



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

IZTACALA

OPISTOBRANQUIOS DE LA PLANICIE ARRECIFAL DE LOS
ARRECIFES ANEGADA DE ADENTRO, LA BLANQUILLA Y

VERDE, VERACRUZ, MEXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

Presenta:

Víctor Hugo Rojas Ramírez

Director: Biól. Felipe de Jesús Cruz López

Edo. De México, 2013





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.

Contenido

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
IMPORTANCIA	7
ANTECEDENTES	8
OBJETIVO GENERAL.....	10
<i>Objetivos particulares:</i>	10
AREA DE ESTUDIO	11
SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO.....	11
ARRECIFE ANEGADA DE ADENTRO	13
ARRECIFE LA BLANQUILLA.....	14
ARRECIFE ISLA VERDE	15
MATERIAL Y METODO	16
MUESTREO PROSPECTIVO.....	16
TRABAJO DE GABINETE	16
<i>Determinación de puntos de muestreo y trabajo previo</i>	16
TRABAJO DE CAMPO	20
TRABAJO DE LABORATORIO.....	20
RESULTADOS Y DISCUSION	27
LISTADO TAXONÓMICO	27
CATALOGO DE ESPECIES	31
DISTRIBUCIÓN DE BIOTOPOS	44
PARAMETROS COMUNITARIOS.....	48
<i>Riqueza y abundancia</i>	48
<i>Densidad y frecuencia</i>	50
DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES	52
VALORES COMUNITARIOS	61
<i>Diversidad, Equitatividad</i>	61
<i>Valor de importancia</i>	62
TEST DE OLMSTEAD Y TUKEY	62
ANALISIS DE SIMILTUD Y AGRUPAMIENTO	63
CONCLUSIONES	66
CONSIDERACIONES FINALES.....	67
LITERATURA CITADA	69
ANEXOS.....	77
ANEXO 1.....	77
<i>Coordenadas de Anegada de Adentro</i>	77
<i>Coordenadas La Blanquilla</i>	79
<i>Coordenadas Isla Verde</i>	80

FIG. 1. PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO	12
FIG. 2 VISTA AL NOROESTE SOBRE EL ARRECIFE ANEGADA DE ADENTRO FOTOGRAFÍA DE KIP EVANS, NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY.....	13
FIG. 3. VISTA AL NOROESTE SOBRE EL ARRECIFE LA BLANQUILLA, FOTOGRAFÍA DE KIP EVANS, NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY.....	14
FIG. 4. VISTA AL NOROESTE SOBRE EL ARRECIFE ISLA VERDE, FOTOGRAFÍA DE KIP EVANS, NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY.....	15
FIG. 5. CARTOGRAFÍA DEL ARRECIFE ANEGADA DE ADENTRO (CARTA DE NAVEGACIÓN S. M. 823) CON LA TÉCNICA “PLOTLESS TECHNIQUES”	17
FIG. 6. CARTOGRAFÍA DEL ARRECIFE LA BLANQUILLA (CARTA DE NAVEGACIÓN S. M. 825) CON LA TÉCNICA “PLOTLESS TECHNIQUES”	18
FIG. 7. CARTOGRAFÍA DEL ARRECIFE ISLA VERDE (CARTA DE NAVEGACIÓN S. M. 823) CON LA TÉCNICA “PLOTLESS TECHNIQUES”	19
FIG. 8. (A) <i>OXYNOE ANTILLARUM</i> MÖRCH, 1863; (B) <i>DENDRODORIS KREBSII</i> MÖRCH, 1863; (C) <i>DISCODORIS EVELINAE</i> ER. MARCUS, 1955; (D) <i>DOLABRIFERA DOLABRIFERA</i> CUVIER, 1817; (E) <i>ELYSIA CRISPATA</i> MÖRCH, 1863; (F) <i>NAVANAX AENIGMATICUS</i> BERGH, 1893; (G) <i>BURSATELLA LEACHII PLEII</i> RANG, 1828; (H) <i>APLYSIA DACTYLOMELA</i> RANG, 1828; (I) <i>BULLA STRIATA</i> BRUGUIÈRE, 1792; (J) <i>PLEUROBRANCHUS AEROLATUS</i> MÖRCH, 1863; (K) <i>PLEUROBRANCHUS CROSSEI</i> VAYSIÈRE, 1897. FOTOS EDSON.....	30
MAPA 1. CUADRANTES DE ANEGADA DE ADENTRO MODIFICADOS EN CAMPO.....	21
MAPA 2. CUADRANTES DE LA BLANQUILLA MODIFICADOS EN CAMPO.....	21
MAPA 3. CUADRANTES DE ISLA VERDE MODIFICADOS EN CAMPO.....	22
MAPA 4. DISTRIBUCIÓN DE BIOTOPOS EN ANEGADA DE ADENTRO.....	45
MAPA 5. DISTRIBUCIÓN DE BIOTOPOS EN LA BLANQUILLA.....	46
MAPA 6. DISTRIBUCIÓN DE BIOTOPOS EN ISLA VERDE.....	47
MAPA 7. DISTRIBUCIÓN DE <i>NAVANAX AENIGMATICUS</i> , <i>BULLA OCCIDENTALIS</i> , <i>PLEUROBRANCHUS CROSSEI</i> Y <i>PLEUROBRANCHUS AEROLATUS</i> EN ANEGADA DE ADENTRO.....	53
MAPA 8. DISTRIBUCIÓN DE <i>BULLA STRIATA</i> EN ANEGADA DE ADENTRO.....	53
MAPA 9. DISTRIBUCIÓN DE <i>ELYSIA CRISPATA</i> EN ANEGADA DE ADENTRO.....	54
MAPA 10. DISTRIBUCIÓN DE <i>NAVANAX AENIGMATICUS</i> EN LA BLANQUILLA.....	55
MAPA 11. DISTRIBUCIÓN DE <i>BULLA STRIATA</i> EN LA BLANQUILLA.....	55
MAPA 12. DISTRIBUCIÓN DE <i>BULLA OCCIDENTALIS</i> , <i>DISCODORIDIDAE</i> Y <i>DENDRODORIS KREBSII</i> EN LA BLANQUILLA.....	56
MAPA 13. DISTRIBUCIÓN DE <i>OXYNOE ANTILLARUM</i> EN LA BLANQUILLA.....	56
MAPA 14. DISTRIBUCIÓN DE <i>ELYSIA CRISPATA</i> , <i>APLYSIA DACTYLOMELA</i> Y <i>DOLABRIFERA DOLABRIFERA</i> EN LA BLANQUILLA.....	57
MAPA 15. DISTRIBUCIÓN DE <i>NAVANAX AENIGMATICUS</i> , <i>APLYSIA DACTYLOMELA</i> , <i>BURSATELLA LEACHII PLEII</i> <i>PLEUROBRANCHUS CROSSEI</i> Y <i>DISCODORIS EVELINAE</i> EN ISLA VERDE.....	58
MAPA 16. DISTRIBUCIÓN DE <i>BULLA OCCIDENTALIS</i> EN ISLA VERDE.....	58
MAPA 17. DISTRIBUCIÓN DE <i>BULLA STRIATA</i> EN ISLA VERDE.....	59
MAPA 18. DISTRIBUCIÓN DE <i>ELYSIA CRISPATA</i> EN ISLA VERDE.....	59

TABLA 1. LISTADO TAXONÓMICO DE OPISTOBRANQUIOS ENCONTRADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. SIGUIENDO LA CLASIFICACIÓN PROPUESTA POR BOUCHET Y ROCROI (2005). *NUEVO REGISTRO PARA ISLA VERDE, Δ NUEVO REGISTRO PARA ANEGADA DE ADENTRO, \blacklozenge NUEVOS REGISTROS PARA LA BLANQUILLA \star NUEVO REGISTRO PARA EL PNSAV.....	28
CUADRO 1. VALORES DE LA DENSIDAD PARA LOS TRES ARRECIFES EN IND/KM ²	50
CUADRO 2. VALORES DE LA DIVERSIDAD (H') Y EQUITATIVIDAD (J) PARA CADA ARRECIFE.....	61
GRÁFICA 1. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE LOS OPISTOBRANQUIOS PARA ANEGADA DE ADENTRO.....	48
GRÁFICA 3. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE LOS OPISTOBRANQUIOS PARA ISLA VERDE.	49
GRÁFICA 4. ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS OPISTOBRANQUIOS PARA LOS TRES ARRECIFES.....	49
GRÁFICA 5. FRECUENCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE LOS OPISTOBRANQUIOS DE ANEGADA DE ADENTRO.	51
GRÁFICA 6. FRECUENCIA RELATIVA DE LOS OPISTOBRANQUIOS DE LA BLANQUILLA.	51
GRÁFICA 7. FRECUENCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE LOS OPISTOBRANQUIOS DE ISLA VERDE.....	52
GRÁFICA 8. VALOR DE IMPORTANCIA DE CADA UNA DE LAS ESPECIES PARA LOS TRES ARRECIFES.....	62
GRÁFICA 9. DIAGRAMA DEL TEST DE OLMSTEAD Y TUKEY.....	63
GRÁFICA 10. DENDOGRAMA DEL TOTAL DE ORGANISMOS DE LOS TRES ARRECIFES DE LOS ARRECIFES ANEGADA DE ADENTRO(A), LA BLANQUILLA (B) E ISLA VERDE (V).	65

RESUMEN

Los arrecifes de coral se encuentran entre los ecosistemas acuáticos de mayor diversidad, productividad y complejidad, albergando una gran cantidad de especies de diferentes grupos, entre ellos los Opistobranquios de la clase Gastropoda, que son especies poco estudiadas en términos ecológicos y de distribución, existiendo un gran desconocimiento de estos organismos. Por lo que en el presente estudio se analiza la comunidad de opistobranquios en los arrecifes de Anegada de Adentro, La Blanquilla y Verde. Se elaboró un listado taxonómico de un total de 398 organismos, agrupados en 5 órdenes, 8 familias y 13 especies, donde se incluyen tres nuevos registros para el PNSAV, *Dendrodoris krebsii*, *Pleurobranchus crossei* y *Pleurobranchus aerolatus*. *Elysia crispata* fue la especie con mayor valor de importancia para cada arrecife; el índice de agrupamiento mostró que los opistobranquios se distribuyen principalmente por la presencia y variedad de sustratos presentes. En este sentido *Elysia crispata*, la especie más importante, le es favorable la gran abundancia del biotopo pedacera de coral, del cual puede obtener alimento y refugio. Cabe mencionar que aún falta mucho por estudiar para seguir contribuyendo sobre los opistobranquios, sobre su desarrollo en estos ambientes y su adaptabilidad a cambios provocados por acciones antropogénicas.

Palabras claves: Opistobranquios, comunidad, arrecife y biotopo.

INTRODUCCIÓN

Los océanos y mares son los ecosistemas acuáticos más importantes a escala planetaria, principalmente en función de su formidable tamaño e influencia en el patrón climático global y de su papel en la economía humana, en relación con las actividades pesqueras de gran escala, desarrollo costero y contaminación debido al tráfico pesquero. Los océanos cubren aproximadamente el 72% de la superficie de la tierra, con una profundidad promedio de 4 kilómetros, el rasgo más característico del ambiente marino es su salinidad en promedio alrededor de 35 ‰ (Sánchez, 2007).

Cuenta con una plataforma continental que se extiende desde la costa hasta una profundidad de 200 m, encontrando varios ambientes costeros con gran variedad de formas y dinámicas, que dan lugar a ambientes claramente distinguibles entre sí por el tipo de sedimentos, geoformas u otras variables oceanográficas, climáticas y bióticas; entre estas se tienen playas, ensenadas, bahías, deltas, lagunas, estuarios, manglares, marismas, esteros, planicies de marea, islas de barrera, canales de marea, dunas y arrecifes de coral (Suarez, 2005).

Las aguas costeras poco profundas de los trópicos están dominadas por los arrecifes de coral y como a menudo se utilizan los arrecifes para definir los límites del medio ambiente marino tropical. Se ha estimado que los arrecifes de coral ocupan alrededor de 150,000 Km² de la superficie de la tierra, alrededor de 0.17% de la superficie total de nuestro planeta (Nybakken y Bertness, 2005).

Los arrecifes de coral se encuentran entre los ecosistemas acuáticos de mayor diversidad, productividad y complejidad (Tunnell *et al.*, 2007). Estos ecosistemas tropicales se desarrollan en aguas someras y su existencia se restringe a las bajas latitudes, entre los 30° Norte y los 30° Sur (Olivares y Severeyn, 2000). Caracterizándose por temperaturas altas y poco variables (promedio anual > 20 °C), aguas de alta transparencia con recambio constante que favorece la concentración elevada de oxígeno y bajas concentraciones de nutrientes y donde la carga de transporte de sedimentos es baja (Chávez-Hidalgo, 2009).

También son comunidades biológicas de estructuras rígidas, están compuestos principalmente por uniones de esqueletos de carbonato de calcio (CaCO₃), secretados en gran porción por corales escleractinos y en menor cantidad por otros organismos, esto aunado a procesos de litificación y sedimentación, da origen a arquitecturas tales, que sustentan a uno de los ecosistemas más diversos (Hidalgo, 2009).

Los arrecifes de coral se presentan en diferentes tamaños y formas, como resultado de condiciones hidrológicas y geológicas, en particular en los mares tropicales, esta variedad lleva a clasificarlos, lo cual genera una asombrosa variedad de nombres y términos; en general, los arrecifes de coral se agrupan en cuatro tipos fundamentales: atolones, arrecifes de plataforma, arrecifes marginales y arrecifes de barrera (Castro y Huber, 2005).

En México, estos ecosistemas están presentes en tres diferentes áreas: en las costas del Golfo de México, Península de Yucatán y el Océano Pacífico (Rogel, 2000).

En el Pacífico se encuentran los arrecifes de tipo atolón, en sentido estricto es una estructura arrecifal típica de esta área, en el sureste del Golfo de México Alacranes y Banco Chinchorro son referidos como atolones, si bien su origen geológico es muy distinto. Los arrecifes de plataforma se localizan dentro de las costas mexicanas del Golfo de México y Caribe; los arrecifes marginales se encuentran en buena parte del llamado gran cinturón de arrecifes del Atlántico, que recorre desde el noreste de la Península de Yucatán hacia el sur y llega hasta Honduras; los arrecifes de barrera se localizan en una porción en el gran cinturón de arrecifes del Atlántico, especialmente la que se encuentra frente a las costas de Puerto Morelos se comporta, en pequeña escala, como un arrecife de barrera (Chávez e Hidalgo, 1987).

Los arrecifes coralinos emergentes que existen al interior del Golfo de México sólo se encuentran sobre la plataforma continental mexicana y su grado de desarrollo es considerablemente elevado, análogo al de arrecifes del mismo tipo en el mar Caribe (Jordan-Dahlgren, 2004). Estos sistemas arrecifales del Golfo de México son los mejor conocidos del país, esos biomas aparecen en tres regiones generales: Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, Sistema Arrecifal Veracruzano y el Banco de Campeche (Lara-Lara, 2008).

En estos ambientes costeros habitan numerosos organismos entre los cuales están los invertebrados, en los que podemos observar a miembros del Filo Mollusca, que son algunos de los invertebrados más llamativos y mejores conocidos e incluyen formas como las almejas, ostras, calamares, pulpos y caracoles (Rupert y Barnes, 1996). Los moluscos, como componentes del bentos, corresponden a uno de los grupos mejor estudiados taxonómicamente (Landa, 2003). Siendo un grupo megadiverso, sólo sobrepasado en cuanto a número de especies por los insectos y los nemátodos, más no así en cuanto a la diversidad de hábitos de vida y hábitats que ocupan, el número estimado de especies del Filo es de 120,000 especies vivas (Baqueiro *et al.*, 2007; Pechenick, 2005).

El Filo Mollusca se divide en siete clases: Aplacophora, Monoplacophora, Polyplacophora, Bivalvia, Scaphopoda, Cephalopoda y Gastropoda (Vaught, 1989)

Los gasterópodos constituyen el mayor grupo y más variado de todos los moluscos. Esta clase Gastropoda comprende más de 35,000 especies vivientes. Los gasterópodos marinos abundan mayoritariamente a lo largo de las aguas someras del litoral marino (Brusca y Brusca, 2003). En los gasterópodos su cuerpo consta básicamente de una cabeza y un pie muscular ancho y enorme, se caracterizan por la torsión, un proceso en que la masa visceral gira sobre el pie y la cabeza durante el desarrollo, lo cual representa la faceta más característica (Marshall y Williams, 1985).

Con respecto a la subclase Opisthobranchia, de la clase Gastropoda, son organismos marinos comúnmente conocidos como babosas de mar, liebres de mar y lechugas de mar, se desarrollan comúnmente en el mar, son de tamaños muy pequeños desde unos 2 mm hasta algunos que alcanzan 40 cm (Sánchez-Ortiz, 2000). Se caracterizan por presentar una concha reducida, interiorizada y en la mayoría de los casos carecen completamente de ella en su estado adulto (Nakamura, 2007). Existen más de 6,000 especies de opisthobranchios descritas en todo el mundo (Garibay, 2007).

Desde el punto de vista taxonómico, se caracterizan por tener la cavidad paleal y la mayor parte de las vísceras en el lado derecho del cuerpo. Se dice que los opisthobranchios actuales han sufrido un proceso de detorsión, sin embargo no hay pruebas, ni en el registro fósil de dicha detorsión; siendo que durante su morfogénesis sufren una torsión de 90° y presentan una simetría bilateral secundaria (Rupert y Barnes, 1996).

Casi todas las especies de opisthobranchios son epifaunales y se desarrollan en diversos hábitats como arena, rocas, corales, esponjas, hidrozoarios, vegetación acuática o como parásitos de otros invertebrados. Pueden ser planctónicas, pero también distribuirse en la zona epipelágica, abarcando desde los cero hasta los 300 metros de profundidad (Ortigosa, 2005).

Una de las características más fascinantes de este grupo de animales marinos es la diversidad de la forma y la coloración de sus cuerpos; la coloración en los opisthobranchios juega un papel biológico muy importante, normalmente exhiben coloración de advertencia a sus depredadores potenciales (Hermosillo *et al.*, 2006).

Los moluscos opistobranquios, en relación a la reducción o ausencia completa de concha, han desarrollado múltiples y sofisticados métodos de defensa, que les han permitido sobrevivir sin la protección de una concha durante millones de años. La mayoría se defiende por estrategias conductuales, morfológicas y secretando químicos tóxicos o por medio de células urticantes (nematocistos) que obtiene de cnidarios (corales, anémonas, hidroideos) de los cuales se alimentan (Murcia, 2011 y Hermsillo *et al.*, 2006).

En cuanto a sus tipos de alimentación, la mayoría de los opistobranquios son carnívoros y se alimentan principalmente de animales sésiles o de movimientos lentos; sus principales presas son esponjas, cnidarios, briozoos u otros opistobranquios o herbívoros, alimentándose de algas o de fanerógamas marinas; muchos restringen su dieta a una sola especie de planta o animal; casi todos poseen un listón de dientes conocidos como rádula, estructura que contienen una serie de dientes quitinosos (Angulo, 2003).

En lo que respecta a los órganos sensoriales más obvios son los rinóforos o cuernos en la parte superior de la cabeza (Hermsillo *et al.*, 2006). En muchos opistobranquios existe una estructura sensorial llamada “órgano de Hancock”, la cual consta de dos series de placas o láminas situadas a cada lado de la abertura bucal (Zamora-Silva, 2008). Estas estructuras cumplen con una variedad de funciones sensoriales, defensivas y respiratorias. Estos gasterópodos son caracterizados por la presencia de una branquia detrás del corazón. Casi todas las especies son hermafroditas (Ardila *et al.*, 2007). Se conocen tres tipos de desarrollo de los huevos, dos de ellas resultan en larvas velígeras planctónicas; el otro produce un juvenil completamente desarrollado (Hermsillo *et al.*, 2006).

De acuerdo a Bouchet y Rocroi (2005) esta subclase se divide en 8 órdenes: Cephalaspidea, Thecosomata, Gymnosomata, Aplysiomopha, Sacoglossa, Umbraculida, Nudipleura y Nudibranchia. En este trabajo sólo se consideran 5 que se describen a continuación.

Orden Cephalaspidea

Conocidos como “caracoles burbuja”, son animales globulares, con cabezas suaves, ojos y escudo cefálico bien desarrollados y la presencia de una concha externa (en la mayoría involuta). Se caracterizan por algunas sinapomorfías morfológicas: la presencia de tres placas del buche, un esófago muscular que funcionan como una molienda y bandas ciliadas para la circulación del agua. Pasan la mayoría de su vida debajo de la superficie de lodo o se entierran en sedimentos arenosos, de ahí su coloración opaca (Ortigosa 2005; Wägele y Klusmann-Kolb, 2005; Ardila *et al.*, 2007).

Orden Aplysiomorpha

Los Aplysiomorpha incluyen las “liebres de mar”, son herbívoros que se alimentan de algas especialmente Clorophyceas, está estrechamente relacionada con el buche de los Cephalaspideos y se restringen a plataformas continentales de aguas someras. Se caracterizan por la ausencia de un escudo cefálico, la cavidad del manto está reducida y envuelta por el parapodio; algunas especies se defienden secretando una tinta. Este orden se encuentra bien representado en el Pacífico oriental y alcanza su diversidad más alta en el Caribe (Ortigosa 2005; Wägele y Klussmann-Kolb, 2005; Ardila *et al.*, 2007).

Orden Sacoglossa

Los sacoglossos q incluyen las “lechugas de mar”, son herbívoros, alimentándose por succión. Este grupo es monofilético. Poseen una característica única: una estructura parecida a un saco en el canal alimentario que retiene los dientes en la rádula conectada a algo parecido a una cadena que gira a la posición necesaria para usarlos (Ortigosa 2005; Wägele y Klussmann-Kolb, 2005; Ardila *et al.*, 2007).

Orden Nudipleura

Estas babosas tienen una concha interna más o menos rectangular en contorno, rinóforos con la base fusionada, un pene retráctil, una glándula pedal y una típica glándula ácida situada en la cavidad visceral y que abre dentro del tubo oral próximo a la boca. Se alimentan de diferentes clases de presas, todos son carnívoros, aunque algunos se alimentan de sus congéneres. (Wägele y Klussmann-Kolb, 2005).

Orden Nudibranchia

El grupo monofilético de los Nudibranchia frecuentemente considerado por ser el grupo insignia de los opistobranquios, son caracterizados por la pérdida completa de la concha y el opérculo, sin embargo en algunas especies, la concha se presenta sólo en estado larval; en el adulto, el manto reemplaza la concha y el opérculo. En este grupo se estiman aproximadamente 3,000 especies que presentan la mayor diversidad de formas con una amplia distribución mundial en todos los océanos desde zonas intermareales hasta grandes profundidades (Ortigosa 2005; Wägele y Klussmann-Kolb, 2005).

