

Tesis de Diploma

Composición, abundancia y distribución de los reclutas y juveniles de corales pétreos al oeste de cayo Santa María, Villa Clara, Cuba.

Autor: Yudit Hernández Escribano

Tutor: Lic. Rodolfo Arias Barreto

Villa Clara, 2012



Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Departamento de Biología

Tesis de Diploma

“Composición, abundancia y distribución de los reclutas y juveniles de corales pétreos al oeste de cayo Santa María, Villa Clara, Cuba”

Autor: Yudit Hernández Escribano

Tutor: Lic. Rodolfo Arias Barreto
Centro de Estudios y Servicios Ambientales, Villa Clara, Cuba.
Correo: ariasr@cesam.vcl.cu

Santa Clara, 2012

A mi mamá y a mi hermano.

Agradecimientos

A mi mamá por llevarme siempre por el buen camino de la vida, por su amor y cariño, por ayudarme a seguir adelante en los momentos más difíciles.... sin ti no sería lo que hoy soy. Gracias.

A mi hermanito lindo por existir y quererme.

A toda mi familia, especialmente a Rafe por soportar mis majaderías, a mis tíos, a mis abuelos, a mis primos en especial a Maide.

A Celso, gracias por darme la oportunidad de conocer la familia del CIEC y la biología marina.

A mi tutor, gracias Rodolfo, que aunque me aceptaste por Leslie me has ofrecido tu ayuda incondicional, tu paciencia, sabiduría y tu tiempo libre.

Gracias Leslie por aceptar la oponencia de esta tesis.

A la profe Katia, gracias, has sido la única que ha sabido valorar mi esfuerzo en la carrera.

A Norge por ser un amigo incondicional y por estar siempre dispuesto a ayudarme

A Rube y María de los Ángeles por acogerme en su casa como su familia y brindarme todo su apoyo. Gracias Rube una vez más por la impresión de esta tesis.

A Dianella por dedicarme gran parte de su tiempo libre y a su familia por acogerme en su casa.

Gracias a todos los trabajadores del CIEC, en especial a Yunier por dedicarme parte su tiempo libre y brindarme su amistad, a Héctor, Carlitos, Clara y demás.

Gracias también a todos los trabajadores del CESAM, en especial a Mayilén por estar siempre dispuesta, por sus consejos de recién graduada y por dedicarme tanto de su tiempo, a Charlie por su buen humor siempre, a Mariela, gracias por tu revisión llena de buenas intenciones, a Roger, al Pegu, a todos gracias.

Al grupo de 4^{to}, en especial a Damilsa, Yoana, Daineris, Enif, Leticia, Mairebi, Yasenia, Enma y demás.

A Edgardo que aunque nos hemos separado un poco por cuestiones de la vida nunca olvidaré lo mucho que me ayudaste a estudiar.

A Steven, gracias por ayudarme con el abstract de esta tesis.

Y finalmente a todas aquellas personas que contribuyeron de una forma u otra a mi formación y a este trabajo.

Gracias.

Resumen

El reclutamiento de organismos en los ecosistemas marinos constituye uno de los procesos clave en su mantenimiento, permitiendo la renovación de las distintas poblaciones que habitan en un lugar determinado. Por esta razón se aborda el estudio de los reclutas de una comunidad coralina somera, al oeste de Punta Matamoros, cayo Santa María, Villa Clara, Cuba. Los muestreos se tomaron mediante el empleo de cuadrantes de un metro cuadrado en la comunidad coralina somera al norte del Guanal. Se aprecia que las especies que más aportan al reclutamiento resultaron ser *Porites astreoides* y *Porites porites* con el 62 % del total. La abundancia de reclutas en el 2011 no difiere de la reportada para el 2010; las colonias más abundantes son las de las clases de dos y tres centímetros con el 77 % del total. Los patrones de distribución encontrados se corresponden con dispersiones al azar y regulares. En la zona predominaron especies incubadoras sobre las desovadoras y existe una relación alta con las especies de adultos representada por un 66,73 %. La dominancia de especies reclutas resistentes a la sedimentación, temperatura, cambios de salinidad e hidrodinámica alta sugiere que la zona puede estar sometida a estos factores estresantes.

Palabras clave: Comunidad coralina, poblaciones, reclutamiento.

Abstract

The recruitment of organisms in the marine ecosystems constitutes one of the key processes in its maintenance, allowing the renovation of the distinct populations that inhabit a given place. For these reason studies of the recruitment of a superficial coral community are realized, to the west of Tip Matamoros, cayo Santa María, Villa Clara, Cuba. The samples were taken through the use of quadrant of one square meter in the superficial coral community to the north of Guanah. It is observed that the species that most contribute to the recruitment turned out to be *Porites astreoides* and *Porites porites* with a 62 % of the total. The abundance of the recruits in 2011 does not differ from the ones reported for 2010; the most abundant colonies are the ones of the two and three centimeters classes with 77 % of the total. The distribution patrons that were found correspond to the random and regular dispersions. In the zone predominated brooding species over the broadcaster and there exists a high relation with the adult species represented by 66, 73 %. The dominance of the recruited species resistant to sedimentation, temperature, changes in salinity and high hydrodynamics suggest that the zone could be submitted to these stress factors.

Key words: coral community, populations, recruitment.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Revisión bibliográfica.....	4
2.1. Reclutamiento.....	4
2.2. Factores ambientales que influyen en el reclutamiento.....	7
2.3. Importancia del reclutamiento de corales y conectividad.....	9
2.4. Métodos de muestreo.....	12
2.5. Estudios de reclutamiento.....	13
3. Materiales y Métodos.....	15
3.1. Área de estudio.....	15
3.2. Métodos de muestreo.....	15
3.3. Procesamiento de los datos.....	16
4. Resultados.....	20
4.1. Composición de reclutas y juveniles.....	20
5. Discusión.....	28
6. Conclusiones.....	35
7. Recomendaciones.....	36
8. Literatura citada.....	37
9. Anexos	

1. Introducción

Los arrecifes coralinos se encuentran entre los ecosistemas más diversos, complejos estructuralmente y productivos que existen. Constituyen una insustituible zona de refugio para los adultos y juveniles de especies comerciales y no comerciales que en ellos habitan. Debido a esta elevada complejidad estructural, soportan una amplia gama de organismos, que en un número importante constituyen una fuente de alimento para el hombre o para especies que este explota, siendo de gran importancia para la economía de muchos países subdesarrollados.

La complejidad estructural de las crestas arrecifales proporcionan protección a las costas al funcionar como rompeolas. Permiten la colonización de los manglares y praderas de pastos marinos y la estabilización de la costa, son fuentes de ingresos de gran importancia sobre todo para los países tropicales al explotarlos con fines turísticos, ya que constituyen la base del buceo recreativo. Contribuyen a la formación de playas y diversos organismos presentan sustancias biológicamente activas que se emplean como fármacos, antibióticos, anticancerígenos, entre otros (Alcolado, 1995).

Los arrecifes son también de gran importancia ecológica en los trópicos, ya que mejoran significativamente la productividad de las aguas circundantes por su exportación de materia orgánica y nitrógeno (Morgan, 1998). Además, gracias a sus aportes de carbonato de calcio mantienen el equilibrio del pH en el océano.

Debido a que en algunos lugares estos ecosistemas se han desarrollado durante millones de años y son muy sensibles a los cambios ambientales, son utilizados para obtener información sobre los últimos fenómenos climáticos, basándose en las tasas de calcificación.

En los últimos años ha ocurrido un deterioro acelerado de los arrecifes de coral debido al efecto combinado de impactos naturales y antrópicos. Numerosos han sido los factores que han contribuido a este detrimento como son: tormentas, enfermedades, calentamiento global (de origen natural) y contaminación orgánica, sobrepesca, daño mecánico y alta sedimentación (de origen antropogénico).

