

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

Reclutamiento de corales hermatípicos en el arrecife  
Isla Verde, Sistema Arrecifal Veracruzano

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A**

**ANA LAURA ROMERO LÓPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. GUILLERMO JAVIER HORTA- PUGA**

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEXICO 2015





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.

**Desde su nacimiento el hombre carga el peso de la gravedad sobre sus hombros. Se encuentra anclado a la Tierra. Solo hace falta que se sumerja dentro del océano, para sentirse libre.**

**-Jaques Cousteau**

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer antes que nada a mis padres, primero por haberme dado la vida, y segundo porque siempre me han apoyado de una manera incondicional en todas las decisiones que he tomado. Ellos siempre han sido y serán un pilar fundamental en mi vida, sin ellos no sería la persona que soy ahora. Siempre me han motivado a cumplir mis objetivos sin importar la dificultad de los mismos. Mis padres siempre han sido para mí un ejemplo a seguir, siendo siempre personas trabajadoras y constantes. Y ahora finalmente después de una larga espera, puedo dedicarles este logro que es tan importante para mí. Espero los llene de orgullo, y sirva para agradecer de alguna forma todo lo que han sacrificado por brindarme la mejor educación posible.

A mis hermanos, por su apoyo y confianza; y por estar siempre conmigo cuando más los he necesitado. Espero que sientan este logro tan suyo como mío, espero los motive a seguir sus sueños y a perseverar en cada una de las actividades que desarrollen en su vida. En general, agradezco a toda mi familia ya que sin su apoyo yo no podría haber concluido mis estudios satisfactoriamente.

A mis amigos Diana, Ximena y Alejandro, por haber compartido conmigo todas las experiencias vividas durante la carrera; las salidas al campo, los trabajos finales, las interminables discusiones en laboratorio, el estrés, la frustración; aunque también vivimos momentos felices y muchas fiestas. Muchas gracias por el viaje de “mochilazo” que vivimos juntos, fue una experiencia inolvidable, que seguramente se convertirá en una anécdota que recordaremos por siempre. De verdad muchas gracias y les deseo todo el éxito del mundo.

A mis amigos Ricardo y Daniel, compañeros de tesis, dos grandes seres humanos y estudiantes, a los cuales auguro un prominente futuro ya que son brillantes. Con ellos compartí la maravillosa experiencia de bucear, siempre me brindaron su ayuda incondicional y también son parte fundamental del trabajo en campo de esta tesis.

A mis mejores amigos Fernanda y Marco, amigos de la secundaria, con quienes a pesar de la distancia o el pasar del tiempo, contaré siempre; su amistad es incondicional, gracias.

A Adry ya que su apoyo fue primordial para la conclusión de este trabajo, gracias por toda tu paciencia y enseñanzas. Agradezco a la M. en C. Marisol Ávila, al Biól. José Luis Tello, por su apoyo y consejos aportados durante el desarrollo de todas las actividades. A los profesores, Biól. Felipe de Jesús y al Biól. José Ángel Lara por aceptar revisar y corregir el presente documento.

Gracias a los demás integrantes de la “Bodeguita”, Yoli, Milton, Lulú, Abraham, Alfonso. A todos muchas gracias.

Agradezco a todos los profesores que tuve la oportunidad de conocer durante la carrera, gracias por sus enseñanzas, su paciencia y por compartir su experiencia. En especial quiero agradecer al Dr. Guillermo Javier Horta-Puga por su apoyo durante el desarrollo de esta tesis, fue muy importante contar con su guía y consejos para llegar a concluir satisfactoriamente el trabajo. Muchas gracias por haberme brindado la oportunidad de formar parte de su equipo. Debo agregar que el Dr. Horta-Puga es alguien digno de admiración debido a su trayectoria y experiencia, además de una figura de inspiración, gracias por compartir su experiencia y conocimientos.

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por haber tenido la oportunidad de pertenecer y estudiar en sus aulas, desde mis estudios de bachillerato en el CCH Azcapotzalco y posteriormente en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Al programa de becas PRONABES, ya que conté con el apoyo económico durante mis estudios, de no haber sido así, quizá la conclusión de mis estudios se habría visto comprometida. Agradezco a los programas de becas que apoyan a los estudiantes ya que son muy importantes, ojalá hubiera más programas que apoyaran esta causa.

Gracias a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ya que es esta Institución la que desarrolla el Programa de Monitoreo Permanente del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), la presente tesis forma parte de dicho trabajo, como una pequeña contribución al plan de evaluación que se desarrolla en el SAV.

Al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PSNAV) y a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), por el apoyo de vehículos, lanchas, y demás equipo utilizados durante las salidas al campo. Gracias al personal de la CONANP y las personas que conducen las lanchas por hacer amenos y divertidos los muestreos.

**Por mi raza hablará el espíritu**

**Ana Laura**

## INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral son ecosistemas tropicales, de aguas someras, principalmente restringidos a bajas latitudes, entre los 30°N y 30°S. Los arrecifes de coral son de los ecosistemas más biodiversos, productivos y complejos en la Tierra (Tunell 2007). Son ecosistemas marinos únicos, caracterizados geológicamente por la deposición de carbonato de calcio por parte de los corales hermatípicos, moluscos, foraminíferos y algas (Escobar-Briones y Marchain-Castillo 2005). Albergan comunidades de una riqueza, diversidad y productividad que exceden enormemente los hábitats marinos adyacentes (Hughes *et al.* 1991), incluso poseen una biodiversidad mayor a la de los bosques tropicales, desde el punto de vista del número de reinos y Phyla presentes (Birkeland 1977). A pesar de desarrollarse en un ambiente marino relativamente oligotrófico, poseen una alta tasa de producción primaria y un complejo proceso de reciclaje de nutrientes.

En los arrecifes existe una gran abundancia de microhábitats que sustentan comunidades biológicas muy variadas, y la estructura del arrecife promueve las relaciones simbióticas entre numerosas especies. Sumado a esto la gran biodiversidad que poseen los arrecifes constituye una reserva genética para el desarrollo de nuevas generaciones (Chiappone 2001), son económicamente importantes como fuente de alimentos y productos medicinales; además protegen a las costas de daño por tormentas o por erosión. Los arrecifes de coral son una fuente de valor cultural y gran belleza natural, y proveen vastos ingresos en dólares por parte del turismo.

Globalmente son más abundantes y presentan mayor biodiversidad en la región del Indo-Pacífico, del Este de África y del Mar Rojo hasta el Pacífico Central. En cuanto a distribución mundial y diversidad de arrecifes coralinos se encuentra la región del Atlántico Tropical Occidental (ATO), incluyendo el Mar Caribe y el Golfo de México (GOM). Sin embargo, desde finales de los años setentas y principios de los ochentas, las personas alrededor del mundo se han consternado sobre la degradación y pérdida de éste hábitat marino importante ecológica y económicamente. Los arrecifes de coral están siendo destruidos en tasas alarmantes en el GOM y en el mundo. El decremento regional en la cubierta coralina es alarmante, ha disminuido un 80% en los últimos 25 años (de un promedio de 50% en 1977 a un 10% en 2001) (Tunell 2007).

En el ecosistema arrecifal los corales escleractinios son el elemento faunístico dominante en términos de cobertura del sustrato (Yonge 1963; Sttodartt 1969). Aunque la cobertura coralina variará de acuerdo a la zona arrecifal. En general, muchos arrecifes comparten características topográficas (Pinet 2009), la región de barlovento o arrecife frontal es una zona que recibe el fuerte embate del oleaje, situado hacia mar abierto, se caracteriza por poseer un crecimiento más activo y mayor cobertura coralina; en esta zona las formas de crecimiento se restringen a las formas encostrantes y masivas, siendo muy escasas las formas ramificadas (Obura 2011). La cresta arrecifal o zona de bloques es una zona de alta

energía, su profundidad no va más allá de los 3 m, está constituida principalmente por bloques de coral muerto, el crecimiento coralino está muy restringido aunque en ésta región pueden proliferar los corales encostrantes, ya que son capaces de resistir el oleaje. La planicie arrecifal (también denominada plataforma o laguna arrecifal), representa la parte superior del arrecife, dónde se localizan comunidades someras dispersas de corales, ceibadales (pastos marinos) y otras especies, las profundidades fluctúan entre 0.5 y 2.0 m, las aguas son claras y de escaso movimiento. El talud de sotavento o arrecife posterior, es una zona de crecimiento coralino activo, generalmente con menor cobertura pero mayor diversidad que el arrecife frontal, ésta zona del arrecife se encuentra poblada por una variedad de formas coralinas, incluyendo las delicadas formas ramificadas o laminadas (Horta-Puga y Tello 2009; Pinet 2009).

Un evento crítico en los arrecifes coralinos lo constituyen las primeras etapas de colonización del sustrato ya que representan una fase crucial en el desarrollo de poblaciones coralinas. El reclutamiento coralino, el cual es definido, en términos generales, como la adición de nuevos individuos a una población dada (Caley *et al.* 1996), juega un papel importante, como parte de la dinámica arrecifal, ya que es clave en el proceso de mantenimiento y recuperación de los ecosistemas de arrecife de coral (Kuffner *et al.* 2006). Se considera recluta a aquel individuo juvenil que se ha fijado en el sustrato y ha logrado desarrollar su esqueleto (AGGRA).

La adición de nuevos individuos a una población tiene implicaciones en su estructura genética, sobrevivencia y en la composición de la comunidad local. Cuando la larva coralina (plánula) comienza su fase de vida béntica, su comportamiento y sobrevivencia depende de una variedad de factores ambientales. Se ha demostrado que la larva prefiere asentarse en sustrato colonizado por algas coralinas encostrantes (algas calcáreas) las cuales son cruciales para el reclutamiento (Vermeij 2005). Por otra parte, los patrones de asentamiento parecen ser afectados por respuestas a otros factores del ambiente, como la habilidad de la larva de reconocer diferencias específicas de profundidad y en cuanto a la calidad e intensidad de la luz (Baird *et al.* 2003). De igual forma se asume que el reclutamiento está regulado por el número de colonias adultas presentes (Vermeij 2005).

El reclutamiento es un factor importante para determinar la estructura de la comunidad coralina, así como para determinar el grado de perturbación de un lugar, ya que en un ambiente perturbado las algas tienden a desplazar a los corales en su competencia por el recurso sustrato, lo que también significa una disminución en el número de reclutas o individuos juveniles, ya que las larvas coralinas no encuentran sustrato adecuado para fijarse (Horta-Puga y Tello-Musi 2009)

Existen dos formas de evaluar el reclutamiento: 1) Índice de reclutamiento (densidad), que es el número de reclutas por unidad de área ( $m^2$ ) 2) Tasa de reclutamiento, que es el

número de reclutas fijados por unidad de área ( $m^2$ ) por unidad de tiempo (Carriquiry y Bonilla 1997).

La situación de los arrecifes del GOM, como en otras regiones del mundo con arrecifes coralinos, presenta un amplio rango de arrecifes de coral en diferentes estados de conservación. Típicamente, los arrecifes que se encuentran alejados de la línea de costa, lejos de asentamientos humanos y de las descargas continentales, se encuentran en buenas condiciones por ejemplo los Flower Garden Banks al noroeste del Golfo. Sin embargo, los arrecifes cercanos a poblaciones y a descargas continentales presentan de moderados a fuertes estados de perturbación tal es el caso de Florida Keys en la parte Oriental del Golfo y en los arrecifes de Veracruz al suroeste del Golfo (Tunell 2007).

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) es el complejo Arrecifal más extenso del Golfo de México, situado frente al Puerto de Veracruz y al poblado de Antón Lizardo en el sur del GOM. Debido a que el SAV se encuentra cercano al puerto, recibe una gran influencia antropogénica, lo cual puede afectar el desarrollo y mantenimiento de los arrecifes de coral mediante la promoción de enfermedades y la disminución de la diversidad de especies.

