur del arrecife Pájaros. Al igual que otros arrecifes del PNSAV, su eje mayor se encuentra orientado en un sentido noroeste-sureste (NO-SE) (DOF, 1992). Es un arrecife tipo plataforma por lo que presenta una morfología bien definida.

A continuación se presenta la descripción de las cuatro zonas en las que de acuerdo a Lara *et al.* (1992) se divide el arrecife, misma que se complementa con datos obtenidos en recientes investigaciones desarrolladas en Sacrificios:

1) Sotavento o Arrecife Posterior. Esta zona es la más variable dentro de los arrecifes del PNSAV. En el caso de Sacrificios puede alcanzar de 8 a 14 m, en ella se presenta sólo una de las tres subzonas observadas en otros arrecifes del PNSAV: Zona de Gorgonáceos, representado por una pequeña zona de parches al norte del arrecife (Lozano-Aburto, 2009).

2) Laguna Arrecifal. Tiene una profundidad promedio de 1.83 m (Domínguez-Castanedo, 2007), bordeada de una cresta arrecifal que la convierte en un cuerpo semicerrado, con movimientos de agua lentos y caracterizada por la presencia de praderas de pastos marinos (Quintana y Molina, 1991; Lara *et al.*, 1992; Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993; Vargas-Hernández *et al.*, 1993; Ibarra-Morales y Abarca-Arenas, 2007 y Pérez-España, 2007), aunque también hay zonas sin pastos marinos (Quintana y Molina, 1991). El sedimento presente en la laguna arrecifal es arena gruesa y en general es moderadamente clasificada, el tamaño de grano aumenta hacia el oeste de la laguna arrecifal y corresponde con la zona de mayor energía donde se encuentran sedimentos más gruesos, mal clasificados y heterogéneos (Domínguez-Castanedo, 2007; Domínguez-

Castanedo *et al.*, 2007). En su interior presenta una isla de 750 m de largo y 450 m de ancho. De acuerdo con Lara, *et al.* (1992) la laguna se divide en dos subzonas: Transición Sotavento, la cual se distingue por la presencia de corales ramificados y cabezas lobulares de coral sobre fondos arenosos y subzona de Parches donde existe una mezcla de cabezas de coral y algas, camas de *Thalassia testudinum* y parches de arena.

3) Cresta Arrecifal. Es la parte expuesta del arrecife donde el oleaje es característico, sobretodo de septiembre a marzo, cuando se presentan los “nortes”. Un rasgo de esta zona es la alta densidad de *Echinometra lucunter*, presente en todos los arrecifes del PNSAV. La cresta arrecifal se divide en tres subzonas: Arrecife Posterior, adyacente a la zona de parches de la laguna arrecifal, el fondo en esta subzona tiene una cuesta lisa hacia la costa y la pedacera calcárea es abundante. Rompiente Arrecifal, la cual se encuentra expuesta a la intensa energía de las olas y a la alta iluminación. La exposición a las mareas es común en estas áreas. Finalmente, en la subzona Transición Barlovento, es posible observar una cuesta suave con una continua exposición al oleaje, grandes porciones de *Acropora palmata* vivas o muertas, algunas estructuras de *Millepora* sp. y algas que dominan el sustrato.

4) Barlovento o Arrecife Frontal. Esta zona tiene una pendiente pronunciada, la profundidad máxima registrada en esta zona es de 14 m, el sustrato es muy heterogéneo, lo que permite el establecimiento de varias especies bénticas. En el arrecife Sacrificios la cobertura de coral es baja.

La clasificación de los sedimentos presentes en el arrecife está en función de las condiciones bajo las que se encuentre el mismo ya que durante los periodos de poco oleaje los sedimentos tienden a ser bien clasificados, mientras que en los periodos de norte los sedimentos tienden a estar mal clasificados. En la zona norte, ubicada entre los arrecifes Sacrificios y Pájaros, se registra la presencia de sedimentos finos que sugieren condiciones de baja energía en el área por no encontrarse expuesta a los vientos del norte ni a la alta energía del oleaje (Celis-Hernández, 2006 y Rosales-Hoz *et al.*, 2008).

Los vientos del norte con velocidades entre 6 y 8 ms⁻¹ pueden tener un efecto en las estructuras coralinas expuestas cercanas al arrecife Sacrificios en las que hay un rompimiento del arrecife y generación de sedimentos carbonatados y terrígenos mezclados con grava en los ambientes de alta energía (Rosales-Hoz *et al.*, 2008).

En la temporada de secas, la superficie del agua (0 a 4 m) presenta un ligero aumento en la temperatura y hay disminución en la salinidad, mientras que en la temporada de lluvias la columna de agua presenta una distribución homogénea de temperatura y salinidad, lo que refleja la influencia de las descargas fluviales, en la temporada de nortes se observa una inversión térmica con dos tipos de agua (superficie y fondo) bien definidos (Rosales-Hoz *et al.*, 2009).

Isla de Sacrificios (Fig. 2) representa un punto importante a estudiar en el PNSAV por ser un sitio turístico de fácil acceso con atracciones naturales y arqueológicas. El acceso a la misma ha sido restringido al público desde hace más de dos décadas debido al deterioro ambiental provocado por las actividades turísticas y recreativas de antaño. Sin embargo, recientemente se ha considerado la posibilidad de reabrirla al público (Domínguez-Castanedo *et al.*, 2007; Ramírez-García *et al.*, 2007).



Figura 2. Arrecife Sacrificios (Cortesía de National Geographic Society).

5. Método

Los métodos clásicos para el estudio de arrecifes coralinos incluyen la utilización de transectos, para estimar la riqueza específica y cobertura, y cuadrantes (de 1 a 900 m²), a pie (en zonas someras), con buceo libre y con buceo autónomo SCUBA (Solís-Weiss *et al.*, 2000) cuando se trata de zonas con mayor profundidad, como es el caso del talud del Arrecife Sacrificios que alcanza hasta los 14 m de profundidad en las zonas NO (sotavento) y N (barlovento). Los taludes arrecifales son muestreados de manera directa, ya sea por observación, o bien, con técnicas de fotografía y/o video.

Siguiendo los criterios de Loya (1978), en este trabajo se utilizó el método de muestreo de transecto en banda, con un metro de ancho. El transecto fue ubicado a partir de la cresta del arrecife, o desde la zona en la que comienza el talud arrecifal, hacia el pie o base del talud, usando un carrete, mismo que fue marcado cada metro. La longitud del transecto (siendo la longitud máxima 62 m) dependió tanto de la topografía como de la profundidad de la base del talud. Como referencia, el límite inferior del talud arrecifal, que en ambas zonas llega hasta los 14 m, fue aquel en el que además de disminuir la pendiente, no se encontraron formaciones coralinas y el sustrato estuvo caracterizado por arena.

El transecto perpendicular al arrecife, ubicado a lo largo del contorno del talud arrecifal, ha sido utilizado para registrar los perfiles del fondo y la zonación de los sustratos así como de las comunidades bénticas (Burke, 1982), por lo que resulta práctico aplicar esta técnica para el estudio de moluscos y equidermos. Además, esta técnica resulta eficiente en la adquisición de datos cuando el tiempo de trabajo de campo es limitado, tal es el caso del buceo para estudios del talud arrecifal y permite obtener un perfil de distribución de los organismos.

5.1. Obtención de la batimetría del Arrecife

La batimetría del Arrecife Sacrificios se obtuvo con el fin de conocer con mayor detalle sus rasgos geomorfológicos; para ello, se llevaron a cabo barridos a bordo de una embarcación que realizó un recorrido alrededor del arrecife en forma de zigzag. Se utilizó un perfilador acústico Doppler RDI de 600 kHz, el cual se fijó a la borda de la embarcación, mismo al que se le colocó un geoposicionador manual Garmin para obtener los datos de latitud y longitud de los arrastres. Los datos fueron recopilados en una computadora personal y posteriormente fueron usados para elaborar un mapa del arrecife Sacrificios en el programa Surfer 8.

5.2. Ubicación de los puntos de muestreo

Con base en estudios previos desarrollados en los taludes de La Galleguilla (Villanueva-Sousa, 2008) y de Sacrificios (Martínez-Caballero, 2007), se eligieron las zonas sotavento y barlovento como puntos de muestreo (Fig. 3a).

En cada una de estas zonas se ubicó un transecto en banda con dos repeticiones (1SI, 2SI, 3SI, 1BI, 2BI, 3BI que representan la temporada de lluvias y 1Sn, 2Sn, 3Sn, 1Bn, 2Bn, 3Bn la temporada de nortes) (Fig. 3b).



Figura 3a. Puntos de muestreo.

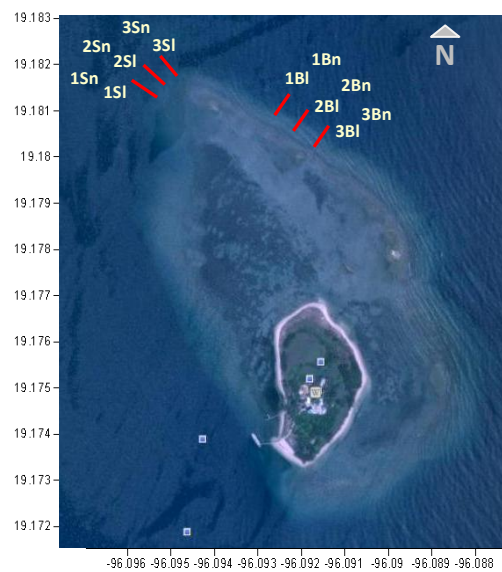


Figura 3b. Ubicación de los transectos en banda.

5.3. Obtención de datos

Se hizo el registro de los moluscos y equinodermos que pudieron distinguirse a simple vista (mayores a un 1 cm). En aquellos casos donde se observaron esqueletos de coral, éstos fueron levantados para registrar las especies que se ocultan bajo ellos. A cada metro del transecto se registraron, en una bitácora de campo (tabla de acrílico sumergible), los siguientes datos Padilla *et al.* (2000): especie (determinación *in situ* con ayuda de guías de campo sumergibles), número de organismos por especie, profundidad así como la asociación que presentaron los moluscos y equinodermos con el sustrato. Lo anterior se hizo siguiendo el criterio de Lozano-Aburto (2009) quien distingue 10 tipos de sustrato que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Clasificación de los sustratos propuesta por Lozano-Aburto (2009).

Tipo de sustrato	Descripción
Rocoso coralino	Formado por coral muerto que ha sido erosionado por lo que presenta un aspecto rocoso.
Rocoso-arenoso	Presenta tanto sustrato rocoso coralino con parches de arena coralina.
Rocoso-Pedacería	Se puede encontrar tanto sustrato rocoso coralino como fragmentos de coral muerto, principalmente de <i>Acropora cervicornis</i> .
Coral muerto	Sustrato compuesto únicamente por coral muerto (pueden ser también gorgonáceos).
Rocoso-coral muerto	Sustrato en el que hay roca coralina erosionada y coral muerto en el que aun son visibles algunas marcas de la especie.
Pedacería	Formado únicamente por restos de coral menores a 20 cm.
Escombros	Formado por fragmentos de coral mayores a 20 cm.
Rocoso-tapete algal	Formado por roca coralina y algas filamentosas que forman una capa o "tapete algal".
Sustrato con alga coralinácea	Formado por "algas coralinas", son de naturaleza incrustante.
Sustrato con alga calcárea	Formado principalmente por el género <i>Halimeda</i> .

Como apoyo a la determinación *in situ*, se utilizaron guías de campo sumergibles con imágenes de los moluscos y equinodermos registrados en los trabajos realizados en el PNSAV, así como las características distintivas de las especies. Las guías fueron elaboradas con base en literatura especializada para Moluscos (Abbott, 1974; 1978; Morris, 1975; Abbott y Dance, 1986; Rehder, 1990; Dance, 1993; Abbott y Morris, 1995) y Equinodermos (Caso, 1961; Gosner, 1978; Kaplan, 1982; Solís-Marín *et al.*, 1993; Hendler *et al.*, 1995; Meinkoth, 1995; Humann y Deloach, 2002).

Asimismo, se tomaron fotografías digitales de los organismos registrados durante los muestreos para corroborar las determinaciones taxonómicas. Con el fin de validar las especies de moluscos registradas en este trabajo, se llevó a cabo una estancia en el Museo Nacional de Historia Natural “Smithsonian Institution” en Washington, DC, durante la cual se revisaron ejemplares de la colección. En aquellos casos en los que no fue posible identificar algunos equinodermos en campo, se recolectó el organismo para su verificación taxonómica en el laboratorio, tal fue el caso del género *Ophioderma* y algunos holoturoideos.

5.4. Análisis de la Información.

5.4.1. Composición faunística.

El listado de especies siguió el arreglo sistemático de Bieler *et al.* (2010) para bivalvos y el propuesto por Bouchet y Rocroi (2005) para gastrópodos, ambos hasta nivel de familia, mientras que para género y especie de bivalvos y gastrópodos, se utilizó el arreglo de Rosenberg (2005). En el caso de los equinodermos se utilizó el arreglo de Hendler *et al.* (1995).

En el análisis faunístico se presentan las características generales de las especies de moluscos registradas en el talud de Sacrificios, con cinco categorías taxonómicas (Clase, orden, familia, género y especie). Se incluyeron sinonimias de acuerdo a Abbott (1974) y Mikkelsen y Bieler (2008). La diagnosis (modificada de Mikkelsen y Bieler (2008) para bivalvos y de Abbott (1974) para gastrópodos) incluye las características importantes para la determinación *in situ* como son forma, tamaño, coloración y ornamentación de la concha. Además se incluye la distribución de las especies en el PNSAV.

Se realizó una búsqueda de los registros de especies de moluscos y equinodermos que se tienen hasta el momento en el PNSAV. En el caso específico de moluscos, fue necesaria la búsqueda y comparación de sinonimias. La información sobre moluscos arrecifales, específicamente del PNSAV ha estado dispersa a pesar de que los registros para la zona son numerosos. En este trabajo se presenta un listado de las especies registradas hasta el momento así como su distribución en el PNSAV, las especies en las que no se especifica el arrecife en donde fue registrada, se marcaron con un asterisco (Anexo I).

En el caso de los equinodermos, la información acerca de los registros específicos para la zona se encuentra contenida en la publicación de Solís-Marín *et al.* (2007) y algunas tesis de nivel licenciatura y maestría que complementan el listado (Anexo I).

5.4.2. Estructura de la comunidad.

En el estudio de las comunidades arrecifales es importante conocer algunos parámetros que nos permitan comprender su dinámica por lo que en este caso se analizó la estructura de la comunidad en función de la riqueza específica, abundancia, dominancia, importancia de las especies, diversidad, diversidad máxima y equidad.

Para ello, con los datos obtenidos durante los muestreos, se elaboraron en el programa Excel las matrices de abundancia de las especies registradas en las zonas sotavento y barlovento.

5.4.2.1. Tamaño de muestra y curvas de rarefacción.

Se elaboró una curva de acumulación de especies en el programa PRIMER v 6.0, tomando en cuenta los registros totales de moluscos y equinodermos en el área de estudio (sotavento y barlovento) para conocer la calidad del inventario taxonómico. Se empleó el estimador no paramétrico Chao 2 (Colwell y Coddington, 1994), una adecuación del estimador propuesto por Chao (1987). El estimador Chao 2 se basa en la incidencia (Colwell y Coddington, 1994; Escalante-Espinosa, 2003), por lo que se usaron datos de presencia-ausencia para este estudio.

La comparación del número de especies entre las zonas y temporadas de muestreo se llevó a cabo mediante el método de rarefacción propuesto por Sanders (1968) el cual consiste en graficar el número esperado de especies en una colección de n individuos (Gotelli y Colwell, 2001), lo que permite comparar zonas de muestreo para el mismo número de organismos en todos los casos (Gotelli y Graves, 1996). El análisis se llevó a cabo con el programa EcoSim 7.72 (Gotelli y Entsminger, 2005), con intervalos de confianza del 95% para definir si existen diferencias significativas entre las zonas y temporadas, lo cual se asume si los intervalos de confianza no se superponen (Gotelli y Entsminger, 2005). Los resultados fueron exportados a Excel para la elaboración de las gráficas en donde se muestra la desviación estándar para cada valor.

5.4.2.2. Índice de Valor Biológico (IVB).

La importancia de las especies para la zona de estudio se calculó con el Índice de Valor Biológico (IVB) el cual ordena las especies mediante un puntaje obtenido de acuerdo a la constancia espacio-temporal de sus abundancias (Sanders, 1960; Loya-Salinas y Escofet, 1990). Para definir el puntaje máximo otorgado a las especies (26 en este caso), se consideró el patrón de dominancia de cada muestra (S_i , B_i , S_n y B_n), es decir, fueron consideradas únicamente las especies que sumaron el 90% de la abundancia total. Así mismo, se realizó la Prueba de Asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995), el cual grafica la abundancia $\log_{10}(n+1)$ y la frecuencia (%), lo que permite ubicar a las especies en cuatro cuadrantes: uno superior derecho con aquellas especies que se ubican por encima de la media de la abundancia y de la frecuencia (dominantes); uno inferior derecho que se ubican por encima de la media de abundancia y por debajo de la media de frecuencia (ocasionales); uno superior izquierdo con especies que se encuentran por debajo de la

media de abundancia y por encima de la media de frecuencia (comunes) y uno inferior izquierdo con especies que se ubican por debajo de las medias de abundancia y frecuencia (raras).

5.4.2.3. Categorización de especies.

La categorización de las especies se realizó de acuerdo con los resultados obtenidos en la Prueba de Asociación de Olmstead y Tukey siguiendo la propuesta de Granados-Barba (2001). Para definir las categorías fueron considerados cuatro aspectos: Clasificación de la especie de acuerdo al cuadrante en el que fue ubicada en el diagrama de abundancia-frecuencia, constancia temporal que se definió en el caso de que la especie se haya mantenido en dicho cuadrante en ambas temporadas (cuando no fue ese el caso, la especie se consideró como temporal). Distribución espacial que dependió del porcentaje de aparición de cada especie en el área muestreada, se consideró de distribución amplia cuando la especie se registró en más del 50%, reducida cuando estuvo en más de un sitio pero no rebasó el 50% y restringida cuando la especie se ubicó únicamente en un sitio. Por último, se agregó la categoría de distribución batimétrica utilizando la misma clasificación que en la distribución espacial, considerando el porcentaje de aparición en las profundidades registradas (de 2 a 12 m). Dado que se registró un total de 11 profundidades en el talud, aquellas especies que fueron observadas en 5 o más profundidades, se consideraron como de amplia distribución batimétrica. Las especies que se observaron entre dos y cuatro profundidades, se consideraron como de reducida distribución y de restringida distribución aquellas que se ubicaron únicamente en una profundidad.

5.4.2.4. Diversidad.

La diversidad se calculó mediante el Índice de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949) con la siguiente expresión matemática (ec. 1):

Ecuación 1. Fórmula para calcular el índice de diversidad de Shannon-Weaver.

$$H' = -\sum_{i=1}^S pi \log_2 pi$$

donde:

H' = Diversidad de Shannon (contenido de información de la muestra) *bits/individuo*.

pi = Proporción de la abundancia de la especie i en relación al total observado (ni / N).

S = Número de especies en la muestra.

ni = Abundancia de la especie i .

N = Abundancia total de individuos en la muestra.

Para determinar si los valores de diversidad entre las zonas de sotavento y barlovento, así como de las dos temporadas de muestreo son diferentes, se calculó para cada grupo el índice de diversidad ponderado (H_p), cuya fórmula se muestra en la ecuación 2. Este procedimiento fue propuesto por Hutcheson en 1970 (Zar, 1996; Moreno, 2001):

Ecuación 2. Fórmula para calcular el índice de diversidad ponderado.

$$H_p = \frac{(N \log N) - (\sum ni \log ni)}{N}$$

donde:

H_p = Diversidad ponderada.

ni = Número de individuos de la especie i .

N = Número total de individuos por muestra.

Para cada muestra se calculó la varianza del índice de diversidad ponderado (ec. 3) así como las diferencias entre las varianzas de cada sitio por temporada (Sl, Sn, Bl y Bn), la cual fue obtenida al calcular la raíz cuadrada de la suma de varianzas de las muestras a comparar.

Ecuación 3. Fórmula para calcular la varianza.

$$\text{var} = \frac{[\sum ni \log^2 ni - (\sum ni \log ni)^2] / N}{N^2}$$

donde:

var = Varianza de la muestra.

ni = Número de individuos de la especie i .

N = Número total de individuos por muestra.

Asimismo, se calculó el valor de t y los grados de libertad. Posteriormente, se buscó en tablas estadísticas el valor de la distribución de t para los grados de libertad calculados, cuando el valor de t obtenido fue mayor que el valor de t de tablas, se concluyó que las muestras presentaron diferencias en los valores de diversidad.

5.4.2.5. Equidad.

La equidad se calculó mediante el índice de Pielou (ec. 4), el cual mide la proporción de la diversidad observada en relación con la diversidad máxima esperada. Su valor se encuentra entre 0-1 y el valor máximo se presenta cuando todas las especies en la muestra están representadas con la misma abundancia:

Ecuación 4. Fórmula para calcular el índice de Pielou.

$$J' = H' / H'_{\max}$$

donde:

J' = Valor de equidad.

H' = Valor del índice de diversidad.

$H'_{\max} = \log_2(S)$.

5.4.3. Análisis del patrón de distribución de los organismos.

5.4.3.1. Similitud.

De acuerdo con la composición faunística de los transectos muestreados así como con las abundancias registradas en los mismos, se elaboró una matriz de similitud usando como coeficiente de distancias las distancias euclidianas corregidas o también conocidas como distancias de cuerda (Ec. 5) (Orloci, 1967), lo anterior, debido a que la distancia euclidiana no tiene límite superior ya que se incrementa conforme aumenta el número de variables, por lo que, si los valores de dos o más distancias euclidianas son muy grandes, no son comparables entre sí (Matteucci y Colma, 1982; Legendre y Legendre, 1998).

Para evitar que dos muestras tengan una similitud influenciada en mayor medida por la presencia de especies, se suele emplear la distancia euclidiana corregida, la cual se ha demostrado de utilidad cuando se trabaja con una matriz de datos de abundancias en donde se presentan dobles ceros (Legendre y Gallagher, 2001). La distancia euclidiana no requiere la presencia de las mismas especies en ambas muestras en igual cantidad para ser igual a cero, basta que las especies estén en la misma proporción (Orloci, 1967).

Ecuación 5. Fórmula para calcular la distancia euclidiana de cuerda o corregida.

$$DC_{jk} = \sqrt{2 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^S (x_{ij})(x_{ik})}{\sqrt{\sum_{i=1}^S x_{ij}^2 \sum_{i=1}^S x_{ik}^2}} \right]}$$

donde:

DC_{jk} = Distancia de cuerda entre las muestras j y k .

X_{ij} = Número de individuos de la especie i en la muestra j .

X_{ik} = Número de individuos de la especie i en la muestra k .

S = Número de especies.

Para el análisis de similitud se excluyeron las especies raras (de acuerdo al test de Olmstead y Tukey) para evitar en la medida de lo posible el efecto de los dobles ceros (Legendre y Legendre, 1998).

5.4.3.2. Clasificación de los sitios de muestreo.

Los análisis de clasificación son utilizados para agrupar sitios, especies o variables de acuerdo a su similitud y pueden trabajarse con datos cuantitativos o de presencia-ausencia (Galindo-Leal *et al.*, 1999). El dendrograma, es una representación gráfica del grado de similitud (parecido) o de disimilitud (no parecido) entre dos unidades o grupos de unidades. Los valores que expresan el grado de parecido son obtenidos de los índices de similitud (Chávez-López *et al.*, 2005). Sin embargo, el nivel al que se forman los grupos es arbitrario (Field *et al.*, 1982). El método de clasificación usado fue el promedio de grupos. El cluster (Anexo VI) no se presentó como parte de los resultados, ya que fue utilizado únicamente como base para definir mediante un corte al 50% (0.71 de distancia euclideana) los grupos que se presentan en el análisis de ordenamiento.

Se realizó un análisis de porcentaje de similitud (SIMPER) para determinar la contribución de cada especie en la formación de los grupos formados en el análisis de clasificación (Clarke y Gorley, 2006).

5.4.3.3. Ordenación.

En ecología, el término ordenación abarca una serie de métodos estadísticos que permiten organizar sitios de muestreo a lo largo de ejes cuantitativos con base en sus atributos, tales como la composición de especies. Uno de los resultados importantes de estos análisis es un diagrama, generalmente con dos o tres ejes en donde los sitios de muestreo (representados por puntos) que se encuentran cercanos tienen una composición similar (Galindo-Leal *et al.*, 1999). En este estudio se utilizó el Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS), el cual, a partir de la matriz de similitud, nos proporciona de manera gráfica el acomodo de las zonas de muestreo de acuerdo a su parecido, por lo que las estaciones que se encuentren cercanas, tendrán una composición parecida y las más lejanas serán menos parecidas. El análisis nos muestra además un grado de estrés o bondad de ajuste (Field *et al.*, 1982), el cual representa la corrección de la configuración final de los puntos con respecto a la configuración inicial, un valor menor 0.05 de estrés es excelente mientras que uno mayor a 0.3 es inaceptable ya que la corrección es importante y por lo tanto el análisis no resulta confiable (Chávez-López *et al.*, 2005).

5.4.3.4. Análisis de similitud (ANOSIM).

Para determinar si existen diferencias significativas entre zonas así como entre temporadas, se utilizó una prueba de análisis de similitud de una vía (ANOSIM), procedimiento no paramétrico, análogo al análisis de varianza, el cual consiste en calcular un estadístico global (R) que contrasta la varianza de la similitud dentro de los grupos y entre ellos. En este análisis, el valor de R es calculado n cantidad de veces (~999) combinando las réplicas de cada muestreo. El histograma de frecuencias muestra si el valor verdadero de R es un evento poco común, por lo que entonces es posible rechazar la hipótesis nula (no diferencia entre los factores estudiados). El valor R varía entre -1 y 1, alcanzando este último cuando las réplicas son más similares entre sí que con

cualquier otra réplica de otro sitio. Se compara el estadístico global R con los que resultan de las permutaciones para determinar la validez estadística (Clarke y Gorley, 2006).

5.4.3.5. Distribución batimétrica.

El análisis de la distribución batimétrica se realizó por zona y por temporada (Sl, Sn, Bl y Bn) para lo cual se calculó la abundancia relativa en cada profundidad (2-12 m), la cual se obtuvo de dividir número total de organismos entre el total de organismos registrados en todas las profundidades, este valor se multiplicó por 100. Los valores se graficaron en el programa Excel.

6. Resultados.

6.1. Caracterización ambiental.

6.1.1. Aspectos batimétricos del Arrecife Sacrificios.

Los principales rasgos batimétricos del arrecife Sacrificios obtenidos mediante recorridos con lancha se muestran en la Figura 4. Una característica notoria es el sentido NO-SE que presenta el eje mayor del arrecife, el cual lo diferencia en barlovento y sotavento. Es un arrecife cuya topografía muestra su base a los 14 m. Sin embargo, es relativamente más somero en las regiones sureste y noroeste con profundidades de 8 m. En la parte noreste y este la pendiente es generalmente suave, mientras que es abrupta hacia el noroeste y en todo su costado oeste, con algunas excepciones en cada caso. Asimismo, en la punta noroeste se registra una pequeña formación coralina, que corresponde a la isobata de 4 m, que no llega a emerger.

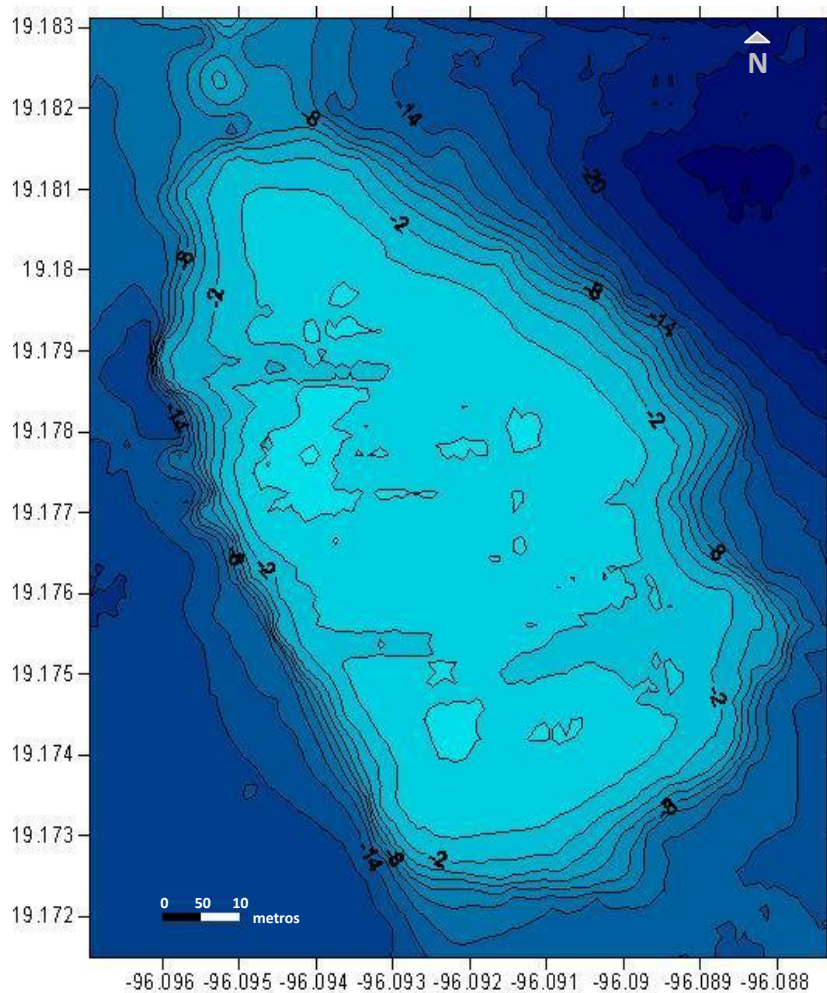


Figura 4. Batimetría del Arrecife Sacrificios.