En las últimas tres décadas, más del 80 % del cubrimiento de corales ha desaparecido en el área del Caribe (Downs *et al.*, 2005). Estudios recientes revelan que la actividad humana y la recurrencia de fenómenos naturales adversos, climáticos o enfermedades, han conducido a un deterioro posiblemente irreversible de algunos arrecifes coralinos (Hughes, 1994).

Cuba, comprendida en la región del Caribe, se ha visto afectada por fenómenos naturales como la ocurrencia de ciclones y tormentas tropicales, la mortalidad masiva del erizo *Diadema antillarum*, las enfermedades y el blanqueamiento. Además, factores de origen antrópico como descargas de albañales, sobrepesca y turismo han sido identificados como causas que dañan nuestros arrecifes (González- Ferrer *et al.*, 2004)

Los arrecifes coralinos cubanos, aunque no presentan una situación caótica, muestran evidencias de deterioro y signos de enfermedades diversas (González-Sansón y Aguilar, 2001; De la Guardia *et al.*, 2001)

Una de las formas de asegurar la continuidad de este importante ecosistema (resiliencia) lo constituye la entrada de nuevas colonias a la comunidad. Este fenómeno, conocido como reclutamiento, es el encargado de mantener y restablecer el número de individuos en las poblaciones.

En Cuba, son escasas las investigaciones sobre el comportamiento de la composición y estructura de las asociaciones de reclutas y juveniles de corales

pétreos. Teniendo en cuenta la poca información científica que existe sobre el tema y que no hay en el territorio estudios específicos sobre los patrones de reclutamiento de corales y comportamiento de las colonias en las primeras etapas de vida se determinó realizar dicha investigación, este trabajo asume como objetivo general:

- Describir las características del reclutamiento de los juveniles en una comunidad somera de corales pétreos al oeste de cayo Santa María.

Y como objetivos específicos:

- Caracterizar la composición específica y abundancia de los reclutas y juveniles de corales pétreos.
- Evaluar la distribución espacial de los reclutas y juveniles de corales.
- Caracterizar la relación entre abundancia de juveniles y adultos.
- Comparar el reclutamiento de acuerdo a las estrategias reproductivas de los corales pétreos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Reclutamiento

La reproducción exitosa es solo el primer paso en la repoblación de corales en el arrecife. Para que la población se mantenga, el coral muerto debe ser reemplazado, ya sea a partir de larvas o de forma asexual. Mediante este reemplazo los individuos recientemente formados se convierten en parte de la comunidad arrecifal (Richmond, 1997). A este fenómeno se le denomina reclutamiento. Szmant (2006) lo define como el proceso mediante el cual las poblaciones mantienen y restablecen su número de individuos. Las tasas de reclutamiento deben estar en equilibrio con las tasas de mortalidad para que las abundancias de la población puedan sostenerse. Kuffner (2001) distingue asentamiento como una metamorfosis exitosa y reclutamiento como supervivencia de los pólipos asentados en la población.

La permanencia de los corales está asociada con su reproducción sexual, mecanismo que además les permite la dispersión y colonización de nuevos ambientes (Harrison y Wallace, 1990). El modo de reproducción de los corales incluso determina el intervalo en el cual ellos pueden repoblar otros arrecifes: corales que se reproducen asexualmente (a partir de fragmentos de coral) se dispersan localmente, mientras que los que se reproducen sexualmente (a partir de larvas) se pueden dispersar por distancias más largas (Nyström y Folke, 2001). Así mismo, se pueden distinguir especies de desove masivo (fecundación externa) o especies que incuban plánulas (fecundación interna) (Birkeland, 1977). Se ha observado en arrecifes del Caribe que las mayores abundancias de reclutas son las de especies incubadoras. Estas parecen ser competidoras más exitosas por el sustrato en condiciones ambientales desfavorables. Los corales dispersadores de huevos hermafroditas están reportados como poseedores de

bajo reclutamiento y pocos juveniles comparados con las anteriores (Bellwood *et al.*, 2004). Estos últimos contribuyen significativamente a la complejidad topográfica y la resiliencia de los arrecifes coralinos (Hughes *et al.*, 2003).

El reclutamiento presenta tres fases críticas: la proporción de llegada de la larva competente al sitio; la probabilidad de que la larva se establezca una vez que llegue al sitio; y la probabilidad que los nuevos individuos sobrevivan el tiempo suficiente para ser censado (Abelson *et al.*, 2005). Este depende de diferentes factores físicos y biológicos como la complejidad del sustrato, competencia, herbivoría y condiciones oceanográficas (Soog *et al.*, 2003).

El reclutamiento depende de la habilidad de las larvas para identificar un sitio adecuado para que ocurra la implantación y la metamorfosis. Estos dos últimos procesos dependen frecuentemente de señales químicas específicas para los invertebrados marinos (Pawlik y Hadfield, 1990). El criterio para la clasificación de un sitio incluye tipo de sustrato, movimiento del agua, salinidad, radiación solar adecuada para las zooxantelas, deposición limitada de sedimentos y, en ocasiones, especies particulares de algas o una película biológica de diatomeas y bacterias (Richmond, 1997). Las plánulas de coral pueden sobrevivir en la columna de agua desde unos pocos días hasta tres semanas, tiempo durante el cual se dispersan con la ayuda de corrientes locales (Harrison y Wallace, 1990; Chiappone y Sullivan, 1996). Las larvas buscan superficies duras y finalmente logran asentarse (colonizar) para sufrir metamorfosis y transformarse en pólipo. Mediante reproducción asexual los pólipos incrementan su número, la colonia crece, se convierte en juvenil y posteriormente en colonia adulta (Richmond y Hunter, 1990; Porter y Tougas, 2001). El tamaño de las colonias para que puedan ser consideradas reclutas difiere entre los autores. Por ejemplo, Moulding (2005) considera a las colonias menores de cinco centímetros de diámetro como

reclutas, sin embargo Edmunds (2004) define la talla de un recluta entre dos y cuatro centímetros de diámetro. Por otro lado, Vidal *et al.* (2005) especifican que los reclutas son aquellos pólipos asentados visibles por el observador (mayores o iguales a tres milímetros y de dos a cuatro centímetros de diámetro según la especie).

Las larvas que se asientan en un sitio desfavorable pueden tener una segunda oportunidad. Si un nuevo coral es estresado en los días de asentamiento y desarrollo, el tiene la capacidad de retraer sus tejidos en su recién secretado esqueleto y regresar a la fase planctónica hasta encontrar otro sitio adecuado (Richmond, 1985). Vermeij y Bak (2002) observaron que los pólipos de *Madracis pharensis* pueden tener desplazamientos exploratorios de pequeña escala (de milímetros y centímetros) durante poco tiempo después del asentamiento antes de decidir definitivamente el sitio de fijación. Un buen sustrato debe ser estable y estar rodeado por aguas tranquilas, con niveles de salinidad entre 32 ups y 40 ups, y debe tener una iluminación adecuada, ausencia de macroalgas, niveles de pastoreo apropiados y sedimentación limitada (Richmond, 1993 a). Una estructura de coral muerto o de algas calcáreas incrustantes brinda el mejor sustrato para el reclutamiento (Grimsditch y Salm, 2006). Las algas coralinas incrustantes, que contribuyen con el asentamiento y el crecimiento de los reclutas de corales, también ayudan a fortalecer el reclutamiento (Buddemeier y Fautin, 1993).

Richmond (1997) considera que en los estudios de reclutamiento es importante tener en cuenta, que las larvas de corales pueden ser sensibles a señales químicas a niveles más bajos que los límites detectables por la tecnología actual. Connell y Miller (1984) plantean que los bioensayos y pruebas biológicas con organismos sensibles son las herramientas apropiadas para determinar si la contaminación ambiental está a niveles que puedan interferir con procesos

biológicos críticos como la reproducción y el reclutamiento. Según estos autores, el conocimiento de la biología de la reproducción de los corales y del reclutamiento, es fácil ver como la calidad ambiental puede afectar estos dos procesos que son responsables de la persistencia del arrecife.