En el SAV, al igual que en todo el ATO, la comunidad coralina ha disminuido considerablemente durante las últimas décadas, lo que se ha manifestado como una disminución en el área cubierta por coral vivo. Aunque la comunidad coralina del SAV se está desarrollando en condiciones ambientales subóptimas, los corales hermatípicos crecen vigorosamente al igual que en otras áreas del ATO (Horta-Puga y Tello-Musi 2009)

Los arrecifes de coral localizados cerca de ciudades o zonas altamente industrializadas son afectados debido al incremento en la descarga de sedimentos, nutrientes (nitrógeno, fósforo) y contaminantes al océano. El puerto de Veracruz concentra más del 30 % del tráfico marítimo comercial de México, además del intenso tráfico marino muchas industrias (textiles, metalúrgicas y alimentarias) también arrojan sus residuos al océano junto con las aguas residuales de la ciudad (Gutiérrez-Ruiz *et al.* 2011). Además 3 ríos principales Papaloapan, La Antigua y Jamapa descargan sus aguas en esta área contribuyendo con sedimentos, metales pesados, contaminantes industriales y agrícolas y cargas residuales de ciudades más alejadas (Rosales-Hoz *et al.* 2007). Otros impactos incluyen encallamientos de barcos, derrames de petróleo y sobrepesca (Martínez-Caballero 2007) turismo, buceo recreativo, dragado así como la deforestación de las zonas continentales adyacentes. Además es afectado por fenómenos naturales como tormentas tropicales, huracanes, frentes fríos, mareas rojas, episodios de blanqueamiento así como enfermedades de la biota arrecifal (Horta-Puga 2007).

De entre todos estos factores, la sedimentación, principalmente está causando una severa degradación de los arrecifes de coral. Ya que las partículas de sedimento sofocan a los organismos del arrecife y reducen la luz disponible para la fotosíntesis.



La sedimentación excesiva puede, adversariamente, afectar la estructura y función del arrecife de coral por la alteración de procesos físicos y biológicos. Una alta sedimentación está asociada con, un menor número de especies coralinas, menos coral vivo, rangos bajos de crecimiento coralino, mayor abundancia de las formas ramificadas, decremento en la calcificación, decremento en la productividad neta de los corales, una lenta acreción de los arrecifes y menor reclutamiento (Rogers 1990); ya que los sedimentos no dejan espacio para el establecimiento de la larva plánula y además que la gran cantidad de nutrientes disponibles favorece la proliferación de algas que compiten directamente por el sustrato con las larvas de coral cuando los arrecifes experimentan cambios de fase o florecimientos algares temporales, la repoblación de corales adultos puede ser lenta, debido a la inhibición del reclutamiento (Kuffner *et al.* 2006).

Los arrecifes de coral en el ATO han experimentado intensos cambios en las últimas décadas, pasando de ser ambientes dominados por corales a ambientes dominados por algas. Grandes impactos como la muerte en masa del erizo de mar *Diadema antillarum* en 1983 y la severa sobrepesca, han interrumpido los procesos de herbivoría. Enfermedades coralinas, cómo la enfermedad de la mancha blanca (Green y Bruckner 2000) y el blanqueamiento (Wilkinson 2000) han diezmando la salud de las poblaciones coralinas. El conocimiento de estos cambios proviene de una serie de estudios descriptivos que se han realizado en el ATO, los cuales han examinado la condición de los arrecifes de coral, pero no en grandes escalas espaciales.

Durante un período de tiempo comprendido entre los años 1998 y 2000 se llevó a cabo la campaña AGGRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment) proyecto en el cuál se evaluaron diferentes parámetros ecológicos en arrecifes del Atlántico Tropical, se evaluaron arrecifes con diferentes historias de perturbaciones, condiciones ambientales y presiones de pesca. Se realizaron 20 estudios que compilaron datos de 302 sitios bentónicos. Para determinar la condición de dichos sitios se utilizaron 15 indicadores dentro de los cuales se encontró el reclutamiento coralino. Se obtuvo que la densidad promedio de reclutas fue de 4 Ind/m<sup>2</sup> en arrecifes someros y de 3.3 Ind/m<sup>2</sup> en arrecifes profundos (Kramer 2003).

Debido a que el SAV representa uno de los más importantes sistemas arrecifales en el Golfo de México GOM y además es considerado uno de los ecosistemas arrecifales con mayor impacto ambiental (Tunell 2007; Horta-Puga *et al.* 2007), se han llevado a cabo estudios para evaluar su condición.

Dentro de la campaña AGGRA se realizó un estudio en 3 arrecifes tipo plataforma, Galleguilla, Isla Sacrificios e Isla Verde en intervalos de profundidad de 3-6 m y 9-12 m. Se encontró que la densidad de reclutas fue muy baja, 1.2 reclutas/m<sup>2</sup>, aunque

aparentemente existe sustrato disponible para el reclutamiento en la mayoría de los sitios (Horta-Puga 2003).

Durante los años 2006 y 2007 se realizó un estudio para determinar la condición actual de reclutamiento de corales escleractinios del SAV, para lo cual se obtuvo la densidad de reclutas coralinos en las zonas de Barlovento, Sotavento y Planicie en 10 arrecifes del SAV, por medio del uso de fotocuadrantes (modificación del trabajo de campo AGGRA), en un intervalo de profundidad de 9-12 m. Se encontró que la densidad de reclutamiento para el SAV fue de 2.60 Ind/m<sup>2</sup> y para Isla Verde fue de 2.57 Ind/m<sup>2</sup>, concluyendo que en general, el valor encontrado de reclutamiento fue bajo (Cruz 2009).

Uno de los trabajos más importantes que se ha desarrollado hasta el momento sobre éste tema, es el realizado por Horta-Puga y Tello (2009) en el Programa de Condición Actual y Monitoreo Permanente del SAV. El cual tiene como principal objetivo determinar el estado actual de los arrecifes coralinos pertenecientes al SAV e implementar un programa de monitoreo permanente para determinar cambios significativos en la estructura de la comunidad arrecifal (corales hermatípicos, algas y erizos) y/o en la calidad del agua del SAV a lo largo del tiempo.

Uno de los parámetros evaluados durante este estudio fue el reclutamiento coralino en 5 arrecifes del grupo Norte y en 5 del grupo Sur, en un intervalo de profundidad de 9-12 m, en las distintas zonas arrecifales (talúd de sotavento, talúd de barlovento y planicie arrecifal). Se determinó que la densidad general fue de 2.6 reclutas/m<sup>2</sup> y que la mayor proporción de reclutas fue para *Siderastrea* (51.9%), seguida de *Agaricia* (26.6%), *Porites* (7.8%), *Oculina* (4.4%) y *Madracis* (3.2%).

El desarrollo de estudios en este tipo de ecosistemas es muy importante debido a que son sistemas altamente productivos y de gran importancia económica. Por lo cual es imperante establecer las condiciones en que se encuentran dichos sistemas, ya que en base a esto se puede determinar el grado de perturbación y de esta manera tomar las medidas necesarias para la conservación de dichos ecosistemas marinos. En el SAV se tiene registro de que las condiciones ambientales y ecológicas son desfavorables para la recuperación de los arrecifes de coral, por lo que es importante realizar más estudios que nos permitan tener un mayor conocimiento sobre el estado de conservación de los arrecifes del SAV. Por todo lo anteriormente mencionado en el presente trabajo se plantearon las siguientes interrogantes:

¿La densidad de reclutas variará a lo largo de un gradiente batimétrico?

¿La densidad de reclutas variará dependiendo del talud del arrecife?

¿El reclutamiento será mayor o menor en comparación con otros arrecifes del ATO?

**Objetivo general:**

Evaluar la variación de la densidad de reclutas a lo largo de un gradiente batimétrico, en los taludes de barlovento y sotavento, en el Arrecife Isla Verde, Sistema Arrecifal Veracruzano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), fue decretado área natural protegida en 1992. Es el área de arrecifes más extensa del Golfo de México, y se encuentran divididos en grupos Norte y Sur, por la descarga del Río Jamapa. El SAV incluye arrecifes costeros: Punta Gorda, Hornos y Punta Mocambo y arrecifes tipo plataforma: Galleguilla, La Gallega, La Blanquilla, Anegada de Adentro, Isla Verde, Pájaros, Isla de Sacrificios, Anegada de Afuera, Isla de En medio, Blanca, Chopas, Rizo, Cabezo, Topatillo, Polo, Santiaguillo y Anegadilla (Carricart-Ganivet y Horta-Puga 1993; Tunnell *et al.* 2007) (Figura 1).

Los arrecifes del SAV se caracterizan por estar divididos en cuatro zonas: arrecife frontal (talud de barlovento), cresta arrecifal, planicie arrecifal y arrecife posterior (talud de sotavento) (Figura 2). La cresta arrecifal es la zona menos profunda, la turbulencia y el oleaje son altos, particularmente en los meses de Septiembre a Marzo, cuando son más fuertes los vientos del Norte. La planicie arrecifal es una zona de baja energía, con poco movimiento de agua y profundidades someras (0.5-2 m). La zona del talud de sotavento se caracteriza por ser una zona de baja energía y de tener altas tasas de sedimentación terrígena, es la zona protegida del arrecife, los hábitats en sotavento constituyen las áreas más variables del arrecife, el grado de desarrollo y de especies presentes en dicho talud varían con la distancia a la costa y los cambios en la tasa de sedimentación asociados a ésta (Chávez *et al.* 2007). Es la zona de crecimiento activo de corales y presenta la mayor diversidad de coral vivo (Horta-Puga y Tello 2009).

El talud de barlovento es la porción más dinámica del arrecife, situado hacia mar abierto, se caracteriza por ser una zona de alta energía, tiene un crecimiento más activo y mayor cobertura coralina, puede presentar un sistema de canales para disipación de la energía del oleaje y escape de sedimento, en general en ésta zona las aguas son relativamente claras con pocos sólidos en suspensión (Horta-Puga y Tello 2009). En arrecifes costeros como Hornos y Mocambo, la zona de barlovento puede alcanzar hasta 12 m de profundidad, y en arrecifes tipo plataforma como Anegada de Afuera, Anegadilla, Santiaguillo y Anegada de Adentro puede alcanzar profundidades de hasta 40 m (Chávez 2007).

Específicamente el arrecife Isla Verde (Figura 3), es un arrecife de tipo plataforma, situado a los 19°12'03''N y 96°04'14.1''W, a 5.6 km de la costa. Mide en su eje más largo (NO-SE) 1.1 km con 750 m de ancho, presenta un cayo emergido de 225 m de largo por 125 m de ancho conocido como Isla Verde (Carricart-Ganivet y Horta-Puga 1993), es considerado un arrecife moderadamente impactado (Horta-Puga y Tello 2009), por esta razón se eligió el arrecife Isla Verde.



Figura 1. Sistema Arrecifal Veracruzano. Se destaca con línea punteada roja el área de estudio.

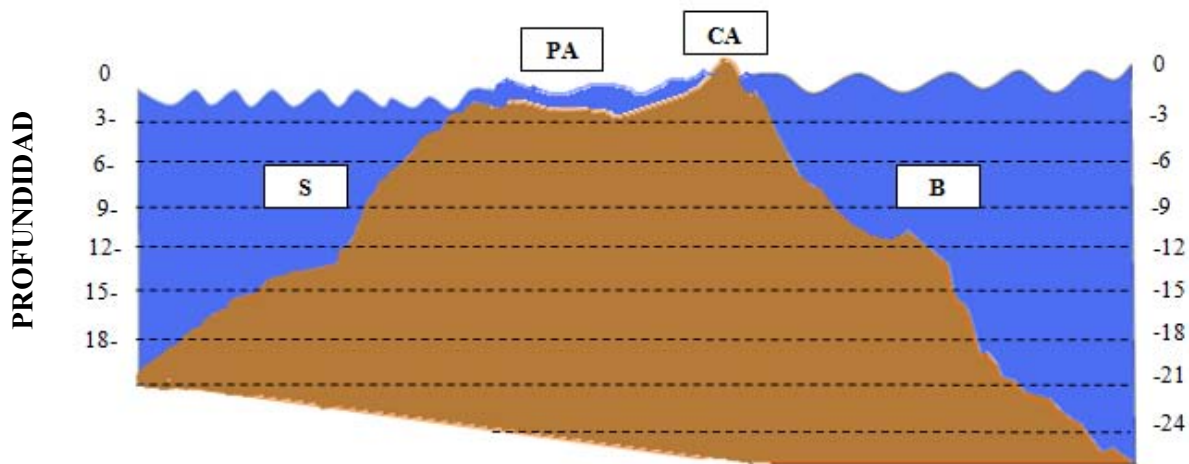


Figura 2. Esquema de los perfiles batimétricos del arrecife Isla Verde, (S) talud de sotavento; (B) talud de barlovento; (PA) planicie arrecifal; (CA) cresta arrecifal. Modificado de Pérez-España y Vargas-Hernández 2008, en el que se indican las estaciones de muestreo para el presente trabajo.