IMPORTANCIA

En algunas culturas los opistobranquios constituyen parte de la dieta humana, pero solamente para consumo local y en pequeñas proporciones. La búsqueda de sustancias químicas de interés farmacológico en opistobranquios puede convertirse en un negocio muy importante para la industria farmacéutica y médica. Muchos de los químicos utilizados por opistobranquios para su propia defensa han sido investigados por el Instituto Nacional del Cáncer en los Estados Unidos para usos farmacéuticos potenciales. Los moluscos opistobranquios son también utilizados como modelos en estudios neurológicos debido al gran tamaño individual de las células nerviosas (Valdés *et. al.*, 2006).

ANTECEDENTES

Dada la importancia que estos organismos representan se han llevado a cabo sólidas investigaciones en México sobre los Opistobranquios, una de las primeras investigaciones la realizó Bergh (1894) en el Golfo de California y la costa oeste del Pacífico, convirtiéndose en uno de los primeros registros de Opistobranquios para el país.

Bertsch, en 1973, en su estudio de distribución e historia natural de los opistobranquios de Las Cruces, Baja California, reporta 21 especies en la localidad.

En el siglo XXI se han realizado estudios como el de Sánchez-Ortiz (2000) que generó una base de datos sobre opistobranquios del Pacífico mexicano, con los registros obtenidos anteriormente, como con los registros creados durante un año de muestreos y con aquellos que se encontraban en colecciones de museos en el extranjero.

Angulo, para el 2003, determina la variación espacio-temporal en la estructura de las poblaciones de opistobranquios en tres localidades del sureste de Baja California Sur durante un ciclo anual encontrando un total de 1,462 organismos, de 72 especies.

Hermosillo y Valdés en el 2004 encuentran dos especies nuevas de dóridos nudibranquios que son descritas para la costa del Pacífico, en base a especímenes recolectados en Bahía de Banderas y un espécimen en la Paz.

Millen y Bertsch, para el 2005, encuentran dos nuevas especies de nudibranquios porostome (Familia Dendrodorididae), *Dendrodoris stohleri* en el norte del Golfo de California (México) y *Dendrodoris behrensi* en costas de California (USA).

Bertsch y Hermosillo, en el 2007, elaboraron un estudio de largo plazo sobre los opistobranquios del Pacífico Noreste, para correlacionar las diferencias entre la diversidad de los opistobranquios y las estructuras tróficas de los ecosistemas.

Bertsch, en el 2008, realizó un estudio de 10 años basado en la variación anual de las poblaciones de los opistobranquios en Bahía de los Ángeles, Baja California, México, convirtiéndose en uno de los principales investigadores de Opistobranquios para el Pacífico hasta la actualidad.

Zamora-Silva y Naranjo-García en 2008 muestran un listado taxonómico de los opistobranquios depositados en la Colección Nacional de Moluscos (CNMO) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, reportando un total de 170 ejemplares que corresponden a 21 especies agrupadas en 13 géneros y 10 familias.

Zamora-Silva, en el 2008, realiza una Revisión Sistemática y Análisis Filogenético del genero *Navanax*, en su trabajo concluye que la especie *Navanax inermis* pertenece al género *Aglaja* (ahora *Aglaja inermis*), se reinstauró la especie *Posterobranchaea maculata* como el nombre válido con prioridad de autoría sobre *Navanax aenigmaticus* y se traslada la especie *Navanax polyalphos* al género *Chelidonura* (ahora *Chelidonura polyalphos*).

Behrens, Gosliner y Hermosillo, en el 2009, describen una nueva especie de nudibranquio Dórido (*Chromodoris socorroensis*) de las islas Revillagigedo, en el Pacífico mexicano.

En el caso particular del Golfo de México, también se realizan investigaciones sobre los opistobranquios siendo muy escasos, Zamora-Silva, en el 2003, obtiene un listado de Opistobranquios bentónicos con 5 nuevos registros para el área de la Gallega, Veracruz.

Ortigosa, en el 2005, realiza un estudio encontrando 10 especies de opistobranquios, donde establece su riqueza y distribución en la laguna Arrecifal de Isla Verde, Veracruz.

Zamora-Silva y Ortigosa, en el 2012, presentan un listado de 23 especies de opistobranquios del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, esta lista incluye 9 registros nuevos.

Como se ha visto se han realizado diversos aportes al conocimiento sobre la diversidad de los opistobranquios tanto para el Pacífico y Golfo de México por lo que es importante la suma de todas investigaciones para obtener un mejor entendimiento de estos ambientes acuáticos, así como los organismos que lo componen, para conocer todo lo relacionado con su diversidad, abundancia y a su biología, generando este tipo de trabajos que nos ayuden a entender mas sobre la evolución ecológica de estos organismos. A pesar de las sólidas investigaciones sobre los Opistobranquios, sigue existiendo un gran desconocimiento de estos organismos, sobre todo en el Golfo de México los trabajos son escasos, esto hace notar la necesidad de realizar este trabajo con el fin de elaborar un registro actualizado de los Opistobranquios, el cual pretende contribuir como una aportación al conocimiento científico.

OBJETIVO GENERAL

- Analizar la comunidad de los Opistobranquios en los arrecifes de Anegada de Adentro, La Blanquilla y Verde, Veracruz, México.

Objetivos particulares:

-Elaborar un listado taxonómico de los opistobranquios de los arrecifes de de Anegada de Adentro, La Blanquilla y Verde.

-Elaborar un catálogo con las especies de opistobranquios de los arrecifes de de Anegada de Adentro, La Blanquilla y Verde.

-Determinar la distribución de los opistobranquios y los biotopos dentro de los arrecifes.

-Analizar algunos parámetros comunitarios como Abundancia, Frecuencia, Riqueza de especies, Valor de Importancia y Diversidad de las especies presentes.

-Determinar la asociación opistobranquios-biotopo.

AREA DE ESTUDIO

SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

El PNSAV es un complejo arrecifal ubicado en el extremo sudoccidental del Golfo de México y se encuentra situado entre las coordenadas 19°00'00" - 19°16'00" N y 95°45'00" - 96°12'00" W, constituido por arrecifes de plataforma y costeros (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009; Pérez-España y Vargas-Hernández, 2008).

Los arrecifes del PNSAV se han descrito, con 2 formas de desarrollo; una alargada en sentido NW-SE debido a la dirección del oleaje, y otra en semicírculo con la misma orientación. Se caracterizan por tener pendientes en barlovento y en sotavento, con un desarrollo arrecifal notable (Winfield *et al.*, 2010)

Para una mejor caracterización de los arrecifes según Lara (1993) se han dividido en:

Talud de Barlovento o Arrecife Frontal; situado hacia mar abierto, caracterizado por un crecimiento más activo y mayor cobertura coralina, puede presentar un sistema de canales para disipación de la energía del oleaje y escape de sedimentos, en general en esta zona las aguas son relativamente claras con pocos sólidos en suspensión.

Cresta Arrecifal o Zona de Bloques: se localiza hacia el margen Este del arrecife, es una zona de máxima energía por el constante batir del oleaje el cual rompe en esta zona, su profundidad no va más allá de 3 m, y se ve ampliamente afectada por las fluctuaciones de la marea, está constituida básicamente por bloques de coral muerto, el crecimiento coralino está muy restringido.

Planicie Arrecifal (también denominada Plataforma o Laguna Arrecifal), representa la parte superior del arrecife, donde localizamos comunidades someras dispersas de corales, ceibadales (comunidades de pastos marinos) y otras especies, las profundidades fluctúan entre 0.5-2.0 m, las aguas son claras con escaso movimiento.

Talud de Sotavento o Arrecife Posterior, se localiza hacia el Oeste, es una zona de crecimiento coralino activo, hasta los 20 m de profundidad aproximadamente, generalmente con menor cobertura pero mayor diversidad coralina que el Talud frontal, las aguas presentan poco movimiento y mucho material sólido en suspensión.

El PNSAV se caracteriza por un clima tropical subhúmedo con lluvias en verano y temperatura media anual superior a los 18°C. A lo largo del año, al igual que en el resto del Golfo de México, se distinguen tres temporadas principales: secas (marzo a mayo), lluvias (junio a septiembre) y nortes (octubre a febrero) (Domínguez-Castanedo *et al.*, 2007).

El PNSAV, comprende 25 arrecifes de coral (figura 1). El primer grupo, o grupo del norte, incluye a 13 arrecifes ubicados frente a las costas de la ciudad de Veracruz y comprende ocho arrecifes de plataformas emergentes (Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, La Gallega, Pájaros, Isla Verde, Tierra Nueva e Isla Sacrificios), dos arrecifes de bancos sumergidos (parches de arrecife sumergidos: Bajo Mersey y Lavandera) y tres arrecifes costeros (Punta Gorda- Punta Majahua, Hornos y Punta Mocambo) algunos, como el de Hornos y la Gallega, son tan cercanos que ya han sido invadidos por la expansión litoral antropogénica, todos dentro de la isobata de 37 m. El segundo grupo de arrecifes en el PNSAV, o grupo del sur, se localiza frente a la costa del pueblo pesquero Antón Lizardo y comprende 12 arrecifes de plataformas emergentes, Anegada de Afuera, Topatillo, Santiaguillo, Anegadilla, Polo, Isla de En medio, Aviso, Blanca, Chopas, El Rizo, Cabezo y El Gioté todos ellos en la isobata de los 48 m (Tunell *et al.*, 2007; Jordán-Dahlgren, 2004; Vargas-Hernández *et al.*, 1993).

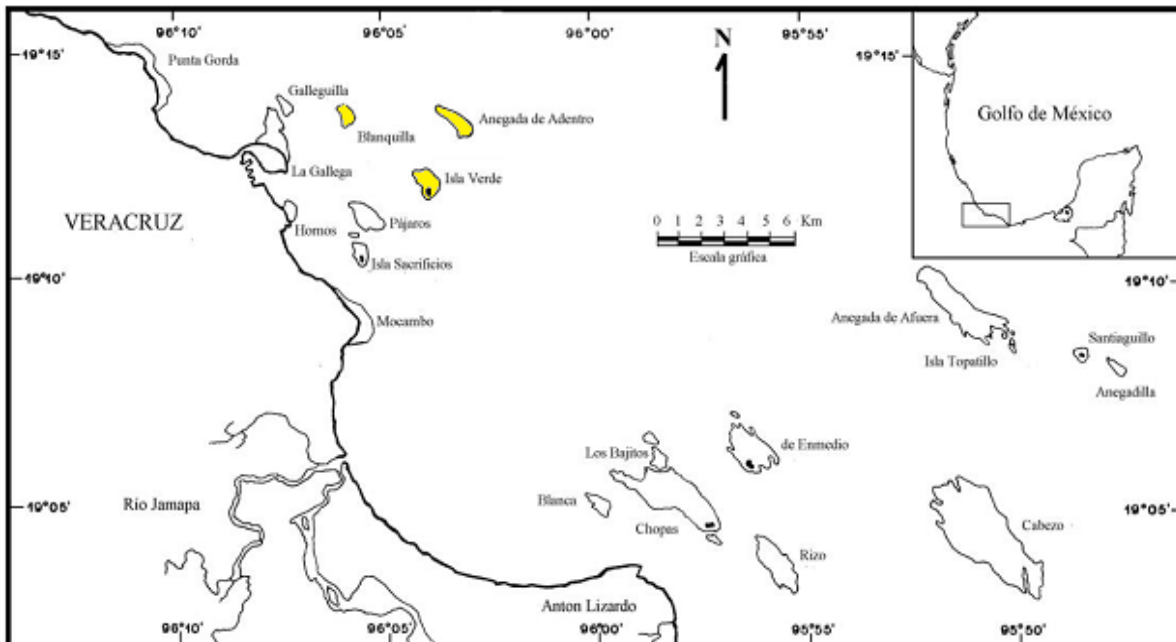


Fig. 1. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

Dentro de este estudio se tomaron en cuenta tres arrecifes de la zona norte del PNSAV como de Anegada de Adentro, La Blanquilla y Verde (figura 1).

ARRECIFE ANEGADA DE ADENTRO

En el arrecife Anegada de Adentro (figura 2) que es un arrecife de tipo plataforma, es el arrecife más alejado de la costa de la zona norte y se localiza a los 19° 13' 48" N y 96° 03' 4" W, se localiza a 7.5 km de la costa. Tiene forma alargada, con su eje mayor orientado en dirección NW-SE, con 1.85Km de longitud y 530m en su parte más ancha. Presenta un canal dragado de unos 8m de ancho por 4 m de profundidad y 140 m de longitud. La mayor parte de su contorno por barlovento está expuesta al embate de las olas presenta las colonias de *Acropora palmata*, una de las dos especies de coral bajo régimen de protección especial en la Norma Mexicana. La zona de sotavento es la de mayor cobertura y donde durante el 2004 se observaron muchas colonias de diversas especies blanqueadas. Carece de Isla o tierra emergida, únicamente, en tiempo de bajamar queda expuesto un reducido bajo formado por material coralino que no alcanza los 12m² de superficie. El faro se ubica al NW del arrecife. Al igual que en arrecife la Blanquilla, por la posición septentrional que presentan, son los primeros en recibir los fuertes vientos del Norte (Vargas-Hernández, 1993; Mohedano-Maldonado, 2010; Pérez y Vargas-Hernández, 2008).



Fig. 2 Vista al noroeste sobre el arrecife Anegada de Adentro fotografía de Kip Evans, National Geographic Society.

ARRECIFE LA BLANQUILLA

La Blanquilla (figura 3) arrecife de tipo plataforma, se localiza a 4.6 km de la costa, presenta en vista aérea de forma ovalada irregular, cuyo eje mayor está orientado en sentido NW-SE, con una área de 668, 680 m². La laguna tiene una profundidad promedio de 1.25 m y la máxima profundidad de la pendiente de barlovento es de 37 m. En el extremo SW, se localiza un macizo emergido con una área de 2,000 m² que los porteños llaman “El Pellote”, formado por material coralígeno en todos los grados de desintegración, con una altura de 1.80 m como máximo, los restos madreporíticos mas grandes se acumulan en la zona de barlovento, mientras que la zona de sotavento hay una playa arenosa de elementos no muy finos, la vegetación es escasa en la superficie del islote. En cada extremo del arrecife La Blanquilla y en su perfil occidental, hay un faro mediando entre ellos a una distancia de 745 m. Dentro del perímetro del arrecife hay una laguna interior de aguas muy someras, quietas y transparentes (Vargas-Hernández, 1993).



Fig. 3. Vista al noroeste sobre el arrecife La Blanquilla, fotografía de Kip Evans, National Geographic Society.

ARRECIFE ISLA VERDE

Con lo que respecta a Isla Verde (figura 4) es un arrecife de tipo plataforma, se localiza a $19^{\circ}11'50''$ N y $96^{\circ}04'06''$ W a 5.3 km de la costa, mide 1.1 km en su eje más largo (NW-SE) con 750 m de ancho. Presenta un cayo emergido al sur del arrecife de 225 m de largo por 125 de ancho conocido como Isla Verde (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009). El sustrato del arrecife está constituido por un banco de restos bioclásticos calcáreos predominantemente coralinos, pertenecientes al Pleistoceno reciente y es producto del descenso en el nivel del mar, debido a la última glaciación (Celaya-Hernández *et al.*, 2008).

La zona de barlovento presenta sustrato constituido por roca basáltica, mientras que la zona de sotavento está conformado por una combinación rocoso-arenoso; la barrera coralina que encierra a la laguna central se interrumpe en la porción W constituyendo una boca de 50 m, frente a la cual se localiza una fosa de 10 m de profundidad (Mateo *et al.*, 1996).



Fig. 4. Vista al noroeste sobre el arrecife Isla Verde, fotografía de Kip Evans, National Geographic Society.

MATERIAL Y METODO

MUESTREO PROSPECTIVO

Se llevó a cabo una salida prospectiva a los arrecifes de Anegada de Adentro, La Blanquilla e Isla Verde, donde se realizaron recorridos tanto en lancha como por buceo libre, esto con el fin de registrar organismos presentes, asociación de especies y biotopos. Se determinó que cada punto de muestreo se delimitaría con un cabo de 5x5 m con plomos. Se tomaron las coordenadas de cada punto de muestreo (cuadrantes), con la ayuda de un GPS, con el fin de tener una idea lo más precisa de la ubicación. Dado que la localización de las estaciones del muestreo constituyen un elemento básico del mismo, sin el cual la muestra es inutilizable (Solís, *et al.*, 2000). Con base en el muestreo prospectivo se planteó el método más adecuado para llevar a cabo este proyecto.

TRABAJO DE GABINETE

Determinación de puntos de muestreo y trabajo previo.

Se obtuvo la cartografía de los arrecifes de Anegada de Adentro, La Blanquilla e Isla Verde, mediante las cartas de navegación S.M 823 y 825 de Veracruz a escala 1:25,000 de la Secretaria de Marina, para un reconocimiento general de sus proporciones, así como localizar los puntos de muestreo, basándose en la técnica "Plotless techniques", que consiste en dividir el área de estudio en cuadrados, formando un sistema de coordenadas (Sánchez y Ponce, 1996). Para el cálculo de cuadrantes en cada uno de los arrecifes se utilizó la investigación de Islas (2004), donde realiza 104 cuadrantes en el arrecife La Gallega, el cual cuenta con una área de 1,362,000 m², por lo tanto se hizo una regla de tres, con las áreas conocidas de los arrecifes. Estableciendo así los mapas cuadriculados, colocando los transectos y los cuadrantes equidistante entre sí, obteniendo un sistema de coordenadas (anexo 1) de cada uno de los cuadrantes, con el fin de facilitar el trabajo de campo, resaltando que se obtuvieron las coordenadas de cada uno de los faros en dichos mapas, para después ser ajustadas con las coordenadas tomadas del faro en campo y así encontrar los puntos de muestreo. Resultando que para Anegada de Adentro se obtuvieron 59 cuadrantes distribuidos en 15 transectos (figura 5), para La Blanquilla se ubicaron 37 cuadrantes en 9 transectos (figura 6) y en Isla Verde se obtuvieron 49 cuadrantes distribuidos en 9 transectos (figura 7). Se elaboraron guías de campo de las especies reportadas para el PNSAV según Zamora (2003) y Ortigosa (2005) para la identificación *in situ* y de las coordenadas de cada uno de los puntos de muestreo (anexo 1).

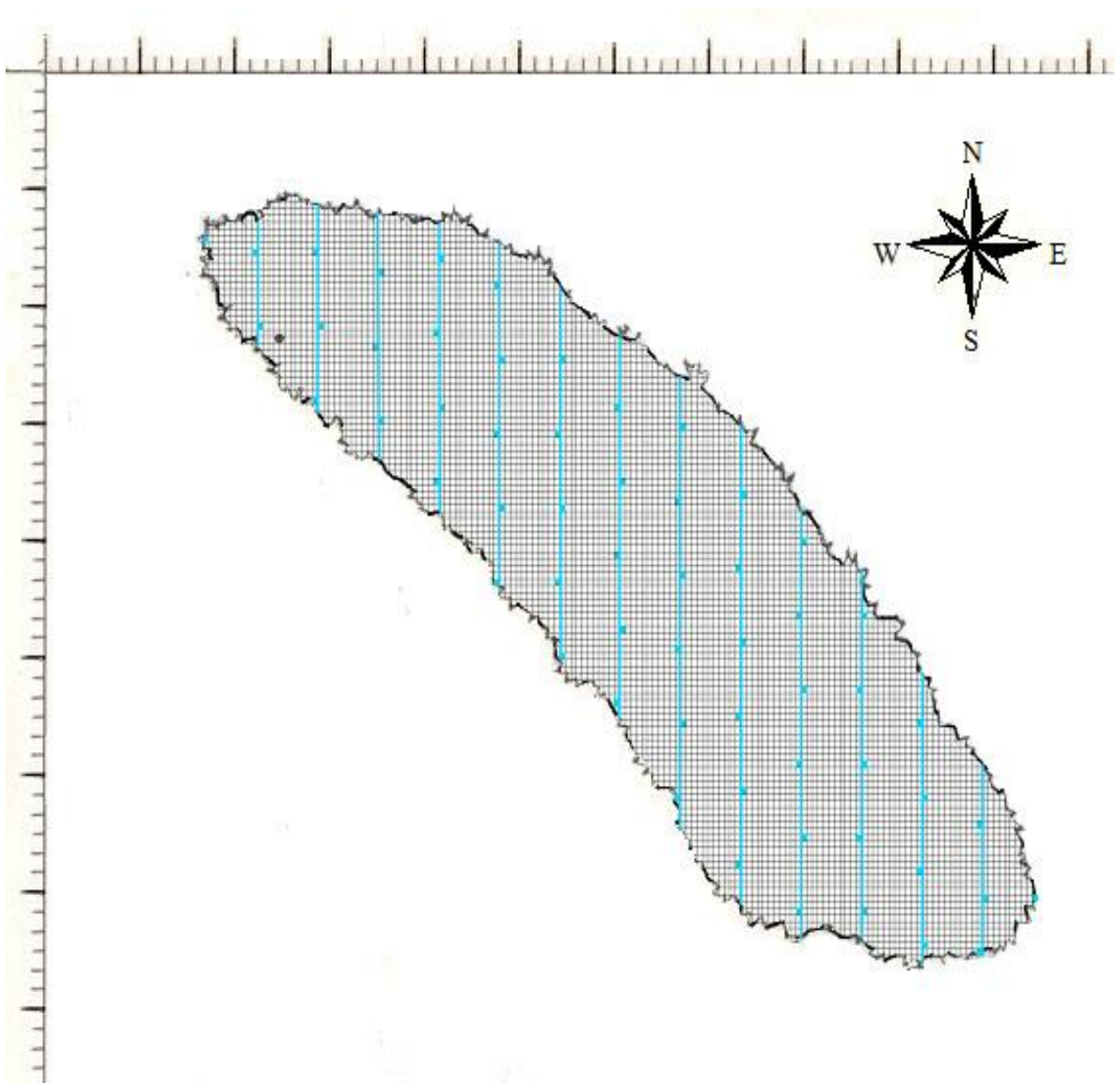


Fig. 5. Cartografía del arrecife Anegada de Adentro (Carta de Navegación S. M. 823) con la técnica "Plotless techniques".