2.2. Factores ambientales que influyen en el reclutamiento

La composición y abundancia de los juveniles no sólo varía con la complejidad estructural de los arrecifes, también varía con la profundidad, distancia a la costa y composición específica de la comunidad de adultos (Ruiz-Zarate y Arias-González, 2004). Los estudios realizados hasta el momento, apoyan el consenso general acerca de la incompreensión íntegra de los procesos que afectan el reclutamiento y la retención de propágulos, larvas y juveniles pelágicos que tienen lugar en los arrecifes coralinos (Alcolado-Prieto, 2009). Richmond (1993b) señala que numerosas interacciones entre corales están mediadas químicamente, incluidas las que ocurren entre corales adyacentes, sus gametos y entre las larvas y el sustrato donde se fijan. Los cambios en la calidad del agua que afectan la transmisión de estas señales químicas pueden tener efectos negativos en el cronometraje reproductivo, la sincronización, las interacciones huevo-espermatozoides, el asentamiento, la metamorfosis y la incorporación de zooxantelas (Richmond, 1997).

El tipo de sustrato, así como su orientación, pueden afectar el reclutamiento, el crecimiento y las tasas de supervivencia. En la mayoría de los experimentos de colonización, la larva plánula no se establece sobre sedimento blando, especialmente si hay disponibilidad de sustrato duro (Alcolado-Prieto, 2009). Los asentamientos que ocurren sobre sedimentos se caracterizan por una tasa de supervivencia baja (Richmond, 1997). En experimentos de campo, Birkeland (1977) encontró que los reclutas tuvieron una tasa de crecimiento más rápida en

las superficies superiores de los sustratos artificiales empleados; sin embargo, la supervivencia fue mayor en las larvas que se fijaron en superficies verticales. El mismo estudio reporta tasas de crecimiento mayores en reclutas de aguas someras, aunque existe mayor supervivencia a profundidades intermedias y con niveles de nutrientes más bajos.

Debido a la variedad de tipos de sustratos, a las variaciones en la conectividad y en las condiciones ambientales, y a las diferentes especies involucradas, la recuperación del arrecife de coral después de un disturbio a través de la recolonización y el recrecimiento puede variar de forma amplia espacial y temporalmente (Gleason, 1996). La magnitud de las variaciones en el reclutamiento de corales a diferentes escalas espacio-temporales está pobremente documentada; sin embargo, se han hecho muchos estudios de dispersión larval de otros organismos del arrecife (Grimsditch y Salm, 2006).

La sedimentación constituye el problema más persistente que afecta los arrecifes costeros y a aquellos que rodean islas elevadas (Rogers, 1990; Richmond, 1993a). La remoción de sedimentos de la superficie del coral implica un costo energético para éste, lo que trae como consecuencia bajo crecimiento y menos energía disponible para la reproducción (Tomascik y Sander, 1987). El sedimento puede, incluso, dificultar la detección de señales químicas provenientes del sustrato, aspecto que afecta a las larvas (Richmond, 1997). Richmond (1993a) plantea que tanto la sedimentación como los escurrimientos pueden ser subletales para los corales adultos e impedir el asentamiento de las larvas.

La eutrofización puede provocar una disminución de los niveles de iluminación debido al aumento de la turbidez. Además, niveles elevados de nutrientes facilitan la aparición de organismos de rápido crecimiento como algas, esponjas, tunicados y briozoos, los que tienen ventaja competitiva frente a los corales que son de

crecimiento lento (Birkeland, 1977). Estos competidores pueden extenderse de manera rápida, dominar el sustrato disponible y así impedir el asentamiento de las larvas de coral. Algunos autores plantean que estas situaciones pueden conducir a un estado estable alternativo dominado por otros organismos en lugar de los corales (Tomascik, 1991; Done, 1992; Hughes, 1994). Evidencia de esto quedó ilustrada luego de la mortalidad masiva en el Gran Caribe del erizo negro *Diadema antillarum* en 1983, en el que los arrecifes coralinos quedaron dominados por macroalgas.

El comportamiento de los pesticidas y sustancias tóxicas puede cambiar en el tiempo y el espacio. Los productos de descomposición pueden ser más tóxicos para las células que las formas químicas originales, y los procesos que incluyen fotoisomerización y mutilación pueden incrementar la estabilidad, la toxicidad y la actividad biológica (Connell y Miller, 1984). Se ha observado que la presencia de pesticidas disminuye los niveles de asentamiento de las larvas y su metamorfosis (Richmond, 1997). Otro factor de tipo químico con importantes implicaciones son los hidrocarburos, ya que según Loya y Rinkevich (1979) pueden abortar la formación de larvas viables.

2.3. Importancia del reclutamiento de corales y conectividad

El cubrimiento de coral vivo (abundancia y distribución) no constituye un reflejo seguro de la salud del arrecife (Alcolado-Prieto, 2009). Estos valores solo describen el estado del arrecife en ese momento preciso. Los patrones de reclutamiento son muy importantes en la predicción del futuro del arrecife. Eakin (1993) afirma que muchos arrecifes del Pacífico oriental han continuado su deterioro debido a la acción sinérgica del fenómeno El Niño, tasas de reclutamiento bajas y la continua erosión de los erizos sobre la armazón arrecifal.

Los organismos del arrecife dependen fundamentalmente del auto-reabastecimiento con retención de reclutas o a partir de arrecifes como fuentes cercanas. Por este motivo la conectividad a gran escala mediante las corrientes no parece ser el factor principal (Barber *et al.*, 2000). Ayre y Hughes (2004) señalan, además, que la dispersión de corales a largas distancias hasta arrecifes geográficamente aislados no se puede lograr aunque se aumente el número de individuos o parece ser muy rara. Sin embargo, otros estudios de campo muestran que las larvas de los organismos del arrecife se pueden dispersar a través de grandes distancias y rellenar poblaciones en arrecifes lejanos (Mora *et al.*, 2003). De este modo, la relación entre las corrientes oceánicas y las estrategias de reproducción de los corales y su influencia en la dispersión larval y los patrones de reclutamiento requieren de nuevos estudios (Grimsditch y Salm, 2006).

La conectividad entre y dentro de los arrecifes coralinos constituye un importante factor espacial para la resiliencia de estos ecosistemas (Grimsditch y Salm, 2006); según estudios recientes, las fuentes de reclutas de corales provienen a menudo del mismo arrecife o de algún otro cercano (Marshall y Schuttenberg, 2006). Sin embargo, la capacidad de las plánulas de coral y los patrones de reclutamiento sugieren que algunos arrecifes pueden depender de comunidades de corales distantes para su suministro de larvas plánulas (Richmond, 1987; Babcock, 1988). Si los arrecifes fuentes son alterados, el efecto puede sentirse incluso en los arrecifes que se encuentran corriente abajo. Esto apunta a la necesidad de cooperación entre islas y regiones a la hora de proteger los arrecifes (Richmond, 1997). Las poblaciones grandes de coral y las descargas de larvas crean una diversidad genética que es crucial para la resiliencia ante los disturbios (Nyström y Folke, 2001). La dispersión larval, por su parte, ayuda a mantener el flujo genético

de las poblaciones coralinas entre arrecifes (Porter y Tougas, 2001). Marshall y Schuttenberg (2006) plantean que las áreas no arrecifales adyacentes son de gran valor para la conectividad porque pueden convertirse en importantes escalas para los reclutas de coral mientras se mueven entre los arrecifes y dentro de nuevas áreas.