6.1.2. Descripción del talud en la zona norte del Arrecife Sacrificios.

La zona del talud que se ubica hacia el norte del arrecife Sacrificios se caracteriza por presentar de manera general una pendiente suave en la que se pueden observar formaciones de coral. Las especies más notorias en el talud fueron *Colpophyllia natans* y aquellas pertenecientes al género *Montastraea*, aunque también se observan colonias de *Siderastrea* spp. y *Diploria* spp., así como algunas zonas con espacios arenosos. En la base del arrecife se localizan extensiones de arena con presencia de algunas esponjas y sustrato rocoso coralino.

- Zona Sotavento (S).

La base del talud en los tres transectos se registró a los 12 m de profundidad. Esta zona fue dominada por sustrato de tipo arenoso y solamente en el área del transecto 1S se observaron parches de coral vivo (*Montastraea* spp.) y esponjas.

El transecto 1S presentó como sustrato principal rocoso-tapete algal. A los 8 m de profundidad se registró sustrato rocoso con arena y algunas formaciones de coral vivo (*Colpophyllia natans*).

El transecto 2S presentó en su mayoría sustrato rocoso-tapete algal de 2 a 8 m de profundidad con algunas formaciones de coral vivo (*Colpophyllia natans*). Entre 9 y 11 m, el sustrato principal fue rocoso-arena y formaciones de coral vivo (*Montastraea* spp.).

El transecto 3S presentó entre 2 y 5 m de profundidad, un sustrato heterogéneo, registrándose sustrato rocoso-tapete algal, pedacería y coral vivo (gorgonáceos y formaciones de *Siderastrea* sp. y *Montastraea* spp.). A partir de 5 m, el sustrato fue rocoso-arena con algunas formaciones de coral vivo (*Montastraea* spp.). A los 9 m, comenzó una zona de pedacería y arena, aunque de manera general, a partir de esta profundidad hasta los once metros se caracterizó por presentar arena como sustrato principal y en menor medida, formaciones de coral vivo (*Montastraea* spp.) y esponjas.

- Zona Barlovento (B).

La base del talud en los tres transectos se registró a los 11 m de profundidad y el sustrato más evidente en esta zona fue arena.

El transecto 1B presentó de 5 a 9 m de profundidad sustrato rocoso-arena y formaciones de coral vivo (*Siderastrea* sp., *Diploria* spp., *Colpophyllia natans* y *Montastraea* spp.). A partir de esta profundidad hacia la base del talud, el sustrato principal fue rocoso-tapete algal y formaciones de coral vivo (*Montastraea* spp.).

El transecto 2B, entre 2 y 7 m de profundidad, presentó sustrato rocoso-arena y formaciones de coral vivo (*Diploria* spp. y *Colpophyllia natans*), en menor medida se encontraron formaciones de *Montastraea* spp. De 8 a 10 m, el sustrato principal fue rocoso-arena, se encontraron algunas

formaciones de coral vivo (*Siderastrea* spp., *Colpophyllia natans* y *Montastraea* spp.) En la base del talud se registró sustrato rocoso-tapete algal.

El transecto 3B presentó de 2 a 5 m de profundidad, sustrato rocoso-tapete algal y formaciones de coral vivo (*Diploria* spp. y *Colpophyllia natans*), entre 6 y 7 m el sustrato principalmente fue arena aunque se registraron formaciones de coral vivo. De 8 a 9 m, el sustrato fue rocoso-arena y formaciones de coral vivo (*Siderastrea* spp., *Diploria* spp., *Colpophyllia natans* y *Montastraea* spp.). En la base del talud el sustrato registrado fue arena.

Durante el muestreo realizado en la temporada de nortes, se registró una capa de arena sobre los diferentes componentes arrecifales, producto de la suspensión de sedimentos que ocurre durante esta temporada.

6.2. Composición faunística.

6.2.1. Inventario faunístico.

El listado de moluscos involucra dos clases, 21 familias, 29 géneros y 31 especies. El de equinodermos involucra cinco clases, ocho órdenes, 13 familias, 12 géneros y 23 especies.

Filo Mollusca	
CLASE BIVALVIA Linnaeus, 1758	Superfamilia Pinnoidea Leach, 1819
Subclase Autobranchia Grobben, 1894	Familia Pinnidae Leach, 1819
Superorden Pteriomorpha Beurlen, 1944	Género <i>Atrina</i> Gray, 1847
Orden Arcida Gray, 1854	5. <i>Atrina rigida</i> (Lightfoot, 1786)
Superfamilia Arcoidea Lamarck, 1809	Orden Pectinida Gray, 1854
Familia Arcidae Lamarck, 1809	Superfamilia Pectinoidea Rafinesque, 1815
Subfamilia Arcinae Lamarck, 1809	Familia Pectinidae Rafinesque, 1815
Género <i>Arca</i> Linnaeus, 1758	Subfamilia Pectininae Rafinesque, 1815
1. <i>Arca imbricata</i> Bruguière, 1789	Género <i>Caribachlamys</i> Waller, 1993
Familia Noetiidae Stewart, 1930	6. <i>Caribachlamys imbricata</i> (Gmelin, 1791) *
Género <i>Arcopsis</i> Von Koenen, 1885	Familia Spondylidae Gray, 1826
2. <i>Arcopsis adamsi</i> Dall, 1886	Género <i>Spondylus</i> Linnaeus, 1758
Orden Pteriida Newell, 1965	7. <i>Spondylus americanus</i> Hermann, 1781
Superfamilia Pterioidea Gray, 1847	Orden Limida Moore, 1952
Familia Pteriidae Gray, 1847	Superfamilia Limoidea Rafinesque, 1815
Género <i>Pteria</i> Scoploi, 1777	Familia Limidae Rafinesque, 1815
3. <i>Pteria colymbus</i> (Röding, 1798) *	Género <i>Ctenoides</i> Mörch, 1853
Familia Isognomonidae Woodring, 1925	8. <i>Ctenoides scabra</i> (Born, 1778)
Género <i>Isognomon</i> Lightfoot, 1786	Superorden Heteroconchia Gray, 1854
4. <i>Isognomon radiatus</i> (Anton, 1838)	Clado Heterodonta Neumayr, 1884
	Orden Venerida Gray, 1854

- Superfamilia Chamoidea Lamarck, 1809
 Familia Chamidae Lamarck, 1809
 Género *Chama* Linnaeus, 1758
9. *Chama macerophylla* Gmelin, 1791
- CLASE GASTROPODA Cuvier, 1797
 Clado Patellogastropoda
 Superfamilia Lottioidea Gray, 1840
 Familia Lottiidae Gray, 1840
 Género *Tectura* Gray, 1847
10. *Tectura antillarum* (Sowerby, 1834) *
 Clado Vetigastropoda
 Superfamilia Fissurelloidea Fleming, 1822
 Familia Fissurellidae Fleming, 1822
 Género *Diodora* Gray, 1821
11. *Diodora cayenensis* (Lamarck, 1822) *
 Género *Fissurella* Bruguière, 1789
12. *Fissurella rosea* Gmelin, 1791 *
 Superfamilia Turbinoidea Rafinesque, 1815
 Familia Turbinidae Rafinesque, 1815
 Subfamilia Turbininae Rafinesque, 1815
 Género *Astralium* Link, 1807
13. *Astralium phoebium* (Röding, 1798)
 Género *Lithopoma* Gray, 1850
14. *Lithopoma americanum* (Gmelin, 1791)
 Clado Sorbeoconcha
 Superfamilia Cerithioidea Fleming, 1822
 Familia Cerithiidae Fleming, 1822
 Género *Cerithium* Bruguière, 1789
15. *Cerithium litteratum* (Born, 1778) *
 Clado Littorinimorpha
 Superfamilia Cypraeoidea Rafinesque, 1815
 Familia Cypraeidae Rafinesque, 1815
 Subfamilia Erosariinae Schilder, 1924
 Género *Erosaria* Troschel, 1863
16. *Erosaria acicularis* (Gmelin, 1791) *
 Familia Ovulidae Fleming, 1822
 Subfamilia Ovulinae Fleming, 1822
 Género *Cyphoma* Röding 1798
17. *Cyphoma gibbosum* (Linnaeus, 1758) **
18. *Cyphoma mcgintyi* Pilsbry, 1939 *
 Superfamilia Stromboidea Rafinesque, 1815
 Familia Strombidae Rafinesque, 1815
 Género *Strombus* Linnaeus, 1758
19. *Strombus alatus* Gmelin, 1791 *
 Superfamilia Tonnoidea Suter, 1913 (1825)
 Familia Ranellidae Gray, 1854
 Género *Cymatium* Röding, 1798
20. *Cymatium pileare* (Linnaeus, 1758) *
 Superfamilia Vermetoidea Rafinesque, 1815
 Familia Vermetidae Rafinesque, 1815
 Subfamilia Vermetinae Rafinesque, 1815
 Género *Petaloconchus* H. C. Lea, 1843
21. *Petaloconchus erectus* (Dall, 1888)
 Género *Serpulorbis* Sassi, 1827
22. *Serpulorbis decussatus* (Gmelin, 1791)
 Clado Neogastropoda
 Superfamilia Buccinoidea Rafinesque, 1815
 Familia Nassariidae Iredale, 1916
 Subfamilia Nassariinae Iredale, 1916
 Género *Nassarius* Duméril, 1806
23. *Nassarius albus* (Say, 1826) **
 Superfamilia Muricoidea Rafinesque, 1815
 Familia Muricidae Rafinesque, 1815
 Subfamilia Muricinae Rafinesque, 1815
 Género *Dermomurex* Monterosato, 1890
24. *Dermomurex* sp. *
 Género *Hexaplex* Perry, 1811
25. *Hexaplex fulvescens* (G.B. Sowerby II, 1834) *
 Subfamilia Ergalataxinae Kuroda, Habe y Oyama, 1971
 Género *Trachypollia* Woodring, 1928
26. *Trachypollia nodulosa* (C. B. Adams, 1845)
 Subfamilia Ocenebrinae Cossmann, 1903
 Género *Urosalpinx* Stimpson, 1865
27. *Urosalpinx perrugata* (Conrad, 1846) **
 Subfamilia Rapaninae Gray, 1853
 Género *Mancinella*
28. *Mancinella deltoidea* (Lamarck, 1822)
 Género *Stramonita* Schumacher, 1817
29. *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767)
30. *Stramonita rustica* (Lamarck, 1822) *
 Clado Sacoglossa von Ihering, 1876
 Superfamilia Placobranchoidea Gray, 1840
 Familia Placobranchoidea Gray, 1840
 Género *Elysia* Risso, 1818
31. *Elysia crispata* (Mörch, 1863)

Filo Echinodermata

CLASE CRINOIDEA Miller, 1821

Orden Comatulida A. H. Clark, 1908

Familia Comasteridae A. H. Clark, 1908

Género *Davidaster* Hoggett y Rowe 1986

1. *Davidaster rubiginosus* (Pourtalés, 1869)

CLASE ASTEROIDEA De Blainville, 1830

Orden Valvatida Perrier, 1884

Familia Ophiasteridae Verrill, 1870

Género *Linckia* Nardo, 1834

2. *Linckia guildingii* Gray, 1840

CLASE OPHIUROIDEA (Gray, 1840)

Orden Ophiurida Müller y Troschel, 1840

Familia Ophiuridae Lyman, 1865

Género *Ophiolepis* Müller y Troschel, 1840

3. *Ophiolepis impressa* Lütken, 1859
4. *Ophiolepis paucispina* (Say, 1825) *
Familia Ophiocomidae Ljungman, 1867
Subfamilia Ophiocominae Matsumoto, 1915
Género *Ophiocoma* L. Agassiz, 1836
5. *Ophiocoma echinata* (Lamarck, 1816) *
6. *Ophiocoma wendtii* Müller y Troschel, 1842
7. *Ophiocoma* sp. **
Familia Ophionereididae Ljungman, 1867
Género *Ophionereis* Lütken, 1859
8. *Ophionereis reticulata* (Say, 1825) **
Familia Ophiodermatidae Ljungman, 1867
Género *Ophioderma* Müller y Troschel, 1840
9. *Ophioderma guttatum* Lütken, 1859
10. *Ophioderma rubicundum* Lütken, 1856
11. *Ophioderma* sp.
Familia Ophiotrichidae Ljungman, 1866
Género *Ophiothrix* Müller y Troschel, 1840
12. *Ophiothrix angulata* (Say, 1825) **
13. *Ophiothrix orstedii* Lütken, 1856

CLASE ECHINOIDEA Leske, 1778

Orden Cidaroida Claus, 1880

Familia Cidariidae Gray, 1825

Género *Eucidaris* Pomel, 1883

14. *Eucidaris tribuloides* (Lamarck, 1816)
Orden Diadematoidea Duncan, 1889
Familia Diadematidae Gray, 1855
Género *Diadema* Gray, 1825
 15. *Diadema antillarum* (Philippi, 1845)
Orden Temnopleuroidea Mortensen, 1942
Familia Toxopneustidae Troschel, 1872
Género *Lytechinus* A. Agassiz, 1863
 16. *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816)
 17. *Lytechinus williamsi* Cheshier, 1968
Orden Echinoida Claus, 1876
Familia Echinometridae Gray, 1825
Género *Echinometra* Gray, 1825
 18. *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758)
 19. *Echinometra viridis* A. Agassiz, 1863
- CLASE HOLOTHUROIDEA De Blainville, 1834
- Orden Dendrochirotida Grube, 1840
 - Familia Cucumariidae Ludwig, 1894
Género *Ocnus* Forbes, 1841
 20. *Ocnus suspectus* (Ludwig, 1874) *
Familia Sclerodactylidae Panning, 1949
Género *Pseudothyone* Ludwig, 1886
 21. *Pseudothyone belli* Ludwig, 1886
Familia Stichopodidae (Haeckel, 1896)
Género *Isostichopus* (Deichmann, 1958)
 22. *Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867)
 23. *Isostichopus* sp.

* Especies que sólo se presentaron en el mes de agosto (lluvias).

** Especies que sólo se presentaron en el mes de octubre (nortes).

6.2.2. Análisis taxonómico.

Se presentan a continuación las características de los moluscos registrados.

Filo Mollusca

CLASE BIVALVIA Linnaeus, 1758

Orden Arcida Gray, 1854

Familia Arcidae Lamarck, 1809

Género *Arca* Linnaeus, 1758

***Arca imbricata* Bruguière, 1789**

Sinonimia. *A. umbonata* Lamarck, 1819.

Material examinado. USNM 710326. Arrecife de Enmedio.

Diagnosis. Valvas cuadrangulares, aproximadamente doble de ancho que de alto, alargadas en la parte posterior en donde tienen una pendiente oblicua, infladas, sólidas. Medianas (entre 4 y 6 cm). Color entre blanco y amarillento. Periostraco foliáceo, café claro a amarillento. Presenta numerosas costillas radiales, irregulares, cruzando los bordes marginales formando cuentas. La hendidura bisal es amplia en la zona ventral, zona del ligamento amplia, ubicada entre los dos vértices de la valva.

Distribución. De Enmedio, Anegada de Afuera y La Gallega.

Familia Noetiidae Stewart, 1930

Género *Arcopsis* Von Koenen, 1885

***Arcopsis adamsi* Dall, 1886**

Sinonimias. *A. conradiana* Dall, 1886; *A. adamsi* E. A. Smith, 1888.

Material examinado. USNM 10685. Veracruz.

Diagnosis. Valvas ovaldas a cuadrangulares, ligeramente ensanchadas. Pequeñas (1.4 cm aprox.). Color blanco con crema con periostraco inconspicuo, superficie en forma de cancel, se distingue una serie de nódulos en las costillas radiales, no presenta abertura bisal, interior blanco, margen liso, área cardinal relativamente ancha, ligamento pequeño, parche negro triangular entre los umbones. Cerca de las orillas de la valva en el extremo inferior, presenta dos cambios más o menos bruscos de estructura que dan la apariencia de ser escalones en la valva.

Distribución. De Enmedio y La Gallega.

Orden Pteriida Newell, 1965
 Familia Pteriidae Gray, 1847
 Género *Pteria* Scoploi, 1777
Pteria colymbus (Röding, 1798)

Sinonimia. *P. atlantica* Lamarck, 1819.

Material examinado. USNM 54249. Norte América. USNM 653716. Campeche, México.

Diagnosis. Valvas oblicuamente ovaladas, con la aurícula posterior alargada y delgada, sólidas. Valvas grandes (de más de 5 cm). La coloración consiste en diferentes tonos de café, generalmente con líneas radiales claras, lisas o con espinas aplanadas muy finas. El interior es blanco nacarado bordeado por un margen grueso no nacarado. Periostraco enmarañado formando grupos radiales en individuos pequeños.

Familia Isognomonidae Woodring, 1925
 Género *Isognomon* Lightfoot, 1786
Isognomon radiatus (Anton, 1838)

Sinonimia. *Isognomon listeri* Hanley, 1843

Diagnosis. Valvas irregularmente alargadas, a menudo fuertemente arqueadas hacia la izquierda o a la derecha, muy comprimidas y delgadas. Charnela corta y recta. Pequeñas a medianas (de 1.3 a 5 cm) de longitud. Amarillo traslúcido, con bandas radiales onduladas de color café-morado, con unas ligeras lamelaciones escamosas. El interior es nacarado con un borde delgado no nacarado.

Distribución. Anegada de Afuera.

Familia Pinnidae Leach, 1819
 Género *Atrina* Gray, 1847
Atrina rigida (Lightfoot, 1786)

Material examinado. USNM 739396. Yucatán.

Diagnosis. Valvas robustas, de forma triangular, comprimidas, de paredes finas. Café claro a oscuro, cerca del umbo el color es más oscuro, los extremos de la concha pueden llegar a ser ligeramente traslúcidos, interior brillante de color café oscuro, con la cicatriz del músculo en el centro o sobresale por encima del margen superior del borde interno de nácar, manto anaranjado-dorado. Presenta 12 hileras de espinas o proyecciones en forma de escama (algunas de ellas llegan a ser casi tubulares, ya que llegan a cerrarse, las escamas son relativamente largas, que van disminuyendo conforme se acercan al umbo, también disminuye el número de las mismas. A diferencia del género *Pinna*, esta especie no tiene el surco en la parte central de las valvas, aunque sí se ve clara la diferencia de la parte nacarada que abarca aproximadamente dos terceras partes del total de la concha. En las conchas pequeñas no se alcanza a apreciar el abultamiento en la parte central inferior de la concha, en algunos organismos de mayor talla se puede apreciar. El borde superior de la valva es ondulado, por lo que pareciera como si se pudieran ver las escamas por dentro.

Distribución. Anegada de Afuera, Anegadilla, De Enmedio, Bajo, Blanca, Cabezo, Chopas, La Gallega, Polo y Rizo.

Orden Pectinida Gray, 1854
Familia Pectinidae Rafinesque, 1815
Género *Caribachlamys* Waller, 1993
Caribachlamys imbricata (Gmelin, 1791)

Material examinado. USNM 708936. Isla Alacrán, México.

Diagnosis. Valvas ovalada en forma de abanico, aurícula anterior mucho más grande que la posterior, comprimida un poco más en la valva izquierda, sólida, de 5 cm aproximadamente. Color blanco, aunque pueden tener una tonalidad rosa muy pálido. El interior es blanco con el centro amarillo y cerca de la orilla, tienen un borde rosa con morado. Tiene 12 costillas radiales, en cada una de ellas presenta una serie de escamas que se van haciendo más grandes conforme se alejan del umbo.

Distribución. Anegada de Afuera, Blanca, Cabezo, Chopas y De Enmedio.

Familia Spondylidae Gray, 1826
Género Spondylus Linnaeus, 1758
Spondylus americanus Hermann, 1781

Sinonimias. *S. dominicensis* Röding, 1798; *S. americanus* Lamarck, 1818.

Material examinado. USNM 57665. Veracruz.

Diagnosis. Valvas robustas, ovaladas a circulares; la superior ligeramente más grande y cóncava que la inferior. Color rosa con las costillas blanquecinas a amarillentas. Hay una línea continua de color rosa en el borde interno de las valvas. Con espinas de ornamentación, algunas grandes y robustas; costillas principales más anchas que las secundarias. La valva inferior, que es más plana, presenta líneas rosas cerca del umbo en arreglo circular a éste; está ligeramente ondulada, con algunas líneas blancas que siguen este patrón, la zona cercana al umbo presenta un patrón de coloración irregular, con manchas blancas que son visibles. Umbo amarillento, relativamente liso. Espinas cerca de la orilla de la valva distribuidas heterogéneamente, con mayor número de ellas cerca de la orilla y el borde de la valva festonado. Las espinas más grandes se encuentran en las costillas principales (las más gruesas).

Distribución. Anegada de Afuera.

Orden Limida Moore, 1952
Familia Limidae Rafinesque, 1815
Género *Ctenoides* Mörch, 1853
Ctenoides scabra (Born, 1778)

Sinonimia. *Lima scabra* Born, 1778.

Material examinado. USNM 592313. USNM 710320. Isla de Lobos, Veracruz.

Diagnosis. Valvas blancas, ovaladas, comprimidas y sólidas, de 4.3 cm aproximadamente. Organismo con tentáculos largos, rojos y el manto entre rojo y anaranjado. Periostraco café. Costillas radiales con pequeñas proyecciones en forma de espinas, que aumentan en tamaño

conforme se alejan del umbo. Las espinas llegan hasta el borde de las valvas, dándole un aspecto crenulado a la orilla (en ocasiones no llegan al borde), haciéndose evidente en la parte posterior.

Distribución. Anegada de Afuera, Anegadilla, Blanca, Cabezo, Chopas, De Enmedio y La Gallega.

Orden Venerida Gray, 1854
 Familia Chamidae Lamarck, 1809
 Género *Chama* Linnaeus, 1758
Chama macerophylla Gmelin, 1791

Material examinado. USNM 890536.

Diagnosis. Valvas robustas y circulares. Coloración variable, blanco a amarillo, hasta púrpura; interior blanco, en ocasiones teñido de marrón. El exterior presenta un contorno irregular, la valva que se encuentra adherida es de mayor tamaño que la otra, en la parte interna, ambas presentan una zona profunda cerca del umbo. Puede o no presentar foliaciones parecidas a escamas, margen ligeramente crenulado.

Distribución. De Enmedio y La Gallega.

CLASE GASTROPODA Cuvier, 1797
 Clado Patellogastropoda
 Familia Lottiidae Gray, 1840
 Género *Tectura* Gray, 1847
Tectura antillarum (Sowerby, 1834)

Sinonimias. *Acmaea antillarum* Sowerby I, 1834; *A. candeana* Orbigny, 1845; *A. tenera* C. B. Adams, 1845.

Material examinado. USNM 706452.

Diagnosis. Concha con forma de lapa, por lo general muy plana, ovalada, más estrecha en el extremo anterior. La parte exterior es opaca y blanca, generalmente presentan costras o están cubiertas de algas, el interior de la concha es color blanco brillante casi en su totalidad, borde, o a veces todo el interior marcado por numerosas líneas radiales de color café o púrpura que se dividen a menudo cerca del borde de la concha. Con numerosas líneas radiales de color café claro que llegan hasta la orilla de la lapa, estas líneas son muy visibles cuando la concha se encuentra completamente limpia, sin embargo, pueden no distinguirse debido a la capa que presente. El centro de la concha con una cicatriz concéntrica y en la orilla una línea color crema en la cual se nota la parte final de los radios color café.

Clado Vetigastropoda
 Familia Fissurellidae Fleming, 1822
 Género *Diodora* Gray, 1821
Diodora cayenensis (Lamarck, 1822)

Sinonimias. *D. alternata* Say, 1822; *D. fumata* Reeve, 1850; *D. larva* Reeve, 1850; *D. viminea* Reeve, 1850.

Material examinado. USNM 443813. Veracruz. USNM 56555. Veracruz. USNM 10733. Veracruz.

Diagnosis. Concha con forma de lapa, orificio justo en frente y ligeramente por debajo del ápice, justo detrás del callo del orificio en el interior hay una hendidura profunda. De rosa pálido a gris oscuro; interior blanco o azul grisáceo. Las líneas concéntricas y radiales le dan una apariencia cancelada.

Distribución. Anegada de Afuera, Anegadilla, Bajo, Blanca, Cabezo, Chopas, De Enmedio, Rizo y Santiaguillo.

Género *Fissurella* Bruguière, 1789
***Fissurella rosea* Gmelin, 1791**

Sinonimias. *F. radiata* Lamarck, 1822; *F. sculpta* Pilsbry, 1890; *Lucapina itapema* Ihering, 1927.

Material examinado. USNM 822254.

Diagnosis. Concha con forma de lapa, ovalada, delgada y aplanada, de 1 a 1.5 cm de longitud, blanquecina con líneas radiales de rosa a café. Interior blanco brillante en el borde exterior y en el centro es nacarada, es clara la diferencia entre ambas coloraciones. Si se le observa de lado, se puede ver que es un poco alta, orificio de la concha dirigido hacia un extremo; radios grises con pequeñas escamas, en ocasiones con un anillo de la misma coloración en el medio de la concha.

Familia Turbinidae Rafinesque, 1815
 Género *Astraliium* Link, 1807
Astraliium phoebium (Röding, 1798)

Sinonimias. *Astraea phoebia* Röding, 1798; *A. titaina* Röding, 1798; *Astraliium deplanatum* Link, 1807; *A. longispina* Lamarck, 1822; *A. latispina* auct. non Philippi, 1844; *Trochus armatus* Philippi, 1849; *T. orichalceus* Philippi, 1849; *Astraliium heliacus* Philippi, 1850.

Material examinado. USNM 662490. Isla Mujeres, Quintana Roo, México.

Diagnosis. Concha cónica, baja, casi plana en su parte inferior, café claro, interior plateado y nacarado. Con aproximadamente tres vueltas lo que la hace una concha de gran diámetro y poca altura, con proyecciones triangulares (aprox. 30) en una línea continua que forma una espiral alrededor del cuerpo de la concha. Las proyecciones son grandes (6 mm) por lo que son muy visibles y características en la especie. El cuerpo de la concha con cuatro líneas con un patrón circular, con una serie de nódulos apenas visibles, con o sin ombligo, en la entrada del opérculo hay una cicatriz color blanco, opaca. Abertura redonda, ubicada cerca de la base de la concha. Opérculo oval café claro con líneas radiales más oscuro.

Género *Lithopoma* Gray, 1850
Lithopoma americanum (Gmelin, 1791)

Sinonimias. *Astraea americanum* Gmelin, 1791; *A. imbricata* Gmelin, 1791.

Material examinado. USNM 599364, USNM 710363, USNM 710408. Arrecife Isla de Enmedio, Veracruz, México.

Diagnosís. Concha cónica, más alta que ancha. Blanca con café; interior blanco, nacarado. Con proyecciones o espinas en cada vuelta. Con numerosas costillas axiales, largas y onduladas, base de la concha plana. Abertura redonda y pequeña, ubicada cerca de la base de la concha.

Distribución. Anegada de Afuera.

Clado Sorbeoconcha
 Familia Cerithiidae Fleming, 1822
 Género *Cerithium* Bruguière, 1789
Cerithium litteratum (Born, 1778)

Sinonimia. *Cerithium semiferrugineum* Lamarck, 1822

Material examinado. USNM 710337, USNM 710339. Arrecife Isla de Enmedio, Veracruz, México.

Diagnosís. Concha cónica o turrificada. Blanca o crema con bloques café-rojizos. Espira aproximadamente del tamaño del cuerpo. Generalmente con una cicatriz anterior. Numerosos filamentos espirales y una hilera espiral de nueve a doce nódulos debajo de la sutura, canal sifonal corto.

Distribución. Anegada de Afuera, Anegadilla, Bajo, Blanca, Cabezo, Chopas, De Enmedio, La Gallega, Polo, Rizo y Santiaguillo.

Clado Littorinimorpha
 Familia Cypraeidae Rafinesque, 1815
 Género *Erosaria* Troschel, 1863
Erosaria acicularis (Gmelin, 1791)

Sinonimias. *Cypraea spurca* auct. non Linnaeus, 1758; *C. acicularis* Gmelin, 1791.

Material examinado. USNM 10597, Veracruz. USNM 811612, Florida.

Diagnosís. Concha robusta, alargada, ancha y ensanchada, lisa; de 2.5 cm de longitud. Orilla blanca al igual que el inferior, superficie café claro con manchas blancas. Cerca de los extremos laterales, sobre la superficie blanca de la concha presenta puntos café oscuro, en ocasiones anaranjado o rojo ladrillo. Ocasionalmente, el extremo posterior ligeramente cuadrado. Con una línea blanca casi en el centro del organismo. Abertura en posición central o en el extremo lateral, dentada.

Distribución. De Enmedio y La Gallega.

Familia Ovulidae Fleming, 1822
 Género *Cyphoma* Röding 1798
Cyphoma gibbosum (Linnaeus, 1758)

Material examinado. USNM 669769, USNM 602698. Florida.

Diagnosis. Concha alargada, anaranjado pálido, manto color crema con aros negros gruesos y grandes distribuidos en todo el manto. Concha lisa, abertura blanca nacarada en el centro que cruza casi toda la concha hacia los extremos.

Distribución. Blanca, De Enmedio y Rizo.

