



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

CARRERA DE BIOLOGÍA

*ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE
EQUINDERMOS DEL ARRECIFE “LA
BLANQUILLA” DEL SISTEMA ARRECIFAL
VERACRUZANO.*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA:

MAURICIO TRUJILLO ALVAREZ

DIRECTOR DE TESIS:

BIOL. FELIPE DE JESÚS CRUZ LÓPEZ

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, EDO. MEX. MAYO 2012





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mi Papa y mi Mama:

Sabiendo que no existiría una forma de agradecer toda una vida de sacrificios y esfuerzos, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo.

A mi hermana:

Marsel, por ser mi una mujer especial en mi vida, por ser mi cómplice es muchas travesuras y porque a pesar de todo, se que siempre estarás ahí para tenderme tu mano. Te quiero mucho hermanita.

A mi abuelito Miguel:

Donde quiera que estés, se que nos estas cuidando.

A mis abuelitas Chelo y Kecha:

Por enseñarme cosas que nunca pasaran de moda, por consentirme, sabiendo que siempre ocupo un lugar en su corazón.

A las familias Alvarez Torre, Alvarez Tzompa y Alvarez Gamboa:

Porque sin mis tíos (Juan Carlos, Miguel Ángel y Rubén), mis tías (Mónica, Araceli y Silvia) y mis primos (Ana Laura, Miguel Augusto, Diego, María Fernanda y Miguel Ángel) no sería la persona que soy, todos ustedes tiene un granito de arena en mi ser.

A mis tías Katia y María de los Ángeles:

Porque ustedes son personas importantes en mi vida, las quiero mucho.

Para Armando, Alejandro y Abdher Trujillo Carvajal; y Margarita Cuevas Soda

Porque sin mis tíos; tía y mis primos (Allison, Allan y Josué) tampoco sería la persona que hoy soy.

A mis amigos de la Universidad y el grupo 52:

Cristina, Edgar, Natalia, David, Aleida y especialmente Sergio, por ser grandes personas que conocí en este trayecto, de alguna manera algo de ustedes esta en este trabajo, y al grupo 52 por hacer de la carrera una etapa memorable de mi vida.

A mi tutor Felipe de Jesús Cruz López

Eres coautor de este trabajo, sin ti este paso nunca lo hubiera podido dar. Te dedico este trabajo con mucho cariño y afecto. Ojala este trabajo te sea de mucha utilidad a ti y las personas que lleguen contigo para que los guíes.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO

Y

LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

*NO ME DA MIEDO EL MAÑANA, POR QUE HE VISTO EL AYER Y
ME ENCANTA HOY*

William Allen White

AGRADECIMIENTOS

Papá y Mamá

Gracias por apoyarme en este camino que decidí emprender, ayudarme de mil maneras para que lograra el objetivo y por llegar conmigo a lo que uno pensaría que es el final del camino, aunque yo creo que en realidad es solo el comienzo de una larga historia. GRACIAS ARTURO Y SUSANA

Abuelita Kecha

Te agradezco que me sigas consintiendo como el pequeño que fui alguna vez, el que me quieras como si fuera el pequeño niño el cual quiere estar todo el tiempo abrazado de su abuelita. Gracias abu por que durante este camino estuviste ahí para regañarme y aconsejarme, por compartirme tu buen sazón para la comida antes de irme a escuela. Te quiero muchisisisimo abuelita.

Hermanita

Gracias por estar ahí cuando te necesito, por hacerme pasar momentos de carcajadas hasta llorar y tratar de parar por el dolor en la espalda y el estomago, por ser una canija que se que me cuida. Te quiero como no tienes idea canija, Marsel, sigue como vas y tus ideales serán una realidad.

Sergio, Cristina, Aleida, Natalia, Edgar y David

¡Arriba la Banda Ñoña!

Tengo que agradecer a la vida por haberme topado personas maravillosas en la licenciatura, porque sin ustedes no sé cómo habría sido la carrera, pero no creo que haya sido tan divertida como lo fue, nunca olvidaré las risas y carcajadas; las practicas de campo serán inolvidables gracias a que tuve amigos como ustedes, los quiero y ocupan un lugar muy especial en mi vida. Gracias por ser parte de esta historia amigos.

Ariel, Jimena, Sandra y Mike

Gracias por ser mis amigos, por ser unas maravillosas personas, por ser unos excelentes compañeros, por ser tal y como son, por ser grandes amigos que encontré en la Universidad y que deseo seguir tratando como amigos y colegas durante mucho tiempo.

Biol. Felipe de Jesús Cruz López

Gracias por aceptarme como tesista, por compartirme tus conocimientos, por enseñarme un poco de las maravillas del mar, por enseñarme a redactar (jajajajajaja), por enseñarme a ser mas analítico, por creer en que este trabajo si podía ser una realidad. Gracias por ser un gran elemento para la FES Iztacala y para la UNAM. Gracias por ser un profesor y un biólogo.

Dr. Raymundo Montoya Ayala, M. en C. Deyanira Etaín Varona Graniel,

Biol. José Luis Tello Musi y M. en C. Jonathan Franco López

(Sinodales)

Muchas gracias por ser excelentes docentes de esta gran Universidad, por haber aceptado ser mis sinodales, muchas gracias por haber hecho aportaciones a este trabajo. Sobre todo gracias por haber sido mis maestros y compartirme sus conocimientos.

De manera especial quiero agradecer a la *Secretaría de Marina y a la Comisión Nacional de Aéreas Naturales Protegidas*, por las facilidades y permisos otorgados para ingresar al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Por último agradezco a la UNAM por haberme brindado la oportunidad de estudiar en sus aulas y haberme permitido ocupar un lugar en la FES Iztacala, a la cual agradezco haberme compartido a sus maestros y sus instalaciones para mi formación, y en la cual viví grandes experiencias, conocí excelentes personas, pero sobre todo me convirtió en BIOLOGO. GRACIAS



INDICE

	PÁG
RESUMEN	8
1 INTRODUCCIÓN	
1.1 México y su biodiversidad	9
1.2 Los arrecifes de coral	9
1.2.1 México y el Sistema Arrecifal Veracruzano	9
1.3 Filo Echinodermata	10
1.3.1 Clasificación de los equinodermos	11
1.4 Los equinodermos en México y la importancia del filo	11
2 ANTECEDENTES	13
3 OBJETIVOS	
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos particulares	15
4 AREA DE ESTUDIO	
4.1 Estado de Veracruz	16
4.2 Sistema Arrecifal Veracruzano	16
4.3 Arrecife La Blanquilla	17
5 MÉTODO	
5.1 Ubicación de los sitios de muestreo	19
5.2 Guías de campo	19
5.3 Trabajo de campo	20
5.4 Diseño de muestreo	20
5.5 Ajuste de coordenadas	21
5.6 Obtención de datos	21
5.7 Listado taxonómico y parámetros ecológicos	22
5.8 Parámetros de la comunidad	22
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
6.1 Listado taxonómico	27
6.2 Distribución	
6.2.1 Distribución de los sustratos	29
6.2.2 Distribución de las especies con base en los sustratos	30
6.2.3 Mapas de distribución de las especies dentro del arrecife	30
6.3 Parámetros comunitarios	
6.3.1 Riqueza de especies	
6.3.1.1 Por clase	38
6.3.1.2 Abundancia	
Por clase	39
Por especie	40
6.3.2 Diversidad	44
6.3.3 Índice de Valor de Importancia Relativa	44

6.3.4 Test de Asociación Frecuencia Abundancia	46
6.3.5 Análisis de similitud y agrupamiento	47
7 CONSIDERACIONES FINALES	51
7.1 Conclusiones	52
LITERATURA CITADA	53

RESUMEN

En el presente estudio se expone un listado taxonómico y datos de parámetros ecológicos de los equinodermos que habitan en el arrecife La Blanquilla, Veracruz. Se ubicaron veinte cuadrantes de manera aleatoria en el arrecife, en los que se llevaron a cabo registros fotográficos y determinaciones *in situ* con ayuda de una guía de campo. Se obtuvo el número de organismos por especie y su asociación al sustrato y distribución de los organismos, utilizando Sistemas de Información Geográfica; ya obtenidos los datos durante el trabajo de campo se calcularon los parámetros ecológicos. Se observaron 908 organismos en total, distribuidos en 14 especies calculando una diversidad de 1.228 bits/ind y una equitatividad de 0.322 lo que quiere decir que hay especies dominantes. La clase Echinoidea, por su valor de importancia y número de organismos, domina el arrecife; los valores de importancia más altos están representados por: *Echinometra lucunter*, *Diadema antillarum* y *Echinometra viridis*, que revelan la gran influencia que tienen dentro de la comunidad. Se formaron cinco grupos basándose en el índice de Jaccard, el grupo A se distribuye a lo ancho de la zona norte del arrecife y centro - este compartiendo varios sustratos como son pedacería de coral, arena, coral vivo y muerto; y se caracteriza por la presencia de *Diadema antillarum*. El grupo B se distribuyó en el sur y centro este, comparten sustratos como coral vivo, pedacería de coral y arena, y al igual que el grupo A, éste se caracteriza por la presencia de *Diadema antillarum*. El grupo C se distribuyó en el norte del arrecife, estos cuadrantes están compuestos por pedacería de coral, coral muerto y vivo; y se caracteriza por la presencia de *Eucidaris tribuloides*. El grupo D se distribuyó en el oeste, centro y este del arrecife, estos cuadrantes están conformados por arena con vegetación, pedacería de coral, coral vivo y muerto, y tiene por característica la presencia de *Linckia guildingii* y *Eucidaris tribuloides*. Y el grupo E se ubicó en la parte centro del arrecife y el sustrato que predomina es la pedacería de coral y la arena y se caracterizó por la presencia de *Lytechinus variegatus*.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 México y su biodiversidad

México presenta un lugar preponderante en el mundo por su enorme biodiversidad; destacando por su gran variedad de hábitats y su riqueza, tanto florística como faunística, que son el resultado de su ubicación geográfica, su topografía y su historia natural (Toledo, 1988).

Es un hecho bien reconocido que nuestro país alberga una riqueza biológica excepcionalmente alta a nivel mundial. Esto es posible gracias al complejo mosaico de ecosistemas y a la diversidad de especies que en ellos habitan. Lo anterior es resultado de la particular situación geográfica de México en la confluencia de las zonas biogeográficas neártica y neotropical, además de la heterogeneidad topográfica que caracteriza a su territorio. Poseer tal riqueza implica la responsabilidad de conocerla, protegerla y utilizarla adecuadamente (Carabias, 1995). Dentro de esta riqueza de organismos encontramos a los equinodermos.

1.2 Los Arrecifes de Coral

Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos tropicales formados por el acúmulo de esqueletos calcáreos de diferentes organismos, principalmente corales esclerectinios y algas coralinas. Se encuentran entre los ecosistemas marinos más productivos. Su desarrollo está limitado a lugares relativamente estables ecológicamente hablando, con características, tales como: temperaturas cálidas (21 – 22 °C), aguas someras, transparentes y salinas, intensidad luminosa, movimiento del agua y sólidos en suspensión, por lo que ocupan el 2% del área marina del planeta (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993).

Existen diferentes tipos de arrecifes de coral, dependiendo el autor, se pueden clasificar en: Arrecifes de barrera, Arrecife de tipo parche, Arrecifes costeros, Arrecifes de plataforma y Arrecifes de atolón (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993; Rupert y Barnes, 1996).

1.2.1 México y el Sistema Arrecifal Veracruzano

México es excepcional en el ambiente marino, ya que su extensión es 1.6 veces mayor que la superficie terrestre. Nuestro país es uno de los que cuentan con mayor extensión de costas, y es el único que posee un mar exclusivo, el Mar de Cortés. En el Golfo de México se ubica el Parque Marino Nacional “Sistema Arrecifal Veracruzano” y en el Caribe, se comparte con Belice, Guatemala y Honduras, el segundo sistema arrecifal más grande del mundo, el Arrecife Mesoamericano (Mohedano, 2010).

1.3 Filo Echinodermata

Los miembros del filo *Echinodermata* son uno de los invertebrados marinos más comunes (Barnes, 1989). El nombre del filo echinodermata deriva de las palabras griegas, *echino*, que significa Espinas y *derma* que significa Piel, “piel con espinas” o “tegumento espinoso” (Brusca y Brusca, 2005).

El filo contiene unas 7000 especies actuales, que incluyen lirios de mar, estrellas plumosas, estrellas de mar, ofiuras, erizos de mar, galletas de mar y pepino de mar (Brusca y Brusca, 2005).

Excepto algunos casos de aguas salobres, los equinodermos se encuentran ampliamente distribuidos por todos los océanos. (Brusca y Brusca, 2005).

La simetría bilateral en estado larvario (larvas vitelaria, doliolarias y pentacrinoide en crinoideos; auricularia, doliolarias, pentacula y vitelarias [en algunas especies] en holoturias, equinoplúteus de los equinoideos, ophioplúteus en ofiuras y bipinaria y braquilaria en asteroideos) (Solís-Marín, 1998) que por adquisición secundaria se torna pentarradial en el estadio adulto y se pone de manifiesto en la disposición del sistema ambulacral, cuyas modalidades se traducen en las diferentes formas que adoptan en el estado adulto (Smith, 1997; Solis-Marín, 2008). Esto los convierte como los únicos organismos fundamentalmente pentámeros del reino animal (Brusca y Brusca, 2005).

De manera general puede decirse que presentan tres características que son consideradas como fundamentales para distinguir al grupo:

1. El sistema vascular acuífero, característica diacrítica del grupo, se constituye por un conjunto de tubos internos que se conectan entre sí y puede tener diversas funciones entre las que se encuentran la locomoción, alimentación, sensorial, excreción, transporte de nutrientes y respiración (Chia y Harrison, 1994).
2. Un endosqueleto el cual está formado por una serie de placas u osículos calcáreos (Chia y Harrison, 1994).
3. En su mayoría presentan en su estadio adulto simetría radial, generalmente pentámera.

1.3.1 Clasificación de los Equinodermos

Se conocen 5 clases:

- Clase Crinoidea: Conocidos como lirios de mar o estrellas plumosas, se han descrito cerca de 700 especies (Solís-Marín, 2008).
- Clase Asteroidea: Conocidas como estrellas de mar y se conocen cerca de 1500 especies (Solís-Marín, 2008).
- Clase Ophiuroidea: Llamadas como estrellas serpentiformes, estrellas frágiles, ofiuras o arañas de mar y se han descrito cerca de 2000 especies.
- Clase Echinoidea: Ubicados como erizos de mar, erizos acorazados, bizcochos de mar o dólares de arena y hay descritas cerca de 950 especies (Brusca y Brusca, 2005; Trujillo y González , 2006). Los miembros de esta última clase se dividen en dos tipos: erizos regulares que se conocen como erizos de mar y los erizos irregulares que se incluyen a los dólares de arena, erizos acorazados y bizcochos de mar (Rupert y Barnes, 1996).
- Clase Holothuroidea: Se conocen como pepinos de mar o cohombros de mar y se han descrito 1150 especies (Brusca y Brusca, 2005, Trujillo y Gonzalez, 2006).