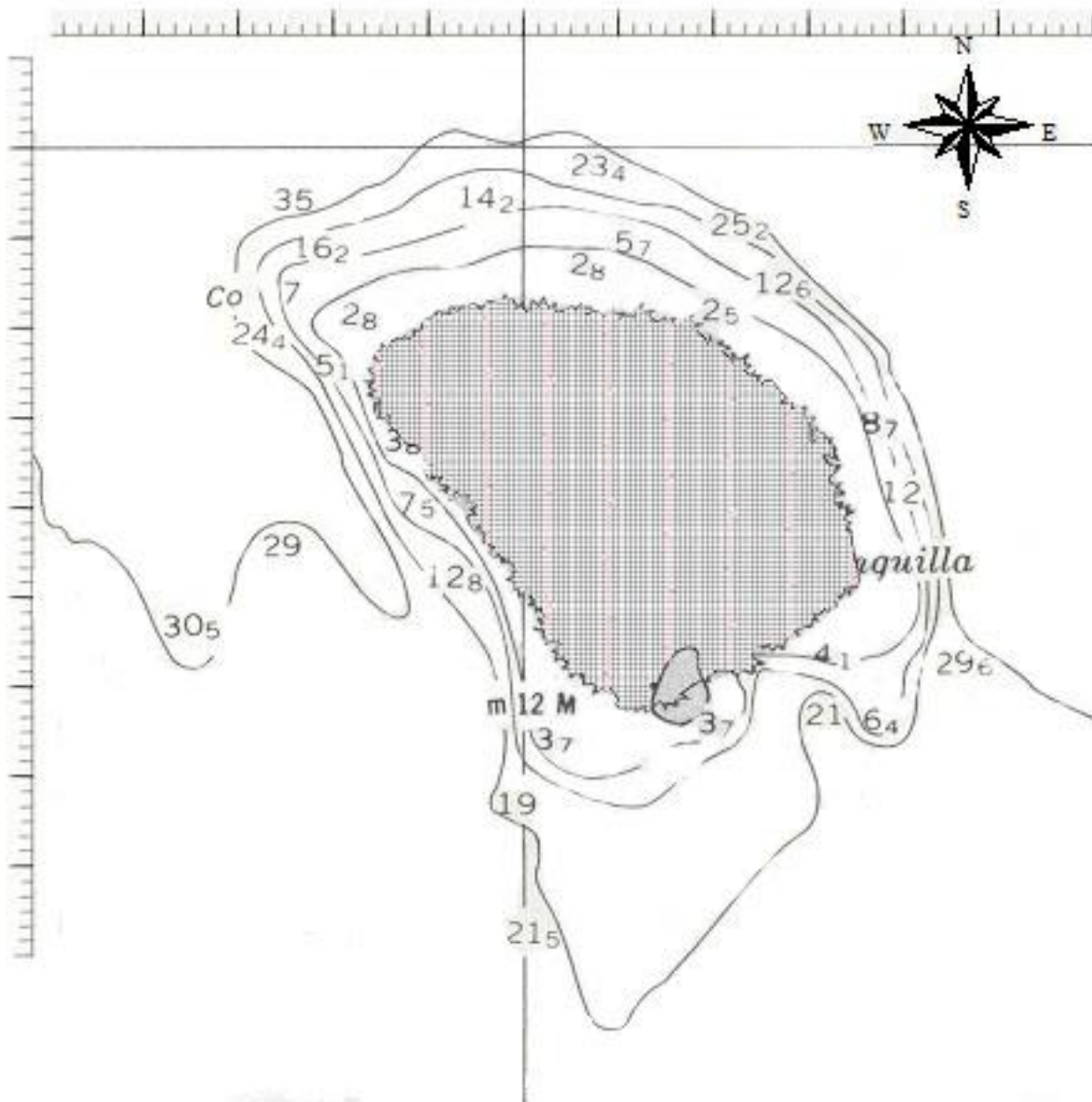


Fig. 6. Cartografía del arrecife La Blanquilla (Carta de Navegación S. M. 825) con la técnica "Plotless techniques".

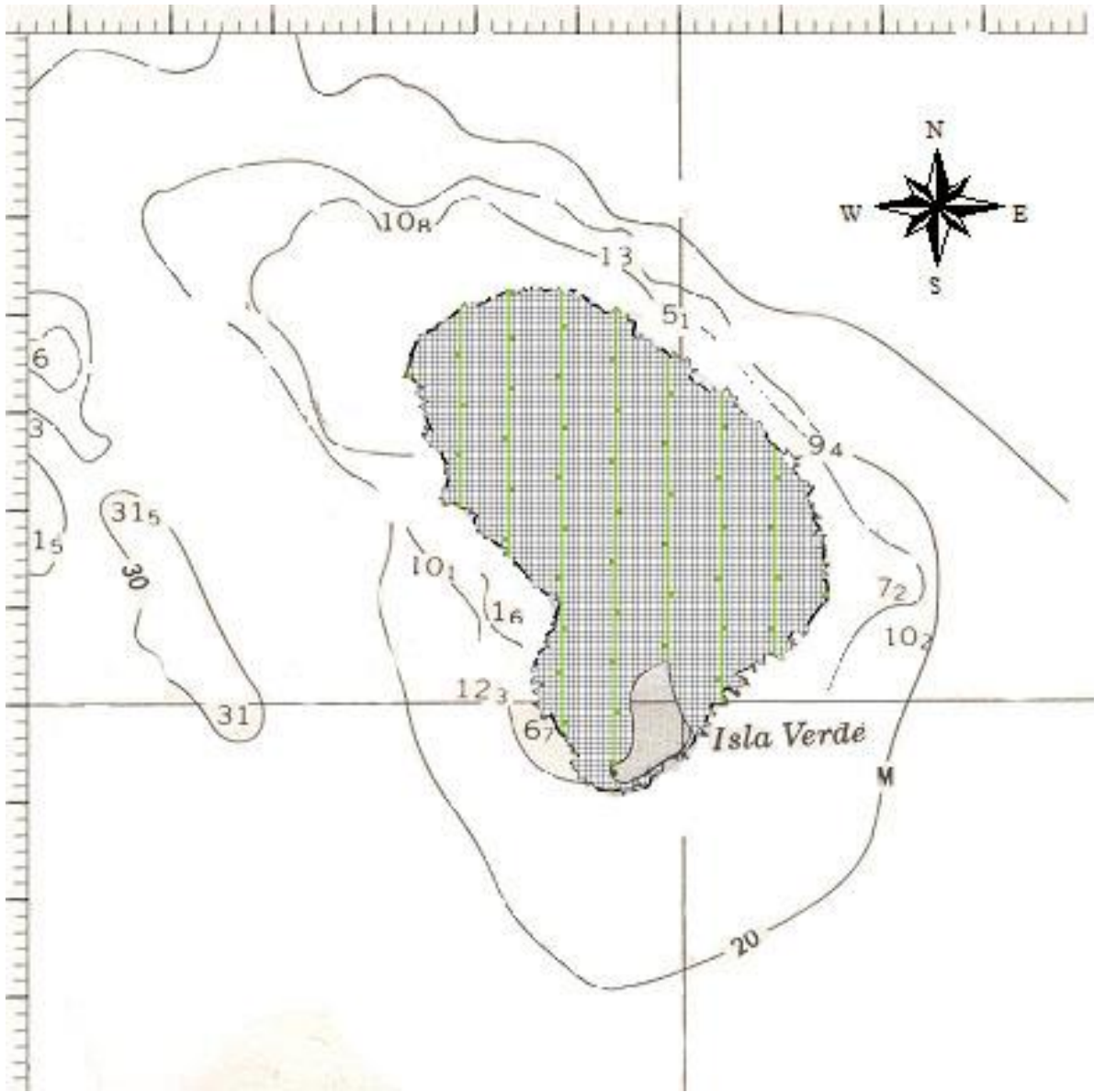


Fig. 7. Cartografía del arrecife Isla Verde (Carta de Navegación S. M. 823) con la técnica "Plotless techniques".

TRABAJO DE CAMPO

Los muestreos se realizaron en los arrecifes Isla Verde, Blanquilla y de Aneгада de Adentro los meses de Abril, Julio y Diciembre del 2008.

Utilizando el método de buceo libre con apoyo de visor, snorkel y aletas. Los cuadrantes se delimitaron con un cabo de 5x5 m. con plomos, localizados con la ayuda de un GPS marca Garmin GPSMAP 76 con precisión ± 4 m. Cabe mencionar que cada día de muestreo se geoposicionó el faro para ajustar las coordenadas de los puntos antes calculados, con lo cual se realizaba la modificación de las coordenadas de los mapas obtenidos. Dentro de cada cuadrante se llevó a cabo la búsqueda de Opistobranquios y con la ayuda de las guías de campo su determinación, anotándolos en una bitácora de campo de acrílico sumergible con los siguientes datos: especies presentes, número de organismos por especie, asociación Opistobranquios-biotopo, para después ser anotados en una bitácora de campo fuera del arrecife, para un mejor resguardo de los datos.

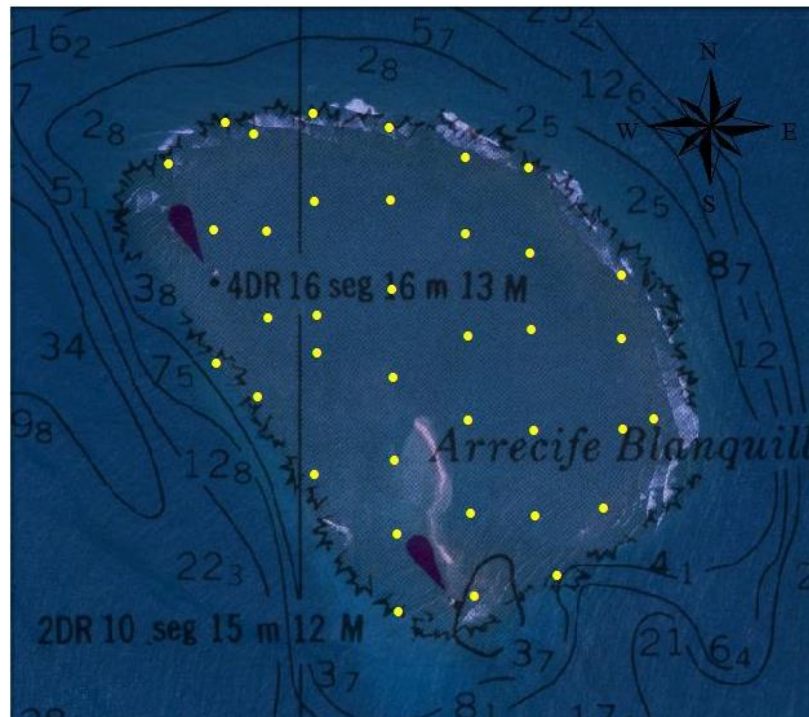
Las especies que no pudieron ser identificadas se tomó registro fotográfico para su posible determinación en el laboratorio con ayuda de literatura especializada.

Trabajo de laboratorio

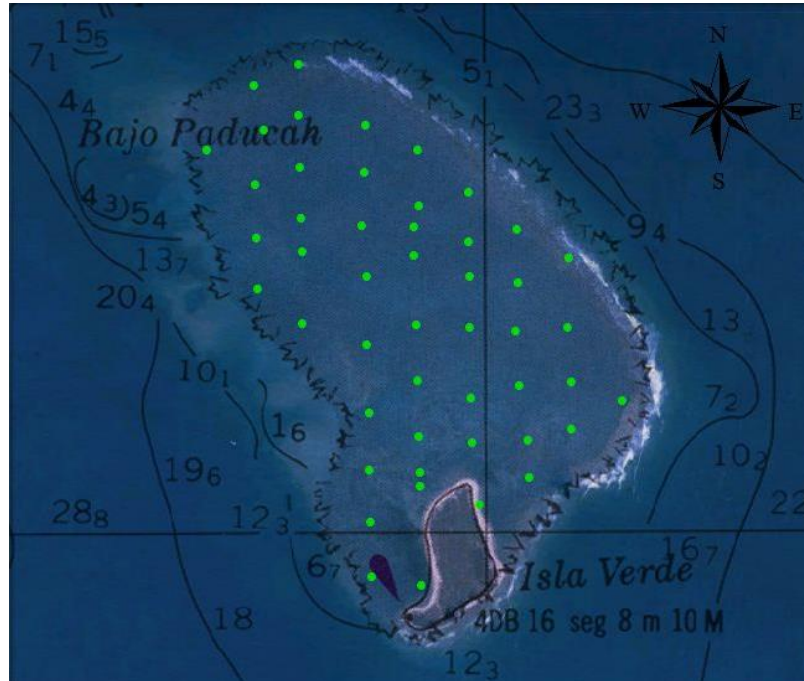
Con base a las coordenadas modificadas en campo, se ajustaron los puntos de muestreo con la ayuda del programa ArcView GIS Version 3.1 (mapas 1, 2, 3) para visualizar los puntos de muestreo realizados en el laboratorio, como los de campo, y analizar sus diferencias.



Mapa 1. Cuadrantes de Aneгада de Adentro modificados en campo.



Mapa 2. Cuadrantes de La Blanquilla modificados en campo.



Mapa 3. Cuadrantes de Isla Verde modificados en campo.

La determinación taxonómica de los ejemplares, hasta nivel de especie, se basó en las características morfológicas tales como su forma, ornamentación, color, etc., para su determinación se utilizó literatura especializada como Keen, 1971; Abbott, 1974; Behrens, 2005, Valdés 2006 y Sea Slug, 2007, para después ser ordenados sistemáticamente, de acuerdo a Bouchet y Rocroi (2005), enlistando las especies registradas en el presente trabajo.

Para obtener una mejor representación, sobre la importancia que representan las especies de Opisthobranchios encontradas dentro de la comunidad arrecifal, fue necesario calcular algunos parámetros estadísticos por medio de las fórmulas citadas en Krebs (1985); Smith y Smith (2001); Guerrero (1986) y Sokal y Rohlf (1995):

Abundancia: En un sentido absoluto, puede evaluarse en términos del número de individuos, por unidad de área.

$$Ni = \text{Número de individuos de la especie } i$$

Abundancia relativa: Se refiere a la fracción con la que contribuye dicha especie, a la abundancia total. Se pueden medir las proporciones relativas de diferentes especies en la comunidad

$$pi = \frac{Ni}{\sum_{i=1}^s Ni}, \text{ donde;}$$

pi: abundancia relativa de la especie i

S: número total de individuos de la comunidad

Ni: abundancia de la especie i

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

$$Di = \frac{ni}{A}, \text{ donde;}$$

Ni: 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 del área. Porcentaje que tiene la sp. X del total de individuos de todas las especies.

$$DiR = \left(\frac{ni}{nT} \right) (100), \text{ donde;}$$

ni: densidad de la especie i

nT: 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 se determinan en gran parte las condiciones bajo las cuales crecen las especies con ellas vinculadas.

$$Ci = \frac{\partial i}{A}, \text{ donde;}$$

Ci: Dominancia de la especie.

∂i : área donde aparece la especie i

A: Área total arrastrada

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

$$CiR = \left(\frac{Ci}{\sum c} \right) (100), \text{ donde;}$$

Ci: Dominancia de una especie

$\sum c$: Sumatoria de las dominancia

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

$$Fi = \left(\frac{mi}{MT} \right) (100), \text{ donde;}$$

Fi: frecuencia absoluta de la especie.

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. Probabilidad que tiene una especie de ser encontrada dentro del total de estaciones.

$$FiR = \left(\frac{Fi}{\sum Fi} \right) (100), \text{ donde;}$$

Fi: Frecuencia de una especie

$\sum Fi$: Sumatoria de frecuencias de todas las especies.

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

$$VIR = DiR + CiR + FiR, \text{ donde;}$$

DiR: Densidad relativa.

CiR: Dominancia relativa

FiR: Frecuencia relativa

Diversidad: Se refiere a que especies viven en la comunidad, siendo una medida sencilla de la riqueza o diversidad de especies (Krebs, 1985). Es un parámetro comunitario que permite formar una idea sobre la distribución y abundancia relativa de los organismos (Begon, et al., 1995).

Índice de diversidad Shannon-Weaver

$$H' = \sum_{i=1}^s pi \log_2 pi, \text{ donde;}$$

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

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.

$$H' \text{ máx.} = \log_2 S, \text{ donde;}$$

H' máx. = Diversidad bajo condiciones de máximo equitatividad.

S= Número 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

$$E = \frac{H'}{H' \max} = \frac{H'}{\text{Log}S^2}, \text{ donde;}$$

H' = Diversidad.

H' máx = Diversidad máxima.

S = Riqueza

Frecuencia-Abundancia: Se obtendrá mediante el test de asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995).

Análisis de similitud y agrupamiento: Es un índice cualitativo que expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas; sólo se registró presencia-ausencia de las especies.

Índice de agrupamiento de Jaccard

$$S_j = \frac{a}{(a+b+c)}, \text{ donde;}$$

a = Número de muestras en donde ambas especies están presentes.

b = Número de muestras en donde en B aparece pero en A está ausente.

c = Número de muestras en donde en A aparece pero en B está ausente.

RESULTADOS Y DISCUSION

LISTADO TAXONÓMICO

Se determinaron un total de 398 organismos en los tres arrecifes estudiados, agrupados en 5 órdenes, 8 familias y 13 especies (tabla 1) (figura 8), de los cuales *Dendrodoris krebsii*, *Pleurobranchus crosseii* y *Pleurobranchus aerolatus* son nuevos registros para el PNSAV; es importante indicar que en el muestreo sólo se encontraron conchas de la Familia Bullidae, por lo cual no fue considerada en los parámetros ecológicos.

Filo MOLLUSCA Cuvier, 1797

Clase GASTROPODA Cuvier, 1797

OPISTHOBRANCHIA

Orden CEPHALASPIDEA Fischer, P., 1883

Superfamilia BULLOIDEA Gray, 1827

Familia BULLIDAE Gray, 1827

Bulla striata Bruguière, 1792

Bulla occidentalis Adams, 1850

Superfamilia PHILINOIDEA Gray, 1850

Familia AGLAJIDAE Pilsbry, 1895

Navanax aenigmaticus Bergh, 1893 △ ✦

Orden APLYSIOMORPHA (= ANASPIDEA) Fischer, P., 1883

Superfamilia APLYSIOIDEA Lamarck, 1809

Familia APLYSIIDAE Lamarck, 1809

Aplysia dactylomela Rang, 1828 ✦

Dolabrifera dolabrifera Cuvier, 1817

Bursatella leachii pleii Rang, 1828

Orden SACOGLOSSA Von Ihering, 1876	
Suborden OXYNOACEA	
Superfamilia OXYNOOIDEA Stoliczka, 1868	
Familia OXYNOIDAE Stoliczka, 1868	
<i>Oxynoe antillarum</i> Mörch, 1863	✦
Superfamilia ELYSIOIDEA Adams, H. y A., 1854	
Familia ELYSIIDAE Forbes & Hanley, 1854	
<i>Elysia crispata</i> Mörch, 1863	✦
Orden NUDIPLEURA Fischer P., 1883	
Suborden PLEUROBRANCHOMORPHA	
Superfamilia PLEUROBRANCHOIDEA Gray, 1827	
Familia PLEUROBRANCHIDAE Gray, 1827	
<i>Pleurobranchus crossei</i> Vaysière, 1897	* △ ☆
<i>Pleurobranchus aerolatus</i> Mörch, 1863	* △ ☆
Orden NUDIBRANCHIA Cuvier, 1817	
Suborden DORIDACEA Odhner, 1934	
Superfamilia DORIDOIDEA Rafinesque, 1815	
Familia DISCODORIDIDAE Bergh, 1891	
<i>Discodoris evelinae</i> Er. Marcus, 1955	
Familia DENDRODORIDIDAE O'Donoghue, 1924	
<i>Dendrodoris krebsii</i> Mörch, 1863	* ☆ ✦

Tabla 1. Listado taxonómico de opistobranquios encontrados en el área de estudio. Siguiendo la clasificación propuesta por Bouchet y Rocroi (2005). *Nuevo registro para Isla Verde, △ Nuevo registro para Anegada de adentro, ✦ Nuevos registros para La Blanquilla ☆ Nuevo registro para el PNSAV.

Además es importante mencionar que para el arrecife Anegada de Adentro *Navanax aenigmaticus*, es nuevo registro; Zamora (2012), reporta que sólo ha sido registrada en La Gallega-Galleguilla e Isla Verde. La especie *Oxynoe antillarum* es un nuevo registro para Isla Verde, ya que fue reportada para la Gallega por Zamora en el 2012 como nuevo registro para el PNSAV; *Dendrodoris krebsii* y *Pleurobranchus crossei* han sido reportadas para el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) por Ortigosa y colaboradores en el 2010. En el caso particular de La Blanquilla se determinó un organismo hasta Familia Discodorididae, sin determinar la especie y así se reporta en el estudio, en este arrecife no se encontraron trabajos previos, con relación a los opistobranquios, por lo que cada una de las especies registradas son nuevas para este ambiente.



Fig. 8. (A) *Oxynoe antillarum* Mörch, 1863; (B) *Dendrodoris krebsii* Mörch, 1863; (C) *Discodoris evelinae* Er. Marcus, 1955; (D) *Dolabrifera dolabrifera* Cuvier, 1817; (E) *Elysia crispata* Mörch, 1863; (F) *Navanax aenigmaticus* Bergh, 1893; (G) *Bursatella leachii pleii* Rang, 1828; (H) *Aplysia dactylomela* Rang, 1828; (I) *Bulla striata* Bruguière, 1792; (J) *Pleurobranchus aerolatus* Mörch, 1863; (K) *Pleurobranchus crosseii* Vaysière, 1897. FOTOS EDSON

CATALOGO DE ESPECIES.



Navanax aenigmaticus

DISTRIBUCION: Florida, Texas, México y Caribe.

DIAGNOSIS: Concha interna de hasta 75 mm, el cuerpo es de amarillo claro a café fuerte, en este trabajo solo se encontró de color café. Tiene una serie de puntos azul turquesa a lo largo del margen interior de los parapodios.

HABITAT: Se desarrollan en el fondo marino, donde se les localiza en pedacería de coral, sobre coral vivo y fondos arenosos.



Bulla striata

DISTRIBUCIÓN: Florida, Texas, México, Caribe y Brasil.

DIAGNOSIS: Concha de hasta 35 mm; de color beige con diversos tonos de café; su ornamentación consiste en estrías a lo largo de la concha; el interior es blanquecino, el labio externo es delgado; carece de opérculo y periostraco. En el estudio se encontró sólo la concha del organismo.

HABITAT: Se le encuentra sobre pedacería de coral y arena, ya que vive enterrada en sedimento suave.



Bulla occidentalis

DISTRIBUCIÓN: Florida, Texas, México y Caribe.

DIAGNOSIS: Color gris translúcido con numerosas manchas blancas opacas en la cabeza y parapodios. Concha de hasta 25mm de color marrón con manchas de color marrón oscuro y negro. En el estudio se encontró sólo la concha del organismo.

HABITAT: Se desarrollan en el fondo marino sobre pedacería de coral y arena, ya que vive enterrada en sedimento suave.



Oxynoe antillarum

DISTRIBUCIÓN: Florida, México, Caribe y Brasil.

DIAGNOSIS: Tamaño de hasta 20mm de largo. Concha de 6 a 10 mm, organismo de una pulgada de tamaño, el color varia de amarillo a verde, con una banda amarilla que corre de la parte posterior hacia la cabeza acompañada de puntos azules, los rinóforos son normalmente amarillos con puntos azules, concha translúcida algunas cubiertas completamente por los parapodios.