Los incidentes naturales y antrópicos pueden provocar la muerte de las colonias de coral. Si estos corales no son reemplazados a través de procesos de reproducción y reclutamiento el arrecife puede eventualmente degenerar (Richmond, 1997). En arrecifes severamente dañados la recuperación depende de la llegada de las larvas de coral adecuadas que hayan sobrevivido el blanqueamiento en cualquier otra parte, y de su exitoso asentamiento, supervivencia y crecimiento. Incluso suponiendo que las condiciones favorezcan el reclutamiento, el proceso de recuperación está sujeto a eventos de difícil predicción y evaluación relacionados con el suministro de larvas. Entre estos se pueden mencionar la depredación, la asfixia provocada por los sedimentos o las algas, sobre crecimiento de otros corales, etc. (Marshall y Schuttenberg, 2006).

La comprensión de los movimientos de agua, la conectividad y los patrones de dispersión larval es esencial para la creación de redes coherentes de Áreas Marinas Protegidas (AMP). Estas aseguran la función proveedora de los arrecifes para las comunidades locales que dependen de ellos (Westmacott *et al.*, 2000). El cronometraje de las descargas de larvas, la fuerza y dirección de las corrientes, la distancia entre los arrecifes de coral, así como la influencia del clima, deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar una red de AMP (Grimsditch y Salm, 2006). Westmacott *et al.*, (2000) afirman que para el desarrollo de sistemas nacionales y regionales de AMP, se requiere un enfoque estratégico que tome en

cuenta los arrecifes fuente y los que son destino, así como los patrones actuales de dispersión de las larvas de coral.

2.4. Métodos de muestreo

English *et al.*, (1997) diferencian los métodos de muestreo para el estudio del reclutamiento en dos tipos: los que cuentan *in situ* el número de colonias jóvenes que aparecen en el sustrato natural del arrecife y aquellos que hacen los conteos en sustratos artificiales, los cuales son extraídos del arrecife y examinados en el laboratorio con un microscopio binocular.

El método AGRRA (Kramer *et al.*, 2005) es del primer tipo y emplea como unidad de muestra un cuadrado de 0,25 m², con el que se toman réplicas en determinadas posiciones sistemáticas marcadas en un cordel de 10 m de longitud. A su vez el cordel se despliega tantas veces como sea necesario para obtener 80 unidades muestrales. La distribución de las posiciones del cordel es al azar. En esta metodología se consideran los reclutas visibles de menos de dos centímetros de diámetro. Por su parte, Vidal *et al.*, (2005) emplearon como unidad de muestreo un cuadrado de 1 m², y contaron los corales juveniles de menos de cuatro centímetros de diámetro.

Las placas de asentamiento se usan a menudo para proveer medidas de abundancia de reclutas en tiempo y espacio (Harrison y Wallace, 1990). En los sustratos artificiales, las larvas de coral después de fijarse comienzan a formar un esqueleto permanente, el cual es detectable casi inmediatamente (English *et al.*, 1997). Sin embargo, para que un coral recién asentado sea visible por los buzos en el arrecife puede pasar hasta un año (Babcock, 1988).

English *et al.*, (1997) además señala que estos métodos sirven para medir cosas muy diferentes. Los sustratos artificiales (placas de asentamiento) han sido usados frecuentemente como herramientas para entender aspectos de la vida de

los corales. Estos permiten la observación de los corales acabados de asentarse y como consecuencia reducen el efecto de mortalidad post-asentamiento cuando se mide el arribo de reclutas en una población (Alcolado-Prieto, 2009). Los patrones de reclutamiento en las placas de asentamiento se han venido usando, además, para entender la dispersión de las larvas de coral, tanto a escala local alrededor del arrecife como a escalas geográficas mayores. Sin embargo, estos estudios de reclutamiento se han visto limitados por la dificultad de identificar a los corales.

2.5. Estudios de reclutamiento.

La mayor parte del conocimiento sobre el reclutamiento en el Caribe proviene de estudios realizados utilizando sustratos artificiales de distintos materiales. Estos se han centrado sobre todo en caracterizar las etapas tempranas del asentamiento de las larvas (Irizarry-Soto, 2006). No obstante, para comprender mejor los patrones y procesos de un arrecife coralino, es clave conocer cómo ocurre el fenómeno en sustratos naturales. La estimación *in situ* de la abundancia, composición y distribución de reclutas y juveniles es un aspecto clave para entender la dinámica de las comunidades de corales pétreos.

A pesar de que en algunos estudios realizados en Cuba se han reportado datos sobre la abundancia de corales reclutas y juveniles, este aspecto de la ecología de los arrecifes de coral aún permanece pobremente estudiado. La comparación entre los trabajos realizados es además difícil. La razón fundamental radica en los criterios de selección de tallas máximas para clasificarlos. Estos son disímiles, al igual que los métodos de muestreo. No obstante, considerando los individuos menores de dos centímetros, se reportan entre seis y 12 colonias de reclutas en arrecifes de la costa noroccidental de nuestro país (Castellanos *et al.*, 2004; De la Guardia *et al.*, 2006). Caballero *et al.* (2004), usando el método AGRRA, reportan

reclutamiento bajo en la costa oriental de Bahía de Cochinos y *Agaricia agaricites* y *Porites astreoides* como las especies con mayor número de reclutas. Los géneros con mayor número de reclutas reportados para la península de Guanahacabibes fueron *Agaricia*, *Porites*, *Siderastrea*, *Montastraea* y *Millepora* (De la Guardia *et al.*, 2004).

En Cuba hasta el momento sólo se conoce de un estudio que consideró a reclutas y juveniles de forma independiente. Este se restringió a tres especies de la comunidad arrecifal somera de Playa Baracoa, en el occidente de Cuba. Las especies estudiadas fueron *A. agaricites*, *P. astreoides* y *A. palmata* (González-Díaz *et al.*, 2008).

3. Materiales y Métodos

3.1. Área de Estudio

El estudio se realizó al norte del Guanál, un cayuelo ubicado a menos de 500 m al oeste de Punta Matamoros, cayo Santa María, Villa Clara, Cuba (Fig. 1).

La zona posee un área de aproximadamente una hectárea con sustrato rocoso, profundidad menor de tres metros y desarrollo de una comunidad coralina que no llega a formar una estructura arrecifal (Triana-López, 2011). Existen evidencias de que pudo ser en el pasado una cresta arrecifal, pues todavía se pueden observar esqueletos de *A. palmata* de gran tamaño con daños mecánicos. Se encuentra limitada al norte y al oeste por un seibadal bien desarrollado sobre fondo arenoso. Al sur limita con el cayuelo “El Guanál” y al este con una zona rocosa baja con gorgonáceos.

El área se encuentra perturbada por la acción mecánica del oleaje durante el invierno, producto de los vientos del norte y por tormentas tropicales que aparecen periódicamente. También se encuentra muy influida por las corrientes de marea, responsables del intercambio del sur de cayo Santa María con el océano. Estas corrientes son ricas en materia orgánica de origen natural y antrópico producto de los efluentes de las plantas de tratamiento de residuales de cayo Santa María y Ensenachos. Por otra parte, la apertura reciente de un hotel en Punta Madruguilla le adiciona la presencia constante del hombre en el lugar. En estudios anteriores han sido encontrados niveles altos de sedimentación durante el invierno (Arias *et al.*, 2006).

3.2. Métodos de muestreo

Los muestreos se efectuaron en los meses de noviembre de 2010 y junio de 2011. Las observaciones de campo fueron realizadas mediante el buceo libre con equipos ligeros.

Se identificaron todas las colonias incluidas dentro de 42 marcos cuadrados de un metro cuadrado lanzados al azar (Hill y Wilkinson, 2004). Se consideraron colonias reclutas las menores de dos centímetros de largo máximo y juveniles las que se encuentren entre dos y cuatro centímetros (Chiappone y Sullivan, 1996). Se excluyeron de los juveniles los ejemplares de *Siderastrea radians* mayores de tres centímetros pues la especie se considera adulta a partir esta talla (Chiappone y Sullivan, *Op. cit.*).

Cada colonia de juveniles o reclutas se identificó *in situ* siguiendo los criterios de Dueñas *et al.*, (2010). Los escleractinios adultos se clasificaron de acuerdo a los criterios de Zlatarski y Martínez-Estalella (1982) y los hidrocorales según Castellanos-Iglesias (2007).