Cyphoma mcgintyi Pilsbry, 1939

Material examinado. USNM 599387 Paratipo, USNM 715097, USNM 880298. Florida. USNM 602699.

Diagnosis. Parecida a *C. gibbosum*, aunque más alargada y delgada. Rosa pálido, manto crema o anaranjado pálido con manchas más pequeñas y oscuras que las de *C. gibbosum*. Callo lateral grueso que se extiende desde la parte anterior, pasando por el lado “derecho” de la concha hasta la parte posterior de la misma. Abertura en la región media de la concha, se prolonga hacia los extremos.

Familia Strombidae Rafinesque, 1815
 Género *Strombus* Linnaeus, 1758
Strombus alatus Gmelin, 1791

Sinonimia. *S. undulatus* Küster, 1845.

Material examinado. USNM 598225. USNM 102960.

Diagnosis. Concha cónica robusta y pesada. Café claro con blanco. La coloración no es tan uniforme como en adulto, con líneas concéntricas que corren alrededor del cuerpo de la concha. Con o sin espinas cortas en el borde de la última espira. Con siete espiras y una del cuerpo, tiene espinas en cada vuelta. Espira puntiaguda, no se alcanzan a percibir aun las espinas que tiene en el estadio adulto aunque se alcanzan a distinguir unas pequeñas cicatrices, lo que le da aspecto lobulado. Abertura larga y amplia, interior pulido, labio externo grueso. Canal sifonal amplio. Opérculo aserrado, no cierra completamente la apertura.

Distribución. Anegada de Afuera, Bajo, Blanca, Cabezo, Chopas, De Enmedio, La Gallega, Rizo y Santiaguillo.

Familia Ranellidae Gray, 1854
 Género *Cymatium* Röding, 1798
Cymatium pileare (Linnaeus, 1758)

Sinonimias. *C. martinianum* Orbigny, 1845; *C. veleii* Calkins, 1878.

Material examinado. USNM 1003414.

Diagnosis. Turbinada, triangular, más alargada que ancha. Café claro. Con cicatrices en cada espira que le dan un aspecto robusto. Canal sifonal corto y se extiende hacia atrás. En la orilla del labio se

aprecia el surco de una de las cicatrices. Abertura elíptica, anaranjada-café con el área parietal café oscuro entre los dientes blancos, labio externo con pliegues dentados.

Distribución. De Enmedio y La Gallega.

Familia Vermetidae Rafinesque, 1815
Género *Petalconchus* H. C. Lea, 1843
Petalconchus erectus (Dall, 1888)

Material examinado. USNM 87256 Sintipo. USNM 700835.

Diagnosis. Tubícula, diámetro de la zona enroscada de 2.2 cm. Se encuentra enrollado desde la base del cuerpo, al final se proyecta hacia arriba. Color blanco. La ornamentación de la concha es cancelada, el tubo es delgado. Abertura redonda.

Distribución. La Gallega.

Género *Serpulorbis* Sassi, 1827
Serpulorbis decussatus (Gmelin, 1791)

Material examinado. USNM 760582.

Diagnosis. Tubícula. Dado que se encuentra enroscado aunque en menor medida que *Petalconchus erectus*, no se aprecia el largo del organismo, sin embargo, se puede tomar el diámetro que forma el enroscamiento (2.5 cm). Color de amarillento a café. Tubo de mayor diámetro que *Petalconchus erectus*. Cordones longitudinales irregulares. Abertura redonda.

Distribución. La Gallega.

Clado Neogastropoda
Familia Nassariidae Iredale, 1916
Género *Nassarius* Duméril, 1806
Nassarius albus (Say, 1826)

Sinonimias. *N. ambiguus* Pulteney, 1799; *N. antillarum* Orbigny, 1842; *N. candei* Orbigny, 1842; *N. candidissimum* C. B. Adams, 1845; *N. floridensis* Olsson y Harbison, 1953.

Material examinado. USNM 662534. Isla de Lobos, Veracruz.

Diagnosis. Fusiforme, de 1.5 cm de longitud. En su mayoría blanco aunque puede presentar una o dos bandas espirales amarillentas. Con cinco vueltas, se ensancha al llegar a la abertura, la cual es ancha y termina en un pequeño canal. Al final del cuerpo, la concha se ensancha originando el labio. Abertura pequeña, blanca o ligeramente amarilla. Labio externo engrosado y el interno se encuentra doblado en su base.

Distribución. Chopas y De Enmedio.

Familia Muricidae Rafinesque, 1815

Género *Hexaplex* Perry, 1811

Hexaplex fulvescens (G.B. Sowerby II, 1834)

Sinonimias. *Murex spinocostus* Kiener, 1843; *M. spinocostatus* Reeve, 1845.

Material examinado. USNM 653722. Campeche, México.

Diagnosís. Concha cónica, robusta y pesada, hasta 20 cm de longitud. Color crema con rayas transversales color café, interior blanco porcelanoso. Con seis a ocho vueltas sólidas y convexas, vuelta corporal muy desarrollada. Con espinas a lo largo de las costillas. Canal sifonal largo y ancho. Abertura ovalada, blanca esmaltada. Labio externo grueso y crenulado.

Género *Trachypollia* Woodring, 1928

Trachypollia nodulosa (C. B. Adams, 1845)

Sinonimia. *Morula nodulosa* C. B. Adams, 1845.

Material examinado. USNM 736655. Cozumel, Quintana Roo.

Diagnosís. Concha alargada y ovalada, de 1 a 2.5 cm. Café oscuro, interior púrpura casi negro. Con nódulos en la todo el exterior, labio con protuberancias en el borde interno, en la columbella hay tres pequeños canales, cortos. Generalmente cubiertas por completo por algas calcáreas lo que dificulta el distinguir sus características. Abertura oblonga.

Distribución. Anegada de Afuera, Chopas, De Enmedio y La Gallega.

Género *Urosalpinx* Stimpson, 1865

Urosalpinx perrugata (Conrad, 1846)

Material examinado. USNM 592293. Florida.

Diagnosís. Concha blanca cónica, más o menos robusta, de 3 cm de longitud. Con líneas que siguen el contorno de la concha, costillas transversales al cuerpo, dándole un aspecto lobulado. Borde del labio ligeramente crenulado. Aspecto cancelado. En la zona cercana al ombligo, hay una serie de escamas microscópicas. Abertura redonda, canal sifonal recto y estrecho. Ombligo profundo al inicio del canal sifonal.

Género *Mancinella*

Mancinella deltoidea (Lamarck, 1822)

Sinonimia. *Thais deltoidea* Lamarck, 1822

Material examinado. USNM 710358, USNM 710388. Arrecife Isla de En medio, Veracruz, México. USNM 10610. Veracruz.

Diagnosís. Concha cónica globosa, más ancha que alta, robusta, de 2.5 a 5 cm de longitud. Blanca con manchas color café o violeta que corren de manera continua en las primeras vueltas de la concha que se interrumpen en forma de bloques en la última vuelta. Cubierta de algas calcáreas. Con proyecciones en el borde de la última vuelta. Abertura del opérculo de casi la mitad del ancho de la concha, se distingue una cicatriz entre blanca y café; borde del labio dentado. Canal sifonal

corto, se extiende hacia atrás de la concha lo que aparenta una muesca en la parte externa de la concha. Con proyecciones en los bordes de los giros. Abertura oblonga.

Distribución. Anegada de Afuera, Anegadilla, Bajo, Blanca, Cabezo, Chopas, De Enmedio, La Gallega, Rizo y Santiaguillo.

Género *Stramonita* Schumacher, 1817
Stramonita haemastoma (Linnaeus, 1767)

Sinonimias. *Thais floridana* Conrad, 1837

Material examinado. USNM 589598.

Diagnosís. Concha cónica, globosa, robusta, más alta que ancha, de 4cm. Café claro a crema, interior del labio anaranjado claro. Zona de la apertura muy ornamentada. Líneas que le dan al cuerpo un aspecto noduloso. Zona superior del labio con una muesca, labio dentado, en el inferior de la apertura hay un canal que se extiende hacia la parte trasera de la concha. Ombligo grande. Abertura es oblonga.

Distribución. De Enmedio y La Gallega.

Stramonita rustica (Lamarck, 1822)

Material examinado. USNM 662791. Cozumel, México.

Diagnosís. Concha cónica globosa, ligeramente más alta que ancha, de 2 a 4 cm de longitud. Interior blanco brillante con manchas color café, borde del labio con cinco manchas rectangulares color café. Con dos líneas que corren a lo largo de la última vuelta del cuerpo, nódulos de amarillos a salmón. Los nódulos, no son tan prominentes como en *M. deltoidea*. Abertura grande, casi de la mitad del cuerpo de la concha. Tiene la misma muesca que *M. deltoidea* en la parte inferior externa de la concha. Abertura oblonga.

Distribución. La Gallega.

Clado Sacoglossa von Ihering, 1876
Familia Placobranchidae Gray, 1840
Género *Elysia* Risso, 1818
Elysia crispata (Mörch, 1863)

Sinonimias. *Tridachia crispata* Mörch, 1863; *T. pruvotfolae* Marcus, 1957.

Diagnosís. Organismo oblongo, de 2 a 4 cm de longitud. Color verde o azul, con puntos blancos en la parte dorsal y márgenes de las ondulaciones. Con pliegues doblados hacia arriba.

Distribución. Anegada de Afuera, Anegadilla, Cabezo, Chopas, Enmedio, Isla Verde, Polo, Rizo y Santiaguillo. Registros de moluscos y equinodermos en el PNSAV.

6.2.3. Registros de moluscos y equinodermos en el PNSAV.

Todas las especies de moluscos que se presentan en este trabajo han sido registradas anteriormente en el PNSAV. Con respecto a los equinodermos, la especie *Ophioderma rubicundum* es un nuevo registro para el Arrecife Sacrificios.

6.3. Estructura comunitaria.

6.3.1. Curvas de acumulación de especies.

En la figura 5 se presenta el número estimado de especies (Chao 2), así como las especies observadas en el área de estudio. De acuerdo con el estimador Chao 2, el total de especies estimado fue de 66, mientras que el observado de 54, por lo que en este estudio se encontró el 82% de las especies esperadas.

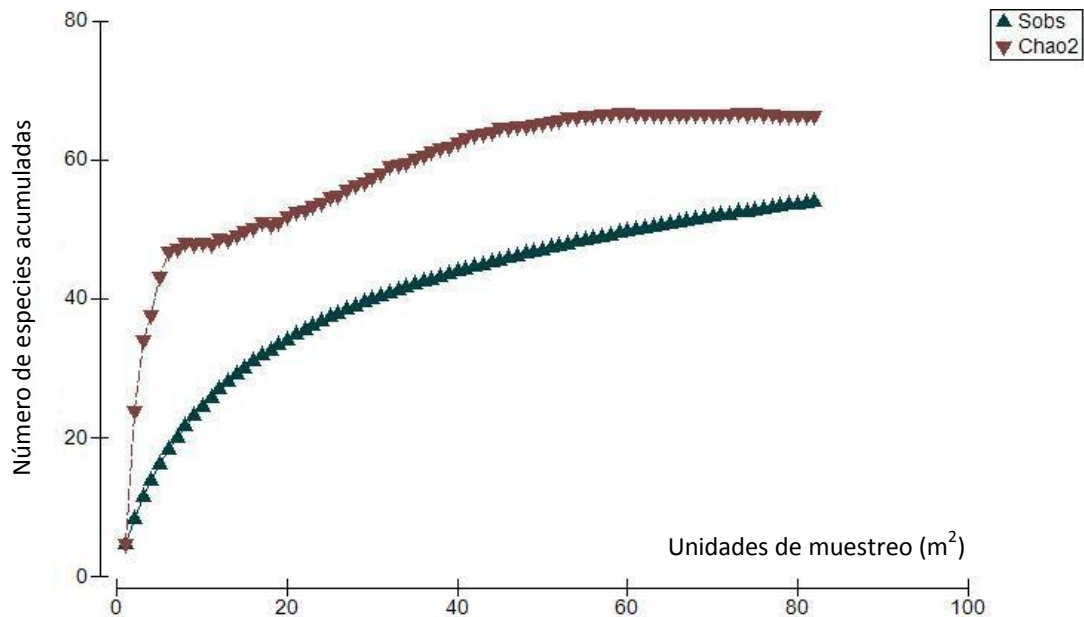


Figura 5. Curva de acumulación de especies de moluscos y equinodermos del talud arrecifal de Sacrificios (sotavento y barlovento). La línea verde representa las especies observadas mientras que la línea roja al número estimado de especies mediante el estimador Chao 2.

6.3.2. Riqueza específica.

6.3.2.1. Riqueza total de especies.

6.3.2.1.1. Moluscos.

El registro total de especies fue de 31, de las cuales nueve especies pertenecen a la Clase Bivalvia y 22 a la Clase Gastropoda. En el caso de los bivalvos, en todas las familias se obtuvo únicamente un registro específico, mientras que en el caso de los gastrópodos, en la mayoría de las familias se presentaron de uno a dos registros, a excepción de la familia Muricidae que presentó siete registros.

6.3.2.1.2. Equinodermos.

Se registraron en total 23 especies, la clase con una mayor riqueza específica fue la Ophiuroidea con 11 registros, seis pertenecen a la clase Echinoidea, cuatro a la Clase Holothuroidea y en las Clases Crinoidea y Asteroidea se presentó un registro en cada una. Las familias con mayor número de especies fueron Ophiocomidae y Ophiodermatidae con tres registros cada una.

6.3.2.2. Riqueza de especies por zona y temporada.

Considerando el menor número de organismos (127) que corresponde a la zona de barlovento en temporada de nortes (Bn), la riqueza de especies más alta se presentó en sotavento en temporada de lluvias con 36 registros, seguida por barlovento en la misma temporada con 30 registros, las dos zonas, sotavento y barlovento en temporada de nortes, presentaron las riquezas más bajas con 28 y 27 registros respectivamente (Fig. 6a). Al realizar el análisis general, considerando el total de registros de las dos zonas en ambas temporadas, se observó que únicamente la zona de sotavento en temporada de lluvias presentó una diferencia en cuanto a riqueza específica, ya que los intervalos de confianza no se superponen con los de otra curva. En el caso de la misma zona en temporada de nortes, así como barlovento en ambas temporadas no se presentaron diferencias significativas en el número de especies registrado (Fig. 6a).

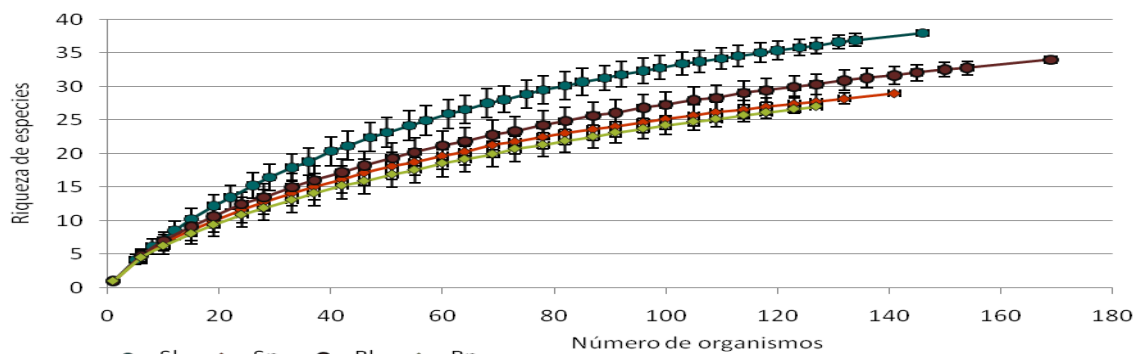


Figura 6a. Curvas de rarefacción de las zonas sotavento y barlovento en ambas temporadas considerando registros de moluscos y equinodermos. Se presentan los valores promedio de riqueza específica ($\pm 95\%$ intervalo de confianza). SI- Sotavento en temporada de lluvias, Sn- Sotavento en temporada de nortes, BI- Barlovento en temporada de lluvias y Bn- Barlovento en temporada de nortes.

6.3.2.3. Sotavento.

La riqueza de especies estimada (moluscos y equinodermos) considera 141 como el número de organismos a comparar. En la zona sotavento en la temporada de lluvias (SI) se presentaron 38 especies, mientras que en la misma zona en temporada de nortes (Sn) se observaron 29 especies (Fig. 6b). Esta diferencia fue significativa ya que los intervalos de confianza no se sobreponen.

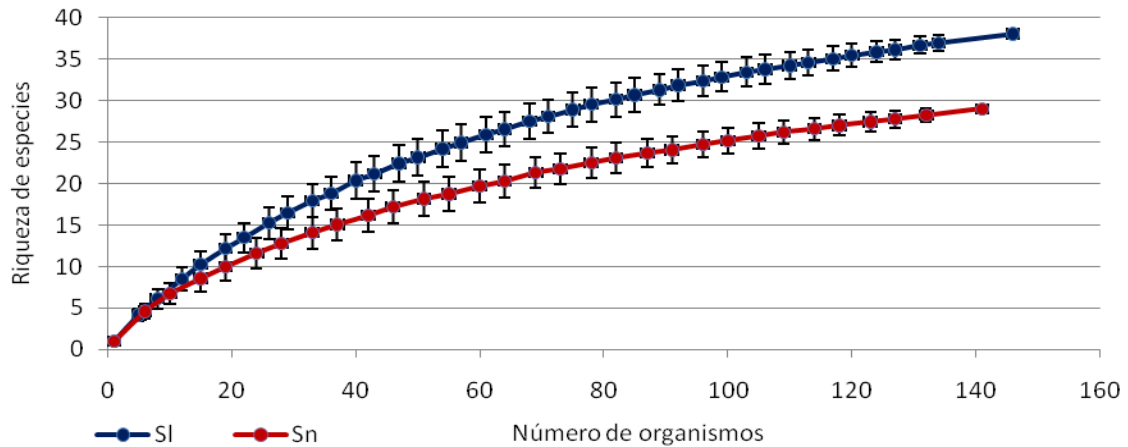


Figura 6b. Curvas de rarefacción de la zona sotavento (moluscos y equinodermos) con valores promedio de riqueza específica ($\pm 95\%$ intervalo de confianza). SI- Sotavento en temporada de lluvias y Sn- Sotavento en temporada de nortes.

6.3.2.4. Barlovento.

La riqueza de especies estimada considera 127 como número de organismos a comparar en ambos casos, en la zona barlovento en la temporada de lluvias (BI) se presentaron 30 especies, mientras que en la misma zona en temporada de nortes (Bn) se presentaron 27 especies (Fig. 6c.). El número de especies en esta zona no varía con la temporalidad.

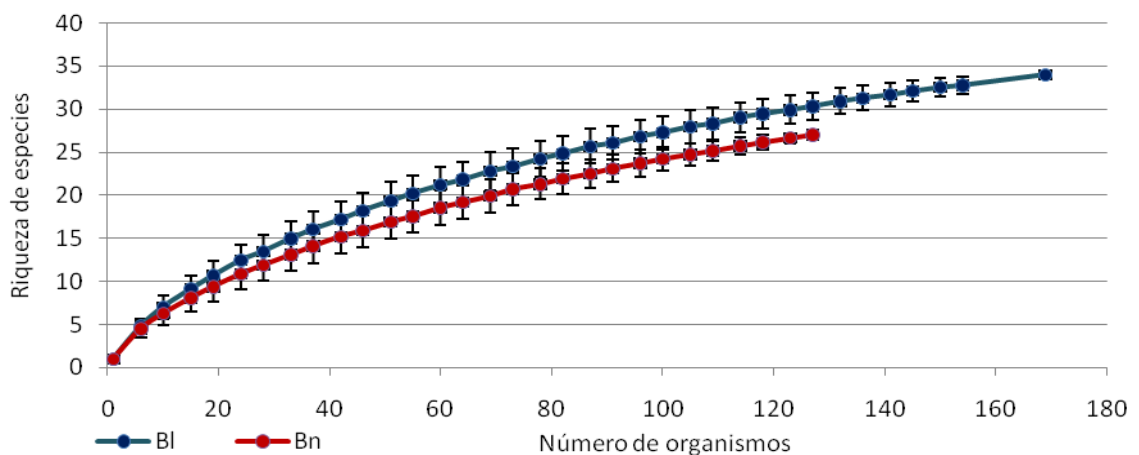


Figura 6c. Curvas de rarefacción de la zona barlovento (moluscos y equinodermos) con valores promedio de riqueza específica ($\pm 95\%$ intervalo de confianza). BI- Barlovento en temporada de lluvias y Bn- Barlovento en temporada de nortes.

6.3.2.5. Riqueza de especies por grupo.

6.3.2.5.1. Moluscos.

La riqueza de especies estimada en la zona de sotavento en temporada de lluvias fue de 19, presentando el valor más alto, seguida por la zona de barlovento en la misma temporada con 16 registros. En la temporada de nortes se presentaron los valores bajos de riqueza, en sotavento se estimaron 11 especies mientras que en barlovento fueron 10 especies (Fig. 7a.). Debido a que los intervalos de confianza de las curvas de S_1 y S_n , así como de B_1 y B_n no se superponen, se puede decir que el registro de especies cambió significativamente de una temporada a otra, sin embargo, no se presentaron diferencias entre zonas.

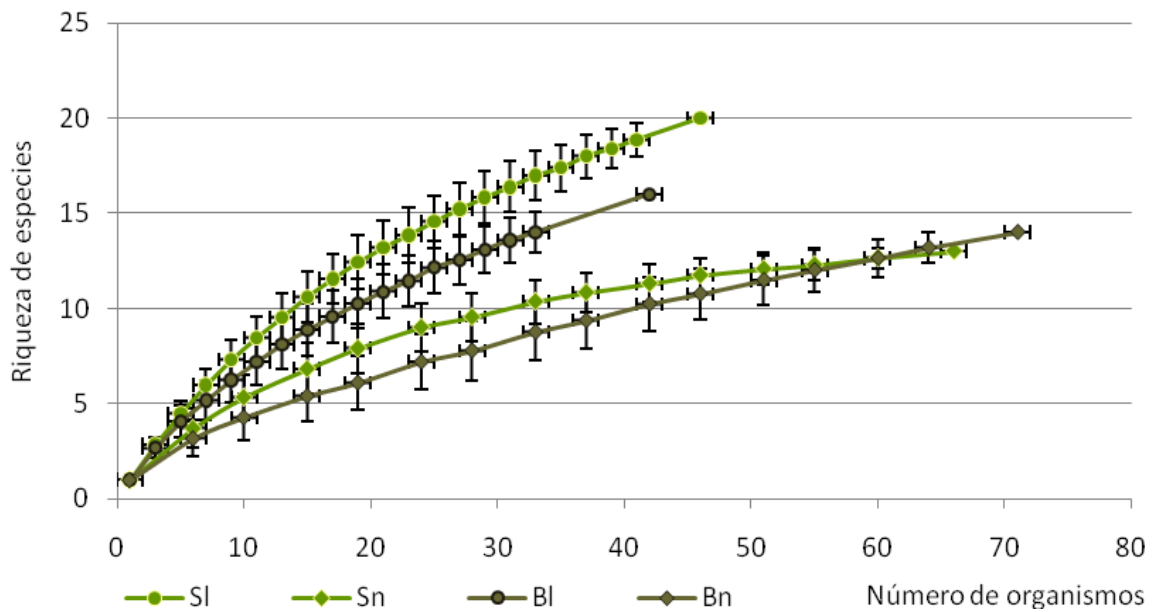


Figura 7a. Curvas de rarefacción de moluscos de sotavento y barlovento en ambas temporadas, con valores promedio de riqueza específica ($\pm 95\%$ intervalo de confianza). S₁- Sotavento en temporada de lluvias, S_n- Sotavento en temporada de nortes, B₁- Barlovento en temporada de lluvias y B_n- Barlovento en temporada de nortes.

6.3.2.5.2. Equinodermos.

El valor estimado más alto de riqueza específica en equinodermos se encontró en sotavento durante la temporada de lluvias mientras que el más bajo se encontró en barlovento en temporada de nortes. En sotavento en temporada de nortes y en barlovento en temporada de lluvias se obtuvo una riqueza de 14 especies (Fig. 7b). La riqueza de especies no presentó diferencias por zona o temporada.

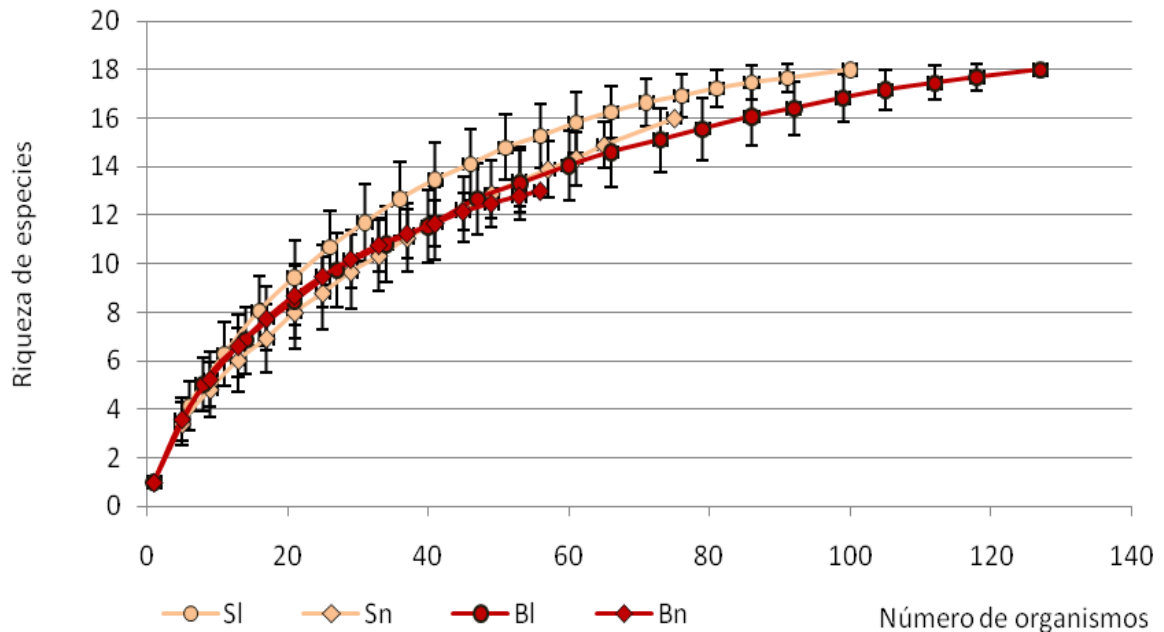


Figura 7b. Curvas de rarefacción de equinodermos de sotavento y barlovento en ambas temporadas, con valores promedio de riqueza específica ($\pm 95\%$ intervalo de confianza). SI- Sotavento en temporada de lluvias, Sn- Sotavento en temporada de nortes, BI- Barlovento en temporada de lluvias y Bn- Barlovento en temporada de nortes.

De manera general, las curvas de rarefacción mostraron que la zona de sotavento en temporada de lluvias presentó la mayor riqueza de especies, mientras que la misma zona en temporada de nortes así como la zona de barlovento en ambas temporadas, no mostraron diferencias en número de especies.

Al analizar las zonas por separado, la zona de sotavento presentó diferencias por la temporalidad, siendo la temporada de lluvias en la que se observó un mayor número de especies. La riqueza de especies en barlovento fue similar en ambas temporadas.

Al realizar el análisis por grupo, las curvas de rarefacción de moluscos muestran una diferencia significativa dada por la temporalidad en ambas zonas ya que en nortes disminuye considerablemente el número de especies, mientras que en el caso de equinodermos, no existieron diferencias entre zonas ni temporada.

6.3.2.4. Riqueza de especies por temporada.

La riqueza total de especies en la temporada de lluvias fue de 49, mientras que en la temporada de nortes fue de 38. En el caso de moluscos, la riqueza de especies en la temporada de lluvias fue de 29 y en la de nortes disminuyó a 18, mientras que en equinodermos, la riqueza de especies se mantuvo constante en ambas temporadas con 20 registros (Fig. 8a).

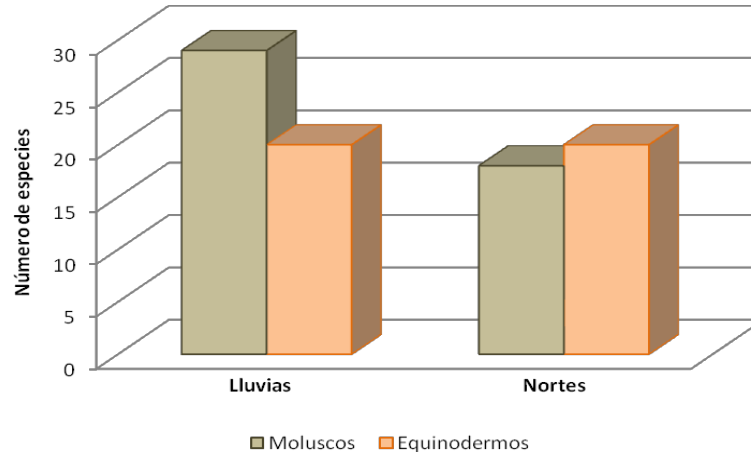


Figura 8a. Riqueza específica de moluscos y equinodermos por temporada, considerando los registros de las zonas sotavento y barlovento.

Algunas especies tanto de moluscos como de equinodermos que se registraron en la temporada de lluvias, no fueron registradas en la de nortes, o bien, se registraron en la temporada de nortes pero no en la de lluvias, tal como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Especies de moluscos y equinodermos que fueron registradas sólo en una temporada (lluvias o nortes).