1.4 Los equinodermos en México y la importancia del filo

México alberga una gran diversidad de equinodermos, en la actualidad se conocen por lo menos 600 especies, que habitan el mar territorial, cerca del 10% de las especies de equinodermos existentes en el planeta (Laguarda, 2001). Estos organismo tienen importancia evolutiva ya que son un antiguo grupo que se remonta desde principios del Cámbrico, es por ello que son una fuente rica en información para determinar eras geológicas (Mohedano, 2010). Son parte importante de la biomasa del bentos nerítico y su conocimiento se aplica en la evaluación de la productividad secundaria del mar (Buitrón y Solís, 1993; Solís, 2008).

La importancia de los equinodermos estriba fundamentalmente en el papel que desempeñan en la trama trófica (nichos), así como en su capacidad para modificar las condiciones del substrato en el que viven (bioturbación) (Solís-Marín y Laguarda-Figueras 2010).

Anualmente remueven una gran cantidad de sedimento, de gran proporción de CaCO_3 y de algas que crecen sobre el coral muerto, siendo así de importancia en la estimación del ciclo del carbono inorgánicos y orgánicos en los arrecifes coralinos, así mismo provoca que haya mayor número de microhábitats y mejor desarrollo del arrecife de coral (Calva, 2003).

Los equinodermos son uno de los grupos con mayor relevancia ecológica en arrecifes rocosos o coralinos, tanto en aguas someras como en zonas abisales.

Esto se debe a que son eslabones fundamentales de las redes tróficas al fungir como depredadores (tanto carnívoros como herbívoros), detritívoros y filtradores (Lawrence, 1987). El tipo de alimentación de las especies influye en la estructura comunitaria de los arrecifes y en la composición de sus poblaciones. Se reconoce la importancia ecológica de los equinodermos como holoturias y ofiuros recicladores, quienes al alimentarse de sedimento transforman la materia orgánica y la hacen accesible a otros organismos; además, oxigenan el sedimento (Lawrence, 1987).

Dada su relativa longevidad y capacidad de adaptación, pueden ser considerados como bioindicadores del estado de conservación de los ecosistemas. También participan dentro de la economía ya que en algunas sociedades, cierto erizos son apreciados como alimento y son capturados con fines comerciales (Celaya *et al.*, 2007).

2. ANTECEDENTES

Durante el siglo XIX se destacaron recoletas de equinodermos hechas en territorio mexicano por diversas expediciones extranjeras (Trujillo y González, 2006).

En 1841, Gabriel Valentín citó la especie *Mellita hexapora* para las costas de Veracruz (Durán *et al.*, 2005).

En 1885, Rathbun, estudió los equinodermos recolectados por el Albatross en 1884 en aguas del Golfo de México y Mar Caribe (Durán *et al.*, 2005).

En 1890, Ives reportó 13 especies de equinodermos para los estados de Veracruz y Yucatán, aportando así los primeros datos de equinodermos para aguas someras de la zona (Durán *et al.*, 2005).

No fue hasta 1939 en que la Dra. María Elena Caso Muñoz y el Dr. Enrique Rioja Lobianco, comenzaron el estudio sistemático y ordenado de los equinodermos de México; iniciaron una serie de estudios taxonómicos que dieron como resultado más de 60 trabajos publicados de taxonomía (Trujillo y González, 2006).

En 1993, Solís y colaboradores registraron 23 familias, 60 géneros y 116 especies de asteroideos y 22 familias, 45 géneros y 101 especies de equinoideos en el Pacífico y Golfo de California.

Durante 1994 y 1995 Benítez realizó una comparación de la comunidad de equinodermos de los arrecifes de La Entrega y Casa Mixteca, en las Bahías de Huatulco, Oaxaca.

En 2001 Laguarda reportó en la zona de Puerto Morelos, Quintana Roo, 4694 individuos que corresponden a 32 familias, 47 géneros y 84 especies de las 5 clases del filo.

En 2002 Frontana, analizó la composición de los equinodermos asociados a substratos duros de la Isla Socorro, donde se identificaron hasta el nivel taxonómico de especie 312 organismos: seis de la Clase Asteroidea, 271 de la Ophiuroidea, 27 de la Echinoidea y ocho de la Holothuroidea.

En 2005, Durán y colaboradores hicieron un estudio de Equinodermos de aguas mexicanas del Golfo de México.

En 2005 Laguarda y colaboradores trabajaron con la fauna de equinodermos de esta zona, con un total de 190 organismos colectados e identificados distribuidos en 8 ordenes, 11 familias, 15 géneros y un total de 18 especies. Siendo *Stylocidaris lineada*, *Phormosa placenta placenta*, *Plesiadiadema antillarum*, *Plethotaenia spatagoidea*, *Brissopsis atlantica* e *Hypselaster limicolus* nuevos registros para el Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán).

También en 2005 Bolaños y colaboradores realizaron un estudio de los equinodermos de la laguna arrecifal de Punta Cahuita en Costa Rica en el cual registro un total de 15 especies de equinodermos, 1 asteroideo, 7 ophiuroideos, 5 equinoideos y 2 holothuroideos.

Dentro del Sistema Arrecifal Veracruzano se han realizado diversas investigaciones entre las que encontramos a:

Nishimura que en 2005, trabajó con el erizo blanco *Tripheustes ventricosus* en Isla Verde, donde dio a conocer el tamaño de la población, su variación y distribución espacio-temporal en el período de junio del 2001 a octubre de 2002. Encontrando 29 especímenes en un total de 28 puntos, la profundidad en que fueron localizados varió de 0.3 a 2.5 m, en una temperatura del agua de 27 a 29°C; ubicándose la mayoría en las praderas de *Thalassia testudinum* y con una tendencia del Noroeste hacia el Noroeste. Concluyendo que actualmente la población de este erizo es muy escasa. También analizó el comercio de este, con lo cual demostró el mal uso de los recursos marinos.

En 2007 del Castillo trabajó con la macrofauna bentónica en los fondos blandos del Arrecife Hornos, donde analizó la estructura de esta comunidad arrecifal y su relación con algunos parámetros ambientales físicos de la columna de agua, químicos de agua de fondo y las características granulométricas de los sedimentos, dando como resultado que los equinodermos constituyen un 2.28% del total de organismos del arrecife distribuidos en dos clases, Ophiuroidea con una sola especie (*Ophiactis savigny*) y Holoturoidea con dos especies (*Pseudothyone belli* y *Holoturia (Thymiosycia) impatiens*).

También en 2007, Celaya y colaboradores hicieron un estudio de comparación de sustratos de la clase Echinoidea, de Isla Verde, Veracruz y en 2008 revisaron la asociación a sustratos de los erizos regulares en Isla Verde.

En 2008 Villanueva llevó a cabo el primer registro de equinodermos en el talud del arrecife La Galleguilla, con análisis ecológico.

Durante 2009 Horta Puga realizó un estudio del estado de 10 arrecifes del SAV y en él cual registro una presencia de 88% del género *Echinometra* y 12% de *Diadema antillarum*.

En 2010 Mohedano, estudió la comunidad de equinodermos en la planicie arrecifal de Anegada de Adentro, en Veracruz.

También en 2010 Ugalde realizó un estudio de la planicie arrecifal de la Isla de los Sacrificios en Veracruz.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar las características de la comunidad de equinodermos en el arrecife de La Blanquilla, Veracruz.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar un listado taxonómico de las especies de equinodermos observados en el arrecife de La Blanquilla.
- Determinar la distribución de los equinodermos dentro del arrecife.
- Determinar la estructura de la comunidad de equinodermos a través de la riqueza, abundancia, frecuencia, densidad, dominancia, diversidad, diversidad máxima, equitatividad, valor de importancia, test de asociación frecuencia – abundancia e índice de agrupamiento de cuadrantes de la comunidad de equinodermos en el arrecife.

4. AREA DE ESTUDIO

4.1 Estado de Veracruz

Se ubica los 22° 28' 18" latitud norte; 98° 39' 00" de longitud oeste. Tiene una superficie de 78,8150 km² así como 745 km de costas bajas y arenosas con playa angosta bordeada de médanos y dunas móviles con barras, albúferas y puntas. Por estar situado en la zona tórrida, su clima es cálido en toda la costa, aquí la temperatura media anual es de 22° a 26° C y la precipitación total anual varía de 2,000 a poco más de 3,500 mm (Gobierno del estado de Veracruz, 2011). (Fig. 1).



Fig. 1. Ubicación del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano frente a las costas de Veracruz. (Tomada de Google Earth, 2012)

4.2 Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV)

El SAV se ubica, frente a los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado. Tiene una superficie 52,238 ha. y está formado por arrecifes e islas situados en la plataforma continental en el Golfo de México, el sistema incluye dos áreas geográficamente separadas, la primera se localiza enfrente del Puerto de Veracruz e incluye a los arrecifes Gallega, Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, Pájaros, Hornos, Ingeniero y Punta Gorda y las islas de Isla Verde e Isla de Sacrificios y su respectivos arrecifes, todos dentro de la isóbata de los 37 m. La segunda área se ubica frente a Punta Antón Lizardo e incluye los arrecifes Giote, Polo, Blanca, Punta Coyol, Chopas, Enmedio, Cabezo, el Rizo, Santiaguillo, Anegada de Afuera, Anegadilla y Topetillo, todos ellos en la isóbata de los 48 m. (INE, 2005). (Fig 2).



Fig. 2. Sistema Arrecifal Veracruzano, La Blanquilla marcada de color rojo (Tomada de Google Earth, 2012)

4.3 Arrecife La Blanquilla

El arrecife La Blanquilla, se localiza en las coordenadas geográficas 19° 13' 35" Lat. N y 96° 06' 00" Long. O, a 3.2 kilómetros al NE del rompeolas del puerto de Veracruz. Tiene una superficie aproximada de 500,000 m² y forma parte del complejo arrecifal que se encuentra en el litoral, en frente al puerto. La forma del arrecife es ovalada irregular, con su eje mayor orientado en sentido NO-SE. Es de características coralinas y semejante a un atolón, ya que presenta una laguna somera de aproximadamente 1.25 m de profundidad promedio, rodeada casi en su totalidad por una barrera de rocas coralinas emergidas. En el extremo SO del arrecife se encuentra un macizo emergido con una superficie aproximada de 1500 m² que constituye la región más conspicua del mismo. Las aguas superficiales que rodean al arrecife tienen una temperatura promedio anual de 28°C, mientras que las aguas de la laguna tienen una temperatura promedio anual de 29°C (Green, 1976) (Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5).



Fig. 5. Fotografía área de La Blanquilla

5. MÉTODO

5.1 Ubicación de los Sitios de Muestreo

Se utilizó la carta náutica S. M. 823 (Secretaría de Marina, 1997), como base para establecer los puntos de muestreo; mediante la técnica de “Plotless Techniques”, la cual consiste en dividir el área de estudio en cuadrantes, determinando cada una de sus coordenadas; tomando como referencia la coordenada del faro del arrecife. En este caso se seleccionó el área del arrecife de La Blanquilla. Este trabajo fue hecho en AUTOCAD, mediante el cual dio un resultado de 13,708 cuadrantes y de los cuales seleccionaron 20 cuadrantes de manera aleatoria con dicho programa. Este diseño se plastificó al final para poder ser utilizado durante el trabajo de campo.

5.2 Guías de campo

Previamente dentro del trabajo de laboratorio se realizaron guías de campo para la determinación *in situ*. Basándose en la literatura especializada para el Atlántico (Golfo de México y Mar Caribe) de Humann y Deloach, 2002; y de Hendeler y colaboradores, 1995, de acuerdo a Smith, 1984. En las que se tomó el nombre científico del organismo así como imágenes con las características

distintivas del mismo. Estas guías fueron enmicadas para poder ser sumergibles y ser utilizadas durante el muestreo.

5.3 Trabajo de campo

Se efectuó una salida al campo durante Abril del 2011 y se muestreo durante dos días en un horario de 9:00 am a 5:00 pm aproximadamente.

Muchos equinodermos son vistos fácilmente en el ambiente marino, adheridos a rocas, sobre corales blandos y duros, y otros sobre arena. Existen especies crípticas y/o nocturnas que se pueden encontrar bajo las rocas y restos de coral, que al levantarlas, es recomendable regresar la roca a la posición original para minimizar el daño al hábitat (Solís y Mata, 1999).

5.4 Diseño del muestreo

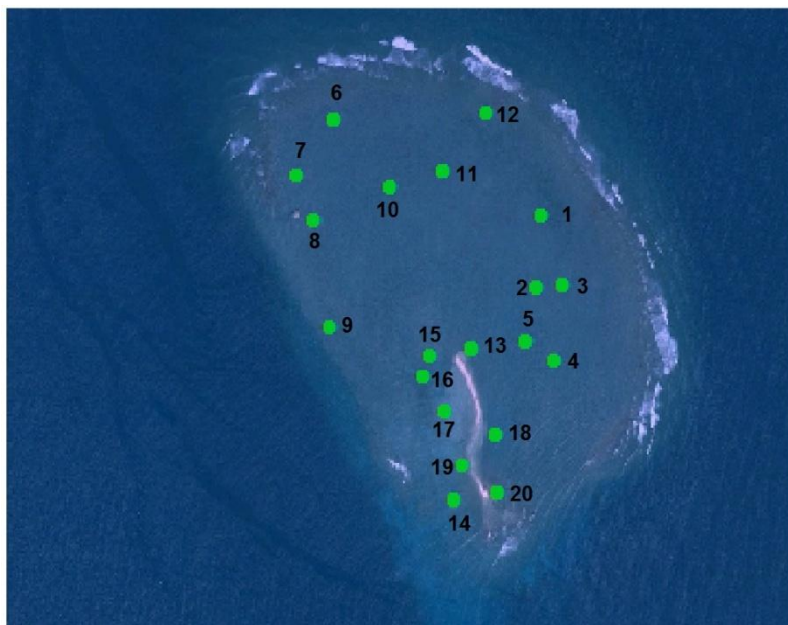


Fig. 6 Ubicación de los cuadrantes

Cuadro 1. Georreferenciación de los cuadrantes en coordenadas UTM

Cuadrante	X	Y
1	805264	2128684
2	805255	2128564
3	805304	2128565
4	805286	2128441
5	805236	2128471
6	804896	2128844
7	804828	2128751
8	804858	2128674
9	804885	2128496
10	804995	2128729
11	805088	2128755
12	805168	2128855
13	805140	2128461
14	805109	2128208
15	805067	2128450
16	805053	2128413
17	805145	2128490
18	805116	2128470
19	805262	2128467
20	805143	2128578

5.5 Ajuste de coordenadas

Una vez estando en el área de estudio, se georeferenció el faro utilizando un geoposicionador GARMIN GPS map76 y se realizó un ajuste de coordenadas, sumando o restando segundos, según fuera el caso; tomando como referencia dicho faro.

