



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo,
Veracruz.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

ANDREA SARAHÍ OSEGUERA RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS:

BIÓL. FELIPE DE JESÚS CRUZ LÓPEZ

2014





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

(MAR).

Te me acercas.
contándome al oído milagros
de miles de leyendas
que quedaron entre tus aguas.

Me salpicas
con espumas inundadas de misterios
de otros tiempos y distancias,
con lamentos de promesas
que perdieron sus palabras
en tus bajamares intensos...

Y yo me acerco y te salpico
sabiéndome tan pequeño,
tan desconsoladamente chico,
tan solo entre mis gentes cotidianas,
que me apabullan tus mareas,
tus olas y tus resacas.

A veces me respondes...
pero continuo callas y resbalas
en las arenas de mi playa
que esperan impacientes tus respuestas.

Luis E. Prieto

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Sólo la naturaleza hace grandes obras sin esperar recompensa alguna.

Alexandr I. Herzen.

“La educación os hará libres”.

José Martí.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Dedicada a la persona más importante de mi vida mi **mamá**, gracias por dejarme todas tus enseñanzas, por educarme siempre con el ejemplo, por enseñarme que no importa las pruebas que te ponga la vida siempre se debe seguir adelante, gracias por seguirme levantando cuando me tropiezo. Pero sobre todo GRACIAS por regalarme el amor más puro e incondicional que jamás nadie podrá entregarme, por confiar, creer y luchar siempre por mí. Porque aunque ya no estás físicamente siempre te llevo conmigo en mi mente. Gracias por tanto amor, por tanta dedicación por darme las herramientas necesarias para ser quien soy, siempre serás mi ejemplo a seguir y mi mayor orgullo.

GRACIAS POR TANTO POR SIEMPRE....TE AMO.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Agradezco...

A mi padre por el esfuerzo que ha realizado para que yo llegara hasta aquí, por guiarme y permitirme seguir adelante, por todo su apoyo y amor por sus palabras de aliento... gracias por sostenerme siempre en los momentos felices pero también en los difíciles gracias por hacer esto posible nunca terminare de agradecerte por todo lo que haces cada día por mi y por mi hermana. Te amo

A mi hermana gracias por ser mi amiga y mi cómplice gracias por apoyarme siempre incondicionalmente, tu mi compañera de aventuras y travesuras gracias por siempre escucharme por brindarme tu mano en los momentos más difíciles, gracias por aguantar mi mal humor, gracias porque siempre has apoyado y respetado mis decisiones, gracias por ser una de las personas más maravillosas que la vida me ha regalado gracias por tanto pequeña, por demostrarme tu fortaleza todos los días, agradezco todo tu amor siempre será un honor tenerte como hermana gracias de verdad TE AMO.

A Luis Arrratia agradezco por formar parte de mi vida, por cada uno de los momentos que hemos pasado juntos. Por todos tus consejos y por todo el apoyo que me has brindado tanto en momentos felices pero sobre todo en los difíciles gracias por impulsarme a seguir adelante. Agradezco que nuestros caminos se encontraran y que me hayas permitido ir de tu mano. Agradezco infinitamente todo el amor que me has regalado y todas las sonrisas que me has provocado hay tantas cosas que escribirte te amo.

A mis amigas del alma Thalia Jacky Abril, gracias por estar conmigo durante todos estos años incondicionalmente junto a ustedes eh vivido cosas inolvidables, gracias por cada uno de sus consejos y por todo el apoyo que me han brindado en los momentos más difíciles y desde luego gracias por cada momento feliz que me han permitido pasar juntas, ustedes también son parte de este logro. Las quiero mucho.

A mis compañeros de muestreo pero sobre todo amigos, Mariana muchas gracias por todo el apoyo que me brindaste para poder realizar este trabajo por toda la paciencia de verdad muchas gracias, Noé te agradezco también toda la ayuda para realizar este trabajo que por fin esta culminado, eres una persona genial. Rebe también agradezco todo el inmenso apoyo que me brindaste en los muestreos, en el análisis de datos y con la identificación de las especies. Ange también gracias por el apoyo durante este trabajo sobre todo durante el muestreo. Gracias por todos los momentos tan divertidos que pasamos juntos durante esta etapa sin ustedes nada hubiera sido tan divertido.

Blanca agradezco la paciencia y dedicación con la que revisaste este escrito por todos los consejos que me diste que sin duda hicieron de esto un mejor trabajo y agradezco también tu amistad.

Ricardo gracias por sacrificar tus horas de sueño mientras yo escribía este trabajo y por todas tus ocurrencias, pero sobre todo gracias por tu amistad me alegra haberte conocido.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Agradecimientos Académicos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme sus puertas y brindarme un espacio donde logre formarme profesionalmente, por permitirme conocer lo maravillosa que es la Biología, la vida. Gracias a ti conocí personas extraordinarias y viví algunos de los momentos más inolvidables. Siempre será un orgullo y un privilegio ser parte de la máxima casa de estudios.

A mi director de Tesis Felipe de Jesús Cruz López por acepta dirigir este trabajo, por todos los consejos para que se llevara a cabo de la mejor manera. A mis sinodales José Luis Tello Musi, Mario Chávez, Norma Navarrete y Jonathan Franco, por su apoyo en el trabajo escrito.

Al Biólogo Edgar Peláez por su ayuda con el análisis de agrupamiento.

A cada uno de los profesores que fueron parte de mi formación gracias por cada una de sus enseñanzas.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Índice.

Resumen.....	8
Introducción.....	9
Antecedentes.....	15
Objetivos.....	16
Área de Estudio.....	17
Método.....	20
Resultados y Discusión.....	24
Conclusiones.....	65
Consideraciones Finales.....	66
Literatura Citada.....	67
Anexos.....	72

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Resumen.

Los ambientes coralinos están formados por comunidades biológicas muy diversas, entre las que se encuentran los equinodermos. Estos organismos tienen gran relevancia en el papel que desempeñan en la trama trófica, así como en su capacidad de modificar las condiciones del sustrato en el que viven. El objetivo del presente trabajo fue analizar el ensamblaje de equinodermos de las planicies arrecifales Isla Sacrificios y Santiaguillo Veracruz, para lo cual se muestrearon cuadrantes de 25 m², donde se contabilizó el número de organismos encontrados, la determinación de las especies fue *in situ*, y en cada uno de los cuadrantes se registraron los parámetros comunitarios correspondientes, así como la cobertura de los sustratos y su relación con cada especie. En el arrecife Isla Sacrificios se determinaron un total de 21 especies y 11 en el arrecife Santiaguillo, estas últimas representan un nuevo registro para dicho arrecife. Para el arrecife Isla Sacrificios se encontraron dos nuevos registros: *O. appressum* y *N. parvum* siendo este último un nuevo registro para México. La diversidad que se encontró en los dos arrecifes fue baja. Las especies dominantes en Isla Sacrificios fueron *Echinometra lucunter*, *Echinometra viridis*, *Lytechinus vaiegatus* y *Ophiotrix lineata*, y para Santiaguillo las especies fueron *Echinometra lucunter*, *Echinometra viridis* y *Diadema antillarum*. El sustrato con mayor cobertura en Isla Sacrificios fue *Thalassia testudinum*, mientras que en Santiaguillo fue el rocoso. La distribución de las especies parece estar influenciada por la zona del arrecife donde se localizaron los puntos de muestreo así como por los tipos de sustrato que se presentaban dentro de los mismos. Por otro lado el arrecife Santiaguillo presentó características atribuibles a un ambiente de alta energía.

Palabras clave: Equinodermos, Isla Sacrificios, Santiaguillo, diversidad, arrecifes.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Introducción.

Los ecosistemas marinos cubren desde las aguas profundas hasta los ambientes costeros, incluyendo estuarios, lagunas costeras, marismas, manglares, bahías y golfos (CONABIO, 2006).

El Golfo de México es un sistema ambiental con características particulares pues se encuentra parcialmente conectado con el Océano Atlántico a través del estrecho de Florida y con el Mar Caribe a través del canal de Yucatán. Cuenta con una plataforma continental la cual es una de las mayores morfoestructuras del piso oceánico. Está constituida por numerosas depresiones, lomeríos y bancos arrecifales (Toledo, 2005; Caso *et al.*, 2004).

Los arrecifes de coral son estructuras calcáreas formadas por corales escleractineos, hidrocorales, algas calcáreas y algunos otros organismos invertebrados. Se desarrollan principalmente en aguas cálidas, poco profundas, claras y con poca materia orgánica en suspensión (Knowlton y Jackson, 2001).

Dentro de los arrecifes de coral de tipo plataforma existen diferentes zonas: Talud de Barlovento o Arrecife Frontal, situado hacia mar abierto, caracterizado por un crecimiento más activado y mayor cobertura coralina, puede presentar un sistema de canales para disipación de la energía del oleaje y escape de sedimentos, en esta zona el agua es relativamente clara con pocos sólidos en suspensión; Cresta Arrecifal o Zona de Bloques, es una zona de alta energía por el constante oleaje el cual rompe en esta zona, su profundidad no alcanza más de 3 m, y se encuentra ampliamente afectada por las fluctuaciones de la marea, está básicamente formada por coral muerto y el crecimiento coralino se encuentra muy restringido; Planicie Arrecifal también conocida como Plataforma o Laguna Arrecifal, representa la parte frontal del arrecife, su profundidad oscila entre 0.5-2 m, el agua es clara y con escaso movimiento; por último se encuentra la zona de Talud de Sotavento o Arrecife Posterior, en el cual existe crecimiento activo de coral, alcanza profundidades de hasta 20 m, el agua presenta poco movimiento y mucha materia sólida en suspensión (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009).

Los ambientes coralinos proveen una gran variedad de microhábitats y alimento que sustentan comunidades biológicas muy diversas, entre las que se encuentran esponjas, peces y equinodermos (Enochs y Manzello, 2012).

El Filo Echinodermata (del griego *echino*: espina y *derma*: piel), forma parte de las comunidades bentónicas con más de 7,000 especies vivientes y aproximadamente 13,000 especies fósiles (Laguarda-Figueras *et al.*, 2009).

Los miembros pertenecientes a este Filo presentan algunas características únicas que los diferencian:

- ∂ Endoesqueleto de origen endodérmico constituido por un tejido único conocido como estereoma, el cual está conformado por un biomineral compuesto de calcita (CaCO_3), la cual contiene 5% de carbonato de magnesio (MgCO_3). El estereoma genera elementos estructurales conocidos como osículos, los cuales pueden ser microscópicos y estar embebidos en los tejidos blandos (como en el caso de los holoturoideos) o pueden ser muy grandes (3 cm), en forma de vertebras (crinoideos y ofiuroideos) o placas

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

(ofiuroideos, asteroideos y equinoideos) y estar fusionados para formar placas compuestas (ofiuroideos) y testas rígidas (equinoideos) (Bottjer *et al.*, 2006; Borrero *et al.*, 2012).

- ∂ Sistema Vascular Acuífero (SVA) celómico, está constituido por el canal anular que se encuentra alrededor del esófago y al cual se conecta el canal pétreo que sostiene a la madreporita. El SVA realiza funciones tales como transporte internos y locomoción (Buitrón y Solís-Marín, 1993; Borrero *et al.*, 2012).
- ∂ Simetría bilateral en sus fases larvales, sin embargo, al convertirse en adultos adquieren una simetría radial pentámera, también llamada simetría pentaradial o pentagonal, en la cual el cuerpo del individuo está dividida en cinco partes iguales. Solo en los erizos irregulares y en los holoturoideos se ha desarrollado una simetría bilateral secundaria (Ji *et al.*, 2012; Borrero *et al.*, 2012).

Actualmente de este filo se conocen cinco clases:

Clase Crinoidea.

Es la clase más antigua, los organismos pertenecientes a esta, son sésiles y pueden o no presentar un pedúnculo, el cual puede presentar apéndices delgados y articulados (cirros), que se disponen en forma de penachos entorno a él. El cuerpo (la corona) está formada por brazos ramificados que salen del cáliz; el cual está formado por osículos esqueléticos, sobre el cáliz se encuentra una cubierta membranosa llamada tegmen. La boca de estos invertebrados se sitúa en el centro de la superficie oral lugar donde también se localiza el ano generalmente en el extremo del cono anal. Los Crinoideos se diferencian de las otras clases por presentar la superficie oral hacia arriba y la superficie aboral hacia abajo. Se les conoce comúnmente como lirios de mar o estrellas plumosas de las cuales se han reportado 700 especies. (Brusca y Brusca, 2005; Trujillo y González, 2006; Ruppert y Barnes, 1996).

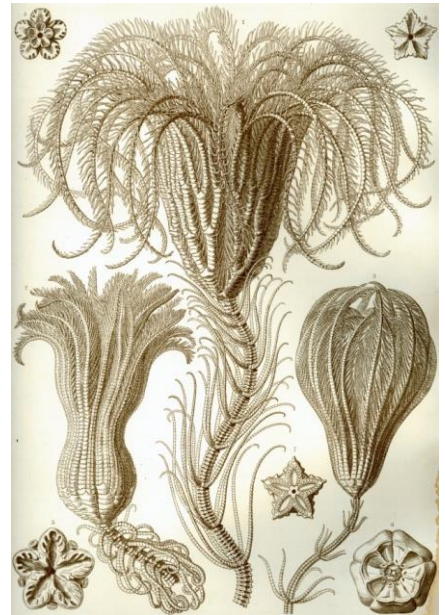


Figura 1. Crinoideos. Tomado de *Kunst-Formen der natur*, por Ernst Haeckel, 1898.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Clase Asteroidea.

Los organismos pertenecientes a esta clase tienen forma de estrella, pues su cuerpo está formado por un disco central y radios o brazos, los cuales no se distinguen claramente del disco. En la superficie oral se encuentra la boca ubicada en el centro del disco, misma que se haya rodeada de una membrana gruesa de la cual surgen los surcos ambulacrales, de cada surco se proyectan hileras de pies ambulacrales. En la superficie aboral se puede diferenciar el ano, situado en el centro del disco así como la madreporita localizada en uno de los lados del disco; estos invertebrados presentan pedicelarios los cuales tienen una función defensiva y también participan en la captura de sus presas. De esta clase se han descrito 2,100 especies y son llamadas comúnmente estrellas de mar (Brusca y Brusca, 2005; Trujillo y González, 2006; Ruppert y Barnes, 1996; Benavides *et al.*, 2011; Hendler *et al.*, 1995).

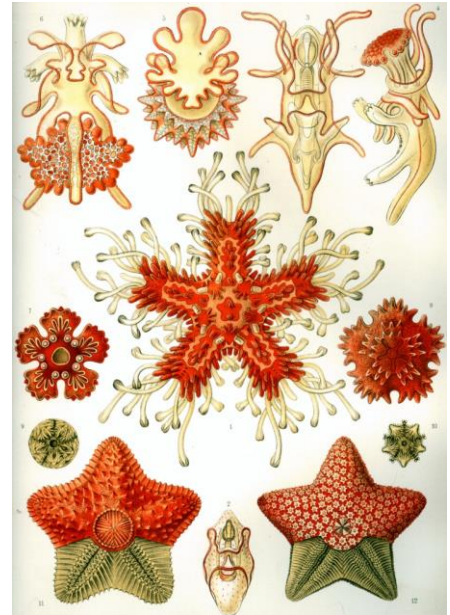


Figura 2. Asteroideos. Tomado de Kunst-Formen der natur, por Ernst Haeckel, 1898.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Clase Ophiuroidea.

Los invertebrados de esta clase presentan brazos que se diferencian claramente del disco central mismos que cuentan con escudos los cuales les dan una mayor flexibilidad. En la mayoría de los Ofiuroides uno de los escudos orales esta modificado en madreporita. En el centro de la superficie oral del disco se localizan grandes placas que rodean la boca y forman un aparato masticador constituido por cinco mandíbulas triangulares. En los márgenes de los brazos se presentan dos o cuatro aberturas genitales, las cuales comunican las bursas con el exterior, la zona oral se encuentra dirigida hacia el sustrato. Presentan una reducción de la cavidad celomica. Los organismos pertenecientes a esta clase son conocidos como arañas de mar, estrellas serpiente o quebradizas y estrellas canasta. Actualmente se conocen 2,000 especies. (Brusca y Brusca, 2005; Trujillo y González, 2006; Ruppert y Barnes, 1996; Benavides *et al.*, 2011; Hendler *et al.*, 1995).

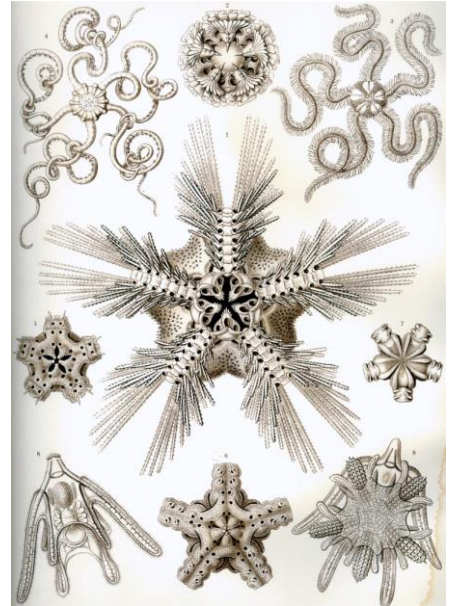


Figura 3. Ofiuroides.
Tomado de Kunst-
Formen der natur, por

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Clase Echinoidea.

Los Equinoideos están clasificados dentro de dos subclases, la subclase Cidaroidea que comprende a los erizos regulares, y la subclase Euechinoidea, la cual incluye erizos regulares e irregulares. Estos organismos presentan una testa la cual puede tener diferentes formas: esférica, ovalada o aplanada, la testa está cubierta por numerosos tubérculos que sostienen las espinas, las cuales son móviles y de diferentes tamaños, éstas cumplen funciones de locomoción y defensa de sus depredadores, estos invertebrados pueden presentar pedicelarios útiles en su alimentación, remoción de sustrato y protección. Así también la testa está constituida por placas, de las cuales cinco pares constituyen los ambulacros que presentan las perforaciones por donde salen los pies ambulacrales. La boca se encuentra en la zona oral y está situada en dirección al sustrato y rodeada por una membrana peristomial. Estos invertebrados presentan un



aparato masticador muy desarrollado conocido como linterna de Aristóteles. En la zona aboral se localiza la región anal, conocida como periprocto, alrededor de este se encuentran cinco grades placas genitales una de las cuales es porosa y sirve como madreporita. A los organismos de esta clase se les conoce como erizos de mar, galletas, dólares de mar y corazones de mar, de los cuales se han reportado 900 especies. (Brusca y Brusca, 2005; Trujillo y González, 2006; Ruppert y Barnes, 1996; Borrero *et al.*, 2012; Hendler *et al.*, 1995; Pawson, 2007).

Figura 4. Equinoideos.
Tomado de Kunst-Formen
der natur, por Ernst

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Clase Holoturoidea.