**Figura 3. Fotografía aérea de Isla Verde (2007). La cruz roja indica la zona de sotavento y la amarilla la zona de barlovento. Fotografía cortesía del Dr. Javier Bello Pineda (Universidad Veracruzana).**

## Trabajo en campo

Para el desarrollo del presente estudio se realizaron salidas en los meses de Octubre del 2010; Marzo y Junio del 2011 al Arrecife Isla Verde, SAV.

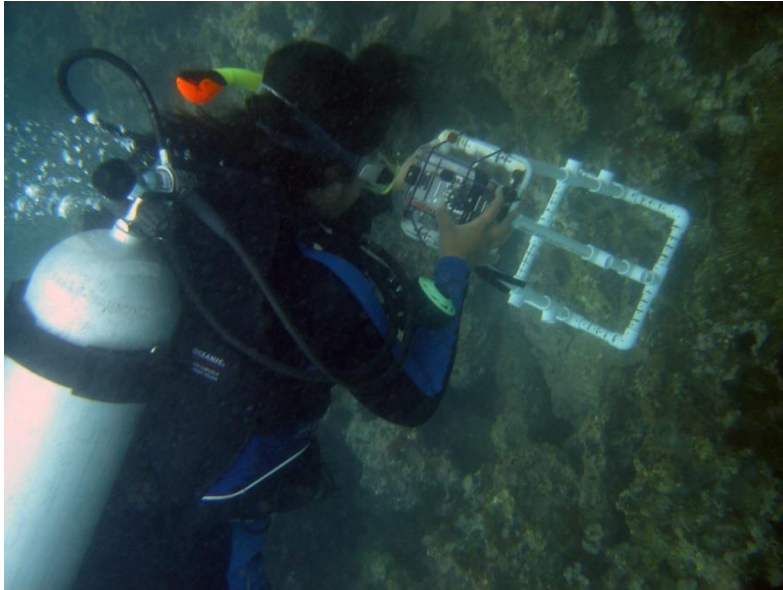
Para poder determinar la densidad de reclutas se utilizó como base la metodología correspondiente al Protocolo de Evaluación Rápida aplicado en la campaña el AGRRA (Lang *et al.* 2010). Este método fue modificado, ya que no se realizó el conteo visual en campo como lo especifica AGRRA, en su lugar se utilizaron imágenes digitales de alta resolución (5 megapíxeles) del fondo arrecifal de un área de 25x25 cm (0.0625m<sup>2</sup>), obtenidas mediante una cámara submarina, y delimitando el área con un cuadrante de PVC (Figuras 4, 5).

Para determinar la densidad de reclutas se tomaron un mínimo de 80 imágenes digitales (fotocuadrantes) que corresponden a 5 m<sup>2</sup> de superficie, por cada sitio de muestreo. Los fotocuadrantes se colocaron en sustrato de preferencia plano con ausencia de invertebrados sésiles grandes, según lo especificado por Horta-Puga y Tello-Musi (2009). Para determinar las variaciones batimétricas, se determinó muestrear los taludes de barlovento y sotavento, cada 3 m, hasta donde la profundidad lo permitió (Figura 2).



Figura 4. Estructura de PVC en la cual se monta la cámara para la toma de las fotografías.





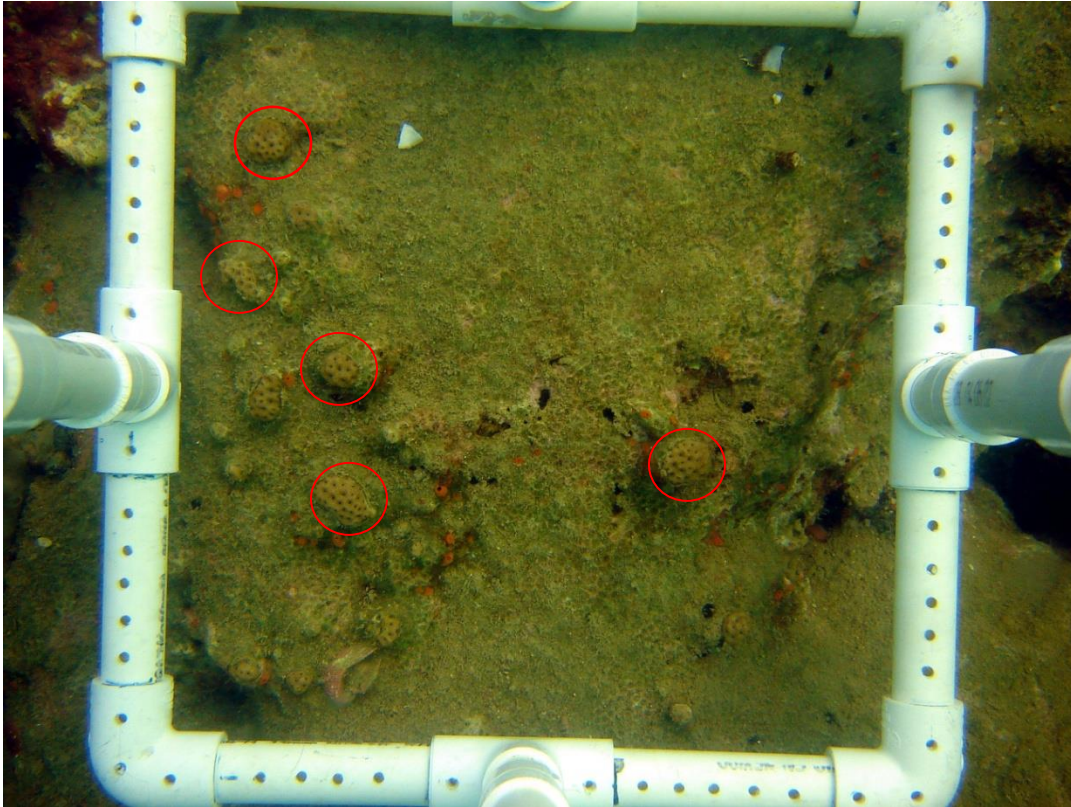
**Figura 5. Toma de fotocuadrantes en el sustrato arrecifal.**

### **Trabajo de gabinete**

Posteriormente los fotocuadrantes fueron analizados visualmente con software de procesamiento de imágenes (Adobe Photoshop 7.0). Las fotografías fueron guardadas en formato .tiff (Tagged imaged format file) ya que este formato no afecta la calidad digital de la fotografía.

Para determinar que colonia podía ser considerada como recluta, se dibujó sobre cada imagen un círculo de 2 cm de diámetro (a escala de la imagen), que sirvió como guía para determinar que colonias coralinas podrían ser consideradas reclutas, es decir corales de  $\leq 2$  cm de diámetro. Cada recluta coralino se contabilizó (en cada fotocuadrante), y se determinó su identidad taxonómica hasta el nivel de género (Figura 6). Así, se pudo determinar las densidades de reclutas ( $\text{Ind}/\text{m}^2$ ) para cada profundidad y región del arrecife (barlovento y sotavento) para posteriormente ser comparadas y contrastadas con estudios anteriores relacionados con el presente trabajo.





**Figura 6. Ejemplo de un fotocadrante en el cual se pueden observar distintos reclutas coralinos y la forma en que fueron identificados.**

## RESULTADOS

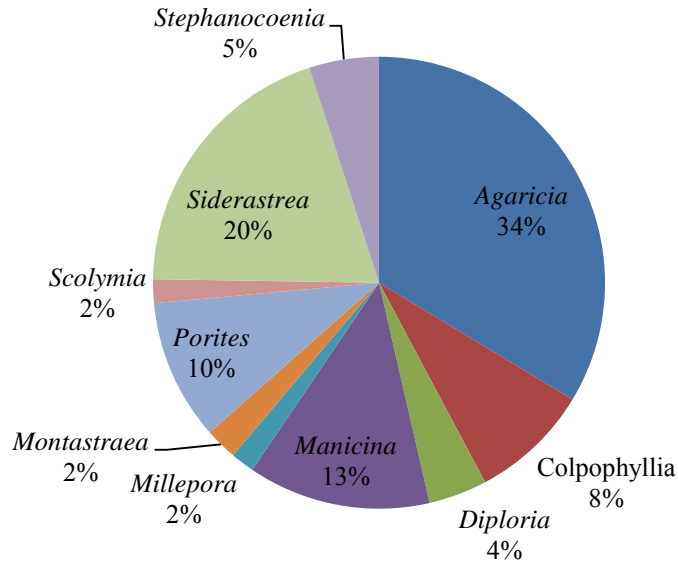
Se muestreó un área total de 73 m<sup>2</sup>, 40.3 m<sup>2</sup> en el talud de sotavento y 32.7 m<sup>2</sup> en el talud de barlovento. Se contabilizó un total de 204 individuos, 53 en el talud de sotavento y 151 en el talud de barlovento. Se obtuvo una densidad total de reclutas de 2.3 Ind/m<sup>2</sup>, 1.3 Ind/m<sup>2</sup> para el talud de sotavento y 3.3 Ind/m<sup>2</sup> para el talud de barlovento. De los individuos encontrados se determinaron 10 géneros (Tabla 1).

**Tabla 1**  
Abundancia relativa y densidad de reclutas coralinos (Cnidaria, Scleractinia) en el arrecife Isla Verde, SAV.

Zona	Sotavento						Barlovento						Totales		
	Prof (m)	3	6	9	12	15	18	3	6	9	12	15	18	S	B
Ab/sp (%)															
<i>Agaricia</i>	50			50	20				80.8	77	70.6	56.5	20.0	47.5	33.7
<i>Colpophyllia</i>		20	6.2					50	5.5	15.3	5.9		4.4	12.8	8.6
<i>Pseudodiploria</i>							50						0.0	8.3	4.2
<i>Manicina</i>	50	40					50	16.7					15.0	11.1	13.1
<i>Millepora</i>		20											3.3	0.0	1.7
<i>Montastraea</i>				25					2.7				4.2	0.5	2.3
<i>Porites</i>		20	3.1	25	40			16.7	2.7		8.8	4.3	14.7	5.4	10.1
<i>Scolymia</i>						20							3.3	0.0	1.7
<i>Siderastrea</i>			65.7		40	60		16.7	8.2	7.7		39.1	27.6	12.0	19.8
<i>Stephanocoenia</i>			25			20					14.7		7.5	2.5	5.0
# Ind	2	5	32	4	5	5	2	6	73	13	34	23	53	151	204
# FC	106	139	120	80	78	125	79	109	97	107	50	86	648	528	1176
AM (m <sup>2</sup> )	6.6	8.6	7.5	5	4.8	7.8	4.9	6.8	6	6.6	3.1	5.3	40.3	32.7	73
DR (Ind/m <sup>2</sup> )	0.3	0.5	4.2	0.8	1.0	1.5	0.4	0.8	12.0	1.9	4.1	4.2	1.3	3.3	2.3

Ab/sp= Abundancia relativa por especie. Prof.= Profundidad. Ind= Individuos. FC= Fotocadrante. AM= Área muestreada. DR= Densidad de reclutas.

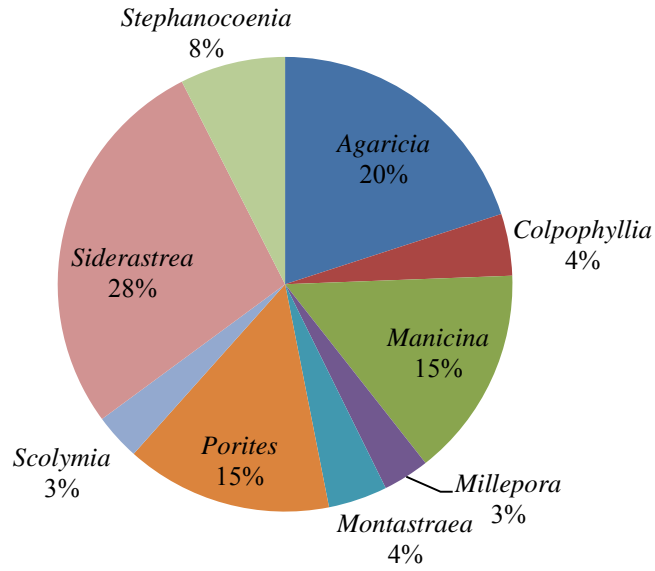
En general, para el Arrecife Isla Verde, el género más abundante fue *Agaricia*, con el 34%, seguido de *Siderastrea* con casi 20% y *Manicina* con el 13%, en conjunto suman más del 60% de reclutas coralinos (Figura 7). Los géneros menos abundantes fueron *Millepora*, *Scolymia* y *Montastraea*, sumando casi el 6%. Los géneros con mayor frecuencia fueron *Porites*, *Agaricia* y *Siderastrea*. De igual forma los géneros menos frecuentes fueron *Millepora*, *Scolymia* y *Montastraea* (Tabla 1).