5.6 Obtención de datos

Ya siendo ubicados los sitios de muestreo y se colocaron los cuadrante de 5x5 m² mediante un cabo con plomos marcado cada metro para determinar la medida del cuadrante; así mismo, la estimación de la abundancia fue a través de la técnica de conteo directo por medio de buceo libre con apoyo de visor, snorkel y aletas.

Se realizó una determinación *in situ* en cada cuadrante utilizando los guías de campo; obteniendo datos como: especies presentes, número de organismos

por especie y asociación al biotopo de cada cuadrante, anotándolos en una bitácora de acrílico sumergible, que posteriormente fueron pasados a la bitácora de campo; los organismos que no pudieron ser identificados de manera *in situ*, se les tomó registro fotográfico para su posterior determinación.

Para tener evidencia de los organismos registrados en el arrecife en cada punto de muestreo se llevo acabó un registro fotográfico de las especies, utilizando una cámara Olympus Stylus Tough 8000 de 12 megapixeles.

Los organismos que no pudieron ser identificados en el campo fueron determinados a través del registro fotográfico y literatura especializada en el laboratorio del Zoología de la FES Iztacala. Las especies que fueron identificados de manera *in situ* y se les tomó registro fotográfico, fueron confirmadas en el laboratorio de Zoología.

Mediante la utilización del programa Arc View GIS 3.2 se determinó la distribución de las especie utilizando las georreferenciones (Cuadro 1), y así también poder a que sustratos están asociados los organismos

5.7 Listado taxonómico y Parámetros ecológicos

Con base en las publicaciones de Laguarda, (2001), Durán y colaboradores. (2005) y Laguarda y colaboradores. (2005), se realizó un listado taxonómico de las especies.

Con el fin de conocer la dinámica de la comunidad de equinodermos en el arrecife, se elaboraron mapas de distribución usando el programa ArcView GIS 3.6 y se determinaron valores como riqueza, abundancia, frecuencia, densidad, dominancia, diversidad de Shannon-Weaver, diversidad máxima, equitatividad de Pielou, valor de importancia relativa, test de asociación frecuencia-abundancia de Olmstead y Tukey.

5.8 Parámetros de la comunidad

Los siguientes parámetros fueron utilizados en base al área muestreada y se tomaron las especies de manera global. A continuación se describen los diferentes parámetros comunitarios:

Riqueza de especies: Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

S= Número total de especies

Abundancia: Número de organismos por especie en total.

N_i = Número de individuos de la especie i

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

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

Donde:

P_i = abundancia.

S= número total de especies en la comunidad.

n_i = abundancia de la especie.

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

$$D_i = n_i / A,$$

Donde:

n_i = número de organismos de la especie i.

A= área total muestreada.

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

$$D_i R = (n_i / N_t) 100,$$

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. Las especies dominantes son las que tienen un elevado índice de éxito ecológico, y determina en gran parte las condiciones bajo las cuales crecen las especies con ellas vinculadas.

$$C_i = d_i / A,$$

Donde:

C_i = dominancia de la especie.

d_i = área donde aparece la especie i.

A= área total muestreada.

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

$$CiR = (Ci / \sum c) 100,$$

Donde:

Ci= Dominancia de una especie.

$\sum c$ = sumatoria de las dominancias.

Frecuencia: número de estaciones en las que se encuentran una especie.

$$Fi = (mi / MT) 100,$$

Donde:

Fi= frecuencia absoluta de las especies.

mi= número de estaciones donde aparece una especie.

MT= total de las 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.

$$FiR = (Fi / \sum Fi) 100,$$

Donde:

Fi= frecuencia de una especie.

$\sum F$ = sumatoria de la frecuencia de todas las especies.

Diversidad: El Índice de Shannon- Weaver, permite conocer la diversidad máxima que puede alcanzar la comunidad y así compararla con el resultado obtenido durante el estudio.

Índice de diversidad Shannon- Weaver

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

Donde:

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

S= número de especies.

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

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

$$H'_{\max} = \log_2 S,$$

Donde

H'_{\max} = diversidad bajo condiciones máximas de equitatividad.

S = Numero de especies.

Equitatividad: Es la medida de cómo están repartidos los individuos en las especies, o sea su uniformidad relativa. Cuando todas las especies, en una muestra, son igualmente dominantes, la equitatividad debe ser máxima y disminuir hacia cero, a medida que las abundancias relativas de las especies diverjan lejos de la equitatividad.

Equitatividad de Pielou.

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

Donde:

H' = Diversidad.

H'_{\max} = Diversidad máxima.

S = Riqueza.

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.

Test de asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995). Relación entre frecuencias y abundancias de cada especie en un gráfico de dispersión. En el gráfico el cuadrante superior izquierdo nos muestra las especies que son muy frecuentes y poco abundantes; el cuadrante superior derecho, especies que no son muy frecuentes y muy abundantes; el cuadrante inferior izquierdo, especies poco frecuentes y poco abundantes y el cuadrante inferior derecho las especies poco frecuentes y muy abundantes.

Eje Y = Log de frecuencias.

Eje X = Log de abundancias.

Análisis de similitud y agrupamiento: es un índice cualitativo que expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas.
Índice de agrupamiento de Jaccard.

$$CJ= a/a+b-c$$

Donde

a= es el número de especies compartidas entre 2 sitios.

b=es el número de especies presentes sólo en el sitio 1.

c= el número de especies localizadas exclusivamente en el sitio 2.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los 20 cuadrantes muestreados se encontraron un total de 908 organismos distribuidos en 14 especies distribuidas en 4 de las 5 clases existentes (no se observaron organismos de la clase Crinoidea), 7 órdenes, 11 familias y 11 géneros.

En el caso de los cuadrante 17, 18, 19 ,20 no se encontró ningún organismo y correspondían a sitios que se ubicaron en zonas de pura arena, se puede deber a que en las cuatro clases encontradas, están adaptados a un medio rocoso y a la arena con vegetación (Hendler, 1995).

A continuación se presenta el arreglo sistemático que está basado en el trabajo de Laguarda, (2001), Durán y colaboradores (2005) y Laguarda y colaboradores (2005). Este es el primer listado taxonómico para el arrecife de “La Blanquilla”.

6.1 Listado Taxonómico

FILO ECHINODERMATA BRUGIÈRE, 1791

CLASE ASTEROIDEA DE BLAINVILLE, 1830

Orden Valvatida Perrier, 1884

Familia Ophidiasteridae Verrill, 1870

Género *Linckia* Nardo, 1834

Linckia guildingii Gray, 1840

CLASE OPHIUROIDEA GRAY, 1840

Orden Ophiurida Müller y Troschel 1840

Familia Ophiocomidae Ljungman, 1867

Género *Ophiocoma* Agassiz, 1836

Ophiocoma echinata (Lamarck, 1816)

Familia Ophiodermatidae Ljungman, 1867

Género *Ophioderma* Müller & Troschel, 1840

Ophioderma apressum Say, 1825

Ophioderma cinereum Müller & Troschel, 1842

Familia Ophiactidae Matsumoto, 1915

Género *Ophiactis* Lütken, 1856

Ophiactis savignyi (Müller & Troschel, 1842)

Familia Ophiotrichidae Ljungman, 1866
Género *Ophiotrix* Müller & Troschel, 1840
Ophiotrix orstedii Lütken, 1856

CLASE ECHINOIDEA LESKE, 1778

Orden Cidaroida Claus, 1880
Familia Cidariidae Gray, 1825
Género *Eucidaris* Pomel, 1883
Eucidaris tribuloides (Lamarck, 1816)

Orden Diadematoidea Duncan, 1889
Familia Diadematidae
Género *Diadema* Gray, 1825
Diadema antillarum (Philippi, 1845)

Orden Temnopleuroidea Mortensen, 1942
Familia Toxopneustidae Troschel, 1872
Género *Lytechinus* A. Agassiz, 1863
Lytechinus variegatus (Lamarck, 1816)
Género *Tripneustes* L. Agassiz, 1841
Tripneustes ventricosus (Lamarck, 1816)

Orden Echinoida Claus, 1876
Familia Echinometridae Gray, 1825
Género *Echinometra* Gray, 1825
Echinometra lucunter (Linnaeus, 1758)
Echinometra viridis A. Agassiz, 1863

CLASE HOLOTHUROIDEA DE BLAINVILLE, 1834

Orden Apodida Brant, 1835
Familia: Synaptidae Burnmeister 1837
Género *Euapta* Öerstergren 1898
Euapta lappa (Muller, 1850)

Orden Aspidochirotida Grube, 1840
Familia Stichopodidae Haeckel, 1896
Género *Isostichopus* Deichmann, 1958
Isostichopus badionatus(Selenka, 1867)

6.2 DISTRIBUCIÓN

6.2.1 Distribución de los sustratos

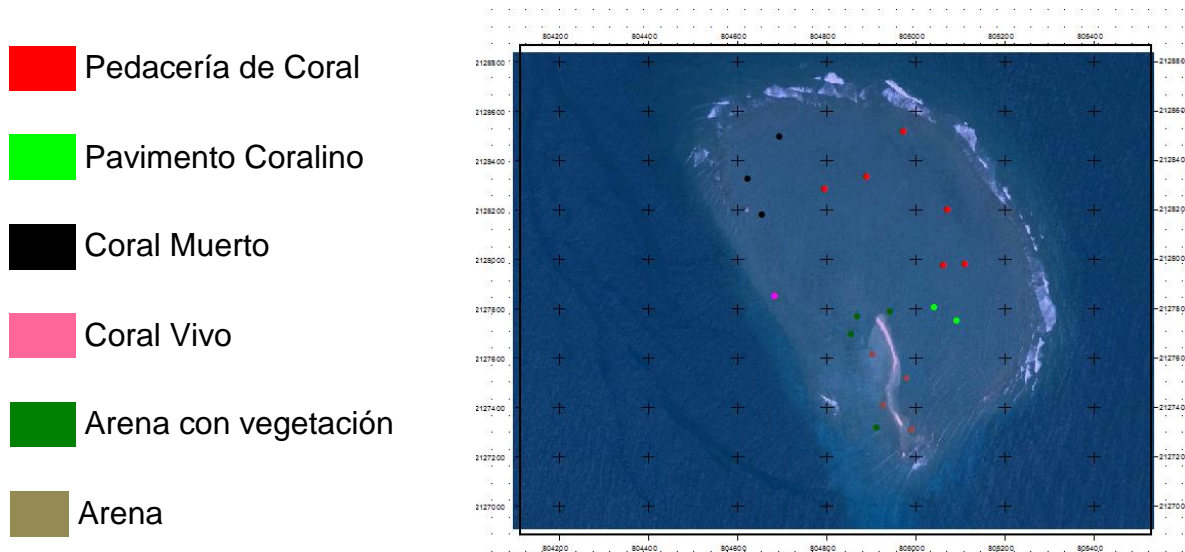


Fig. 7 Distribución de los sustratos dentro del arrecife, tomando en cuenta el sustrato predominante dentro del cuadrante.

Se observaron seis categorías de sustrato: pedacería de coral, pavimento coralino, coral muerto, coral vivo, arena con vegetación y arena.

A pesar de que en la mayoría de los cuadrantes se encontraron varios tipos de sustratos, en cada uno de ellos, uno fue el predominante. La pedacería de coral fue el sustrato más abundante en el arrecife junto con el coral muerto y el pavimento coralino, estos fueron comúnmente encontrados en la parte norte y este del arrecife. En el caso del coral vivo solo fue encontrado en un cuadrante en el extremo oeste del arrecife y el sustrato de arena con crecimiento de vegetación en la parte sur del arrecife en los alrededores de la isla de arena de este mismo. En el caso de los cuadrantes correspondientes a los biotopos de arena no arrojaron organismos (Fig. 7).

6.2.2 Distribución de las especies con base en los sustratos

ESPECIE	SUSTRATO
<i>Linckia guildingii</i>	CV, Pa, PC, CM
<i>Ophiocoma echinata</i>	CV, PC, CM
<i>Ophiderma apressum</i>	CV, PC, Pa, CM
<i>Ophioderma cinereum</i>	PC, AV, CM
<i>Ophiactis savignyi</i>	PC, CM
<i>Ophiothrix orstedii</i>	PC, CM
<i>Eucidaris tribuloides</i>	CV, PC, CM
<i>Diadema antillarum</i>	CV, Pa, PC, VA, CM
<i>Lytechinus variegatus</i>	CV, Pa, PC, AV, CM
<i>Tripneustes ventricosus</i>	PC, AV, CM
<i>Echinometra lucunter</i>	CV, Pa, PC, AV, CM
<i>Echinometra viridis</i>	CV, Pa, PC, AV, CM
<i>Euapta lappa</i>	PC
<i>Isostichopus badionotus</i>	PC, AV, CM

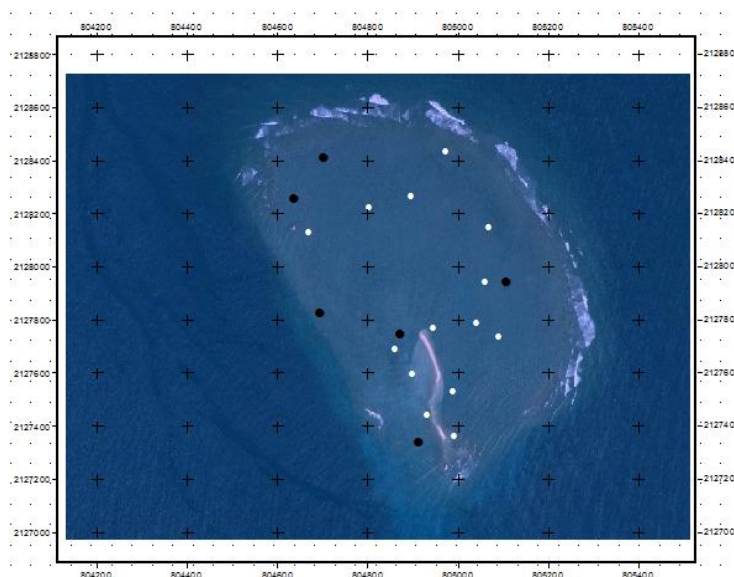
Tabla1. Pa: Pavimento Coralino; PC: Pedacería de Coral; CV: Coral Vivo; CM: Coral Muerto; AV: Arena con vegetación

6.2.3 Mapas de distribución de la especie dentro del arrecife

(la especie marcadas con puntos de color, los cuadrante con puntos verdes)