El cuerpo de estos organismos tiene forma cilíndrica, la boca y el ano se encuentran en los extremos opuestos del cuerpo, su esqueleto está constituido por una serie de osículos microscópicos (escleritos) que se encuentran dispersos en la dermis, sus pies ambulacrales se encuentran distribuidos por todo el cuerpo mismos que pueden o no presentar ventosas que utilizan para adherirse al sustrato. La boca está situada en el centro de una membrana bucal y se encuentra rodeada por un círculo de tentáculos. La boca se continúa por una faringe normalmente muscularizada, cuya porción más interna está rodeada por un anillo de osículos calcáreos. En la mayoría de los holoturoideos el intercambio gaseoso se realiza por un sistema de túbulos conocidos como árboles respiratorios. El sistema ambulacral se caracteriza porque la madreporita se encuentra en el interior del celoma. Se les conoce como pepinos de mar y actualmente se conocen 1,200 especies (Brusca y Brusca, 2005; Trujillo y González, 2006; Ruppert y Barnes, 1996; Borrero *et al.*, 2012; Hendler *et al.*, 1995).

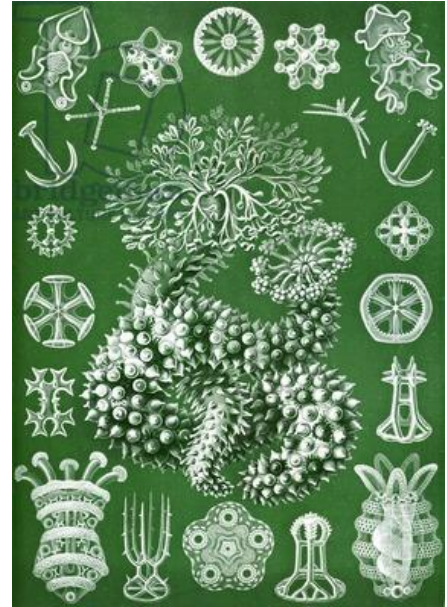


Figura 5. Holoturoideos.
Tomado de Kunst-Formen der natur, por Ernst Haeckel, 1898.

La importancia ecológica de los equinodermos radica principalmente en su alimentación, pues influye en la estructura comunitaria de los arrecifes y en la composición de sus poblaciones, por lo cual son un buen indicador para saber el estado de conservación en el que se encuentran los arrecifes (Jangoux y Lawrence, 1982; Menge, 1982; Lawrence, 1987; Brusca y Brusca, 2005). Los Crinoideos son filtradores, se alimentan de zooplancton, fitoplancton y materia orgánica (Benavides *et al.*, 2011). En particular los Asteroideos son considerados como depredadores importantes, pues suelen ser depredadores para muchas especies de moluscos y crustáceos (Keough y Butler, 1979; Arsenault y Himmelman, 1996). Los Ofiuroideos y Holoturoideos son recicladores, quienes al alimentarse del sedimento transforman la materia orgánica y la hacen accesible a otros organismos; además de oxigenar el sedimento (Jangoux y Lawrence, 1982; Menge, 1982; Lawrence, 1987; Brusca y Brusca, 2005). Por otro lado los Echinoideos controlan la biomasa de algas con sus actividades herbívoras y producen erosión, ayudando al balance de carbonatos en los arrecifes (De Ruyter van Steveninck y Bak, 1986; Levitan, 1988; Coyer *et al.*, 1993; Bak, 1994; Mc Clanahan *et al.*, 1996; Griffin *et al.*, 2003).

Asociado a ello este grupo de invertebrados, tienen amplia importancia evolutiva debido a que son un Filo muy antiguo que se remonta desde principios del Cámbrico es por ello que son una fuente rica en información para determinar eras geológicas. También poseen un alto valor económico y alimenticio como es el caso del pepino de mar del cual se extraen diversas sustancias para elaborar productos farmacéuticos de consumo humano (Laguarda *et al.*, 2005).

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Antecedentes.

Se considera que en el mundo se conocen alrededor de 7000 especies de equinodermos (Pawson, 2007); de estos 643 especies habitan en México, lo que representa aproximadamente el 10% de las especies existentes en todo el planeta (Solís *et al.*, 2013). A consecuencia de esta gran riqueza en nuestro país el estudio sobre estos invertebrados se remonta al siglo XIX (Solís *et al.*, 2013). Desde entonces se han llevado a cabo varios trabajos.

Solís *et al.* (2007) realizaron un estudio taxonómico de los equinodermos encontrados en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano donde incluyeron al Arrecife Anegada de Adentro, encontrando las especies *Diadema antillarum*, *Arbacia punctulata*, *Lytechinus williamsi*; *Echinometra viridis*, *Echinometra lucunter* y *Eucidaris tribuloides*.

Villanueva (2008) elaboró el primer registro de equinodermos del talud del arrecife La Galleguilla, registrando 24 especies pertenecientes a las cinco clases del Filo, además reportó a *Isostichopus sp.* como una especie nueva.

Más recientemente Mohedano (2010) realizó un estudio de la Planicie Arrecifal de Anegada de Adentro, reportando un total de 20 especies, encontrando que la clase Equinoidea domina el arrecife, y la clase Ophiuroidea es la que presenta una mayor riqueza.

Ugalde (2011) llevó a cabo una Investigación sobre los Equinodermos encontrados en la Planicie Arrecifal de Isla Sacrificios, en la cual determinó un total de 31 especies, encontrando un nuevo registro para el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano *Ophioderma phoenium*.

Villanueva (2011) realizó un análisis de talud, en la zona norte del arrecife Sacrificios basado en la distribución de moluscos y equinodermos. Encontrando organismos de las 5 clases existentes con un total de 23 especies pertenecientes a 8 órdenes, 13 familias y 12 géneros.

Pese a que en el Sistema Arrecifal Veracruzano ya se han realizado algunos trabajos sobre aspectos taxonómicos y ecológicos del Filo Echinodermata, es de vital importancia mantener una constante actualización sobre las especies presentes en cada uno de ellos. Por otro lado existen algunas formaciones arrecifales que aún no han sido estudiadas tal es el caso del arrecife Santiaguillo; otro aspecto importante es que no se han elaborado comparaciones entre los arrecifes que se localizan dentro del SAV. Por lo cual este trabajo contribuye al conocimiento de la taxonomía y estructura comunitaria de equinodermos, realizando una comparación entre los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo este último ha sido propuesto como una de las zonas núcleo para el SAV.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Objetivos.

General:

- ∂ Analizar las características de la comunidad de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Particulares:

- ∂ Elaborar un listado taxonómico con las especies de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.
- ∂ Determinar los sustratos a los que están asociados los Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.
- ∂ Estimar los siguientes parámetros poblacionales: riqueza específica, abundancia, frecuencia, valor de importancia, índice de Shannon-Weaver, diversidad máxima y equitatividad de las especies de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.
- ∂ Elaborar un catálogo ilustrado de la especies de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.
- ∂ Elaborar un análisis comparativo de los resultados obtenidos en los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Área de Estudio.

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), está formado por bajos, islas y arrecifes situados en la porción central de la plataforma continental del Golfo de México, los cuales se encuentran delimitados por los ríos La Antigua al norte y Papaloapan al sur. La desembocadura del río Jamapa divide a este sistema en dos zonas, una frente al Puerto de Veracruz y la otra frente a la localidad de Antón Lizardo (CONANP, 2011).

El SAV, fue declarado un área natural protegida en 1992, denominada como Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) cuenta con una superficie de 65,516 Ha. Se localiza frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado con las coordenadas geográficas 19°03'00"-19°14'15" N y 95°47'36"-96°47'36"-96°08'13" O; está constituido por 28 formaciones arrecifales (DOF, 2012).

Los arrecifes del PNSAV son principalmente de tipo plataforma, los cuales se caracterizan por presentar un talud arrecifal en todas direcciones, y su eje mayor está orientado en dirección noroeste-sureste, presentando en algunos casos una porción emergida o cayo en la zona (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009). El clima considerado para la zona es caliente-húmedo (García, 1990). A lo largo del año se presentan tres temporadas. La de secas (de marzo a mayo), lluvias (junio a septiembre) y nortes (octubre a febrero) (Domínguez *et al.*, 2007).

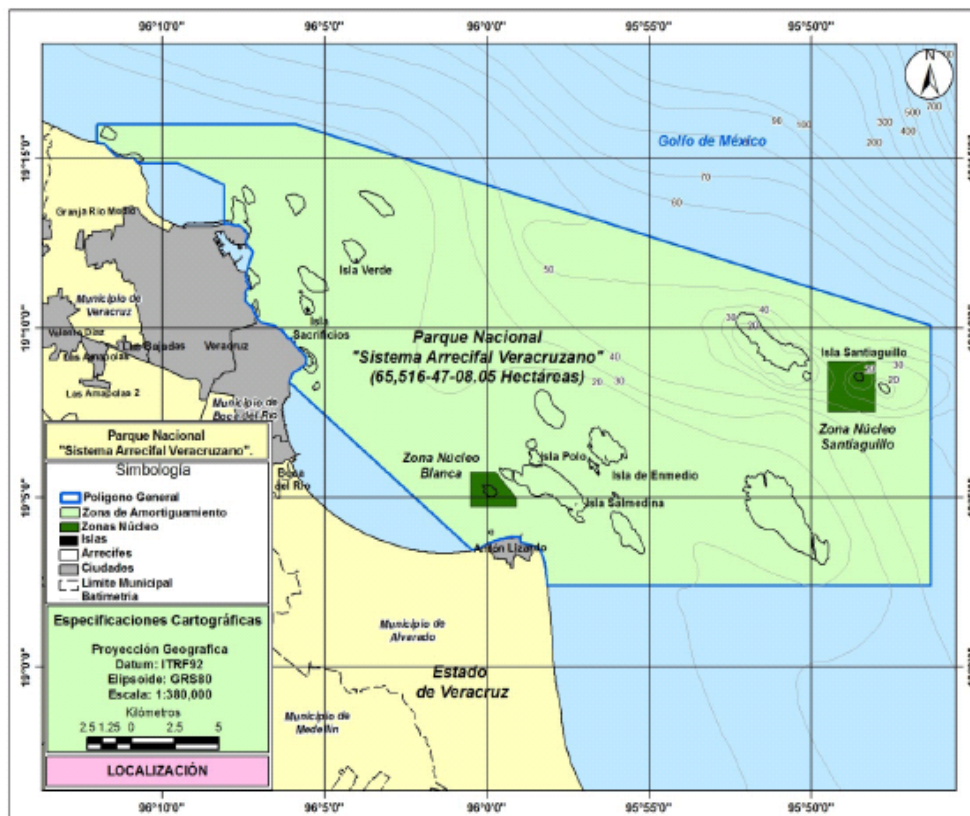


Figura 6. Sistema Arrecifal Veracruzano (Modificado de DOF, 2012).

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

La Isla Sacrificios es un arrecife de tipo plataforma localizado geográficamente a los 19° 10' 26" en latitud norte y 96° 05' 32" latitud oeste, el cual presenta un cayo formado por arena que emerge en la parte sur del arrecife de una área aproximada de 397,630m². Se localiza a 2.4 km al este de la playa de Costa Verde y al sur del arrecife Pájaros. La parte emergida presenta una forma alargada elipsoidal, orientada N-S, con una longitud máxima de 368 m y 192 m en su parte más ancha (CONANP, 2011).



Figura 7. Arrecife Sacrificios (Cortesía de National Geographic Society).

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Santiaguillo es un arrecife de tipo plataforma, se localiza a los 19°08'30" N y 95°48'35" O; a 19.75 km de la costa su eje mayor mide 375 m y está orientado en dirección NO-SE, en su parte más ancha mide 250 m, presenta un pequeño cayo en su porción sur, compuesto de pedacera de coral conocida como cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*). Dentro del arrecife, en la porción de sotavento, se observan grandes esqueletos de cuerno de alce (*Acropora palmata*). Con una superficie de 712 Ha. y un perímetro de 1,000 m, representa menos del 1% del área arrecifal de la parte sur del SAV. Este arrecife ha sido propuesto como una de las dos Zonas núcleo del PNSAV (CONANP, 2011; DOF, 2012).



Figura 8. Arrecife Santiaguillo (Cortesía de National Geographic Society).

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Método.

Trabajo de Gabinete.

Para definir los puntos de muestreo se escaneo la carta náutica 821.5 con escala 1:25,000 de la secretaría de Marina (2010), la cual con el programa ArcView 3.1 se georreferenció con coordenadas UTM, una vez obtenidas las imágenes digitalizadas de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo se dividieron con cuadrantes de 25 m², siendo está la unidad mínima reportada por Villanueva, (2008); Ugalde, (2010); Mohedano, (2010) y Tapia, (2013). Posteriormente se calculó el número de cuadrantes a muestrear con base al trabajo realizado en la planicie arrecifal La Gallega (Islas, 2004). En el que se relacionó el área del arrecife y número de cuadrantes, obteniendo para el arrecife Isla Sacrificios 29 cuadrantes y para el arrecife Santiaguillo 11 cuadrantes. Los puntos de muestreo se generaron y seleccionaron aleatoriamente.

Con el objeto de facilitar la identificación de los organismos se elaboraron guías de campo sumergibles, las cuales contenían una imagen de las especies de equinodermos que han sido reportadas para el SAV, así como su nombre científico y algunas de las características que las diferencian, mismas que fueron corroboradas con literatura especializada: Caso (1961), Hendler (1995), Solís-Marín *et al.*, (1993), Solís-Marín *et al.*, (2007), Laguarda-Figueras *et al.*, (2005), Hernández-Herrejón (2008), Laguarda-Figueras *et al.*, (2009).

Trabajo de Campo.

Se llevaron a cabo dos muestreos en el año 2012, uno en el mes de abril para el arrecife Isla Sacrificios y el otro en el mes de julio para el arrecife Santiaguillo. Una vez situados en los arrecifes se ajustaron los puntos de muestreo con un GPS marca GARMIN GPSMAP 76 con precisión de 4m, tomando en cuenta las coordenadas de los faros. Para el muestreo de los arrecifes se utilizó la técnica de cuadrantes, los cuales fueron delimitados con un cuadrante de 25m², usando el método de buceo libre se tomaron los siguientes datos: número de cuadrante, coordenada del cuadrante, hora, número de especies encontradas, número de organismos encontrados por especie, porcentaje de biotopos así como la profundidad, estos datos fueron anotados en una bitácora de acrílico. La determinación de los organismos fue *in situ* y fueron fotografiadas las características importantes de cada organismo para su identificación taxonómica, para posteriormente corroborar su determinación.

Trabajo de laboratorio.

En el laboratorio se hizo una revisión de las fotografías de cada organismo para confirmar su identificación con la literatura especializada de: Caso (1961), Hendler (1995), Solís-Marín *et al.*, (1993), Solís-Marín *et al.*, (2007), Laguarda-Figueras *et al.*, (2005), Hernández-Herrejón (2008), Laguarda-Figueras *et al.*, (2009). Los listados taxonómicos de las especies encontradas en los dos arrecifes se elaboraron con base al arreglo sistemático utilizado en las publicaciones de Hendler *et al.*, (1995) y Solís-Marín *et al.*, (2007). La descripción de las especies se realizó mediante la literatura de Caso, (1961), Hendler, (1995), Solís-Marín *et al.*, (1993), Serafy,

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

(1979), Solís-Marín *et al.*, (2007), Laguarda-Figueras *et al.*, (2005), Hernández-Herrejón, (2008), Laguarda-Figueras *et al.*, (2009); Benavides, (2011); Barrero, (2012).

Para conocer la dinámica dentro de la comunidad de equinodermos se determinaron los siguientes parámetros poblacionales: riqueza, abundancia, frecuencia, densidad, diversidad con el Índice de Shannon-Weaver, diversidad máxima, equitatividad y valor de importancia. Los algoritmos de cada uno de los parámetros fueron tomados de Rocha *et al.*, (2008).

Riqueza de especies: Es el número total de especies.

S= Número total de especies.

Abundancia: Número de individuos por especie.

Ni= Número de individuos de la especie i.

Abundancia relativa: se refiere a la fracción con la que contribuye dicha especie, a la abundancia total.

$$p_i = n_i / \sum_{i=1}^S n_i$$

p_i: abundancia relativa de especie i

S: número total de especies en la comunidad

Ni=abundancia de la especie i.

Densidad: Número de individuos de una especie por unidad de área.

D_i=n_i/A, donde:

n_i: número de individuos de una especie por unidad de área.

A: área total muestreada

Densidad relativa: Densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. Porcentaje que tiene la sp i del total de individuos de todas las especies.

D_{iR}=(n_i/n_T)100, donde:

n_i: densidad de la especie i

n_T= Sumatoria de las densidades de todas las especies

Dominancia: es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

$C_i = a_i/A$, donde:

C_i = dominancia de la especie i

a_i : área donde aparece la especie i

A : área total muestreada

Dominancia relativa: es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies. Representa la probabilidad de encontrar una especie, dentro del área total muestreada.

$C_i R = (c_i / \sum c) 100$ donde:

C_i = dominancia de una especie i

$\sum c$: sumatoria de todas las dominancias

Frecuencia: número de muestras en las que se encuentra una especie.

$F_i = (m_i / MT) 100$, donde:

F_i : Frecuencia absoluta de las especies

m_i : número de estaciones donde aparece la especie i

MT : total de estaciones muestreadas

Frecuencia relativa: Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies, es la probabilidad que tiene una especie de ser encontrada dentro del total de estaciones.

$F_i R = (F_i / \sum F_i) 100$, donde:

F_i : frecuencia de un especie

$\sum F_i$: sumatoria de todas las especies

Diversidad: Se calculó con el índice de Shannon-Weaver el cual permite conocer la diversidad máxima que puede alcanzar la comunidad.

Índice de diversidad de Shannon Weaver

La función matemática es:

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

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Dónde:

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

S: número de especies

p_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

\log_2 : logaritmo (base 2)

Diversidad máxima: mide la uniformidad de la distribución de la comunidad.

$H'_{\max} = \log_2 s$

Donde:

H'_{\max} = Valor máximo de diversidad

S = número de especies

\log_2 = logaritmo (base 2)

Equitatividad: Es la medida de cómo están repartidos los individuos en las especies, o sea su uniformidad relativa.

Equitatividad de Pielou.

$E = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 s$

H' : Diversidad

H'_{\max} : Diversidad máxima

S: Número de especies

Valor de importancia: Nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad, varía entre 0 y 300.

$VIR = DiR + CiR + FiR$, donde:

DiR = Densidad relativa

CiR = Dominancia relativa

FiR = Frecuencia relativa

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Test de asociación de Olmstead y Tukey.

Esta prueba establece estadísticamente la importancia relativa de cada especie y se basa en la mediana aritmética de la frecuencia relativa porcentual, eje de las “x”, así como la mediana del logaritmo natural de la abundancia eje de las “y” o bien, el log 10 +1 de la mediana de la abundancia. De tal manera que en el cuadrante superior izquierdo se encuentran las especies ocasionales, en el cuadrante inferior izquierdo las especies raras y en el cuadrante inferior derecho las especies constantes (Sokal y Rohlf, 1981; Sánchez, 2009).

Análisis de agrupamiento por disimilitud.

Para comparar a las comunidades en las diferentes estaciones de muestreo se utilizó el coeficiente de Distancia de Cuerda y posteriormente se llevó a cabo un análisis de agrupamiento promedio con ayuda del programa PRIMER v. 6.

RESULTADOS Y DISCUSION.

En los 29 cuadrantes que fueron muestreados en el arrecife Isla Sacrificios se encontraron un total de 2,045 organismos distribuidos en 21 especies. Mientras que en el arrecife Santiaguillo se muestrearon 11 cuadrantes en los cuales se encontró un total de 1,660 organismos distribuidos en 11 especies. La lista taxonómica de Equinodermos queda integrada por 4 clases, 9 órdenes, 15 familias, 16 géneros y 23 especies.