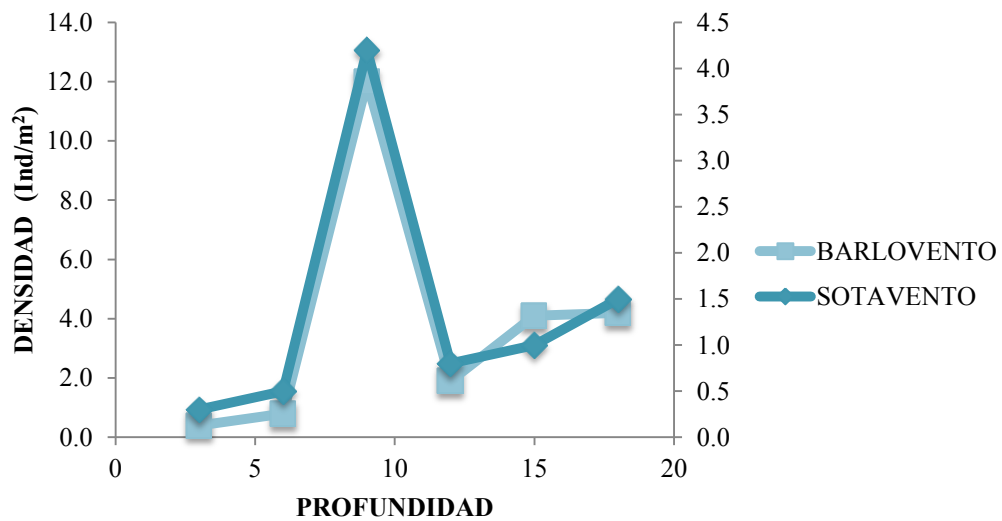
**Figura 7. Abundancia relativa de reclutas coralinos (<2 cm) en el arrecife Isla Verde.**

## SOTAVENTO

En el talud de sotavento el género más abundante fue *Siderastrea* con el 28%, seguido de *Agaricia* con el 20% y *Porites* con un 15% (Figura 8). El género más frecuente fue *Porites*, seguido de *Agaricia*, *Siderastrea* y *Colpophyllia* (Tabla 1). Es importante mencionar que la abundancia de reclutas varía notablemente en los diferentes intervalos de profundidad, a los 3 y 6 m encontramos baja densidad de reclutas, los cuales pertenecen principalmente a los géneros *Agaricia*, *Colpophyllia*, *Manicina* y *Porites*. A los 9 m, encontramos la mayor densidad de reclutas, pertenecientes al género *Siderastrea*, principalmente. Y a los 12, 15 y 18 m la densidad de reclutas disminuye notablemente, los géneros más encontrados son *Agaricia*, *Siderastrea* y *Porites* (Tabla 1 y Figura 9).



**Figura 8.** Abundancia relativa de reclutas coralinos (<2 cm) en el talud de sotavento.



**Figura 9.** Densidad de reclutas (Ind/m<sup>2</sup>) a diferentes intervalos de profundidad en los taludes de sotavento y barlovento, en el arrecife Isla Verde.

## BARLOVENTO

Cabe destacar que en el talud de barlovento se encontró la mayor densidad de reclutas, el género más abundante fue *Agaricia* con el 47%, seguido de *Colpophyllia* con el 13 % y *Siderastrea* con el 12 % (Tabla 1 y Figura 9). El género más frecuente fue *Agaricia*, seguido de *Colpophyllia*, *Porites* y *Siderastrea* (Tabla 1). De igual forma, como en sotavento, la densidad de reclutas varía conforme a los diferentes intervalos de profundidad. A los 3 y 6 m la densidad de reclutas es baja, los géneros más abundantes son *Colpophyllia*, *Manicina*, *Porites* y *Siderastrea*. A los 9 m la densidad de reclutas aumenta, siendo *Agaricia* el género más abundante. A los 12 m la densidad disminuye notablemente para después incrementarse ligeramente a los 15 y 18 m, en todos *Agaricia* es el género más abundante (Tabla 1 y Figura 10)

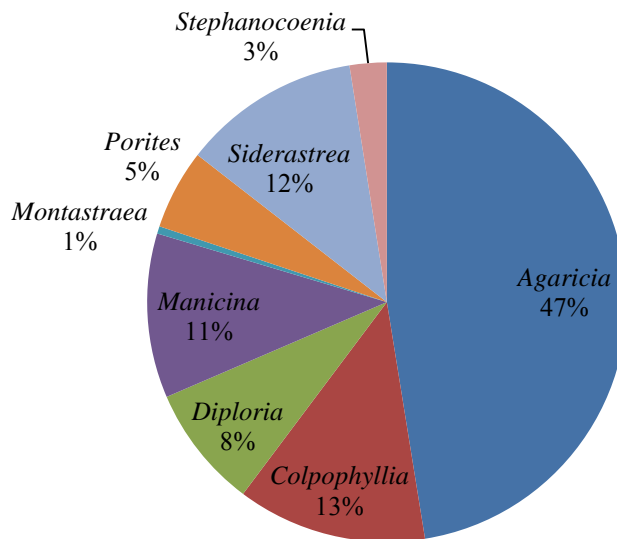


Figura 10. Abundancia relativa de reclutas coralinos (<2 cm) en el talud de barlovento.

## DISCUSIÓN

En general, se obtuvo una densidad de reclutas de 2.3 Ind/m<sup>2</sup> para el arrecife Isla Verde, si lo comparamos con los datos obtenidos durante la campaña AGRRA, se encuentra por debajo del promedio general para todo el ATO el cual es de 3.8 reclutas/m<sup>2</sup> (3.3 reclutas/m<sup>2</sup> en zonas someras y 4.4 reclutas/m<sup>2</sup> en zonas profundas) (Kramer 2003); sin embargo es más alto que el registrado en 1999 para la zona de Barlovento del Grupo Norte del SAV de 1.8 reclutas/m<sup>2</sup> (Horta-Puga 2003).

La densidad de reclutas es también similar a la encontrada por Cruz (2009) y Horta-Puga y Tello (2009), de 2.6 Ind/m<sup>2</sup>, para el arrecife Isla Verde. Lo cual podría indicar que la densidad de reclutas se ha mantenido en un intervalo afín.

En la Figura 11 puede observarse la densidad de reclutamiento de todos los sitios AGRRA comparado con la densidad obtenida para el arrecife Isla Verde en el presente estudio, la cual se encuentra dentro de los promedios más bajos.

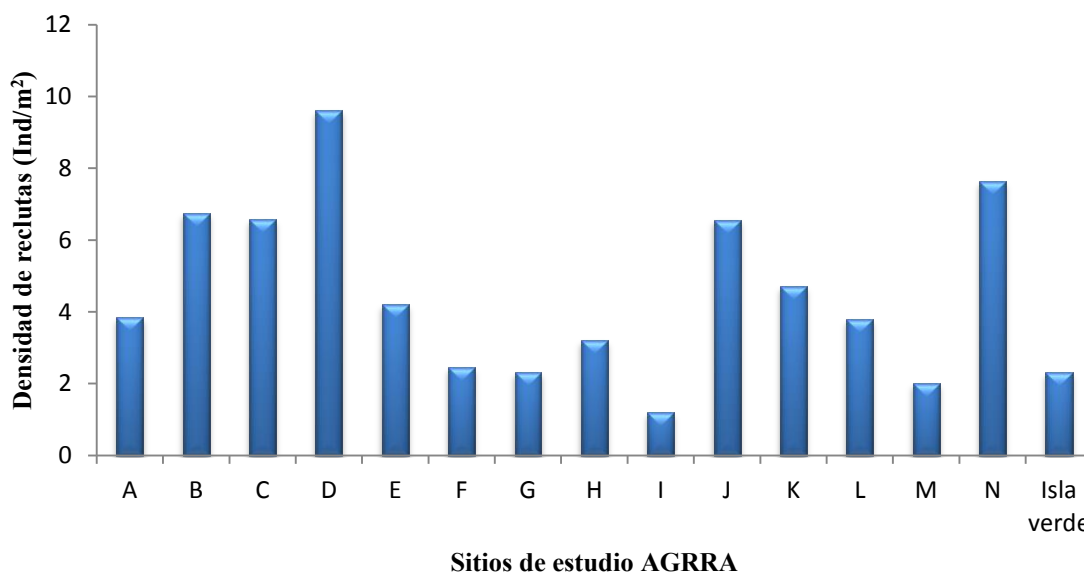


Figura 11. Densidad de reclutas (Ind/m<sup>2</sup>) de los diferentes sitios de estudio de la campaña AGRRA, 2003. A= Islas Abaco, Bahamas (Feingold, *et al.* 2003). B= Islas Andros Bahamas (Kramer *et al.* 2003). C= Isla San Salvador Bahamas (Peckol, *et al.* 2003) D= Belice (Peckol, *et al.* 2003). E= Islas Caimán (Manfrino *et al.* 2003). F= Parque Nacional Cahuita, Costa Rica (Fonseca 2003). G= María la Gorda, Cuba (Alcolado *et al.* 2003). H= Quintana Roo (Ruiz-Zárte *et al.* 2003). I= Sistema Arrecifal Veracruzano (Horta-Puga 2003). J= Curaçao, Venezuela (Bruckner 2003). K=Antillas Holandesas (Klomp y Kooistra 2003). L= Islas Turcas y Caicos (Riegl *et al.* 2003). M= Flower Garden Banks (Pattengill-Semmens y Gittings 2003). N= Islas Vírgenes (Nemeth *et al.* 2003). Isla Verde (SAV), área de estudio del presente trabajo.

De manera general, *Agaricia* y *Siderastrea* fueron los géneros más abundantes en el presente estudio. En el mapa modificado de Kramer, 2003 (Figura 12), podemos observar la mayoría de los sitios de estudio AGRRA, en donde se señalan los géneros de reclutas con mayor abundancia, siendo *Agaricia*, *Porites* y *Siderastrea* los más representativos.

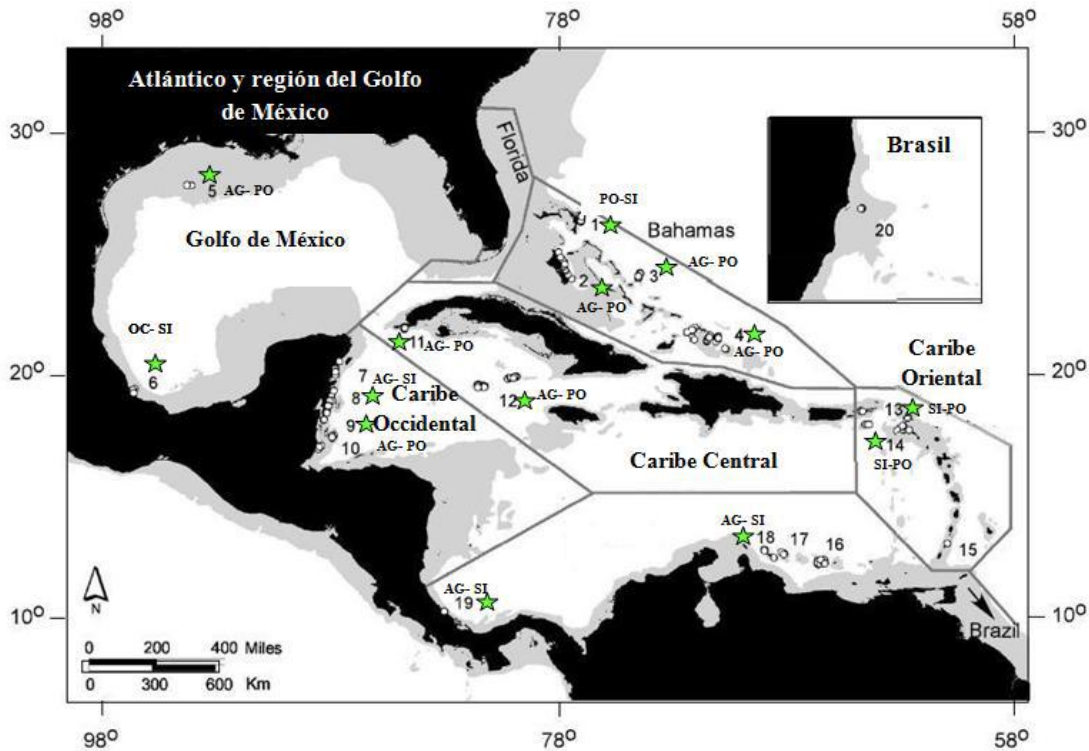


Figura 12. Mapa modificado de Kramer, 2003. Se muestra el Atlántico Tropical, dividido de acuerdo a las regiones de estudio del proyecto AGRRA. Las estrellas verdes destacan los sitios analizados en el presente trabajo. 1= Islas Abaco, Bahamas. 2= Islas Andros, Bahamas. 3= Isla San Salvador, Bahamas. 4= Islas Turcas y Caicos. 5= Flower Garden Banks. 6= Sistema Arrecifal Veracruzano. 8= Quintana Roo. 9= Belice. 11. María la Gorda, Cuba. 12= Islas Caimán. 13= Antillas Holandesas. 14=Islas Vírgenes. 18= Curaçao, Venezuela. 19= Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. Se señala con iniciales las especies de reclutas más abundantes por cada región. AG= *Agaricia*. OC= *Oculina*. PO= *Porites*. SI= *Siderastrea*.