Especie	Lluvias	Nortes	Especie	Lluvias	Nortes
<i>Caribachlamys imbricata</i>	*		<i>Ophiolepis paucispina</i>	*	
<i>Tectura antillarum</i>	*		<i>Ophiocoma echinata</i>	*	
<i>Diodora cayenensis</i>	*		<i>Ophiocoma sp.</i>		*
<i>Fissurella rosea</i>	*		<i>Ophionereis reticulata</i>		*
<i>Cerithium litteratum</i>	*		<i>Ophiothrix angulata</i>		*
<i>Strombus alatus</i>	*		<i>Ocnus suspectus</i>	*	
<i>Erosaria acicularis</i>	*				
<i>Cyphoma gibbosum</i>		*			
<i>Cyphoma mcgintyi</i>	*				
<i>Cymatium pileare</i>	*				
<i>Nassarius albus</i>		*			
<i>Dermomurex sp.</i>	*				
<i>Hexaplex fulvescens</i>	*				
<i>Urosalpinx perrugata</i>		*			
<i>Stramonita rustica</i>	*				

6.3.2.5. Riqueza de especies por zona.

En sotavento se observaron 45 especies en total, mientras que en barlovento se identificaron 39. En el caso de moluscos, la riqueza de especies en sotavento fue de 23 y en barlovento de 20, mientras que en equinodermos, la riqueza de especies en sotavento fue de 22 y en barlovento fue de 19 especies (Fig. 8b).

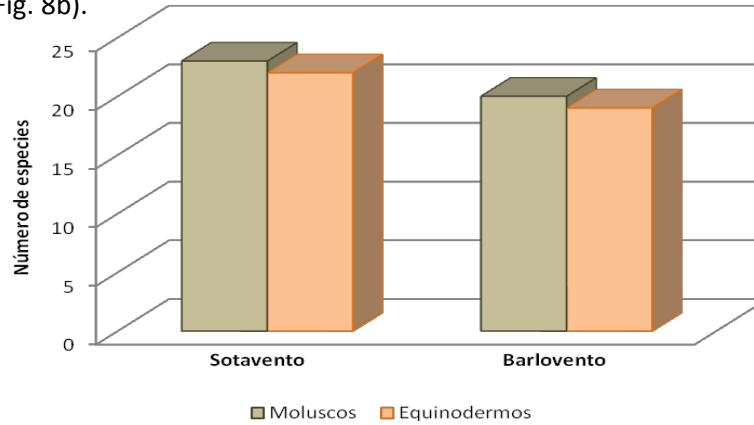


Figura 8b. Riqueza específica de moluscos y equinodermos por zona, considerando los registros de las temporadas de lluvias y nortes.

Algunas especies de moluscos y equinodermos fueron registradas únicamente en sotavento o en barlovento, en la tabla 3 se presenta el listado de las mismas.

Tabla 3. Especies de moluscos y equinodermos que fueron registradas sólo en una zona (sotavento y barlovento).

Especie	Sotavento	Barlovento	Especie	Sotavento	Barlovento
<i>Arcopsis adamsi</i>	*		<i>Ophiocoma sp.</i>		*
<i>Pteria colymbus</i>		*	<i>Ophioneis reticulata</i>	*	
<i>Caribachlamys imbricata</i>	*		<i>Ophiothrix angulata</i>	*	
<i>Tectura antillarum</i>		*	<i>Lytechinus variegatus</i>	*	
<i>Diodora cayenensis</i>	*		<i>Lytechinus williamsi</i>	*	
<i>Fissurella rosea</i>	*		<i>Ophiocoma sp.</i>		*
<i>Cerithium litteratum</i>	*				
<i>Strombus alatus</i>		*			
<i>Erosaria acicularis</i>	*				
<i>Cyphoma gibbosum</i>		*			
<i>Cyphoma mcgintyi</i>	*				
<i>Cymatium pileare</i>	*				
<i>Nassarius albus</i>		*			
<i>Dermomurex sp.</i>		*			
<i>Hexaplex fulvescens</i>	*				
<i>Urosalpinx perrugata</i>	*				
<i>Mancinella deltoidea</i>		*			
<i>Stramonita haemastoma</i>	*				
<i>Stramonita rustica</i>		*			

6.3.3. Abundancia.

6.3.3.1. Abundancia total de moluscos y equinodermos.

En la figura 9 se presenta la abundancia total de moluscos y equinodermos. Se observaron 583 organismos considerando las zonas sotavento y barlovento así como ambas temporadas, de los cuales 225 pertenecen al grupo de los moluscos (39% de la abundancia total). Asimismo se registraron 358 organismos pertenecientes al grupo de los equinodermos (61% de la abundancia total).

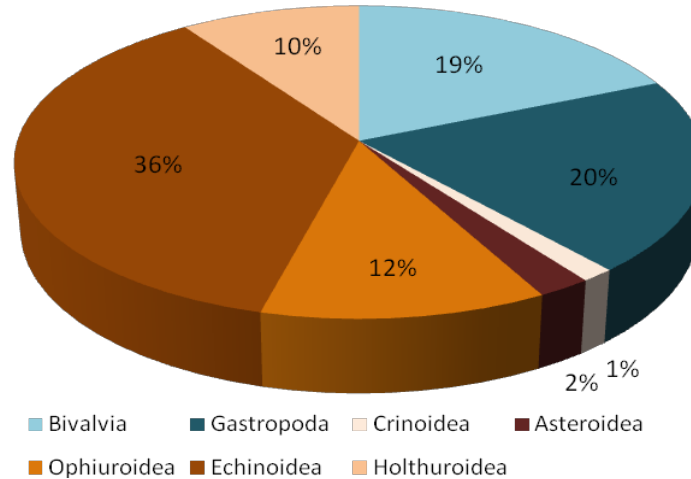


Figura 9. Porcentaje total de abundancia de moluscos y equinodermos en las zonas de sotavento y barlovento durante las temporadas de lluvias y nortes. Los porcentajes se presentan por Clase.

En el caso de los moluscos, los gastrópodos fueron los más abundantes con 117 organismos (20%) mientras que los bivalvos tuvieron una abundancia de 108 organismos (19%).

De los equinodermos, los equinoideos fueron los más abundantes con 212 organismos (36%), seguidos por los ofiuroideos con 69 organismo (12%), los holothuroideos presentaron una abundancia total de 56 organismos (10%), los asteroideos y crinoideos fueron lo menos abundante con 13 (2%) y 8 (1%) respectivamente.

6.3.3.2. Abundancia por grupo.

6.3.3.2.1. Moluscos.

De los bivalvos la especie más abundante fue *Isognomon radiatus* con 41 organismos seguido de *Arca imbricata* con 20, mientras que *Pteria colymbus* y *Caribachlamys imbricata* fueron las especies menos abundantes, ambas con sólo un registro respectivamente. En el caso de gastrópodos, *Serpulorbis decussatus* fue la especie más abundante, mientras que especies como *Diodora cayenensis*, *Fisurella rosea*, *Cerithium litteratum*, *Strombus alatus*, *Erosaria acicularis*, *Cyphoma gibbosum*, *C. mcgintyi*, *Cymatium pileare*, *Dermomurex* sp., *Urosalpinx perrugata* y *Nassarius albus* estuvieron representadas por un organismo (Fig. 10a).

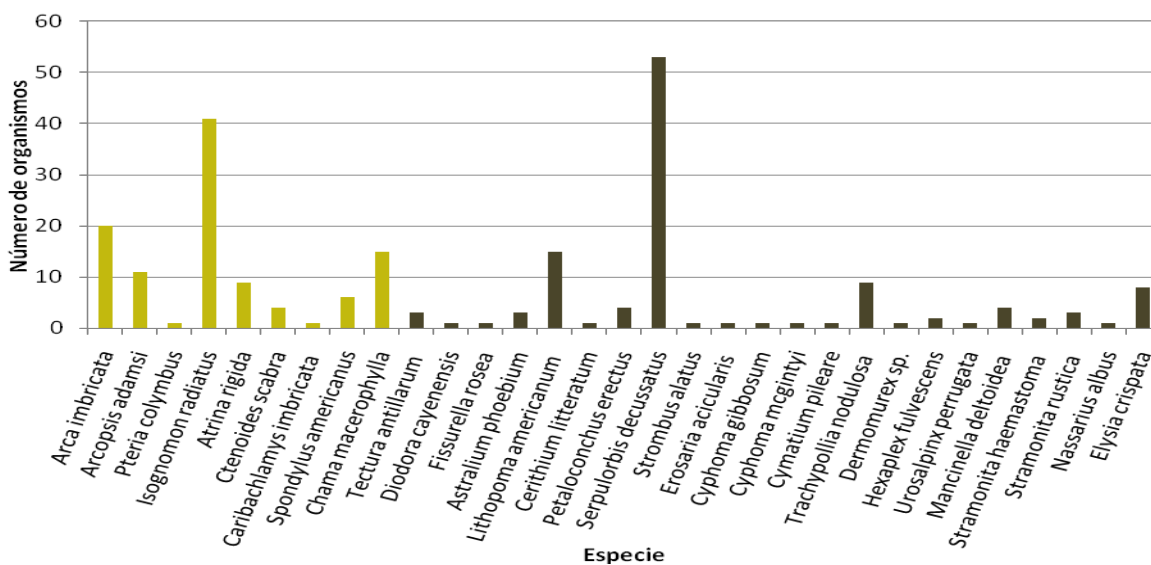


Figura 10a. Número de organismos por especie (moluscos). En amarillo se muestran los bivalvos y en café los gastrópodos.

6.3.3.2.2. Equinodermos.

Las especies más abundantes de los equinodermos pertenecen a la Clase Echinoidea y son *Echinometra viridis* con 130 organismos y *Eucidaris tribuloides* con 54 organismos. Las especies con menor número de organismos pertenecen a la Clase Ophiuroidea: *Ophiolepis paucispina* y *Ophiocoma* sp. con dos organismos cada una y *Ophionereis reticulata* con un solo registro (Fig. 10b).

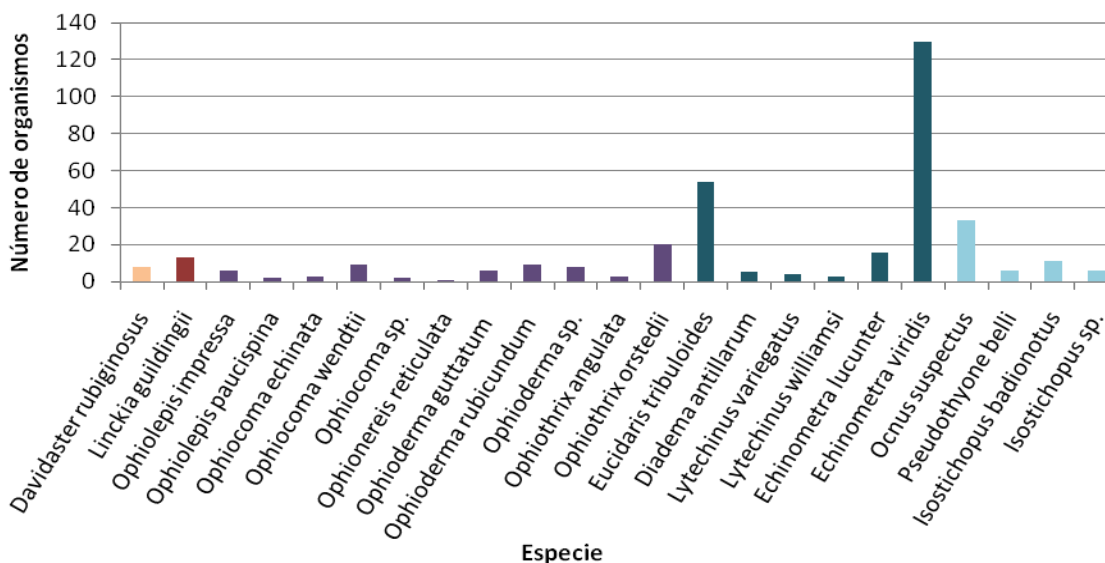


Figura 10b. Número de organismos por especie (equinodermos). Las barras del mismo color indican que son especies pertenecientes a la misma Clase (en rosa Crinoidea, en rojo Asteroidea, en morado Ophiuroidea, en azul oscuro Echinoidea y en azul claro Holothuroidea).

6.3.3.3. Abundancia por zona.

La abundancia total registrada en la zona de sotavento fue de 287 organismos de los cuales el grupo más abundante fue el de los equinodermos con 175 mientras que el de los moluscos presentó 112 organismos. En el caso de la zona de barlovento, se registraron 296 organismos de los cuales 183 pertenecen al grupo de los equinodermos mientras que 113 pertenecen al de los moluscos (Fig. 11a).

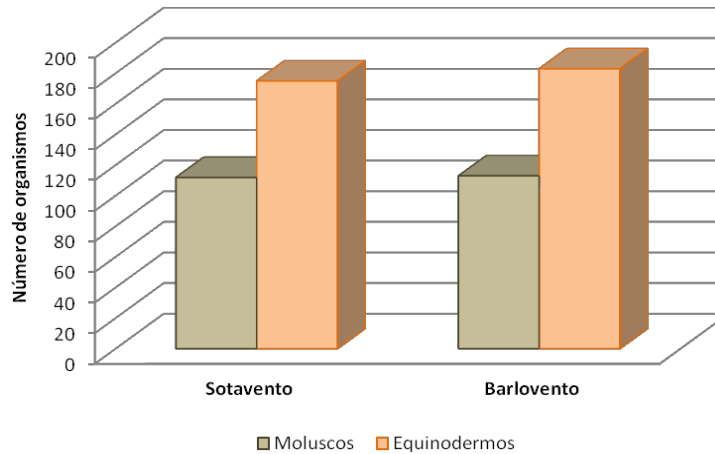


Fig. 11a. Abundancia de moluscos y equinodermos por zona, considerando los registros de las temporadas de lluvias y nortes.

6.3.3.4. Abundancia por temporada.

En la temporada de lluvias se registró una mayor abundancia (315 organismos) que en la temporada de nortes (268 organismos), siendo en la primera, más abundante el grupo de los equinodermos con 227 organismos mientras que en los moluscos se obtuvo una abundancia de 88 organismos, en el caso de la temporada de nortes, la abundancia de los moluscos fue de 137 y la de los equinodermos de 131 (Fig. 11b).

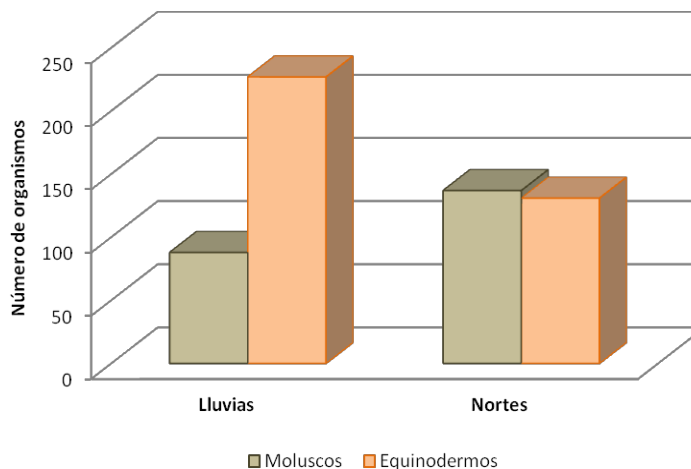


Fig. 11b. Abundancia de moluscos y equinodermos por temporada, considerando los registros de las zonas sotavento y barlovento.

6.3.4. Dominancia.

6.3.4.1. Dominancia total.

Al considerar moluscos y equinodermos de las dos zonas en ambas temporadas, las especies dominantes de acuerdo al Índice de Valor Biológico (IVB) fueron *Echinometra viridis*, *Eucidaris tribuloides*, *Ophiothrix orstedii* y *Chama macerophylla*, sumando el 70% de la importancia biológica total (Anexo II). Estas especies se mantuvieron como dominantes cuando se analizaron a los moluscos y los equinodermos por separado con base en la abundancia y la frecuencia dentro de cada transecto (Anexo III), sin embargo, con este análisis se incluyeron las siguientes especies: *Lithopoma americanum*, *Serpulorbis decussatus*, *Arca imbricata*, *E. lucunter*, *Atrina rigida*, *Ophiocoma wendtii* y *Linckia guildingii*.

Considerando la importancia de las especies en términos generales, sin hacer distinción en la temporalidad, el diagrama de Olmstead y Tukey incluye como especies dominantes de moluscos a *Trachypollia nodulosa*, *Isognomon radiatus* y *Elysia crispata*. Las especies *Arcopsis adamsi*, *Spondylus americanus*, *Ctenoides scabra*, *Mancinella deltoidea* y *Petalconchus erectus*, son especies ocasionales, mientras que *Pteria colymbus*, *Caribachlamys imbricata*, *Diodora cayenensis*, *Fisurella rosea*, *Astrarium phoebium*, *Tectura antillarum*, *Cerithium litteratum*, *Strombus alatus*, *Erosaria acicularis*, *Cyphoma gibbosum*, *C. mcgintyi*, *Cymatium pileare*, *Dermomurex* sp., *Hexaplex fulvescens*, *Urosalpinx perrugata*, *Stramonita haemastoma*, *S. rustica* y *Nassarius albus* son especies raras, lo que coincide con el IVB (Anexo IV).

En el caso de equinodermos, se incluye a *Ocnus suspectus* como especie dominante, mientras que *Ophiocoma wendtii*, *Ophioderma rubicundum*, *Echinometra lucunter* e *Isostichopus badionotus*, son especies ocasionales.

Ophiolepis impressa, *Ophiolepis paucispina*, *Ophiocoma echinata*, *Ophiocoma* sp., *Ophionereis reticulata*, *Ophioderma guttatum*, *Ophiothrix angulata*, *Diadema antillarum*, *Lytechinus variegatus*, *L. williamsi*, *Pseudothyone belli* e *Isostichopus* sp., son especies raras (Anexo IV).

6.3.4.2. Dominancia por temporada.

Asimismo, pueden observarse los cambios en la distribución de abundancia y frecuencia dados por la temporalidad (Anexo III, Figs. c-f).

Las especies que se mantuvieron como dominantes en ambas temporadas fueron *Arca imbricata*, *Atrina rigida*, *Spondylus americanus*, *Chama macerophylla* y *Lithopoma americanum*, sin embargo, *Ctenoides scabra* y *Elysia crispata* fueron dominantes sólo en temporada lluvias, mientras que *Serpulorbis decussatus* e *Isognomon radiatus* lo fueron sólo en la temporada de nortes.

Por su parte, *Arcopsis adamsi* fue una especie ocasional en ambas temporadas, mientras que *Tectura antillarum*, *Petalconchus erectus*, *Trachypollia nodulosa* y *Mancinella deltoidea* lo fueron

sólo en la temporada de lluvias. En la temporada de nortes se observó a *A. phoebium* como especie ocasional.

Las especies raras en la temporada de lluvias fueron *Isognomon radiatus* y *Stramonita haemastoma*, mientras que en temporada de nortes lo fueron *M. deltoidea* y *P. erectus*.

Con respecto a los equinodermos, *Echinometra viridis*, *Eucidaris tribuloides* y *Ophiothrix orstedii* fueron dominantes independientemente de la temporada de muestreo, mientras que *Ocnus suspectus* y *Linckia guildingii* solamente se observaron como dominantes en temporada de lluvias, mientras que en la temporada de nortes no se presentaron más especies como dominantes.

Por su parte, *Echinometra lucunter* e *Isostichopus badionotus* se mantuvieron como especies ocasionales en ambas temporadas, mientras *Ophioderma rubicundum* y *Ophioderma* sp. fueron ocasionales en la temporada de lluvias. En la temporada de nortes *Ophiocoma wendtii*, *L. guildingii*, *Davidaster rubiginosus* y *Diadema antillarum* fueron ocasionales y el resto de las especies fueron consideradas como raras en ambas temporadas con excepción de *O. guttatum*.

6.3.4.3. Categorización de las especies.

Se obtuvieron 14 categorías (tabla 4) para moluscos y equinodermos de acuerdo con su importancia en términos de abundancia y frecuencia (determinada mediante el test de Olmstead y Tukey), constancia espacio-temporal y distribución batimétrica.

Tabla 4. Categorías obtenidas a partir de los datos de abundancia y frecuencia (ubicación en los cuadrantes del test de Olmstead y Tukey), constancia espacio temporal y distribución batimétrica. E-especie, D-dominante, C-constante, T-temporal, O-ocasional, AD-amplia distribución espacial, RD-reducida distribución espacial, DR-distribución restringida, para especies temporal (ll-lluvias/n-nortes), am-amplia distribución batimétrica, rd-reducida distribución batimétrica y dr-distribución batimétrica restringida.

Categoría		Descripción
EDCAD	Especie dominante constante de amplia distribución espacial y batimétrica.	Especies abundantes y frecuentes con una amplia distribución espacial y batimétrica.
EDCAD (rd)	Especie dominante constante de amplia distribución espacial y reducida distribución batimétrica.	Especies abundantes y frecuentes con amplia distribución espacial pero con reducida distribución batimétrica.
EDTAD (ll, n)	Especie dominante temporal de amplia distribución espacial y batimétrica.	Especies abundantes y frecuentes únicamente en una temporada y en la otra es poco frecuente o ausente. Con amplia distribución espacial y batimétrica.
EDTAD (ll, n)/(rd)	Especie dominante temporal de amplia distribución espacial y reducida distribución batimétrica.	Especies abundantes y frecuentes únicamente en una temporada mientras que en la otra llegan a ser raras o ausentes. Con amplia distribución espacial y reducida distribución batimétrica.
EDTRD (ll, n)	Especie dominante temporal de reducida distribución espacial y batimétrica.	Especies abundantes y frecuentes únicamente en una temporada mientras que en la otra llegan a ser raras o ausentes. Con reducida distribución espacial y batimétrica.

EOAD	Especie ocasional de amplia distribución espacial y batimétrica.	Especies poco frecuentes y muy abundantes en ambas temporadas. Con amplia distribución espacial y batimétrica.
EORD (dr)	Especie ocasional de reducida distribución espacial y distribución batimétrica restringida.	Especies poco frecuentes pero muy abundantes con reducida distribución espacial y distribución batimétrica restringida.
ETRD (II, n)	Especie temporal de reducida distribución espacial y batimétrica.	Especies generalmente ocasionales (poco frecuentes pero muy abundantes) pero llegan a ser raras durante una temporada. Con reducida distribución espacial y batimétrica.
ERCRD (ad)	Especie rara constante de reducida distribución espacial y amplia distribución batimétrica.	Especies poco abundantes y frecuentes en ambas temporadas. Con reducida distribución espacial y amplia distribución batimétrica.
ERCRD	Especie rara constante de reducida distribución espacial y batimétrica.	Especies poco abundantes y frecuentes en ambas temporadas. Con reducida distribución espacial y batimétrica.
ERC DR	Especie rara constante de distribución espacial y batimétrica restringida.	Especies poco abundantes y frecuentes en ambas temporadas. Con distribución espacial y batimétrica restringida.
ERTRD (II, n)	Especie rara temporal de reducida distribución espacial y batimétrica.	Especies generalmente poco abundantes y frecuentes, sin embargo, durante una temporada se encuentran por encima de la media de abundancia y en la otra no se presentan. Con reducida distribución espacial y batimétrica.
ERTDR (II, n)/(rd)	Especie rara temporal de distribución espacial restringida y distribución batimétrica reducida.	Especies poco abundantes y frecuentes con distribución espacial restringida y reducida distribución batimétrica.
ERTDR (II, n)	Especie rara temporal de distribución espacial y batimétrica restringida.	Especies poco abundantes y frecuentes que sólo se encuentran en una temporada. Su distribución espacial y batimétrica es restringida.

Las especies raras constituyeron el 59% del total de total de las especies, seguidas de las dominantes con 28% y por último las ocasionales-temporales que representaron el 13%. No se registraron especies comunes (poco abundantes y muy frecuentes). Dentro de la categoría de raras, un 26% de las especies pertenecieron a la categoría ERTDR, la siguiente más numerosa fue ERCRD (22%) y por último la EDCAD con mayor número de especies (17%). Las demás categorías representan menos del 9% cada una. Las categorías que estuvieron representadas por una especie (2%) son las siguientes categorías: EDCAD (rd), EORD (dr), ERCRD (ad), ERC DR y ERTDR (II/rd) (tabla 5).

De manera específica, las especies temporales constituyeron el 50% de total de las especies registradas en este estudio lo que indica el efecto de la temporalidad en la distribución de las especies.

Tabla 5. Lista de especies de moluscos y equinodermos con las categorías obtenidas a partir del test de Olmstead y Tukey, constancia espacio-temporal y distribución espacial y batimétrica.

Especie	Categoría	Especie	Categoría	Especie	Categoría
<i>Arca imbricata</i>	EDCAD	<i>Petalconchus erectus</i>	ETRD (II)	<i>Stramonita rustica</i>	ERTRD (II)
<i>Isognomon radiatus</i>	EDCAD	<i>Mancinella deltoidea</i>	ETRD (II)	<i>Tectura antillarum</i>	ERTRD (II)
<i>Atrina rigida</i>	EDCAD	<i>Ophiocoma wendtii</i>	ETRD (n)	<i>Ophiothrix angulata</i>	ERTRD (II)
<i>Chama macerophylla</i>	EDCAD	<i>Ophioderma rubicundum</i>	ETRD (II)	<i>Hexaplex fulvescens</i>	ERTDR(II/rd)
<i>Lithopoma americanum</i>	EDCAD	<i>Isostichopus</i> sp.	ERCRC(ad)	<i>Pteria colymbus</i>	ERTDR (II)
<i>Elysia crispata</i>	EDCAD	<i>Astraliu phoebium</i>	ERCRC	<i>Caribachlamys imbricata</i>	ERTDR (II)
<i>Ophiothrix orstedii</i>	EDCAD	<i>Davidaster rubiginosus</i>	ERCRC	<i>Diodora cayenensis</i>	ERTDR (II)
<i>Eucidaris tribuloides</i>	EDCAD	<i>Ophiolepis impressa</i>	ERCRC	<i>Fissurella rosea</i>	ERTDR II
<i>Echinometra viridis</i>	EDCAD	<i>Ophiolepis paucispina</i>	ERCRC	<i>Cerithium litteratum</i>	ERTDR II
<i>Spondylus americanus</i>	EDCAD rd	<i>Ophiocoma echinata</i>	ERCRC	<i>Strombus alatus</i>	ERTDR II
<i>Serpulorbis decussatus</i>	EDTAD II	<i>Ophiocoma</i> sp.	ERCRC	<i>Erosaria acicularis</i>	ERTDR II
<i>Linckia guildingii</i>	EDTAD II	<i>Ophioderma guttatum</i>	ERCRC	<i>Cyphoma gibbosum</i>	ERTDR II
<i>Ocnus suspectus</i>	EDTAD II	<i>Ophioderma</i> sp.	ERCRC	<i>Cyphoma mcgintyi</i>	ERTDR II
<i>Trachypollia nodulosa</i>	EDTAD II	<i>Diadema antillarum</i>	ERCRC	<i>Cymatium pileare</i>	ERTDR II
<i>Ctenoides scabra</i>	EDTAD II	<i>Lytechinus variegatus</i>	ERCRC	<i>Dermomurex</i> sp.	ERTDR II
<i>Echinometra lucunter</i>	EOAD	<i>Lytechinus williamsi</i>	ERCRC	<i>Urosalpinx perrugata</i>	ERTDR II
<i>Isostichopus badionotus</i>	EOAD	<i>Pseudothyone belli</i>	ERCRC	<i>Nassarius albus</i>	ERTDR II
<i>Arcopsis adamsi</i>	EORD dr	<i>Stramonita haemastoma</i>	ERCRC	<i>Ophionereis reticulata</i>	ERTDR n

6.3.5. Diversidad.

Los valores obtenidos del cálculo del Índice de diversidad de Shanon-Weaver fluctuaron entre 3.6 y 4.3 bits/ind (Fig. 12). En sotavento (S) en la temporada de lluvias se registró el valor más alto (4.3 bits/ind). En la misma zona pero en temporada de nortes se obtuvo un valor de 3.8 bits/ind. En barlovento (B) en la temporada de lluvias se registró una diversidad de 4 bits/ind, mientras que en la misma zona en temporada de nortes se registró el valor más bajo de la zona de estudio con 3.6 bits/ind.

Al calcular el Índice de Diversidad Ponderado (H_p) para cada una de las temporadas por zona ($S_l=4.3$, $S_n=3.8$, $B_l=4$ y $B_n=3.6$), se determinó que la diversidad no presentó diferencias significativas entre zonas (sotavento y barlovento) en ninguna temporada, mientras que se observaron cambios en la diversidad entre temporadas (lluvias y nortes) en ambas zonas ($t=p<0.05$) (Fig. 12).

Los valores de equidad se encontraron entre 0.75 en la zona de barlovento en la temporada de nortes y 0.83 en la zona de sotavento en la temporada de lluvias (Fig. 12).