A cada colonia se le midió el diámetro máximo (largo) hasta el centímetro más cercano, utilizando un tubo de PVC graduado y la distancia al adulto más cercano de la especie correspondiente, mediante una cinta métrica de diez metros de largo. En el caso de que no hubiera colonias adultas de la misma especie se anotó como que estaba a más de diez metros.

Para completar la lista de especies se realizaron buceos adicionales en el área en general.

3.3. Procesamiento de los datos

Con los datos de campo se conformaron matrices de abundancia de cada clase y por fecha de muestreo reflejada en número de colonias/m². Se aplicaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y C de Cochran (Quinn y Keough, 2002) para determinar si las variables cumplían con las premisas para pruebas paramétricas (distribución normal y homogeneidad de varianza).

Dado que las variables cumplieron con las premisas para el uso de pruebas paramétricas, se compararon mediante el ANOVA de Kruskal-Wallis (Siegel y

Castellan, 1988). Los cálculos se realizaron empleando el programa R (versión 2.11.1, 2010).

La dominancia se analizó empleando las curvas de rango-abundancia construidas con ayuda del Paquete STATISTICA versión 8.0.

Para el caso del análisis de los patrones de distribución espacial de los reclutas en el área se utilizó el índice de dispersión o varianza relativa (Andreawartha y Birch, 1954), que relaciona la varianza y el promedio:

$$ID = S^2 / \bar{X}$$

Dónde:

ID: Varianza relativa.

S^2 : Varianza.

$\bar{X}$: promedio.

De acuerdo a los valores que toma el índice se puede inferir la distribución espacial de las especies; si $ID \approx 0$, la especie tiene distribución regular u homogénea; si $ID \approx 1$, distribución aleatoria y si $ID > 1$, distribución agregada.

Para conocer la afinidad entre la composición por especies de adultos y reclutas se empleó el Índice de Bray-Curtis (Clarke y Warwick, 2001), a saber:

$$S_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Donde:

S_{jk} : Índice de similitud de Bray-Curtis. Similitud entre los cuadrantes j y k.

y_{ij} : Abundancia de la iésima especie en el cuadrante j.

y_{ik} : Abundancia de la iésima especie en el cuadrante k.

p : Total de especies

El índice oscila en un rango entre cero, para muestras que no se parecen en nada, y 100, para muestras idénticas.

Para analizar las estrategias reproductivas por especie, se agruparon en desovadores o incubadores (Anexo I), considerándose como especies desovadoras aquellas que liberan los gametos masculinos y femeninos fuera de la colonia y la fertilización es externa; y como incubadoras las que presentan fertilización interna, las larvas son incubadas dentro de la colonia y luego liberadas (Richmond, 1997).

Los hidrocorales no se incluyeron en este análisis debido a que la reproducción no ocurre como en los corales pétreos (Miller y Szmant, 2006).

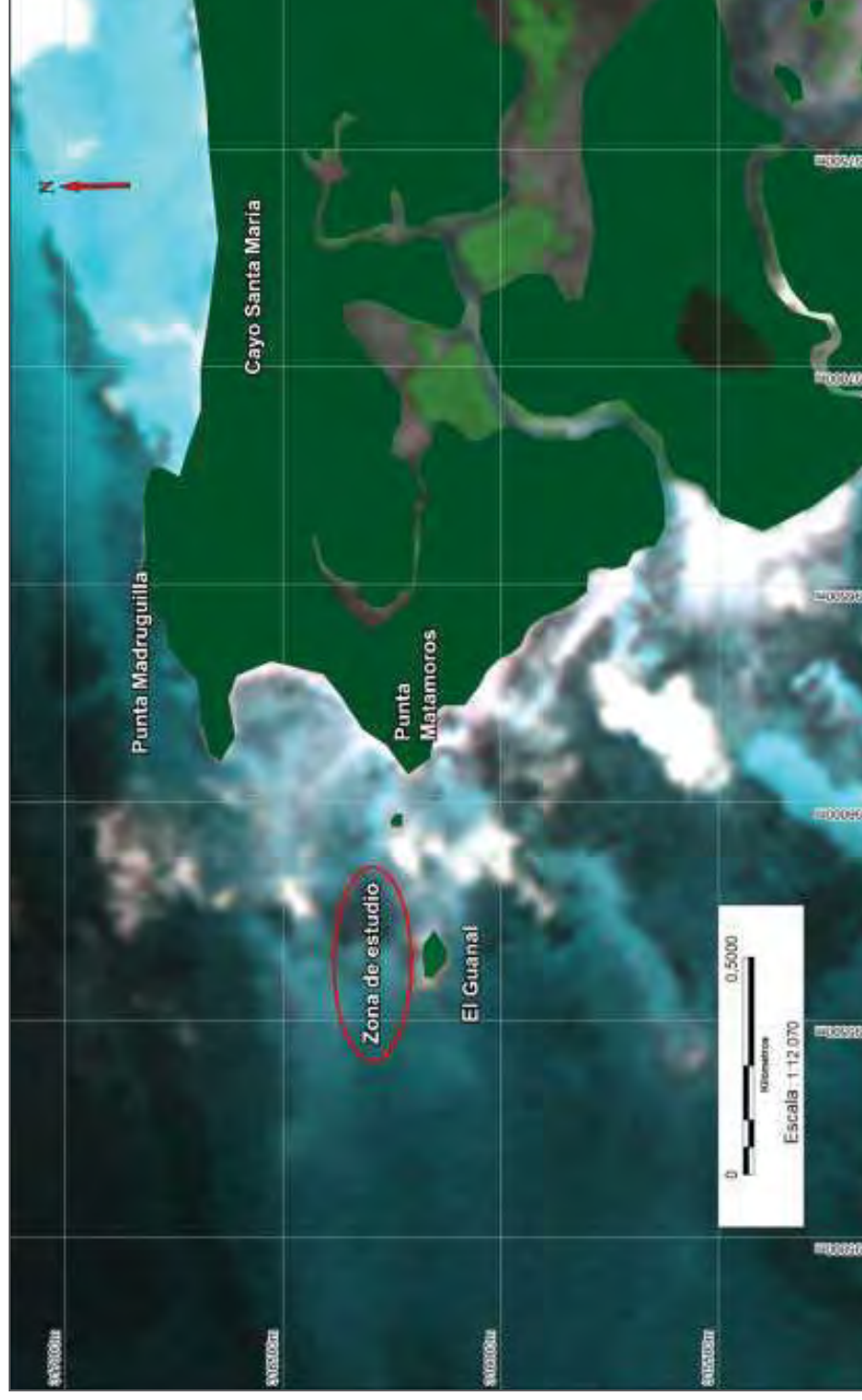


Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de evaluación en el oeste de cayo Santa María. Villa Clara, Cuba.

4. Resultados

4.1. Composición de reclutas y juveniles

En el área de estudio fueron encontradas 69 colonias de reclutas y juveniles de corales pétreos, pertenecientes a ocho especies; agrupadas en seis géneros, seis familias y dos clases del Phylum Cnidaria (Anexo II). La familia mejor representada fue la familia Poritidae con dos especies: *Porites astreoides* y *Porites porites*. Se determinaron 27 colonias reclutas de *P. astreoides*, que constituyen el 39 % del total de colonias reportadas. Por su parte, *P. porites* con 16 colonias representa el 23 %. Entre ambas especies se acumula el 62 % del total de las colonias (Figura 2).