Lista Taxonómica.

El arreglo sistemático de las especies de equinodermos fue realizado con base a las publicaciones de Hedler *et al.* (1995), así como la publicación de Solís-Marín *et al.* (2007).

Filo Echinodermata

CLASE ASTEROIDEA

Orden Valvatida Perrier, 1884

Familia Oreasteridae Fisher, 1911

Género *Oreaster* Müller y Troschel, 1842

+*Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758)

Familia Ophidiasteridae Verrill, 1870

Género *Linckia* Nardo, 1834

+*Linckia guildingii* Gray, 1840

CLASE OPHIUROIDEA

Orden Ophiurida Müller y Troschel, 1840

Familia Ophiuridae Lyman, 1865

Género *Ophiolepis* Müller y Troschel, 1840

+*Ophiolepis paucispina* (Say, 1825)

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

- Familia** Ophiocomidae Ljungman, 1867
Género *Ophiocoma* Agassiz, 1836
+ *Ophiocoma echinata* (Lamarck, 1816)
+ *Ophiocoma wendtii* Müller y Troschel, 1842
- Familia** Ophionereididae Ljungman, 1867
Género *Ophionereis* Lütken, 1859
+ *Ophionereis reticulata* (Say, 1825)
- Familia** Ophiodermatidae Ljungman, 1867
Género *Ophioderma* Müller y Troschel, 1840
+ *Ophioderma apressum* (Say, 1825)
+ *Ophioderma cinereum* Müller y Troschel, 1842
- Familia** Ophiactidae Matsumoto, 1915
Género *Ophiactis* Lütken, 1856
+ * *Ophiactis savignyi* (Müller y Troschel, 1842)
- Familia** Ophiotrichidae Ljungman, 1866
Género *Ophiothrix* Müller y Troschel, 1840
+ * *Ophiothrix angulata* Say, 1825
+ * *Ophiothrix lineata* Lyman, 1860
+ * *Ophiothrix orstedii* Lütken, 1856
+ *Ophiothrix suensonii* Lütken, 1856

CLASE ECHINOIDEA

- Orden** Cidadoira Claus, 1880
Familia Cidariidae Gray, 1825
Género *Eucidaris* Pomel, 1833
+ * *Eucidaris tribuloides* (Lamarck, 1816)
- Orden** Diadematoida Duncan, 1889
Familia Diadematidae Gray, 1855
Género *Diadema* Gray, 1825
+ * *Diadema antillarum* (Philippi, 1845)
- Orden** Temnopleuroida Mortensen, 1942
Familia Toxopneustidae Troschel, 1872
Género *Lytechinus* A. Agassiz, 1863
+ * *Lytechinus variegatus variegatus* (Lamarck, 1816)
* *Lytechinus williamsi* (Chester, 1968)
Género *Tripneustes* L. Agassiz, 1841
* *Tripneustes ventricosus* (Lamarck, 1816)
- Orden** Echinoida Claus, 1876
Familia Echinometridae Gray, 1825
Género *Echinometra* Gray, 1825
+ * *Echinometra lucunter lucunter* (Linnaeus, 1758)
+ * *Echinometra viridis* A. Agassiz, 1963

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

CLASE HOLOTHUROIDEA

Orden Dendrochirotida Grube, 1840

Familia Phyllophoridae Oestergren, 1907

Género *Neothyonidium* Deichmann, 1938

+*Neothyonidium parvum* (Ludwig, 1881)

Orden Aspidochirotida Grube, 1840

Familia Holothuriidae Ludwig, 1894

Género *Holothuria* Linnaeus, 1767

+*Holothuria* sp.

Familia stichopodidae Haeckel, 1896

Género *Isostichopus* Deichmann, 1958

+*Isostichopus cf. badionotus* (Selenka, 1867)

Cuadro 1. Lista Taxonómica de las especies registradas en los Arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo. Las especies registradas en el arrecife Isla Sacrificios son señaladas con el símbolo (+), mientras que las especies que fueron registradas en arrecife Santiaguillo son señaladas con el símbolo asterisco (*). Aquellas especies que se registraron en los dos arrecifes se señalan con los dos símbolos (+ *). Cabe mencionar que todas las especies encontradas en el arrecife Santiaguillo son nuevos registros para dicho arrecife, Es importante señalar que se encontraron dos nuevos registros para el arrecife Isla sacrificios *O. appressum* y *N. parvum*, siendo esta última un nuevo registro para el PNSAV y para México.

No se encontraron especies de la clase Crinoidea debido a que son de mayor profundidad (Villanueva, 2008).

En el arrecife Isla Sacrificios se encontraron un total de 21 especies (cuadro 1). Lo que representa un número menor a las especies registradas en el trabajo realizado por Ugalde (2011) el cual consistió de un muestreo sistemático y tres salidas al campo, una de las cuales fue hecha en el mes de abril donde se encontraron 26 especies. Sin embargo es importante señalar que en la actual investigación se encontraron 5 especies que no son reportadas en el trabajo previo, estas especies son las siguientes: *O. reticulatus*, *O. reticulata*, *O. apressum*, *Holothuria* sp. y *N. parvum*; de estas cuatro fueron encontradas como especies raras y solo una especie *O. apressum*, fue encontrada como una especie dominante. Las cinco especies que no fueron registradas en la actual investigación a diferencia del trabajo previo fueron las siguientes: *O. impressa*, *O. squamata*, *L. williansi*, *T. ventricosus*, *H. grisea*, *H. arenicola* y *E. lappa*. De las cuales cuatro son reportadas como especies raras; únicamente la especie *O. impressa* es reportada como especie dominante, se trata de una especie de actividad nocturna y hábitos crípticos lo que pudo haber dificultado su visualización durante el muestreo (Hendler *et al.*, 1995; Benavides *et al.*, 2011).

En el caso del arrecife Santiaguillo, no fueron registradas especies de las clases Holoturoidea y Asteroidea, (cuadro 1); lo cual difiere con lo encontrado en el Arrecife Isla Sacrificios, esto debido a que en el arrecife Santiaguillo el sustrato predominante es roca coralina lo cual no favorece a la presencia de estas clases ya que se encuentra principalmente en sustrato arenoso (Calva, 2002).

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Caracterización de las Planicies arrecifales.

Porcentaje de Sustrato.

En el arrecife Isla Sacrificios el sustrato con mayor porcentaje de cobertura fue el de *Thalassia testudinum* con 35%, seguido por pedacería coralina que presento 19%, en tercer lugar se encuentra arena con 16% (figura 9). Estos resultados son similares a los de Ibarra y Abarca (2007), quienes realizaron una investigación sobre la distribución, abundancia y biomasa de *T. testudinum*, en la laguna de este mismo arrecife durante el periodo de diciembre 2002 a septiembre 2003; encontrando mayor biomasa y densidad en los meses de marzo a junio correspondientes a la época de secas misma en la que se realizó la presente investigación.

En el caso del arrecife Santiaguillo el sustrato que se encontró con mayor cobertura fue rocoso con un 54%, seguido por pedacería coralina con 32% (figura 9). Estos porcentajes difieren con los encontrados en el arrecife Isla Sacrificios ya que el sustrato con mayor cobertura fue *T. testudinum*; además de que se encontró una menor variedad de sustratos debido probablemente a que el arrecife es de menor tamaño. Por otro lado el movimiento de las corrientes y la alta energía del oleaje contribuyen a la baja sedimentación de partículas finas en el arrecife (Chávez *et al.*, 2007).

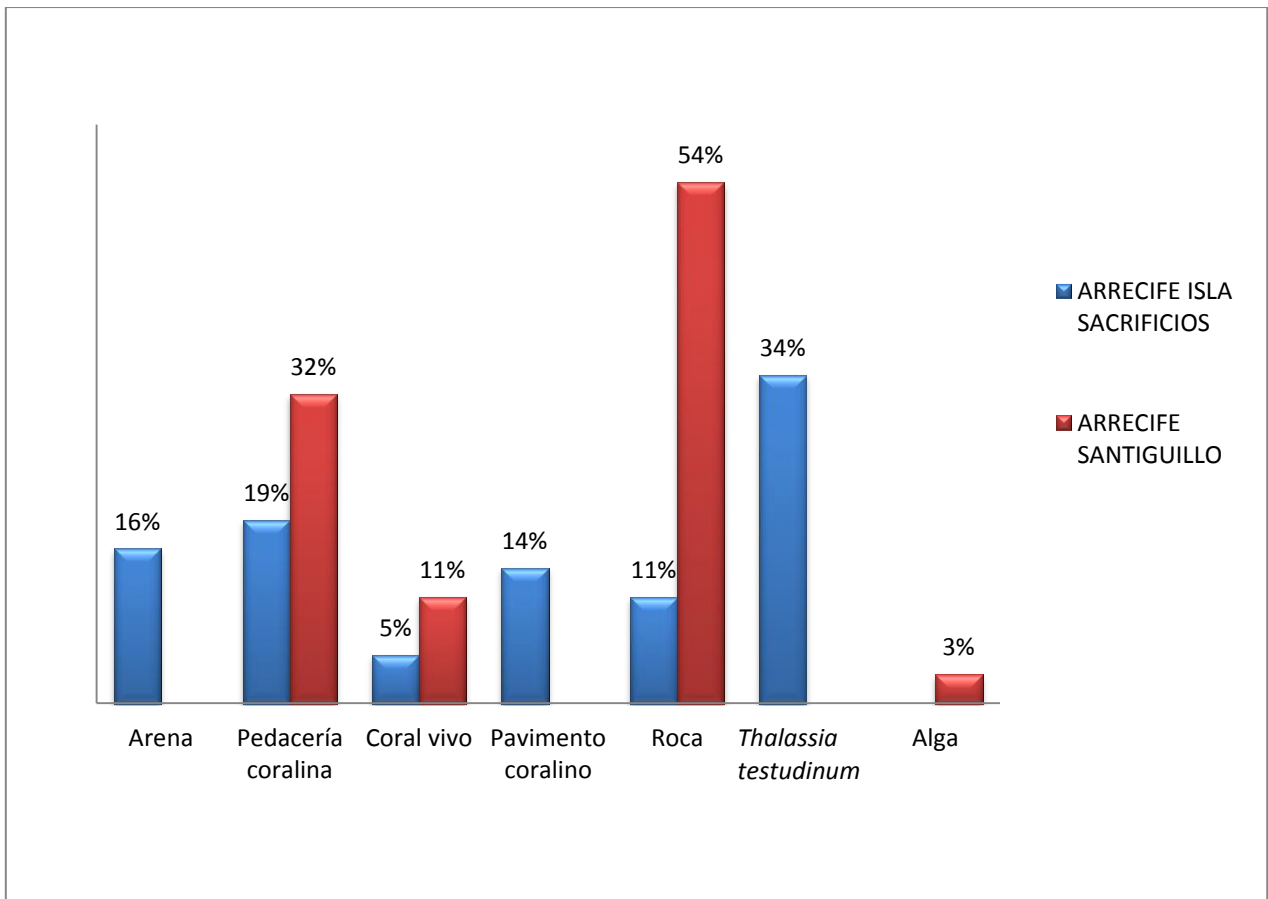


Figura 9. Porcentaje de la cobertura de sustratos dentro de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Catálogo de las especies encontradas en los Arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo Veracruz.

Clase Asteroidea

Oreaster reticulatus (Linnaeus, 1758).

Sinonimia: *Asterias gigas* Linneus, 1753; *Asterias pentacyphus* Retzius, 1805; *Asterias reticulata* Linneus, 1758; *Asterias sebae* Blainvillae, 1830; *Oreaster aculeatus* (Gray, 1840); *Oreaster bermudensis* Clark, 1942; *Oreaster lapidarius* Grube, 1857; *Pentaceros aculeatus* Gray, 1840; *Pentaceros gibbus* Gray, 1840; *Pentaceros grandis* Gray, 1840; *Pentaceros reticulatus* Gray, 1840.

Descripción: Especie robusta, con disco elevado, placas abactiales convexas, las cuales tienen espinas o tubérculos cónicos, toda la especie se encuentra tapizada con gránulos poligonales desiguales que rodean la base de las espinas. Placas actiales con áreas interradales en forma de “v” invertida. Placas superomarginales en número 9 a 20 en cada radio, cubiertos por gránulos más grandes que los del disco con una espina cónica cada una. Presenta cinco espinas adambulacrales pequeñas y aplanadas. Los brazos son anchos y cortos. Pedicelarios bivalvados diseminados abactinal y acnimalmente.



La coloración de esta especie es muy variable, los ejemplares juveniles presentan manchas de color verde, café, canela o gris. Los ejemplares adultos presentan coloración amarilla, café o naranja.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios sobre arena con *Thalassia testudinum*.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Linckia guildingii Gray, 1840

Sinonimia: *Linckia diplax* (Muller y Troschel, 1842); *Linckia nicobarica* Lutken, 1871; *Linckia ornithopus* (Muller y Troschel, 1842); *Linckia pacifica* Gray, 1840; *Ophidiaster diplax* Muller y Troschel, 1842; *Ophidiaster ehrenbergi* Muller y Troschel, 1842; *Ophidiaster flaccidus* Lutken, 1859; *Ophidiasterguildingi* Muller y Troschel, 1842; *Ophidiaster irregularis* Perrier, 1869; *Ophidiaster ornithopus* Muller y Troschel, 1842; *Ophidiaster pacifica* (Gray, 1840); *Scytaster stella* Duchassing, 1850.

Descripción: Disco pequeño, placas abactinales pequeñas formando más o menos un patrón reticulado irregular; cubierto por gránulos pequeños ligeramente aplanados. Áreas papulares con 15 a 40 poros en cada zona. Placas actinales en dos o tres series, las cuales están cubiertas por gránulos más gruesos que los que se encuentran sobre el área abactinal. Dos espinas adambulacrales truncadas, granuliformes en vista externa, de las cuales una es más grande que la otra. Dos espinas subambulacrales redondas y grandes. Placas terminales pequeñas, ovaladas y usualmente cubiertas con gránulos. Presentan entre 4 y 6 brazos que terminan en lóbulo, largos, delgados y cilíndricos mismos que muestran una desigualdad muy marcada en el largo de uno de los brazos ya que uno es más largo que los demás.



La coloración de esta especie es muy variable usualmente entre los ejemplares juveniles y adultos, los ejemplares juveniles son moteados con tonos rojos, marrón, violeta o purpura. Los ejemplares adultos generalmente presentan una coloración uniforme rojiza, amarilla o violeta.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios sobre los sustratos de arena, pedacera coralina, pavimento coralino y *Thalassia testudinum*.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Clase Ophiuroidea

Ophiolepis paucispina (Say, 1825)

Sinonimia: *Ophiura paucispina* Say, 1825.

Descripción: El disco presenta escamas de manera regular y radial hacia fuera separadas por escamas más pequeñas, esta especie enrolla sus brazos encima del disco cuando se le molesta. Los escudos radiales están separados por pequeñas placas en la parte proximal y una más grande en la parte distal. Los escudos orales son casi pentagonales, más largos que anchos. Los escudos aborales son alargados, anchos en las partes distales y puntiagudas en la parte proximal. Los lados de las placas dorsales son trucados y se presenta una placa dorsal accesoria. Los segmentos de los brazos son gruesos en la parte distal. Las placas ventrales del brazo tienen forma de abanico.



La coloración de esta especie puede ser blanca, marrón o gris azulado; el disco puede tener algunas manchas grises, verdes o marrones y los brazos son blancos con varias bandas de color marrón o gris.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios sobre pedacera coralina.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ophiocoma echinata (Lamarck, 1816).

Sinonimia: *Ophiocoma crassispina* (Say, 1825); *Ophiocoma tumida* Muller y Troschel, 1842; *Ophiura crassispina* Say, 1825; *Ophiura echinata* Lamarck, 1816.

Descripción: El disco está cubierto de gránulos ovalados y ásperos al tacto y el borde se encuentra festonado. Los escudos radiales son pequeños y ovalados, separados entre ellos y cubiertos completamente por gránulos. Escudos orales grandes los cuales se separan completamente de los escudos aborales, los cuales son pequeños y triangulares. Los brazos presentan placas dorsales pequeñas, robustas y bulbosas. Las placas laterales ocupan dos tercias partes del brazo. Se presentan tres espinas en el primer y segundo segmento del brazo y en los segmentos posteriores presentan un número diferente de espinas sobre los lados opuestos a cada segmento.



En cuanto a la coloración de esta especie, el disco puede presentar colores oscuros homogéneos o parches de varios colores, destacándose principalmente el gris, café y negro. Los brazos presentan bandas de los mismos tonos que se presentan en el disco los pies ambulacrales son de color blanco. Los ejemplares juveniles son casi completamente negros, y en los escudos radiales presentan una mancha blanca y varias bandas blancas en los brazos.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios sobre pedacera coralina y arena.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ophiocoma wendtii Müller y Troschel, 1842.

Sinonimia: *Ophiocoma riisei* Lutken, 1856; *Ophiocoma wendti* Muller y troschel, 1842.

Descripción: Disco cubierto densamente por gránulos ovalados y ásperos al tacto. Los escudos radiales son pequeños, ovalados, separados entre ellos y cubiertos por gránulos. Escudos orales ovalados más largos que anchos. Los escudos aborales tienen forma triangular. Los brazos presentan placas dorsales en forma de abanico y las placas ventrales son ovaladas. Se presentan dos espinas en el primer segmento de los brazos y tres en el tercero; con la espina dorsal más larga que las demás.



Esta especie presenta una coloración oscura, la cual puede ser negra, café o rojiza, las puntas de los brazos son rojizas. Los pies ambulacrales son rojos. El disco generalmente es de color negro, los brazos presentan varias bandas negras.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios sobre pedacera coralina y *Thalassia testudinum*.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ophionereis reticulata (Say, 1825).

Sinonimia: *Ophiolepis nereis* Lutken, 1856; *Ophiura reticulata* Say, 1825.

Descripción: El disco es pentagonal y está cubierto finamente por escamas, los escudos radiales son pequeños y completamente separados unos de otros. Los escudos orales son grandes y hexagonales. Los escudos aborales son grandes y presentan una forma triangular. En los brazos se presentan tres espinas las cuales son lisas, comprimidas y con la punta roma, por lo general presentan más de una articulación en el brazo, la espina que se encuentra en medio es más grande y larga en las articulaciones que se encuentran en el borde del disco.



Presentan un patrón de red bien definido de color café o café rojizo sobre el disco gris pálido. Los brazos están bandeados con negro o café púrpura y presentan una delgada banda negra entre uniones pálidas de los brazos.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios sobre pavimento coralino.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ophioderma appressum (Say, 1825).

Sinonimia: *Ophiura appresum* Say, 1825.

Descripción: El disco está cubierto por pequeños gránulos redondos y debajo de estos se encuentran escamas pequeñas. Las placas radiales se encuentran cubiertas por gránulos. El borde posterior de la placa oral es recta o ligeramente cóncava y toca la ranura de la bursa. Los brazos presentan pequeñas espinas y son muy amplios de manera constante desde el borde del disco hasta la punta donde se estrechan gradualmente, sus articulaciones terminales no son más anchas que largas. El brazo presenta una espina ventral cónica y notablemente más grande que las espinas dorsales.