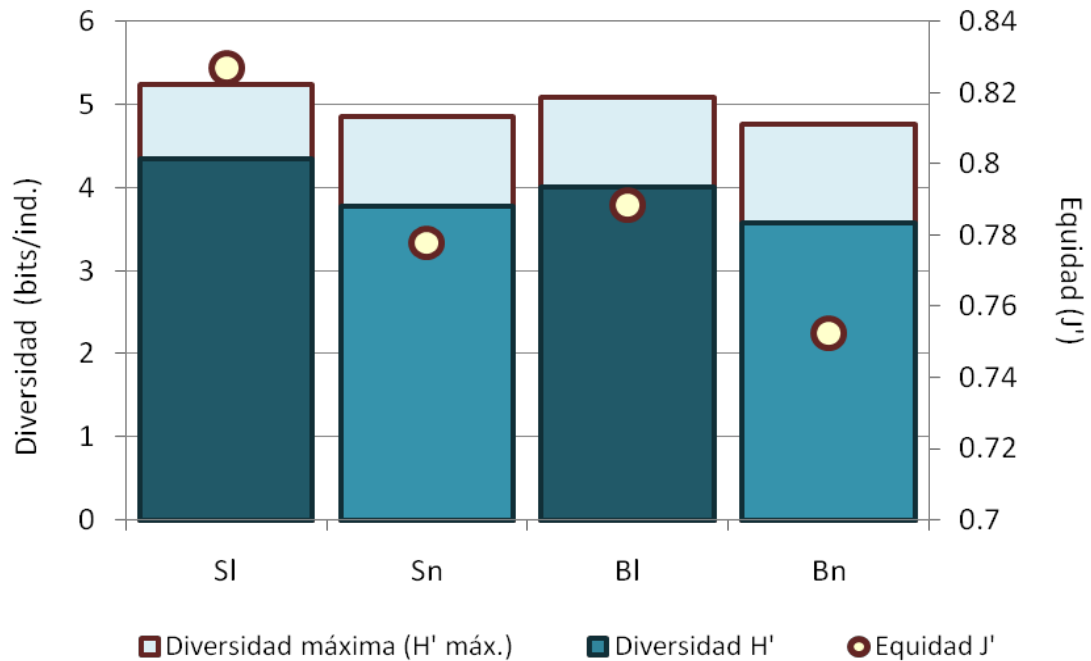


Figura 12. Valores de diversidad (H') y equidad (J') calculados, mostrando una diferencia significativa entre temporada, la cual se representa con la diferencia de colores.

6.4. Análisis del patrón de distribución de los organismos.

6.4.1. Análisis multivariados.

6.4.1.1. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS).

De manera general, considerando las especies de moluscos y equinodermos de todos los transectos, el nMDS (Fig. 13) mostró una tendencia en la conformación obtenida en la que los transectos se disponen sobre un eje vertical “nortes-lluvias”, que se denominó temporal y un eje horizontal “barlovento-sotavento”, denominado como espacial.

En el caso del eje temporal, es obvio que la tendencia es más clara en los muestreos de lluvias ya que en los de nortes, los transectos 1Sn y 3Bn parecieron mostrar mayor similitud con lluvias, además del transecto 2Bn que se dispuso distante del resto de los transectos de norte. Asimismo, en el caso del eje espacial, el análisis separó de manera más clara a los transectos de barlovento y sotavento en lluvias que en los de nortes. La excepción fue el transecto 2Bn que se dispuso distante del resto de los transectos de barlovento.

Mediante el análisis de similitud (ANOSIM) se determinó que las diferencias espaciales (entre sotavento y barlovento) no fueron significativas ($R = -0.001$, $p < 0.05$), mientras que las diferencias temporales (lluvias y nortes) fueron significativas ($R = 0.38$, $p < 0.05$).

Al analizar la similitud entre los transectos considerando una distancia de 0.71 (50% de similitud), se dio la conformación de tres grupos: Un grupo A (transectos 3Sn, 2Sn y 1Bn), los dos primeros corresponden a la zona de sotavento mientras que el tercero se ubica en barlovento, en el grupo B se ubican los transectos pertenecientes a la zona de barlovento en la temporada de lluvia: 2Bl, 3Bl y 1Bl, sin embargo este último pareció tener más similitud con el grupo C. En este último grupo se localizaron los transectos de la zona de sotavento en la temporada de lluvias así como los transectos 1Sn y 3Bn los cuales se encontraron en el extremo sur de las zonas muestreadas (Fig. 13).

La especie que contribuyó con el mayor porcentaje a la formación del grupo A fue *Echinometra viridis* (41.89%) y en menor medida *Eucidaris tribuloides* (12.16%). En el grupo B las especies representativas fueron *Ocnus suspectus* (30.95%), *E. viridis* (25.85%) y *E. lucunter* (12.24%). En el caso del grupo C, la especie con mayor porcentaje fue *E. viridis* (58.34%).



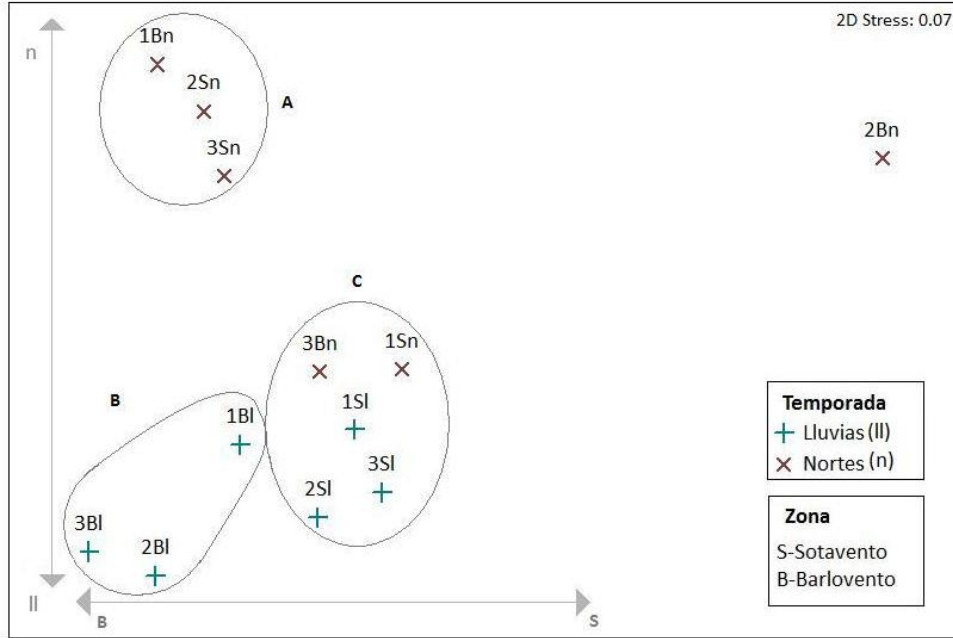


Figura 13. Escalamiento multidimensional (nMDS) mostrando los grupos que se formaron con un nivel de similitud del 50%, utilizando distancias euclidianas corregidas.

6.4.1.2. Distribución batimétrica.

Los valores de abundancia relativa de las especies muestran una estratificación en relación con la profundidad, en la temporada de lluvias (Fig. 14a.) se muestran valores bajos de 2 a 4 m y de 10 a 12 m, mientras que la abundancia se incrementa entre 5 y 10 m, lo cual se observa de manera general tanto en sotavento como en barlovento. En la temporada de nortes (Fig. 14b.) se encuentran valores bajos de abundancia de 0 a 2 m y de 7 a 12 m, mientras que hay un mayor número de organismos entre 3 y 6 m, lo cual se observa en ambas zonas.

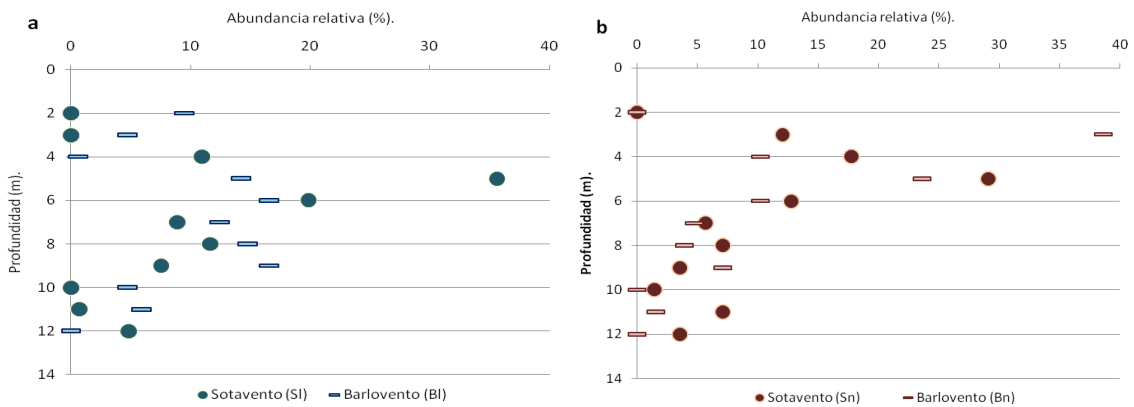


Figura 14. Abundancia relativa de moluscos y equinodermos.
a) Temporada de lluvias; b) Temporada de nortes.

7. Discusión.

7.1. Caracterización ambiental.

El arrecife Sacrificios es una estructura alargada en la cual su eje topográfico (eje de mayor longitud) se ubica en dirección NO-SE, lo que coincide con la descripción general de los arrecifes del PNSAV (Heilprin, 1890; Lara *et al.*, 1992). El talud arrecifal es somero si se compara con las máximas profundidades de otros arrecifes del PNSAV que pueden alcanzar hasta los 40 m (Emery, 1963). La máxima profundidad registrada en ambas zonas del talud durante este estudio coincide únicamente con la registrada por Martínez-Caballero (2007) y por Lara *et al.* (1992) en cuanto al talud de barlovento. Sin embargo, en sotavento, Lara *et al.* (1992) reportaron una profundidad de 6 m en esta zona, ya que probablemente se consideró una parte somera del talud.

Debido a que la base del arrecife se encuentra entre los 10 y 25 m de profundidad, se ubica en la Franja de Plataforma Interna de acuerdo a la zonificación propuesta por Ortiz-Lozano *et al.* (2009), presentando como características hidrológicas corrientes de agua con movimiento paralelo a la costa, con variaciones estacionales respecto a la dirección.

Considerando la clasificación de los sustratos definidos por Lozano-Aburto (2009), en el presente trabajo fueron registrados los siguientes: rocoso-coralino, rocoso-tapete algal, rocoso-arenoso y pedacería, aunque también se encontraron zonas con únicamente coral vivo. Las especies más evidentes fueron *Colpophyllia natans* y las pertenecientes al género *Montastraea*, las cuales son especies dominantes y comunes en el talud de los arrecifes del PNSAV (Lara *et al.*, 1992). En términos de abundancia, la especie *Montastraea cavernosa* es dominante en el talud de Sacrificios lo cual es consistente con lo registrado previamente (Horta-Puga, 2003; Martínez-Caballero, 2007).

La pendiente de sotavento se caracterizó por presentar en su mayoría sustrato rocoso-tapete algal, parches de arena y coral vivo, siendo *Serpulorbis decussatus*, *Echinometra viridis* y *Eucidaris tribuloides* las especies dominantes, estas dos últimas, también registradas por Lara *et al.* (1992) y Villanueva-Sousa (2008). La pendiente de barlovento presentó como sustrato principal rocoso-arenoso, así como formaciones coralinas que coinciden con las registradas en Lara *et al.*, (1992) y Horta-Puga, (2003). Las especies que dominan esta zona son *Isognomon radiatus*, *Echinometra viridis*, *Ocnus suspectus* y *Serpulorbis decussatus* siendo éstas características de la pendiente de barlovento (Tunnell, 1974; Villanueva-Sousa, 2008).

7.2. Identificaciones taxonómicas.

La precisión en la determinación de las especies es de suma importancia para los estudios ecológicos (Lyal *et al.*, 2008) toda vez que se requiere contar con un inventario fidedigno que coadyuve a estudiar la estructura de la comunidad. Por ello, la recolección de ejemplares que representan dificultades para su identificación en campo, es válida y necesaria (Solís-Marín y Mata-Pérez, 1999). Sin embargo, es importante considerar recolectar sólo los individuos necesarios para cubrir los objetivos del estudio.

Al respecto, Hendler *et al.* (2005), indica que para evitar causar un efecto negativo en las comunidades arrecifales, se recomienda realizar la identificación de las especies *in situ* y como apoyo a las mismas, tener un registro fotográfico para su posterior corroboración, siempre considerando que el ejemplar cuente con la calidad suficiente para disipar cualquier duda taxonómica y hacer posible su correcta identificación.

En este estudio, el registro fotográfico permitió corroborar las identificaciones con literatura especializada en el caso de ambos grupos. Asimismo, el contar con la revisión de ejemplares de la colección depositados en el Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsonian, fue clave para el caso de los moluscos, mientras que para el caso de los equinodermos la revisión de espículas de los ejemplares recolectados fue necesaria.

7.2.1. Moluscos.

La mayoría de las especies presentaron características distintivas que facilitan su reconocimiento en campo como ocurre regularmente (García-Cubas y Reguero, 2004; 2007). Un aspecto importante es el tomar en cuenta el tamaño de la concha ya que generalmente, en las conchas grandes se pueden observar mejor estas características. Del total de especies registradas en este trabajo, únicamente un organismo del género *Dermomurex* no fue identificado hasta especie, aunque es posible que se trate de la especie *Dermomurex pauperculus*, registrada previamente en el PNSAV (Pérez-Rodríguez, 1967; Tunnell, 1974; Rivera-Cruz, 2010; González-Bárceñas, 2011). En este trabajo no fue posible distinguir con certeza las características del canal sifonal y la forma de la apertura. Por ello, se considera importante revisar o recolectar organismos de este género para su validación en la zona de estudio.

Otro caso es el de *Arcopsis adamsi*, especie que puede confundirse en campo con representantes del género *Barbatia*, lo que dificulta la identificación *in situ*. Tal es el caso de *Barbatia tenera*, ya que algunos organismos de esta especie (sobre todo los de talla pequeña), pueden confundirse con *A. adamsi* por la similitud en algunas características de las valvas como su forma y ornamentación externa. *Arcopsis adamsi* es una especie considerablemente más pequeña con valvas ligeramente más rectangulares que *B. tenera*. Asimismo, con respecto a la ornamentación de la concha, aunque las dos parecen tener una estructura de cancel, en el caso de *A. adamsi* las estructuras evidentes son las líneas concéntricas más que las radiales como en *B. tenera*.

7.2.2. Equinodermos.

Al igual que en el grupo de los moluscos, existen especies de equinodermos que tienen características que resultan obvias durante el trabajo en campo. Los representantes de las clases Crinoidea, Asteroidea y Echinoidea registrados en este trabajo, no presentaron problemas en cuanto a la identificación *in situ*. Algunos ejemplares de la clase Ophiuroidea tienen como característica distintiva ya sea algún patrón de coloración o bien la estructura de los brazos que facilita su identificación. Sin embargo, en el caso de las especies pertenecientes al género *Ophioderma* y en algunos casos al género *Ophiocoma*, es necesaria la recolecta de los organismos para validar la identificación taxonómica en laboratorio. Lo anterior sucede con algunos organismos de la clase Holothuroidea en los que es de suma importancia la extracción de espículas para la correcta identificación taxonómica. En el caso de este trabajo, los organismos recolectados pertenecieron a la especie *Pseudothyone belli*.

7.3. Estructura comunitaria.

De acuerdo con el estimador Chao 2, fue registrado el 82% del total de especies que se esperaría encontrar en la zona. En efecto, con base en dicho estimador, faltarían 12 especies por registrar, considerando el máximo esfuerzo de muestreo (Escalante-Espinosa, 2003) en el talud Sacrificios.

Debido a que a menos que se alcance el número asintótico de especies (lo cual no se cumplió en este estudio), no existen criterios objetivos que permitan evaluar la calidad de un inventario (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), sería inadecuado concluir que el inventario faunístico que aquí se presenta, podría considerarse como suficiente. Sin embargo, es importante considerar que en los ambientes diversos, como los arrecifes de coral, resulta difícil tener un registro completo de las especies.

Es probable que las especies que faltaron por registrar durante el muestreo sean especies localmente raras (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003) o de hábitos nocturnos, sin embargo, debido a que en el estudio de la estructura comunitaria se consideran las especies con mayor importancia biológica, el no registrar la totalidad de las especies raras, no altera el entendimiento de la estructura de la comunidad.

Del total de especies registrado, los moluscos presentaron el valor más alto aunque su abundancia fue menor que la de equinodermos, lo que es consistente con Birtles y Arnold (1988).

Debido a que la estructura de las comunidades bentónicas depende de una serie de factores como producción primaria en la columna de agua, tipo de sedimento, profundidad y la energía del oleaje, cualquier modificación en dichos factores se verá reflejada en los diferentes grupos pertenecientes al bentos con lo que es posible reconocer los patrones espaciales y temporales dentro de las comunidades (Sanders, 1958; Whitlatch, 1977; Alongi, 1990).

Con respecto a la riqueza de especies, abundancia y diversidad, los cambios ocasionados por la temporalidad coinciden con los observados en estudios sobre comunidades bentónicas (Costa *et*

al., 2001; González-Bárceñas, 2011; Ugalde-García, 2011), en los que el número de especies fue mayor durante la temporada de lluvias. En esta temporada existe un aporte de agua con menor salinidad y con una gran cantidad de nutrientes, por lo que puede darse un ambiente benéfico para aquellos invertebrados que regulan los procesos reproductivos con los valores bajos de salinidad (Alongi, 1990) además de proporcionar una mayor disponibilidad de alimento (Fabricius, 2005), la cual en el caso de moluscos y de equinodermos determina en gran medida la distribución de los mismos dentro del arrecife (Maya-Vilchis, 1993; Zamora-Silva, 2003). Por otra parte, los valores bajos de riqueza de especies, abundancia y diversidad se presentaron durante la temporada de nortes probablemente por la disminución de temperatura que tiene lugar durante la temporada, el aumento de la fuerza de los vientos y energía del oleaje. Estos factores aumentan la turbidez de la columna de agua causando la disminución en el aporte lumínico y probablemente una disminución en la disponibilidad de alimento (Fabricius, 2005).

Con base en lo observado en la estructura de la comunidad de moluscos y equinodermos aquí reportada y de acuerdo con las investigaciones sobre estructura general del bentos (Whitlatch, 1977; Fabricius, 2005; Nkwoji *et al.*, 2010) es probable que el aporte de aguas continentales por descargas de ríos y la disponibilidad de alimento sean los principales factores que determinan la temporalidad, mientras que los cambios espaciales podrían estar determinados principalmente por la energía del oleaje en el talud (Geister, 1977; Costa *et al.*, 2001). Durante este estudio el efecto de la temporalidad quedó evidenciado por los cambios en la estructura de moluscos y equinodermos, sin embargo, el efecto espacial no fue determinante, lo que podría deberse a la cercanía entre las zonas muestreadas.

De manera general, la riqueza específica en el talud fue menor que la registrada en planicies arrecifales en ambos grupos (Eberhardt-Toro, 2002; Ramos-Ramos-Elorduy, 2003; Salcedo-Ríos, 2003; Ortigosa-Gutiérrez, 2005; Islas-Peña, 2007; Rivera-Cruz, 2010; González-Bárceñas, 2011; Ugalde-García, 2011), lo que concuerda con lo registrado por Jácome (1992).

Sin embargo, en el caso de los moluscos, el número de especies fue mayor que el registrado en los arrecifes de Anegada de Adentro y Anegada de Afuera (García-Salgado, 1992; Jácome, 1992). Un aspecto importante a considerar es que en este trabajo se registraron aquellos organismos que fueron encontrados vivos, mientras que en otras investigaciones se registran también las conchas vacías, lo cual constituye un problema ya que no es posible determinar si el molusco vivió en ese lugar ni hace cuánto tiempo murió.

Con respecto a los equinodermos, el registro de especies fue similar al encontrado en los taludes arrecifales de Sacrificios por Solís-Marín *et al.* (2007) y de Galleguilla por Villanueva-Sousa (2008). Asimismo, el número de especies fue mayor que el registrado en la planicie arrecifal de Anegada de Adentro (Mohedano-Maldonado, 2010).

García-Salgado (1992) y Jácome-Pérez (1992) reportaron que los valores altos de riqueza de especies, abundancia y diversidad fueron mayores en la planicie arrecifal que en el talud, lo cual

atribuyen a la gran variedad de sustratos dentro de la planicie así como una mayor disponibilidad de alimento. Sin embargo, debido a que el talud presenta un gradiente como resultado de los cambios en la profundidad, aporte lumínico y energía del oleaje principalmente (Geister, 1977), es probable que la variedad de ambientes que en él se desarrollan sea mayor que en la planicie arrecifal. Lo anterior se ve reflejado en los valores de diversidad calculados durante este estudio, los cuales se discuten posteriormente.

La diferencia en la composición de sustratos puede limitar el establecimiento de ciertas especies. Un ejemplo de ello, lo constituyeron las especies que se distribuyen en los parches de *Thalassia testudinum* como *Tripneustes ventricosus* (Solís-Marín *et al.*, 2007; Mohedano-Maldonado, 2010; Celaya-Hernández, 2008; Ugalde-García, 2011) y el género *Cerithium* (Jácome-Pérez, 1992; Ramos-Ramos-Elorduy, 2003; Rivera-Cruz, 2010; González-Bárceñas, 2011). También hay especies restringidas a algunas zonas del arrecife que no incluyen el talud (Jácome-Pérez, 1992; García-Cubas *et al.*, 1994).

Los gastrópodos en el caso de los moluscos y los ofiuroides en los equinodermos fueron los de mayor riqueza específica lo cual podría deberse, en el primer caso, a la gran variedad de tipos de alimentación dentro de la clase (García-Cubas *et al.*, 1994) mientras que en el segundo caso, se debe principalmente a la capacidad de ocupar diferentes espacios dentro del arrecife, así como a la capacidad de adecuarse al alimento disponible en su entorno (Birkeland, 1989).

Existen diferentes formas de medir la dominancia de las especies en una zona de estudio, en algunos casos, se determina el Coeficiente Simple de Dominancia (CSD) que considera dominantes a las especies con mayor abundancia o densidad relativa (Brower y Zar, 1977; Dominguez-Castanedo, 2007), por ello, al calcular el Índice de Valor Biológico (IVB) pueden usarse ambos parámetros. Además, en este estudio se consideró importante complementar este cálculo con el Test de Olmstead y Tukey que permite ubicar a las especies características en función de su abundancia y frecuencia espacial y temporal.

Las especies con mayor importancia biológica en toda la zona de estudio estuvieron repartidas entre cuatro clases: Bivalvia (*Chama macerophylla*, *Arca imbricata* y *Atrina rigida*), Gastropoda (*Lithopoma americanum* y *Serpulorbis decussatus*), Echinoidea (*Echinometra viridis*, *Eucidaris tribuloides* y *E. lucunter*) y Ophiuroidea (*Ophiothrix orstedii* y *Ophiocoma wendtii*). Los bivalvos aquí registrados, por ser organismos sésiles, dependen de sustrato duro para fijarse por lo que el talud arrecifal es un lugar propicio para su establecimiento, lo que los hace especies representativas de esta zona (Jácome-Pérez, 1992). Los equinoideos se establecen principalmente en sustratos duros, por lo que han sido registrados como dominantes en ambientes arrecifales del PNSAV (Celaya-Hernández *et al.*, 2008), además de que aunque sus hábitos son principalmente herbívoros, pueden llegar a ser generalistas (Hendler *et al.*, 1995; Calva, 2003; Celaya-Hernández *et al.*, 2008).

Al utilizar el Coeficiente Simple de Dominancia se tiene una idea general de las especies que podrían tener la mayor importancia biológica dentro de la comunidad, lo cual resulta acertado siempre y cuando el muestreo se realiza en una temporada en particular. Como se mencionó anteriormente, la temporalidad afecta los patrones de distribución de las comunidades bentónicas, lo cual se ve reflejado en algunas especies que son dominantes durante una temporada pero pueden ser ocasionales o incluso raras durante otra. En este sentido, el haber utilizado los diagramas de Olmstead y Tukey como complemento al Índice de Valor Biológico, con los cuales se consideró la frecuencia y abundancia de las especies, así como su distribución espacial y temporal, permitió la categorización de cada una de ellas lo cual resulta un aporte importante para estudios posteriores de monitoreo. Aunado a esto, el análisis de la distribución batimétrica complementa el reconocimiento del patrón espacio-temporal de los moluscos y los equinodermos aquí registrados.

En relación a la diversidad, los valores fueron más altos en ambas zonas y temporadas que los registrados en la planicie arrecifal de Sacrificios (caso contrario de la riqueza específica), lo que difiere de los estudios de Pizaña (1990) y Jácome-Pérez (1992) quienes registraron una menor diversidad en las zonas profundas (taludes) que en las someras (planicie arrecifal). En sotavento y barlovento, en ambas temporadas, la diversidad observada estuvo cercana a la diversidad máxima, además de que la equidad estuvo por encima de 0.75 lo que nos indica que a pesar de que el número de especies en el talud arrecifal sea menor que en la planicie, las abundancias se encuentran repartidas de manera más o menos homogénea entre las especies, es decir, pocas especies son dominantes. Lo anterior podría ser un signo de que los recusos se encuentran bien repartidos así como de la variedad de hábitats que pueden ser ocupados por ambos grupos.

La diferencia en la diversidad por la temporalidad podría deberse principalmente al patrón general de dominancia (Loya-Salinas y Escofet, 1990), mismo que se observa en la distribución de las abundancias relativas, que cambian considerablemente durante la temporada de nortes. En efecto, pocas especies (15) suman el 90% de la abundancia relativa en ambas zonas, presentándose un caso de alta dominancia, mientras que en la temporada de lluvias, el mismo porcentaje lo constituyen 25 especies, con lo que disminuye la dominancia y se favorece una alta equidad.

De manera específica, durante la temporada de lluvias, fueron especies de equinodermos las dominantes, sumando entre el 40 y 50% de la abundancia, entre *Echinometra viridis*, *Ocnus suspectus*, *Eucidaris tribuloides* y *Ophiothrix orstedii*. En nortes, *Echinometra viridis* y *Eucidaris tribuloides* se mantienen como dominantes, pero a estas se le adicionan el bivalvo *Isognomon radiatus* y el gasterópodo *Serpulorbis decussatus*, sumando el 60% de la abundancia.

Con respecto a los estudios acerca de la distribución batimétrica de moluscos y equinodermos, éstos son escasos en el PNSAV, ya que las investigaciones se han centrado en aspectos de carácter taxonómico (Jiménez-Hernández *et al.*, 2007).

En este trabajo se encontraron tres estratos en el talud, representados por las siguientes profundidades: 2-4, 5-10 y 10-12 m, en temporada de lluvias y 0-2, 3-6 y 7-12 m en temporada de nortes. Aunque no existe un efecto espacial ya que la estratificación se mantuvo en sotavento y barlovento, los cambios en la profundidad de los estratos sugieren un efecto temporal, mismo que puede deberse al proceso de mezcla en la columna de agua que se presenta durante la temporada de nortes, ya que aumenta la turbidez del agua (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008). Por lo tanto, reduce la iluminación limitando el proceso de fotosíntesis (Fabricius, 2005), con ello el desarrollo óptimo de los productores primarios y por consecuencia, de los siguientes grupos tróficos. Por lo que es probable que se produzca un ligero desplazamiento vertical de los organismos hacia zonas más someras en donde podría haber una mayor disponibilidad de alimento.

En el caso específico de los moluscos en arrecifes, se ha registrado que bivalvos y gastrópodos se distribuyen en dos estratos: somero y profundo, dados por riqueza específica y abundancia (Jácome-Pérez, 1992). El estrato somero se refiere a la planicie arrecifal, mientras que en la zona profunda, que corresponde al talud arrecifal, no se reportan diferencias en relación con la profundidad.

Por su parte, los registros de distribución batimétrica de los equinodermos en arrecifes coralinos se refieren a intervalos grandes de profundidad (Hendler *et al.*, 1995) o bien a registros puntuales (Solís-Marín *et al.*, 2007), por lo que el haber establecido la distribución batimétrica de moluscos y equinodermos en este estudio permitirá una mejor planeación en las futuras investigaciones de ambos grupos en taludes.

7.4. Zonación.

En los estudios sobre las comunidades arrecifales tanto en arrecifes de distintas partes mundo (Geister, 1977, Pichon, 1981; Costa *et al.*, 2001) así como en México (Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez, 2003) y en especial en el PNSAV (Lara, 1989; Lara *et al.*, 1992) se ha determinado que existe una clara diferencia entre las zonas del talud (sotavento y barlovento). Esta zonación, determinada principalmente por la energía del oleaje y por la topografía (Geister, 1977), siendo la zona protegida y con una alta cobertura de coral la zona de sotavento y la expuesta a una gran energía del oleaje con baja cobertura de coral la zona de barlovento.

El talud de la zona norte del arrecife Sacrificios se encuentra diferenciado en sotavento y barlovento (Lara *et al.*, 1992; Martínez-Caballero, 2007). Durante este estudio se observó que la temporalidad produce efectos sobre la composición de moluscos y equinodermos, permitiendo que se observe una separación entre ambas zonas durante la temporada de lluvias, con algunas excepciones, o bien, que haya una combinación entre ambas zonas en el extremo en el que se unen (NO-SE). Es probable que uno de los efectos de los “nortes” en el taud sea que las condiciones de la columna de agua y sedimentos, dadas por el proceso de mezcla característico de la temporada, propicie un intercambio de especies entre ambas zonas.

El que se observe la diferencia en términos espaciales únicamente en una temporada, no es consistente con lo observado en los estudios mencionados al principio de esta sección, debido probablemente a que en ninguno de los trabajos antes mencionados, se consideraron ambas zonas en el extremo en el que se unen tal como se hizo durante este estudio. Por tal motivo, es posible que el área muestreada durante este estudio, es decir, el extremo noroeste del talud de Sacrificios, corresponda a una zona transicional, sin embargo, serán necesarios más estudios para poder confirmar lo anterior.