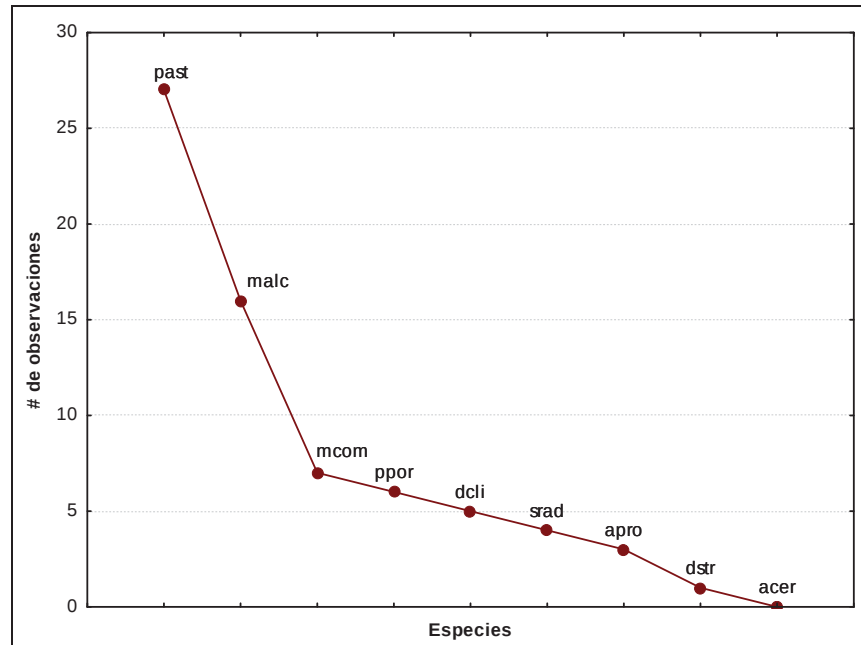


Figura 2. Curva de Rango-Abundancia de las especies en estudio.

past, *Porites astreoides*; **malc**, *Millepora alcicornis*; **mcom**, *Millepora complanata*; **ppor**, *Porites porites*; **dcli**, *Diploria clivosa*; **srad**, *Siderastrea radians*; **apro**, *Acropora prolifera*; **dstr**, *Diploria strigosa*; **acer**, *Acropora cervicornis*.

La abundancia de reclutas no presentó diferencias significativas desde el punto de vista estadístico con respecto a la de juveniles (prueba U Mann-Whitney; $U=796$, $Z=-0,769$, $p=0,441679$, $N=42$). El promedio total de juveniles supera al de reclutas en sólo $0,12$ individuos/ m^2 (Tabla I).

Tabla I: Abundancia total de reclutas y juveniles en la zona de estudio.

N: Total de caudrantes.

EEM: Error estándar de la media.

	N	Promedio	EEM	Mínimo	Máximo	Sumatoria	Moda
Reclutas	42	0,76	0,13	0	3	32	0
Juveniles	42	0,88	0,12	0	2	37	1
Total	42	0,82	0,09	0	4	69	1

Al comparar la abundancia del grupo en los dos años de estudio se observa que en el año 2010 la mediana se encontraba en una colonias/ m^2 , sin embargo en el año 2011 aumentó a dos colonias/ m^2 . No obstante, no se aprecian diferencias significativas (prueba U Mann-Whitney; $U=796$, $Z=-0,769$, $p=0,441679$, $N=42$) entre ambos. Del análisis de los estadígrafos se destacan dichas razones (Fig. 3). Aun cuando en ambos años el 75 % de los cuadrantes estaba por debajo de dos colonias/ m^2 , en el 2010 se encuentran distribuidas uniformemente entre cero y dos (o sea era más variable); sin embargo, en el 2011 la variación es menor pues el 50 % de los cuadrantes poseen entre uno y dos colonias/ m^2 (Fig. 3).

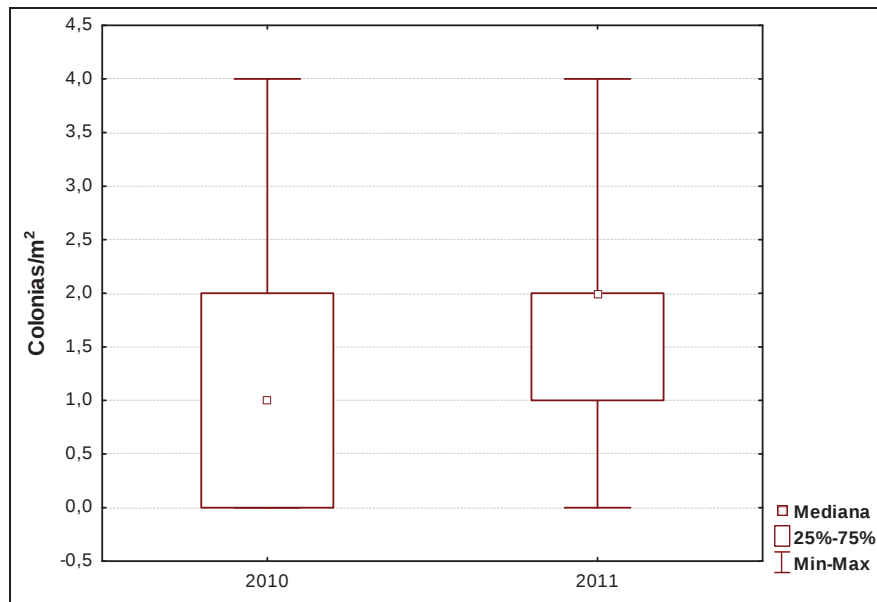


Figura 3. Comparación de la abundancia de reclutas y juveniles.

Si se compara la abundancia de reclutas y juveniles por separado, no se evidencian diferencias significativas (prueba U Mann-Whitney; $U=796$, $Z=-0,769$, $p=0,441679$, $N=42$). La mediana se encuentra en dos colonias/m². Sin embargo, la abundancia de juveniles no sobrepasa las dos colonias/m² y los reclutas presentan un rango más amplio de abundancia registrándose hasta tres colonias/m² (Fig. 4).

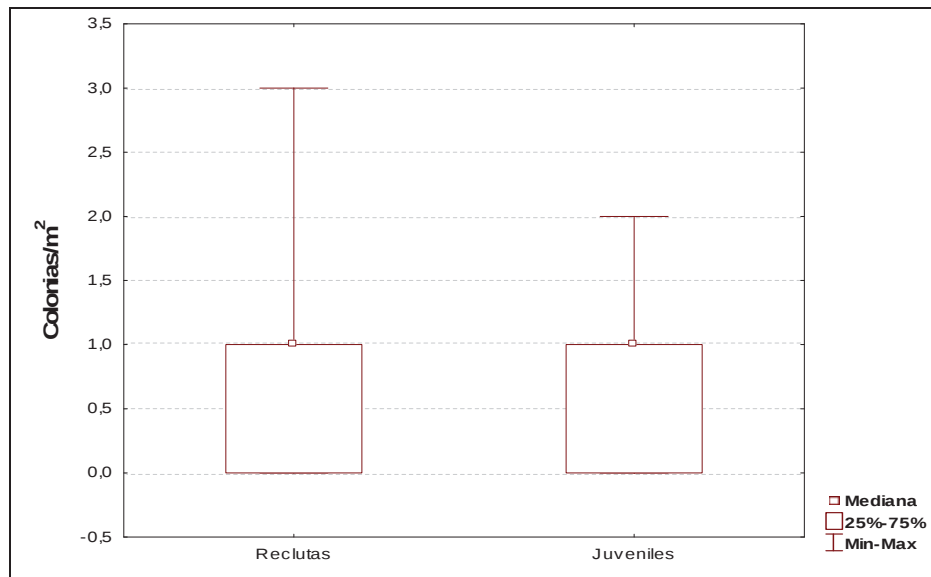


Figura 4. Abundancia de reclutas y juveniles en la zona de estudio.

De acuerdo a la composición por clases de talla, la clase dos (reclutas de entre uno y dos cm de largo) es la mejor representada, con el 41 % del total (Fig. 5). Le sigue la clase tres, que también presenta un porcentaje elevado (36 %). Las clases uno y cuatro presentan un bajo porcentaje que oscila entre seis y 17 % respectivamente.