HABITAT: Estas especies se refugian exitosamente entre las algas *Caulerpa* de la cual se alimenta, en este estudio se ubicó sobre la pedacería de coral.



Elysia crispata

DISTRIBUCIÓN: Florida, México y Caribe.

DIAGNOSIS: Organismo de 20 a 40 mm. De color verde-azul con manchas blancas en el pie y en el borde de la ondulación; los parapodios están plegados, ondulados y levantados a lo largo del animal; presenta rinóforos tubulares simples y delgados; realiza simbiosis con zooxantelas.

HABITAT: Se presenta en la zona intermareal, a pocas profundidades, sobre pedacería de coral, coral vivo y arena.



Aplysia dactylomela

DISTRIBUCIÓN: En aguas cálidas de todo el mundo.

DIAGNOSIS: Talla de hasta 20 cm, cuerpo rígido, de color verde con marcas grandes y negras encontrándose en los parapodios, tiene glándulas del manto que secretan una sustancia de color púrpura

HABITAT: Se observa sobre pedacería de coral con vegetación, como en sustrato arenoso y coral, en zonas someras.



Dolabrifera dolabrifera

DISTRIBUCIÓN: Florida, México, Caribe y Brasil.

DIAGNOSIS: Talla de hasta 40 mm de largo. Forma relativamente aplanada, los colores varían desde verde moteado hasta café claro y rosa, rojo o café oscuro; el cuerpo se encuentra cubierto de tubérculos, parapodios fusionados excepto por una pequeña región en la parte posterior media.

HABITAT: Esta especie habitualmente puede observarse debajo de rocas cerca de la cresta arrecifal.



Bursatella leachii pleii

DISTRIBUCIÓN: Florida, Texas, México, Caribe y Brasil.

DIAGNOSIS: De 120 mm de longitud, los colores varían de pardo claro a café, numerosas papilas que cubren el cuerpo y puntos blancos y oro.

HABITAT: Esta especie es de zonas protegidas ubicándola sobre pedacería de coral, coral vivo y praderas marinas.



Pleurobranchus crossei

DISTRIBUCIÓN: México y Caribe.

DIAGNOSIS: De 50 mm de longitud. Variaciones en el color que van de blanco a amarillo rojizo y opaco, los tubérculos pequeños de color blanco, los rinóforos son grandes del mismo color que el resto del Cuerpo.

HABITAT: Se le puede observar activamente sobre pedacería de coral, coral vivo y sobre las esponjas.

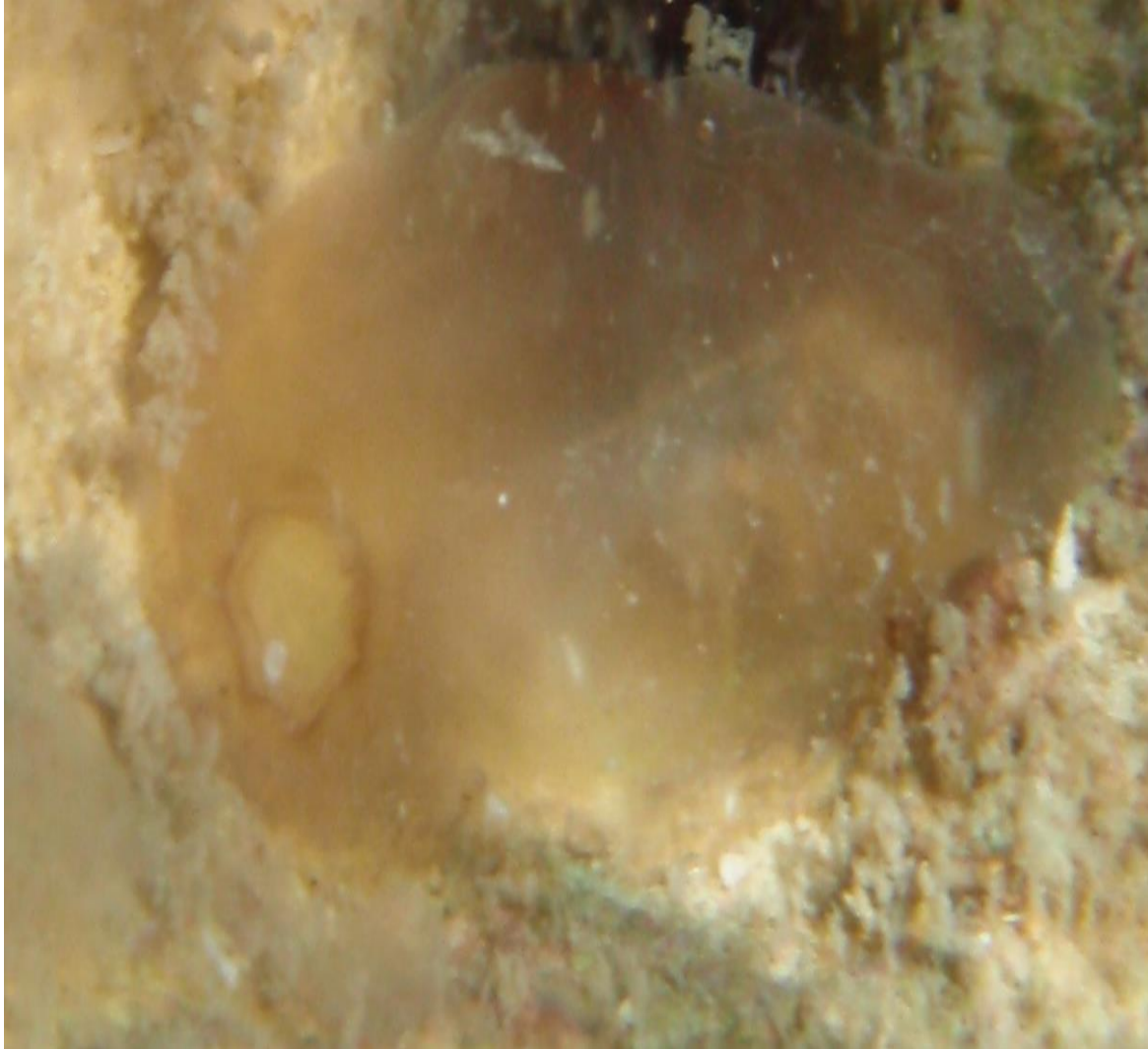


Pleurobranchus aerolatus

DISTRIBUCIÓN: Desde México hasta el Caribe.

DIAGNOSIS: Talla de hasta 110 mm de largo. La superficie notal se encuentra cubierta de tubérculos lisos de gran tamaño, los tubérculos mas grandes son cafés y los más pequeños son color dorado o blancos. Los rinóforos son enrollados de color café a naranja.

HABITAT: Se le puede encontrar bajo rocas, pedacería de coral, coral vivo, esponjas y tunicados, en zonas someras.



Discodorididae sp.

DISTRIBUCIÓN: Golfo de México

DIAGNOSIS: Color translúcido, dorso cubierto por pequeñas caryophyllidia, rinóforos y branquias tienen el mismo color que el resto del cuerpo.

HABITAT: Se localizó sobre coral vivo.



Discodoris evelinae

DISTRIBUCIÓN: Florida, Texas, México, Caribe y Brasil.

DIAGNOSIS: Talla de hasta 108 mm de largo Color altamente variable que va desde crema o beige a púrpura y manchas blancas y oscuras, rinóforos y branquias tienen el mismo color que el dorso pero con las extremidades son blancas cubierto por numerosos tubérculos grisáceos.

HABITAT: Puede encontrarse sobre pedacería de coral, arena, coral vivo, esponjas, anémonas y briozoos.



Dendrodoris krebssi

DISTRIBUCIÓN: Florida, México, Caribe y Brasil.

DIAGNOSIS: De 10 mm de longitud. Color muy variable, blanco, amarillo, negro, rojo. Normalmente los animales blancos o amarillos muestran manchas oscuras en el dorso. Los ejemplares juveniles son de color rojo (Valdés et al., 1996). Las hojas branquiales presentan el mismo color que el dorso, y el borde exterior blanco. Los rinóforos son normalmente de color negro, con el ápice blanco.

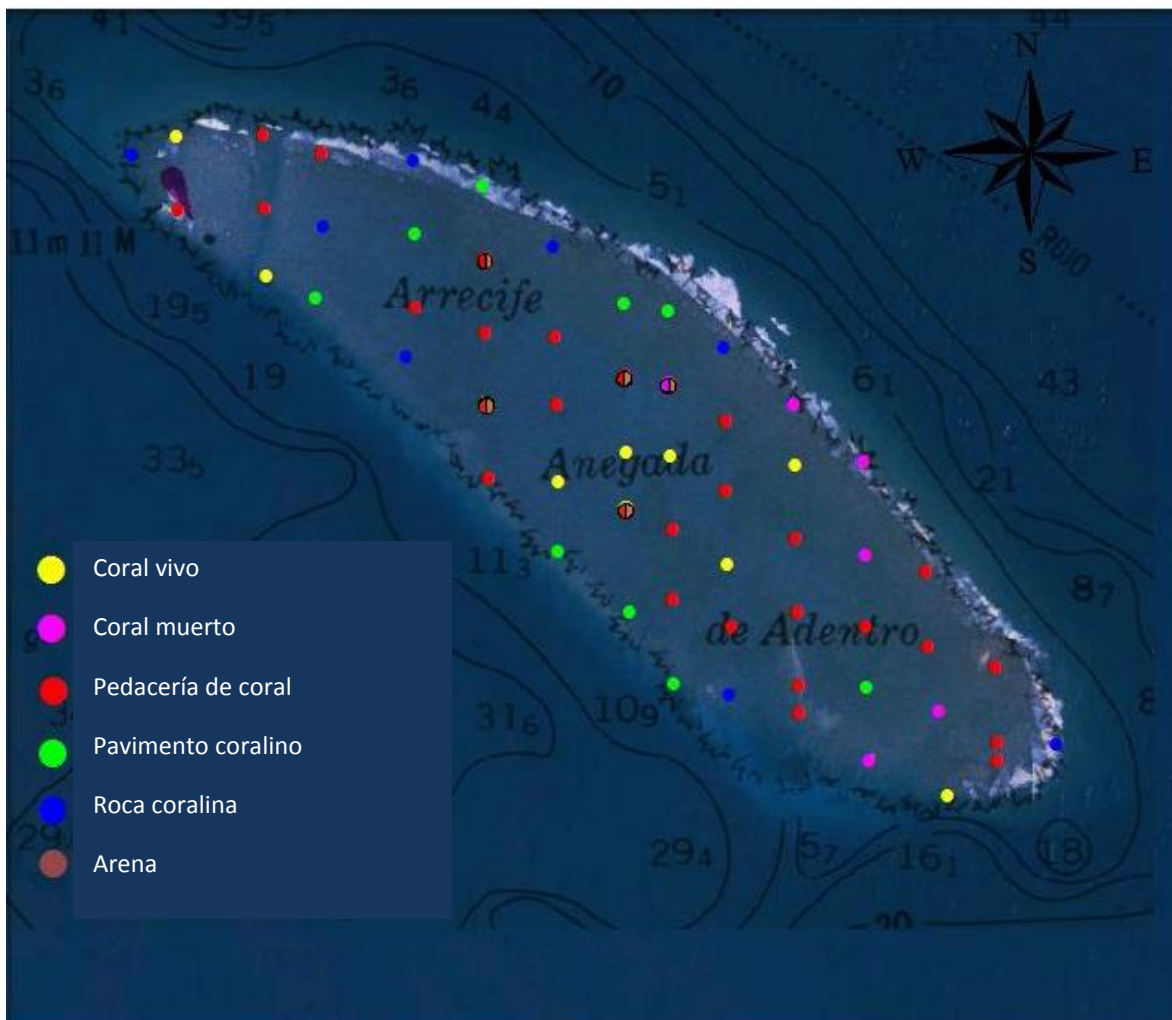
HABITAT: Puede observarse sobre pedacería de coral y coral vivo.

DISTRIBUCIÓN DE BIOTOPOS

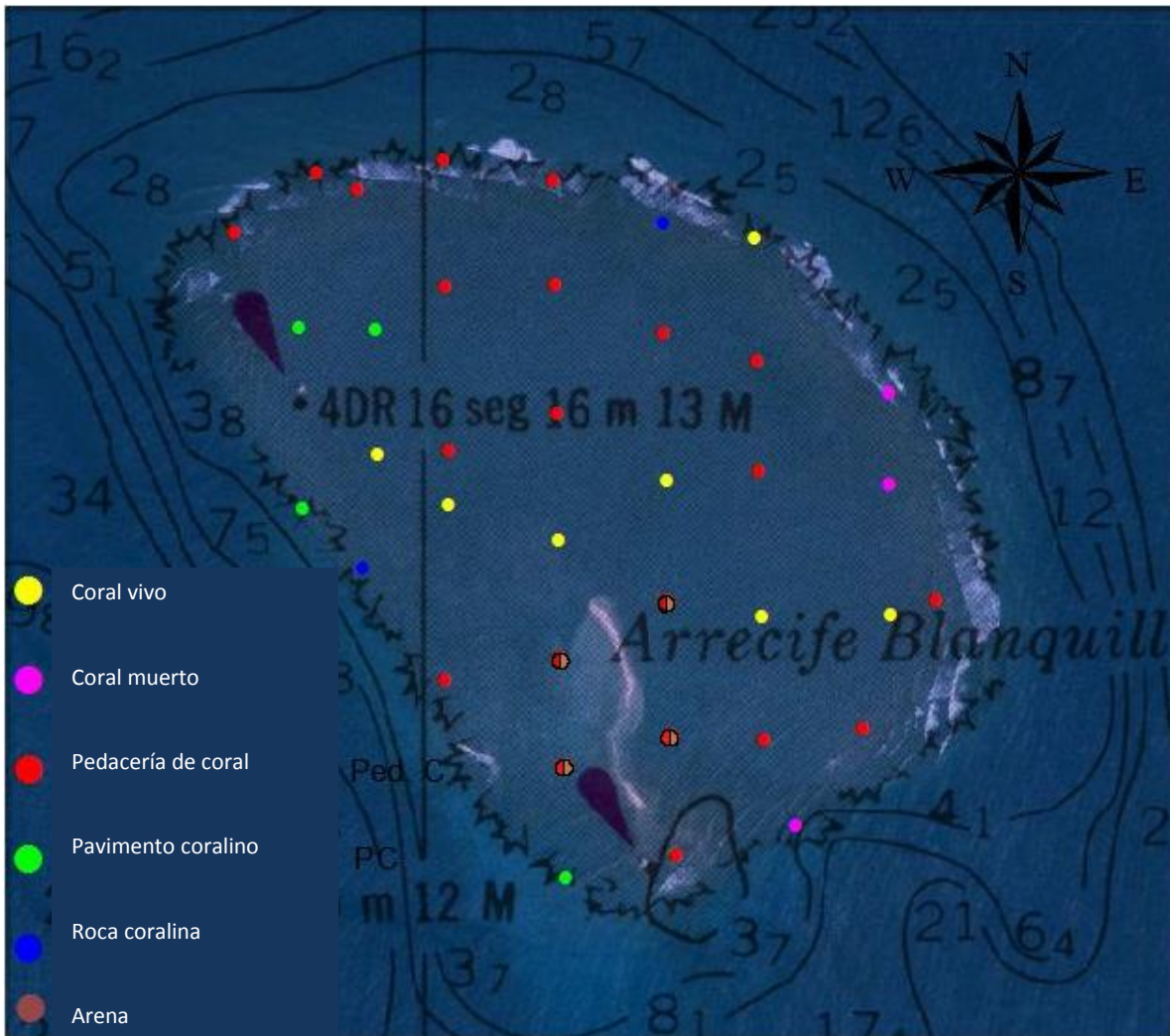
En los arrecifes trabajados se registraron 7 diferentes biotopos: para el arrecife de Anegada de Adentro (mapa 4) se observó que pedacería de coral se localizó en 26 de los 59 cuadrantes, asociado con otros sustratos como coral vivo y arena (la arena se presentó en muy bajos porcentajes), tanto en la parte central como hacia barlovento y sotavento. En cuanto al coral vivo se ubicó en 10 cuadrantes, localizados en la parte central de la planicie arrecifal, igualmente en combinación con otros sustratos como pedacería de coral y arena, uno de los cuadrantes se presentó en la cresta arrecifal del sureste hacia sotavento, el coral muerto se encontró principalmente hacia la parte Este del arrecife, tanto en la planicie como en la cresta arrecifal del barlovento. Los sustratos pavimento coralino y roca coralina se distribuyeron sobre las crestas arrecifales, tanto hacia barlovento y sotavento. Para este arrecife no se reportó el sustrato *Thalassia*.

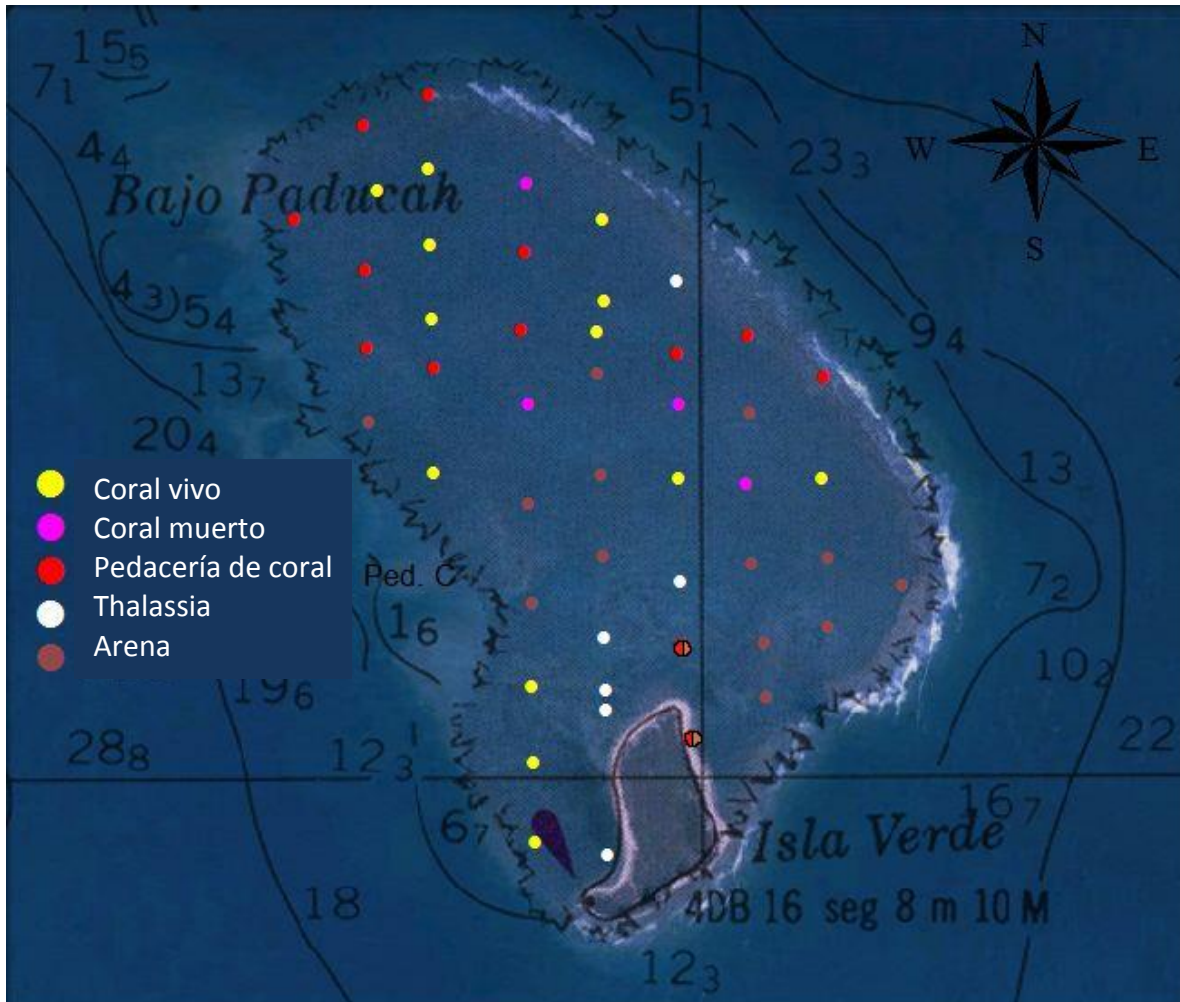
La Blanquilla (mapa 5) está formada por material coralígeno en todos los grados de desintegración, los restos madrepóriticos más grandes se acumulan en la zona de barlovento, mientras que la zona de sotavento elementos no muy finos según Vargas-Hernández en 1993; para este estudio se observaron 6 sustratos de los cuales el que tiene una mayor cobertura es la pedacería de coral, el cual se ubica principalmente en el centro del arrecife, asociándose con otros sustratos, especialmente con arena, la cual ha formado un cayo característico en la parte Sur del arrecife. El coral vivo se localizó en un sólo cuadrante, ubicado en la cresta arrecifal Norte y el Coral Muerto se ubicó en tres cuadrantes, dos hacia barlovento y uno a sotavento. Para el pavimento coralino y la roca coralina se ubicaron en las crestas arrecifales tanto hacia barlovento y sotavento, dos cuadrantes de pavimento coralino se ubicaron en las cercanías con el faro.

Para Isla Verde (mapa 6) los sustratos dominantes fueron Arena asociada con pedacería de coral, que se ubica en la planicie arrecifal hacia el Sur y Sureste del arrecife, preferentemente hacia barlovento, *Thalassia testudinum* se encontró en la parte Sur del arrecife, en los alrededores de la isla y un solo cuadrante se localizó en la cresta arrecifal norte, el crecimiento de *Thalassia* es gracias a la acumulación del sedimento fino, el cual permite su crecimiento (Chávez e Hidalgo, 1987). El coral vivo se ubicó principalmente en la parte central tanto hacia barlovento y sotavento; el coral muerto sólo se observa en 4 cuadrantes, tres se ubican en la parte central del arrecife y uno hacia barlovento; la pedacería de coral se encontró en la parte Norte del arrecife, tanto en parte central como hacia barlovento, asociándose con la arena en algunos cuadrantes cercanos a la Isla.



Mapa 4. Distribución de biotopos en Aneгада de Adentro.





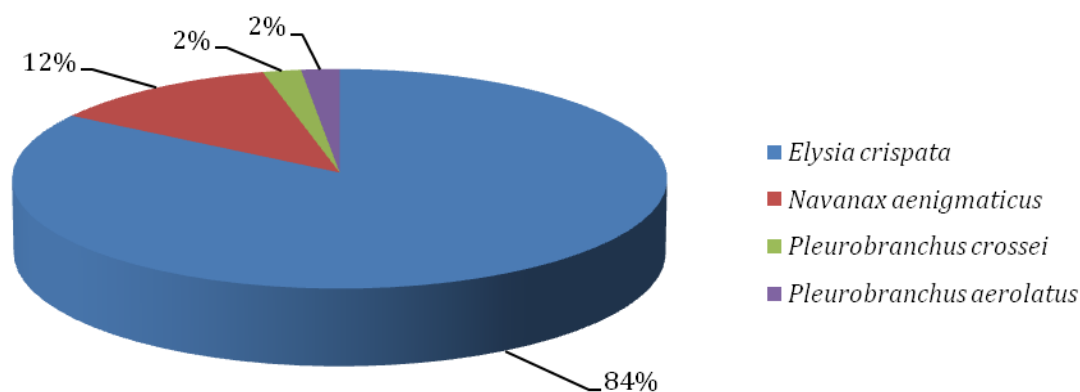
Mapa 6. Distribución de biotopos en Isla Verde.