En este sentido, Martínez-Caballero (2007) menciona que el transecto noroeste, el equivalente al transecto 1S de este trabajo, a pesar de encontrarse en sotavento, presenta mayor similitud con barlovento, por lo que lo propone como una zona de transición. Considerando la estructura comunitaria de moluscos y equinodermos, se observa que la zona de barlovento se encuentra bien definida durante la época de lluvias. Sin embargo, el transecto 1B presenta similitud con sotavento, lo que es evidente en la temporada de nortes. Asimismo, en el caso de la zona de sotavento, al presentarse la temporada de nortes, dos de los transectos presentan gran similitud con barlovento.

Debido a que sólo existen dos trabajos en el talud de los arrecifes del PNSAV que incluyan estas zonas (Martínez-Caballero, 2007 y Villanueva-Sousa, 2008) y en ambos casos se detectaron problemas para definir la separación entre sotavento y barlovento, sobre todo en la zona en la que se unen ambas, una de las propuestas de este trabajo es considerar el extremo noroeste del talud como una zona transicional que debiera ser incluida en trabajos futuros, ya que sólo pudo distinguirse una zonación en el talud durante una temporada.

8. Conclusiones.

Se obtuvo la batimetría del Arrecife Sacrificios, distinguiéndose dentro de los principales rasgos, que su talud es somero ya que su base se encuentra a los 14 m. De manera general, su pendiente es suave hacia barlovento mientras que hacia sotavento presenta una pendiente abrupta.

De los 583 organismos registrados, los equinodermos representaron la mayor abundancia con el 61%, mientras que los moluscos representaron el 39%. Las clases más abundantes fueron Echinoidea con el 36%, seguida de Gastropoda y Bivalvia con 20 y 19% respectivamente.

Se identificaron 54 especies en el talud arrecifal de Sacrificios, de las cuales, 31 (57%) corresponden a moluscos y 23 (43%) a equinodermos, siendo los bivalvos *Arca imbricata*, *Atrina rigida* y *Chama macerophylla*, y los equinoideos *Eucidaris tribuloides*, *Echinometra viridis* y *E. lucunter* las especies de mayor importancia biológica.

La estructura de la comunidad de moluscos y equinodermos estuvo determinada en menor grado por la ubicación en barlovento-sotavento y en mayor grado por la temporalidad, registrándose una mayor riqueza específica y diversidad en sotavento que en barlovento y en la temporada de lluvias que en la de nortes. Durante esta última, la dominancia aumenta debido a la presencia de *Serpulorbis decussatus*, *Isognomon radiatus* y *Echinometra viridis*, con las que se alcanza el 60% de la abundancia total.

Se obtuvieron 14 categorías para las especies del talud de Sacrificios en función de su abundancia y frecuencia espaciotemporal, siendo las especies “raras” las que constituyen el mayor porcentaje (59%), mientras que las especies “temporales” fueron las de menor porcentaje (13%). Se observó que el 39% de las especies tuvieron una distribución batimétrica “reducida” y el menor porcentaje (27%) lo presentaron aquellas con distribución batimétrica “restringida”.

Se propone establecer a la región NO del arrecife Sacrificios como zona transicional entre barlovento y sotavento.

9. Consideraciones finales.

El método de muestreo utilizado durante este trabajo permitió establecer una estratificación batimétrica determinada por la abundancia relativa de moluscos y equinodermos, lo cual permitirá tomar decisiones acerca de muestreos futuros, ya que hasta el momento se había considerado únicamente la estratificación dada por el desarrollo de corales dependiendo de los objetivos de cada investigación (Loya, 1978; Horta-Puga, 2007; Gutiérrez-Ruiz, 2011), por lo que es importante considerar la variedad de patrones de vida, hábitos alimenticios y sustratos en los que se distribuyen otros grupos de invertebrados.

Es importante también considerar que en los estudios de monitoreo de las comunidades arrecifales son consideradas ambas zonas cuando se estudian los taludes, sin embargo, es posible que se esté perdiendo información si no se consideran las posibles zonas de transición durante los muestreos.

Por otra parte, existe una problemática con respecto a la información de moluscos, ya que a pesar de que existen varios trabajos en zonas arrecifales en que se registran de manera específica las especies para el PNSAV, la mayoría son tesis o informes técnicos. Por ello, una aportación de este trabajo es el presentar la lista de especies registradas hasta el momento (incluyendo este estudio) en el PNSAV, misma que se pretende publicar posteriormente, así como los arrecifes en los que han sido registradas. En el caso de los equinodermos, la información se encuentra contenida en su mayoría en la obra de Solís-Marín *et al.* (2007) y en algunas tesis de licenciatura, lo que facilita la revisión de la información.

Los muestreos realizados para la realización de esta tesis fueron únicamente diurnos por lo que sería importante incluir buceos nocturnos para completar la información acerca de ambos grupos ya que el único trabajo que los ha incluido ha sido el de Tunnell (1974) quién estudió el arrecife De Enmedio logrando uno de los listados más completos de moluscos.

Como se puede observar en los resultados obtenidos y al compararlos con otras investigaciones que han tenido lugar en las planicies arrecifales, la dinámica del talud es en algunos casos opuesta a la observada en las zonas someras por lo que resulta de suma importancia realizar trabajos que incluyan tanto planicie arrecifal como el talud para hacer las comparaciones entre cada una de las zonas del arrecife y de esta manera comprender su dinámica.

10. Literatura citada.

- Abbott, R. T. 1974. American Seashells. The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific coast of North America. Ed. Van Nostrand Reinhold Company. 663 pp.
- Abbott, R. T. 1978. Seashells. A Ridge Press Book. Bantam Book. Toronto. Nueva York. 157 pp.
- Abbott, R. T. y P. A. Morris. 1995. Shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies. Ed. Houghton Mifflin Company. 350 pp.
- Abbott, R. T. y S. P. Dance. 1986. Compendium of Seashells. Ed. American Malacologists, INC. Melbourne, Florida. 411 pp.
- Adjeroud, M. 2006. Zonation of coral assemblages in the Ryukyu Islands (southern Japan): the importance of land-ocean gradients and reef habitats. Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium 310-318.
- Ahmed, M., G. Magnayon-Umali, C. Kieok-Chong, M. Franz-Rull y M.C. Garcia. 2007. Valuing recreational and conservation benefits of coral reefs—The case of Bolinao, Philippines. Ocean & Coastal Management 50: 103–118.
- Alongi, D. M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. Oceanography and Marine Biology: Annual Review 28: 381-496.
- Arceo, P. y A. Granados-Barba, 2010. Evaluating sustainability criteria for a marine protected area in Veracruz, Mexico. Ocean & Coastal Management 53 (9): 535-543.
- Arceo, P. y L. Ortiz-Lozano. 2007. Indicadores de Capital Social para el manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. In Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano, A. Granados-Barba, L.G. Abarca-Arenas y J.M. Vargas-Hernández (eds). Universidad Autónoma de Campeche, México. p. 287-304.
- Arriaga, C. L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. R. Jiménez, L. E. Muñoz y S. V. Aguilar (coords). 1998. Regiones prioritarias marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 198 pp.
- Birkeland, C. 1989. The influence of echinoderms on coral reef communities. In Echinoderm Studies, M. Jangoux y J. M. Lawrence (eds.). Balkema, Rotterdam. p. 1-79.
- Birkeland, C. 1997. Life and death of Coral Reefs. Ed. Chapman & Hall. EU. 536 pp.
- Birtles, R. A. y P. W. Arnold. 1988. Distribution of the trophic groups of epifaunal echinoderms and molluscs in the soft sedimental areas of the central Great Barrier Reef Shelf. Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium 3: 325-332.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Brown Company Publishers. 194 pp.
- Burke, R. B. 1982. Reconnaissance Study of the geomorphology and benthic communities of the outer Barrier Reef Platform, Belize. In The Atlantic Barrier Reef Ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize, I. Structure and Communities, K. Rützler e I. G. Macintyre (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington. 539 pp.
- Carricart-Ganivet, J. P. y G. Horta-Puga. 1993. Arrecifes de Coral en México. In Biodiversidad Marina y Costera de México, S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO, México. p. 81-92.
- Caso, M. E. 1941. La existencia de *Linckia guildingii* Gray, en la costa pacífica. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 12: 155-160.
- Caso, M. E. 1961. Los equinodermos de México. Tesis Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México 256 pp.

- Clava, L. G. 2003. Hábitos alimenticios de algunos Equinodermos. Parte 2. Erizos de mar y pepinos de mar. *Contactos* 47: 54-63.
- Celaya-Hernández, E. V. 2006. Erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) de la parte sur de la laguna Arrecifal de Isla Verde, Veracruz, Ver., México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 214 pp.
- Celaya-Hernández, E. V., F. A. Solís-Marín, A. Laguarda-Figuera, A. de la L. Durán-González y T. Ruiz-Rodríguez. 2008. Asociación a sustratos de los erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 56: 281-295.
- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43: 783-791.
- Chávez-Hidalgo, A. 2009. Conectividad de los arrecifes coralinos del Golfo de México y Caribe Mexicano. Tesis Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos. CICIMAR-IPN, México. 167 pp.
- Chávez, E., J. W. Tunnell Jr. y K. Withers. 2007. Reef zonation and ecology: Veracruz Shelf and Campeche Bank. In *Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico*, J. W. Tunnell Jr., E. A. Chávez y K. Withers (eds). Texas A&M University Press. p. 41-67.
- Chávez-López, R., A. Rocha-Ramírez y A. Ramírez-Rojas. 2005. Cambios en los ensamblajes de peces del sistema lagunar de Alvarado (sla), Veracruz, México. *Revista Digital Universitaria*. 6. <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art79/int79.htm>.
- Clarke, K. R. y R. N. Gorley. 2006. User manual / Tutorial PRIMER v6.0. PRIMER-E Ltd. 190 pp.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington, 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transaction of the royal society of London, series B* 345: 101-118.
- Comisión Nacional del Agua. 2005. Estadísticas del Agua en México. México.
- Costa Jr, O. S., M. J. Attrill, A. G. Pedrini y J. C. De-Paula. 2001. Benthic macroalgal distribution in coastal and offshore reefs at Porto Seguro Bay, Brazilian Discovery Coast. *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium* 499-508.
- Costanza, R., R. D'Arge, R. de Groot, S. Farberk, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Suttonkk y M. Van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Dance, S. P. 1993. Conchas marinas. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. 256 pp.
- De León-González, J.A. y V. Díaz-Castañeda. 2006. Eunicidae (Annelida: Polychaeta) associated with *Phragmathopoma caudata* Morch, 1863 and some coral reefs from Veracruz, Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas* 70S3: 91-99.
- Diario Oficial de la Nación (DOF). 1992. Decreto por el cual se declara Área Natural Protegida con el carácter de Parque Marino Nacional al Sistema Arrecifal Veracruzano. Martes 25 de Agosto. 457: 4-13.
- Domínguez-Castanedo, N. 2007. Estudio de la macrofauna bentónica de la laguna arrecifal de Isla Sacrificios, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología Marina), Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 98 pp.
- Domínguez-Castanedo, N., A. Granados-Barba y V. Solís-Weiss. 2007. Estudio preliminar de la macrofauna bentónica presente en la laguna del Arrecife Sacrificios. In *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*, A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (eds.). Universidad Autónoma de Campeche, México. p. 113-126.
- Durán-González, A., A. Laguarda-Figuera, F. A. Solís-Marín, B. E. Buitrón-Sánchez, C. Gust-Ahearn y J. Torres-Vega. 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical* 53: 53-68.

- Eberhardt-Toro, I. 2002. Composición faunística del orden Archaeogastropoda en la Planicie Arrecifal Punta Mocambo, Veracruz. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 67 pp.
- Emery, K.O. 1963. Estudios Regionales, Arrecifes Coralinos de Veracruz, México. *Geofísica Internacional* 3: 11-17.
- Escalante-Espinosa, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores paramétricos de Chao. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. *Elementos: ciencia y cultura* 58: 53-56.
- Fernández-Eguiarte, A., A. Gallegos-García y J. Zavala-Hidalgo. 1992a. Oceanografía Física 1. Masas de agua y Mareas de los Mares Mexicanos. Atlas Nacional de México (Hoja IV 9.1. Verano). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Fernández-Eguiarte, A., A. Gallegos-García y J. Zavala-Hidalgo. 1992b. Oceanografía Física 2. Masas de agua y Mareas de los Mares Mexicanos. Atlas Nacional de México (Hoja IV 9.2. Invierno). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Field, J. G., K. R. Clarke y R. M. Warwick. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series* 8: 37-52.
- Fabricius, K. E. 2005. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 50: 125-146.
- Galindo-Leal, C., S. Weiss y M. Rodríguez. 1999. Simplificando la complejidad: El análisis multivariado (ordenación y clasificación). *Ecotono* 6-7.
- García-Cubas, A., M. Reguero, y L. Jácome. 1994. Moluscos arrecifales de Veracruz, México (Guía de campo). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 143 pp.
- García-Cubas, A. y M. Reguero. 2004. Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 168 pp.
- García-Cubas, A. y M. Reguero. 2007. Catálogo ilustrado de moluscos bivalvos del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 94 pp.
- García, E. 1987. Apuntes de climatología. 3a. edición. Ed. Larios e hijos impresores. México. 153 pp.
- García-Salgado, M. A. 1992. Moluscos bentónicos del Arrecife coralino Anegada de Adentro, Veracruz, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 66 pp.
- Gaston, K. J. y J. I. Spicer. 2004. *Biodiversity: An Introduction*. 2a. edición. Ed. Blackwell Publishing. Reino Unido. 191 pp.
- Geister, J. 1977. The influence of wave exposure on the ecological zonation of Caribbean Coral Reefs. *Proceedings of the 3th International Coral Reef Symposium* 23-29.
- Goldberg, W. M. 1973. The ecology of the coral-octocoral communities off the southeast Florida Coast: geomorphology, species composition, and zonation. *Bulletin of Marine Science* 23: 465-488.
- Goreau, T. F. y N. I. Goreau. 1973. The ecology of Jamaican coral reefs. II. Geomorphology, zonation, and sedimentary phases. *Bulletin of Marine Science* 23: 399-464.
- Gosner, K. L. 1978. *A Field Guide to the Atlantic Seashore from the Bay of Fundy to Cape Hatteras*. The Peterson field guide series. Houghton Mufflin Company. EU. 329 pp.
- Gotelli, N. J. y G. R. Graves. 1996. *Null models in ecology*. Smithsonian Institution Press. Washinsgton. 368 pp.

- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters* 4: 379-391.
- Gotelli, N. J. y J. L. Entsminger. 2005. EcoSim: null models software for ecology. Acquired Intelligence Inc and Kelsey-Bear, Burlington. <http://garyentsminger.com/ecosim/index.htm>.
- Granados-Barba, A. 2001. Los poliquetos bénticos de la región petrolera del suroeste del Golfo de México: estructura comunitaria e impacto ambiental. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 149 pp.
- Granados-Barba, A., L. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (eds). 2007. Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche, México. 304 pp.
- Gutiérrez, D., C. García-Sáenz, M. Lara y C. Padilla. 1993. Comparación de Arrecifes Coralinos: Veracruz y Quintana Roo. In Biodiversidad Marina y Costera de México, S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO, México. p. 787-806.
- Gutiérrez-Ruiz, C. V., M. Á. M. Román-Vives, C. H. Vergara y E. I. Badano. 2011. Impacto de perturbaciones antrópicas sobre la diversidad de corales pétreos superficiales en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 249-260.
- Heilprin, A. 1891. The coral and coral reefs of Western waters of Gulf of Mexico. *Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia* 42: 303-316.
- Hendler, G., J. E. Miller, D. L. Pawson y P. M. Kier. 1995. *Sea Star, Sea Urchins & Allies: Echinoderms of Florida & the Caribbean*. Smithsonian Institute Press. 390 pp.
- Henkel, D. H. 1982. Echinoderms of Enmedio Reef, southwestern Gulf of Mexico. M. S. thesis, Corpus Christi State University, Corpus Christi, Texas. 78 pp.
- Hopley, D. y R. Barnes. 1985. Structure and development of a windward fringing reef, Orpheus Island, Palm Group, Great Barrier Reef. *Proceedings of the 5th International Coral Reef Symposium* 3: 141-146.
- Horta-Puga, G. 2003. Condition of selected reef sites in the Veracruz Reef System (stony corals and algae). In *Status of Coral Reefs in the western Atlantic: Results of initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program Atoll Research Bulletin* 496, J. C. Lang (ed.). p. 360-369.
- Horta-Puga, G. y J. D. Carriquiry. 2008. Crecimiento del coral hermatípico *Montastraea cavernosa* en el Sistema Arrecifal Veracruzano. *Ciencias Marinas* 34: 107-112.
- Humann, P y N. Deloach. 2002. *Reef Creature Identification, Florida, Caribbean, Bahamas*. 2a edición. New World Publications. Inc. EU. 420 pp.
- Ibarra-Morales, N. y L. G. Abarca-Arenas. 2007. Distribución, abundancia y biomasa de *Thalassia testudinum* en la laguna del arrecife Sacrificios, Veracruz. In *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*, A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (eds.). Universidad Autónoma de Campeche, México. p. 161-172.
- INE-SEMARNAT. 2000. *Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Federales*. INE-SEMARNAT, México. 748-759.
- Islas-Peña, T. V. 2004. Pelecípodos de la planicie del arrecife La Gallega, Veracruz, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 102 pp.
- Ives, J. E. 1890. Echinoderms from the Northern Coast of Yucatan and the Harbor of Veracruz. *Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia* 1890: 317-340.

- Jácome-Pérez, L. 1992. Análisis de las comunidades malacológicas asociadas al arrecife Anegada de Afuera, Veracruz, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 62 pp.
- Jiménez-Badillo, M. L. 2008. Management challenges of small-scale fishing communities in a protected reef system of Veracruz, Gulf of Mexico. *Fisheries Management and Ecology* 15:19-26.
- Jiménez-Hernández, M. A. 2006. Diagnóstico ambiental de la zona costera del Puerto de Veracruz y áreas adyacentes. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 58 pp.
- Jiménez-Hernández, M. A., A. Granados Barba y L. Ortiz-Lozano. 2007. Análisis de la información científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano. In *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*, A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (eds). Universidad Autónoma de Campeche, México. p. 1-16.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161.
- Jordán-Dahlgren, E. 2002. Gorgonian distribution patterns in coral reef environments of the Gulf of Mexico: evidence of sporadic ecological connectivity?. *Coral Reefs* 21: 205-215.
- Jordán-Dahlgren, E. y R. E. Rodríguez-Martínez. 2003. The Atlantic coral reefs of Mexico. In *Latin American Coral Reefs*, J. Cortés (ed.). CIMAR. Universidad de Costa Rica. p. 131-158.
- Kaplan, E. H. 1982. *A Field Guide to Coral Reefs Caribbean and Florida*. The Peterson field guide series. Houghton Mufflin Company. EU. 289 pp.
- Krutak, P. R. 1997. Petrography and Provenance of Siliciclastic Sediments, Veracruz-Antón Lizardo Reefs, México. In *Paleoceanography and paleoclimatology in the northwest Pacific region*, J. San-Joon Jan y Y. Hi-Il (eds.). *Ocean Research* 19: 231-243.
- Lara, M. 1989. Zonación y caracterización de los escleractineos en el arrecife Anegada de Afuera, Veracruz, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 91 pp.
- Lara, M., C. Padilla, C. García y J. J. Espejel. 1992. Coral Reef of Veracruz Mexico I. Zonation and Community. *Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium* 1: 535-544.
- Legendre, P. y L. Legendre. 1998. *Numerical ecology*. 2da. edición. Elsevier, Amsterdam. 853 pp.
- Legendre, P y E. D. Gallagher. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129: 271-280.
- Loya-Salinas, D. H. y A. Escofet. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). *Ciencias Marinas* 16(2): 97-115.
- Loya, Y. 1978. Plotless and transect methods. In *Monographs on Oceanic Methodology*. Coral Reefs: Research Methods, D. R. Stoddart y R. E. Johannes (eds.). UNESCO Press. 5: 197-218.
- Lozano-Aburto, M.A. 2009. Taxocenosis de Octocorales del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis Maestría en Ecología y Pesquerías. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Lyal, C., P. Kirk, D. Smith y R. Smith. 2008. El valor de la taxonomía para la biodiversidad y la agricultura. *Biodiversity* 9(1 y 2): 8-13.
- Martínez-Caballero, R. J. 2007. Geomorfología y caracterización biótica del arrecife Sacrificios Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. Tesis Licenciatura (Biología Marina). Instituto Tecnológico de Boca del Río. Veracruz. México. 93 pp.
- Matteucci, S. D. y A. Colma, 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie Biología. Monografía 22. 168 pp.

- Maya-Vilchis, P. 1993. Distribución, abundancia y algunos aspectos de la biología del erizo *Lytechinus variegatus* en el arrecife "Hornos" del Puerto de Veracruz, Ver., México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, México. 92 pp.
- Meinkoth, N. A. 1995. National Audubon Society Field Guide to North American Seashore Creatures. Alfred A. Knopf. EU. 813 pp.
- Mikkelsen, P. M. y R. Bieler. 2008. Seashells of Southern Florida: Living Marine Mollusks of the Florida Keys and Adjacent Regions: Bivalves. Princeton University Press. 496 pp.
- Moravec, F. y G. Salgado-Maldonado. 2007. A new species of *Philometra* (Nematoda, Philometridae) from the gonads of the rock hind *Epinephelus adscensionis* (Osteichthyes) from the southern Gulf of Mexico. *Acta Parasitológica* 52: 376-381.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza. 84 pp.
- Morris, P. A. 1975. Shells of the Atlantic. Houshton Mifflin Company. EU.
- Nishimura-Murakami, M. 2005. Distribución y abundancia del erizo blanco *Tripneustes ventricosus* (Echinodermata: Toxopneustidae) en la laguna del arrecife de Isla Verde, Veracruz, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 113 pp.
- Nkwoji, J. A., A. Yakub, G. E. Balogun, K. O. Igbo, A. A. Ariyo y B. O. Bello. 2010. Seasonal variations in the wáter chemistry and benthic macroinvertebrates of a South Western Lagoon, Lagos, Nigeria. *Journal of American Science* 6(3): 85-92.
- Okolodkov, Y. B. 2008. *Protoperidinium* Bergh (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a key for identification. *Acta Botánica Mexicana* 84: 93-149.
- Okolodkov, Y. B. 2010. *Ceratium* Schrank (Dinophyceae) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a key for identification. *Acta Botánica Mexicana* 93: 41-101.
- Okolodkov, Y. B., G. Campos-Bautista, I. Gárate-Lizárraga, J. A. G. González-González, M. Hoppenrath y V. Arenas. 2007. Seasonal changes of benthic and epiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. *Aquatic Microbial Ecology* 47: 423-437.
- Orloci, L. 1967. An agglomerative method for classification of Plant Communities. *The Journal of Ecology* 55: 193-206.
- Ortigosa-Gutierrez, J. D. 2005. Riqueza y distribución de opistobranquios (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Ver. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 54 pp.
- Ortiz-Lozano, L. D. 2006. Análisis crítico de las zonas de regulación y planeación en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California. México. 187 pp.
- Ortiz-Lozano, L., A. Granados-Barba y I. Espejel. 2007. El contexto regional del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y las Implicaciones para su manejo In Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano, A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas y J.M. Vargas-Hernández (eds.). Universidad Autónoma de Campeche, México. p. 275-287.
- Ortiz-Lozano, L., I. Espejel, A. Granados-Barba y P. Arceo. 2007. A functional and integrated approach of methods for the management of protected marine areas in the Mexican Coastal Zone. *Ocean & Coastal Management* 50: 379-391.

- Ortiz-Lozano, L., A. Granados-Barba y I. Espejel. 2009. Ecosystemic zonification as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: applications for the Sistema Arrecifal Veracruzano National Park, México. *Ocean & Coastal Management* 52: 317-323.
- Padilla, C. A., M. Lara y M. A. García. 2000. Uso del Buceo en el Muestreo de Comunidades Bénticas. In *Métodos de Muestreo en la Investigación Oceanográfica*, A. Granados-Barba, V. Solís-Weiss y R. G. Bernal-Ramírez (eds.). Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México. p. 399-431.
- Parra-Toriz, D., M. L. A. Ramírez-Rodríguez y D. U. Hernández-Becerril. 2011. Dinoflagelados (Dinophyta) de los órdenes Prorocentrales y Dinophysiales del Sistema Arrecifal Veracruzano, México. *Revista de Biología Tropical* 59: 501-514.
- Pérez-España, H. 2007. Modelo ecotrófico preliminar de la laguna del Arrecife Sacrificios. In *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*, A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (eds.). Universidad Autónoma de Campeche, México. p. 185-196.
- Pérez-Rodríguez, R. 1967. Estudio sistemático y de comunidades d los moluscos marinos más frecuentes en las costas del Puerto de Veracruz, Ver. México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 120 pp.
- Perry, C. T. y P. Larcombe. 2003. Marginal and non-reef-building coral environments. *Coral Reefs* 22: 427-432.
- Pichon, M. 1981. Dynamic aspects of coral reef benthic structures and zonation. *Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium* 1:581- 594.
- Pizaña-Alonso, F. J. 1990. Moluscos Arrecifales de Antón Lizardo, Veracruz: un enfoque biogeográfico. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 36 pp.
- Quintana y Molina, J. 1991. Resultados del programa de investigaciones en arrecifes veracruzanos del Laboratorio de Sistemas bentónicos litorales. *Hidrobiológica* 1: 73-86.
- Ramos-Ramos-Elorduy, A. 2003. Mesogastropodos de la planicie arrecifal, la Gallega Veracruz, Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 57 pp.
- Rehder-Harald, A. 1990. *The Audubon Society Field Guide to North American Seashells*. Ed. Alfred A. Knopf, Nueva York, EU. 895 pp.
- Rivera-Ramírez, F. 2006. Determinación de metales traza (Cu, Ni, Pb, V y Fe) en agua de mar y en dos especies de corales en el Arrecife Sacrificios del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV). Tesis Maestría en Ciencias (Química Acuática), Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 108 pp.
- Roberts, H. H. y S. P. Murray. 1983. Controls on reef development and the terrigenous-carbonate interface on shallow shelf, Nicaragua (Central America). *Coral Reefs* 2: 71-80.
- Rosales-Hoz L., A. Carranza-Edwards y O. Celis-Hernández. 2007. Environmental Implications of Heavy Metals in Surface Sediments near Isla Sacrificios, Mexico. *Bulletin Environmental Contamination & Toxicology* 78: 353-357.
- Rosales-Hoz L., J. J. Kasper-Zubillaga, A. Carranza-Edwards y O. Celis-Hernández. 2008. Geochemical composition of surface sediments near Isla de Sacrificios coral reef ecosystem, Veracruz, Mexico. *Hidrobiológica* 18: 155-165.
- Rosales-Hoz L., A. Carranza-Edwards, L. Sanvicente-Añorve, M. A. Alatorre-Mendieta y F. Rivera-Ramírez. 2009. Distribution of Dissolved Trace Metals Around the Sacrificios Coral Reef Island, in the Southwestern Gulf of Mexico. *Bulletin Environmental Contamination & Toxicology* 83: 713-719.

- Rosenberg, G. 2005. Malacolog 4.0: A database of Western Atlantic Marine Mollusca [WWW database (version 4.1.0)]/ www.malacolog.org
- Salas-Monreal, D., D. A. Salas-de-León, M. A. Monreal-Gómez y M. L. Riverón-Enzástiga. 2009. Current rectification in a tropical coral reef system. *Coral Reefs*. DOI 10.1007/s00338-009-0521-9.
- Salas-Pérez, J. J. y A. Granados-Barba. 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmósfera* 21: 281-301.
- Salas-Pérez, J. J., D. Salas-Monreal, V. E. Arenas-Fuentes, D. A. Salas-de-León y M. L. Riverón-Enzástiga. 2008. Tidal characteristics in a coral reef system from the western Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas* 34: 467-478.
- Salazar-Vallejo, S. I. 2002. Huracanes y biodiversidad costera tropical. *Revista de Biología Tropical* 50(2): 415-428.
- Salcedo-Ríos, R. 2003. Neogastropodos de la planicie arrecifal La Gallega Veracruz. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 107 pp.
- Sánchez, D.C. 1993. Taxocenosis y estructura de la comunidad de equinodermos del arrecife de isla de Enmedio, Ver., (Stelleroidea, Crinoidea, Equinoidea: Echinodermata). Tesis Licenciatura Biología. Universidad Veracruzana. México. 49 pp.
- Sanders, H. L. 1958. Benthic Studies in Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limnology and Oceanography* 3(3): 245-258.
- Sanders, H. L. 1960. Benthic Studies in Buzzards Bay. III. The Structure of the Soft-Bottom Community. *Limnology and Oceanography* 5(2): 138-153.
- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist* 102: 243-282.
- Shannon C. E. y W. Weaver. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. EU. 125 pp.
- Sheppard, C. R. C., S. K. Davy y G. M. Pilling. 2009. *The biology of Coral Reefs*. Oxford University Press. EU. 449 pp.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 3ra. edición. W. H. Freeman and Company. Nueva York. 871 pp.
- Solís-Marín F. A., M. D. Herrero-Pérezrul, A. Laguarda-Figueras y J. Torres-Vega. 1993. Asteroideos y Equinoideos de México (Echinodermata) In *Biodiversidad Marina y Costera de México*, S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO, México. p. 91-105.
- Solís-Marín, F.A. y E. Mata-Pérez. 1999. Manual del curso-taller "Taxonomía de equinodermos". Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 78 pp.
- Solís-Marín, F.A., A. Laguarda-Figueras y M. A. Gordillo-Hernández. 2007. Estudio taxonómico de los equinodermos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. In *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*, A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (eds). Universidad Autónoma de Campeche, México. p. 73-100.
- Solís-Weiss, V., A. P. Hernández y F. A. Solís-Marín. 2000. Muestreo del Bentos. In *Métodos de Muestreo en la Investigación Oceanográfica*, A. Granados-Barba, V. Solís-Weiss y R. G. Bernal-Ramírez (eds.). Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. p. 353-398.
- Stoddart, D. R. 1962. Three Caribbean atolls: Turneffe Islands, Lighthouse Reef and Glover's Reef, British Honduras. *Atoll Research Bulletin* (87):1-128.