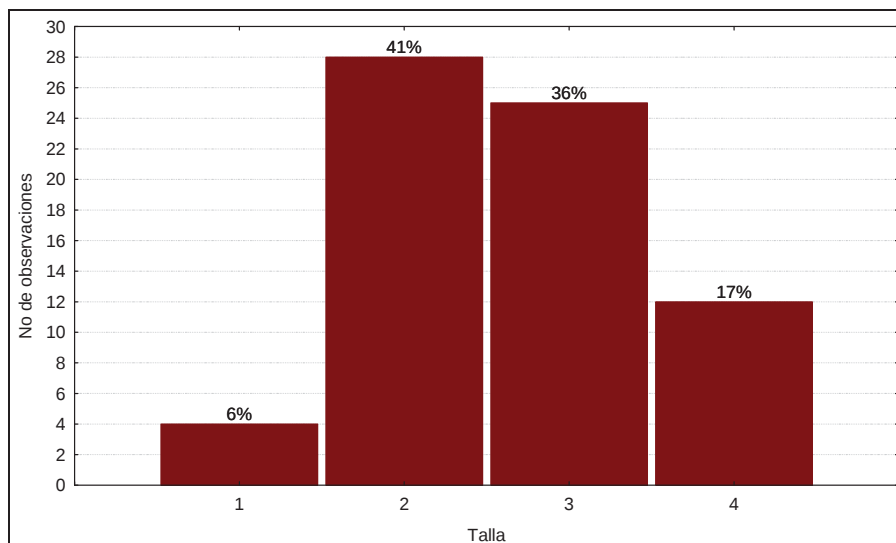


Figura 5. Composición por talla de reclutas y juveniles en la zona de estudio.

El análisis de los patrones de distribución espacial del grupo refleja valores entre una distribución uniforme o regular y al azar (Tabla II). La especie *P. astreoides* es la especie que se encuentra más cercana a la distribución regular, pues posee valores muy bajos del índice de dispersión (ID= 0,36). El resto de las especies poseen valores de ID mayores que 0,6 lo que las acerca más a la distribución aleatoria; entre estas se destacan *M. alcicornis*, *A. cervicornis* y *Dichocoenia. stokesi*.

Tabla II. Valores del Índice de dispersión (ID), general y por especie, en El Guanal. **past**, *Porites astreoides*; **ppor**, *Porites porites* ; **srad**, *Siderastrea radians*; **malc**, *Millepora alcicornis* ; **mare**, *Manicina areolata*; **acer**, *Acropora cervicornis* ; **dsto**, *Dichocoenia stokesi* .

	Promedio	Varianza	ID	Clasificación
past	0,64	0,23	0,36	Uniforme
ppor	0,38	0,24	0,62	Aleatoria
srad	0,14	0,12	0,86	Aleatoria
mcom	0,17	0,14	0,83	Aleatoria
malc	0,02	0,02	0,98	Aleatoria
mare	0,12	0,10	0,88	Aleatoria
acer	0,07	0,07	0,93	Aleatoria
dsto	0,10	0,09	0,90	Aleatoria

De acuerdo al modo de reproducción sexual de los corales del orden Scleractinia, se puede observar un predominio de las colonias de especies incubadoras, con 54 colonias, sobre las desovadoras, de las que sólo se encontraron siete (Fig. 6). Este último grupo está representado por individuos de dos especies: *A. cervicornis* y *D. stokesi*.

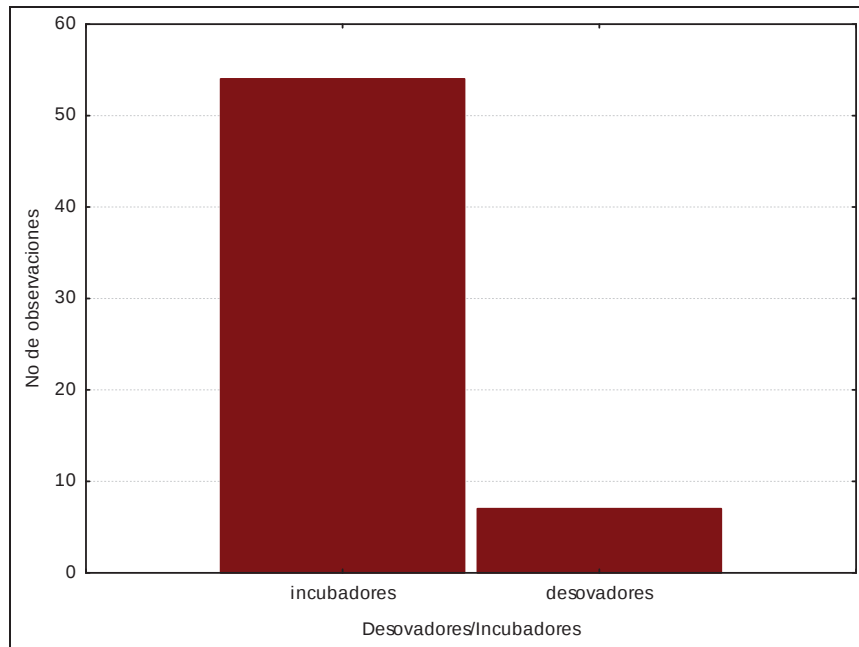


Figura 6. Total de especies de acuerdo a su forma de reproducción en la zona de estudio.

Teniendo en cuenta la distancia de las colonias analizadas a los adultos de su misma especie puede apreciarse que la mayoría se encuentran a menos de 2,5 m de profundidad (Fig. 7). Los reclutas de las especies *P. astreoides*, *A. cervicornis*, *P. porites* y *M. complanata* se encuentran más cercanos a sus adultos. Sin embargo las especies *D. stokesi*, *M. areolata*, *S. radians* presentan sus reclutas a mayor distancia de los adultos de su misma especie. Los casos más extremos lo constituyen *D. stokesi* que posee tres colonias, de las cuatro encontradas, alejadas a más de diez metros del adulto más cercano y *A. cervicornis* con los tres reclutas estudiados a distancias de un metro o menos del adulto correspondiente.

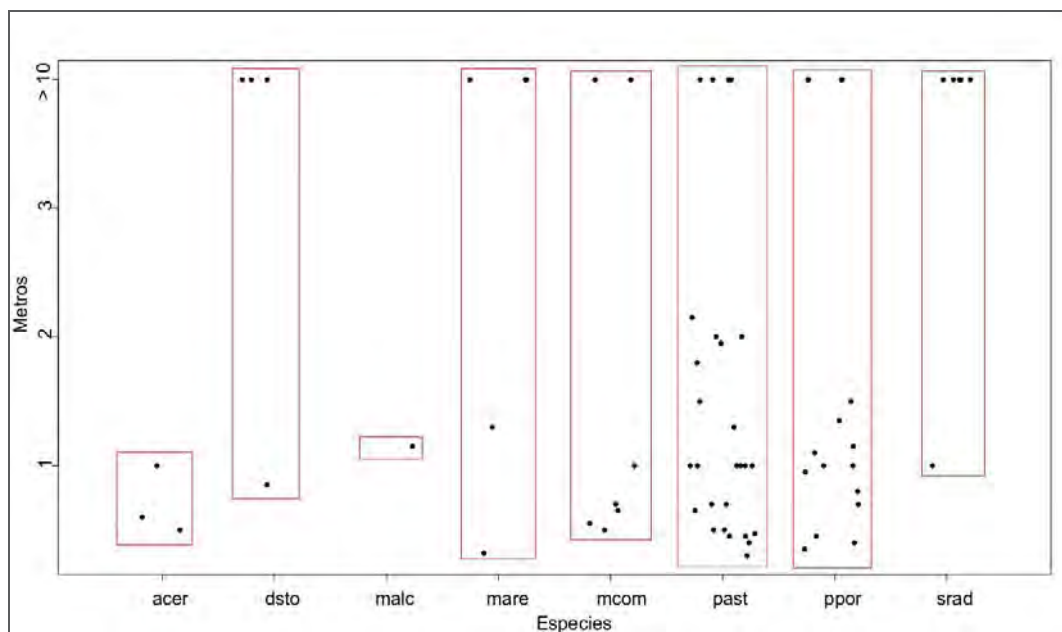


Figura 7. Distancia de los reclutas al adulto más cercano por especie.

acer, *Acropora cervicornis*; **dsto**, *Dichocoenia stokesi* ; **malc**, *Millepora alcicornis* ; **mare**, *Manicina areolata*; **mcom**, *Millepora complanata*; **past**, *Porites astreoides*; **ppor**, *Porites porites*; **srad**, *Siderastrea radians*.