La notable abundancia de dichas especies también puede observarse en la Tabla 2 (a, b y c), en dónde se desglosan los datos de abundancia relativa (%) para todas las especies de reclutas coralinos, de los trabajos realizados durante la campaña AGRRA. Se puede notar que las especies con mayor abundancia relativa son *Siderastrea*, *Porites* y *Agaricia*. Aunque la abundancia de estas especies también varía dependiendo del arrecife y en los que se evaluaron diferentes profundidades, también se pueden observar diferencias.

En el apéndice 1, en donde se describe la abundancia relativa de reclutas coralinos de varios sitios de la campaña AGRRA mediante gráficas de pastel, se puede observar como *Siderastrea*, *Porites* y *Agaricia* presentan los valores de porcentaje mayores, en la mayoría de los sitios. De manera general, dentro del proyecto AGRRA, concluyen que los arrecifes



en donde se desarrolla más satisfactoriamente el reclutamiento es en los arrecifes profundos de Andros, Bahamas y en las Islas Vírgenes.

**Tabla 2a**  
**Abundancia relativa y densidad de reclutas coralinos (Cnidaria, Scleractinia) en diferentes localidades arrecifales en el Atlántico Tropical Occidental**

<b>Localidad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Zona</b>		<b>CA</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>B</b>	<b>S</b>	<b>B</b>	<b>S</b>	<b>B</b>	<b>CA</b>
<b>Prof (m)</b>	1-16	1-3	5-13	1-4	2-8	3-7	3-7	10-17	1-5	5-14
<b>Ab/sp (%)</b>										
<i>Acropora</i>	1	9			6					
<i>Agaricia</i>	5	7	15		8	13	38	32		9
<i>Colpophyllia</i>										
<i>Dichocoenia</i>	6		2							
<i>Diploria</i>		3	5	16	5			7	5	
<i>Eusmilia</i>					6					
<i>Favia</i>	6	3	3						5	
<i>Isophyllastrea</i>										
<i>Leptoseris</i>										
<i>Madracis</i>										5
<i>Manicina</i>	6									
<i>Meandrina</i>										
<i>Millepora</i>		3		8		6				
<i>Montastraea</i>			9	6	7	15			14	
<i>Mycetophyllia</i>			3							
<i>Mussimilia</i>										
<i>Oculina</i>										
<i>Porites</i>	27	63	45	48	49	38	39	31	62	42
<i>Scolymia</i>			3							
<i>Siderastrea</i>	20		6			6		9	6	
<i>Stephanocoenia</i>										6
<i>Solenastrea</i>										
Otros	29	12	9	22	19	22	23	21	8	38
DR (Ind/m <sup>2</sup> )	3.8	2.9	10.6	4.9	5.1	8.0	8.1	7.8	8.5	12.5

1= Abaco, Bahamas (Feingold, *et al.* 2003). 2= Andros, Bahamas (Kramer *et al.* 2003). 3= San Salvador, Bahamas (Peckol, *et al.* 2003) 4= Belice (Peckol, *et al.* 2003). CA= Cresta Arrecifal. S= Sotavento o Arrecife Posterior. B= Barlovento o Arrecife Frontal. DR= Densidad de reclutas.



**Tabla 2b**  
**Abundancia relativa y densidad de reclutas coralinos (Cnidaria, Scleractinia) en diferentes localidades arrecifales en el Atlántico Tropical Occidental**

<b>Localidad</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Zona</b>	<b>S/B</b>	<b>S/B</b>					<b>S</b>	<b>B</b>	<b>S</b>	<b>B</b>
<b>Prof (m)</b>	<b>≤10</b>	<b>&gt;10</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5.5</b>	<b>5-13</b>	<b>8-12</b>	<b>3-6</b>	<b>10-20</b>	<b>6-20</b>
<b>Ab/sp (%)</b>								<b>9-12</b>		
<i>Acropora</i>	1.3	3						4		
<i>Agaricia</i>	32.5	29.6			50	12	29.8		34	13
<i>Colpophyllia</i>								3	8	
<i>Dichocoenia</i>		1			50	3	2		2	
<i>Diploria</i>	5	2.5					3.2			
<i>Eusmilia</i>	2.1					3	2.6			
<i>Favia</i>	1.4	1.5								
<i>Isophyllastrea</i>							3			
<i>Leptoseris</i>							3			
<i>Madracis</i>						6				
<i>Manicina</i>		1				6				
<i>Meandrina</i>									8	
<i>Millepora</i>	8.5	6.9								
<i>Montastraea</i>	7.7	10.4				6	3.8	4.5	8	
<i>Mycetophyllia</i>							3.2			
<i>Mussimilia</i>										
<i>Oculina</i>								18		
<i>Porites</i>	32.4	27.1				29	14.9	4.5	30	21
<i>Scolymia</i>										
<i>Siderastrea</i>	9.1	17	100	100		23	25.7	65		47
<i>Stephanocoenia</i>						9		1	10	
<i>Solenastrea</i>										
Otros						3	8.8			19
DR (Ind/m <sup>2</sup> )	4.2	3.9	6.4	0.3	0.64	2.3	3.2	1.2	0.5	4.7

**Tabla 2c**  
**Abundancia relativa y densidad de reclutas coralinos (Cnidaria, Scleractinia) en diferentes localidades arrecifales en el Atlántico Tropical Occidental**

<b>Localidad</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>Zona</b>	<b>CA</b>	<b>S</b>	<b>S</b>			<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
<b>Prof (m)</b>	<b>3.5-6.5</b>	<b>11.5-22.5</b>	<b>9.5-18.5</b>	<b>19.5</b>	<b>22.5</b>	<b>3-5.5</b>	<b>7.5-13</b>	<b>13-17</b>	<b>9-13</b>
<b>Ab/sp (%)</b>									
<i>Acropora</i>									
<i>Agaricia</i>	4	16	26	50	50	20	21	6	22
<i>Colpophyllia</i>									
<i>Dichocoenia</i>		1							8
<i>Diploria</i>	4						3	3	
<i>Eusmilia</i>		1	1						
<i>Favia</i>		8	3			3	3		4
<i>Isophyllastrea</i>									
<i>Leptoseris</i>									
<i>Madracis</i>		2						4	
<i>Manicina</i>									
<i>Meandrina</i>		1	1						
<i>Millepora</i>	4	12	9			7			
<i>Montastraea</i>		7	7			14	6	3	
<i>Mycetophyllia</i>			1						
<i>Mussimilia</i>		1							

<i>Oculina</i>									
<i>Porites</i>	88	34	41	50	50	24	27	32	30
<i>Scolymia</i>									
<i>Siderastrea</i>		14	8			29	29	32	28
<i>Stephanocoenia</i>		3	3						
<i>Solenastrea</i>								12	
Otros						3	11	8	8
DR (Ind/m <sup>2</sup> )	2.1	6.9	2.3	1.7	2.3	4.3	8.9	10.9	6.35

12= Islas Turcas y Caicos (Riegl et al. 2003). 13= Flower Garden Banks (Pattengill-Semmens y Gittings 2003). 14= Islas Vírgenes (Nemeth et al. 2003). CA= Cresta Arrecifal. B= Barlovento o Arrecife Frontal. S= Sotavento. DR= Densidad de reclutamiento.

De igual manera en estudios realizados en el SAV, se han encontrado datos similares; Horta- Puga (2003) encontró para el Grupo Norte, en el talud de Barlovento, que *Siderastrea* fue el coral con mayor número de reclutas (65%); Cruz (2009) encontró también a *Siderastrea* y *Agaricia* como los géneros con mayor número de reclutas; de igual forma Horta- Puga y Tello (2009) registraron a *Siderastrea* (51.9%) y *Agaricia* (26.6 %) con el mayor número de reclutas.

No resulta extraño que *Siderastrea* posea un gran número de reclutas coralinos, ya que por una parte, es la especie con mayor abundancia relativa, de manera general para el SAV (Horta-Puga y Tello 2009). Además de ser considerada una de las especies de coral más tolerante al estrés en el Caribe, a menudo encontrada en lugares perturbados (Lewis 1989). Se ha demostrado que es una especie muy tolerante a altos niveles de sedimentación, bruscas fluctuaciones de salinidad, además presenta resistencia a temperaturas extremas y posee la habilidad de recuperarse a partir de tejido remanente que se encuentra en la base del coralito. La combinación de alta resistencia y alta resiliencia al estrés permite que se desarrolle bajo condiciones ambientales que restringen la sobrevivencia y crecimiento de otras especies coralinas (Lirman 2002), tal es el caso del SAV, ya que está considerado como altamente amenazado por la gran cantidad de factores naturales y antropogénicos a los que está sujeto (Lang *et al.* 1998).

Es importante destacar que *Siderastrea* es una especie hermafrodita secuencial, incubadora (Fadlallah 1983), pero en algunos casos las especies pueden ser gonócoricas. Lo cual nos lleva a que, para los corales y otros organismos sésiles, con etapas planctónicas, las estrategias reproductivas juegan un papel importante en determinar las capacidades para responder al estrés (Bellewood *et al.* 2004). Por otro lado una evaluación de la abundancia relativa de especies, en cuanto a sexualidad y modo de reproducción, revela algunos patrones biogeográficos. Los corales incubadores son relativamente más abundantes en el Atlántico, donde conforman cerca del 50% de las especies comparado con menos del 20% en el Indo- Pacífico (Szmant 1986).

Por otro lado, *Agaricia*, fue la especie con mayor número de reclutas en el presente estudio, aunque resulta sobresaliente que no es una especie que posea una alta abundancia relativa, como colonia adulta, en el SAV; lo cual puede explicarse bajo el hecho de que es una especie que presenta gran mortalidad (Edmunds 2000; Hughes 1989) y que además invierte relativamente mucha energía en la reproducción (Bak y Engel 1979). Se ha encontrado en estudios que el género *Agaricia* es muy abundante como juvenil, en muchas zonas arrecifales, como Curaçao, Bonaire, Antillas Holandesas, Jamaica y Barbados (Van Moorsel 1983).

El talud de barlovento presentó la mayor densidad de reclutamiento con un índice de reclutamiento de  $3.3 \text{ Ind/m}^2$ , siendo *Agaricia* el género con mayor densidad de reclutas. Esto puede deberse al hecho de que el talud de barlovento es la zona de crecimiento coralino más activa y con mayor cobertura; además de ser una zona de alta energía donde existe un mayor embate del oleaje. Mientras que en el talud de sotavento el número de reclutas fue menor  $1.3 \text{ Ind/m}^2$ , siendo *Siderastrea* el género con mayor densidad de reclutas, lo cual puede deberse al hecho de que la zona de sotavento es una zona de baja energía en donde influyen factores como la turbidez y la carga de sedimentos, que pueden afectar al reclutamiento coralino.