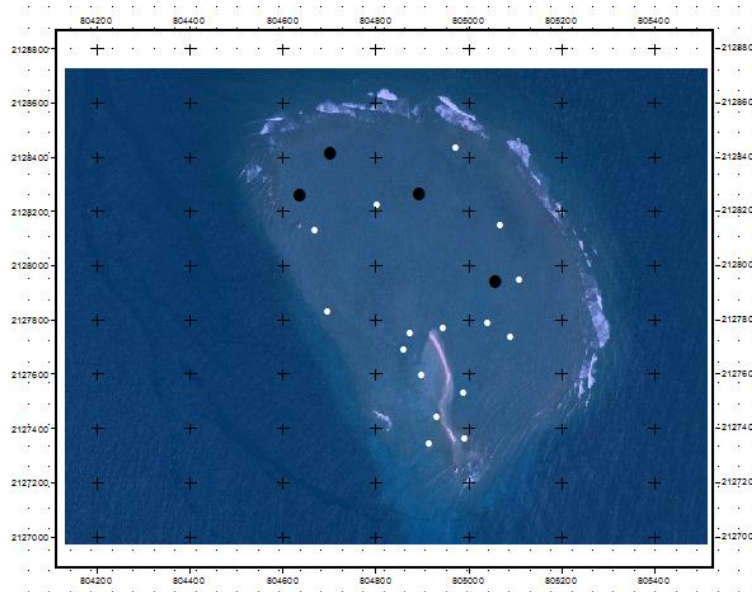
A continuación se presentan los mapas de distribución de las especies dentro del arrecife:

- *Linckia guildingii* Gray, 1840



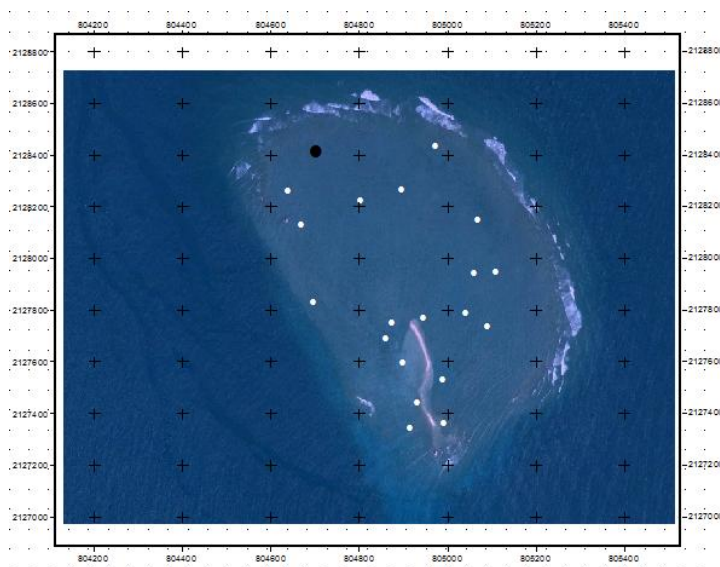
Esta especie se encontró en su mayoría en el norte, el extremo este y oeste, también en el centro cerca del pellote de arena y al sur del arrecife. Este organismo se ubicó en la zonas de coral vivo, pavimento coralino, pedacería de coral y coral muerto.

- *Ophiocoma echinata* Lamarck, 1816



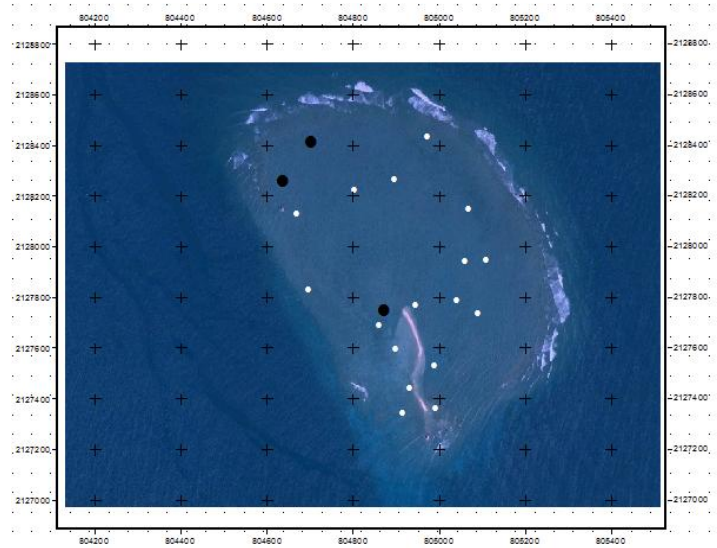
Esta especie habita la zona noroeste, centro - norte y al este del arrecife. Se encontró en los biotopos de coral vivo, pedacería de coral y coral muerto.

- *Ophioderma apressum* Say, 1825



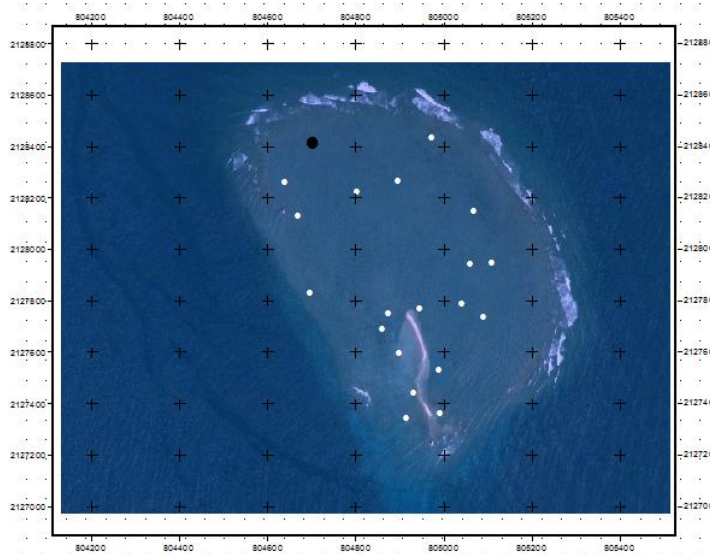
Esta especie solo fue ubicada en el norte del arrecife, en la zona de coral vivo, pedacería de coral, pavimento coralino y coral muerto.

- *Ophioderma cinereum* Müller & Troschel, 1842



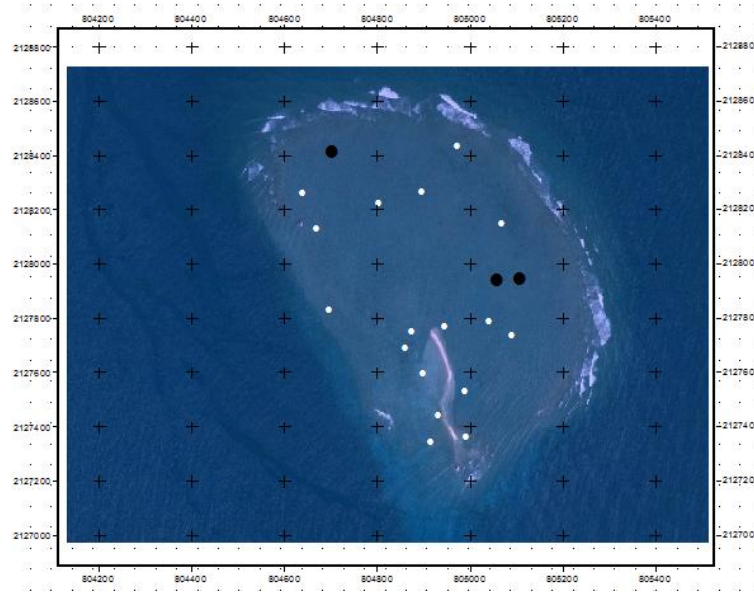
Se encontró distribuida al norte y en el centro del arrecife, en los biotopos de pavimento coralino, arena con vegetación y coral muerto.

- *Ophiactis savigny* Müller & Troschel, 1842



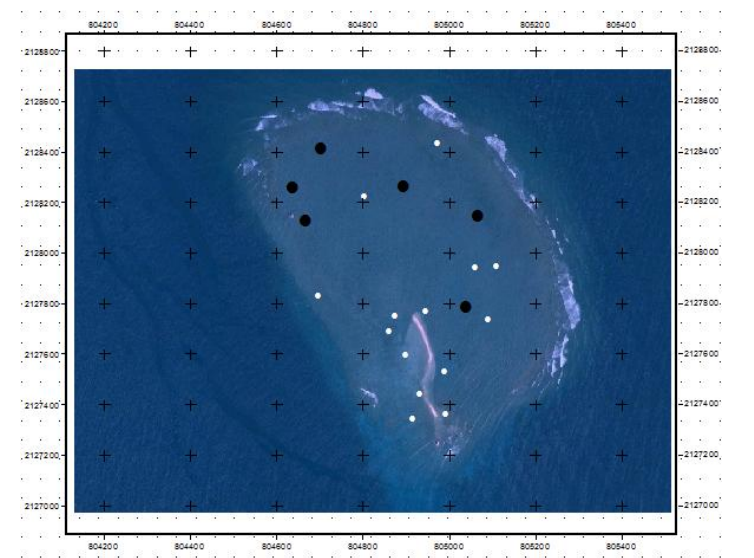
Esta especie solo se encontró en el norte del arrecife en pavimento coralino y coral muerto.

- *Ophiothrix orstedii* Lütken, 1856



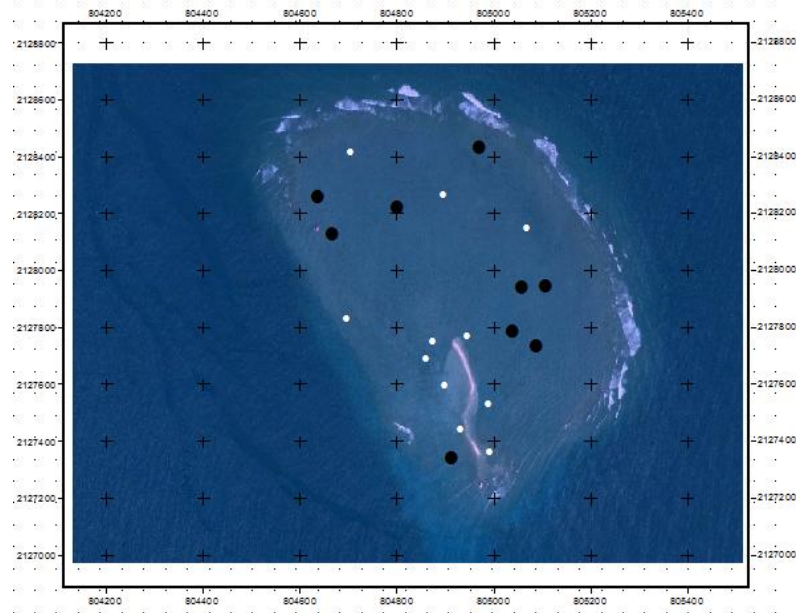
Esta especie se ubicó al norte del arrecife, así como en dos sitios al este, en la zona de pavimento coralino y coral muerto.

- *Eucidaris tribuloides* Lamarck, 1816



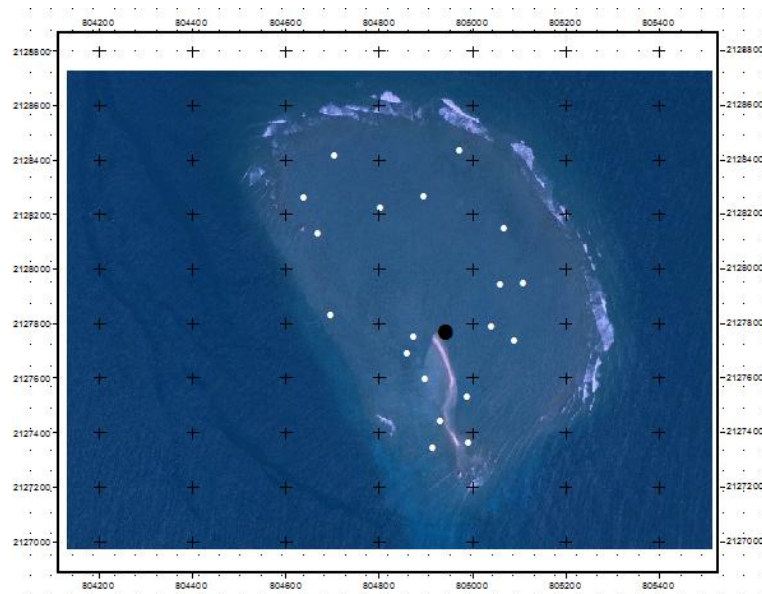
Esta especie se ubicó principalmente al norte del arrecife y en el centro este del arrecife, donde predominaba el coral vivo, pavimento coralino y coral muerto.

- *Diadema antillarum* Philippi, 1845



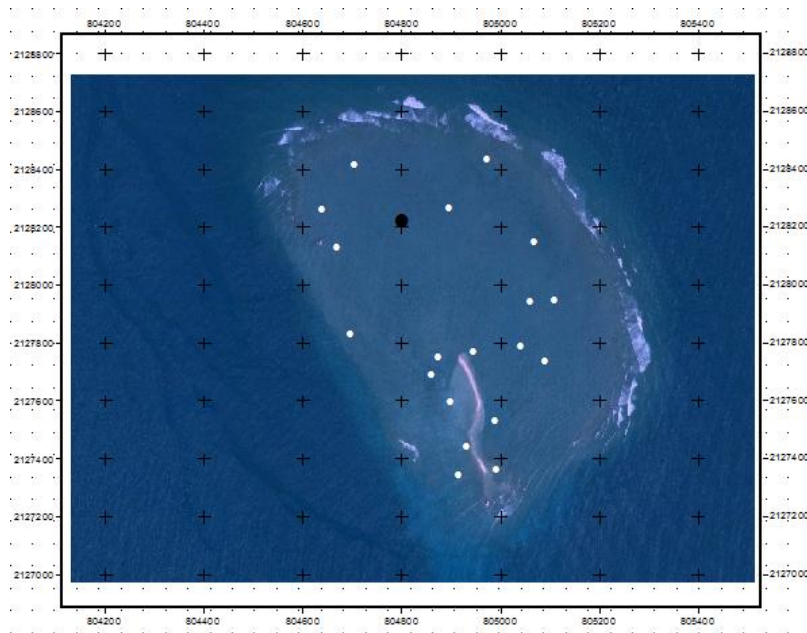
Sé ubicó en la zona norte, centro, este y sur del arrecife en los sustratos de coral vivo y muerto, pavimento coralino, pedacería de coral, coral muerto y solo un punto se ubico en arena con vegetación.