Esta especie presenta colores negros, grises y amarillos brillantes, la coloración de los escudos radiales puede ser uniforme con coloraciones grises, verdes o cafés o tipo arlequín blancos o con parches irregulares verdes negros o amarillos. Los brazos están bandeados con colores oscuros y con manchas más claras o blancas.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios sobre arena, *Thalassia testudinum* y pedacería coralina.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ophioderma cinereum Müller y Troschel, 1842

Sinonimia: no presenta.

Descripción: El disco está cubierto por gránulos microscópicos redondos, los escudos radiales son ovalados, las placas se encuentran irregularmente divididas por fisuras que corren del borde proximal al distal. Los brazos presentan pequeñas espinas deprimidas que incrementan su talla hacia la superficie ventral. Las placas dorsales del brazo presentan una fragmentación en las uniones cerca del disco y las placas laterales presentan 10 espinas de forma cónica y gruesas pegadas al brazo.



Su coloración puede ir desde gris claro o café usualmente el disco con finas manchas negras y blancas o amarillas. Los brazos están bandeados y las placas dorsales de los brazos tienen un patrón de red irregular.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios sobre pavimento coralino, pedacera coralina, *Thalassia testudinum* y arena.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

***Ophiactis savignyi* Müller y Troschel, 1842**

Sinonimia: *Ophiactis brocki* de Loriol, 1893; *Ophiactis conferta* Koehler, 1905; *Ophiactis incisa* Martens, 1870; *Ophiactis krebsil* Lutken, 1856; *Ophiactis maculosa* Martens, 1870; *Ophiactis quadrispina* Clark, 1915; *Ophiactis reinhardti* Lutken, 1859; *Ophiactis sexradia* (Grube, 1857); *Ophiactis sixradia* Lutken, 1853; *Ophiactis versicolor* Clark, 1939; *Ophiactis virescens* Lutken, 1856; *Ophiolepis savignyi* Muller y Troschel, 1842; *Ophiolepis sexradia* Grube, 1857.

Descripción: En el disco se encuentran pequeñas espinas y escamas en el centro. Presentan seis escudos radiales que por lo general exceden la mitad del disco y están dilatados en sus bases. Las placas dorsales del disco son ovaladas, las placas laterales son delgadas y presentan cinco o seis espinas, las cuales son de tamaño similar mismas que presentan diminutos dientes en la punta. Presenta cinco brazos en estado adulto y seis en los juveniles.

Los individuos tienen varias combinaciones de colores de verde, café verdoso, café y crema; usualmente con parche blanco en la punta externa del escudo radial. Las placas dorsales de los brazos tienen marcas oscuras pareadas en el borde distal.



Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios y en el Arrecife Santiaguillo, sobre pedacería coralina, *Thalassia testudinum* y arena.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

***Ophiotrrix angulata* Say.1825**

Sinonimia: no presenta.

Descripción: Disco cubierto completamente por espinas pequeñas bífidas y trifidas intercaladas con espinas más largas que pueden llegar a cubrir los escudos radiales los cuales son grandes y ovalados. Los escudos orales son ovalados más anchos que largos los cuales se separan completamente del par de placas aborales mismas que presentan una forma triangular. Las placas dorsales tienen forma romboide y son pequeñas, las placas ventrales son rectangulares, las placas laterales son delgadas y se separan ampliamente de las placas dorsales. Los brazos tienen numerosas espinas bífidas y trifidas



El color del cuerpo de esta especie es muy variable puede presentar colores cálidos, tonos de rosa, rojo, naranja, azul, morado, marrón, gris o verde.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios y en Arrecife Sntiaguillo sobre pedacería coralina, arena, *Thalassia testudinum* y pavimento coralino.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ophiotrix lineata Lyman, 1860

Sinonimia: no presenta.

Descripción: Es una especie moderadamente grande, el disco esta dorso-ventralmente aplanado se divide en sectores, tiene zonas de escamas grandes y planas y zonas con gránulos, las escamas alternan con espacios desnudos, tiene escudos radiales triangulares. Los brazos son anchos cerca del disco y se reducen bruscamente terminando como un filamento. La apariencia aplanada de esta especie se ve acentuada por sus espinas dirigidas horizontalmente al brazo proximal, las espinas finales son conspicuas y más largas que el doble del ancho del brazo, casi tan ancho en la punta redondeada como en la base; las espinas distales son considerablemente más delgadas, y ventralmente tienen espinas en forma de gancho con doble punta. Las patas tubulares son papilosas.



El disco es de color rojo-marrón o violeta-marrón, y gris. Presentan una raya continua marrón negrozco oscuro en el centro del brazo, acompañado por ambos lados por una raya pálida gris. Las espinas del brazo cerca del disco son de color violeta o rosa fuerte.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios y Arrecife Santiaguillo sobre pedacería coralina, arena y *Thalassia testudinum*.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ophiothrix orstedii Lütken, 1856

Sinonimia: *Ophiothrix oerstedii* Lütken, 1856; *Ophiothrix orstedii* Lütken, 1856.

Descripción: Disco cubierto por espinas acerradas largas, gruesas y un poco cristalinas, las cuales terminan en una punta bífida o trífida. Escudos radiales triangulares, separados por escamas cubiertos por espinas. Escudos orales grandes de forma romboide. Los escudos aborales son grandes y triangulares, cada uno mide la mitad del tamaño de los escudos orales. Los brazos presentan placas dorsales pequeñas y tienen forma de abanico, las placas ventrales son casi tan anchas como largas. Presentan una escama tentacular a cada lado de las placas ventrales.



El color del disco puede ser verde, marrón, rojo, azul, morado, o gris. Las bandas del color de fondo en los brazos son interrumpidos por finas líneas amarillas que están bordeadas a ambos lados por una línea negra delgada. El patrón distintivo y llamativo negro y amarillo puede continuar a lo largo de los escudos radiales y en el disco.

Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios y Santiaguillo, sobre pedacería coralina, arena, *Thalassia testudinum* y pavimento coralino.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Ophiothrix suensonii Lütken, 1856

Sinonimia: *Ophiothrix suensoni* Lütken, 1856.

Descripción: El disco es pequeño y presenta algunas espinas largas, delgadas y cristalinas; presenta filas paralelas de escamas que cubren el borde del disco. Los escudos radiales son grandes y no presentan espinas. Presentan brazos muy largos cuyas placas ventrales cercanas al disco son cuadradas aunque más largas que anchas. Los pies ambulacrales son papilosos.



Las placas dorsales cerca del brazo son oscuras. Los brazos tiene una línea dorsal que corre a lo largo del brazo, por lo general es negra, púrpura, o carmesí. A menudo hay una franja oscura en la parte inferior del brazo. El color de fondo del disco y los brazos son de color gris, leonado, lavanda, rosa, naranja, rojo o morado oscuro.

Registrada en el arrecife Isla Sacrificios sobre pedacera de coral, *Thalassia testudinum* y arena.

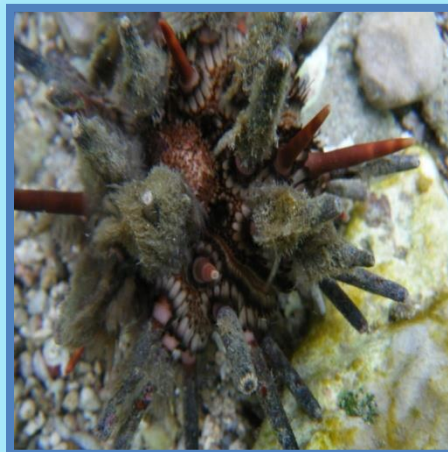
Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Clase Echinoidea

Eucidaris tribuloide (Lamarck, 1816)

Sinonimia: *Cidaris annulata* Gray, 1855; *Cidaris minor* Koehler, 1908; *cidaris tribuloide* (Lamarck, 1816); *Cidarites tribuloides* Lamarck, 1816; *Eucidaris clavata* Mortensen, 1928; *Eucidaris tribuloides* Mortensen, 1909.

Descripción: Son organismos robustos, con una testa gruesa, circular, en forma de turbante, aplanado aboralmente. Espinas primarias cortas, gruesas, cilíndricas, fusiformes, escasas, afiladas ligeramente en sus extremos distales acomodadas en hileras de 4 a 5 espinas en organismos jóvenes, en adultos hileras de 10 espinas iguales o menores que el diámetro de la testa. Espinas secundarias amplias, gruesas, despuntadas, rayadas, cortas, aplanadas lateralmente, rectangulares, con acanalamientos longitudinales. En la región del sistema apical, las espinas miliares son escasas, triangulares, estriadas, angostas y largas, en la zona aboral son alargadas. Los pies ambulacrales son muy anchos en la base y los pies orales tienen bien desarrollado el disco terminal. Presentan pedicelarios globígeros, tridentados, grandes y pequeños.



El color de la testa así como la base de todas las espinas secundarias es café claro, amarillo o café rojizo, con estrías longitudinales, y extremos pardos. Las escamas de las espinas primarias son blancas y los extremos distales están ligeramente teñidos de café claro, espinas generalmente con bandas blancas, cafés o rosas pálidos. Los pies ambulacrales son café claro.

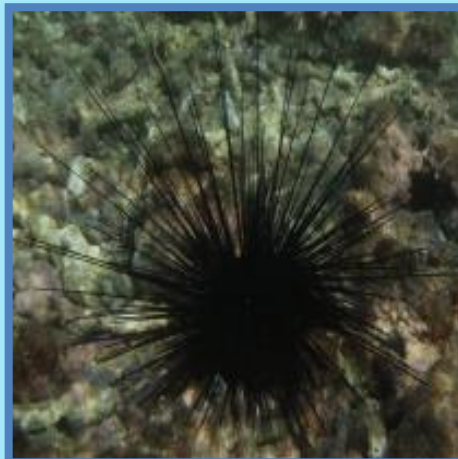
Registrada en el Arrecife Isla Sacrificios y Santiaguillo, sobre pedacería coralina, *Thalassia testudinum*, pavimento coralino y rocoso.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Diadema antillarum (Philippi, 1845)

Sinonimia: *Centrechinus antillarum* (Philippi, 1845): *Cidaris antillarum* Philippi, 1845.

Descripción: Testa circular pequeña más ancha que alta, muy frágil y delgada, aplanada en la zona oral. Espinas primarias y secundarias muy largas que pueden medir cuatro veces el diámetro de la testa, las cuales son delgadas, verticiladas, huecas y frágiles, con 20 o más series de espinas dispuestas longitudinalmente, equipadas con espineletes. Presenta ambulacros estrechos, ligeramente inflados, rectos con placas compuestas y trigeminadas, cada placa presenta un tubérculo primario crenulado y perforado, interambulacros amplios, cada columna presenta una sola hilera de tubérculos grandes que disminuyen de tamaño adoralmente, sobre el área ambital puede haber series horizontales de tres a cuatro tubérculos por placa que disminuyen en tamaño hacia el peristoma. Las placas periproctales son alargadas y forman un anillo que rodea el ano. El peristoma es más grande que el sistema apical. Los pedicelarios presentan valvas tridentadas, ligeramente planas, casi rectas, con apófisis terminadas en "T".



La coloración de las espinas generalmente es negra aunque pueden presentar espinas de color blanco, beige o gris el color varía mucho según la edad. Las espinas primarias pueden estar bandeadas únicamente en ejemplares juveniles.

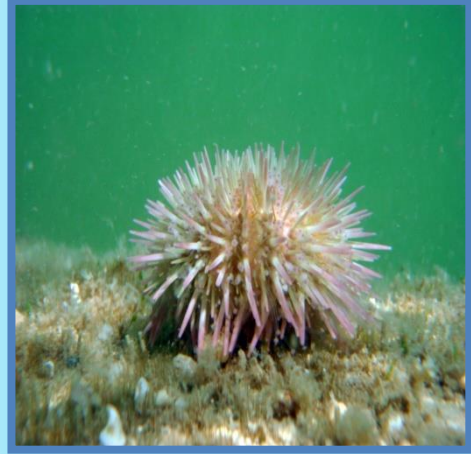
Registrada en el arrecife Isla Sacrificios y el arrecife Santiaguillo, sobre pedacería coralina, pavimento coralino y rocoso.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

***Lytechinus variegatus variegatus* (Lamarck, 1816)**

Sinonimia: *Lytechinus atlanticus* A. Agassiz, 1863; *Lytechinus variegatus atlanticus* A. Agassiz, 1863; *Lytechinus variegatus typicus* Clark, 1912.

Descripción: Testa con los bordes curvos. Espinas cortas y afiladas. Placas ambulacrales trigeminadas cada una con un tubérculo primario. Los tubérculos secundarios ambulacrales no forman series regulares. Los interambulacros son amplios; cada placa presenta un tubérculo primario grande que no se encuentra perforado formando una serie regular, vertical por columna. Periprocto prominente con menos de 26 placas periproctales que permiten ver la posición del ano en el centro del aparato apical, las cuales disminuyen en tamaño conforme se dirigen al ano; algunas de estas placas presentan uno o dos tubérculos pequeños. Sistema apical con forma de estrella distorsionada. Pedicelarios de tipo globigero. Son organismos pequeños y se encuentran cubiertos de conchas o *Thalassia*.



Las espinas de esta especie son de color violeta, verde claro o blanco amarillento, el color de la testa puede variar generalmente presenta una testa verdosa.

Registrada en el arrecife Isla Sacrificios y arrecife Santiaguillo, sobre arena, pedacera coralina, *Thalassia testudinum*, pavimento coralino y rocoso.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Lytechinus williamsi (Chester, 1968)

Sinonimia: no presenta.

Descripción: Testa con suturas longitudinales. Espinas primarias de los ambulacros ubicadas por encima del ámbitos. Los ambulacros son más angostos que los interambulacros y presentan placas trigeminadas de tipo equinoide, cada placa posee un tubérculo primario. Interambulacros amplios, los tubérculos primarios forman una serie regular vertical, la tuberculación secundaria esta poco desarrollada por debajo del ambitus, se presentan dos tubérculos secundarios que flaquean al tubérculo primario. El peristoma es más grande que el sistema apical. Presenta pedicelarios globosos. Esta especie es de tamaño pequeño.



La testa es de color beige, con espinas generalmente verdes o algunas veces blancas. Los pedicelarios son de color purpura o blanco.

Registrada en el arrecife Santiaguillo sobre pavimento coralino.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

***Tripneustes ventricosus* (Lamarck, 1816)**

Sinonimia: *Cidaris variegata* Leske, 1778.

Descripción: Testa grande robusta y ligeramente arqueada, de contorno circular. Espinas cortas robustas, afiladas y estriadas longitudinalmente. Presenta tres pares de arcoporos acomodados en tres hileras en la región del ambitus. En los ambulacros las zonas poríferas son un poco más anchas que las zonas interporíferas, donde los tubérculos son muy numerosos y por lo general forman distintas hileras verticales, casi regulares. Los tubérculos primarios ambulacrales alcanzan casi el mismo tamaño que los tubérculos primarios interambulacrales, y se presentan cada tres o cuatro placas aboralmente; los tubérculos secundarios están generalmente desarrollados irregularmente. El peristoma es pequeño en relación al diámetro del caparazón, periprocto con bandas de cientos de pedicelarios tipo globígero con pedúnculos calcáreos. Aparato apical estrellado; placas genitales con bordes libres redondeados; poros genitales grandes, el ano está rodeado de 19 a 26 placas.



Especie con espinas blancas que contrastan con la testa que es de color café oscuro, los pies ambulacrales aborales tienen un color café uniforme. Los pedicelarios están cubiertos por una capa gruesa de tejido de color café oscuro, con las valvas más oscuras que los pedúnculos, las puntas de las valvas son de color blanco.

Registrada en el arrecife Santiaguillo sobre pedacería coralina y pavimento coralino.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Echinometra lucunter lucunter (Linnaeus, 1758)

Sinonimia: *Cidaris lucunter* (Linnaeus, 1758).

Descripción: Testa redonda, delgada, alargada y con un ligero aplanamiento. Espinas largas, gruesas en la base y con puntas afiladas de un tamaño aproximado al diámetro de la testa. Las espinas primarias por lo general son robustas, cónicas, largas, afiladas, estriadas longitudinalmente y más cortas que el diámetro del caparazón. Espinas secundarias afiladas, finas y frágiles. Los interambulacros son más amplios que los ambulacros, cada placa está provista de un tubérculo primario y forman una serie regular vertical en donde los tubérculos disminuyen su tamaño hacia el sistema apical y peristoma, los tubérculos secundarios son de menor tamaño que los primarios; forman series verticales en las zonas adradiales y una serie en forma de zigzag sobre el área interradianal. Los ambulacros presentan placas poligeminadas de tipo equinoide, presentan un tubérculo primario por placa y un arco de cinco a siete pares de poros arreglados en arcos sobre el ambitus, el número de pares de poros puede variar en un mismo ambulacro; los tubérculos primarios forman una serie regular vertical y son de menor tamaño. Sistema apical en forma de estrella no bien definida, el ano está rodeado por 17 placas. Tiene 6 pares de arcoporos (rara vez 5 o 7) en la región del ambitus. Presenta cinco pares de pies ambulacrales rodeados por manojos de pedicelarios globosos.



Esta especie presenta espinas de color rojo o negro, las espinas primarias generalmente son de color café claro u oscuro y en algunos ejemplares la punta de estas espinas pueden ser de color más oscuro.

Registrado en el arrecife Isla Sacrificios y en el arrecife Santiaguillo, sobre pavimento coralino, *Thalassia testudinum*, pedacera coralina, arena y roca.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Echinometra viridis A. Agassiz, 1963

Sinonimia: no presenta.

Descripción: Testa de contorno circular Las espinas son estriadas longitudinalmente. Presenta. Ambulacros con placas poligeminadas de tipo equinoide, con cinco pares de poros arreglados en arcos; cada placa está provista de un tubérculo primario más pequeño que los primarios del interambulacro, formando series regulares verticales que decrecen su tamaño hacia el sistema apical. Placas de los interambulacros con un solo tubérculo primario formando una serie regular vertical; existe una serie secundaria de tubérculos secundarios más pequeños que los primarios, localizada adradialmente al tubérculo primario y otra serie en forma de zigzag sobre las áreas interradales. Sistema apical en forma de estrella bien definida. Las placas periproctales son escasas, el ano está rodeado por 16 placas. Los pies ambulacrales son tan largos como las espinas primarias. Presenta pedicelarios tipo tridentados con valvas muy delgadas.



La testa es de un solo color el cual puede ser café o rojiza. Las espinas son color café, con la punta de color purpura. Tienen anillos blancos en la base de las espinas que son café verdosas. Los pies ambulacrales generalmente son café claro incluyendo los discos.

Registrada en el arrecife Isla Sacrificios y en el arrecife Santiaguillo, sobre pedacería coralina, arena, pavimento coralino y rocoso.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Clase Holothuroidea

Neothyonidium parvum (Ludwig, 1881).

Sinonimia: no presenta.

Descripción: el cuerpo de esta especie tiene forma de media luna en sección transversal y ligeramente cónica hacia los extremos mismos que se encuentran redondeados. La pared del cuerpo es delgada, arrugada y suave. Los huesecillos de la pared del cuerpo son de un tamaño uniforme y presentan 10 a 20 perforaciones. La boca se encuentra rodeada de 18 a 20 tentáculos, de los cuales algunos son 4 ó 5 veces más largos que los más cortos.



La coloración de esta especie puede ser rojo brillante o rojo parduzco, en las zonas donde se ubican la boca y el ano presenta una coloración blanca o rosada y manchas rojas. Las puntas de los pedicelarios son de color blanco y los tentáculos presentan una coloración variable, desde violeta, marrón o negro.