En los tres arrecifes estudiados se observa que la pedacería de coral es el biotopo más abundante, encontrándose primordialmente en la parte central de la planicie arrecifal, esto se debe a que la presencia de un frente arrecifal, con una cresta subsuperficial bien delimitada que corre a todo lo largo del frente, orientado hacia el este y sureste, provocando un oleaje de alta energía, caracterizada por la presencia del coral cuernos de alce u orejón (*Acropora palmata*); tras esta cresta, típicamente hay una estrecha franja subsuperficial caracterizada por un activo crecimiento de algas calcáreas que juegan un evidente papel cementando fragmentos de coral para formar el pavimento coralino y la roca coralina; el efecto erosivo del ambiente sobre el frente arrecifal, favorece el aumento en la carga de sedimentos biogénicos, que en un momento dado limiten el crecimiento de los corales en la parte central y posterior del arrecife, esto daría lugar a la formación de una laguna (Chávez e Hidalgo, 1987).

PARAMETROS COMUNITARIOS

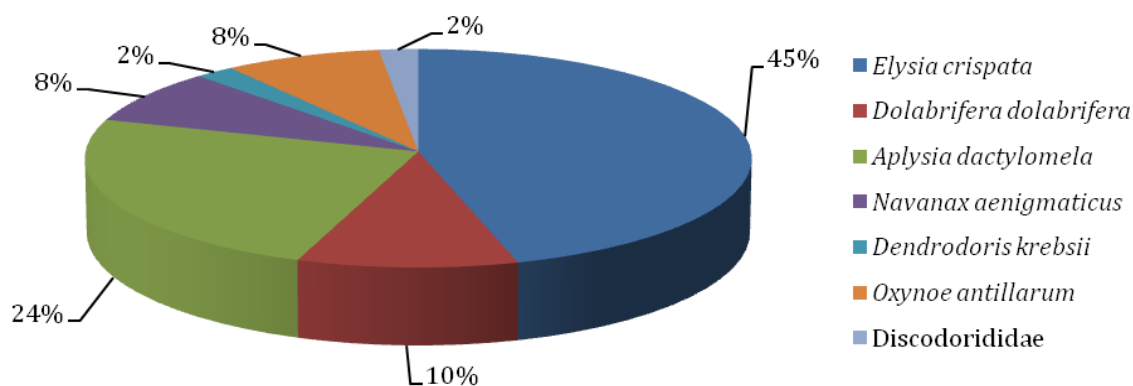
Riqueza y abundancia

Para Anegada de Adentro se encontraron 85 organismos observando una riqueza de 4 especies, la especie *Elysia crispata* fue la más abundante con el 84% (71 organismos), *Pleurobranchus crossei* y *Pleurobranchus aerolatus* 2% (2 organismos) cada uno (gráfica 1), siendo estas últimas las menos abundantes.



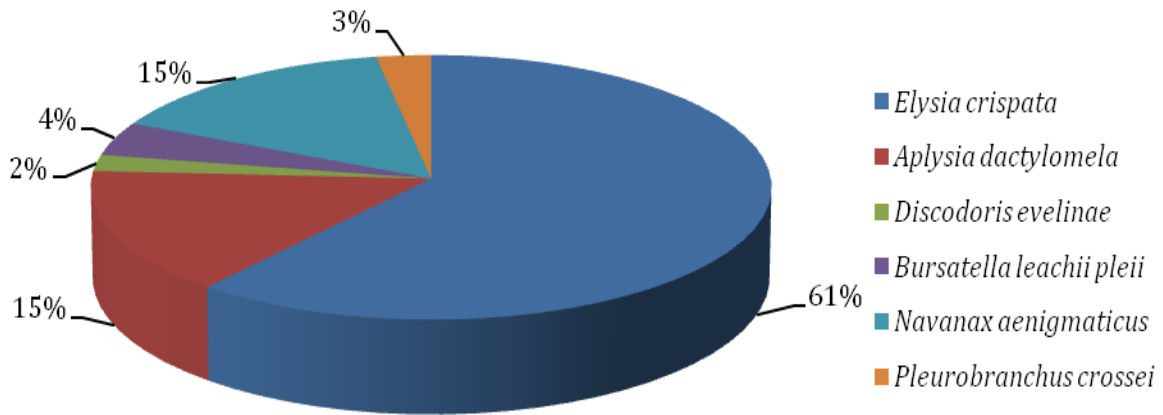
Gráfica 1. Abundancia relativa de las especies de los opistobranquios para Anegada de Adentro.

De un total de 49 organismos se observó una riqueza de 7 especies para el arrecife La Blanquilla, la especie más abundante fue *Elysia crispata* con un 45% (22 organismos), *Dendrodoris krebsii* y Discodorididae presentan 2% (1 organismo) cada uno (gráfica 2), fueron las menos abundantes.



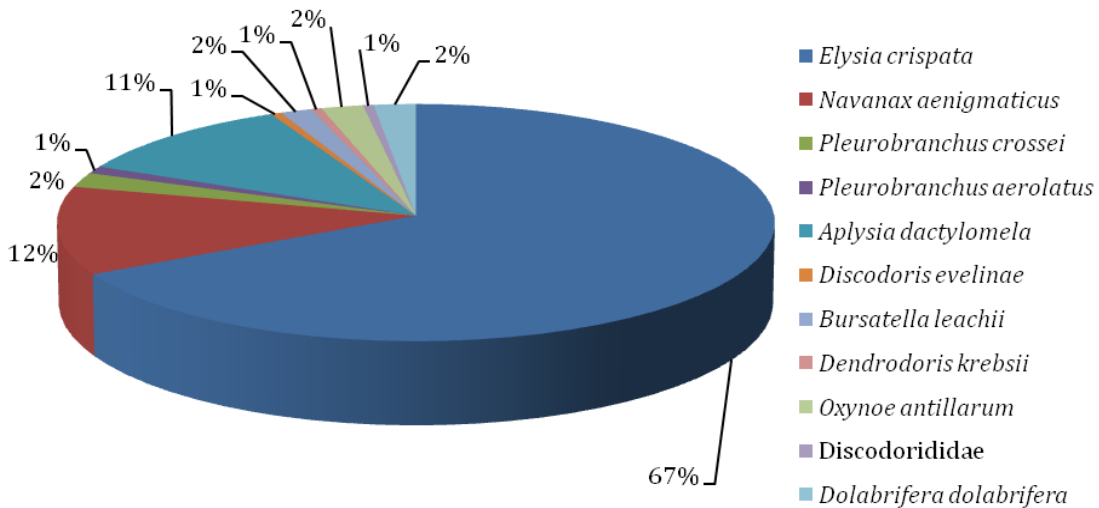
Gráfica 2. Abundancia relativa de los opistobranquios para La Blanquilla.

Isla Verde presentó 72 organismos con una riqueza de 6 especies, siendo *Elysia crispata* con 61% (44 organismos) la especie más abundante y *Discodoris evelinae* 2% (1 organismo) la menos abundante (gráfica 3).



Gráfica 3. Abundancia relativa de las especies de los opistobranquios para Isla Verde.

Elysia crispata es la especie más abundante para los tres arrecifes con el 67% (137 organismos) de las determinaciones realizadas (gráfica 4) y las menos abundantes con el 1% (1 organismo) *Pleurobranchus aerolatus*, *Discodoris evelinae*, *Dendrodoris krebsii* y Discodoridae.



Gráfica 4. Abundancia relativa de los opistobranquios para los tres arrecifes.

Analizando cada una de las abundancias de las especies, *Elysia crispata* es la especie más abundante para los tres arrecifes estudiados, que posiblemente se

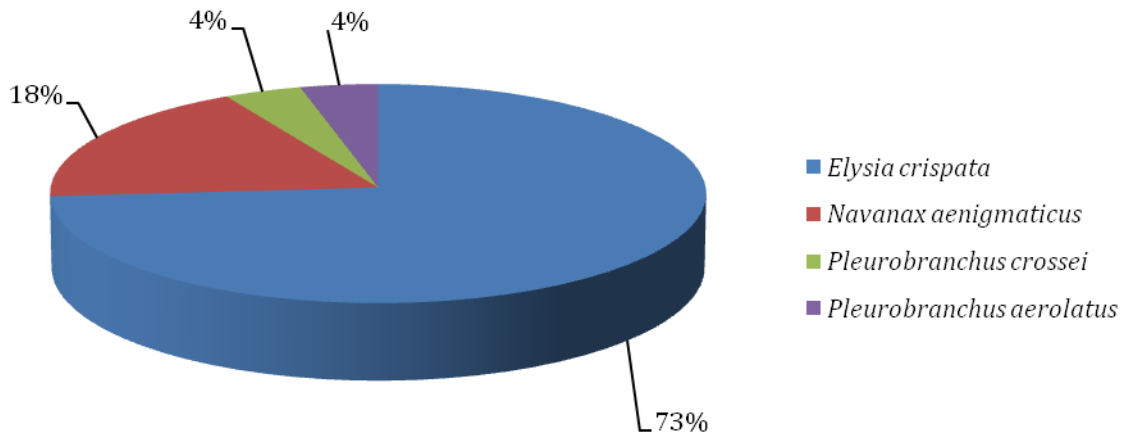
deba a diferentes factores, uno de ellos su tipo de alimentación herbívora, ya que fue localizada en la mayoría de las ocasiones sobre Pedacera de Coral que es el biotopo con mayor abundancia en los tres arrecifes, la cual contiene diferentes tipos de algas Chlorophytas y Rhodophytas como *Corallina* sp., *Laurencia* spp., *Ulva* spp., *Centroceras clavulatum*, *Cladophora* sp., *Gracilaria* sp., *Laurencia papillosa* y *Acanthophora spicifera* (Gosliner, 1995), principal alimento de *Elysia crispata*. Se observa también que la abundancia de *Navanax aenigmaticus* (principal depredador de *Elysia crispata*) es la segunda más abundante, lo cual podría estar ligado a la presión de búsqueda y captura. Otro factor sería la posible estacionalidad de las especies ya sea por condiciones ambientales o de reproducción lo cual no se estableció en este estudio. El arrecife la Blanquilla se determinó como el de mayor riqueza a pesar de ser el más pequeño de los arrecifes estudiados.

Densidad y frecuencia

La densidad encontrada para *Elysia crispata* en el arrecife Anegada de Adentro es de 48.13 ind/km² (cuadro 1) con el 73.33% de frecuencia relativa (gráfica 5), *Pleurobranchus crosseii* y *Pleurobranchus aerolatus* las menos densas obtuvieron 1.35 ind/km² con un 4.44% de frecuencia relativa cada uno.

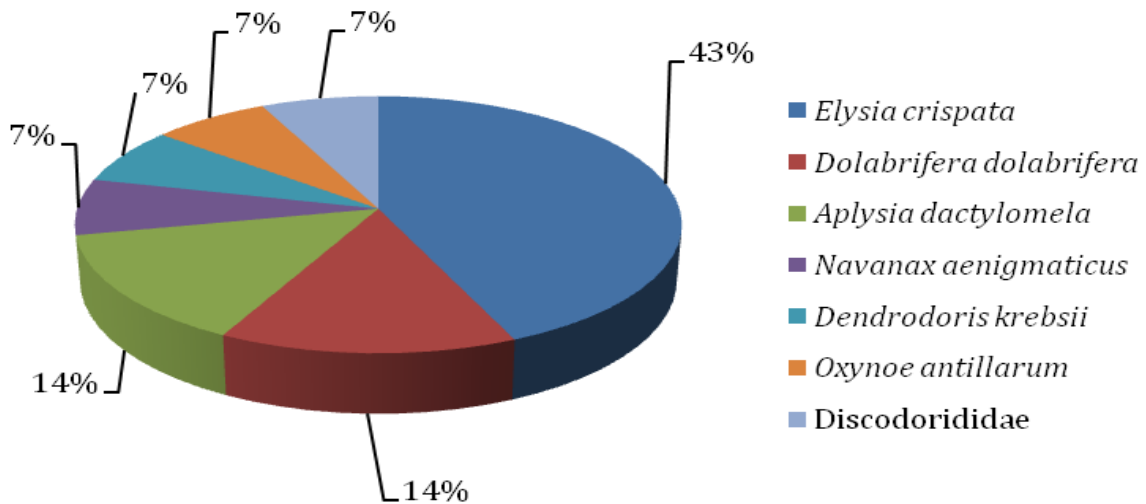
Especies	Anegada de Adentro	La Blanquilla	Isla Verde
<i>Elysia crispata</i>	48.13 ind/km ²	23.15 ind/km ²	36.66 ind/km ²
<i>Navanax aenigmaticus</i>	6.77 ind/km ²	4.21 ind/km ²	9.16 ind/km ²
<i>Discodoris evelinae</i>			0.83 ind/km ²
<i>Bursatella leachii</i>			2.5 ind/km ²
<i>Dendrodoris krebsii</i>		1.05 ind/km ²	
<i>Oxynoe antillarum</i>		4.21 ind/km ²	
<i>Discodorididae</i>		1.05 ind/km ²	
<i>Pleurobranchus crosseii</i>	1.35 ind/km ²		1.66 ind/km ²
<i>Pleurobranchus aerolatus</i>	1.35 ind/km ²		
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>		5.26 ind/km ²	
<i>Aplysia dactylomela</i>		12.63 ind/km ²	9.16 ind/km ²

Cuadro 1. Valores de la densidad para los tres arrecifes en ind/Km².



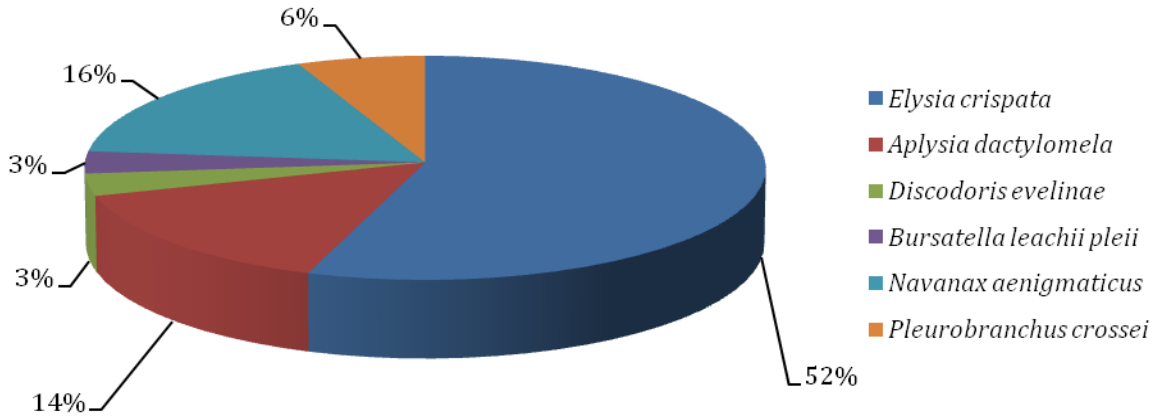
Gráfica 5. Frecuencia relativa de las especies de los opistobranquios de Anegada de Adentro.

En La Blanquilla *Elysia crispata* registró la mayor densidad con 23.15 ind/km² (cuadro 1) y una frecuencia del 42.8% (gráfica 6), la menor densidad *Dendrodoris krebsii* y Discodorididae con 1.05 ind/km² y una frecuencia del 7.14%.



Gráfica 6. Frecuencia relativa de los opistobranquios de La Blanquilla.

Para Isla Verde la especie con mayor densidad fue *Elysia crispata* con 36.66 ind/km² (cuadro 1) y una alta frecuencia de 51.61% (gráfica 7), la especie que tiene menor densidad con 0.83 ind/km² y una frecuencia del 3.22% fue *Discodoris evelinae*.

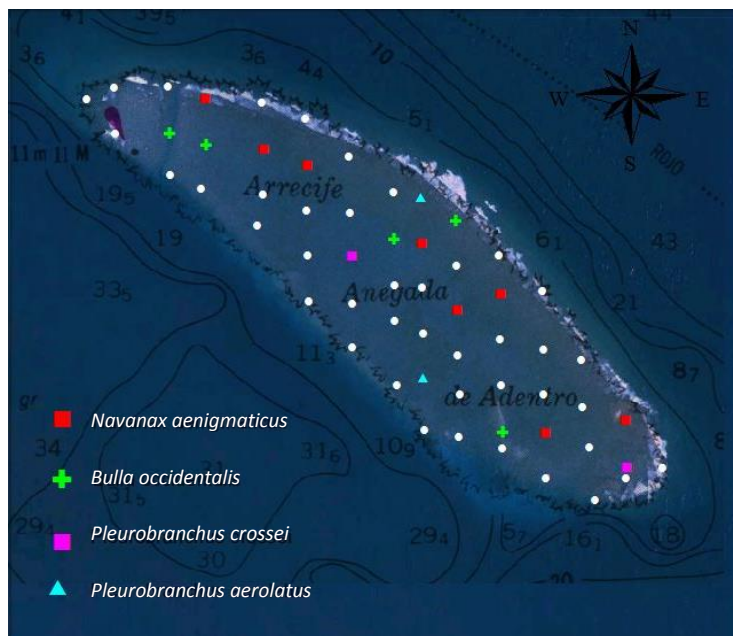


Gráfica 7. Frecuencia relativa de las especies de los opistobranquios de Isla Verde.

Elysia crispata fue la especie que mayor densidad obtuvo en los tres arrecifes, al igual que una alta frecuencia, lo que nos indica que el ambiente le es favorable por la gran abundancia del biotopo de pedacería de coral dentro de los tres arrecifes, Rodríguez y colaboradores en el 2003 mencionan que *Elysia crispata* puede ser localizada en varios hábitats como en áreas de escombros, pastos marinos y arrecifes, desde la costa hasta 4 m de profundidad, en arrecifes artificiales, bajo rocas a 3 m de profundidad, en fondos calcáreos y arrecifes coralinos con *Thalassia* y algas dispersas, desde menos de 2 m hasta 9 m de profundidad y en fondos rocosos con *Acropora* de 1 a 2 m de profundidad, sobre *Caulerpa* y *Sargassum*, en pozas de marea rocosas intermareales y rocas sublitorales, sobre rocas cubiertas por algas hasta 4 m de profundidad.

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

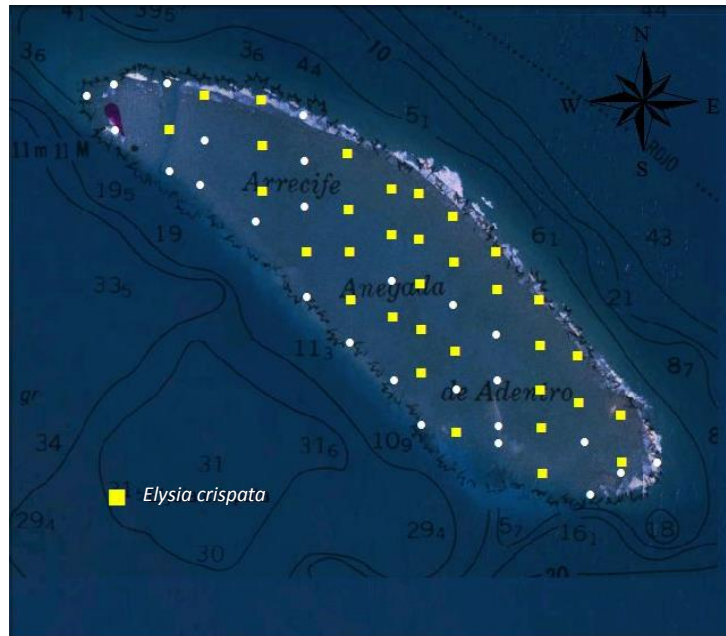
Navanax aenigmaticus (mapa 7) en Anegada de Adentro presenta una distribución hacia la parte central de la planicie arrecifal (6 cuadrantes) y barlovento (2 cuadrantes), se localizó principalmente en pedacería de coral y coral vivo. *Bulla occidentalis*, que sólo se encontró en 5 cuadrantes que se orientan hacia la parte central, se registró en pedacería de coral y Arena. *Pleurobranchus crosseii* y *Pleurobranchus aerolatus* se encontraron sólo en un cuadrante diferente cada uno, hacia barlovento y otro hacia sotavento, encontrándolos sobre pedacería de coral y coral vivo; en lo que respecta a *Bulla striata* (mapa 8) se localizó hacia barlovento, centro y sotavento, ubicándolos sobre pedacería de coral principalmente. *Elysia crispata* (mapa 9) se distribuyó hacia barlovento y la parte central encontrándose en la mayoría de los cuadrantes dentro del arrecife de Anegada de Adentro en los sustratos de pedacería de coral, coral vivo y arena.



Mapa 7. Distribución de *Navanax aenigmaticus*, *Bulla occidentalis*, *Pleurobranchus crosseii* y *Pleurobranchus aerolatus* en Aneгада de Adentro.

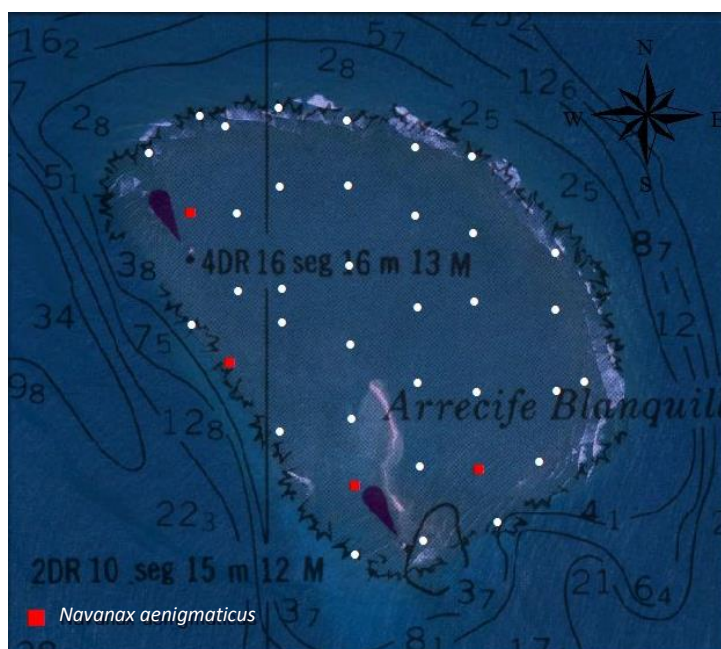


Mapa 8. Distribución de *Bulla striata* en Aneгада de Adentro.