- *Lytechinus variegatus* Lamarck, 1816



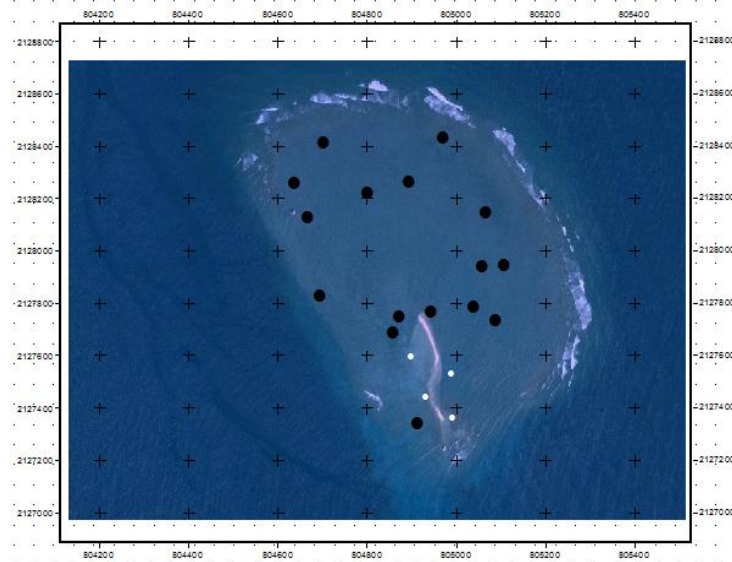
Esta especie solo se ubico en un punto y donde se presentó en coral vivo, pavimento coralino, pedacería de coral, arena con vegetación y coral muerto.

- *Tripneustes ventricosus* Lamarck, 1816



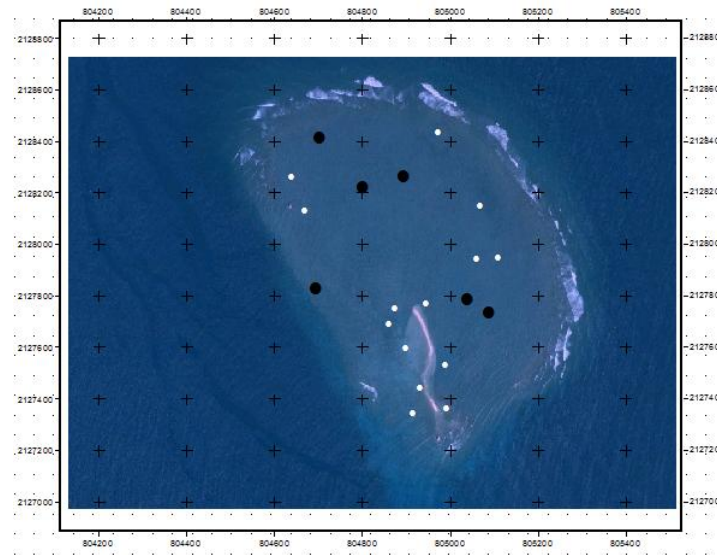
Este organismo se encontró en la parte centro norte del arrecife, en el pavimento coralino, arena con vegetación y coral muerto

- *Echinometra lucunter* Linnaeus, 1758



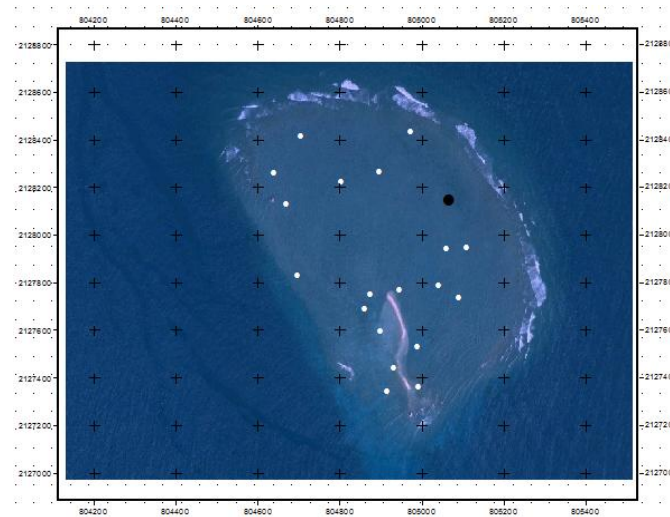
Como se puede observar esta especie tiene una amplia distribución ya que se ubicó en todos los puntos de muestreo,

- *Echinometra viridis* Agassiz, 1863



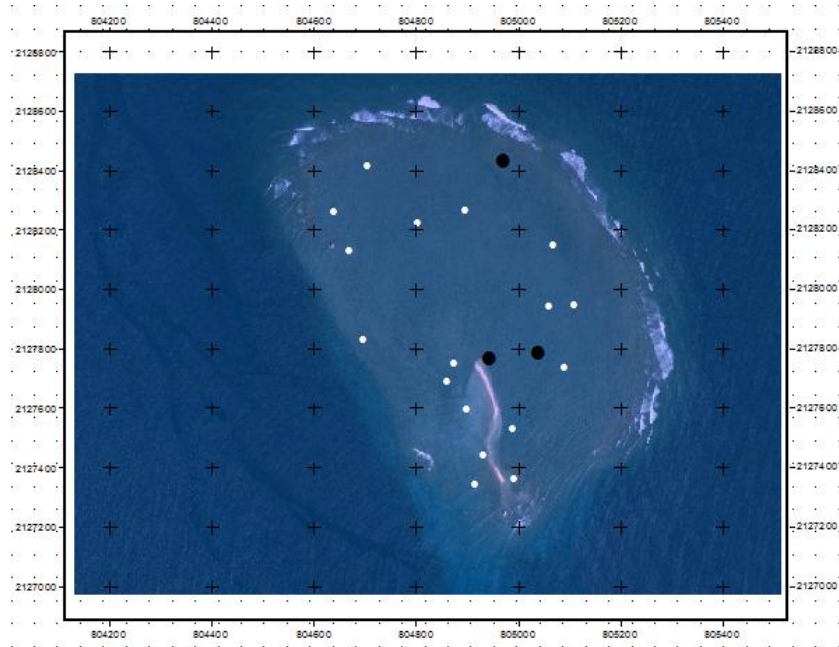
Se distribuyó esta especie alrededor del arrecife en la zona norte y en los lados este y oeste, la zona donde no se encontró este organismo fue en el centro, también se encontró en coral vivo y muerto, pavimento coralino, pedacería de coral y arena con vegetación.

- *Euapta lappa* Müller, 1850



Esta especie se distribuyó en la zona centro, este y suroeste del arrecife ya que en estas zonas se encontraba pedacería de coral y lajas de rocas en los cuales este pepino se ubica durante el día ya que la mayor actividad es por la noche (Hendler *et al.*, 1995).

- *Isostichopus badionotus* Selenka, 1867



Aunque este es uno de los pepinos de mar más común en aguas poco profundas y en algunas zonas las poblaciones son bastante densas, la distribución es reducida a la zona centro y norte del arrecife, en esta zona los sustratos que están presentes son la arena con vegetación, pavimento coralino y coral muerto.

6.3 PARAMETROS COMUNITARIOS

6.3.1 Riqueza de especies

6.3.1.1 Por Clase

La riqueza de especies fue de 14 especies en total, las clases Echinoidea con 6 especies y Ophiuroidea 5 especies fueron las más representativas y las clases Asteroidea con 1 especie y Holothuroidea con 2 especies, fueron las de menos registro de especies, como se muestran en la siguiente grafica (Fig. 8)

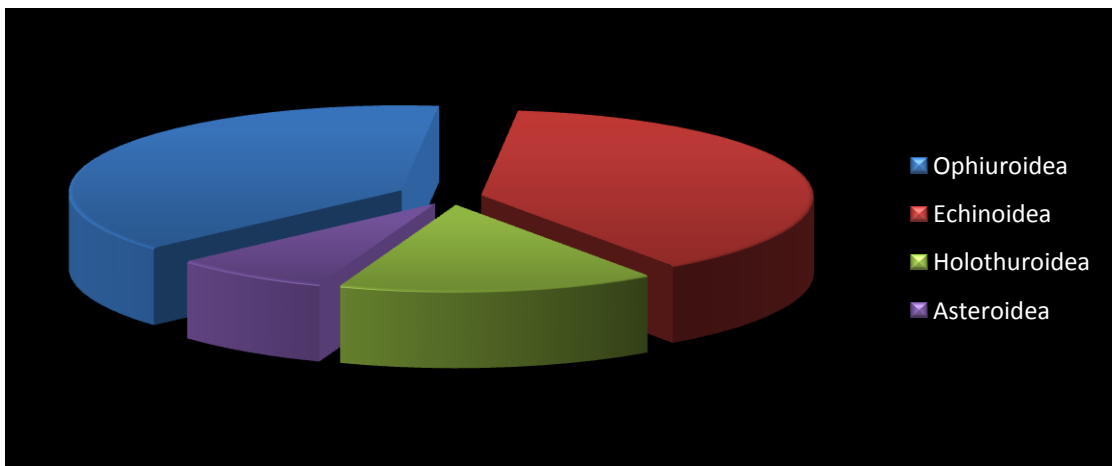


Fig. 8 Riqueza Específica por Clase.

La riqueza específica más alta la presentó la clase Equinoidea, puede ser, probablemente porque estos organismos son oportunistas, en lo que se refiere a su alimentación, ya que pueden ser herbívoros, alimentadores por suspensión o detritívoros y en pocos casos depredadores (Brusca y Brusca, 2005). Es importante resaltar que algunas especies presentan una gran resistencia a zonas de alta energía de embate, es decir, a la rompiente, ya que viven sujetos a las rocas gracias a sus pies ambulacrales, y la forma y disposición de las espinas amortiguan el golpe de las olas (Calva, 2003).

La alta riqueza específica de la clase Ophiuroidea, se relaciona con su adaptación y acomodo a los sustratos del arrecife, ya que están diseñados para vivir en grietas diminutas, sobre y bajo las rocas y la parte superior del coral (Calva, 2002); esto debido a su morfología, la cual les permite protegerse de depredadores y presentar diversas formas de alimentación, que incluyen depredación, alimentación por suspensión, excavación, alimentación por depósito y probablemente parasitismo (Solís y Mata, 1999). De la misma manera en que fue reportada esta clase por Villanueva (2008), Mohedano (2010) y Ugalde (2010)

En cuanto la baja riqueza específica de la Clase Holothuroidea, puede deberse a que las especies suelen estar separadas dentro de sus diferentes microhábitats, muy probablemente por su alimentación especializada (Calva, 2003), y dado que los biotopos donde se ubican los miembros de esta clase fueron escasos, posiblemente sea la razón de esta baja riqueza. Es importante mencionar que estos organismos no son tan eficaces para obtener su alimento, por lo que no se pueden ubicar en zonas de oleaje intenso y vientos fuertes, lo que los restringe a zonas donde se presenten las condiciones idóneas (Skewes *et.al.*, 2004). Esto coincide con lo reportado por Mohedano (2010) en Anegada de Adentro, donde encontró 2 especies de esta misma clase que fueron ubicados en zonas de arena con vegetación como fueron encontrados los organismos de esta clase en el presente trabajo.

Por último, la Clase Asteroidea presentó la riqueza de especies más baja, como se esperaba al considerar los trabajos de Villanueva (2008), Mohedano (2010) y Ugalde (2010). Esta se puede atribuir a dos factores principalmente, el primero, es que muchas especies de asteroideos viven enterrados en la arena (Villanueva, 2008) y el segundo al constante saqueo de estos organismos por parte de los turistas y comerciantes (Mohedano, 2010), hecho que a largo plazo a tenido consecuencias.

6.3.1.2 Abundancia

Por clase

La abundancia total encontrada fue de 904 organismos, de los cuales la mayor abundancia la presentó la clase Echinoidea, posteriormente la clase Ophiuroidea, mientras que las clases Holoturoidea y Asteroidea presentaron las menores abundancias (Fig 9). La densidad total registrada en el área muestreada fue de 1.80 ind/m²

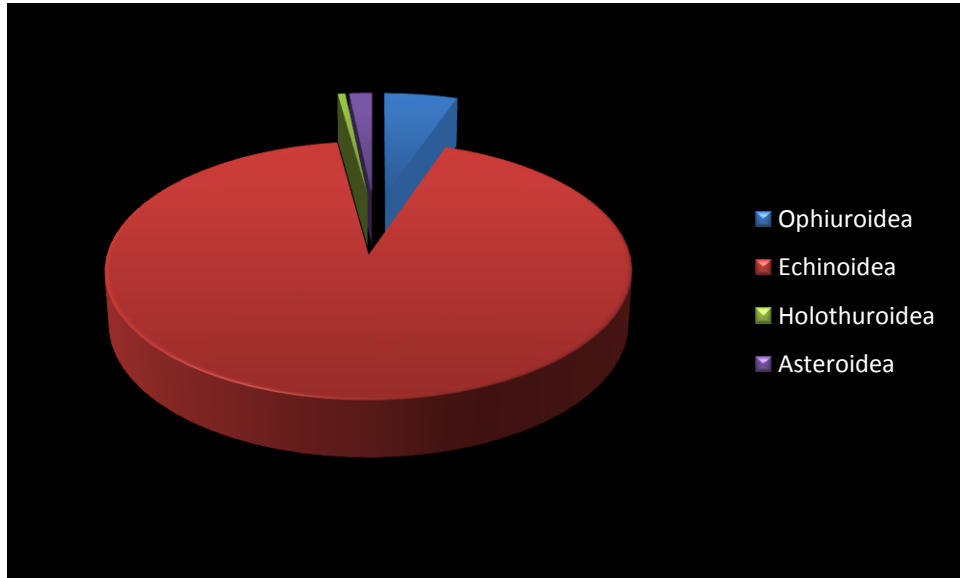


Fig. 9 Abundancia de Equinodermos por Clase.

A continuación se presenta una tabla en la cual se hace comparación con los trabajos de Mohedano (2010) en Anegada de Adentro y Ugalde (2010) en Isla Sacrificios realizado en temporada de secas, en la cuales se observa un comportamiento similar al del presente trabajo (Cuadro. 2).