- Taylor, M. S. y L. Akins. 2007. Two new species of *Elacatinus* (Teleostei: Gobiidae) from the Mexican coast of the Gulf of Mexico. *Zootaxa* 1425: 45–51.
- Terrados J., P. Ramírez-García, O. Hernández-Martínez, K. Pedraza y A. Quiroz. 2008. State of *Thalassia testudinum* Banks ex König meadows in the Veracruz Reef System, Veracruz, Mexico. *Aquatic Botany* 88:17–26.
- Tunnell, J. W. 1974. Ecological and geographical distribution of Mollusca of Lobos and Enmedio coral Reefs, Southwestern Gulf of Mexico. Tesis Doctorado en Filosofía. Universidad de Texas. 158 pp.
- Tunnell, Jr. J. W. 2007. Introduction. In *Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico*, J. W. Tunnell Jr., E. A. Chávez y K. Withers (eds). Texas A&M University Press, EU. p. 1-3.
- Ugalde-García, D. M. 2011. Equinodermos de la planicie arrecifal de Isla de Sacrificios, Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 58 pp.
- Vargas-Hernández, J. M., A. Hernández-Gutiérrez & L. F. Carrera-Parra. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. In *Biodiversidad Marina y Costera de México*, S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO, México. p. 559-575.
- Vázquez-Domínguez, E. 2003. Diversidad y distribución de crustáceos y equinodermos y su relación con niveles de sedimentación en arrecifes coralinos. *Revista de Biología Tropical* 51: 183-194.
- Viehman, S., S. M. Thur G. A. Piniak. 2009. Coral reef metrics and habitat equivalency analysis. *Ocean Coastal & Management* 52: 181-188.
- Villalobos, A. 1971. Estudios ecológicos en un arrecife coralino en Veracruz, México. In *Symposium on investigations and resources of the Caribbean Sea and adjacent regions*. Willemstad, Curacao. p. 531-545
- Villanueva-Sousa, V. 2008. Primer registro de equinodermos del talud del arrecife “La Galleguilla”, Veracruz con análisis ecológico. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 100 pp.
- Winfield, I., L. G. Abarca-Arenas y S. Cházaro-Olvera. 2007. Crustacean macrofoulers in the Veracruz coral reef system, SW Gulf of Mexico: checklist, spatial distribution and diversity. *Cahiers de Biologie Marine* 48: 287-295.
- Winfield, I., Ortiz, M. & S. Cházaro-Olvera. 2009. Especie nueva de anfípodo comensal (Amphipoda: Gammaridea: Leucothoidae) del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, SO del golfo de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* Vol.80, 2: 315-320.
- Whitlatch, R. B. 1977. Seasonal changes in the community structure of the macrobenthos inhabiting the intertidal sand and mud flats of Barnstable Harbor, Massachusetts. *Biological Bulletin* 152: 275-294.
- Zamora-Silva, B. A. 2003. Opistobranquios bénticos de La Gallega, Veracruz, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 111 pp.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3ra. edición. Prentice Hall. New Jersey. 988 pp.

11. Anexos.**Anexo I. Moluscos y equinodermos registrados en el PNSAV.**

Especies registradas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Las especies de moluscos se encuentran acomodadas en orden alfabético, las de equinodermos siguen un arreglo sistemático.

En algunos registros aparece un asterisco (*) debido a que el autor no indica en qué arrecife fue encontrada la especie, a continuación se presenta la clave utilizada para identificar a los autores así como el arrecife en donde fue registrada la especie.

Autores: En el caso de los autores (sólo en moluscos), se tomaron las iniciales de los apellidos así como el año. Siendo DC-Domínguez-Castanedo, ET-Eberhardt-Toro, GB-González-Bárceñas, GC-García-Cubas y Reguero, GS-García-Salgado, IP-Islas-Peña, JP-Jácome-Pérez, OG-Ortigosa-Gutiérrez, P-Pizaña, PR-Pérez-Rodríguez, QM-Quintana y Molina, RC-Rivera-Cruz, RRE-Ramos-Ramos-Elorduy, SR-Salcedo-Ríos, T-Tunnell, VS-Villanueva-Sousa y ZS-Zamora-Silva.

Arrecifes: Puerto de Veracruz. Arrecife Ingenieros-AI, Arrecife Pájaros-P, Blanquilla-B, Hornos-H, Isla Sacrificios-IS, Isla Verde-IV, La Gallega-LG, La Galleguilla-GA y Punta Gorda-PG. Antón Lizardo. Blanca-BA, Polo-PO, Bajo-BJ, Chopas-CH, Isla de Enmedio-IE, Rizo-R, Anegada de Adentro-AD, Anegada de Afuera-AF, Isla Santiaguillo-S, Anegadilla-AG y Cabezo-CA.

Filo Mollusca
Clase Bivalvia

Especie / Autor	PR. 1967	T. 1974	P. 1990	QM. 1991	GS. 1992	J. 1992	GC. 1994	IP. 2004	DC. 2007	VS. 2011
<i>Acar domingensis</i>		IE						LG		
<i>Aligena</i> sp.		IE								
<i>Americardia media</i>							*			
<i>Anadara brasiliana</i>	PG									
<i>Anodontia alba</i>	B,H,IS,IV		CH		AF		*	LG		
<i>Arca imbricata</i>	B,H,IS,IV	IE			AF		*	LG		IS
<i>Arca zebra</i>	IV	IE								
<i>Arcopagia fausta</i>		IE	CA,IE,R,BA,BJ,CH		AF		*	LG		
<i>Arcopsis adamsi</i>		IE						LG		IS
<i>Asaphis deflorata</i>		IE								
<i>Atrina rigida</i>							*	LG		IS
<i>Atrina seminuda</i>		IE								

<i>Botula fusca</i>		IE								
<i>Carditopsis smithii</i>		IE								
<i>Caribachlamys imbricata</i>		IE	CA,IE,BA,CH			AF	*			IS
<i>Caribachlamys ornata</i>		IE								
<i>Caribachlamys sentis</i>							*			
<i>Chama congregata</i>		IE								
<i>Chama florida</i>		IE								
<i>Chama macerophylla</i>	B,H	IE						LG		IS
<i>Chama radians</i>		IE								
<i>Chama sinuosa</i>			AF,S,CA			AF	*			
<i>Chione elevata</i>								LG		
<i>Codakia orbicularis</i>	B,H,IS	IE	AF,CA,IE,R,BA,CH		AF	AF	*	LG		
<i>Coralliophaga coralliophaga</i>		IE								
<i>Ctena orbiculata</i>		IE								
<i>Ctenoides scaber</i>		IE	AF,AG,CAR,BA,CH	*		AF	*	LG		IS
<i>Cucullaearca candida</i>		IE	AF,AG,S,CA,IE,R,BA,BJPO,CH		AF	AF	*	LG		
<i>Cumingia coarctata</i>		IE								
<i>Dendostrea frons</i>		IE								
<i>Donax striatus</i>				*						
<i>Donax variabilis</i>	H							LG		
<i>Ervilia concentrica</i>		IE								
<i>Fugleria tenera</i>		IE	AG,S,CA,R, CH					LG		
<i>Gouldia cerina</i>		IE								
<i>Gregariella opifex</i>		IE								
<i>Isognomon alatus</i>	B,H,IV									
<i>Isognomon bicolor</i>		IE						LG		
<i>Isognomon radiatus</i>		IE	AG,CA,IE,R,BA,BJ,PO, CH		AF	AF	*	LG		IS
<i>Laciolina laevigata</i>		IE								
<i>Laevicardium laevigatum</i>		IE								
<i>Leporimetis intastriata</i>		IE								

<i>Lima caribaea</i>		IE	AF,AG,CAR,BA,CH		AF	AF	*	LG		
<i>Limaria pellucida</i>	H	IE						LG		
<i>Lioberus castaneus</i>							*			
<i>Lithophaga aristata</i>		IE	CA				*	LG		
<i>Lithophaga bisulcata</i>		IE								
<i>Lithophaga nigra</i>		IE								
<i>Macoma pseudomera</i>		IE								
<i>Macrocallista maculata</i>		IE	CA				*			
<i>Malleus candeanus</i>		IE								
<i>Modiolus americanus</i>	B	IE	CA				*			
<i>Musculus lateralis</i>		IE								
<i>Noetia ponderosa</i>								LG		
<i>Nuculana concentrica</i>									IS	
<i>Papyridea semisulcata</i>		IE								
<i>Papyridea soleniformis</i>		IE					*			
<i>Parvilucina crenella</i>		IE								
<i>Pinctada radiata</i>		IE								
<i>Pinna carnea</i>		IE	AF,AG,S,CA,R,BJ,CH	*		AF	*			
<i>Pinna rudis</i>		IE								
<i>Pteria colymbus</i>										IS
<i>Semele bellastrata</i>		IE								
<i>Semele proficua</i>	B,H,IS,IV	IE						LG		
<i>Semele purpurascens</i>							*	LG		
<i>Sphenia fragilis</i>		IE								
<i>Spondylus americanus</i>					AF	AF	*			IS
<i>Tagelus divisus</i>		IE	AF,AG							
<i>Tellidora cristata</i>		IE								
<i>Tellinella listeri</i>		IE	CA,IE,R,BA,PO,CH		AF		*	LG		
<i>Timoclea grus</i>		IE								
<i>Trachycardium isocardia</i>		IE	CA,CH				*	LG		
<i>Trachycardium muricatum</i>	H							LG		

Clase Gastropoda

Especie / Autor	PR. 1967	T. 1974	P. 1990	QM. 1991	GS. 1992	JP. 1992	GC. 1994	ET. 2002	RRE. 2003	SR. 2003	ZS. 2003	OG. 2005	DC. 2007	RC. 2010	GB. 2011	VS. 2011
<i>Alaba incerta</i>		IE											IS		IS	
<i>Alvania auberiana</i>		IE														
<i>Angiola lineata</i>	B,H ,IS														IS	
<i>Aplysia brasiliana</i>											LG					
<i>Aplysia cf. cervina</i>												IV				
<i>Aplysia dactylomela</i>				*			*				LG	IV			IS	
<i>Aspella senex</i>		IE														
<i>Astralium phoebium</i>								*						GA	IS	IS
<i>Atagena sp.</i>												IV				
<i>Atlanta peronii</i>		IE														
<i>Bailya intricata</i>		IE														
<i>Bailya parva</i>															IS	
<i>Batillaria minima</i>			AF												IS	
<i>Bulla amygdala</i>							*									
<i>Bulla striata</i>	B,H, IS,IV		AF,CA,IE R,BA,BJ, CH	*		AF					LG	IV	IS		IS	
<i>Bursatella leachii</i>											LG	IV			IS	
<i>Busycon perversum</i>	H						*								IS	
<i>Busycon coarctatum</i>		IE														
<i>Caecum circumvolutum</i>		IE														
<i>Caecum condylum</i>		IE														
<i>Caecum cycloferum</i>		IE														
<i>Caecum imbricatum</i>		IE														
<i>Caecum multicostatum</i>		IE														
<i>Caecum pulchellum</i>		IE														
<i>Caecum ryssotitum</i>		IE														
<i>Caecum textile</i>		IE														

<i>Caecum torquetum</i>		IE															
<i>Cassis madagascariensis</i>		IE					*										
<i>Cerithidea pliculosa</i>																	IS
<i>Cerithiopsis greenii</i>		IE															
<i>Cerithium atratum</i>	H		AF,AG,S CA,IE,RB A,BJ,CH		AF	AF	*		LG						GA	IS	
<i>Cerithium muscarum</i>																	IS
<i>Cerithium eburneum</i>	H	IE					*		LG						GA	IS	
<i>Cerithium litteratum</i>	H	IE	AF,AG,S CA,IE,R, BA,BJ, PO,CH	*	AF	AF	*		LG				IS	GA	IS	IS	
<i>Cerithium lutosum</i>									LG						GA	IS	
<i>Charonia variegata</i>		IE	AF,CA, BJ,CH	*			*		LG						GA	IS	
<i>Cheilea equestris</i>		IE															
<i>Colubraria sp.</i>									LG								
<i>Colubraria testacea</i>		IE															
<i>Columbella mercatoria</i>	B	IE	AF,AG, CA,IE,R, BJ,PO, CH		AF	AF	*		LG						GA	IS	
<i>Columbella rusticoides</i>																	IS
<i>Conus mus</i>	B,IS		AF,S,CA, IE,R,BA, BJ,CH	*	AF	AF	*		LG						GA	IS	
<i>Conus sennottorum</i>			AF				*										
<i>Conus spurius</i>	H								LG								
<i>Coralliophila aberrans</i>		IE															IS
<i>Coralliophila caribaea</i>		IE					*										
<i>Coralliophila galea</i>		IE	AG,S,CA IE,R,BA, BJ,PO CH		AF		*										
<i>Coralliophila scalariformis</i>		IE															
<i>Crassispira cubana</i>									LG								
<i>Crepidula atrasolea</i>									LG								
<i>Crepidula plana</i>	*																

<i>Cymatium cynocephalum</i>	B,H	IE															
<i>Cymatium femorale</i>		IE															
<i>Cymatium labiosum</i>		IE	AF,AG,S CA,IE,R BA,BJ, CH		AF	AF	*										
<i>Cymatium martinianum</i>	B,H	IE							LG					GA	IS	IS	
<i>Cymatium muricinum</i>		IE							LG					GA	IS		
<i>Cymatium nicobaricum</i>		IE					*		LG					GA	IS		
<i>Cyphoma gibbosum</i>	IV		R,BA	*			*										IS
<i>Cyphoma mcgintyi</i>							*										IS
<i>Cypraecassis testiculus</i>	B	IE	BJ,CH		AF		*		LG					GA	IS		
<i>Dendropoma irregulare</i>		IE															
<i>Dermomurex pauperculus</i>	B,H	IE												GA	IS		
<i>Diodora cayenensis</i>	B,H ,IS	IE	AF,AG,S CA,IE,R BA,BJ, CH		AF	AF	*	*					IS	GA	IS	IS	
<i>Diodora dysoni</i>			AG,CA, IE,R,BA, CH					*						GA	IS		
<i>Diodora listeri</i>								*									IS
<i>Diodora minuta</i>							*	*									
<i>Diodora sayi</i>								*									IS
<i>Diodora variegata</i>		IE															
<i>Diodora viridula</i>								*									
<i>Discodoris evelinae</i>																	IS
<i>Discodoris sp.</i>									LG								
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>		IE															IS
<i>Echinolittorina riisei</i>		IE															
<i>Echinolittorina ziczac</i>	B,H ,IV			*													IS
<i>Elysia chlorotica</i>												IV					
<i>Elysia crispata</i>		*	AG,S,C A,IE,R, PO,CH			AF	*			LG	IV					IS	IS
<i>Elysia subornata</i>										LG							

<i>Emarginula pumila</i>		IE					*								IS	
<i>Engina turbinella</i>		IE	R						LG					GA	IS	
<i>Epitonium albidum</i>			BJ				*									
<i>Epitonium angulatum</i>									LG					GA	IS	
<i>Epitonium candeanum</i>		IE														
<i>Epitonium lamellosum</i>		IE														
<i>Epitonium multistriatum</i>									LG					GA		
<i>Erosaria acicularis</i>	B	IE					*		LG					GA	IS	IS
<i>Fasciolaria hunteria</i>	*															
<i>Fasciolaria lilium</i>									LG							
<i>Fasciolaria tulipa</i>	B,H, IS,IV	IE					*		LG					GA	IS	
<i>Favartia alveata</i>		IE														
<i>Favartia cellulosa</i>		IE					*							GA		
<i>Finella dubia</i>		IE														
<i>Fissurella angusta</i>							*									
<i>Fissurella barbadensis</i>	B,H, ,IS	IE					*								IS	
<i>Fissurella fascicularis</i>							*									
<i>Fissurella nimbose</i>							*									
<i>Fissurella nodosa</i>							*							GA		
<i>Fissurella rosea</i>							*								IS	
<i>Gemophos auritulus</i>		IE														
<i>Gemophos tinctus</i>		IE			AF		*							GA	IS	
<i>Gibberula lavalleeana</i>		IE														
<i>Hastula cinerea</i>	H															
<i>Haminoea elegans</i>									LG							
<i>Hemipolygona cf. Cariniferus</i>		IE					*									
<i>Hexaplex fulvescens</i>							*								IS	
<i>Iniforis turrithomae</i>		IE														
<i>Leucozonia nassa</i>	H	IE							LG					GA	IS	IS

<i>Leucozonia ocellata</i>			AF,AG, CH															
<i>Lithopoma americanum</i>			AF,AG,S CA,IE,R BA,BJ, PO,CH	*	AF	AF	*	*								GA	IS	IS
<i>Littoraria angulifera</i>		IE															IS	
<i>Littorina nebulosa</i>				*													IS	
<i>Lodderena ornata</i>		IE																
<i>Lottia jamaicensis</i>		IE																
<i>Lottia leucopleura</i>								*								GA	IS	
<i>Lucapina sowerbii</i>																GA		
<i>Lucapina suffusa</i>		IE																
<i>Luria cinerea</i>	B,IV	IE																
<i>Macrocypraea cervus</i>		IE	AF,AG, S,CA,R, BA, CH			AF	*			LG						GA	IS	
<i>Macrocypraea zebra</i>	B,H			*														
<i>Mancinella deltoidea</i>		IE	AF,AG, S,CA,IE R,BA, BJ,CH		AF	AF	*			LG						GA	IS	IS
<i>Megalomphalus oxychone</i>		IE																
<i>Meioceras nitidum</i>		IE																
<i>Melongena melongena</i>		*																
<i>Metulella columbellata</i>			AF															
<i>Mitra nodulosa</i>	B,H ,IS	IE	AF,AG, CA,R,BA BJ,CH				*			LG						GA	IS	
<i>Mitrella ocellata</i>										LG							IS	
<i>Modulus carchedonius</i>										LG						GA	IS	
<i>Modulus modulus</i>	B,H	IE								LG				IS	GA	IS		
<i>Murexsul oxytatus</i>		IE	CA														IS	
<i>Nassarius albus</i>	H	IE	CH				*									GA	IS	IS
<i>Nassarius vibex</i>	H									LG							IS	
<i>Naticarius canrena</i>		IE																
<i>Navanax aenigmaticus</i>											LG	IV					IS	

<i>Nerita fulgurans</i>	B,H ,IS,I V	IE		*				*							IS	
<i>Nerita tessellata</i>	B							*							IS	
<i>Nerita versicolor</i>	H,I V			*				*							IS	
<i>Nerita virginea</i>	B,IV			*				*							IS	
<i>Neritina usnea</i>				*												
<i>Neverita duplicata</i>	*															
<i>Nitidella nitida</i>		IE									LG			GA	IS	
<i>Oliva sayana</i>	H	IE		*				*			LG					
<i>Olivella cf. Minuta</i>											LG					
<i>Olivella mutica</i>											LG					
<i>Olivella nivea</i>		IE														
<i>Oxyone antillarum</i>											LG					
<i>Parviturboides interruptus</i>		IE														
<i>Patelloida pustulata</i>								*								
<i>Petalocochus erectus</i>											LG				IS	IS
<i>Pilsbryspira leucocyma</i>								*								
<i>Pisania pusio</i>		IE						*			LG			GA	IS	
<i>Pleurobranchaea inconspicua</i>															IS	
<i>Pleurobranchus aerolatus</i>															IS	
<i>Polinices hepaticus</i>		IE		*											IS	
<i>Polinices lacteus</i>	B,H IS,IV	IE	AF,AG, CA,JE,R, BJ,CH		AF	AF		*			LG			IS	GA	IS
<i>Polygona infundibulum</i>	B,H	IE	CA,BA					*								
<i>Prunum bellum</i>											LG					
<i>Puperita pupa</i>								*								
<i>Purpura patula</i>	B,H ,IV														IS	
<i>Pygospira tampaensis</i>								*								
<i>Rhombinella laevigata</i>																
<i>Ringicula semistrata</i>											LG					

<i>Risomurex caribbaeus</i>		IE					*										
<i>Rissoina decussata</i>		IE															
<i>Rissoina</i> sp.		IE															
<i>Scaphander punctostriatus</i>											LG						
<i>Scaphella</i> sp.			AF														
<i>Seila adamsii</i>		IE															
<i>Semicassis cicatricosa</i>		IE	AF														
<i>Semicassis granulata</i>	*					AF	*										
<i>Serpulorbis decussatus</i>										LG					GA	IS	IS
<i>Simulamerelina caribaea</i>		IE															
<i>Siphonaria pectinata</i>	H,IS		AG,CA,IE, R,BA,BJ, PO,CH		AF		*										IS
<i>Smaragdia viridis</i>		IE						*						IS	GA	IS	
<i>Spurilla neapolitana</i>												IV					
<i>Spirula</i> sp.											LG						
<i>Stosicia cf. aberrans</i>		IE															
<i>Stramonita haemastoma</i>	B,H, IS,IV	IE								LG					GA	IS	IS
<i>Stramonita rustica</i>										LG					GA	IS	IS
<i>Strombus raninus</i>	B,H ,IS														GA	IS	
<i>Strombus alatus</i>	B,H ,IS	IE	S,CA, IE,R,BA, BJ,CH		AF		*										IS IS
<i>Strombus gigas</i>			CH		AF		*										
<i>Stylocheilus longicauda</i>											LG	IV					
<i>Supplanaxis nucleus</i>	B																IS
<i>Tectarius muricatus</i>	IV																
<i>Tectura antillarum</i>	*							*							GA	IS	IS
<i>Tegula fasciata</i>	B,H ,IS	IE	AF,CA,IE R,BA,CH	*	AF	AF	*	*							GA	IS	
<i>Terebra flammea</i>	*																
<i>Tonna galea</i>		IE															
<i>Tonna pennata</i>		IE	AF,AG, CH		AF		*		LG						GA	IS	

<i>Trachypollia nodulosa</i>	B,H	IE	CH			AF	*			LG				GA	IS	IS
<i>Trachypollia turricula</i>	*	IE								LG				GA		
<i>Tricolia affinis</i>															IS	
<i>Tricornis raninus</i>		IE		*					LG							
<i>Turbinella angulata</i>		IE					*								IS	
<i>Turbo canaliculatus</i>							*									
<i>Urosalpinx perrugata</i>														GA	IS	IS
<i>Vermicularia knorrri</i>		IE														
<i>Vexillum cf. histrio</i>		IE														
<i>Xenophora conchyliophora</i>		IE														
<i>Zafrona idalina</i>		IE														
<i>Zebina browniana</i>		IE													IS	

Filo Echinodermata

Especie /Autor	Henckel (1982)	Sánchez (1993)	Maya-Vilchis (1993)	Nishimura (2005)	Celaya (2006)	Solís-Marín et al. (2007)	Domínguez Castanedo (2007)	Villanueva Sousa (2008)	Mohedano Maldonado (2010)	Ugalde García (2011)	Villanueva Sousa (2011)
<i>Davidaster rubiginosus</i>	*	IE				IS, B		GA			IS
<i>Luidia alternata</i>	*										
<i>Asterinides folium</i>						IE					
<i>Oreaster reticulatus</i>		IE				IS,IE				IS	
<i>Linckia guildingii</i>		IE				H,IV,IE,IS,B		GA	AD	IS	IS
<i>Linckia nodosa</i>						IE					
<i>Ophiaster guildingi</i>	IE					IE,IV,AF,IS					
<i>Coscinasterias tenuispina</i>						AF					
<i>Ophiolepis impressa</i>	*					IS,IE	IS			IS	IS
<i>Ophiolepis paucispina</i>	IE					IE,IV,H,IS		GA	AD	IS	IS
<i>Ophiocoma echinata</i>	*	IE				IV,IE		GA	AD	IS	IS
<i>Ophiocoma paucigranulata</i>									AD		
<i>Ophiocoma wendtii</i>						IV,IE,IS		GA	AD	IS	IS
<i>Ophiocoma pumila</i>	IE					IS,IE					

<i>Ophiocomella ophiactoides</i>	IE									IS	
<i>Ophionereis reticulata</i>							GA			IS	IS
<i>Ophioderma brevicaudum</i>						H					
<i>Ophioderma cinereum</i>	*	IE				H,IS,IV,IE			AD	IS	
<i>Ophioderma guttatum</i>		IE				IE,AF,IS					IS
<i>Ophioderma phoenium</i>										IS	
<i>Ophioderma rubicundum</i>	IE						GA				IS
<i>Ophiactis quinqueradia</i>	*										
<i>Ophiactis algicola</i>									AD		
<i>Ophiactis savignyi</i>	IE	IE				IS,IE,H	GA	AD		IS	
<i>Amphiphalis squamata</i>						H,IE				IS	
<i>Ophiostigma isocanthum</i>						IE,IS					
<i>Amphiura stimpsonii</i>						H					
<i>Ophiothrix angulata</i>	*					IE				IS	IS
<i>Ophiothrix lineata</i>						H,IS,IE			AD	IS	
<i>Ophiothrix orstedii</i>							IS	GA	AD	IS	IS
<i>Ophiothrix suenoni</i>	IE									IS	
<i>Euclidaris tribuloides</i>		IE			IV	IS,IE,S,B,AF	GA	AD		IS	IS
<i>Diadema antillarum</i>		IE			IV	IS,IE,H,B	GA	AD		IS	IS
<i>Centrostephanus longispinus rubicingulus</i>					IV						
<i>Arbacia punctulata</i>	*										
<i>Lytechinus variegatus variegatus</i>		IE	H		IV	IS,IE,IV,AF	GA	AD		IS	IS
<i>Lytechinus williamsi</i>	IE						GA	AD		IS	IS
<i>Tripneustes ventricosus</i>		IE		IV	IV	IE,IV,S,IS			AD	IS	
<i>Echinometra luconter luconter</i>		IE			IV	H,IS,IE,B	GA	AD		IS	IS
<i>Echinometra viridis</i>	IE	IE			IV	IS,IE	GA	AD		IS	IS
<i>Echinoneus cyclostomus</i>	*										
<i>Clypeaster rosaceus</i>	*										
<i>Encope michelini</i>	IE										
<i>Mellita quinquesperforata</i>	*					IS					

<i>Brissus unicolor</i>						IE			AD		
<i>Meoma ventricosa ventricosa</i>	*										
<i>Plagiobrissus grandis</i>	IE					P					
<i>Ocnus suspectus</i>						IE,H,B		GA		IS	IS
<i>Pseudothyone belli</i>						IS,IE,H	IS				IS
<i>Actynopyga agassizi</i>						IV					
<i>Holothuria (Cystipus) cubana</i>						IE,IV				IS	
<i>Holothuria (Halodeima) floridiana</i>	*										
<i>Holothuria (Halodeima) grisea</i>						H,IS,IE,IV				IS	
<i>Holothuria (Platyperona) parvula</i>						S					
<i>Holothuria (Semperothuria) surinamensis</i>	IE					S,IV					
<i>Holothuria (Thymiosycia) impatiens</i>	IE					IV,S,IE		GA	AD	IS	
<i>Holothuria (Theelothuria) princeps</i>	IE										
<i>Holothuria (Thymiosycia) arenicola</i>	IE					IE,H				IS	
<i>Holothuria (Thymiosycia) thomasi</i>						IS					
<i>Isostichopus badionotus</i>	*					IS,IE		GA	AD		IS
<i>Isostichopus macroparentheses</i>						AI					
<i>Isostichopus sp.</i>								GA		IS	
<i>Euapta lappa</i>						IE		GA		IS	
<i>Epitomapta roseola</i>						IS	IS				
<i>Synaptula hydriformis</i>						IS,IE				IS	
<i>Chiridota rotifera</i>	*					IE		GA			

Anexo II. Índice de Valor Biológico (IVB).

Valores de abundancia relativa (AR) y abundancia relativa acumulada (ARA) por zona y temporada.