Mapa 9. Distribución de *Elysia crispata* en Anegada de Adentro.

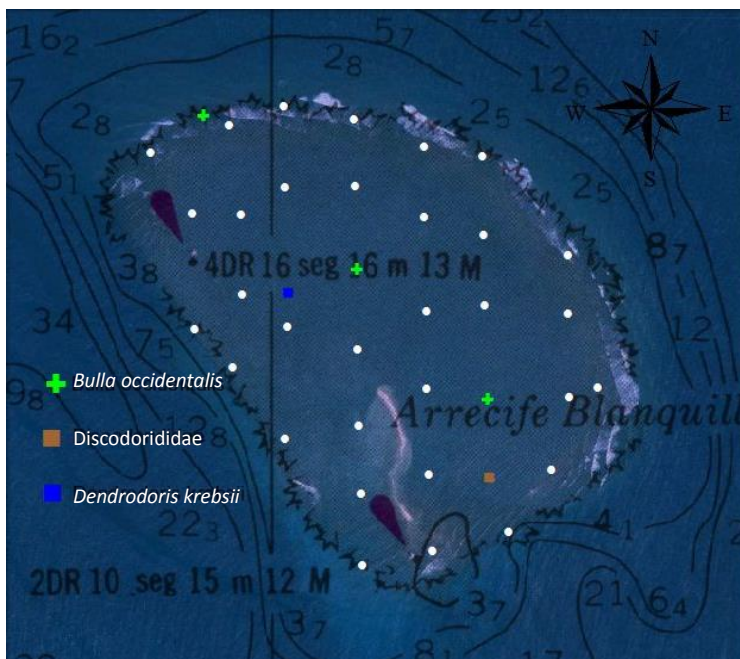
Para el arrecife de La Blanquilla la especie *Navanax aenigmaticus* (mapa 10) se distribuyó en 5 cuadrantes, de los cuales 4 son de la zona centro de la planicie arrecifal y uno hacia sotavento (cresta arrecifal) se ubicó principalmente sobre la pedacería de coral. En la distribución *Bulla striata* (mapa 11) se encontró principalmente en la parte central y solo dos cuadrantes en las crestas arrecifales sobre pedacería de coral y arena. *Dendrodoris krebsii* (mapa 12) se distribuyó hacia la parte central, encontrándose en un cuadrante sobre pedacería de coral; la especie de la familia Discodorididae se localizó en la parte central de la planicie arrecifal y en un sólo cuadrante sobre coral vivo, lo que respecta a *Bulla occidentalis* se encontró en tres cuadrantes, dos hacia la parte central de la planicie arrecifal y uno hacia barlovento, en la cresta arrecifal sobre pedacería de coral. *Oxynoe antillarum* (mapa 13) fue encontrado en tres cuadrantes, dos se distribuyen hacia la parte central y uno hacia sotavento (cresta arrecifal) presentándose en pedacería de coral. *Elysia crispata* (mapa 14) se distribuyó principalmente en la zona centro del arrecife con 8 cuadrantes, 4 cuadrantes hacia barlovento y 2 a sotavento, sobre pedacería de coral, coral vivo y coral muerto. *Aplysia dactylomela* sólo se pudo observar en 3 cuadrantes que están localizados en la parte central de la planicie arrecifal, principalmente en pedacería de coral, coral vivo y arena. *Dolabrifera dolabrifera* se distribuyó hacia barlovento en 2 cuadrantes sobre la cresta arrecifal, presentándose en coral vivo y roca coralina.



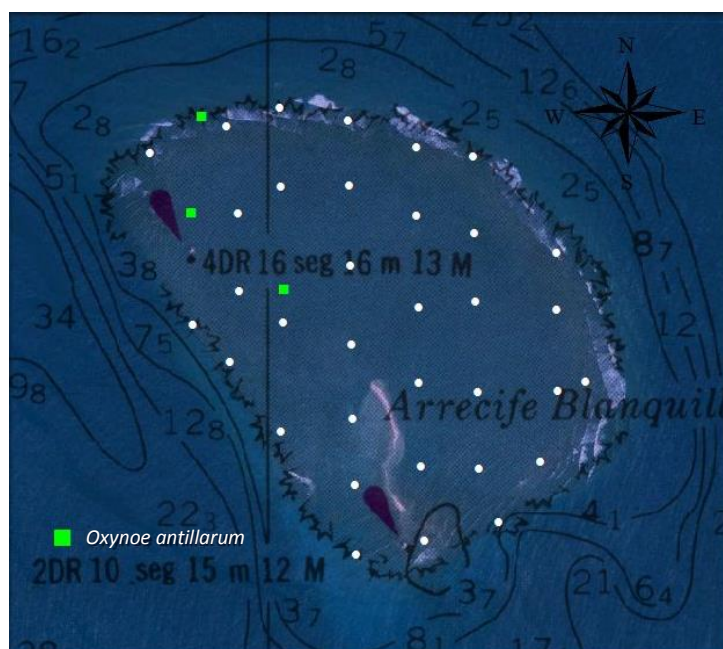
Mapa 10. Distribución de *Navanax aenigmaticus* en La Blanquilla.



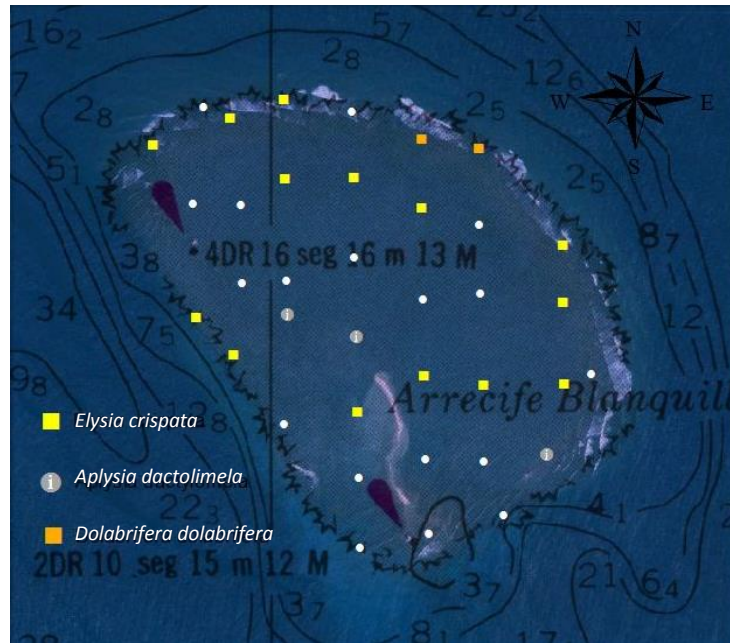
Mapa 11. Distribución de *Bulla striata* en La Blanquilla.



Mapa 12. Distribución de *Bulla occidentalis*, *Discodorididae* y *Dendrodoris krebisii* en La Blanquilla.

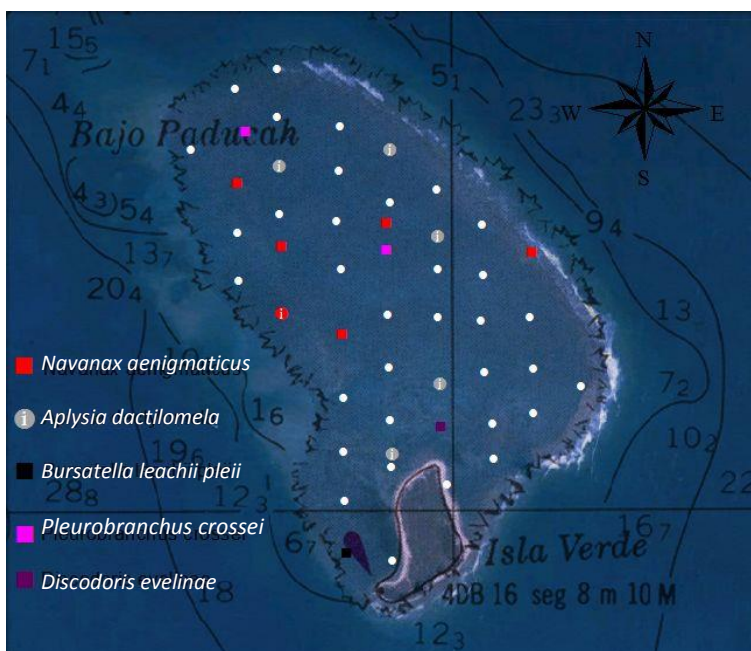


Mapa 13. Distribución de *Oxynoe antillarum* en La Blanquilla.

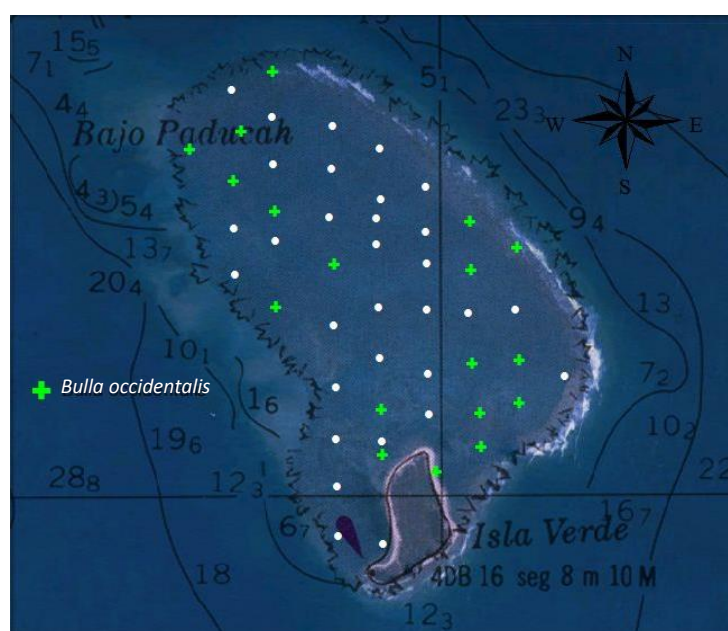


Mapa 14. Distribución de *Elysia crispata*, *Aplysia dactylomela* y *Dolabrifera dolabrifera* en La Blanquilla.

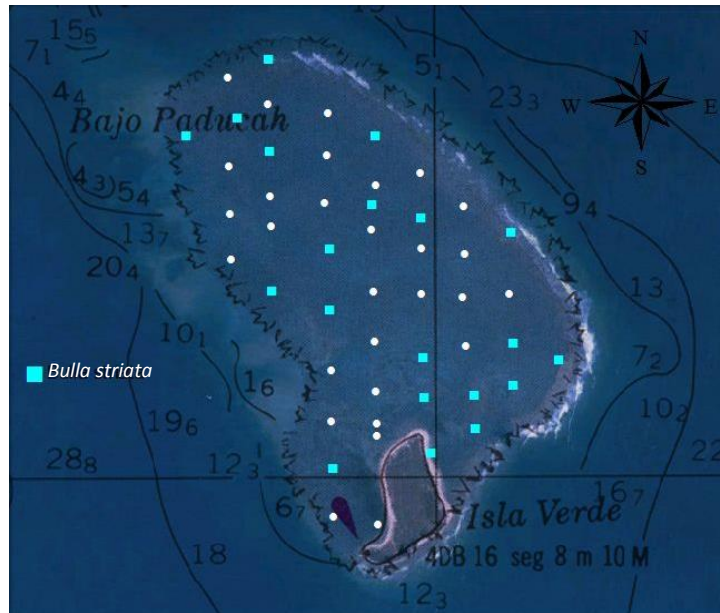
En el arrecife de Isla Verde la especie *Navanax aenigmaticus* (mapa 15) se registró en 4 cuadrantes en la parte central del arrecife y en un sólo cuadrante hacia barlovento, distribuyéndose en pedacería de coral, coral vivo y arena. *Aplysia dactylomela* se ubicó primordialmente en la parte central de la planicie arrecifal sobre pedacería de coral, coral vivo y *Thalassia*. *Bursatella leachii pleii* sólo se encontró en un cuadrante que se ubicó en la cercanías a la cresta arrecifal de sotavento, presente en pedacería de coral y coral vivo. *Pleurobranchus crossei* se localizó en dos cuadrantes en la parte central del arrecife, presentándose en coral vivo, coral muerto y arena. *Discodoris evelinae* con un solo ejemplar se localizó en un cuadrante en la parte central de la planicie arrecifal cercano a la isla, se le encuentra sobre pedacería de coral y arena. *Bulla occidentalis* (mapa 16) de los 18 cuadrantes donde se localizó, 13 se ubicaron en la parte central de la planicie arrecifal, 3 hacia barlovento y 2 en sotavento, se le encontró sobre pedacería de coral y arena. La especie *Bulla striata* (mapa 17) se encontró en 3 cuadrantes hacia barlovento y 3 más hacia sotavento, pero primordialmente se encontró sobre la parte central de la planicie arrecifal, sobre pedacería de coral y arena. Para *Elysia crispata* (mapa 18) la mayoría de los cuadrantes donde se localizaron se encuentran en la parte central de la planicie arrecifal, principalmente orientados hacia barlovento y solo dos cuadrantes hacia sotavento, registrándose sobre pedacería de coral, coral vivo y arena.



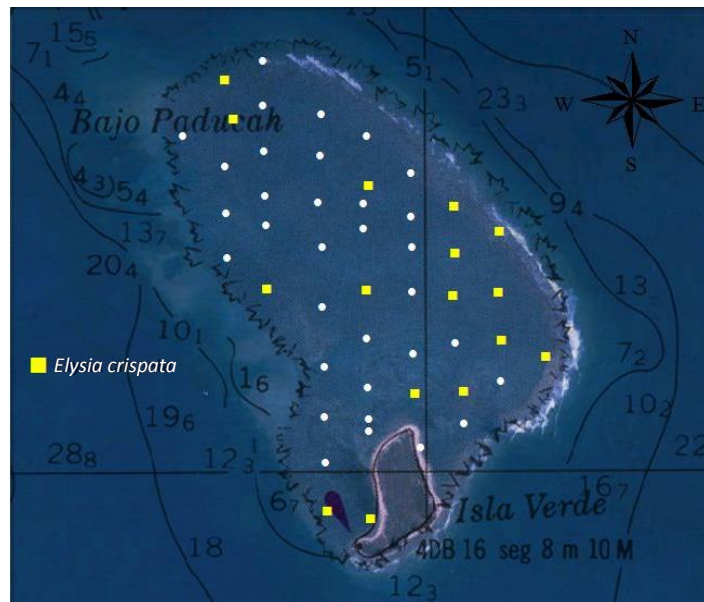
Mapa 15. Distribución de *Navanax aenigmaticus*, *Aplysia dactylomela*, *Bursatella leachii pleii*, *Pleurobranchus crosseii* y *Discodoris evelinae* en Isla Verde.



Mapa 16. Distribución de *Bulla occidentalis* en Isla Verde.



Mapa 17. Distribución de *Bulla striata* en Isla Verde.



Mapa 18. Distribución de *Elysia crispata* en Isla Verde.

A partir de lo mencionado anteriormente, se analizó cada una de las especies encontradas en los tres arrecifes, observando que el biotopo en que se encontraron es similar y característico de cada una de las especies, como *Navanax enigmaticus* localizada en los tres arrecifes, sobre pedacería de coral, coral vivo, coral muerto y arena en la planicie arrecifal, esto concuerda con lo

dicho por Zamora (2008), que menciona que la especie se localiza comúnmente bajo algas pardas, rocas, sobre corales y fondos arenosos.

Bulla striata y *Bulla occidentalis* fue encontrada sobre la parte central de la planicie y sotavento, sobre el sustrato de pedacería de coral y arena, Ortigosa (2005) señala que las especies se localizan en fondos arenosos y durante la noche salen a alimentarse, caracterizándose por ser especies carnívoras excavadoras, siendo una de las probables razones por la que no se encontró algún organismo vivo, ya que no se realizó muestreo nocturno ni levantamiento del fondo arenoso.

Oxynoe antillarum sólo fue localizada en La Blanquilla, sobre pedacería de coral, siendo una especie que ha sido reportada por Warmke y Almodóvar (1972) y Zamora (2012) sobre *Caulerpa* de la cual se alimenta y se refugia exitosamente; ampliándose su distribución sobre el biotopo en donde se localiza, ya que estos organismos están sujetos a las presiones bióticas y abióticas del sistema, como a la acción del oleaje, competencia y depredación.

Elysia crispata se presentó para los tres arrecifes en el sustrato pedacería de coral, coral vivo y arena, sobre la parte central de la planicie arrecifal y hacia sotavento; lo cual concuerda con lo dicho por Gosliner, en 1995, menciona que se le localiza en sustratos rocosos o arenosos.

Aplysia dactylomela que se ubicó sobre pedacería de coral, coral vivo y arena en la parte central de la planicie arrecifal, Basaguren (2008), menciona que la especie se ubica preferentemente sobre fondos rocosos con vegetación, como en sustrato arenoso, en la zona intermareal y se alimenta preferentemente de algas, particularmente Chlorophytas y Rhodophytas (Carefoot *et.al.*, 1998). Cabe mencionar que esta especie no se encontró en Anegada de Adentro.

Dolabrifera dolabrifera que se ubicó en La Blanquilla, sobre la cresta arrecifal hacia barlovento, siendo un lugar habitual para la especie como lo menciona Zamora (2012), que puede observarse debajo de rocas en la laguna o cerca de la cresta arrecifal.

Bursatella leachii pleii que se encontró solamente en Isla Verde, en la cresta arrecifal hacia sotavento, esta especie es de zonas protegidas con fondos blandos y praderas marinas (Ortigosa, 2005), se alimenta especialmente de cianofíceas y diatomeas (Paige, 1988).

Pleurobranchus crossei y *Pleurobranchus aerolatus* se encontraron en Anegada de Adentro y *Pleurobranchus crossei* en Isla Verde, encontrándoseles en pedacería de coral y coral vivo, en la planicie arrecifal hacia sotavento y barlovento, estos Notaspideos se encuentran en la zona intermareal y submareal

del arrecife, son exclusivamente carnívoros, se alimentan principalmente de esponjas y tunicados (Hermosillo *et al.*, 2006).

Discodoris evelinae se encuentra en Isla Verde, presentándose en pedacería de coral y arena, principalmente en la planicie arrecifal, es un Nudibranquio que puede encontrarse debajo de rocas o sobre corales.

Dendrodoris kebssi se ubicó solamente sobre el biotopo de pedacería de coral, esta especie suele encontrarse sobre fondos rocosos, desde la zona intermareal hasta 20 m. de profundidad.

En la distribución de las especies en los diferentes biotopos reportados, el factor alimenticio es el posible causante de la distribución de los organismos, basándose en la información que Ardila y colaboradores (2007), generan en base a la alimentación de cada uno de los grupos taxonómicos como los Sacoglosos (*Oxynoe antillarum* y *Elysia crispata*), los Aplysiomorpha (*Aplysia dactylomela*, *Dolabrifera dolabrifera* y *Bursatella leachii pleii*), son especies herbívoras que se alimentan de pastos marinos, algunas algas adheridas a las rocas y coral muerto; que a su vez son fuente de alimento para las especies carnívoras como los Cephalaspideos (*Navanax aenigmaticus*, *Bulla striata* y *Bulla occidentalis*), los Nudipleura (*Pleurobranchus crossei* y *Pleurobranchus aerolatus*), los Nudibranquios (*Discodoris evelinae*) como lo menciona Angulo (2003), siendo también la protección que estos pueden recibir al coexistir en los diferentes biotopos.

VALORES COMUNITARIOS

Diversidad, Equitatividad

Se determinó la diversidad para Anegada de Adentro que fue de 0.83 bits/ind, en la equitatividad reflejó un 0.32 (cuadro 2), que nos refiere a que de las 4 especies encontradas posiblemente pueden no ser observadas. Para el arrecife

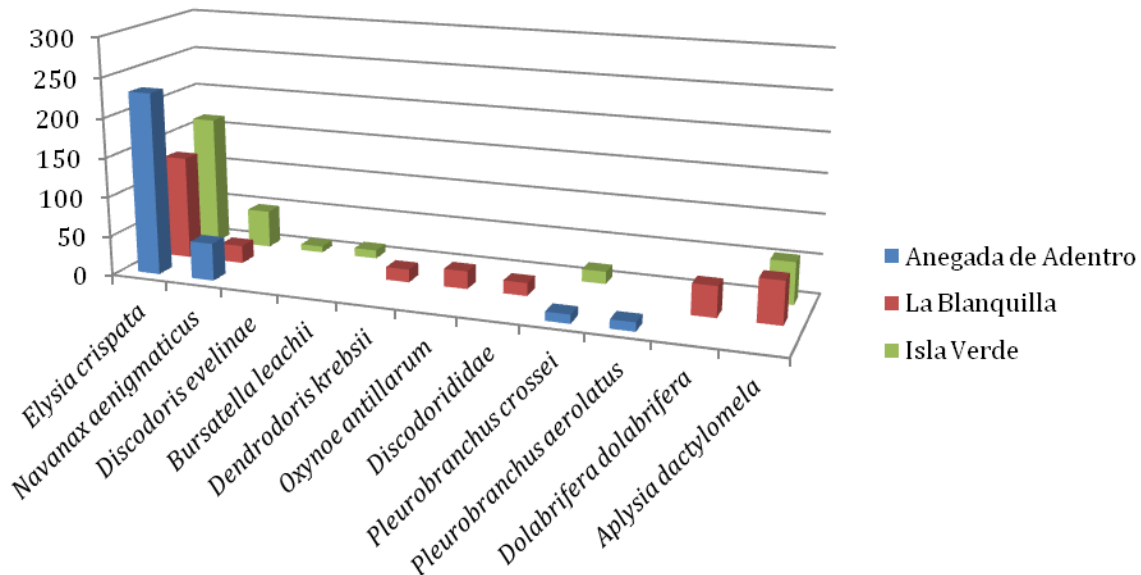
	Anegada de Adentro	La Blanquilla	Isla Verde
H'	0.83 bits/ind	2.17 bits/ind	1.68 bits/ind
J	0.32	0.68	0.56

Cuadro 2. Valores de la diversidad (H') y equitatividad (J) para cada arrecife.

La Blanquilla se calculó una diversidad de 2.17 bits/ind la más alta para los tres arrecifes con una equitatividad de 0.68 que nos indica una equidad entre las especies en el arrecife. Para Isla Verde se determinó una diversidad del 1.68 bits/ind, con una equitatividad del 0.56.

Valor de importancia

En Anegada de Adentro se determinó un valor de importancia de 230.20 (gráfica 8) para *Elysia crispata* la cual es la más importante para este arrecife. Para La Blanquilla resultó que *Elysia crispata* tiene un valor de importancia de 130.61 siendo el más alto sobre las demás especies. *Elysia crispata* con 164.34 de valor de importancia fue la más alta de las especies del arrecife Isla Verde. Encontrando que la especie más importante dentro de los tres arrecifes es *Elysia crispata*.