Cuadro. 2 Tabla de Abundancia total (N), Area muestreada en m² (AM) y densidades en ind/m² (D)

	N	AM	D
Anegada de Adentro	12,573	1500	8.36
Isla Sacrificios	1,840	875	2.11
La Blanquilla	904	500	1.80

Es importante tomar en cuenta los datos de la tabla 2 en el que se hace ciertas comparaciones con respecto a este estudio

Por especie

Las especies más abundantes fueron *Echinometra lucunter* con 736 organismos, *Diadema antillarum* con 55 y *Echinometra viridis* con 38; mientras que las especies menos abundantes fueron *Tripneustes ventricosus*, *Lytechinus variegatus*, *Ophiactis savigny* e *Eupta lappa* todas con solo 1 organismo. Las demás especies están por debajo de los 30 organismos (Fig. 10). *Echinometra lucunter*, representó un 81% de la abundancia total y una densidad de 1.47 Ind/m², cercano a lo reportado por Mohedano (2010) donde *Echinometra lucunter* representó más del 82% de la abundancia total que fue de 12,573 individuos y una densidad de 6.89 Ind/m² y por encima de lo registrado por Ugalde (2010) en el que

esta especie represento el 56% de la abundancia total que fue de 1,840 individuos y una densidad de 0.67 Ind/m²; esto puede deberse a varios factores. El ser la especie más abundante se ha explicado de diversas formas, como la falta de competencia por el alimento y a la ausencia de organismos depredadores. Es una especie que está adaptada a las zonas someras, las cuales tienen una buena incidencia de luz y por ende mayor cantidad de algas y consumidores primarios y dado que los erizos son organismos omnívoros, cuando hay gran cantidad de alimento, la competencia intraespecífica por el recurso es menor. Otro factor importante a considerar es la gran resistencia, adaptación y preferencia a las condiciones de extremo oleaje. También la relación que tiene el organismo con el sustrato ya que habita principalmente sobre sustratos rocosos, coralinos-rocosos, rocosos-arenosos y en frecuencia también se encuentran en oquedades; todos estos sustratos están presentes en el arrecife. Sin embargo, cabe mencionar que también se tiene reportado que prefieren puntos expuestos donde hay rompiente de ola, ya que en esta zona hay muchas macroalgas, debido al recambio y movimiento continuo del agua (Hendler, 1977; García *et al.*, 1988; Hendler *et al.*, 1995; Monroy *et al.*, 2005; Celaya, 2008.), por lo que se concluye que *Echinometra lucunter*, es una especie abundante como lo reportó Mohedano (2010) y Ugalde (2010).

El segundo valor más alto de abundancia en este arrecife lo presentó *Diadema antillarum*. Esto difiere con lo reportado por Mohedano (2010) en el que esta especie tuvo el quinto lugar, representando el 0.72% de la abundancia total y una densidad de 0.06 Ind/m² y Ugalde (2010) la registró en el onceavo lugar y con el 0.86% de la abundancia total y una densidad de 0.01 Ind/m². Para esta especie se debe mencionar que se describió una alta mortandad registrada en 1983 en todo el Caribe y Golfo de México debido a un patógeno desconocido (Lessios *et al.*, 1984) lo cual provocó una disminución de las poblaciones. Lessios y colaboradores. (2001) realizaron un estudio, en el cual reportaron que durante esta pandemia, el 97% de los organismos murieron, el resto a partir de estudios genéticos detectaron una mutación en el ADN el cual permitió a un pequeño grupo sobrevivir al patógeno, lo cual ha permitido su recuperación. Horta y Tello (2009), durante el muestreo de 1999 en el Sistema Arrecifal Veracruzano, no encontró un solo erizo de esta especie, y durante el muestreo del 2006-2007, la densidad de *Diadema antillarum* para el SAV fue de 0.3 Ind/m², mientras que para “La Blanquilla” se registró una densidad de 0.1 Ind/m² siendo el primer registro de densidad de *Diadema antillarum*, esto concordando con el trabajo de Horta y colaboradores (2009), en el que las densidades para los arrecifes estudiados fue menor de 0.1 ind/m² en la zonas de la planicie, excepto el arrecife de “Chopas” que registró una densidad 0.3 Ind/m² para la planicie argumentando que este arrecife presenta los niveles de parámetros fisicoquímicos promedio en el agua, ya que los

demás arrecifes muestreados presentan altos niveles de fosfatos y amonio, bajos niveles de nutrientes o parámetros bajos en la calidad del agua, por lo tanto, se considera que esta especie muestra evidencias de recuperación.

La tercera abundancia fue *Echinometra viridis* con 38 individuos y que presento una densidad de 0.07 Ind/m², esto se debe al tipo de hábitat al que está adaptado, principalmente a grietas de roca coralina, debajo de la pedacería, en ramificaciones de coral y en ocasiones a zonas arenosas asociados con concha y roca; es decir en sustratos duros; para protegerse de las condiciones de turbulencias y de los depredadores, por lo que son poco visibles (Hendler *et al.*, 1995). Esto coincide con lo reportado por Celaya (2008) que indica la presencia de *Echinometra viridis* en sustratos duros y dentro de oquedades. Es importante destacar que *Echinometra. viridis* debido a su biología tiene preferencia por zonas más profundas, como lo reportó Villanueva (2008). Esto coincide con los estudios de Ugalde (2010) que menciona a *Echinometra viridis* como la tercera especie por abundancia con 151 individuos y una densidad de 0.17 Ind/m², pero difiere de lo reportado por Mohedano (2010) en el que *Echinometra viridis* fue su segunda especie por abundancia con 1605 organismos y una densidad de 1.08 Ind/m² (Vease Tabla 2).

Lessios (1988) y Carpenter (1988) realizaron un estudio donde hacen mención a que *Diadema antillarum* tiene una relación a la inversa respecto a *Echinometra viridis*, es decir, ellos detectaron que ante la nula presencia de *Diadema antillarum*, *Echinometra viridis*, presentó un aumento en su población, debido a una relación de competencia como se menciona en el siguiente párrafo.

Dentro de los Equinoideos, después de las 3 especies antes mencionadas por abundancia y dominancia se ubican *Eucidaris tribuloides*, *Lytechinus variegatus* y *Tripneustes ventricosus*, (Fig 10). Los cuales en conjunto representan solo el 6.06% de abundancia de todas las especies. La baja abundancia de estas especies se debe probablemente a sus hábitos alimenticios pues la mayoría se alimenta de pastos marinos (que fue un sustrato poco abundante), a sus hábitos nocturnos y a la sensibilidad que presentan al estrés físico extremo y la perturbación (Hendler *et al.*, 1995; Abreu y *et al.*, 2005; Celaya, 2006). Esto concuerda con los trabajos de Celaya (2008), Mohedano (2010) y Ugalde (2010) en el que estas tres especies tienen los valores más bajos de abundancia y dominancia, ya que se reportan para estas especies una preferencia a zona de pastos marinos y sustrato arenoso; es decir arena con vegetación.

La especie más abundante de los ofiurideos fue *Ophicoma echinata* con 27 organismo de una abundancia total de 63 individuos, para Bolaños (2005) en su

trabajo de Punta Cahuita, *Ophicoma echinata* fue la especie más abundante; Hendler y colaboradores (1995) argumenta que esta especie es una de las más abundantes en el Caribe y Golfo de México. La segunda especie más abundante fue *Ophiothrix orstedii* con 10 organismos, similar a los trabajos de Villanueva (2008) en cual registro 11 individuos. En el caso de *Ophiactis savigny*, con 1 organismo, habita en algas coralinas, rocas, algas, briozoos y esponjas, (Hendler y *et.al.*, 1995). Esto coincide con el trabajo de Villanueva (2008) donde reportó un organismo de esta especie, argumentando su escasa presencia debido a su predilección por los sustratos antes mencionados, que fueron escasos en ambos arrecifes.

Linckia guildingii registró una abundancia de 15 organismos y una densidad de 0.03 Ind/m², la cual con respecto a lo reportado por Mohedano (2010) con una densidad de 0.01 Ind/m² y Ugalde (2010) con una densidad de 0.02 Ind/m² presenta una mayor abundancia. Entrambasaguas (2008) argumenta que esta especie tiene comportamiento críptico al encontrarse bajo rocas y oquedades y un tener gusto por microorganismos y por carroña para alimentarse, coincidiendo con los descrito en los dos trabajos antes mencionados y con el presente trabajo

Y por último se encontró a *Isostichopus badionatus* con 4 organismos, que fueron ubicados en zonas donde el sustrato que predominaba era arena, como fue reportado de manera semejante por Mohedano (2010) y Villanueva(2008), y *Euapta lappa* con 1 organismo, como lo registró Ugalde (2010) que ubicó a esta especie en una zona de arena con vegetación como fue encontrado en este trabajo (Fig 10).

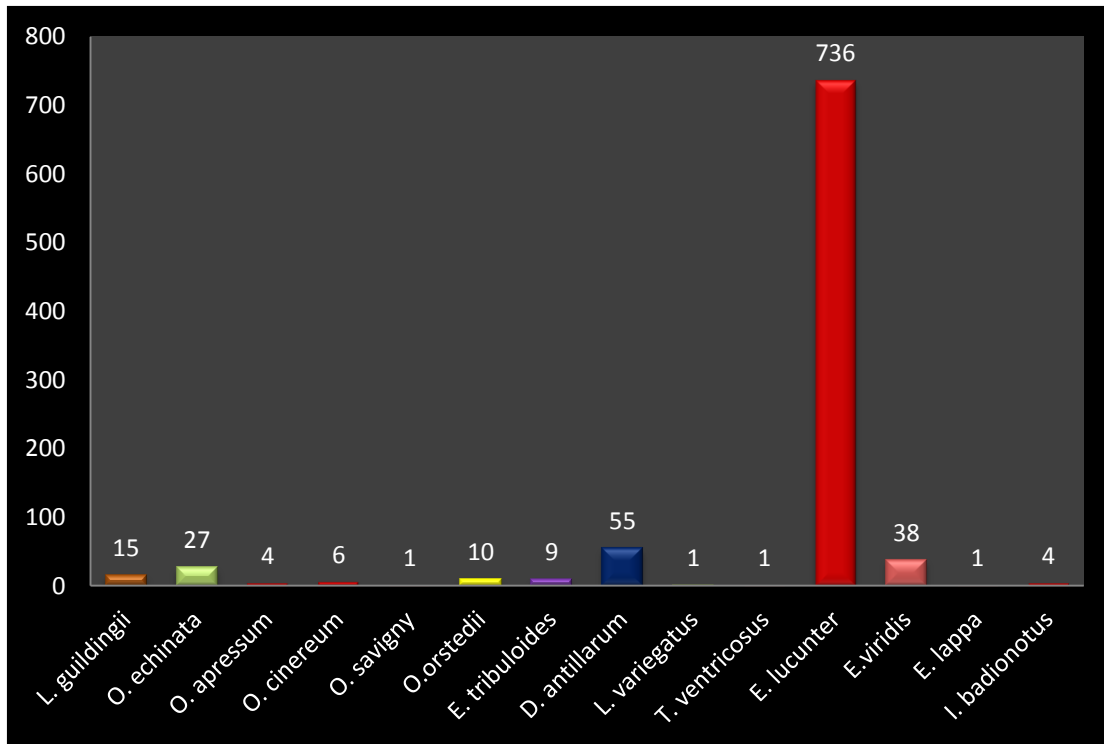


Fig. 10 Abundancia de Equinodermos por individuos.

6.3.2 Diversidad

El arrecife de “La Blanquilla” presenta una diversidad específica baja con un valor calculado de 1.228 bits/ind y una equitatividad de 0.322.

6.3.3 Índice de Valor de Importancia Relativa (IVIR)

Los valores de importancia de las especies se encuentran representados en la siguiente tabla.

Especies	IVI
<i>Linckia guildingii</i>	21.32
<i>Ophiocoma echinata</i>	16.09
<i>Ophioderma apressum</i>	3.72
<i>Ophioderma cinereum</i>	10.50
<i>Ophiactis savigny</i>	3.39
<i>Ophiotrix orstedii</i>	10.94
<i>Eucidaris tribuloides</i>	20.66
<i>Diadema antillarum</i>	35.57
<i>Lytechinus variegatus</i>	3.39
<i>Tripneustes ventricosus</i>	3.39
<i>Echinometra lucunter</i>	133.52
<i>Echinometra viridis</i>	23.86
<i>Euapta lappa</i>	3.39
<i>Isostichopus badionatus</i>	10.28

Tabla 3. IVI

El valor más alto lo tuvo *Echinometra lucunter*, de igual manera como los reportan Mohedano (2010), Ugalde (2010) Celaya y colaboradores. (2008), lo que demuestra la influencia que tiene la especie dentro de la comunidad, está relacionada con aspectos de su biología, detalles que ya fueron mencionados con anterioridad. El segundo valor más alto fue de *Diadema antillarum*, cabe mencionar que esta especie usualmente se encuentra oculta en el arrecife. Debido a este comportamiento críptico como respuesta a la turbulencia del agua así como a la presencia de depredadores (Hendler *et al.*, 1995). Esto difiere con lo registrado por Villanueva (2008), Mohedano (2010) y Ugalde (2010) en los que *Diadema antillarum* y *Echinometra viridis*, tuvieron un comportamiento de manera inversa. (Tabla 4).

6.3.4 Test de asociación Frecuencia-Abundancia

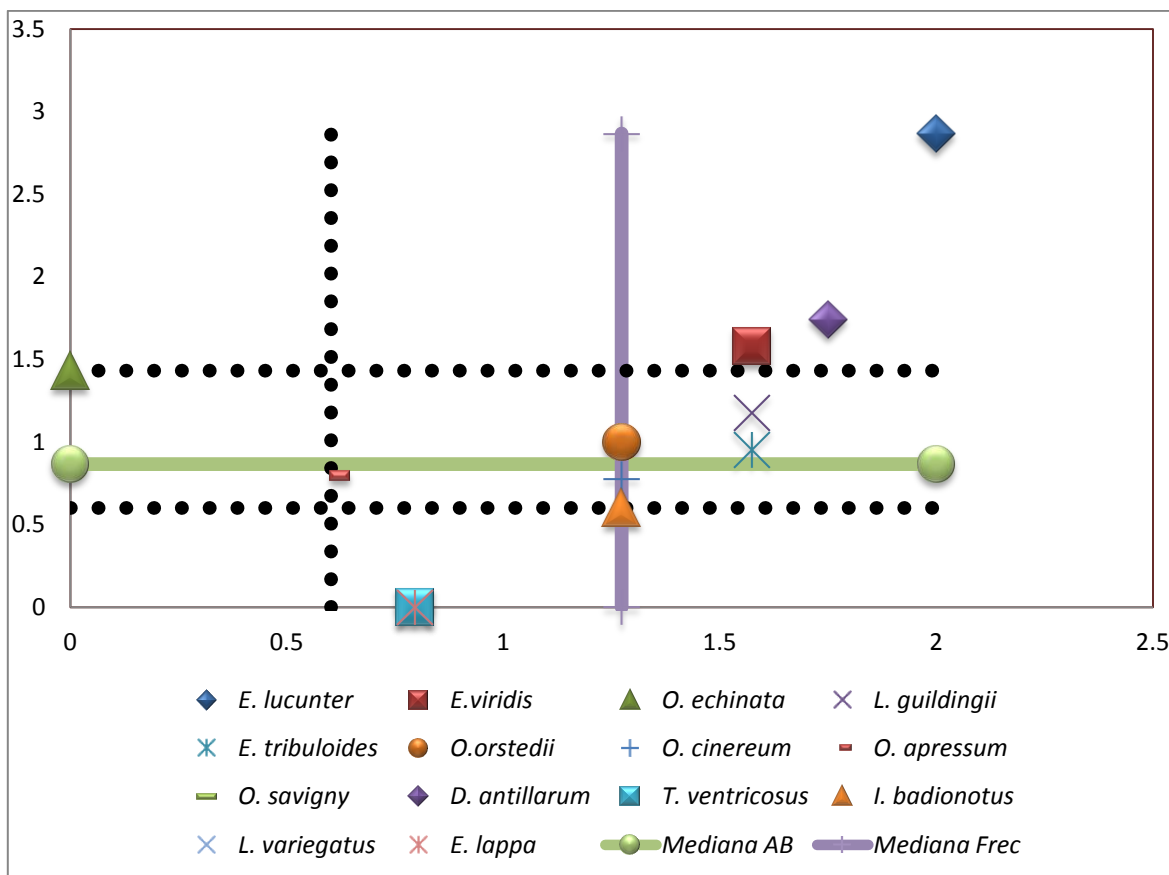


Fig 11 Test de Asociación Frecuencia Abundancia

Las especies de equinodermos registradas en el arrecife de La Blanquilla se ubican básicamente en tres de los cuatro cuadrantes con un valor de significancia del 0.05 (Tabla FF) (Sokal y Rohlf, 1995) (Fig. 11).