Registrada en el arrecife Isla Sacrificios sobre arena.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Isostichopus cf. badionotus (Selenka, 1867)

Sinonimia: no presenta.

Descripción: La pared del cuerpo de esta especie es muy gruesa y rígida, el cuerpo se encuentra arqueado dorsalmente y aplanado ventralmente, la parte dorsal con numerosas verrugas conspicuas. La superficie ventral y dorsal se encuentran claramente diferenciadas por la presencia de papilas cónicas gruesas sobre el margen lateral, las cuales pueden formar un margen continuo. Presenta espículas en forma de "c" que pueden tener entre 9 y 12 orificios marginales y 4 centrales. La boca se encuentra rodeada por 20 tentáculos grandes.

La coloración de esta especie puede variar drásticamente puede presentar tonos naranjas, amarillo, rojo, marrón o púrpura, generalmente presentan verrugas en tonos muy oscuros Sin embargo, algunos animales pueden presentar coloración oscura y las verrugas de color más claros, se han observado individuos uniformemente pigmentados. Los ejemplares juveniles pueden carecer de pigmentación.

Registrada en el arrecife Isla Sacrificios, encontrado sobre arena.



Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Parámetros Comunitarios.

Riqueza.

En el caso del arrecife Isla Sacrificios la clase Ophiuroidea fue la que presentó mayor riqueza específica con un total de 11 especies, seguida por la clase Echinoidea de la cual se registraron 5 especies (figura 10). Estos resultados se atribuyen a los hábitos que presentan los organismos; en el caso de la clase Ophiuroidea los individuos se encuentran generalmente en grietas o dentro de otros organismos, con la finalidad de protegerse de sus depredadores (Calva, 2002); y en gran parte de la planicie arrecifal se encontraron sustratos de pedacería de coral y pavimento coralino lo que permite que estos invertebrados se establezcan dentro del arrecife. Las especies pertenecientes a la clase Echinoidea presentan hábitos alimenticios muy variados es por ello que se les considera una clase oportunista y la isla Sacrificios cuenta con ambientes muy heterogéneos lo que permite que esta clase se establezca en la zona. Por lo general las especies pertenecientes a la clase Holoturoidea son de hábitos enterradores lo que dificultó que fueran visualizadas durante el muestreo (Hendler *et al.*, 1995), la clase Asteroidea presentó la menor riqueza debido probablemente a la extracción de organismos para su venta ya que tienen un alto valor de ornato y a sus hábitos enterradores (Villanueva, 2008).

En el caso del arrecife Santiaguillo se registraron un total de 11 especies pertenecientes sólo a dos clases de equinodermos a la clase Ophiuroidea y a la clase Echinoidea (figura 10). Estos resultados representan un número menor de especies a las registradas en el arrecife Isla Sacrificios, probablemente ocasionado porque el arrecife Santiaguillo presenta menor variedad de sustratos, lo que ocasiona que haya un menor número de habitats y por ende solo algunas especies se puedan establecer dentro del mismo. Se encontró mayor número de organismos de la clase Echinoidea ya que este arrecife es de alta energía y la anatomía de estos organismos los favorece ya que con ayuda de los pies ambulacrales pueden sujetarse con gran facilidad a las rocas o a la pedacería de coral, y el acomodo de sus espinas les permite protegerse de la intensidad del oleaje (Mohedano, 2010).

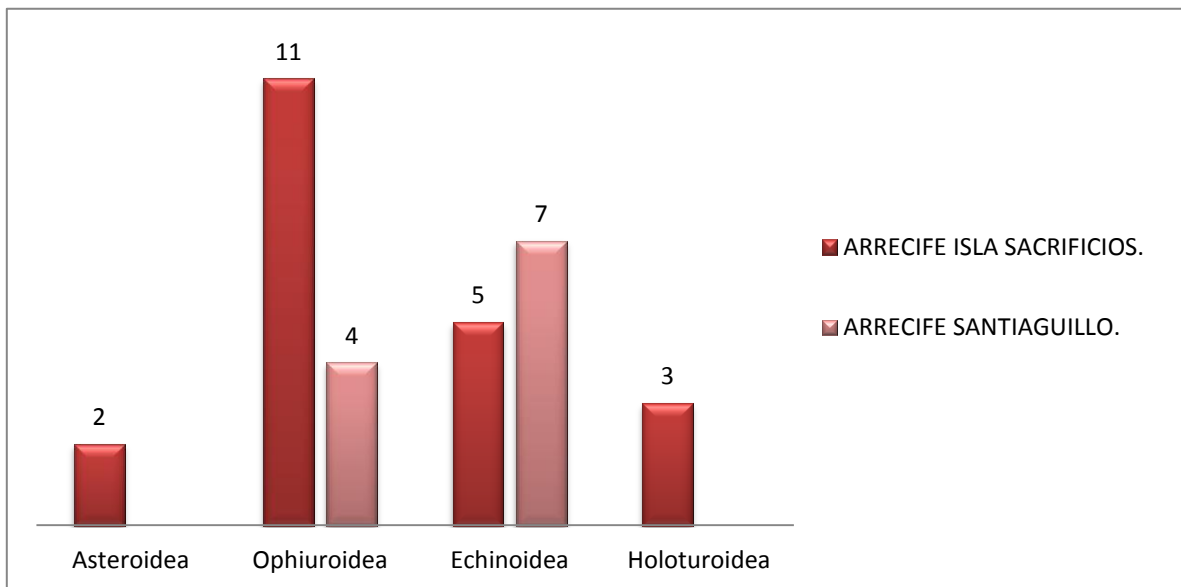


Figura 10. Riqueza de especies de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

En el arrecife Isla Sacrificios la clase Echinoidea presentó la mayor abundancia con 1919 organismos lo que representa el 95% de la abundancia total, seguida por la clase Ophiuroidea con 109 organismos lo cual constituye un porcentaje de 4% (figura 11).

En el caso del arrecife Santiaguillo la clase con mayor abundancia fue Echinoidea con 1648 organismos lo que representa el 95% de la abundancia encontrada, seguida por la clase Ophiuroidea con 12 individuos lo que constituye un porcentaje de 4% (figura 11). Los resultados obtenidos en los dos arrecifes son semejantes en cuanto a las abundancias que presentaron las clases Echinoidea y Ophiuroidea. Sin embargo estos difieren debido a que en el arrecife Santiaguillo no se encontraron especies pertenecientes a las clases Asteroidea y Holoturoidea.

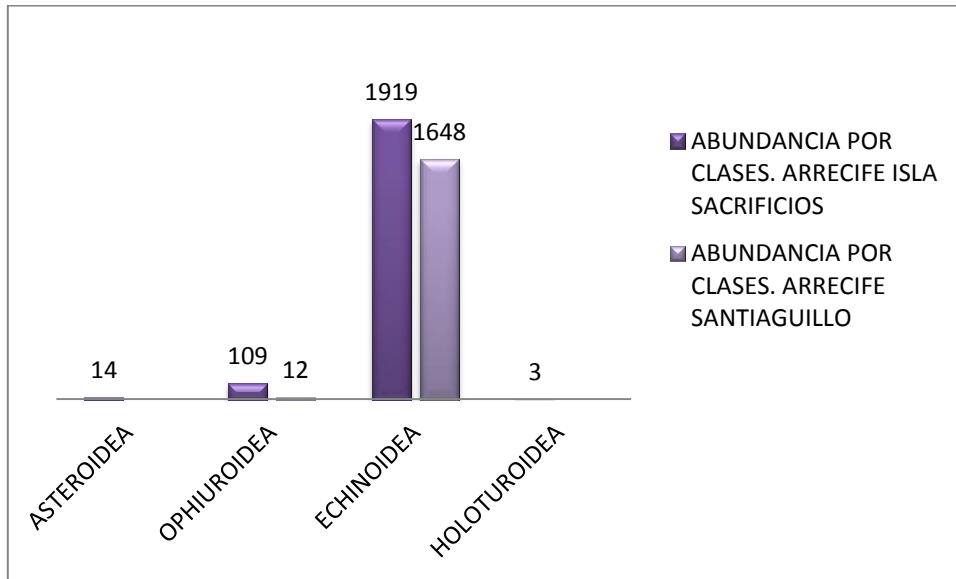


Figura 11. Abundancia por clase de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo.

En el arrecife Isla Sacrificios la especie *E. lucunter* presentó el 70% de la abundancia total, seguida por *E. viridis* con 12.5% y *L. variegatus* la cual tiene 9% de la abundancia total encontrada (figura 12). Estos resultados son similares a los encontrados por Mohedano (2010) quien reporta a *E. lucunter* y *E. viridis* como las especies más abundantes dentro del arrecife Anegada de Adentro. La abundancia de estas especies podría atribuirse a que el arrecife Isla Sacrificios se encuentra muy cercano a la costa y con un mayor grado de influencia de la descarga fluvial del río Jamapa, además de encontrarse muy cercano a las inmediaciones del puerto; lo que conlleva a que el agua que cubre dicho arrecife contenga una gran cantidad de sólidos en suspensión lo que favorece al crecimiento de algas y pasto marino (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009) lo que beneficia a la alimentación de estas especies.

En el caso del arrecife Santiaguillo la abundancia más alta la obtuvo también *E. lucunter* con el 85%, seguida por *E. viridis* con 10% y por último se encuentra *D. antillarum* con 2.6% de la abundancia total encontrada (figura 13). Estos valores de abundancia son similares a los encontrados en el arrecife Isla Sacrificios al registrar a las especies *E. lucunter* y *E. viridis* como las especies más abundantes. Estos resultados podrían atribuirse a que en este arrecife los biotopos que predominan son roca y pedacera de coral dichos sustratos son duros y estas tres especies de equinodermos se encuentran principalmente asociados a estos tipos de sustratos y

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

las poblaciones de estas tres especies se encuentran relacionadas entre sí (Celaya *et al.*, 2008). Además de que el arrecife Santiaguillo es de alta energía y estas especies presentan gran resistencia a este tipo de ambientes, ya que viven sujetos a las rocas con la ayuda de sus pies ambulacrales así como a la forma y disposición de sus espinas las cuales los protegen del impacto del oleaje (Mohedano, 2010).

La especie *E. lucunter* presenta una abundancia muy elevada dentro de los dos arrecifes aunque es importante aclarar que en el arrecife Santiaguillo donde se muestrearon 11 cuadrantes se encontró un total de 1427 organismos lo que representa una cantidad muy cercana al número de organismos registrados en el arrecife Isla Sacrificios en el cual se muestrearon 29 cuadrantes encontrando 1452 organismos. La abundancia tan elevada de esta especie ya ha sido reportada para otros arrecifes del SAV tal es el caso del arrecife Isla Verde donde Celaya *et. al.*, (2008) realizaron una investigación sobre la asociación a sustratos de los erizos regulares encontrando una abundancia relativa de 98.20%. Por otro lado Mohedano (2010) en el arrecife Anegada de Adentro encontrado para esta misma especie una abundancia de 82%.

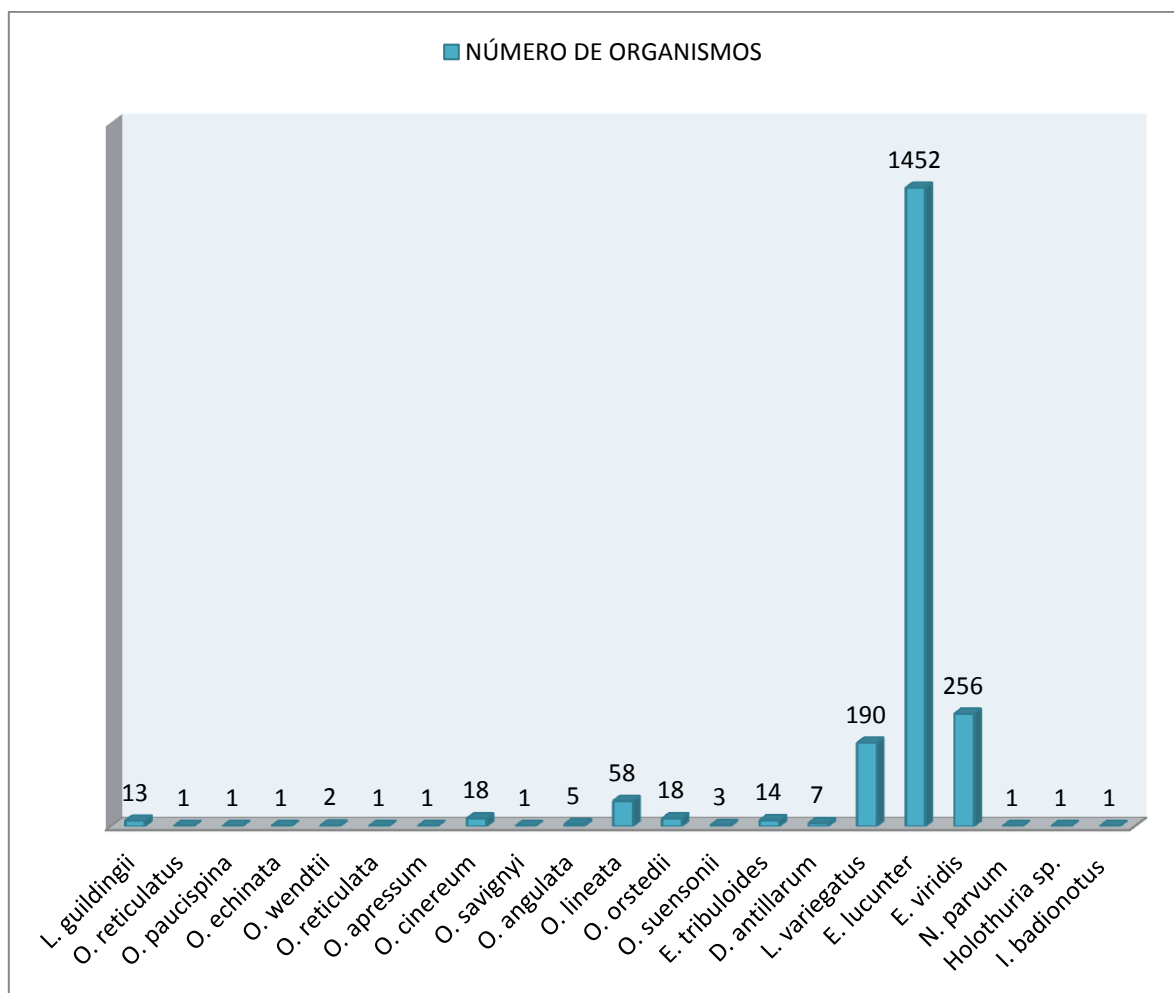


Figura 12. Abundancia por especies del arrecife Isla Sacrificios.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

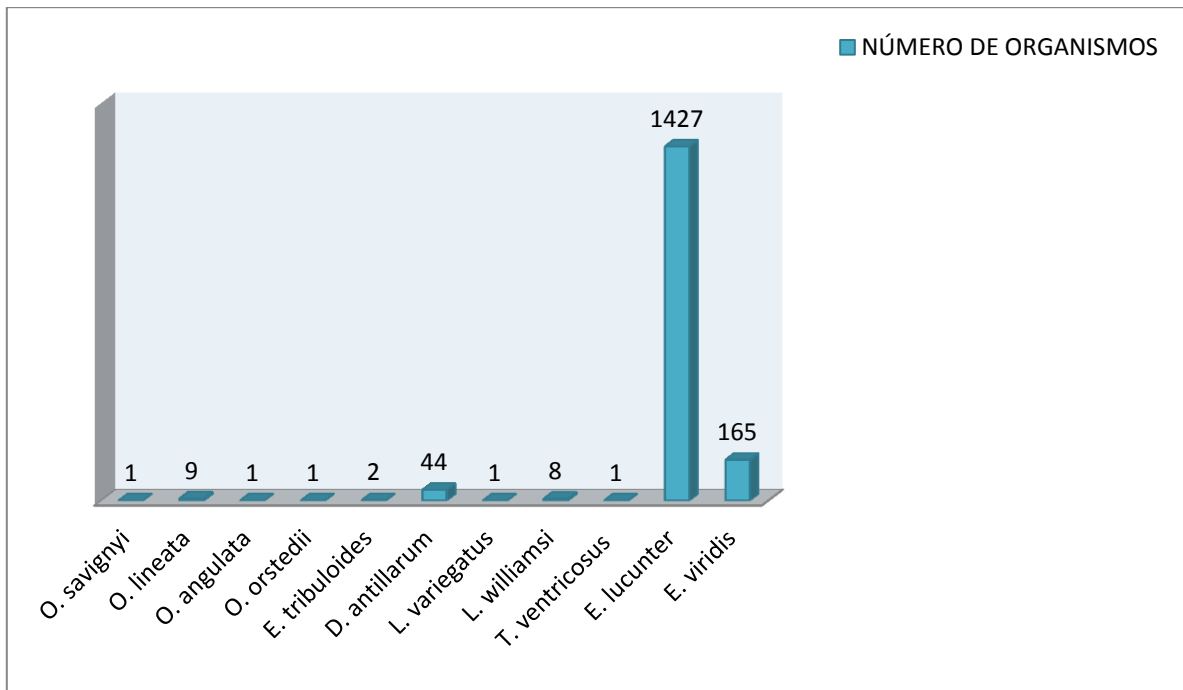


Figura 13. Abundancia por especies del arrecife Santiaguillo.

Diversidad.

	Arrecife Isla Sacrificios	Arrecife Santiaguillo
H'	1.527	0.779
Hmáx.	4.392	3.459
J'	0.347	0.225

Cuadro 2. Índice de diversidad Shannon-Weaver para los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo.

En el arrecife Isla Sacrificios se encontró una diversidad de 1.52 bits/ind (cuadro 2). Al comparar los resultados obtenidos con los de Ugalde (2011) se encuentra que en este estudio se obtuvieron valores de diversidad más bajos dado que para el mes de abril en el trabajo previó se encontró una diversidad de 2.89 bits/ind. No obstante son mayores al compararlos con los valores obtenidos por Mohedano (2010) donde se encontró una diversidad de 0.979 bits/ind. En el caso del arrecife Santiaguillo la diversidad es de 0.77 bits/ind y 3.4 bits/ind de diversidad máxima así como una equitatividad de 0.22 (cuadro 2). Lo cual al compararlos con los valores obtenidos en el arrecife Isla Sacrificios son menores.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Índice de Valor de Importancia.

ESPECIES DEL ARRECIFE ISLA SACRIFICIOS	IVI	IVI (%)
<i>Linckia guildingii</i>	10.45	3.5
<i>Oreaster reticulatus</i>	1.02	0.3
<i>Ophiolepis paucispina</i>	1.02	0.3
<i>Ophiocoma echinata</i>	1.02	0.3
<i>Ophiocoma wendtii</i>	2.03	0.7
<i>Ophionereis reticulata</i>	1.02	0.3
<i>Ophioderma apressum</i>	1.02	0.3
<i>Ophioderma cinereum</i>	10.93	3.6
<i>Ophiactis savignyi</i>	1.02	0.3
<i>Ophiotrix angulata</i>	4.16	1.4
<i>Ophiothrix lineata</i>	14.85	4.9
<i>Ophiotrix orstedii</i>	10.02	3.3
<i>Ophiotrix suensonii</i>	3.05	1.0
<i>Eucidaris tribuloides</i>	7.79	2.6
<i>Diadema antillarum</i>	5.27	1.8
<i>Lytechinus variegatus</i>	31.42	10.5
<i>Echinometra lucunter</i>	159.43	53.1
<i>Echinometra viridis</i>	31.46	10.5
<i>Neothyonidium parvum</i>	1.02	0.3
<i>Holothuria sp.</i>	1.02	0.3
<i>Isostichopus cf. badionotus</i>	1.02	0.3

Cuadro 3. Índice de Valor de Importancia de las especies registradas en el arrecife Isla Sacrificios.