En cuanto al gradiente batimétrico, cabe destacar que fue a los 9 m, donde se encontró el mayor número de reclutas en ambas zonas del arrecife (barlovento y sotavento), lo cual se explica bajo el hecho de que la mayor acreción de los arrecifes ocurre entre 0 y 12 m de profundidad, donde existe la mayor disponibilidad de luz, vital para la fotosíntesis que realizan las zooxantelas (Kaiser, 2005). Conforme aumentó la profundidad la densidad de reclutas disminuyó notablemente, igual que en el estudio realizado por Rogers *et al.* (1984) en el cual evaluaron los patrones de reclutamiento de corales escleractinios, a diferentes profundidades (9,18,27 y 37 m) encontrando efectivamente entre los 9 y 18 m el mayor número de reclutas, asocian altas tasas de reclutamiento con baja biomasa algal y relativamente altas densidades de erizos y peces; encontraron también mayor reclutamiento en la parte este del cañon submarino Salt River, en donde el aporte de sedimentos es mucho menor. Por otro lado, concluyen que la especie *Agaricia agaricites* presentó altas tasas de reclutamiento en comparación con su abundancia en el arrecife; y que *Siderastrea siderea* tuvo mayor porcentaje de cobertura comparado con su abundancia de reclutas. Lo cual coincide con lo encontrado en el presente trabajo.

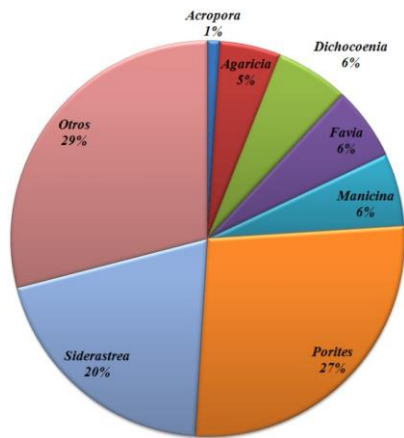
## Conclusiones

En base a las preguntas realizadas en éste estudio se puede concluir que:

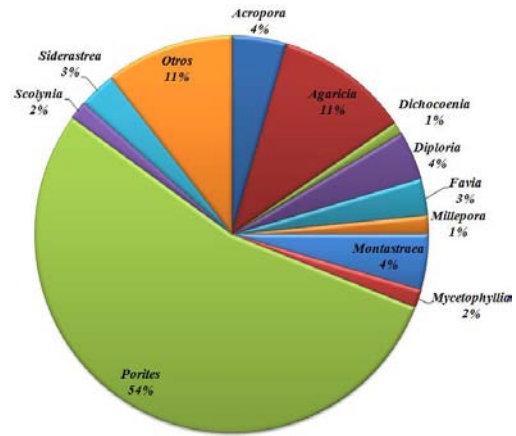
- El arrecife Isla Verde presenta una densidad de reclutamiento baja, en comparación con otros arrecifes del Atlántico Tropical Oriental.
- La densidad de reclutas varió conforme se incrementó la profundidad en el perfil batimétrico.
- A los 9 metros se encontró la mayor densidad de reclutamiento, tanto para el talud de Barlovento, como para el de Sotavento.
- En el talud de Barlovento se encontró la mayor densidad de reclutas.
- El género *Agaricia* presentó la mayor densidad de reclutas en el arrecife Isla Verde.
- El género *Agaricia* presentó la mayor densidad de reclutas en el talud de Barlovento.
- El género *Siderastrea* presentó la mayor densidad de reclutas en el talud de Sotavento.

Apéndice I

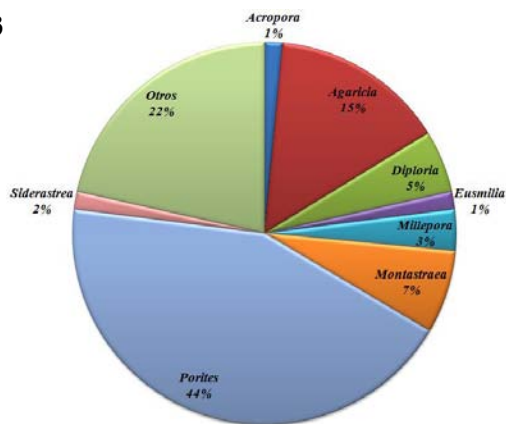
1



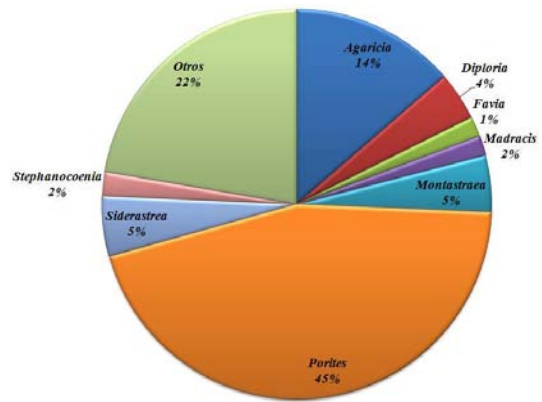
2



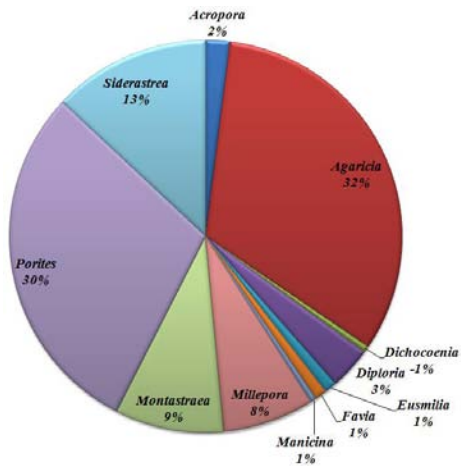
3



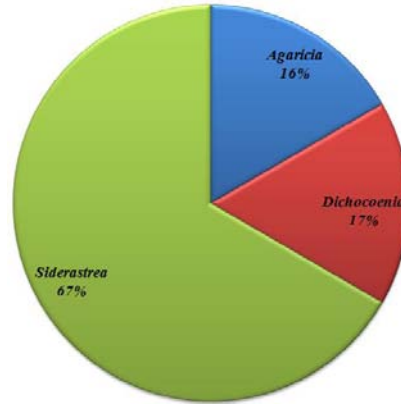
4



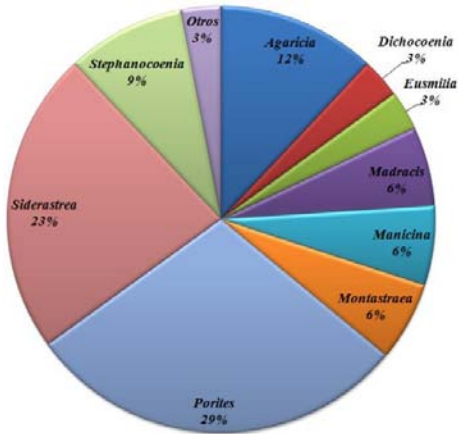
5



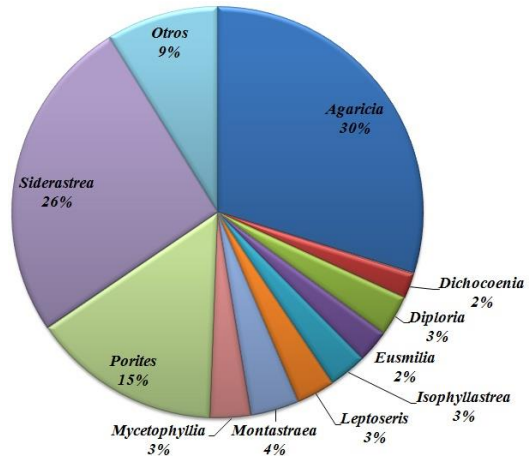
6



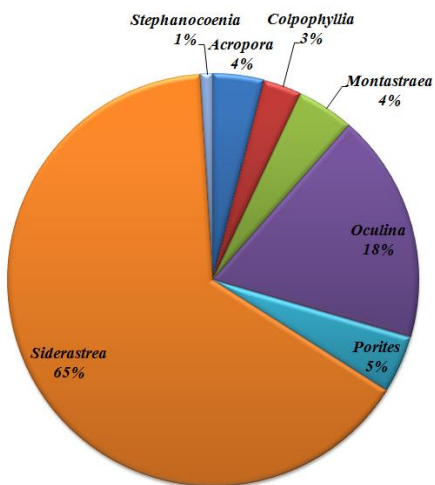
7



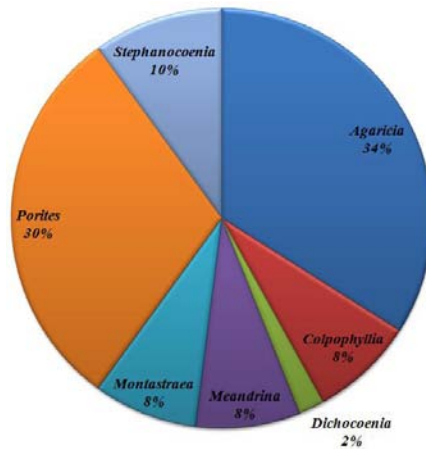
8



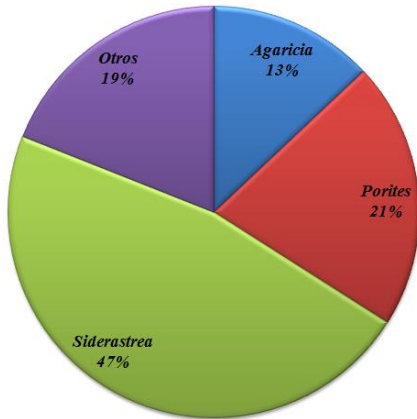
9



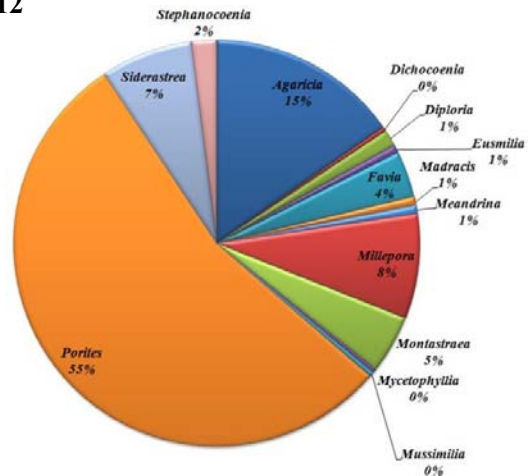
10



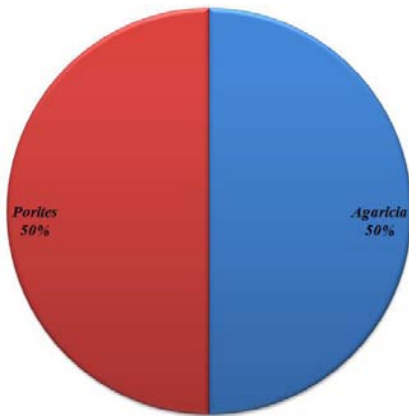
11



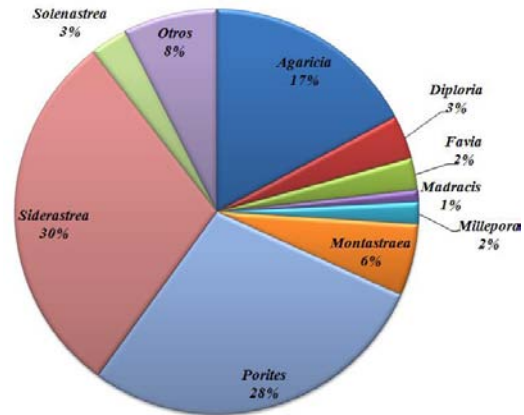
12



13



14



Se presenta la abundancia relativa de reclutas coralinos ( $\leq 2$  cm) de 14 sitios evaluados durante la campaña AGRRA (2003). 1= Islas Abaco, Bahamas (Feingold, et al. 2003). 2= Islas Andros Bahamas (Kramer et al. 2003). 3= Isla San Salvador Bahamas (Peckol, et al. 2003) 4= Belice (Peckol, et al. 2003). 5= Islas Caimán (Manfrino et al. 2003). 6= Parque Nacional Cahuita, Costa Rica (Fonseca 2003). 7= María la Gorda, Cuba (Alcolado et al. 2003). 8= Quintana Roo (Ruiz-Zárate et al. 2003). 9= Sistema Arrecifal Veracruzano (Horta-Puga 2003). 10= Curaçao, Venezuela (Bruckner 2003). 11= Antillas Holandesas (Klomp y Kooistra 2003). 12= Islas Turcas y Caicos (Riegl et al. 2003). 13= Flower Garden Banks (Pattengill-Semmens y Gittings 2003). 14= Islas Vírgenes (Nemeth et al. 2003).