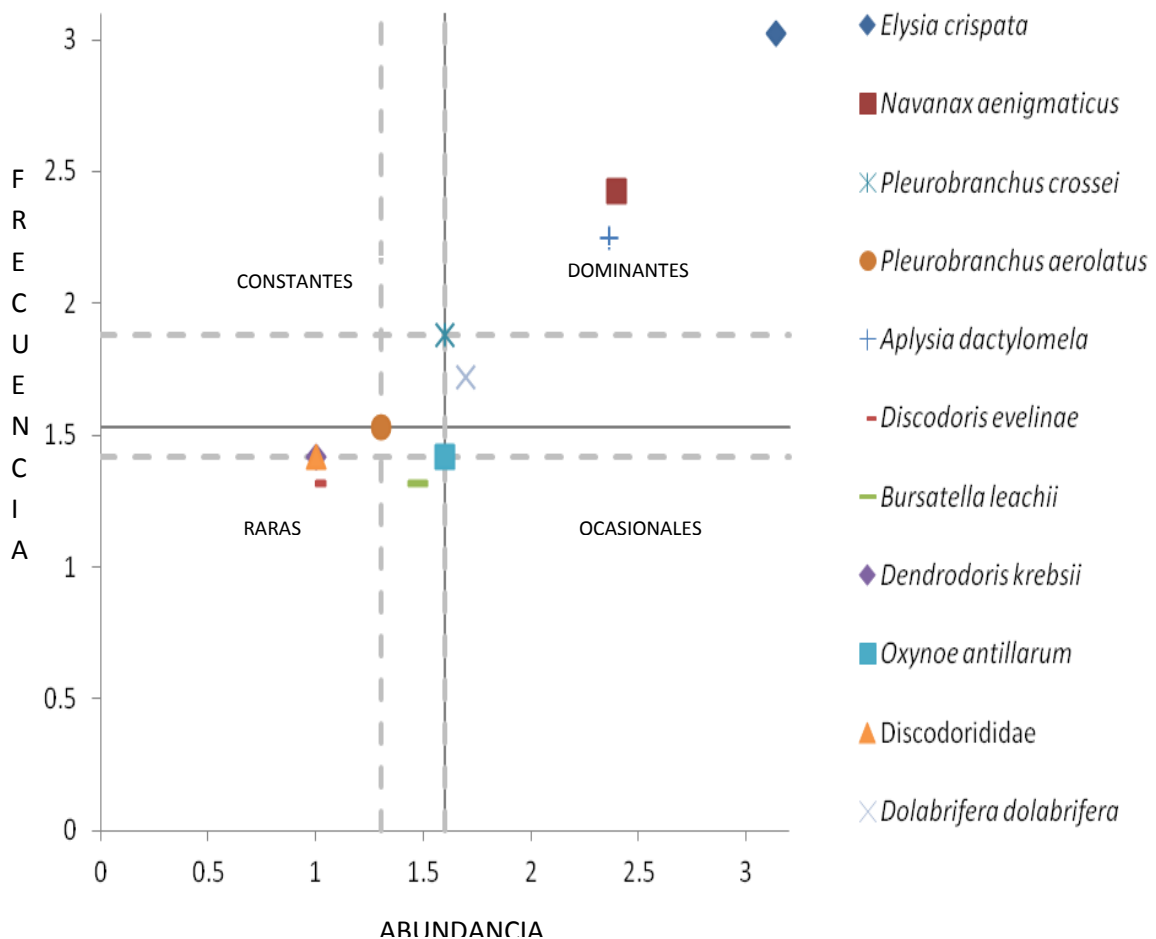


Gráfica 8. Valor de importancia de cada una de las especies para los tres arrecifes.

TEST DE OLMSTEAD Y TUKEY

La ubicación jerárquica de las especies dentro de la comunidad se determinó, a partir de su abundancia numérica, utilizando la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1969), este método toma en cuenta la abundancia relativa de cada especie en cada muestra y su frecuencia de aparición en todas las muestras y estaciones estudiadas, asignándole un valor de importancia en función de su abundancia en cada muestra, que es expresado a manera de puntajes o rangos (Gonzales, 1998).

El diagrama de Olmstead y Tukey (gráfica 9) con un valor de $ISI= 13$, nos da un valor de significancia $\alpha=0.02$ lo cual nos indica que el tamaño de muestra es satisfactoria. Por otro lado, muestra 4 especies dominantes que se caracterizan por ser especies muy abundantes y frecuentes fueron *Elysia crispata*, *Navanax aenigmaticus*, *Aplysia dactylomela* y *Dolabrifera dolabrifera*, No se muestran especies ocasionales que son abundantes y poco frecuentes, se detectan 4 especies raras que son especies poco abundantes y poco frecuentes *Bursatella leachii pleii*, *Dendrodoris krebsii*, *Discodoris evelinae* y *Discodorididae*, *Pleurobranchus crosseii*, *Pleurobranchus aerolatus* y *Oxynoe antillarum* se ubicaron en la zona intermedia, es decir, que son especies que tienen frecuencia y abundancia indefinida.

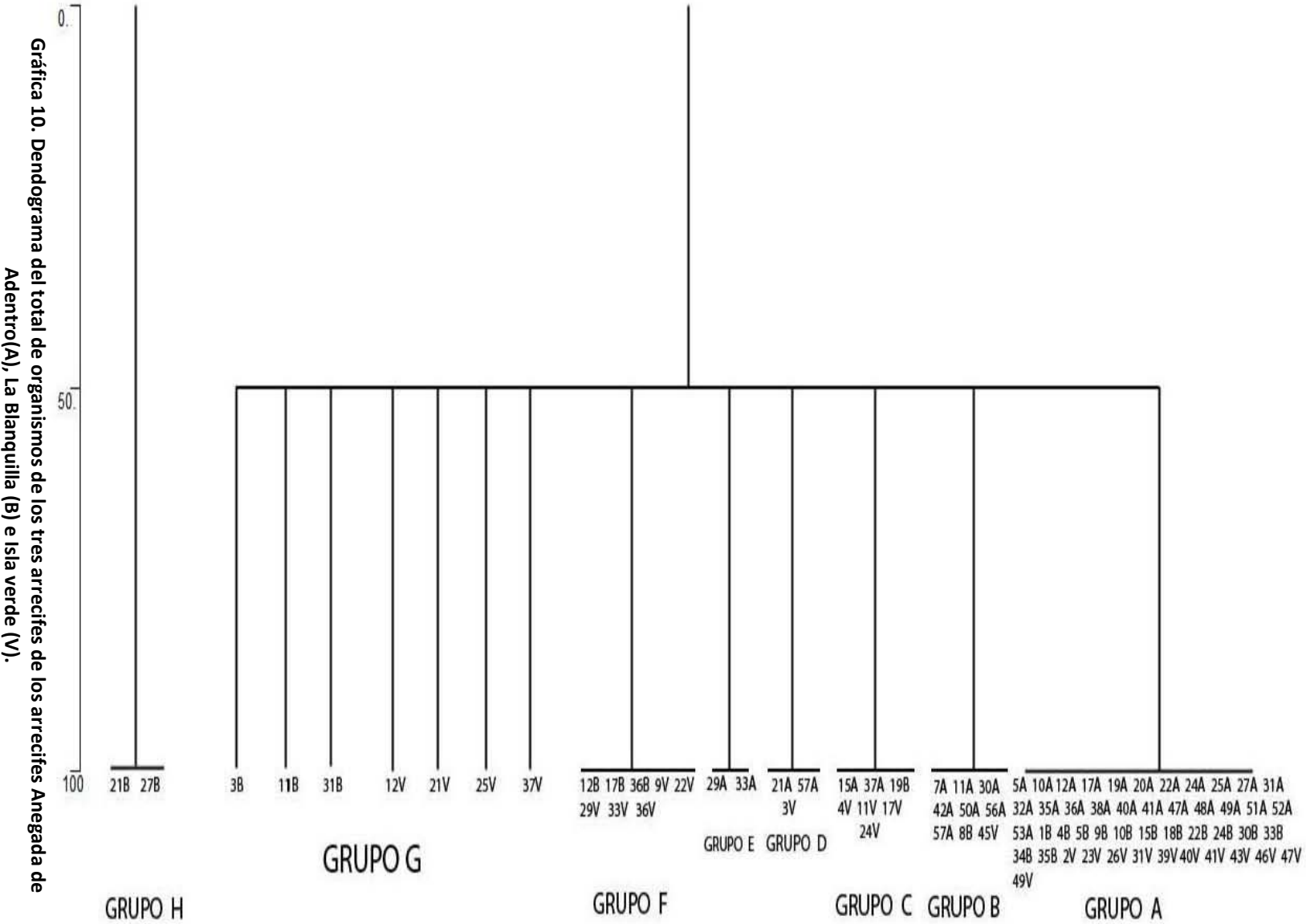


Gráfica 9. Diagrama del Test de Olmstead y Tukey.

ANÁLISIS DE SIMILITUD Y AGRUPAMIENTO

Se realizó el análisis de similitud de cada uno de los arrecifes Anegada de Adentro (A), La Blanquilla (B) e Isla Verde (V): se observó que la totalidad de los

organismos de los tres arrecifes se podía representar en un solo análisis, el cual se muestra en un dendograma (gráfica 10), existiendo ocho grupos, a los cuales se les asignó una letra; seis de ellos uniéndose en una similitud del 100% por las especies exclusivas que presentan; en el grupo A todos los cuadrantes presentaron la especie *Elysia crispata*, con una distribución sobre pedacería de coral y coral vivo sobre la parte central de la planicie arrecifal, ya que es un ambiente tanto de refugio, como de alimentación para esta especie, la cual presentó una abundancia y distribución amplia para los tres arrecifes. En el grupo B se presentaron las especies *Elysia crispata* y *Navanax aenigmaticus*, esto podría deberse a que *Navanax aenigmaticus* es depredador de *Elysia crispata*, distribuyéndose en pedacería de coral, pavimento coralino y roca coralina. El grupo C, presentó la especie *Navanax aenigmaticus*, cada uno de los cuadrantes se localizó en la parte central de la planicie arrecifal sobre pedacería de coral, sustrato preferente para la especie. *Elysia crispata* y *Pleurobranchus crossei* se presentan en el grupo D observándose una especie herbívora y una carnívora, encontrándose principalmente en la parte central de la planicie arrecifal sobre pedacería de coral y coral vivo, el grupo E presentó las especies *Elysia crispata* y *Pleurobranchus aerolatus* que se les localiza en la parte central de la planicie arrecifal y hacia barlovento sobre pedacería de coral y pavimento coralino. En el grupo F se encuentra *Aplysia dactylomela* la cual se localizó sobre pedacería de coral, coral vivo, arena y *Thalassia* estos dos últimos sustratos no se presentaron para Anegada de Adentro por tal motivo no se encontraron organismos en este. El grupo G que tiene una similitud del 50% con los grupos A, B, C, D, E, F, ya que cada uno de sus cuadrantes del grupo G muestran una especie que comparten con los demás grupos, el cuadrante 12V presentó *Aplysia dactylomela* y *Elysia crispata*, el cuadrante 21V a *Elysia crispata* y *Bursatella leachii pleii*, el cuadrante 25V solo presenta *Pleurobranchus crossei*; *Elysia crispata* y *Discodoris evelinae* se presentaron en el cuadrante 37V, en el 3B se encontraron *Navanax aenigmaticus* y *Oxynoe antillarum* el cual se presentó con *Dendrodoris krebsii* en el cuadrante 11B y en el cuadrante 31B se encontró *Navanax aenigmaticus* y *Discodorididae* presentándose sobre pedacería de coral, arena y coral vivo en la parte central de la planicie arrecifal. El grupo H muestra la especie *Dolabrifera dolabrifera* que no se parece a ningún grupo ya que esta especie fue únicamente encontrada en el arrecife La Blanquilla sobre la cresta arrecifal en dos cuadrantes hacia barlovento en roca coralina y coral vivo, siendo común encontrarla en esas zonas del arrecife. El análisis reafirma que la distribución de las especies de los tres arrecifes se debe principalmente por la presencia y variedad de sustratos presentes.



CONCLUSIONES

Se registraron un total de 398 organismos obteniendo un listado taxonómico, agrupándolos en 5 órdenes, 8 familias y 12 especies, elaborándose un catálogo de las 12 especies encontradas.

Se amplía la distribución de *Dendrodoris krebsii*, *Pleurobranchus crossei* y *Pleurobranchus aerolatus* para México registrando por primera vez a estas especies para el PNSAV.

Se encontró un organismo de la Familia Discodorididae que no pudo ser determinado taxonómicamente a un nivel más fino.

Se determinaron 7 biotopos diferentes para los tres arrecifes: Coral Vivo, Coral Muerto, Padecería de Coral, Pavimento Coralino, Roca Coralina, Arena y *Thalassia*. El biotopo dominante dentro de la planicie arrecifal, en los tres arrecifes, fue la pedacería de coral, sin embargo, en las cresta dominan sustratos como el pavimento coralino y roca coralina.

Elysia crispata es la especie con mayor valor de importancia para cada arrecife, lo que nos indica que a esta especie le es favorable el ambiente en el que se encuentra por la gran abundancia del biotopo de pedacería de coral.

En la distribución especie-biotopo se observó que hay una relación, ya que las especies encontradas en diferentes biotopos dentro del estudio, han sido reportadas por diferentes autores dentro de los hábitats donde se les localizó.

Oxynoe antillarum fue localizada en pedacería de coral ampliando su distribución sobre este biotopo.

El arrecife la Blanquilla fue el de mayor diversidad y equitatividad de los tres arrecifes estudiados.

El test de asociación Olmstead y Tukey mostró a *Elysia crispata*, *Navanax aenigmaticus*, *Aplysia dactylomela* y *Dolabrifera dolabrifera*, como especies dominantes

El análisis de similitud muestra que la distribución de las especies de los tres arrecifes se debe principalmente por la presencia y variedad de sustratos presentes

Este trabajo amplía el conocimiento malacológico de la biota de los opistobranquios en los arrecifes del PNSAV y por lo tanto de nuestro país.

CONSIDERACIONES FINALES

En este estudio se encontraron tres nuevas especies para el PNSAV *Dendrodoris krebsii*, *Pleurobranchus crossei* y *Pleurobranchus aerolatus*, especies crípticas de tallas muy pequeñas, que fueron encontradas al remover algunas algas y pedacera de coral, por lo que es recomendable usar el método de voltear piedras (regresándolas a su posición original) y raspando algunas esponjas, briozoos y tunicados, teniendo los permisos pertinentes para realizar este tipo de métodos. Para el arrecife La Blanquilla no se encontraron trabajos previos sobre opistobranquios, con lo que este trabajo es el primer registro para este arrecife. En lo que respecta al método utilizado en el presente trabajo, fue el indicado ya que para especies bentónicas se recomienda el uso de transectos y cuadrantes (Zamora 2003). Se encontró que la especie más abundante para este estudio fue *Elysia crispata*, observando que la abundancia de *Navanax aenigmaticus* (principal depredador de esta especie) es la segunda más abundante, lo cual podría estar ligado a la presión de búsqueda y captura. El análisis de similitud demostró que la distribución de las especies de los tres arrecifes se debe principalmente por la presencia y variedad de sustratos presentes, esto concuerda con lo reportado por otros autores.

La importancia biológica de los opistobranquios dentro del PNSAV se debe principalmente en que estos organismos pueden ser indicadores de perturbación sobre los arrecifes ya que son especies muy especializadas sobre su alimentación y forma de vida dentro de los mismos. Por lo que es importante seguir generando trabajos relacionados con estos organismos y sus hábitats ya que se han visto diferentes factores de impacto sobre estos, como lo menciona Ortiz-Lozano en el 2006 que identificó los problemas ambientales para los arrecifes del PNSAV, el influjo de descargas municipales, industriales y agropecuarias de los centros urbanos adyacentes y cercanos, aunado a lo cual se tiene el vertimiento de contaminantes y sedimentos terrígenos provenientes de las cuencas hidrológicas así como las actividades portuarias del área que provocan la resuspensión de sedimentos finos y además eventuales derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas. Desgraciadamente el aspecto económico, es un obstáculo para el desarrollo de planes y programas de conservación y manejo de estas áreas.

Por lo que es necesario seguir contribuyendo con estudios a futuro sobre los opistobranquios sobre su desarrollo en estos ambientes y su adaptabilidad a estos cambios provocados por acciones antropogénicas, enfatizados en muestreos estacionales y anuales, para poder identificar especies migratorias y épocas de reproducción, como la búsqueda de opistobranquios en las zonas profundas del arrecife tanto hacia barlovento y sotavento, ya que algunas especies son de profundidades de hasta 20m, para así representar un mejor entendimiento de esta fauna.

LITERATURA CITADA

- Abbott, R.T. 1974. **American Seashells. The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of América.** 2a; Van Nostrand Reinhold Company USA.
- Angulo, O. J. 2003. **Variación espacio temporal de las poblaciones de Opisthobranchios (Mollusca Opisthobranchia) en tres localidades de B.C.S., México.** Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur, México, 64 p.
- Ardila, N. E., Báez, D. P. y Valdés, A. 2007. Babosas y Liebres de mar (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) de Colombia. **Biota Colombiana.** 8(2), 185 – 197 pp.
- Baqueiro, C. E. R., Borabe, L., Goldaracena, I. C G. y Rodríguez, N. J. 2007. Los moluscos y la contaminación. Una revisión. **Revista Mexicana de Biodiversidad.** 78: 1- 7 pp.
- Basaguren, A. A. 2008. Alimentación selectiva de la liebre de mar (*Aplysia dactylomela* Rang, 1828) en una dieta multiespecífica de macroalgas. **Anales Universitarios de Etología.** 2:7-12 pp.
- Behrens, D. y Hermosillo A. 2005. **Eastern Pacific Nudibranchs. A Guide to the Opisthobranchs from Alaska to Central America.** Sea Challengers. México.137p.
- Behrens D. W., Gosliner T. M. y Hermosillo A. 2009. A New Species of Dorid Nudibranch (Mollusca) from the Revillagigedo Islands of the Mexican Pacific. **Proceedings of the California Academy of Sciences.** 60 (11), 423–429 pp.
- Bergh, L. S. R. 1894. Die Opisthobranchien. Reports on the dredging operations off the West Coast of Central America to the Galapagos, to the West Coast of Mexico, and in the Gulf of California. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology of Harvard College.** 25 (10), 123-233pp.
- Bertsch, H. 1973. Distribution and natural history of opisthobranch gastropods from Las Cruces, Baja California del Sur, Mexico. **Veliger** 16(1):105-111 pp.

-
- Bertsch, H., 2008. Ten-Year Baseline Study of Annual Variation in the Opisthobranch (Mollusca: Gastropoda) Populations at Bahía de los Ángeles, Baja California, México. 319-338 pp. En: **Bahía de los Ángeles: Recursos Naturales y Comunidad. Línea Base**. Danemann, G. D., y Exequiel E. (eds.). SEMARNAT, Pronatura Noroeste, SDNHM e Instituto Nacional de Ecología, México. 740 p.
 - Bertsch, H. y Hermosillo A. 2007. Biogeografía alimenticia de los Opistobranquios del Pacífico Noreste. 71-73 pp. En: **Estudios sobre la Malacología y Conquiliología en México**. Ríos-Jara, E., Esqueda-González, M. C. y Galván-Villa, C. M. (eds). Universidad de Guadalajara México, 286 p.
 - Bouchet, P y Rocroi, J.P. 2005. Classification and Nomenclator of Gastropod Families. **International Journal of Malacology**. Vol. 4 (1-2): 397p.
 - Brusca, R. y Brusca, G. 2003. **Invertebrates**. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Estados Unidos 936 p.
 - Carefoot, T. H., Harris, M., Taylor, B. E., Donovan, D. y Karentz, D. 1998. Mycosporine-like amino acids: possible UV protection in eggs of the sea hare *Aplysia dactylomela*. **Marine Biology**. Vol. 130: 389-396 pp.
 - Castro, P. y Huber, M. E. 2004. **Marine Biology**. (5ª edición) McGraw-Hill Interamericana Editores. California State Polytechnic University. 452 p.
 - Celaya-Hernández, E.V., Solís-Marín F.A., Laguarda-Figueras A., Durán-González A. de la L. y Ruiz-Rodríguez T. 2008. Asociación a sustratos de los erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. **Revista Biología Tropical / Internacional Journal of Tropical Biology and Conservation**. 56 (3): 281-295 pp.
 - Chávez, E. A. e Hidalgo E. 1987. Los arrecifes coralinos del Caribe noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico. **Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología**.
 - Chávez-Hidalgo, A. 2009. **Conectividad de los arrecifes coralinos del Golfo de México y Caribe mexicano**. Tesis de Maestría, Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, México, DF., 167 p.
-

-
- Del Castillo, L. E., 2007. **Macrofauna bentónica en fondos blandos del Arrecife Hornos, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México.** Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar.UNAM. México, DF. 80 p.
 - Domínguez-Castanedo, N., Granados B. A., y Solís W. V. 2007. Estudio preliminar de la macrofauna bentónica presente en la laguna del arrecife Sacrificios, 113-126 pp. In: **Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano.** Granados Barba, A., Abarca Arenas, L. G. y Vargas Hernández, J.M. (Eds.) Universidad Autónoma de Campeche. 304p.
 - Garibay, G., 2007. Las babosas dotadas. La gaceta. **Red de Comunicación y Divulgación de la Ciencia, de la Universidad de Guadalajara.** 17 pp.
 - Guerrero P. V. M., 1986. **Sistemática y Ecología de los Moluscos Bentónicos del Golfo de California.** Tesis de Licenciatura. ENEP Zaragoza. UNAM. 101 pp.
 - Gonzáles, A. F., 1998. **Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del estero el Conchalito, Ensenada de la Paz, Baja California Sur, México.** Tesis de Maestría. IPN. 126 p.
 - Gosliner, T. M., 1995. The genus Thuridilla (Opisthobranchia: Elysiidae) from the tropical Indo-Pacific, with a revision of the phylogeny and systematics of the Elysiidae. **Proceedings of the California Academy of Sciences.** Vol. 49(1):1-54 pp.
 - Hermosillo, A., Behrens D. y Ríos E. 2006. **Opisthobranquios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, golfo de California y las islas oceánicas.** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 143 p.
 - Hermosillo, A. y Valdés, Á., 2004. Two New Species of Dorid Nudibranchs (Mollusca, Opisthobranchia) from Bahía de Banderas and La Paz, México. **Proceedings of the California Academy of Sciences.** 55 (28). 550–560pp.
 - Hidalgo, R. M., 2009. **Arrecifes coralinos de México: Revisión enfocada en su distribución, importancia, impactos, estados y estrategias de conservación.** Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 25 p.
-

-
-
- Horta-Puga, G. y Tello-Musi J. L., 2009. **Sistema Arrecifal Veracruzano: condición actual y programa permanente de monitoreo: Primera Etapa.** UNAM. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM005. México D. F. 126 p.
 - Islas, P. T. 2004. **Pelecípodos de la planicie del arrecife la Gallega, Veracruz, México.** Tesis licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 102 pp.
 - Jordan-Dahlgren, E. 2004. Los arrecifes coralinos del Golfo de México: Caracterización y Diagnostico. 555-570 pp. En: **Diagnostico ambiental del Golfo de México.** Caso, M., Pisanty, I., y Ezcurra, E. (ed.). INE-SEMARNAT, 627 p.
 - Keen; M. 1971. **Sea shells of Tropical West America. Moluscos Marinos de Baja California a Perú.** Segunda edición; Standford University Press; Stanford, California; pp 556.
 - Krebs C. Jr. 1985. **Ecología. Estudios de la distribución y abundancia.** Segunda edición. Harla México. 743pp.
 - Landa-Jaime, V., 2003. Asociación de moluscos bentónicos del sistema lagunar estuarino Agua Dulce/El Ermitaño, Jalisco, México. **Ciencias Marinas** 29(2): 169-184 pp.
 - Lara, M., Padilla, C., García, C.A. y Espejel, J.J. 1992. Coral reefs of Veracruz, Mexico. Zonation and Community Structure. **Proc. Seventh Intern. Coral Reefs Symp. Guam.** 1: 535-544
 - Lara-Lara, J.R. 2008. **Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital Natural de México.** vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, 109-134 pp.
 - Marshall, A. J. y Williams, W. D., 1985. **Zoología de Invertebrados.** (7° edición), Volumen 1. Editorial Reverté. Barcelona. 979 p.
 - Mateo, L. E., Mendoza-González, A. C. y Galicia-García C. 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. **Acta Botánica Mexicana.** 36: 59-75 pp.