Las especies dominantes tienen como características ser muy abundantes y frecuentes como los fueron *Echinometra lucunter*, *Diadema antillarum*, *Echinometra viridis*, *Eucidaris tribuloides*, pertenecientes a la clase Echinoidea, y *Linckia guildingii* como único representante de la clase Asteroidea, esto es similar con lo reportado por Mohedano (2010) y Ugalde (2010).

Por otro lado, están las especies poco abundantes pero frecuentes, en la cual se ubica *Ophiocoma echinata* perteneciente a la clase Ophiuroidea, similar a lo reportado por Mohedano (2010) y Ugalde (2010).

Por último se ubican las especies raras que tienen las características de ser poco abundantes y poco frecuentes y las cuales fueron de la clase Ophiuroidea *Ophioderma appresum* y *Ophiactis savigny*; de la clase Echinoidea *Tripnustes ventricosus*, *Lytechinus variegatus* y *Euapta Lappa* de la clase Holoturoidea, en este caso *Lytechinus variegatus* coincide como una especie rara como en lo reportado por Mohedano (2010) pero difiere con Ugalde (2010) donde *Lytechinus variegatus* fue dominante.

En el caso de *Ophiotrix orstedii*, *Ophioderma cinereum* de la clase Ophiuroidea y *Isostichopus badionatus* de la clase Holoturoidea se ubicaron en la zona intermedia ya que fueron especies con abundancia y frecuencias medias. De manera similar a lo reportado en su trabajo por Villanueva (2008) y Ugalde (2010)

6.3.5 Análisis de similitud y agrupamiento

Con base en los registros de equinodermos en el arrecife, se definió un análisis de similitud y agrupamiento (cluster), utilizando en Índice de Jaccard de la siguiente forma:

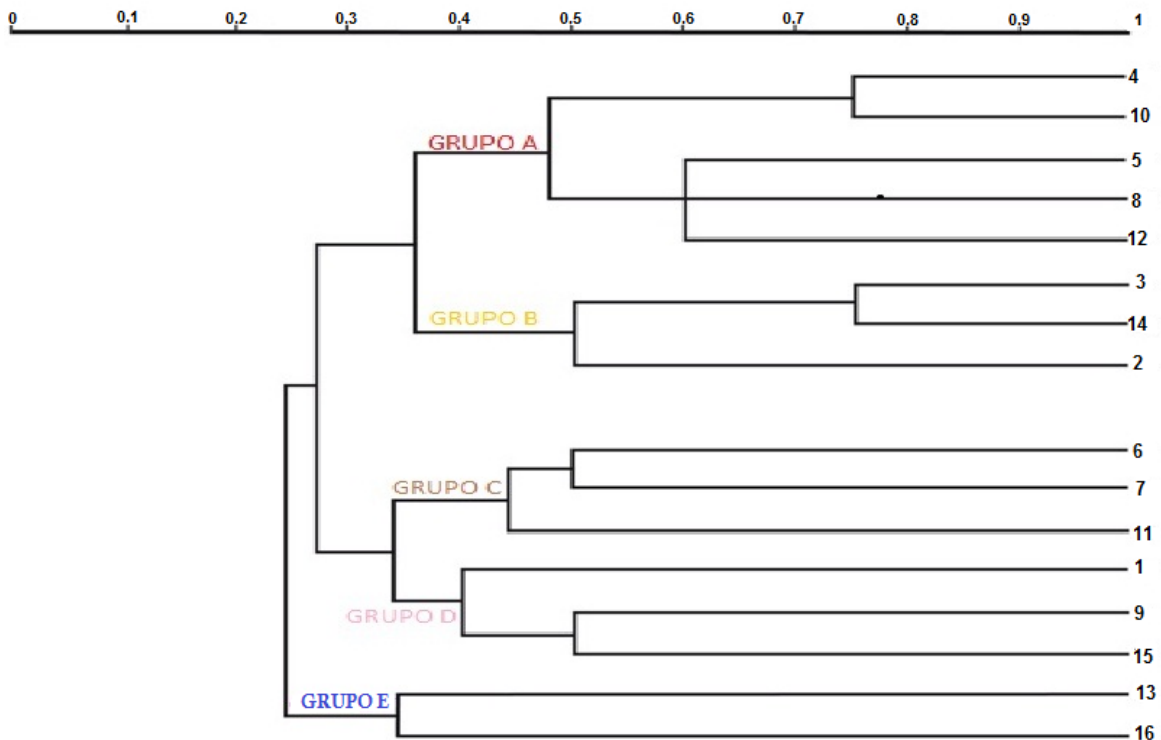


Fig. 12 Dendograma

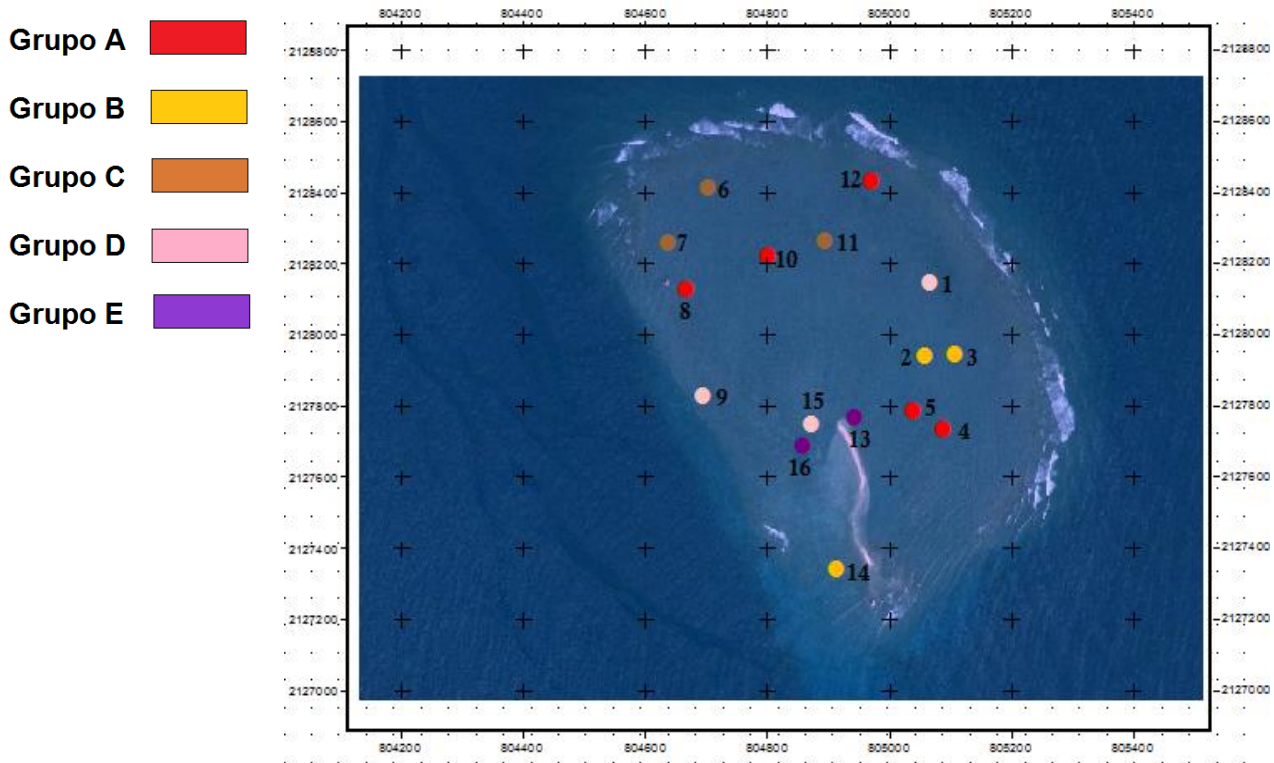


Fig. 13. Distribución de los grupos por similitud.

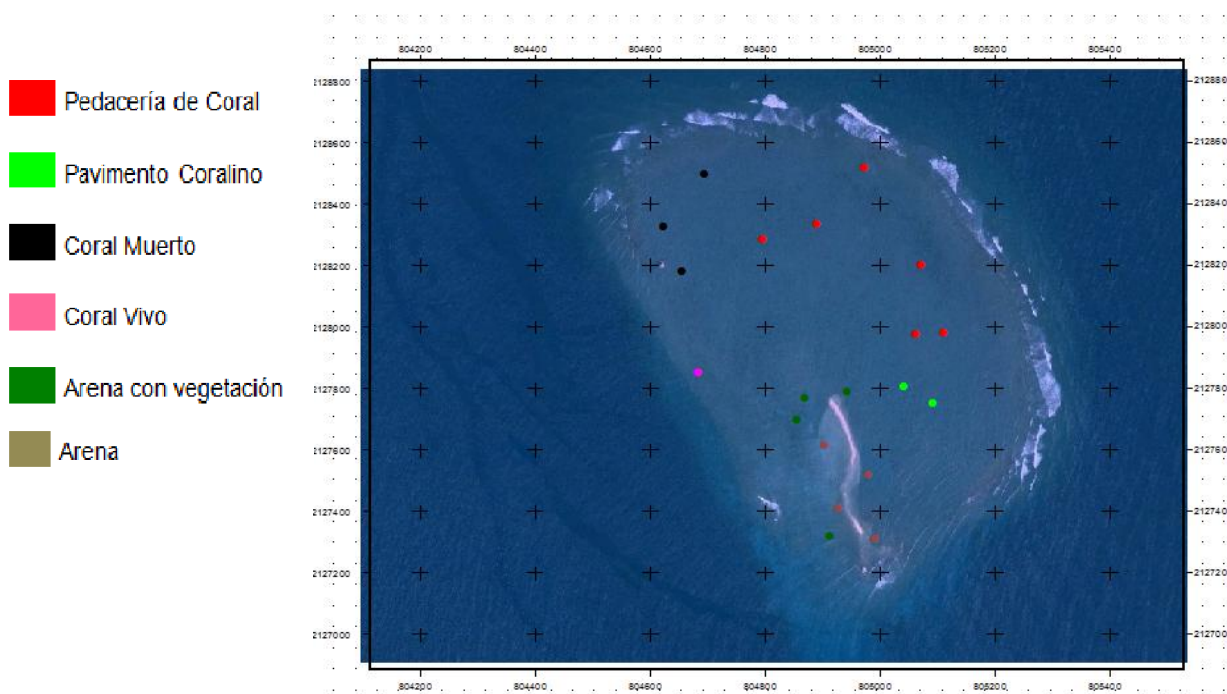


Fig. 14. Distribución de los biotopos.

Los cuadrantes de 17, 18, 19 y 20 no presentaron equinodermos.

Se formaron 5 grupos:

Grupo A: Este grupo se distribuye a lo ancho de la zona norte del arrecife y centro - este, comparten varios sustratos como son: pedacería de coral, arena, coral vivo y muerto. Las especie que se encuentran presentes en los cuadrantes son: *Echinometra lucunter*, *Echinometra viridis*, *Diadema antillarum*, *Eucidaris tribuloides*, *Isostichopus badionatus*, *Tripneutes ventricosus* (Fig.13). Esto coinciden con lo reportado por Caso (1961), Villanueva (2008), Celaya (2008), Ugalde (2010) y Mohedano (2010). Este grupo liga sus sitios por la presencia de *Diadema antillarum*, ya que este se encontró en todo los sitios de muestreo (Fig. 12).

Grupo B: El grupo de cuadrantes que forman este conjunto se distribuyó en el sur y centro este, comparten sustratos como coral vivo, pedacería de coral y arena. Las especies que comparten son: *Echinometra lucunter*, *Diadema antillarum*, *Ophiotrix orstedii*, *Linckia guildingii*, y *Ophiocoma echinata* (Fig.13). Esto coincide con lo reportado por Caso (1961), Bravo(1996), Villanueva (2008), Celaya (2008), Ugalde (2010) y Mohedano (2010). Al igual que el grupo A, los sitios de muestreo de este grupo se ligan por la presencia de *Diadema antillarum*, dado que esta especie se ubicó en todas las estaciones del grupo (Fig. 12).

Grupo C: Se distribuyó en el norte del arrecife. Estos cuadrantes están compuestos por pedacería de coral, coral muerto y vivo. Las especies compartidas son principalmente *Linckia guildingii*, *Ophioderma cinereum*, *Echinometra lucunter*, *Echinometra viridis*, *Ophiocoma echinata*, *Ophiotrix orstedii*, *Ophioderma apressum*, *Ophiactis savigny* y *Eucidaris tribuloides* (Fig. 13). Esto coincide con lo reportado por Caso (1961), Villanueva (2008), Celaya (2008), Ugalde (2010) y Mohedano (2010). Los sitios de este grupo se ligaron por la presencia de *Eucidaris tribuloides*, ya que estuvo presente en todos las estaciones que conforman este grupo (Fig.12).

Grupo D: Este grupo se distribuyó en el oeste, centro y este el arrecife, estos cuadrantes están conformados por vegetación, arena, pedacería de coral, coral vivo y muerto. Las especies que comparten son: *Echinometra lucunter*, *Euapta lappa*, *Eucidaris tribuloides*, *Echinometra viridis*, *Linckia guildingii* y *Ophioderma cinereum*. Esto coincide con lo reportado por Caso (1961), Villanueva (2008), Celaya (2008), Ugalde (2010) y Mohedano (2010) (Fig.13). En este grupo los sitios de muestreo se ligan por la presencia de *Linckia guildingii* y *Eucidaris tribuloides* (Fig.12).