Especie	AR (SI)	ARA (%)	Especie	AR (BI)	ARA (%)
<i>Echinometra viridis</i>	28.1	28.1	<i>Echinometra viridis</i>	22.49	22.49
<i>Ophiothrix orstedii</i>	7.53	35.6	<i>Ocnus suspectus</i>	16.57	39.06
<i>Eucidaris tribuloides</i>	4.79	40.4	<i>Eucidaris tribuloides</i>	11.24	50.3
<i>Ophioderma</i> sp.	4.11	44.5	<i>Arca imbricata</i>	7.69	57.99
<i>Chama macerophylla</i>	4.11	48.6	<i>Linckia guildingii</i>	4.14	62.13
<i>Lithopoma americanum</i>	4.11	52.8	<i>Echinometra lucunter</i>	3.55	65.68
<i>Arcopsis adamsi</i>	3.42	56.2	<i>Isostichopus badionotus</i>	2.96	68.64
<i>Ophioderma guttatum</i>	3.42	59.6	<i>Chama macerophylla</i>	2.96	71.6
<i>Ocnus suspectus</i>	3.42	63	<i>Davidaster rubiginosus</i>	2.37	73.97
<i>Echinometra lucunter</i>	2.74	65.8	<i>Ophioderma rubicundum</i>	2.37	76.34
<i>Lytechinus variegatus</i>	2.05	67.8	<i>Ophiocoma echinata</i>	1.18	77.52
<i>Atrina rigida</i>	2.05	69.9	<i>Ophiocoma wendtii</i>	1.18	78.7
<i>Ctenoides scabra</i>	2.05	71.9	<i>Ophiocoma</i> sp.	1.18	79.88
<i>Spondylus americanus</i>	2.05	74	<i>Ophiothrix orstedii</i>	1.18	81.06
<i>Serpulorbis decussatus</i>	2.05	76	<i>Pseudothyone belli</i>	1.18	82.24
<i>Elysia crispata</i>	2.05	78.1	<i>Isostichopus</i> sp.	1.18	83.42
<i>Ophioderma rubicundum</i>	2.05	80.1	<i>Tectura antillarum</i>	1.78	85.20
<i>Trachypollia nodulosa</i>	1.37	81.5	<i>Lithopoma americanum</i>	1.78	86.97
<i>Hexaplex fulvescens</i>	1.37	82.8	<i>Petalconchus erectus</i>	1.78	88.75
<i>Linckia guildingii</i>	1.37	84.2	<i>Mancinella deltoidea</i>	1.78	90.52
<i>Ophiolepis impressa</i>	1.37	85.6	<i>Stramonita rustica</i>	1.78	92.30
<i>Lytechinus williamsi</i>	1.37	87	<i>Pteria colymbus</i>	0.59	92.89
<i>Pseudothyone belli</i>	1.37	88.3	<i>Atrina rigida</i>	0.59	93.48
<i>Isostichopus badionotus</i>	1.37	89.7	<i>Ctenoides scabra</i>	0.59	94.07
<i>Isostichopus</i> sp.	1.37	91.1	<i>Spondylus americanus</i>	0.59	94.66

Especie	AR (Sn)	ARA (%)	Especie	AR (Bn)	ARA (%)
<i>Serpulorbis decussatus</i>	22.7	22.7	<i>Isognomon radiatus</i>	28.35	28.35
<i>Echinometra viridis</i>	20.57	43.27	<i>Echinometra viridis</i>	17.32	45.67
<i>Eucidaris tribuloides</i>	13.48	56.75	<i>Serpulorbis decussatus</i>	14.17	59.84
<i>Arcopsis adamsi</i>	4.26	61.01	<i>Eucidaris tribuloides</i>	7.09	66.93
<i>Ophiothrix orstedii</i>	4.26	65.27	<i>Echinometra lucunter</i>	3.94	70.87
<i>Arca imbricata</i>	2.84	68.11	<i>Davidaster rubiginosus</i>	2.36	73.23
<i>Isognomon radiatus</i>	2.84	70.95	<i>Linckia guildingii</i>	2.36	75.59
<i>Lithopoma americanum</i>	2.84	73.79	<i>Ophiocoma wendtii</i>	2.36	77.95
<i>Atrina rigida</i>	2.13	75.92	<i>Diadema antillarum</i>	2.36	80.31
<i>Chama macerophylla</i>	2.13	78.05	<i>Trachypollia nodulosa</i>	2.36	82.67
<i>Trachypollia nodulosa</i>	2.13	80.18	<i>Arca imbricata</i>	1.57	84.21
<i>Elysia crispata</i>	2.13	82.31	<i>Atrina rigida</i>	1.57	85.75
<i>Ophiocoma wendtii</i>	2.13	84.44	<i>Lithopoma americanum</i>	1.57	87.29
<i>Ophiothrix angulata</i>	2.13	86.57	<i>Ophioderma rubicundum</i>	1.57	88.83
<i>Isostichopus badionotus</i>	2.13	88.7	<i>Pseudothyone belli</i>	1.57	90.37
<i>Ophiolepis impressa</i>	1.42	90.12	<i>Spondylus americanus</i>	0.79	91.16
<i>Isostichopus</i> sp.	1.42	91.54	<i>Chama macerophylla</i>	0.79	91.95

Puntaje obtenido para cada especie en toda la zona de zona de estudio. Puntaje máximo (104).

Especie	IVB	IVB (%)	Especie	IVB	IVB (%)	Especie	IVB	IVB (%)
<i>Echinometra viridis</i>	102	98	<i>Isostichopus badionotus</i>	47	45	<i>Mancinella deltoidea</i>	21	20
<i>Eucidaris tribuloides</i>	95	91	<i>Ocnus suspectus</i>	45	43	<i>Astraliium phoebium</i>	20	19
<i>Ophiothrix orstedii</i>	75	72	<i>Elysia crispata</i>	45	43	<i>Ophiothrix angulata</i>	18	17
<i>Chama macerophylla</i>	73	70	<i>Arcopsis adamsi</i>	43	41	<i>Ophiocoma echinata</i>	16	15
<i>Lithopoma americanum</i>	71	68	<i>Pseudothyone belli</i>	41	39	<i>Ophiocoma sp.</i>	16	15
<i>Serpulorbis decussatus</i>	66	63	<i>Spondylus americanus</i>	41	39	<i>Cyphoma gibbosum</i>	11	11
<i>Arca imbricata</i>	60	58	<i>Isostichopus sp.</i>	36	35	<i>Nassarius albus</i>	11	11
<i>Echinometra lucunter</i>	60	58	<i>Ophioderma sp.</i>	35	34	<i>Tectura antillarum</i>	10	10
<i>Atrina rigida</i>	55	53	<i>Ophiolepis impressa</i>	31	30	<i>Stramonita rustica</i>	10	10
<i>Ophiocoma wendtii</i>	55	53	<i>Diadema antillarum</i>	30	29	<i>Hexaplex fulvescens</i>	9	9
<i>Linckia guildingii</i>	52	50	<i>Ophioderma guttatum</i>	29	28	<i>Lytechinus williamsi</i>	9	9
<i>Ophioderma rubicundum</i>	50	48	<i>Lytechinus variegatus</i>	25	24	<i>Urosalpinx perrugata</i>	9	9
<i>Trachypollia nodulosa</i>	48	46	<i>Ctenoides scabra</i>	21	20	<i>Stramonita haemastoma</i>	9	9
<i>Davidaster rubiginosus</i>	48	46	<i>Petalocochus erectus</i>	21	20	<i>Ophionereis reticulata</i>	9	9
<i>Isognomon radiatus</i>	47	45						

Anexo III. Diagramas de Olmstead-Tukey.

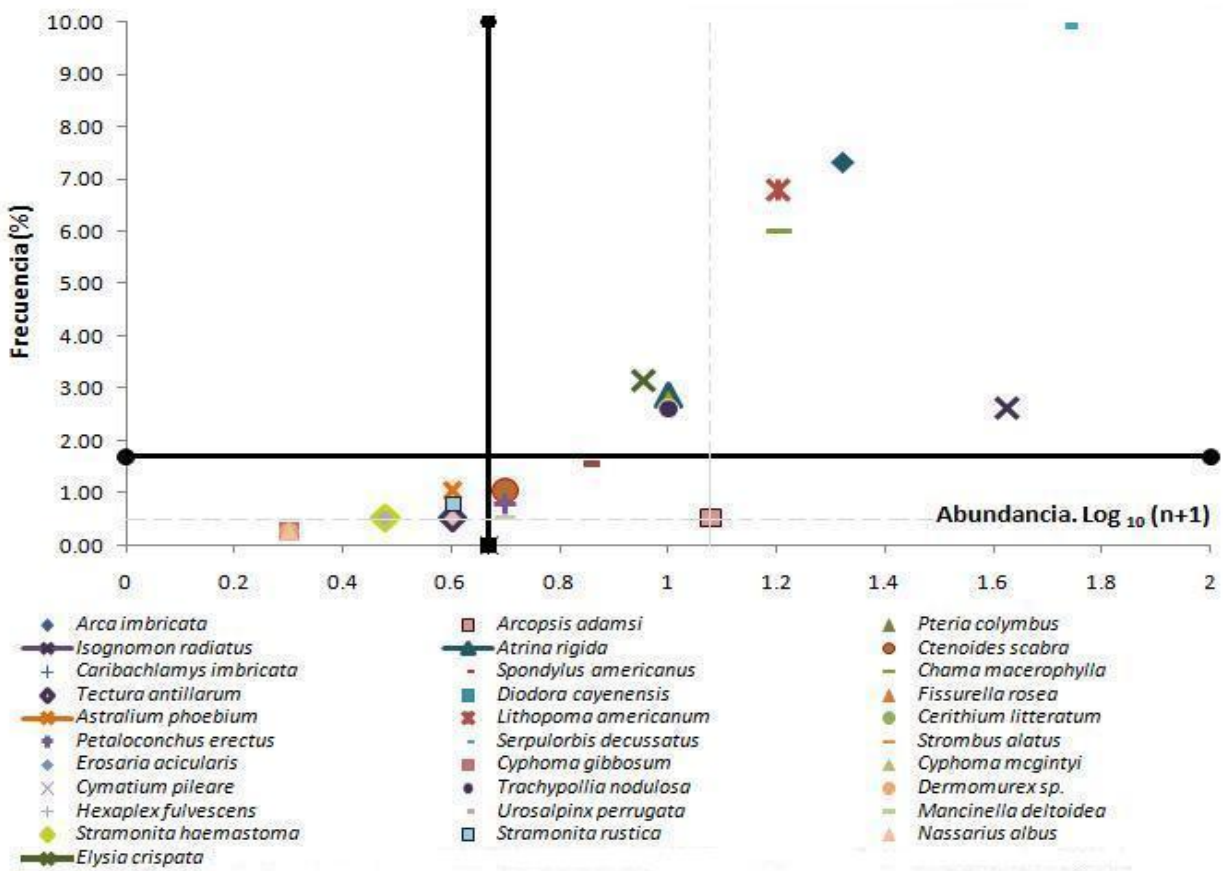


Figura a. Diagrama de Olmstead-Tukey para los moluscos del talud de Sacrificios (ambas temporadas).

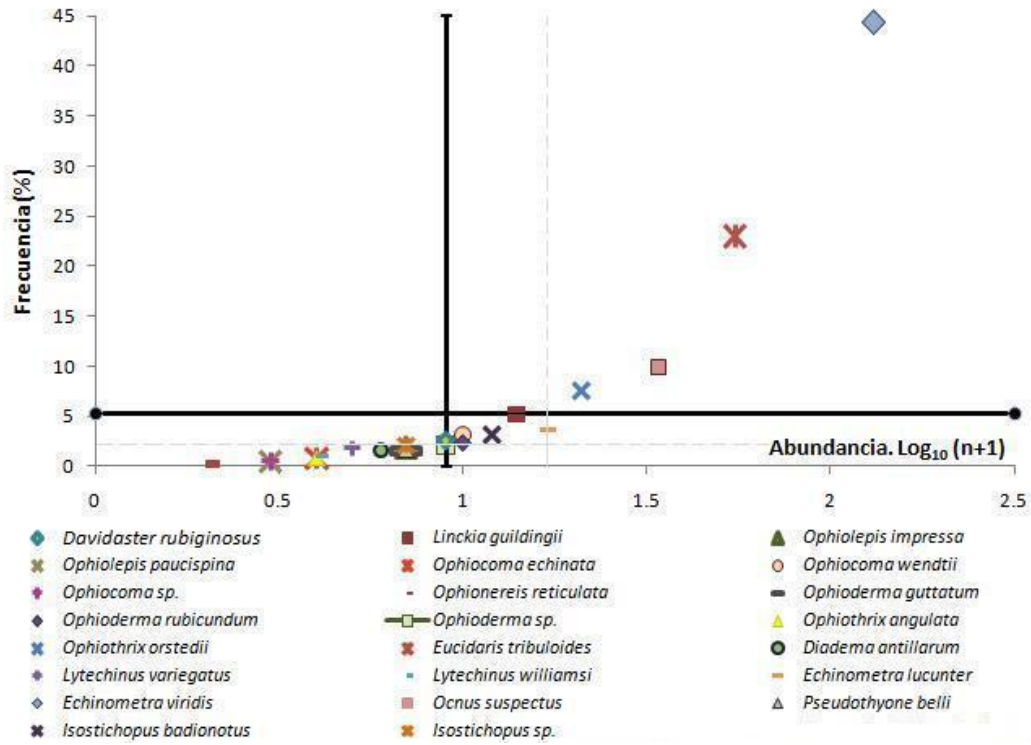


Figura b. Diagrama de Olmstead-Tukey para los equinodermos del talud de Sacrificios (ambas temporadas).

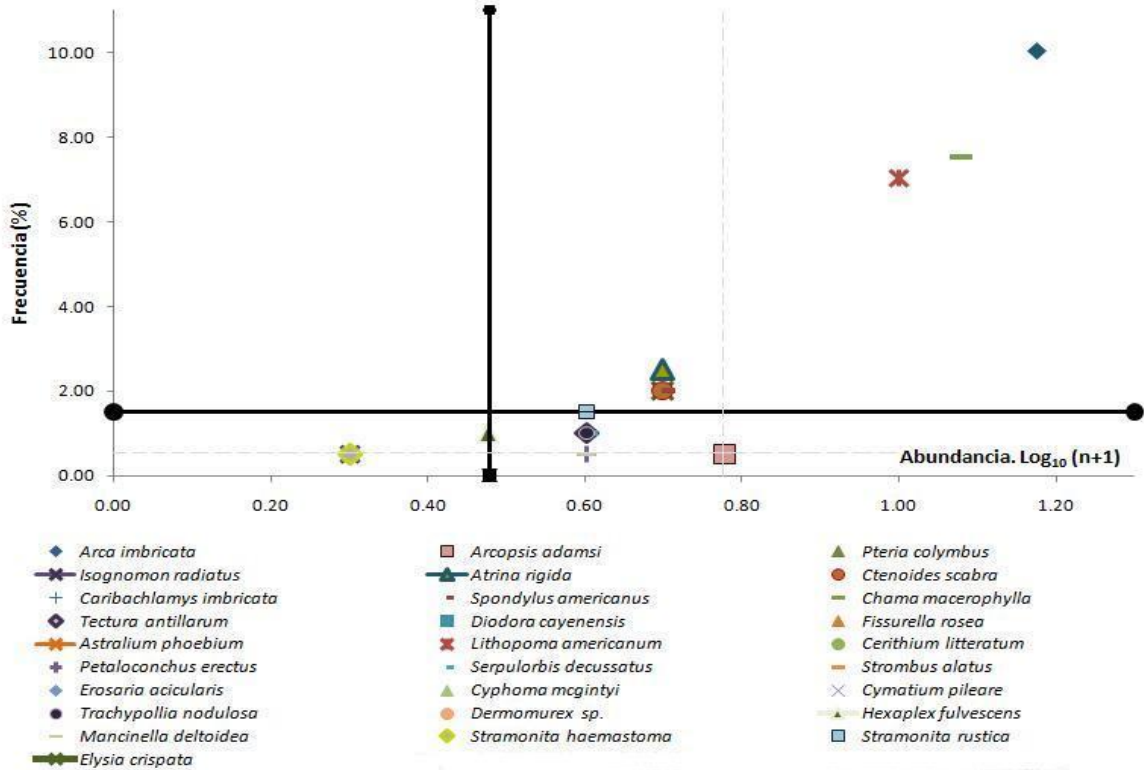


Figura c. Diagrama de Olmstead-Tukey para los moluscos del talud de Sacrificios (lluvias).

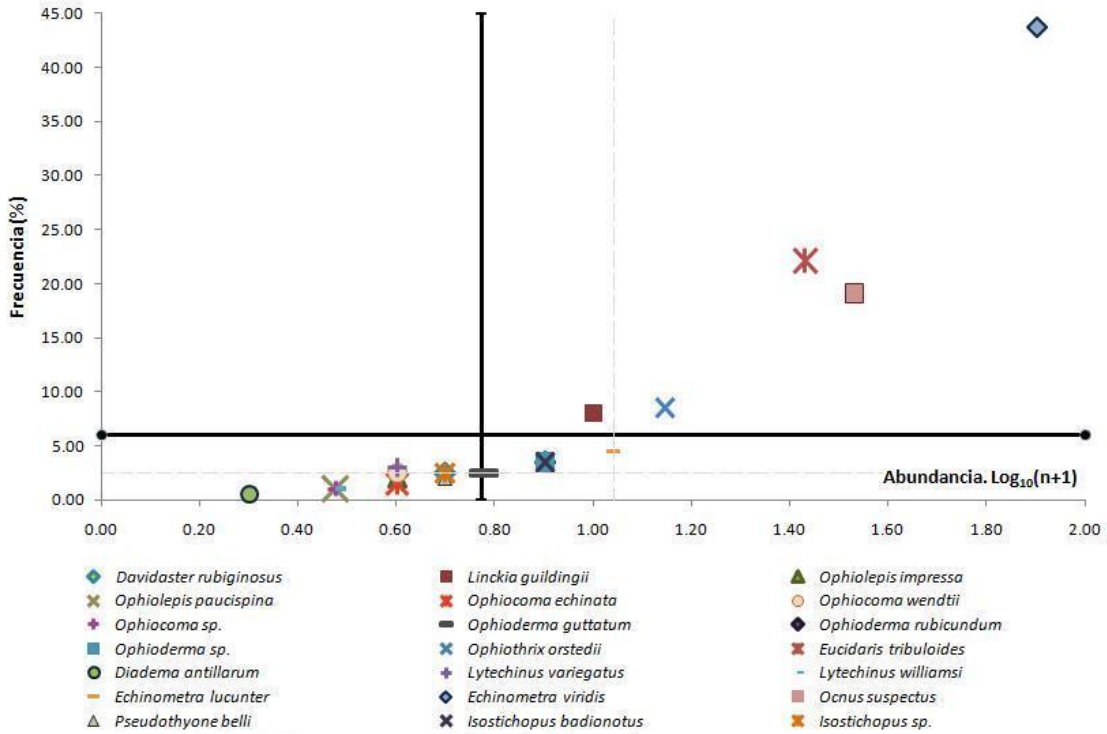


Figura d. Diagrama de Olmstead-Tukey para los equinodermos del talud de Sacrificios (lluvias).

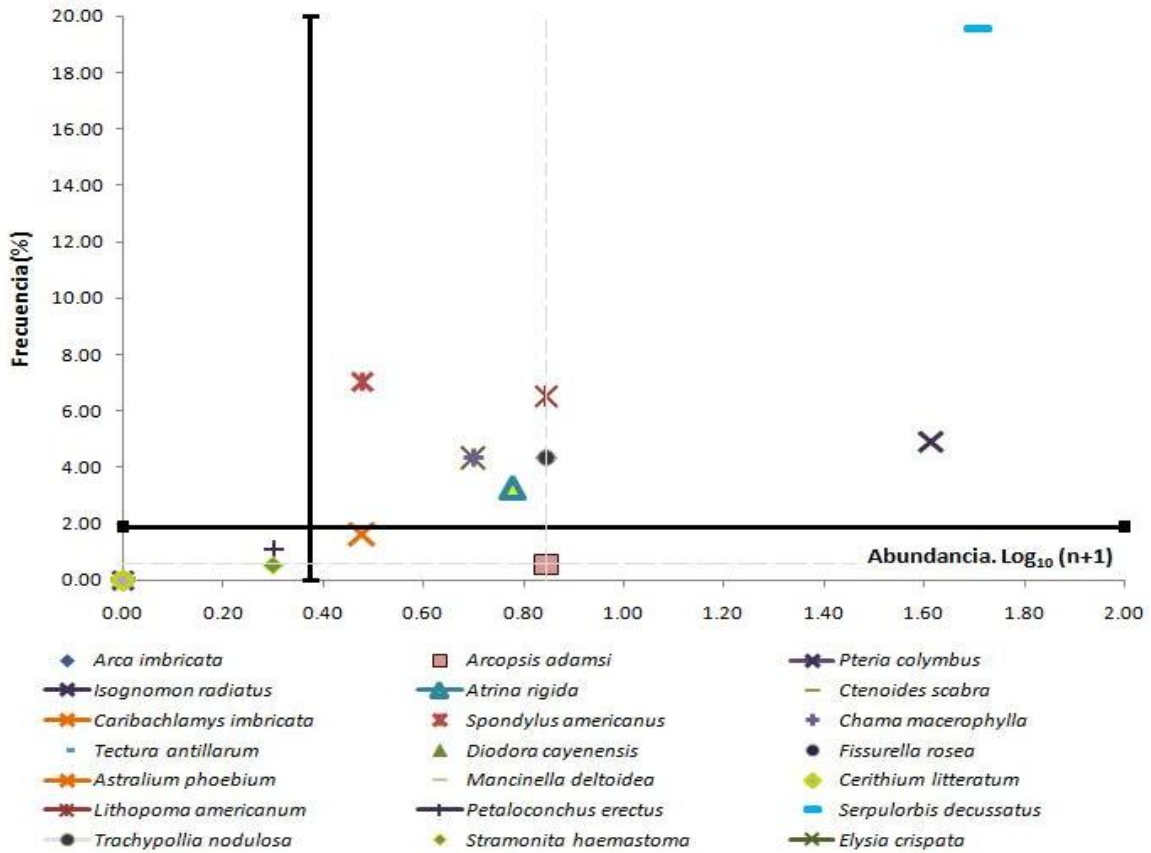


Figura e. Diagrama de Olmstead-Tukey para los moluscos del talud de Sacrificios (nortes).

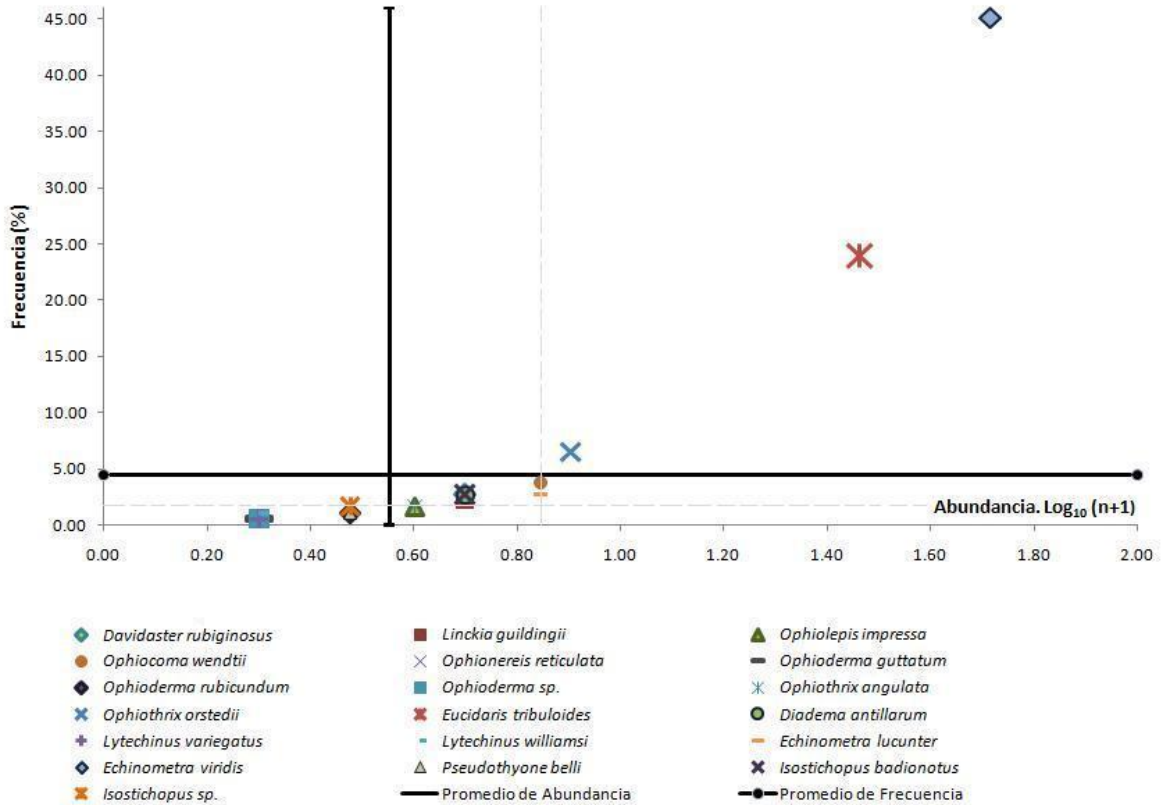


Figura f. Diagrama de Olmstead-Tukey para los equinodermos del talud de Sacrificios (nortes).

Anexo IV. Índice de Valor Biológico / Test de asociación de Olmstead y Tukey (O-T).

Especie	IVB	O-T	Especie	IVB	O-T	Especie	IVB	O-T
<i>Echinometra viridis</i>	102	D	<i>Isostichopus badionotus</i>	47	O	<i>Mancinella deltoidea</i>	21	O
<i>Eucidaris tribuloides</i>	95	D	<i>Ocnus suspectus</i>	45	D	<i>Astraliium phoebium</i>	20	R
<i>Ophiothrix orstedii</i>	75	D	<i>Elysia crispata</i>	45	D	<i>Ophiothrix angulata</i>	18	R
<i>Chama macerophylla</i>	73	D	<i>Arcopsis adamsi</i>	43	O	<i>Ophiocoma echinata</i>	16	R
<i>Lithopoma americanum</i>	71	D	<i>Pseudothyone belli</i>	41	R	<i>Ophiocoma sp.</i>	16	R
<i>Serpulorbis decussatus</i>	66	D	<i>Spondylus americanus</i>	41	O	<i>Cyphoma gibbosum</i>	11	R
<i>Arca imbricata</i>	60	D	<i>Isostichopus sp.</i>	36	R	<i>Nassarium albus</i>	11	R
<i>Echinometra lucunter</i>	60	C	<i>Ophioderma sp.</i>	35	-	<i>Tectura antillarum</i>	10	R
<i>Atrina rigida</i>	55	D	<i>Ophioplepis impressa</i>	31	R	<i>Stramonita rustica</i>	10	R
<i>Ophiocoma wendtii</i>	55	O	<i>Diadema antillarum</i>	30	R	<i>Hexaplex fulvescens</i>	9	R
<i>Linckia guildingii</i>	52	-	<i>Ophioderma guttatum</i>	29	R	<i>Lytechinus williamsi</i>	9	R
<i>Ophioderma rubicundum</i>	50	O	<i>Lytechinus variegatus</i>	25	R	<i>Urosalpinx perrugata</i>	9	R
<i>Trachypollia nodulosa</i>	48	D	<i>Ctenoides scabra</i>	21	O	<i>Stramonita haemastoma</i>	9	R
<i>Davidaster rubiginosus</i>	48	-	<i>Petalconchus erectus</i>	21	O	<i>Ophionereis reticulata</i>	9	R
<i>Isognomon radiatus</i>	47	D						

D-Especies dominantes; R-Especies raras; O-Especies ocasionales.

Anexo V. Análisis de clasificación (cluster).

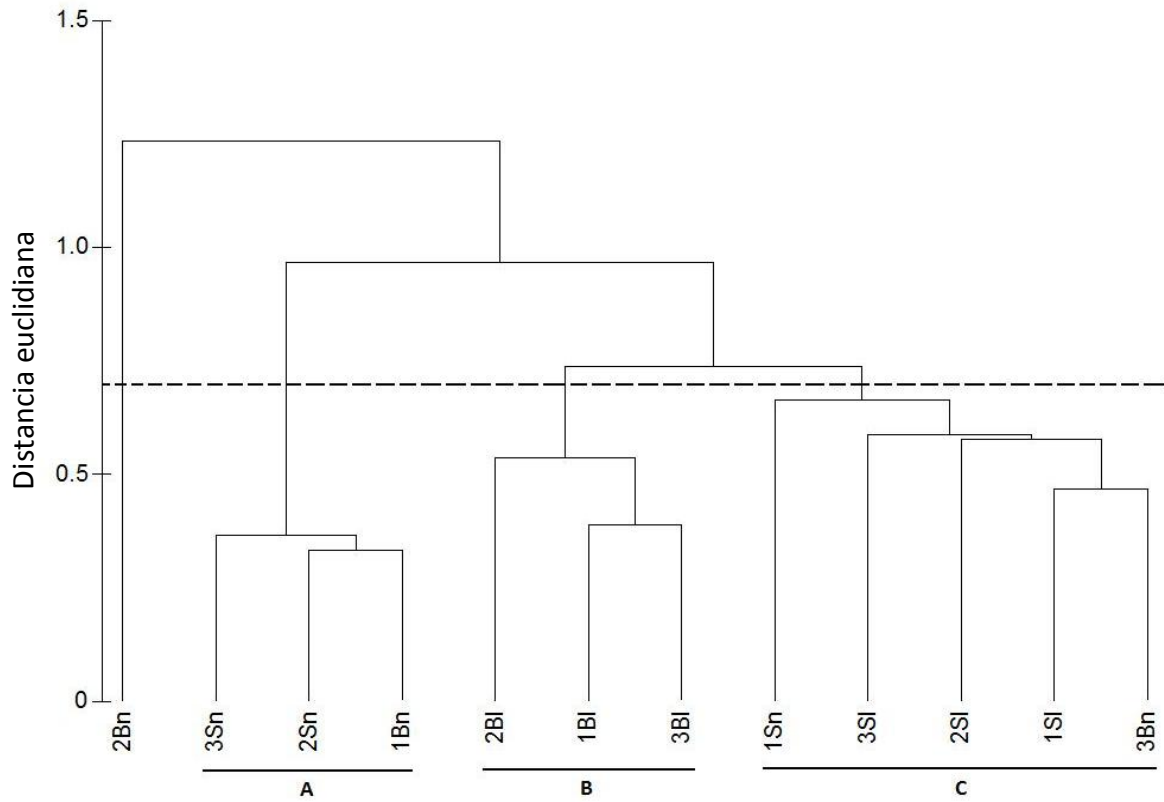


Figura VI. Dendrograma con datos de abundancia de moluscos y equinodermos usando distancias euclidianas corregidas y promedio de grupo. 50% de similitud (0.71 de distancia euclidiana). S-sotavento, B-barlovento, I-lluvias y n-nortes.