## Apéndice II

### Clasificación de los escleractinios (Veron 2000)

- Clase Anthozoa
  - Subclase Zooantharia
    - ❖ Orden Escleractinia
      - Familia Acroporidae (Verrill 1902)
        - *Montipora* (Blainville 1830)
        - *Anacropora* (Ridley 1884)
        - *Acropora* (Oken 1815)
        - *Astreopora* (Blainville 1830)
      - Familia Astrocoeniidae (Koby 1890)
        - *Stylocoeniella* (Yabe y Sugiyama 1935)
        - *Stephanocoenia* (Milne Edwards y Haime 1848)
        - *Palaustrea* (Yabe y Sugiyama, 1941)
        - *Madracis* (Milne Edwards y Haime, 1849)
      - Familia Pocilloporidae (Gray 1842)
        - *Pocillopora* (Lamarck 1816)
        - *Seriatopora* (Lamarck 1816)
        - *Stilophora* (Schweigger, 1819)
      - Familia Euphyllidae (Veron 2000)
        - *Euphyllia* (Dana 1846)
        - *Catalaphyllia* (Wells 1971)
        - *Nemanzophyllia* (Hodgson y Ross, 1981)
        - *Plerogyra* (Milne Edwards y Haime, 1848)
        - *Physogyra* (Quelch 1884)
      - Familia Oculinidae (Gray 1847)
        - *Oculina* (Gray 1847)
        - *Simplastrea* (Umbgrove 1939)
        - *Schizoculina* (Wells, 1937)
        - *Galaxea* (Oken 1815)



- Familia Meandrinidae (Gray 1847)
  - *Meandrina* (Lamarck 1801)
  - *Ctenella* (Matthai 1928)
  - *Dichocoenia* (Milne Edwards y Haime, 1848)
  - *Dendrogyra* (Ehrenberg, 1834)
  - *Gyrosmlia* (Milne Edwards y Haime, 1851)
  - *Montigyra* (Matthai 1928)
  - *Eusmlia* (Milne Edwards y Haime, 1848)
  
- Familia Siderastreidae (Vaughan y Wells 1943)
  - *Pseudosiderastrea* (Yabe y Sugiyama 1935)
  - *Horastrea* (Pichon 1971)
  - *Anomastraea* (Marenzeller 1901)
  - *Siderastrea* (Blainville, 1830)
  - *Psammocora* (Dana 1846)
  - *Coscinaraea* (Milne-Edwards y Haime, 1848)
  
- Familia Agariciidae (Gray 1847)
  - *Agaricia* (Lamarck 1801)
  - *Pavona* (Lamarck 1801)
  - *Leptoseris* (Milne-Edwards y Haime 1849)
  - *Coeloseris* (Vaughan 1918)
  - *Gardineroseris* (Scheer y Pillai 1974)
  - *Pachyseris* (Milne-Edwards y Haime 1849)
  
- Familia Fungiidae (Dana 1846)
  - *Cycloseris* (Milne-Edwards y Haime 1849)
  - *Diaseris* (Milne-Edwards y Haime 1849)
  - *Cantharellus* (Hoeksema y Best 1984)
  - *Heliofungia* (Wells 1966)
  - *Fungia* (Lamarck 1801)
  - *Ctenactis* (Verrill 1864)
  - *Herpolitha* (Eschscholtz 1825)
  - *Polyphyllia* (Quoy y Gaimard 1833)
  - *Sandalolitha* (Quelch 1884)
  - *Halomitra* (Dana 1846)
  - *Zoopilus* (Dana 1864)
  - *Lithophyllon* (Rehberg 1989)
  - *Podabacia* (Milne-Edwards y Haime 1849)

- Familia Rhizangiidae (D' Orbigny 1851)
  - *Astrangia* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  
- Familia Pectiniidae (Vaughan y Wells 1943)
  - *Echinophyllia* (Klunzinger 1879)
  - *Echinomorpha* (Veron 2000)
  - *Oxypora* (Saville-Kent 1871)
  - *Mycedium* (Oken 1815)
  - *Pectinia* (Oken 1815)
  
- Familia Merulinidae (Verrill 1866)
  - *Hydnophora* (Fischer de Waldheim 1807)
  - *Plaraclavarina* (Veron 1985)
  - *Merulina* (Ehrenberg 1834)
  - *Boninastrea* (Yabe y Sugiyama, 1935)
  - *Scapophyllia* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  
- Familia Dendrophyllidae (Gray 1847)
  - *Turbinaria* (Oken 1815)
  - *Duncanopsammia* (Wells 1936)
  - *Balanophyllia* (Searles-Wood 1844)
  - *Heteropsammia* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  
- Familia Caryophyllidae (Gray 1847)
  - *Heterocyathus* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  
- Familia Mussidae (Ortmann 1890)
  - *Blastomussa* (Wells 1961)
  - *Micromussa* (Veron 2000)
  - *Acanthastrea* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Mussismilia* (Ortmann 1890)
  - *Isophyllia* (Milne-Edwards y Haime 1851)
  - *Lobophyllia* (Blainville 1830)
  - *Symphyllia* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Mussa* (Oken 1815)
  - *Scolymia* (Haime 1852)
  - *Mycetophyllia* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Indophyllia* (Gerth 1921)

- *Cynarina* (Brügemann 1877)
- Familia Faviidae (Gregory 1900)
  - *Cladocora* (Ehrenberg 1834)
  - *Caulastrea* (Dana 1846)
  - *Erythrastrea* (Scheer y Pillai 1983)
  - *Manicina* (Ehrenberg 1834)
  - *Favia* (Oken 1815)
  - *Barabattoia* (Yabe y Sugiyama 1941)
  - *Favites* (Link 1807)
  - *Goniastrea* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Platygyra* (Ehrenberg 1834)
  - *Australogyra* (Veron y Pichon 1982)
  - *Oulophyllia* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Laptoria* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Diploria* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Colpophyllia* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Montastrea* (Blainville 1830)
  - *Plesiastrea* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Oulastrea* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Diploastrea* (Matthai 1914)
  - *Leptastrea* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Parasimplastrea* (Sheppard 1985)
  - *Cyphastrea* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Solenastrea* (Milne-Edwards y Haime 1848)
  - *Echinopora* (Lamarck 1816)
  - *Moseleya* (Quelch 1884)
- Familia Trachyphylliidae (Verrill 1901)
  - *Trachyphyllia* (Milne-Edwards y Haime 1848)
- Poritidae (Gray 1842)
  - *Porites* (Link 1807)
  - *Stylaraea* (Milne-Edwards y Haime 1851)
  - *Poritipora* (Veron 2000)
  - *Goniopora* (Blainville 1830)
  - *Alveopora* (Blainville 1830)
- Clase Hydrozoa

## ❖ Orden Milleporina

- *Millepora* (Linnaeus 1758)

A continuación se describen brevemente los géneros encontrados en el presente trabajo:

***Agaricia* (Lamarck 1801)**

Organismos solitarios o coloniales. Las colonias se componen de láminas aplanadas, horizontales o verticales. Las últimas están usualmente contorsionadas y fusionadas. Las coralitas están alineadas en filas las cuales se encuentran separadas, en su mayoría, por crestas paralelas (Veron 2000). Las colonias cerioides o submeandroides, se forman por gemación intratentacular. Márgenes de los escleroseptos con dientes moniliformes. Escleroseptos continuos entre centros adyacentes. Sinaptícoloteca o septoteca poco desarrollada. Columela trabecular o ausente.



**Figura 14. Género *Agaricia*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm**

***Colpophyllia* (Milne-Edwards y Haime 1848)**

Organismos coloniales. Las colonias son grandes y hemisféricas o encostrantes. Colonias formadas por gemación extratentacular o por gemación intratentacular. Coralitas con septoteca o parateca, raramente sinaptícoloteca. Escleroseptos exertos, iguales y finamente dentados. Columela trabecular o laminar. Las paredes son cafés o grises con valles del mismo color o verdes.



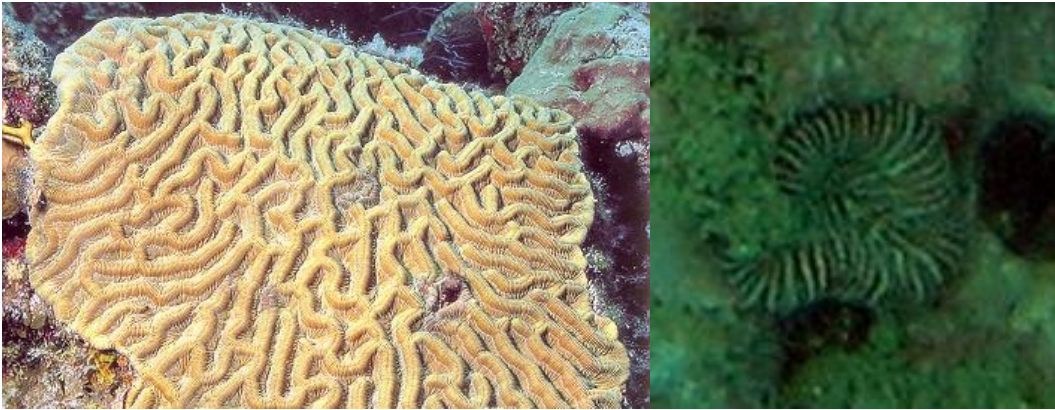


Figura 15. Género *Colpophyllia*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm

### *Diploria* (Milne-Edwards y Haime 1848)

Organismos coloniales. Las colonias son masivas y meandroides. La columela esta interconectada. Los lóbulos paliformes están poco desarrollados o ausentes. Colonias formadas por gemación extratentacular o por gemación intratentacular. Escleroseptos exertos, laminares, formados por uno o dos sistemas en abanico de trabéculas simples.



Figura 16. Género *Diploria*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm

***Manicina* (Ehrenberg 1834)**

Las colonias pueden ser de vida libre o sésil. Las colonias pequeñas son ovaladas y consisten en un valle central axial con pequeños valles laterales. Las colonias grandes son hemisféricas y meandroides. Existe una ranura ambulacral conspicua en la parte superior de los valles. Los septos son densos y planos. Usualmente tienen un color naranja-café pálido, pero pueden existir una variedad de cafés, grises y verdes con colores contrastantes en los valles y en las paredes (Veron 2000).



Figura 17. Género *Manicina*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm

***Montastrea* (Blainville 1830)**

Las colonias son masivas, planas o en forma de domo. Las coralitas son monocéntricas y placoides. Las colonias se forman predominantemente por gemación extratentacular. La gemación intratentacular puede ocurrir (Veron 2000). Escleroseptos laminares formados por uno o dos sistemas de abanico de trabéculas simples; márgenes dentados.