ESPECIES DEL ARRECIFE SANTIAGUILLO	IVI	IVI (%)
<i>Ophiactis savignyi</i>	2.89	0.9
<i>Ophiotrix lineata</i>	12.19	4.0
<i>Ophiotrix angulata</i>	2.89	0.9
<i>Ophiotrix orstedii</i>	2.89	0.9
<i>Eucidaris tribuloides</i>	3.02	1.0
<i>Diadema antillarum</i>	16.42	5.5
<i>Lytechinus variegatus</i>	2.89	0.9
<i>Lytechinus williamsi</i>	12.08	4.0
<i>Tripneustes ventricosus</i>	2.89	0.9
<i>Echinometra lucunter</i>	199.70	66.6
<i>Echinometra viridis</i>	42.10	14.0

Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia de las especies registradas en el arrecife Santiaguillo.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

En el arrecife Isla Sacrificios la especie con el valor de importancia más alto fue *Echinometra lucunter*, (cuadro 3). Lo cual podría deberse a que se trata de una especie generalista y oportunista (Celaya-Hernández, *et al.*, 2008). El segundo valor más alto lo obtuvo *Echinometra viridis* a pesar de que su biología es muy similar a la de *Echinometra lucunter* y a que son especies que compiten entre sí, solo difieren en que esta última se encuentra mejor adaptada a zonas profundas en donde su abundancia es mayor (Mohedano, 2010), razón por la cual pudo haber presentado una menor abundancia ya que el muestreo se realizó solo en la planicie de este arrecife. El tercer valor más alto lo obtuvo *Lytechinus variegatus* debido a que el sustrato con mayor cobertura fue de *T. testudinum* y esta especie tiende a cubrirse con las hojas de este pasto para protegerse de la radiación solar (Bolaños, 2005).

En el caso del arrecife Santiaguillo la especie que obtuvo el mayor valor de importancia fue *Echinometra Lucunter*, seguida por *Echinometra viridis* y por *Diadema antillarum* (cuadro 4). Lo cual podría deberse a la morfología que presentan estos organismos pues con la ayuda de sus pies ambulacrales pueden sujetarse con gran facilidad a las rocas o a la pedacería de coral (Ugalde, 2011), sustratos que presentaron mayor cobertura dentro de este arrecife y al acomodo de sus espinas que les permite protegerse de la intensidad del oleaje (Mohedano, 2010), pues el arrecife Santiaguillo presenta alta energía.

Es importante mencionar que las especies *Echinometra Lucunter* y *Echinometra viridis* fueron las especies que obtuvieron el mayor índice de valor de importancia tanto para el arrecife Isla Sacrificios como para el arrecife Santiaguillo. Estos resultados coinciden con los de Mohedano, 2010 quien encontró a *Echinometra lucunter* y *Echinometra viridis* como las especies con el valor de importancia más alto dentro de la comunidad arrecifal. Aunado a lo anterior estos resultados también son similares a los de Ugalde, 2011 ya que para el muestreo realizado en el mes de abril encontró a *Echinometra lucunter* como la especie con el índice de valor de importancia más alto.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

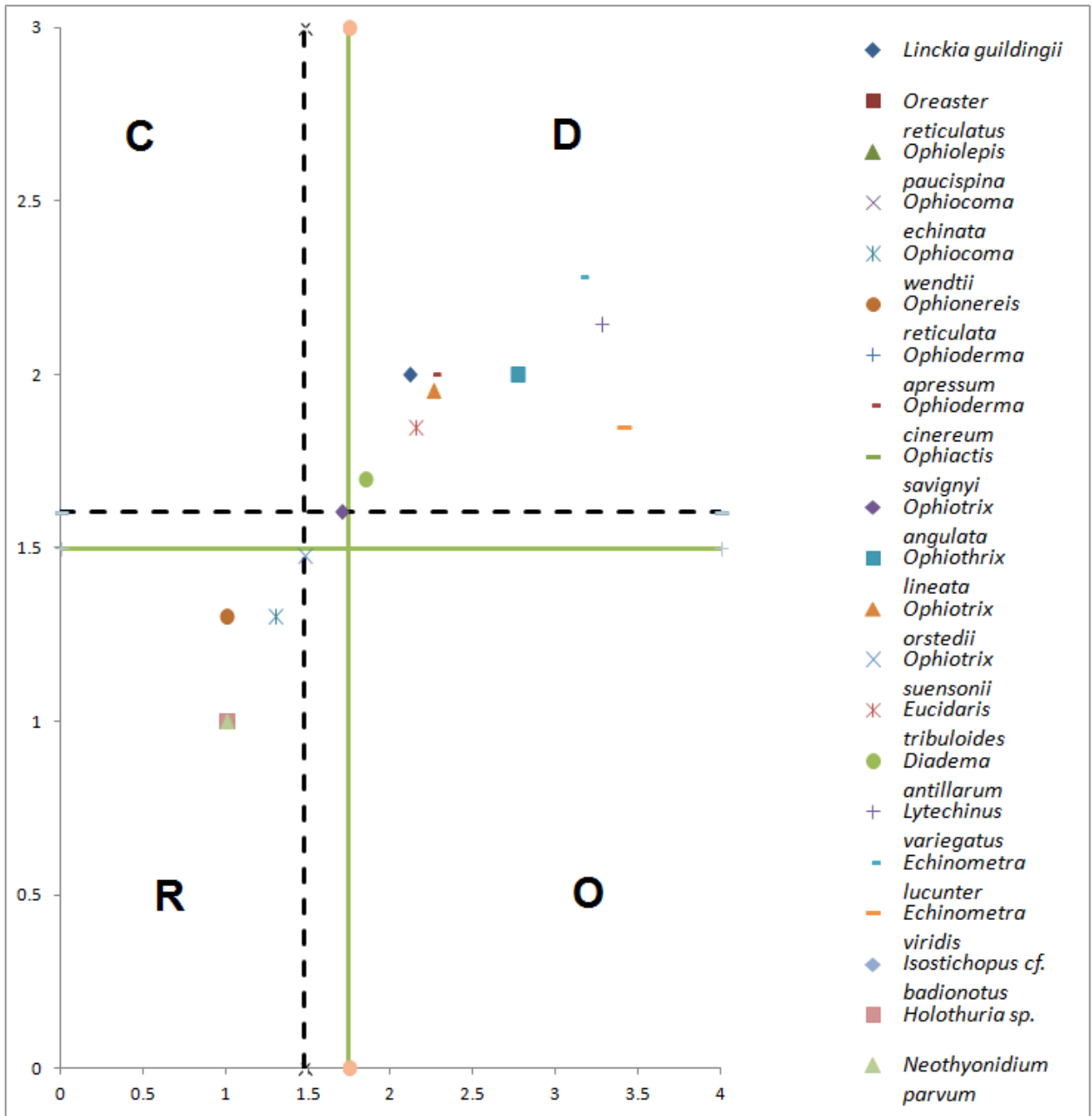


Figura 14. Test de asociación de Olmstead y Tukey para el arrecife Isla Sacrificios. C: constantes, D: dominantes, R: raras y O: ocasionales.

Las especies registradas en el arrecife Isla Sacrificios se agruparon en tres cuadrantes del grafico de dispersión (figura 14). Las especies dominantes fueron: *E. lucunter*, *E. viridis*, *Lytechinus variegatus* y *O. lineata*. En cuanto a las especies raras se ubicaron las siguientes: *Oreaster reticulatus*, *Holothuria sp.*, *Neothyonidium parvum* y *Isostichopus cf. badionotus*. La especie *O. suensonii* se localiza en una zona intermedia lo que significa que no logro ser ubicada en ninguno de los cuadrantes. En el cuadrante de especies frecuentes pero poco abundantes se encontró solo una especie *O. angulata*. Estos resultados son similares a los del trabajo previo realizado por Ugalde (2011), encontrando siete de las nueve especies dominantes registradas en la actual investigación dichas especies son las siguientes: *E. lucunter*, *L. variegatus*, *O. cinereum*, *O. orstedii*, *O. lineata*, *L. guildingii* y *E. viridis*, sin embargo

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

en cuanto a las especies raras los resultados difieren pues no se encontraron las mismas especies en las dos investigaciones, lo que podría ser ocasionado por algunos factores ambientales como son la cantidad de radiación solar que existía al momento de realizar los muestreos ya que este factor puede favorecer o afectar el hecho de que algunas especies no hayan sido visualizadas en las respectivas investigaciones, pues se ha reportado que algunos equinodermos se ocultan en grietas o algunos otros tipos de sustratos para protegerse de la radiación solar (Calva, 2002).

Por otro lado estos resultados son similares a los encontrados por Villanueva (2008) quien reporta a *E. lucunter*, *E. viridis*, *Lytechinus variegatus* también como especies dominantes para el arrecife La Gallega, lo cual podría atribuirse a que estos dos arrecifes se encuentran muy cercano a la costa y con un mayor grado de influencia de la descarga fluvial del río Jamapa, además de encontrarse muy cercanos a las inmediaciones del puerto; lo que conlleva a que el agua que cubre dichos arrecifes contenga una gran cantidad de sólidos en suspensión lo cual favorece al crecimiento de algas y pasto marino (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009) lo que beneficia a la alimentación de estas especies.

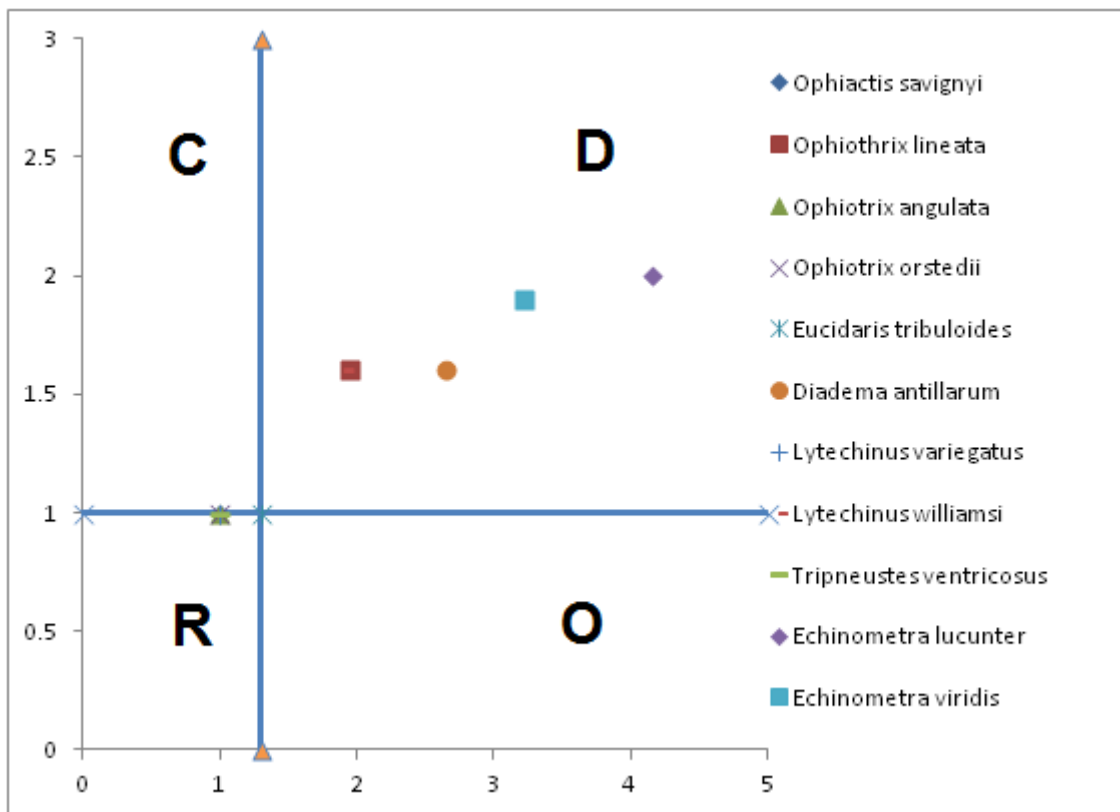


Figura 15. Test de asociación Olmstead y Tukey para el arrecife Santiaguillo. C: constantes, D: dominantes, R: raras y O: ocasionales.

El test de asociación muestra que las especies registradas en el arrecife Santiaguillo se ubican en dos cuadrantes del gráfico de dispersión (figura 15). En el cuadrante de las especies dominantes se encontraron las siguientes: *E. lucunter*, *E. viridis* y *Diadema antillarum*. En el

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

cuadrante de las especies raras se ubicaron la mayoría de las especies las cuales fueron: *O. angulata*, *T. ventricosus*, *E. tribuloides* y *L. variegatus*. La especie *Eucidaris tribuloides* se localizó en una zona intermedia del grafico de dispersión lo que indica que no logro ser ubicada en ninguno de los cuadrantes. Estos resultados son similares a los encontrados en el arrecife Isla Sacrificios en cuanto a algunas de las especies dominantes ya que en los dos arrecifes se encuentra a *E. lucunter*, *E. viridis* y *Diadema antillarum* como especies dominantes. Estos resultados podrían deberse a los hábitos que presentan las especies, en el caso de las especies *E. lucunter* y *E. viridis* que se encontraron como especies dominantes en el arrecife Santiaguillo podría atribuirse a que estos organismos se encuentran asociados a sustratos duros como son pedacera de coral y pavimento coralino ya que la irregularidad de estos sustratos les proporciona un gran número de refugios y les permiten establecerse en la zona (Hendler *et al.*, 1995; Monroy *et al.*, 2005) y dichos sustratos son los que obtuvieron una mayor cobertura en este arrecife. El hecho de que estas especies se encontraran como dominantes también en el arrecife Isla sacrificios se debe a que presenta hábitos alimenticios muy generalistas (Celaya-Hernández, *et al.*, 2008).

Por otro lado la especie *Diadema antillarum* es encontró como una especie dominante en el arrecife Santiaguillo debido probablemente a que es un organismo que se encuentra presente en ambientes rocosos (Randall *et al.*, 1964), tal es el caso del arrecife Santiaguillo mismo que también presenta alta energía y esta especie está adaptada a este tipo de zonas pues se ha reportado que con la ayuda del acomodo de sus espinas puede protegerse de la intensidad del oleaje. Esta especie también ha sido reportada en ambientes de praderas de fanerógamas marinas (Randall *et al.*, 1964), debido a que controla la micro estructura del sustrato debido a sus hábitos alimenticios herbívoros (Sammarco, 1980; Liddell y Ohlhorst, 1986), razón por la cual se encontró también de manera dominante en la planicie arrecifal de la Isla Sacrificios pues el sustrato con mayor cobertura fue *T. testudinum*.

En cuanto a la dominancia en los dos arrecifes del ofiuroido *O. lineata*, podría estar relacionada con la alta cobertura de pedacera de coral que existe en los dos arrecifes, pues se trata de una especie muy abundante en este tipo de sustrato ya que habita en las oquedades del mismo para protegerse de la radiación solar así como de sus depredadores (Hendler *et al.*, 1995; Calva, 2002).

Sin embargo en lo referente a las especies raras los resultados obtenidos difieren en los dos arrecifes debido a que en el arrecife Santiaguillo la mayoría de las especies registradas presentaron una abundancia y frecuencia muy baja, lo que difiere con arrecife Isla Sacrificios ya que en este arrecife las especies presentaron una mayor abundancia y frecuencia lo que les permite que exista una mayor equidad entre el número de especies raras y dominantes que fueron encontradas.

Por otra parte es importante mencionar que al comparar los resultados obtenidos en el arrecife Santiaguillo con los de otros trabajos realizados en el SAV (Villanueva, 2008; Mohedano, 2010; Ugalde, 2011), se puede inferir que dicho arrecife presenta características muy particulares ya que presenta una planicie arrecifal poco desarrollada lo que conlleva a que no sea posible retener sedimentos finos y que dentro del arrecife sea casi imposible encontrar sustratos tales como *Thalassia* o arena (Tapia, 2013; Chávez *et al.*, 2007), razón por lo cual en el arrecife Santiaguillo se encontró un gran porcentaje de sustratos de pedacera coralina y roca coralina, lo que ocasiona que solo ciertas especies puedan establecerse dentro de la zona y a que presenten frecuencias y abundancias bajas, puesto que ciertos grupos poseen adaptaciones para desarrollarse en sustratos específicos (Tapia, 2013; Contreras, 1991; Vermeij, 1971).

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Análisis de Similitud.

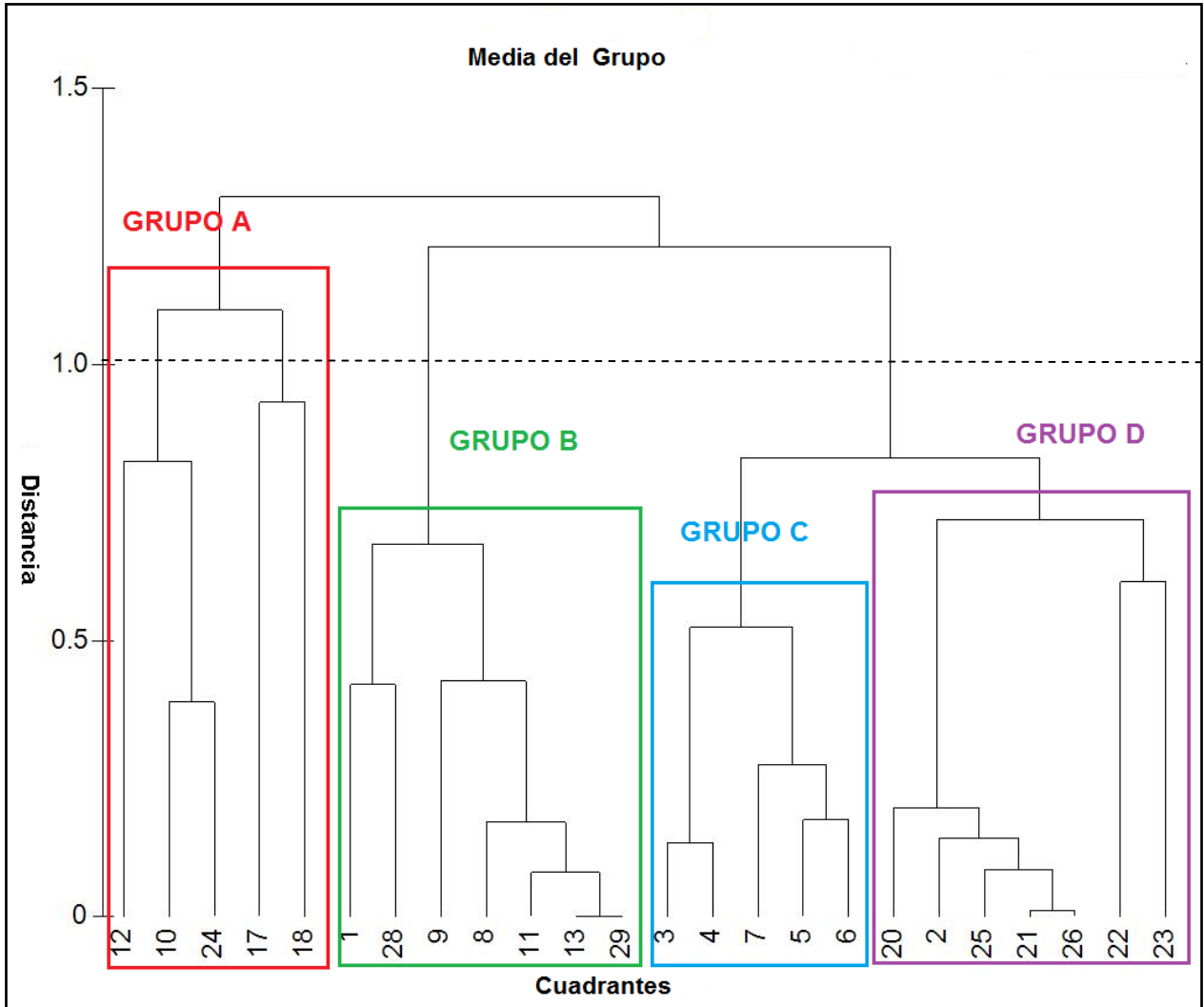


Figura 16. Representación esquemática del coeficiente de similitud de Distancia de Cuerda del Arrecife Isla Sacrificios.