Grupo E: Este grupo se ubicó en la parte centro del arrecife, estos sitios se ubicaron a los costados del peyote de arena, el biotopo que predomina es la pedacería de coral y la arena y es por ello que solamente comparten *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus* e *Isostichopus badionatus* estos coinciden con lo reportado por Caso (1961), Villanueva (2008), Celaya (2008), Ugalde (2010) y Mohedano (2010) (Fig.12).

De acuerdo con el dendograma (Fig.12), los grupos A y B se ligan por la presencia de *Diadema antillarum*; los grupos C y D se ligaron principalmente por la presencia de *Ophiderma cinereum* y por *Eucidaris tribuloides* y *Echinometra viridis*. Los grupos A – B y C – D, se unen posteriormente por la presencia de *Linckia guildingii*. El caso de grupo E se liga hasta el final y por encima de los demás grupo por la presencia de *Lytechinus variegatus* (Fig. 12).

7. Consideraciones finales

La importancia de este trabajo radica que es el primer estudio sobre equinodermos en el PNSAV en el que se vincula la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica y un muestreo de tipo aleatorio, en un arrecife que se encuentra cercano a la zona de impacto de la futura ampliación del Recinto Portuario, en la zona norte del Puerto de Veracruz y que afectará de manera directa los arrecifes más cercanos que son La Gallega, Galleguilla y Blanquilla, siendo sitios de importante relevancia tanto económica, cultural e histórica, convirtiendo este trabajo como base para establecer futuros monitoreos en la zona de afectación. El método utilizado en este estudio fue adecuado, ya que con él se obtuvieron datos de distribución de diferentes especies de equinodermos, por lo tanto es recomendado este tipo de muestreo para futuros trabajos.

Los organismos que pudieron registrarse fueron mayores a un centímetro y para determinar especies pequeñas se necesitan sustraer del medio para ser identificados en el laboratorio por lo que se necesita un permiso de coleta, para poder complementar este trabajo, en donde se pueda hacer una exploración más detallada para incrementar y definir el listado ya que con ello se podría hacer una comparación con las planicies arrecifales de otros arrecifes del SAV.

También se debe considerar el hábitat de algunas especies de equinodermos, ya que ciertos organismos tales como briozoos, esponjas y corales funcionan como hábitat de estos, además existen organismos con hábitos nocturnos y crípticos, por lo que es recomendable llevar a cabo investigaciones con muestreo nocturno, así como, muestreos dirigidos en sustratos como arena para el caso de algunas especies de Echinoideos, Asteroideos y Holothurideos que viven enterrados. También se recomienda hacer medición sobre el oleaje ya que este puede ser un factor de influencia sobre la distribución de los organismos.

Se recomienda un estudio más enfatizado a *Diadema antillarum*, ya que los datos muestran una situación especial de esta especie en La Blanquilla.

Se requiere que se continúe con los estudios sistemáticos de este arrecife para determinar el efecto directo de las actividades antropogénicas sobre la distribución y abundancia de las especies, no sólo de los equinodermos que habitan ahí, sino de todas las especies, con base en ello y haciendo las comparaciones con otros arrecifes, poder definir el estado de los mismos.

7. 1 Conclusiones

- Se determinaron 14 especies para la planicie arrecifal de “La Blanquilla, pertenecientes a cuatro de las cinco clases de equinodermos. No se encontraron organismos de la clase Crinoidea ya que son organismos de aguas profundas.
- Las clases que presentaron la mayor riqueza específica fueron la clase Ophiuroidea y Echinoidea y las que presentaron menor riqueza fueron la clase Asteroidea y Holothuroidea.
- La clase más abundante fue la Echinoidea y la menos abundante la Asteroidea.
- Se reconocieron 5 tipos de sustrato: Pavimento Coralino, Pedacería de Coral, Coral Vivo, Coral Muerto y Arena con vegetación.
- Los equinoideos se distribuyeron en todos los cuadrantes.
- Las especies más abundantes fueron *Echinometra lucunter*, *Diadema antillarum* y *Echinometra viridis*.
- *Diadema antillarum* fue la segunda especie mas abundante por encima de *Echinometra viridis*.
- *Lytechinus variegatus*, *Tripneustes ventricosus*, *Ophiactis savigny* y *Euapta lappa* fueron las especies menos abundantes al registrarse un organismo para cada una de las especies.
- “La Blanquilla” presenta una diversidad específica de 1.228 bits/ind y una equitatividad de 0.322.
- Las especies con el valor de importancia más alto fueron *Echinometra lucunter*, *Diadema antillarum* y *Echinometra viridis*.
- El tipo de sustrato en las diferentes zonas del arrecife influyen directamente en la distribución de los equinodermos.
- Los grupos formados por el análisis de similitud, se debe a la relación de especie – sustrato.

Literatura citada

Abreu, P. M., F. A. Solís y F. A. Laguarda. 2005. Catálogo de los equinodermos (Echinodermata. Asteroidea y Ophiuroidea) nerítico – bentónicos del Archipiélago Cubano. *Revista de Biología Tropical*. Vol 53 (Suppl. 3) 29 – 52. En: Alvarado, J. J. y J. Cortés 2005. Estudios Latinoamericanos en Equinodermos. *Revista de Biología Tropical. International Journal of Tropical Biology and Conservation*. Vol. 53 (Supl. 3).

Bolaños, N., Bourg, A., Gómez, J., y Alvarado, J., 2005. Diversidad y abundancia de equinodermos en la laguna arrecifal del Parque Nacional Cahuita, Caribe de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* Vol. 53 (Suppl. 3): 285-290. In: Alvarado, J. J. y J. Cortés 2005. Estudios Latinoamericanos en Equinodermos. *Revista de Biología Tropical. International Journal of Tropical Biology and Conservation*. Vol. 53 (Supl. 3).

Brusca y Brusca, 2005. *Invertebrados*. Ed. McGraw- Hill. España. 865 - 870pp.

Barnes R.D., 1989. *Zoología de Invertebrados*. Ed. Interamericana McGraw-Hill, Mexico, 837pp.

Benitez, V. F., 1993, Comparación de la Comunidad de Equinodermos asociada a arrecifes en dos localidades de las Bahías de Huatulco, Universidad del Mar, Santa María Pochutla, Oaxaca.

Buitrón, S. B. E. y M. F. A. Solís. 1993. La biodiversidad en los Equinodermos fósiles y recientes de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Vol. Esp. (XLIV). 209-231pp.

Calva, L. 2002. Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 1. Estrellas de mar y estrellas serpientes. *Contactos* (46): 59 – 68.

Calva, L. 2003. Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 2. Erizos de mar y Pepinos de mar. *Contactos* (47): 54 -63.

Carabias, J., 1995. *La bioversidad en México*. 1° edición. CONABIO, México.

Carpenter, R. C., 1988. Mass Mortality of a Caribbean Sea Urchin: Immediate Effects on Community Metabolism and Other Herbivores. *National Academy of Sciences*. (Vol. 85): 511-514.

Carricart- Ganivet, J.P y G. Horta- Puga. 1993. Arrecifes de coral en México. pp 81-92. Biodiversidad marina y costera de México. S.I Salazar Vallejo y N.E Gonzales (eds.) Comisión Nacional para el conocimiento y aprovechamiento de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, 865pp.

Caso, M. E. 1961. Los Equinodermos de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 338 p.

Chia, F. y F. W. Harrison. 1994. Introduction to the Echinodermata. Chapter 1. In Microscopic Anatomy of Invertebrates. Vol 14: Echinodermata. Ed. Wiley – Liss. New York. 510pp.

Celaya, E. V. 2006. Erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) de la parte sur de la laguna Arrecifal de Isla Verde, Veracruz, Ver. México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 214pp.

Celaya, E., J. W. Tunnell Jr. y Withers, K. 2007. Reef Zonation and Ecology; Veracruz Shelf and Campeche Bank. 41-67. En: Tunnel Jr., J. W. E. A. Chávez y Withers K. Coral reefs of the southern Gulf of México. Texas A&M University press. U.S.A. 177pp.

Celaya, E. V., F. A. Solís, A. Laguarda y A. Durán. 2008. Asociación de sustratos de los erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) en la laguna Arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. Revista de Biología Tropical. 56 (Supl. 3): 281-295.

Durán, G. A., F. A. Laguarda, M. F. Solís, S. B. Buitron, A. C. Gust y V. J. Torres. 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. Revista de Biología Tropical. 53(Suppl.3): 53-68.

Entrambasagua, M. L., 2008. Estudio faunístico y ecológico de los equinodermos de Cabo Verde. Departamento de Ecología y Hidrobiología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. España. 64pp.

Frontana, U. S. C, 2002. Contribución al conocimiento de la composición faunistica de los anélidos, poliquetos y equinodermos asociados a sustratos duros de la Isla Socorro. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 121pp.

García, G. A., Monreal, G. M. A. y Salas de León, D. A. 2004. Golfo de México. Circulación y Productividad: Ciencias, 76: 25.

Green, G. 1976. Sinopsis taxonómica de trece especies de esponjas del arrecife la La Blanquilla, Veracruz, México. Anales del centro de ciencia del mar y limnología. ICMYL, UNAM. Cont. 61.

Hendler, G. 1977. The differential effects of seasonal stress and predation on the stability of reef- flat echinoid populations. Proc. of the Third International Coral Reef Symp., Miami. Florida, pp: 217- 223. En: Nodarse, K. A. 2001. Abundancia y distribución del erizo *Echinometra lucunter* (Linnaeus) (Echinodermata, Echinoidea) en un arrecife del litoral norte de la ciudad de la Habana. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad del la Habana. Rev. Invest. Mar. 22(2):107-115, 2001 .

Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L. y Kier, P. M. 1995. Sea Stars, Sea Urchins and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smith. Inst. Press. Wash. Pp. 390.

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.

Humann, P. y Deloach, N., 2002, Reef Creature identification Florida, Caribbean, Bahamas, New World Publication Inc. Jacksonville, Florida, United States. 420pp.

Laguarda, F. 2001. Equinodermos (Echinodermata) del Caribe de México: Puerto Morelos, Quintana Roo. ICMYL. UNAM. Laboratorio de Ecología de Equinodermos. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. S091 Mexico D.F.

Laguarda, F. A., Gutiérrez, C. A., Solís, M. F. A. Durán, G. y Torres, V. J., 2005. Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) del Golfo de México., Revista de Biología Tropical, 53(3): 69-108.

Lawrence J. 1987. A Functional Biology of Echinoderms. Croom Helm. Gran Bretaña, 340 pp.

Lessios, H. A., 1988. Mass Mortality of *Diadema Antillarum* in the Caribbean: What Have We Learned?. The Royal Society. Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 19 (1988), 371-393.

Lessios, H. A., Garrido, M. J. y Kessing, B. D., 2001, Demographic history of *Diadema antillarum*, a keystone herbivore on Caribbean reefs. The Royal Society.

Proceedings: Biological Sciences, Vol. 268, No. 1483 (Nov. 22, 2001), pp. 2347-2353.

Margalef, R. 1980. Ecología. Ediciones Omega S. A. Casanova, Barcelona, España, 961 p.

Mohedano, I. 2010. Comunidad de equinodermos en la Planicie Arrecifal de Anegada de Adentro, Veracruz, México. FES – Iztacala. UNAM. 1-2, 4 pp.

Monroy, L. M. y O. D. Solano. 2005. Estado poblacional de *Echinometra lucunter* (Echinoida: Echinometridae) y su fauna acompañante en el litoral rocoso del Caribe Colombiano. Revista de Biología Tropical. Vol. 53 (Suppl.3) 291-297. In: Alvarado, J. J. y J. Cortés. 2005. Estudios Latinoamericanos en Equinodermos. Revista de Biología Tropical. International Journal of Tropical Biology and Conservation. Vol. 53 (Supl. 3). 364 pp.

Moreno, E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad Manuales y Tesis SEA. Vol 1. Gorfí S. A. Zaragoza, España 86 pp.

Nishimura, M. M., 2005. Distribución y abundancia del erizo blanco *Tripneustes ventricosus* (Echinodermata: Toxopneustidae) en la laguna del arrecife de Isla Verde, Veracruz, México. Tesis Lic. (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM. 1, 72, 99 pp.

Rocha, R. A., L. R. Chávez, A. Ramírez y O. S. Cházaro. 2006. Comunidades. Métodos de estudio. FES-Iztacala. UNAM. México. 248 pp

Rupert, E. E. y R. D. Barnes. 1996. Zoología de los invertebrados. 6°. Ed McGraw-Hill Interamericana. México, D.F. 1114pp.

Tello, J. 2000. Distribución de biotopos en la zona de la Planicie Arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México FES-Iztacala. UNAM, México. 22pp.

Skewes, T. Haywood, M. Pitcher, R. y William, R. 2004. Holothurians. Pp 281 – 290. In National Oceans Office. Description of Key Species Groups in the Northern Planning Area. Hobart, Australia government. 320pp.

Smith, A. B. 1997. Echinoderm Larvae and Phylogeny. Annual Review of Ecology and Systematics, (Vol. 28): 219 – 214.

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1995. Statistical tables. 3° ed. W.H. Freeman and company. United States of America. 199pp.

Solís Marín, F. A. 2008. Catálogo de los equinodermos recientes de México (Fase II). UNAM. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DC016 México D.F.

Solís-Marín, F. A. y A. Laguarda-Figueras. 2010. Los equinodermos del estado de Yucatán. In Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Solís, W. V., P. A. Hernández y Solís, M. F. A. 2000. Muestreo del Bentos. pp.353-398. En: Granados Barba, A., V. Solís Weiss y R. G. Bernal Ramírez (eds.). Métodos de muestreo en la Investigación Oceanográfica. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México. 448pp.

Solís Marín, F. A. y E. Mata Pérez. 1999. Manual del curso-taller "Taxonomía de Equinodermos". Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México. 78 pp.

Toledo, V. 1988. La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo. 17-33pp

Trujillo-Luna y Gonzalez-Vallejo, 2006. Equinodermos (Echinodermata) de la colección de referencia de bentos costeros de Ecosur, Uciencia,22 (1); 83-88pp.

Villanueva, S. V. 2008. Primer registro de equinodermos del talud del arrecife "La Galleguilla", Veracruz con análisis ecológico. Tesis licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 111 pp.

Ugalde, G. D. M. 2010. Equinodermos de la planicie arrecifal de Isla Sacrificios, Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 34pp.

Gobierno del Estado de Veracruz, 2011. (http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=33,3784603&_dad=portal&_schema=PORTAL).

Google™ Earth 5.0. 2009. Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO.

Instituto Nacional de Ecología,2005. (<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/2/sav.html>).

Secretaría de Marina, 1997. (www.semar.gob.mx).