-
- Millen S. V. y Bertsch H., 2005. Two New Species of Porostome Nudibranchs (Family Dendrodorididae) from the Coasts of California (USA) and Baja California (Mexico). **Proceedings of the California Academy of Sciences**. 56 (18) 189–199 pp.
 - Mohedano-Maldonado, I. R. 2010. **Comunidad de equinodermos en la planicie Arrecifal de Anegada de Adentro, Veracruz, México**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México, DF. 80 p.
 - Monreal-Gómez M. A., Salas-de-León D. A. y Velasco- Mendoza H. 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. 47-68 pp. En: **Diagnostico ambiental del Golfo de México**. Caso, M., Pisanty, I., y Ezcurra, E. (ed.). INE-SEMARNAT, 627 p.
 - Murcia, F. J. 2011. Opistobranquios: Los Arlequines del mar. **Revista Eubacteria: Especial Biología Marina**. 26: 1-4 pp.
 - Nakamura, K. 2007. Benthonic Opisthobranch species (Mollusca: Gastropoda) from the Northern Peruvian Coast. **Rev. Perú Biol.** 13 (3): 255–257 p.
 - Nybakken, J.W., Bertness, M.D. 2005. **Marine Biology an ecological approach**, Sexta edición, Editorial Pearson, Universidad de California, 579 p.
 - Olivares, I., y Severeyn, H. 2000. Registro preliminar de corales escleractinios hermatípicos del Cenozoico y su ocurrencia actual, en áreas costeras del estado Falcón, Venezuela. **Ciencias** 8(2). 145-154 pp.
 - Ortigosa, J. D. 2005. **Riqueza y distribución de opistobranquios (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Ver.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, DF. 60 p.
 - Ortigosa, J. D., Nuno, S., Sanvicente-Añorve, L., Lucas C.J. y Solís, W. V. 2010. **Opisthobranch fauna of Alacranes Coral Reef, Yucatan Península México**. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
 - Ortiz-Lozano, L. D., 2006. **Análisis crítico de las zonas de regulación y planeación en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano**. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas. Ensenada, Baja California, México. 187 p.
-

-
- Paige, J.A. 1988. Biology, metamorphosis and post larval development of *Bursatella leachii plei* Rang (Gastropoda: Opisthobranchia). **Bulletin of Marine Science**. Vol. 42:65-75p.
 - Pechenik, J. A. 2005. **Biology of the invertebrates**. (5ª edición), McGraw-Hill International Edition. Universidad de California. 590 p.
 - Pérez España, H. y Vargas Hernández, J. M. 2008. **Caracterización ecológica y monitoreo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: Primera Etapa**. Universidad Veracruzana. Centro de Ecología y Pesquerías Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM002. México D. F. 70 p.
 - Rodríguez, S. L., Vargas, R. y Cortés, J. 2003. Biodiversidad marina de Costa Rica: Gasteropodos. **Rev. Biol. Trop.** 51(3): 305-309 pp.
 - Rogel, M. de O. 2000. **Estimación de los arrecifes de coral de la reserva de la biosfera Sian Ka'an en Quintana Roo, mediante métodos de percepción remota y sistemas de información geográfica para la protección, ordenamiento y manejo de los recursos**. Tesis de Servicio Social, División de ciencias biológicas y de la salud, UAM Iztapalapa. México, DF. 22 p.
 - Ruppert, E. E. y Barnes, R.D. 1996. **Zoología de los invertebrados**. (6ª edición), McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. México. 1114 p.
 - Sánchez-Ortiz, C. A. 2000. **Biodiversidad de moluscos opistobranquios (Mollusca: Opisthobranchiata), del Pacífico mexicano: Isla Cedros-Vizcaíno e islas del Golfo de California parte Sur**. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L136. México, D.F. 65 p.
 - Sánchez, M.P. y Ponce, M.E. 1996. Métodos hidrobiológicos II. **Estudio y colecta de organismos marinos, estuarino-lagunares y de agua dulce**. UAM. Unidad Iztapalapa. 113-117 pp.
 - Sánchez, O. 2007. Ecosistemas acuáticos: diversidad, procesos, problemática y conservación. 11-36 pp. En: **Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México**. Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Marquez, R. y Zambrano, L. (eds.). INE-SEMARNAT, 297 p.
 - Smith, R. y Smith, T. 2001. **Ecología**. Adison Wesley. Madrid, 642 p.
-

-
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1969. **Biometría**. Ed. Blume. Barcelona, España, 587 p.
 - Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1995. **Statistical tables**. 3ra ed. W. H. Freeman and company. United States of America. 199pp.
 - Solís, W. V., Hernández, P. A. y Solís, F. A. M. 2000. Muestreo del Bentos. In: **Métodos de muestreo en la Investigación Oceanográfica**. Granados Barba, A., Solís, W. V. y Bernal-Ramírez, R. G. (eds.). Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Mexico.448pp.
 - Suarez, I. 2005. **Bases ecológicas para la conservación de un arrecife coralino del Caribe Mexicano**, Tesis de Maestría, Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN. México, DF. 98 p.
 - Tunnell Jr., J. W., Chávez, E. A., y Withers, K. 2007. **Coral reefs of the southern Gulf of Mexico**. Texas A&M University Press, College Station, 293 p.
 - Valdés, A., Hamann J., Behrens D. y DuPont, A. 2006. **Caribbean sea slugs. A field guide to the opisthobranch mollusks from the tropical northwestern Atlantic**. Sea Challengers Gig Harbor, Washington. 289 p.
 - Vargas-Hernández, J.M., Hernández-Gutiérrez A. y Carrera-Parra L. F. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. 559-575 pp. En: **Biodiversidad marina y costera de México**. Salazar-Vallejo S.I. y González N. E. (eds.). CONABIO-CIQRO, México, 865 p.
 - Vaught, C. K. 1989. **A classification of the living mollusca**. American Malacologists. Florida. 195 p.
 - Wägele, H. y Klussmann-Kolb, A. 2005. Opisthobranchia (Mollusca, Gastropoda) more than just slimy slugs. Shell reduction and its implications on defence and foraging. **Frontiers in Zoology**. Vol. 2 (3). 1-18 pp.
 - www.seaslugforum.net
 - Warmke, G.L. y Almodóvar, L.R. 1972. Observations on the Life Cycle and Regeneration in *Oxynoe Antillarum* Mörch, an Ascoglossan Opisthobranch. **The Caribbean Bulletin of Marine Science**. 22(1) 67-74pp.
-

- Winfield I., Cházaro-Olvera S., Horta-Puga G., Lozano-Aburto M. A. y Arenas-Fuentes V. 2010. Macrocrustáceos incrustantes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: biodiversidad, abundancia y distribución. **Revista Mexicana de Biodiversidad**. 80: S165- S175 pp.
- Zamora-Silva, B. A. 2003. **Opisthobranchios bénticos de La Gallega, Veracruz, México**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 110 p.
- Zamora-Silva, B. A. 2008. **Revisión Sistemática y Análisis Filogenético del Género *Navanax* Pilsbry, 1895 (Mollusca: Opisthobranchia: Aglajidae)**. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. UNAM, Mexico, DF. 65p.
- Zamora-Silva B. A. y Naranjo-García E. 2008. The opisthobranchs at the National Mollusk Collection. **Revista Mexicana de Biodiversidad**. Vol. 79: 333- 342 pp.
- Zamora-Silva B. A. y Ortigosa D. 2012. Nuevos registros de opisthobranchios en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad**. Vol. 83: 359-369 pp.

ANEXOS

ANEXO 1

Coordenadas de Anegada de Adentro

CUADRANTE	LATTUD	LONGITUD	LATTUD EN CAMPO	LONGITUD EN CAMPO
1	19°13'51.7"	96°03'50.4"	19°13'48.4"	96°03'48.7"
2	19°13'50.6"	96°03'47.4"	19°13'49.3"	96°03'46.2"
3	19°13'46.8"	96°03'47.4"	19°13'45.5"	96°03'46.2"
4	19°13'50.6"	96°03'42.7"	19°13'49.3"	96°03'41.5"
5	19°13'46.8"	96°03'42.7"	19°13'45.5"	96°03'41.5"
6	19°13'43"	96°03'42.7"	19°13'41.9"	96°03'41.4"
7	19°13'49.6"	96°03'39"	19°13'48.3"	96°03'38.3"
8	19°13'45.8"	96°03'39"	19°13'44.5"	96°03'38.3"
9	19°13'42.1"	96°03'39"	19°13'40.8"	96°03'38.8"
10	19°13'50.3"	96°03'35.1"	19°13'47.8"	96°03'33.3"
11	19°13'46.5"	96°03'35.1"	19°13'44"	96°03'33.3"
12	19°13'42.7"	96°03'35.1"	19°13'40.2"	96°03'33.3"
13	19°13'38.9"	96°03'35.1"	19°13'37.6"	96°03'33.9"
14	19°13'48.9"	96°03'31.3"	19°13'46.4"	96°03'29.5"
15	19°13'45.1"	96°03'31.3"	19°13'42.6"	96°03'29.5"
16	19°13'41.3"	96°03'31.3"	19°13'38.8"	96°03'29.5"
17	19°13'37.6"	96°03'31.3"	19°13'35.1"	96°03'29.5"
18	19°13'33.8"	96°03'31.3"	19°13'31.3"	96°03'29.5"
19	19°13'45.7"	96°03'27.5"	19°13'43.2"	96°03'25.7"
20	19°13'41.3"	96°03'27.5"	19°13'38.5"	96°03'25.7"
21	19°13'37.5"	96°03'27.5"	19°13'35"	96°03'25.7"
22	19°13'33.5"	96°03'27.5"	19°13'31"	96°03'25.7"
23	19°13'29.9"	96°03'27.5"	19°13'27.4"	96°03'25.7"
24	19°13'42.7"	96°03'23.7"	19°13'40.2"	96°03'21.9"
25	19°13'38.9"	96°03'23.7"	19°13'36.4"	96°03'21.9"
26	19°13'35"	96°03'23.7"	19°13'32.5"	96°03'21.9"
27	19°13'31.7"	96°03'23.7"	19°13'29.5"	96°03'21.9"
28	19°13'26.7"	96°03'23.7"	19°13'24.2"	96°03'21.9"
29	19°13'41.3"	96°03'19.9"	19°13'39.8"	96°03'19.5"
30	19°13'37.5"	96°03'19.9"	19°13'36"	96°03'19.5"
31	19°13'33.7"	96°03'19.9"	19°13'32.2"	96°03'19.5"
32	19°13'29.9"	96°03'19.9"	19°13'28.4"	96°03'19.5"
33	19°13'26.3"	96°03'19.9"	19°13'24.8"	96°03'19.5"
34	19°13'22.4"	96°03'19.9"	19°13'20.4"	96°03'19.5"

35	19°13'38.2"	96°03'16"	19°13'36.8"	96°03'14.9"
36	19°13'34.4"	96°03'16"	19°13'33"	96°03'14.9"
37	19°13'30.7"	96°03'16"	19°13'29.3"	96°03'14.9"
38	19°13'26.9"	96°03'16"	19°13'25.5"	96°03'14.9"
39	19°13'23.7"	96°03'16"	19°13'22.3"	96°03'14.8"
40	19°13'19.2"	96°03'16"	19°13'18.7"	96°03'14.9"
41	19°13'35.8"	96°03'12.2"	19°13'33.8"	96°03'11.1"
42	19°13'32"	96°03'12.2"	19°13'30.6"	96°03'11.1"
43	19°13'28.2"	96°03'12.2"	19°13'26.8"	96°03'11.1"
44	19°13'24.4"	96°03'12.2"	19°13'23.0"	96°03'11.1"
45	19°13'20.6"	96°03'12.2"	19°13'19.2"	96°03'11.1"
46	19°13'17"	96°03'12.2"	19°13'17.7"	96°03'11.1"
47	19°13'32"	96°03'08.4"	19°13'30.7"	96°03'07.4"
48	19°13'28.1"	96°03'08.4"	19°13'25.9"	96°03'07.4"
49	19°13'24.4"	96°03'08.4"	19°13'22.2"	96°03'07.4"
50	19°13'20.6"	96°03'08.4"	19°13'19"	96°03'07.4"
51	19°13'17"	96°03'08.4"	19°13'15.2"	96°03'07.4"
52	19°13'26.5"	96°03'04.5"	19°13'25"	96°03'4.1"
53	19°13'22.6"	96°03'04.5"	19°13'21"	96°03'04"
54	19°13'18.9"	96°03'04.5"	19°13'17.7"	96°03'04"
55	19°13'15.3"	96°03'04.5"	19°13'13.7"	96°03'04"
56	19°13'21.4"	96°03'00.07"	19°13'19.9"	96°03'00.3"
57	19°13'17.5"	96°03'00.07"	19°13'16.0"	96°03'00.3"
58	19°13'14.9"	96°03'00.07"	19°13'15.1"	96°03'00.3"
59	19°13'17.4"	96°02'57.5"	19°13'15.9"	96°02'57.1"
FARO	19°13'46.2"	96°03'45"		

Coordenadas La Blanquilla

CUADRANTE	LATTITUD	LONGITUD	LATTITUD EN CAMPO	LONGITUD EN CAMPO
1	19°13'45.6"	96°06'09.3"	19°13'45.1"	96°06'03"
2	19°13'46.9"	96°06'06.3"	19°13'40.5"	96°06'03.6"
3	19°13'42.9"	96°06'06.3"	19°13'43.4"	96°06'5.6"
4	19°13'48.8"	96°06'02.4"	19°13' 34.8"	96°06'03.6"
5	19°13'45.1"	96°06'02.4"	19°13'44.6"	96°06'01.7"
6	19°13'41.2"	96°06'02.4"	19°13'40.4"	96°06'01.2"
7	19°13'37.4"	96°06'02.4"	19°13'36.7"	96°06'01.2"
8	19°13'48.5"	96°05'58.5"	19°13'33.3"	96°06'01.7"
9	19°13'44.8"	96°05'58.5"	19°13'44.1"	96°05'57.5"
10	19°13'41"	96°05'58.5"	19°13'40.3"	96°05'57.5"
11	19°13'37.1"	96°05'58.5"	19°13'35.4"	96°05'57.5"
12	19°13'33.4"	96°05'58.5"	19°13'33.8"	96°05'57.5"
13	19°13'29.9"	96°05'58.5"	19°13'24.4"	96°05'57.8"
14	19°13'47.9"	96°05'54.3"	19°13'47.2"	96°05'53.3"
15	19°13'44.1"	96°05'54.3"	19°13'43.4"	96°05'53.3"
16	19°13'40.3"	96°05'54.3"	19°13'39.6"	96°05'53.3"
17	19°13'36.5"	96°05'54.3"	19°13'35.8"	96°05'53.3"
18	19°13'32.9"	96°05'54.3"	19°13'32.2"	96°05'53.3"
19	19°13'28.8"	96°05'54.3"	19°13'28.1"	96°05'53.3"
20	19°13'25.3"	96°05'54.3"	19°13'24.7"	96°05'53.3"
21	19°13'45.9"	96°05'50.9"	19°13'45.2"	96°05'49.9"
22	19°13'42.1"	96°05'50.9"	19°13'41.9"	96°05'49.9"
23	19°13'38.2"	96°05'50.9"	19°13'37.5"	96°05'49.9"
24	19°13'34.6"	96°05'50.9"	19°13'33.9"	96°05'49.9"
25	19°13'30.6"	96°05'50.9"	19°13'29.9"	96°05'49.9"
26	19°13'26.9"	96°05'50.9"	19°13'26.3"	96°05'49.8"
27	19°13'43.4"	96°05'47.0"	19°13'42.7"	96°05'46"
28	19°13'39.7"	96°05'47.0"	19°13'39"	96°05'46"
29	19°13'35.8"	96°05'47.0"	19°13'35.7"	96°05'46"
30	19°13'32.1"	96°05'47.0"	19°13'31.4"	96°05'46"
31	19°13'28.4"	96°05'47.0"	19°13'27.7"	96°05'46"
32	19°13'42.3"	96°05'43.2"	19°13'24.5"	96°05'45"
33	19°13'38.6"	96°05'43.2"	19°13'36.8"	96°05'42.0"
34	19°13'34.8"	96°05'43.2"	19°13'34.1"	96°05'42.0"
35	19°13'30.9"	96°05'43.2"	19°13'30.2"	96°05'42"
36	19°13'27.5"	96°05'43.2"	19°13'26.8"	96°05'43"
37	19°13'31.3"	96°05'39.5"	19°13'30.6"	96°05'40.6"
FARO	19°13'24.0"	96°05'51.8"		

Coordenadas Isla Verde

CUADRANTE	LATTUD	LONGITUD	LATTUD EN CAMPO	LONGITUD EN CAMPO
1	19°12'20.4"	96°04'15.9"	19°12'19.6"	96°04'16.7"
2	19°12'24.2"	96°04'12.9"	19°12'23.4"	96°04'13.7"
3	19°12'21.5"	96°04'12.9"	19°12'20.7"	96°04'13.1"
4	19°12'18.3"	96°04'12.9"	19°12'17.5"	96°04'13.7"
5	19°12'15.2"	96°04'12.9"	19°12'14.4"	96°04'13.7"
6	19°12'12.2"	96°04'12.9"	19°12'11.4"	96°04'13.7"
7	19°12'24.8"	96°04'10.1"	19°12'24.6"	96°04'10.9"
8	19°12'22.4"	96°04'10.1"	19°12'21.6"	96°04'10.9"
9	19°12'19.3"	96°04'10.1"	19°12'18.5"	96°04'10.9"
10	19°12'16.2"	96°04'10.1"	19°12'15.5"	96°04'10.9"
11	19°12'12.9"	96°04'10.1"	19°12'13.5"	96°04'10.9"
12	19°12'10.1"	96°04'10.1"	19°12'9.3"	96°04'10.9"
13	19°12'23"	96°04'07"	19°12'20.9"	96°04'06.8"
14	19°12'20.1"	96°04'07"	19°12'18.1"	96°04'06.9"
15	19°12'17"	96°04'07"	19°12'15"	96°04'07.1"
16	19°12'14.3"	96°04'07"	19°12'12"	96°04'06.9"
17	19°12'11.2"	96°04'07"	19°12'08"	96°04'06.9"
18	19°12'08"	96°04'07"	19°12'03.9"	96°04'06.9"
19	19°12'04.7"	96°04'07"	19°12'00.6"	96°04'06.9"
20	19°12'01.6"	96°04'07"	19°11'57.5"	96°04'06.9"
21	19°11'58.4"	96°04'07"	19°11'54.3"	96°04'06.9"
22	19°12'24.5"	96°04'03.8"	19°12'19.4"	96°04'03.6"
23	19°12'21.2"	96°04'03.8"	19°12'16.1"	96°04'03.6"
24	19°12'18.1"	96°04'03.8"	19°12'14.9"	96°04'3.9"
25	19°12'15.3"	96°04'03.8"	19°12'13.2"	96°04'03.9"
26	19°12'12.1"	96°04'03.8"	19°12'09.1"	96°04'03.8"
27	19°12'08.9"	96°04'03.8"	19°12'05.8"	96°04'03.8"
28	19°12'05.9"	96°04'03.8"	19°12'2.5"	96°04'03.8"
29	19°12'02.6"	96°04'03.8"	19°12'00.4"	96°04'03.8"
30	19°11'59.9"	96°04'03.8"	19°11'59.6"	96°04'03.8"
31	19°11'56.7"	96°04'03.8"	19°11'53.7"	96°04'03.8"
32	19°12'19"	96°04'00.7"	19°12'13.9"	96°04'00.5"
33	19°12'17"	96°04'00.7"	19°12'16.9"	96°04'00.5"
34	19°12'16"	96°04'00.7"	19°12'11.9"	96°04'00.5"
35	19°12'13"	96°04'00.7"	19°12'08.9"	96°04'00.5"
36	19°12'09.8"	96°04'00.7"	19°12'04.7"	96°04'00.5"
37	19°12'07.2"	96°04'00.7"	19°12'02.1"	96°04'00.5"
38	19°12'03.6"	96°04'00.7"	19°11'58.5"	96°04'00.5"
39	19°12'16.7"	96°03'57.6"	19°12'14.6"	96°03'57.5"
40	19°12'13.6"	96°03'57.6"	19°12'11.5"	96°03'57.5"

41	19°12'10.7"	96°03'57.6"	19°12'8.6"	96°03'57.7"
42	19°12'07.5"	96°03'57.6"	19°12'5.4"	96°03'57.5"
43	19°12'04.3"	96°03'57.6"	19°12'2.2"	96°03'57"
44	19°12'00.4"	96°03'57.6"	19°12'00"	96°03'57"
45	19°12'14"	96°03'54.4"	19°12'12.9"	96°03'54.3"
46	19°12'10.9"	96°03'54.4"	19°12'8.8"	96°03'54.4"
47	19°12'07.7"	96°03'54.4"	19°12'5.6"	96°03'54.3"
48	19°12'04.9"	96°03'54.4"	19°12'02.8"	96°03'54.3"
49	19°12'06.5"	96°03'51.1"	19°12'04.4"	96°03'51.1"
FARO	19°11'55.7"	96°04'03.8"		