En el arrecife Isla Sacrificios los puntos de muestreo fueron divididos en cuatro grupos, y todos aquellos donde no se encontró ningún organismo fueron eliminados para que el análisis no se viera afectado (figura 16). El grupo A se une por las especies *O. cinereum* y *O. lineata* y *O. orstedii*, los puntos de muestreo que se ubicaron dentro de este grupo se encontraron principalmente al centro de la planicie arrecifal, barlovento y sotavento además de que presentaron pedacera coralina y *T. testudinum* como sustratos predominantes, mientras tanto en el grupo B los puntos de muestreo se encontraron ubicados en la parte central del arrecife y en la zona de barlovento del arrecife y se agupan por las especies *L. variegatus*, *L. guildingii* y *E. lucunter* así como por presentar sustratos de pedacera coralina, arena y *T. testudinum*. El grupo C en el cual los puntos de muestreo se localizan principalmente en el área de barlovento del arrecife y tienen pavimento coralino como sustrato predominante y se unen por las especies *D. antillarum*, *L. variegatus*, *E. lunter*, *E. viridis* y *E. tribuloides*. Por último el grupo D se une por las especies *E. lucunter*, *L. guildingii*, *L. variegatus* *O. lineata* y *O. orstedii*, los puntos de

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

muestreo que se ubicaron dentro de este grupo se encontraron principalmente en el área de barlovento y sotavento del arrecife, presentando como sustratos predominantes arena, pavimento coralino, roca y pedacera coralina.

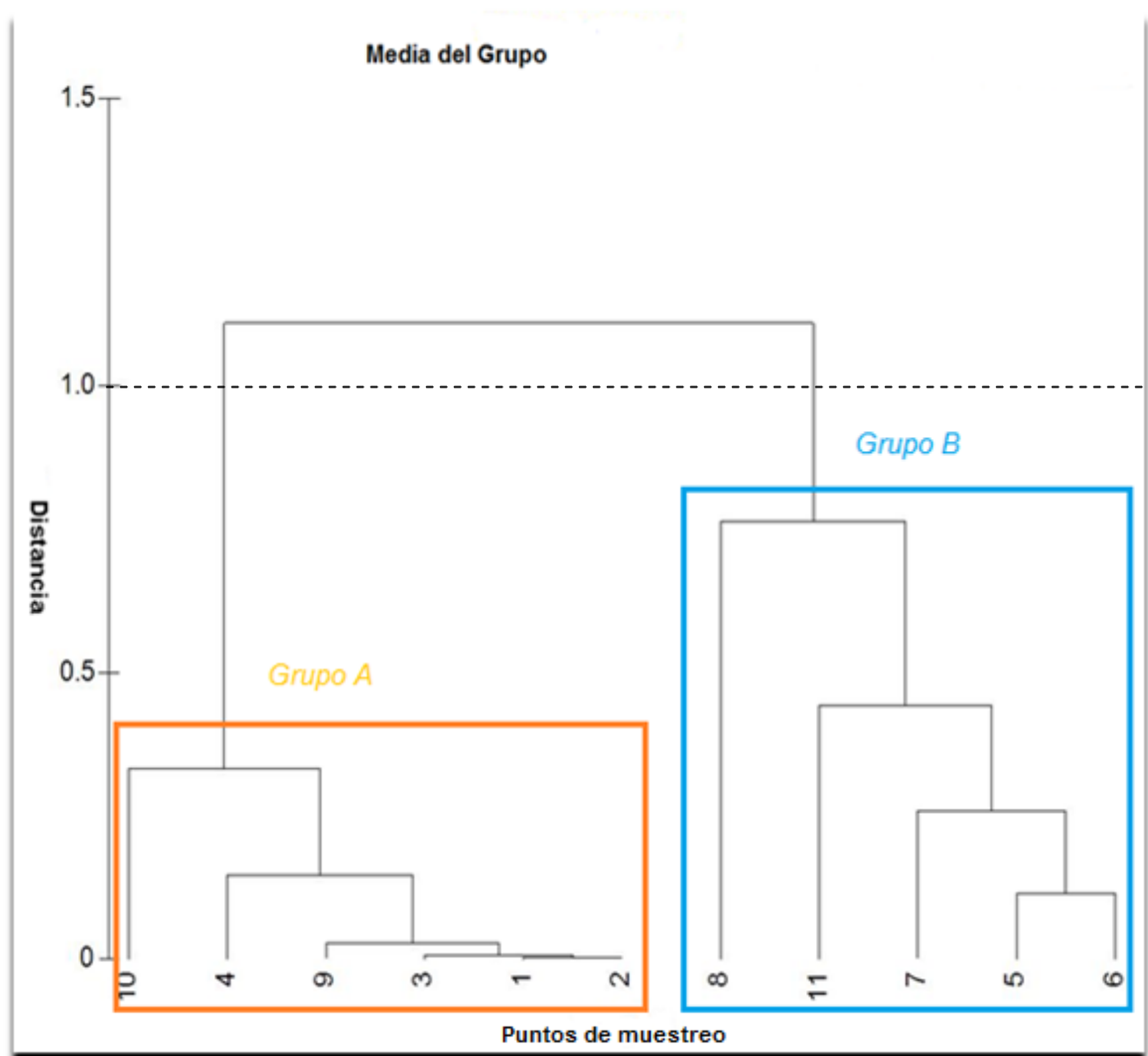


Figura 17. Representación esquemática del coeficiente de similitud de Distancia de Cuerda del Arrecife Santiaguillo.

En el arrecife Santiaguillo los puntos de muestreo fueron divididos en dos grupos (figura 17). En el Grupo A los puntos de muestreo se localizan principalmente en la zona de barlovento del arrecife y se unen por las especies *O. lineata*, *E. viridis* y *E. lucunter* y por que presentan pedacera coralina como sustrato dominante, mientras tanto en el grupo B los puntos de muestreo se encuentran principalmente en el área de sotavento y se agupan por las especies *D. antillarum*, *L. williamsi* y *E. viridis* y *E. lucunter*, aunado a que presenta roca coralina como sustrato predominante, cabe mencionar que estas especies son las que dominaron el arrecife ya que se encontraron presentes en casi todos los puntos de muestreo.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Análisis comparativo de los Arrecifes Isla Sacrificio y Santiaguillo.

El arrecife con mayor número de especies fue Isla Sacrificios esto podría deberse a que presenta un mayor tamaño en comparación con el arrecife Santiaguillo, pues la planicie de este último es reducida lo que conlleva a que no sea posible la retención de sedimentos finos en el arrecife de tal forma que sustratos tales como arena y *Thalassia* se encuentren poco desarrollados o estén ausentes en el arrecife (Tapia, 2013; Chávez *et al.*, 2007), caso contrario al arrecife Isla Sacrificios que al presentar un mayor tamaño y una planicie mejor desarrollada permite que se puedan formar un mayor número de sustratos y que una mayor cantidad de organismos puedan colonizar el habitat.

Por otro lado los resultados obtenidos demuestran que la clase Echinoidea fue la más abundante para los dos arrecifes. Dentro de esta misma clase se encontró que la especie dominante en los dos arrecifes es *Echinonetra lucunter* lo cual ya ha sido reportado para algunos arrecifes del SAV al considerarse como una especie con una población dominante y representativa (Maya-Vilchis, 1993; Monroy y Solano, 2005; Celaya *et al.*, 2008).

Debido a la ubicación que presentan estos dos arrecifes: Isla Sacrificios muy cercano a la costa y el arrecife Santiaguillo más alejado, se podría pensar que su estado de conservación es muy diferente puesto que la cercanía a la costa del Arrecife Isla Sacrificios lo hace vulnerable a condiciones adversas derivadas de acciones humanas directas e indirectas (CONANP, 2011). Lo cual no se observó reflejado ya que en este se encontró un número mayor de especies, Sin embargo se ha reportado que los arrecifes que se localizan más cercanos a la línea de costa presentan menor número de especies (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009).

Clase/ Especie	Arrecife
Clase Crinoidea	
<i>Davidaster rubiginosus</i>	IE,IS,B,G
Clase Asteroidea	-
<i>Luidia alternata</i>	-
<i>Asterinides folium</i>	IE
<i>Oreaster reticulatus</i>	IE,IS
<i>Linckia guildingii</i>	IE,H,IV,IS,B,G,AD
<i>Linckia nodosa</i>	IE
<i>Ophidiaster guildingi</i>	IE,IV,AF,IS
<i>Coscinasterias tenuispina</i>	AF
Clase Ophiuroidea	
<i>Ophiolepis impressa</i>	IE,IS
<i>Ophiolepis paucispina</i>	IE,IV,H,IS,G,AD
<i>Ophiocoma echinata</i>	IE,IV,G,AD,IS
<i>Ophiocoma paucigranulata</i>	AD
<i>Ophiocoma wendtii</i>	IV,IE,IS,G,AD,IS
<i>Ophiocoma pumila</i>	IE,IS
<i>Ophiocomella ophiactoides</i>	IE,IS
<i>Ophionereis reticulata</i>	G,IS
<i>Ophioderma apressum</i>	IS
<i>Ophioderma brevicaudum</i>	H
<i>Ophioderma cinereum</i>	IE,H,IS,IV,AD

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

<i>Ophioderma guttatum</i>	IE,AF,IS
<i>Ophioderma phoenium</i>	IS
<i>Ophioderma rubicundum</i>	IE,G,IS
<i>Ophiactis quinqueradia</i>	-
<i>Ophiactis algicola</i>	AD
<i>Ophiactis savignyi</i>	IE,IS,H,G,AD
<i>Amphipholis squamata</i>	H,IE,IS
<i>Ophiostigma isocanthum</i>	IE,IS
<i>Amphiura stimpsonii</i>	H
<i>Ophiothrix angulata</i>	IE,IS
<i>Ophiothrix lineata</i>	H,IS,IE,AD
<i>Ophiothrix orstedii</i>	IS,G,AD
<i>Ophiothrix suensoni</i>	IE,IS
Clase Echinoidea	
<i>Eucidaris tribuloides</i>	IE,IV,IS,S,B,AF,G,AD
<i>Diadema antillarum</i>	IE,IV,IS,H,B,G,AD
<i>Centrostephanus longispinus rubicingulus</i>	IV
<i>Arbacia punctulata</i>	-
<i>Lytechinus variegatus variegatus</i>	IE,H,IV,IS,AF,G,AD
<i>Lytechinus williamsi</i>	IE,G,AD,IS
<i>Tripneustes ventricosus</i>	IE,IV,S,IS,AD
<i>Echinometra luconter luconter</i>	IE,IV,H,IS,B,G,AD
<i>Echinometra viridis</i>	IE,IV,IS,G,AD
<i>Echinoneus cyclostomus</i>	-
<i>Clypeaster rosaceus</i>	-
<i>Encope michelini</i>	IE
<i>Mellita quinquiesperforata</i>	IS
<i>Brissus unicolor</i>	IE,AD
<i>Meoma ventricosa ventricosa</i>	-
<i>Plagiobrissus grandis</i>	IE,P
Clase Holothuroidea	
<i>Ocnus suspectus</i>	IE,H,B,G,IS
<i>Pseudothyone belli</i>	IS,IE,H
<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,IV,IE
<i>Holothuria (Platyperona) parvula</i>	S
<i>Holothuria (Semperothuria) surinamensis</i>	IE,S,IV
<i>Holothuria (Thymiosycia) impatiens</i>	IE,IV,S,G,AD,IS
<i>Holothuria (Theelothuria) princeps</i>	IE
<i>Holothuria (Thymiosycia) areicola</i>	IE,H,IS
<i>Holothuria (Thymiosycia) thomasi</i>	IS
<i>Isostichopus badionotus</i>	IS,IE,G,AD
<i>Neothyonidium parvum</i>	IS
<i>Isostichopus macroparentheses</i>	AI
<i>Isostichopus sp.</i>	G,IS
<i>Euapta lappa</i>	IE,G,IS
<i>Epitomapta roséola</i>	IS
<i>Synaptula hydriformis</i>	IS,IE
<i>Chiridota rotífera</i>	IE,G

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Cuadro 5. Especies registradas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Modificado de Solís-Marín *et al.* (2007) y Villanueva (2011). En los recuadros que aparece un guión (-), son aquellos registros en los cuales los autores no indicaron en que arrecife fueron encontradas las especies. Las abreviaturas para identificar a los arrecifes es la siguiente. IE: Isla de En medio, IS: Isla Sacrificios, B: Blanquilla, G: Galleguilla, H: Hornos, IV: Isla Verde, AD: Anegada de Adentro, AF: Anegada de Afuera, S: Santiaguillo, P: Pájaros y AI: Arrecife Ingenieros. Las especies que aparecen en color rojo son las que fueron registradas también para este estudio.

En cuanto a la clase Crinoidea para el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano solo se tiene registrada la especie *Davidaster rubiginosus* la cual no fue encontrada en la presente investigación en ninguno de los arrecifes, debido a que se localiza a mayores profundidades (6-15 m) y en este trabajo solo fueron muestreadas las planicies de los mismos (Mayer, 1973; Villanueva, 2011).

De la clase Asteroidea se tienen registradas 7 especies para PNSAV, de estas solo fueron encontradas *Oreaster reticulatus* y *Linckia guildingii* en el arrecife Isla Sacrificios. Las 5 especies que no se entraron son, *Ludia alternata*, *Asterinides folium*, *Linckia nodosa*, *Ophiaster guildingi* y *Coscinasterias tenuispina*. En el caso particular de la especie *Ludia alternata* se ha reportado que generalmente habita en sustratos arenosos (Hendler *et al.*, 1995), por esta razón no podría ser encontrada dentro del arrecife Santiaguillo ya que dentro del mismo este tipo de sustrato era prácticamente nulo. La especie *Linckia nodosa* habita a profundidades de 35-435 m (Hendler *et al.*; 1995), razón por la cual no fue registrada en el presente estudio. En el caso de las especies restantes es muy probable que no hayan sido visualizadas durante los muestreos debido a que viven escondidas entre las rocas o corales aunado a que comúnmente habitan zonas de baja energía y el arrecife Santiaguillo es un área de alta energía (Hendler *et al.*, 1995).

La clase Ofiuroidea presenta un mayor número de especies registradas con 23, en este estudio se encontraron 11, Por otro lado las 12 especies que no fueron registradas son *Ophiolepis impressa*, *Ophiocoma paucigranulata*, *Ophiocoma pumila*, *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophioderma brevicaudum*, *Ophioderma guttatum*, *Ophioderma phoenium*, *Ophioderma rubicundum*, *Ophiactis quinqueradia*, *Ophiactis algicola*, *Amphipholis squamata*, *Ophiostigma isocanthum*, *Amphiura stimpsonii*. La especie *Ophiolepis impressa* presenta actividad nocturna es por ello que pudo no haberse encontrado en ninguno de los dos arrecifes (Bejarano *et al.*, 2004). En cuanto a *Ophiocoma paucigranulata* se ha reportado que es una especie que se encuentra de manera más abundante en las zonas profundas de los arrecifes por tanto es posible que no se haya encontrado en este estudio (Hendler *et al.*; 1995). Referente a las especies *Ophiocoma pumila*, *Ophioderma brevicaudum*, *Ophioderma guttatum*, *Amphipholis squamata*, *Ophiostigma isocanthum*, *Ophioderma phoenium* y *Amphiura stimpsonii* presentan hábitos crípticos lo que pudo haber dificultado su visualización durante los muestreos (Hendler *et al.*; 1995). La especie *Ophiocomella ophiactoides* es de un tamaño muy pequeño (5 mm), y su coloración críptica hacen que estos individuos sean difíciles de observar (Hendler *et al.*, 1995). En cuanto a la especie *Ophioderma rubicundum*, el tamaño de estos individuos se relaciona con el tipo de sustrato en el que se encuentran los organismos más grandes suelen vivir bajo rocas mientras que los más pequeños generalmente se encuentran dentro de los corales, lo cual dificulta encontrarlos en el campo (Hendler *et al.*, 1995). Referente a la especie *Ophiactis quinqueradia* habita como huésped de esponjas por lo que es complicado observarla en los

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

muestreos y es posible que por ello no haya sido encontrada en los arrecifes (Hendler *et al*; 1995). Es importante mencionar que para esta clase se encontró un nuevo registro para el arrecife Isla Sacrificios *O. appressum*.

La clase Echinoidea tiene 16 especies registradas en PNSAV de estas 8 son erizos irregulares, de los cuales no fue encontrada ninguna especie en esta investigación, lo cual pudo deberse a que presentan hábitos enterradores (Chesher, 1969; Torres *et al*; 2008). Por otro lado las especies de erizos regulares que no fueron encontradas son, *Centrostephanus longispinus rubicingulus* y *Arbacia punctulata*. La especie *Centrostephanus longispinus rubicingulus* no fue encontrada en este estudio debido a que se encuentra a profundidades de 33 a 310 m (Pawson *et al.*, 2009).

Por último la clase Hothuroidea cuenta con 19 registros para el PNSAV de las cuales en esta investigación solo fueron encontradas 3 en el arrecife Isla Sacrificios. En el arrecife Santiaguillo no fueron encontradas debido a que en el arrecife se encontraron en su mayoría sustratos duros lo que no favorece a esta clase pues presenta hábitos enterradores en sustratos arenosos (Calva, 2002). Es importante mencionar que en la presente investigación se encontró un nuevo registro para el PNSAV y para México *Neothyonidium parvum*

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Conclusiones.