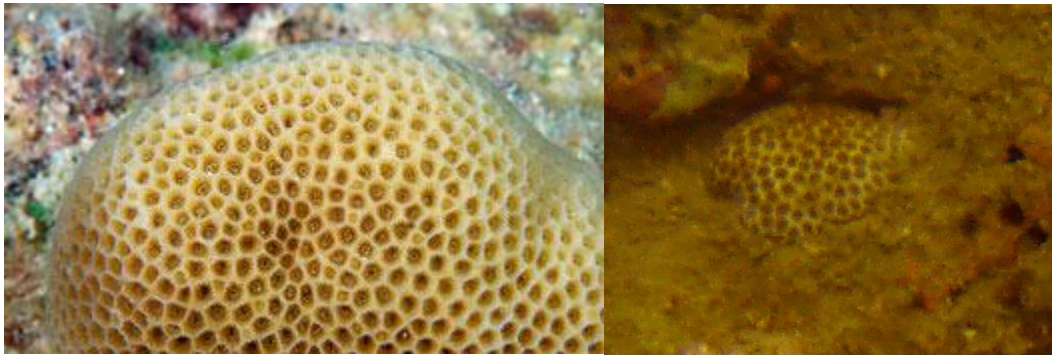


Figura 18. Género *Montastrea*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm



### ***Porites* (Link 1807)**

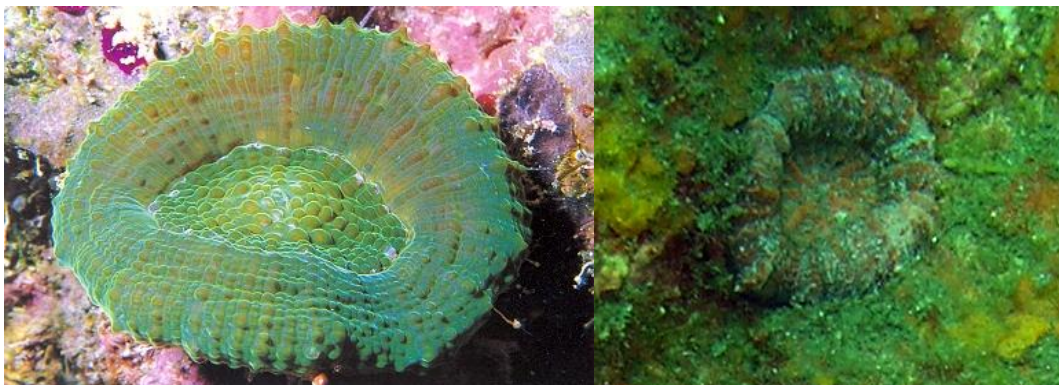
Organismos coloniales. Colonias formadas por gemación extratentacular. Las colonias son planas (laminares o encostrantes), masivas o ramificadas. Las colonias masivas son esféricas cuando son pequeñas, y en forma de casco o domo cuando son grandes. Coralitos limitados por varios anillos sinaptculares, unidos sin cenostelo. Escleroseptos fenestrados formados generalmente por 3-8 trabéculas en posición casi vertical. Algunas trabéculas se pueden diferenciar como pali. Columela formada por una sola trabécula.



**Figura 19. Género *Porites*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm**

### ***Scolymia* (Haime 1852)**

Organismos solitarios o coloniales. Usualmente monocéntricos, rara vez policéntricos. Centros secundarios pueden existir dentro y fuera del cáliz original, y los cálices pueden dividirse (Veron 2000). Colonias formadas por gemación intratentacular; centros unidos por láminas o trabéculas. Coralitos grandes con septoteca o parateca. Escleroseptos endocélicos formados por varios sistemas en abanico de trabéculas simples, cada sistema forma un diente lobulado. Endoteca bien desarrollada. Columela trabecular.



**Figura 20. Género *Scolymia*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm**

***Siderastrea* (Blainville 1830)**

Organismos coloniales, raramente solitarios. Colonias formadas por gemación intra- o extratentacular. Las colonias van desde formas masivas, encostrantes. Las coralitas son ceroides, esféricas o poligonales (Veron 2000). Escleroseptos lateralmente granulados, más o menos porosos, con márgenes dentados y unidos por sinaptículos. Sinapticuloteca poco desarrollada. Columela compuesta por una o más trabéculas papilares.



**Figura 21. Género *Siderastrea*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm**

***Stephanocoenia* (Milne-Edwards y Haime 1848)**

Coloniales. Las colonias son masivas y encostrantes, usualmente forman domos aplanados (Veron 2000). Colonias faceloides a cerioides con septoteca formadas por gemación extratentacular. Escleroseptos exertos, compuestos por una serie de espinas trabéculares simples. Columela ausente o estiliforme. Endoteca formada por disepimientos tabulares. Los tentáculos son más oscuros que el cenosteum circundante y están extendidos día y noche (Veron 2000).



**Figura 22. Género *Stephanocoenia*, colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm**



***Millepora* (Linnaeus 1758)**

Tiene distintas formas de crecimiento desde ramificadas, masivas y encostrantes. Se han descrito aproximadamente 50 especies. Todas presentan zooxantelas. Los pólipos se encuentran, en su mayoría, embebidos en el esqueleto en donde se encuentran unidos por una red de canales diminutos, el ciclo sistema. Todo lo que se puede ver en la superficie lisa son poros de dos tamaños, gastroporos y dactiloporos (Veron 2000).



**Figura 23. Género *Millepora* colonia adulta y recluta  $\leq 2$  cm**

**Bibliografía**

- Baird, A.H., Babcock, R.C. y Mundy, C.P. 2003. Habitat selection by larvae influences the depth distribution of six common coral species. *Marine Ecology Progress Series*. 252:289-293.
- Bak, R.P.M. y Engels, M.S. 1979. Distribution abundance and survival of juvenile hermatypic corals (Scleractinia) and the importance of life history strategies in the parent coral community. *Marine Biology*. 54:341-352.
- Birkeland, C. 1977. The importance of rate biomass accumulation in early successional stages of benthic communities to the survival of coral recruits. *Proc 3<sup>rd</sup> Int Coral Reef Symp*. 1:15-21.
- Bellewood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C. y Nyström, M. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature*. 429: 827-833.
- Caley, M.J., Carr, M.A. Hixon, T.P. Hughes, G.P. Jones, and B.A. Menge. 1996. Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *27:477-500*.
- Carricart-Ganivet, J.P. y G. Horta-Puga. 1993. Arrecifes de Coral en México. En: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Conabio/CIQRO, Chetumal. 80-90.
- Carriquiry, J.D. y H. Reyes-Bonilla. 1997. Estructura de la comunidad y distribución geográfica de los arrecifes de Nayarit, Pacífico de México. *Ciencias Marinas*. 23:227-248.
- Chávez, E., Tunnel, J. W. y Withers, K. 2007. Reef Zonation and Ecology: Veracruz Shelf and Campeche Bank Chapter 5. En: Tunell, J.W., Chávez, E. A. y Withers, K. [eds.]. *Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico*. Texas A&M University Press. p 60-100.
- Chiappone, M. (ed.). 2001. Conservación de arrecifes coralinos en áreas marinas protegidas, estudio del Parque Nacional del Este, República Dominicana. *The Nature Conservancy*. USA. 104 p.
- Cruz, O.A. 2009. Reclutamiento Coralino en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 52 p.
- Edmunds, P.J. 2000. Recruitment of scleractinians onto the skeletons of corals killed by black disease. *Coral Reefs*. 19:69-74.

- Escobar-Briones, E. y Marchain-Castillo M.L. 2005. México. p. 181-212. Part I. Marine Biodiversity Reviews. In: Milosavich, P. y E. Klein (Eds.). Caribbean Marine Biodiversity The known and unknown. DEStech Publications, Inc. USA. 320 pp.
- Fadlallah, Y.H. 1983. Sexual Reproduction, development and larval biology in scleractinian corals. *Coral Reefs*. 2:129-150.
- Green, E. P. y Bruckner A.W. 2000. The significance of coral disease epizootiology for coral reef conservations. *Biol. Conserv.* 96: 347-361
- Gutiérrez-Ruiz, C.V., Román-Vives, M.A., Vergara, C.H. y Badano, E.I. 2011. Impacto de perturbaciones antrópicas sobre la diversidad de corales pétreos superficiales el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82:249-260.
- Horta-Puga, G.J. y Tello-Musi J.L.. 2009. Sistema Arrecifal Veracruzano: condición actual y programa permanente de monitoreo: Primera Etapa. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM005. México D. F.
- Horta- Puga, G. J. 2007. Environmental Impacts Chapter 12. En: Tunell, J.W., Chávez, E.A. y Withers, K. [eds.]. *Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico*. Texas A&M University Press. p 141-148.
- Horta- Puga, G. J. 2003. Condition of Selected Reef Sites in the Veracruz Reef System (Stony corals and Algae). In: Lang, J.C. (ed.) *Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of initial Surveys*. Atlantic and Gulf Rapid Assessment (AGRRA) Program. *Atoll Research Bulletin*. 496: 360-369.
- Hughes, T.P., Connell J.H., y Wallace C.C. 1991. Long-term spatial and temporal patterns of recruitment of reef crest corals. *Proceedings Recruitment Workshop*, Australian Society of Fisheries Biology Annual Meeting, Hobart Bureau of Rural Resources Report.
- Hughes, T.P. 1989. Community Structure and Diversity of Coral Reefs: The Role of History. *Ecology*. 70(1):275-279.
- Kaiser, M.J., Attrill, M.J., Jennings, S., Thomas, D.N., Barnes, D.A., Brierley, A.S., Polunin, N.C., Raffaelli, D.G. y Williams, J. le B. 2005. *Marine Ecology Processes, Systems, and Impacts*. Oxford University Press. Gran Bretaña. p. 340-366.
- Kramer, P.A. 2003. Synthesis of coral reef health indicators for the Western Atlantic: results of the AGRRA program (1997-2000). En: Lang, J.C. (ed.) *Status of Coral*

- Reefs in the Western Atlantic: Results of initial Surveys. Atlantic and Gulf Rapid Assessment (AGRRA) Program. Atoll Research Bulletin. 496: 1-55.
- Kuffner, I. B., Walters L.J., Beceno M.B., Paul V.J., Ritson-Williams R. y. Beach K.S. 2006. Inhibition of coral recruitment by macroalgae and cyanobacteria. Marine Ecology Progress Series. 323:107-117.
- Lang, J.C., Marks, K. W., Kramer, P.A., Kramer, P.R. y Gingsburg, R.N.2010. AGRRA protocols version 5.4 (on line) <http://www.agrra.org/method/AGRRA-V5.4-2010.pdf> [Consultado 17 de Mayo del 2012]
- Lang, J., P. Alcolado, J. P. Caricart-Ganivet, M. Chiappone, A. Curran, P. Dustan, G. Gaudian, F. Geraldles, S. Gittings, R. Smith, W. Tunell y J. Wiener. 1998. Status of coral reefs in the northern areas of wider Caribbean. In: Status of Coral Reefs of the World: 1998, ed. C. Wilkinson, 123-134. Townsville: Australian Institute of Marine Science.
- Lewis, J.B. 1989. Spherical growth in the Caribbean coral *Siderastrea radians* (Pallas) and its survival and disturbed habitats. Coral Reefs. 7:161-167.
- Lirman, D., Manzello D. y Maciá S. 2002. Back from the dead: the resilience of *Siderastrea radians* to severe stress. 21:291-292.
- Martínez-Caballero, R. 2007. Geomorfología y caracterización biótica del Arrecife Sacrificios Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz. México. 102 p.
- Obura, D. 2011. Coral reef structure and zonation of the Phoenix Islands Atoll Research Bulletin. 589:63-80.
- 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.
- Pinet, P.R. 2009. Invitation to Oceanography. 5a ed. Ed. Jones and Bartlett Publishers. USA. p. 446-454
- Rogers, C.S., Fitz III H.C, Gilnack, M., Beets, J. y Hardin, J. 1984. Scleractinian coral recruitment patterns at Salt River Submarine Canyon, St. Croix. U.S. Virgin Islands. Coral Reefs. 3:69-76.
- Rogers, C.S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. Marine Ecology Progress Series. 62:185-202.

- Rosalez-Hoz, L., Carranza-Edwards, A., Celis-Hernández, O. 2007. Environmental implications of heavy metals in surface sediments near Isla de Sacrificios, México. *Bull. Env. Contam. and Toxicol.* 78:353-357.
- Stoddart, D.R.1969. Ecology and Morfology of recent coral reefs. *Biological Reviews.* 44:433-498.
- Szmant, A.N.1986. Reproductive ecology of Caribbean reef corals. *Coral Reefs.* 5:43-54.
- Tunell, J.W. Jr., 2007. Reef Distribution Chapter 2. En: Tunell, J.W., Chávez, E.A. y Withers, K. [eds.]. *Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico.* Texas A&M University Press. p 17-29.
- Van Moorsel, G.W. 1983. Reproductive strategies in two closely related stony corals (*Agaricia*, *Scleractinia*). *Marine Ecology.* 13:273-283
- Vermeij, M.J.A. 2005. Substrate composition and adult distribution determine recruitment patterns in a Caribbean brooding coral. *Marine Ecology Progress Series.* 295:132-133.
- Veron, J.E.N. 2000. *Corals of the World.* Vols. 1-3. Australian Institute of Marine Science. Ed. New Litho. Australia. 490 p.
- Wilkinson, C. (ed.). 2000. *Status of coral Reefs of the World: 2000.* Australian Institute of marine Science, Townsville. Australia. 363 p.
- Yonge, C.M. 1963. The biology of coral Reefs. *Advances in Marine Biology.* 1:209-260.

## Índice

Introducción	p. 5
Materiales y Métodos	p. 11
Resultados	p. 17
Discusión	p. 21
Conclusiones	p. 27
Apéndice I	p. 28
Apéndice II	p. 31
Bibliografía	p. 41