- Se determinaron un total 23 especies de equinodermos, en el arrecife Isla Sacrificios se registraron 21 especies y 11 para el arrecife Santiaguillo.
- Las especies dominantes en el arrecife Isla Sacrificios fueron *E. lucunter*, *E. viridis*, *L. vaiegatus* y *O. lineata*, y en el arrecife Santiaguillo las especies dominantes fueron *Echinometra Lucuntes*, *Echinometra viridis* y *Diadema antillarum*.
- En el arrecife Isla Sacrificios se encontraron las siguientes especies raras: *Oreaster reticulatus*, *Holothuria sp.*, *Neothyonidium parvum* y *Isostichopus cf. badionotus*. Mientras que en el arrecife Santiaguillo la mayoría de las especies que se encontraron fueron raras, estas son: *Ophiotrix angulata*, *Tripneustes ventricosus*, *Eucidaris tribuloides* y *Lytechinus variegatus*.
- Las clases Asteroidea y Holoturoidea fueron las que tuvieron una menor riqueza en el arrecife Isla Sacrificios, mientras tanto en el arrecife Santiaguillo la clase Ophiuroidea fue la que presentó menor riqueza. Por otro lado la clase que presento mayor riqueza para los dos arrecifes fue Echinoidea.
- El arrecife Isla Sacrificios presentó una diversidad de 1.527 bits/ ind; una diversidad máxima de 4.3 bits/ ind y una equitatividad de 0.34, y el arrecife Santiaguillo presentó una diversidad de 0.77 bits/ ind; una diversidad máxima de 3.4 bits/ ind y una equitatividad de 0.22.
- El sustrato con mayor cobertura en el arrecife Isla Sacrificios fue *Thalassia testudinum*, mientras que en arrecife Santiaguillo fue el rocoso.
- Se encontraron dos nuevos registros para el arrecife Isla sacrificios *O. appressum* y *N. parvum*, siendo esta última un nuevo registro para el PNSAV y para México.
- Todas las especies encontradas en el arrecife Santiaguillo son nuevos registros para el mismo.
- En el arrecife Santiaguillo se encontraron especies y sustratos que son característicos de zonas con energía alta, por lo cual se podría inferir que el ambiente que se presenta en este arrecife es de alta energía.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Consideraciones Finales.

La importancia de este trabajo consiste en que aporta información al conocimiento de los Equinodermos que se encuentran presentes en el SAV, ya que todas las especies registradas dentro del arrecife Santiaguillo representan el primer registro de especies que se ha realizado para este arrecife, debido a que no se había realizado ningún trabajo con este grupo de invertebrados en dicho arrecife. Además de que se realizó un análisis comparativo con el trabajo previo realizado por Ugalde (2011), lo que permite mantener una actualización sobre las especies que se encuentran presente en el arrecife Isla Sacrificios.

En general los organismos pertenecientes al Filo de los Equinodermos presentan una alimentación muy variada por lo cual existe una gran discordancia en la información referente a este tema por lo cual resulta importante que se realicen investigaciones para conocer más a fondo su alimentación. Por otro lado resulta importante conocer a que se debe el hecho de que la especie *Echinometra lucunter* sea una de las especies más abundantes dentro del SAV.

Finalmente la presente investigación se llevó a cabo únicamente en dos épocas del año (lluvias y secas), por lo que es conveniente que en investigaciones futuras se incluyan las tres épocas de la zona, para que de esta manera se pueda obtener un análisis ecológico más consistente.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Literatura citada.

- Arsenault DJ, Himmelman JH. 1996. Size-related changes in vulnerability to predators and spatial refuge by juvenile Iceland scallops *Chlamys islandica*. Mar. Ecology Program .Series. 140: 115–122.
- Bak R.P.M. 1994. Sea urchin bioerosion on coral reefs: place in the carbonate budget and relevant variables. Coral Reefs13: 99–103.
- Bejarano S., S. Zea., y J.M. Díaz. 2004. Ofiuros (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del archipiélago de San Bernardo (Caribe colombiano). Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 33:29-47.
- Benavides-Serrato, M., G.H. Barreto-Pérez y C.M. Díaz-Sánchez. 2011. Equinodermos del Caribe Colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar 22. Santa Marta, 384 pp.
- Bolaños N., A. Bourg., J. J Alvarado. 2005. Diversidad y abundancia de equinodermos en la laguna arrecifal del Parque Nacional Cahuita. Caribe de Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 53(3): 285-290.
- Borrero-Pérez G.H., M. Benavides-Serrato y C.M. Díaz-Sánchez. 2012. Equinodermos del Caribe Colombiano II: Echinoidea y Holothuroidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 30. Santa Marta. 250 pp.
- Bottjer, D., E.H. Davidson, K.J. Peterson y R.A. Cameron. 2006. Paleogenomics of Echinoderms. Science, 314:956-959.
- Brusca RC, Brusca GJ. 2005. Invertebrados. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid, 1005 pp.
- Buitrón, S. B. y Solís-Marín, F. A. 1993. La biodiversidad en los equinodermos Fósiles y Recientes de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Volumen especial 44: 209-231.
- Calva, L. 2002. Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 1 Estrellas de mar y estrella serpiente. Contactos. (46) 59-68 pp.
- Caso, M. E., 1961. Los equinodermos de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México: 1-338 pp.
- Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra. 2004. Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México. 627p.
- Celaya-Hernández, E.V. Solís-Marín, F.A. Laguarda-Figueras A. G. Durán-González, A. de la L. y Ruíz-Rodríguez. T. 2008. Asociación a sustratos de los erizos regulares (*Echinodermata: Echinoidea*) en la laguna arrecifal de Isla Vede, Veracruz, México. Revista de Biología Tropical. 56 (3): 281-285.
- Chávez, E., J.W. Tunnell y K. Withers. 2007. Reef zonation and ecology: Veracruz shelf and Campeche Bank. In Coral Reefs of the Sorthern Gulf of México, J. W. Tunnell Jr., E.A. Chávez y K. Withers (eds). Texas A&M University Press.
- Chesher, R.H. 1969. Contributions to the biology of *Meoma ventricosa* (Echinoidea:Spatangoida). Bull. Mar. Sci. 19: 72-110.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2011. Estudio Previo Justificativo para la modificación de la declaratoria del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz, México, 92 pp.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

- CONABIO, 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 71 pp.
- Contreras, E.F., 1991. Clasificación trófica de lagunas costeras. *Ciencias* 42(2):227-231.
- Coyer JA, Ambrose RF, Engle JM, Carroll JC. 1993. Interactions between corals and algae on a temperate zone rocky reef: mediation by sea urchins. *J. Exposure. Mar. Biology. Ecology.* 167: 21–37.
- De la Cruz V. F. 2013. Estructura de las comunidades macrobentónicas y nectónicas asociados a los sustratos rocosos coralinos del arrecife Lobos, Veracruz, México. Tesis Maestría. Universidad Veracruzana, México. 97 p.
- De Ruyter van Steveninck ED, Bak RPM. 1986. Changes in abundance of coral-reef bottom components related to mass mortality of the sea urchin *Diadema antillarum*. *Mar. Ecology. Program. Series.* 34: 87–94.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012. Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicado frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,239-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992. 29 de noviembre del 2012.
- Domínguez-Castañedo, N., A. B. Granados y V. Solís- Weiss., 2007. Estudio preliminar de la macrofauna bentónica presente en la laguna del arrecife Sacrificios, p.113-126. *In:* A. Granados Barba, L.G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano.* Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.
- Durán-González, A., A. Laguarda-Figueras., F. A. Solís-Marín., B. E. Buitrón., C. G. Ahearn y J. Torres-Vega., 2005. Equinodermos (*Echinodermata*) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical.* 53 (3): 53- 68.
- Enochs, I. C. y Manzello, D. P. 2012. Responses of cryptofaunal species richness and trophic potential to coral reef habitat degradation. *Diversity,* 4: 94-104.
- García, E. 1990. Carta de climas, atlas nacional de México. Instituto de geografía. UNAM.
- Griffin SP, Garcia RP, Weil E. 2003. Bioerosion in coral reef communities in southwest Puerto Rico by the sea urchin *Echinometra viridis*. *Mar. Biology.* 143: 79–84.
- 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.
- Hernández-Herrejón L.A., F.A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figueras, 2008. Ofiuroideos (*Echinodermata: Ophiuroidea*) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical.* 56 (3):83-167.
- Horta-Puga, G. y J. L. Tello-Musi. 2009. Sistema Arrecifal Veracruzano: Condición actual y programa permanente de monitoreo: Primera Etapa. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM005 . México D. F.
- Ibarra Morales, N., y L. G. Abarca Arenas, 2007. Distribución, abundancia y biomasa de *Thalassia testudinum* en la laguna del arrecife Sacrificios, Veracruz, p.161-172. *In:* A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano.* Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

- 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.
- Jangoux M, Lawrence JM. 1982. Echinoderm nutrition. Balkema, Amsterdam, 254 Pp.
- Ji, C., L. Wu, W. Zhao, S. Wang y J. Lv. 2012. Echinoderms Have Bilateral Tendencies. PLoS ONE 7(1):e28978. doi:10.1371/journal.pone.0028978.
- Keough MJ, Butler AJ. 1979. The role of asteroid predators in the organization of a sessile community on pier pilings. Mar. Biology. 51(2): 166–177.
- Knowlton, N. y J. B.C. Jackson. 2001. The Ecology of Coral Reefs. En: Marine Community Ecology. Bertness, M. D., S. D. Gaines, y M. E. Hay (Eds.) Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA. 550pp.
- Laguarda, F. 2001. Equinodermos (Echinodermata) del Caribe de México: Puerto Morelos, Quintana Roo. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Laboratorio de Ecología de Equinodermos.
- Laguarda-Figuera. A., A. I. Gutiérrez, Solís-Marín, A. D. González, y V. J. Torre. 2005. Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) del Golfo de México. Revista de Biología Tropical. Vol. 53 (Suppl. 3):69-108.
- Laguarda-Figuera, A., Hernández-Herrejon, L. A., Solís-Marín F. A., Durán-González, A. 2009. Ofiuroideos del Caribe Mexicano y Golfo de México, CONABIO, ICML y UNAM, Primera Edición.
- Laguarda-Figuera. A., F. A. Solís-Marín, A. D. González, C. G. Ahearn, S. B. E. Buitrón y V. J. Torres. 2009. Equinodermos (Echinodermata) del Caribe Mexicano. Revista de Biología Tropical. Vol. 53 (Suppl. 3): 109-122.
- Lawrence J. 1987. Functional Biology of Echinoderms. Croom Helm. Gran Bretaña, 340 pp.
- Levitan DR. 1988. Density-dependent size regulation and negative growth in the sea urchin *Diadema antillarum* Philippi. Oecologia. 76: 627–629.
- Liddell, W.D. & S.L. Ohlhorst. 1986. Changes in benthic community composition following the mass mortality of *Diadema* at Jamaica. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 95:271-278.
- 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 Profesional, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Baja California. México. 78 pp.
- Meyer, D.L. 1973. Coral reef Project-Papers in memory of Dr. Thomas F. Goreau. 10. Distribution and living habits of comatulid crinoids near Discovery Bay, Jamaica. Bulletin Marine Science, 23: 244-259
- McClanahan TR, Kamakuru AT, Muthiga NA, Yebio MG, Obura D. 1996. Coral reefrestoration: Effect of sea urchin reductions on algae, coral and fish assemblages. Cons. Biology. 10: 136–154.
- Menge BA. 1982. Effects of feeding on the environment. En: M Jangoux, JM Lawrence (eds.), *Echinoderm nutrition*. Balkema, Amsterdam. 521–551 pp.
- Mohedano-Maldonado I.R. 2010. Comunidad de Equinodermos en la Planicie Arrecifal de Anegada de Adentro, Veracruz México. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

- Monrroy, L.M., O.D. Solano 2005. Estado Poblacional de *Echinometra lucunter* (Echinoidea: Echinometridae) y su fauna acompañante en el litoral rocoso del Caribe Colombiano. Rev. Biol. Trop. 53 (Supl. 3): 291-297
- Pawson, D. 2007. Phylum Echinodermata. Zootaxa. 16668: 749-764.
- Pawson, D., D. Vance, C. Messing, F. Solis-Marin y C. Mah. 2009. Echinodermata of the Gulf of Mexico. Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota, Volume 1, Biodiversity. Darryl, L., Felder y K. David (Eds). 1177-1204 p.
- Randall, J.E., R.E. Schroeder & W.A. Starck. 1964. Notes on the biology of the echinoid *Diadema antillarum* Carib. J. Sci. 4:421-433.
- Rocha, R.A., L. R. Chávez, A. Ramírez y O. S. Cházaro. 2008. Comunidades, Métodos de estudio. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 248 pp.
- Ruppert, E.E., y R. D. Barnes. 1996. Zoología de los Invertebrados. 6^{ta} edición. McGraw-Hill Interamericana. México. 114 pp.
- Sammarco, P.W. 1980. *Diadema* and its relationship to coral spatmortality: grazing, competition, and biological disturbance. J. Exp. Mar: Bio. Ecol. 45:245-272.
- Sánchez, H.B. 2009. Estudio de las comunidades de anélidos poliquetos y su respuesta a perturbaciones ambientales en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. 150pp.
- Serafy, D.K. 1979. Memoirs of the Hourglass Cruises. V (III): Echinoids (Echinodermata: Echinoidea). St. Petesburg, Florida: Florida Department of Natural Resource, 120 pp.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1981. Biometry. W. H. Freeman. Co. U.S.A. 859 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. pp. In: A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas y J.M. Vargas Hernández (Eds.) Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma. 304p.
- Solís-Marín F.A., M.D Herrero-Perezrul., A Laguarda-Figueras., J. Torres-Vega., 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). En: S. I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQRO, Chetumal. 91–105 pp.
- Solís-Marín, F. A., A. Laguarda-Figueras y M. Honey-Escandón. 2013. Biodiversidad de Equinodermos (Echinodermata) en México. Colección Nacional de Equinodermos "Ma. E. Caso Muñoz", Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos, Instituto de de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 9 p.
- Tapia Domínguez M. 2013. Estructura Comunitaria de gasterópodos en la planicie arrecifal de Santiaguillo, Sistema Arrecifal Veracruzano. Licenciatura FES Iztacala, UNAM. 53 pp.
- Toledo Ocampo, A. 2005. "Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México", en Botello, A. V., J. Redón von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz Hernández (eds.), Golfo de México contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias, 2da ed., Universidad Autónoma de Campeche, UNAM e Instituto Nacional de Ecología. 25–52 pp.
- Torres-Martínez M.A., Solís-Marín F.A., Laguarda-Figueras A., Buitrón-Sánchez B.E. 2008. Poros filodiales en la identificación de dos subespecies de erizo de mar: *Moema ventricosa grandis* (Pacífico) y *Moema ventricosa ventricosa* (Atlántico) en México. Rev. Biol. Trop. 56 (Supl. 3) : 13-17.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

- Trujillo-Luna y González-Vallejo, 2006. Equinodermos (Echinodermata) de la colección de referencia de bentos costero de Ecosur. *Uciencia*, 22 (1):83-88pp.
- Ugalde-García D. M. 2011. Equinodermos de la Planicie arrecifal de Isla Sacrificios, Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 58 pp.
- Vermeji, J.W. 1971. Substratum relationships of some tropical Pacific intertidal gastropods. *Mar. Biol.*, 10(4):315-320.
- Villanueva, S. V., 2008, "Primer registro de equinodermos de talud con análisis ecológico", Licenciatura FES Iztacala, UNAM.100 pp.
- Villanueva; S. V.; 2011; Análisis de talud, zona norte, del Arrecife Sacrificios con base a la distribución de moluscos y equinodermos; Tesis de Maestría, ciencias del Mar y Limnología. 96 pp.

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Anexos.

Anexo 1. Localización de los puntos de muestreo.

Cuadro 6. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo del arrecife Isla Sacrificios.

Punto	Longitud	Latitud	Punto	Longitud	Latitud
1	805354	2122829	16	805823	2123265
2	805349	2123900	17	805838	2123109
3	805320	2123965	18	806853	2123144
4	805315	2123031	19	805853	2123038
5	805260	2123137	20	806061	2122851
6	805265	2123152	21	806101	2122836
7	805230	2123182	22	806021	2122730
8	80553	2123168	23	805982	2122090
9	80553	2123158	24	805977	2122670
10	805568	2123092	25	805928	2122722
11	805583	2123037	26	805678	2123385
12	805096	2122912	27	805655	2123395
13	80648	2123088	28	805638	2123168
14	806009	2123088	29	805648	2123094
15	805838	2123272			

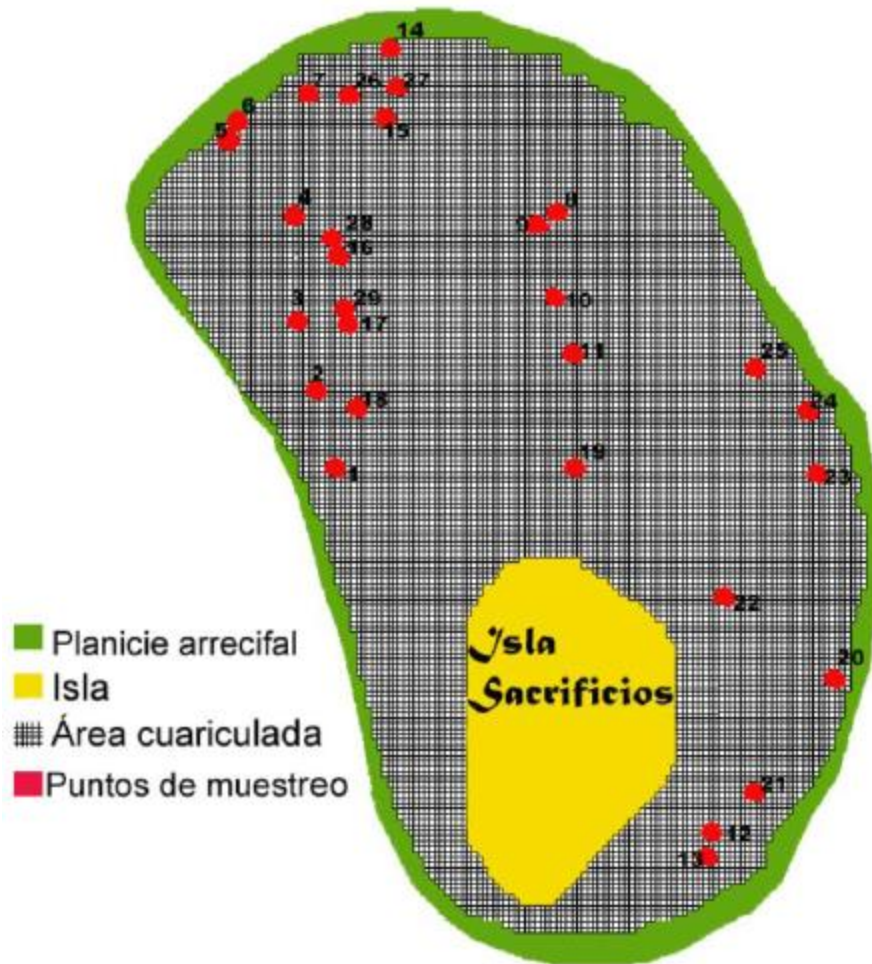
Cuadro 7. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo del arrecife Santiaguillo.

Punto	Longitud	Latitud
1	204530	2118980
2	204520	2119005
3	204495	2119005
4	204505	2119060
5	204490	2119095
6	204465	2119120
7	204500	2119155
8	204535	2119185
9	204625	2119140
10	204662	2119078
11	204713	2119032

Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Anexo 2. Mapas de los arrecifes con los puntos de Muestreo.

Figura 18. Mapa de los puntos de Muestro de la planicie arrecifal Isla Sacrificios.



Ensamblaje de Equinodermos de los arrecifes Isla Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz.

Figura 19. Mapa de los puntos de Muestreo de la planicie arrecifal de Santiaguillo.