Al analizar las abundancias de los reclutas y juveniles por especie y compararlos con los adultos se obtiene una similitud de 66,73 % con el Índice de Bray-Curtis. Las especies que más aportan a este valor son *P. astreoides*, que es la más abundante entre los dos grupos y *P. porites* que, si bien es la cuarta en abundancia de adultos resulta la segunda en cantidad de reclutas (Fig. 8). *S. radians*, *A. cervicornis* y *M. areolata* poseen una abundancia similar de adultos y reclutas. Sólo fue encontrado un recluta del hidrozoo *M. alcicornis*, a pesar de ser la segunda especie de mayor abundancia de adultos en la zona. Otras especies con abundancia de adultos de las que no se encontraron reclutas fueron *D. clivosa* y *D. strigosa* (Fig. 8). En el otro extremo se encuentra *D. stokesi* con sólo un adulto y cuatro reclutas en la zona.

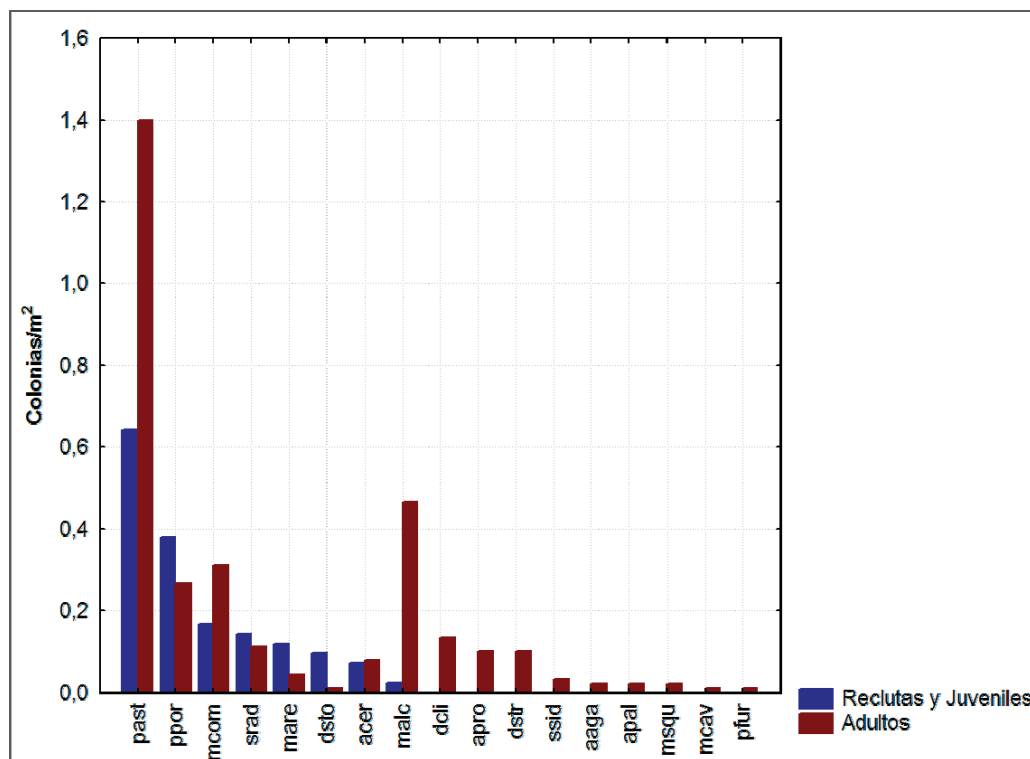


Figura 8. Abundancia, por especies, de las clases “adulto” y “reclutas” encontradas en el Guanabara. **past:** *Porites astreoides*; **ppor,** *Porites porites*; **mcom,** *Millepora complanata* ; **srad,** *Siderastrea radians*; **mare,** *Manicina areolata*; **dsto,** *Dichocoenia stokesi*; **acer,** *Acropora cervicornis*; **malc,** *Millepora alcicornis*; **dcli,** *Diploria clivosa*; **apro,** *Acropora prolifera*; **dstr,** *Diploria strigosa*; **ssid,** *Siderastrea siderea*; **aaga,** *Agaricia agaricites*; **apal,** *Acropora palmata*; **msqu,** *Millepora squarrosa*; **mcav,** *Montastraea cavernosa* y **pfur,** *Porites furcata*.

5. Discusión

En años recientes se han observado cambios en la dominancia de especies de corales pétreos en los arrecifes, viéndose favorecidas las resistentes a la degradación ambiental (Pretch y Miller, 2007). El predominio de *P. astreoides* y *P. porites* en la zona evidencia que esta se encuentra sometida a un alto grado de disturbio. Arias *et al.*, (2006) encontraron en Punta Madruguilla tasas de sedimentación altas en invierno. Este resultado concuerda con lo referido para la zona por Triana-López (2011); sin embargo, no coincide con lo reportado por Alcolado-Prieto (2009) para el litoral habanero; donde las especies mejor representadas fueron *Siderastrea siderea* y *Siderastrea radians*, aunque también señalan un porcentaje elevado de *P. astreoides*. La causa de la diferencia puede estribar en que la contaminación orgánica en el litoral de La Habana debe ser mayor producto de la alta urbanización y el aporte de agua dulce de los ríos Almendares y Quibú. Las especies del género *Siderastrea* han sido reportadas como resistentes al contenido alto de materia orgánica y a las salinidades bajas (Lirman *et al.*, 2003).

El predominio reciente de *P. astreoides* en arrecifes someros ha sido observado a lo largo del Caribe (Green *et al.*, 2008). En el archipiélago de Sabana-Camagüey González-Ferrer *et al.*, (2007) encontraron que la mayor parte de las crestas se han convertido en bajos rocosos donde predominan mayoritariamente los géneros *Millepora*, *Porites* o *Diploria*; en lugar de *A. palmata*. A partir del decline en las últimas dos décadas de las especies de acropóridos en las comunidades coralinas, las especies incubadoras, como *P. astreoides* y *A. agaricites*, han comenzado a dominar las antiguas crestas (Precht y Miller, *Op. cit.*). En la actualidad existen indicios de que esto pudo haber ocurrido en la zona de estudio, ya que todavía se observan restos de colonias adultas de *A. palmata*. Por lo tanto, la comunidad coralina pudo ser en el pasado una cresta arrecifal.

El predominio de reclutas de *P. astreoides* se corresponde con lo reportado por Martínez-Rodríguez (2009) en el litoral de la ciudad de La Habana, siendo esta una de las más abundantes en dicho estudio. Lo mismo ocurre en Playa Baracoa, Provincia Habana, según Cabrales-Caballero (2005), este observó que las especies *P. astreoides* y *A. agaricites* fueron las más representativas y presentaron una densidad elevada.

La proporción mayor de reclutas y juveniles durante los muestreos con respecto a lo reportado para la misma comunidad por Triana-López (2011); podría estar dada por la mortalidad reciente alta y el blanqueamiento que reportó la autora en noviembre de 2010 y que se reflejó en una disminución drástica de la abundancia de adultos. Esta proporción también resulta mayor que la reportada por Alcolado-Prieto (2009) para el litoral habanero con el 51,6 % del total de las colonias.

La mayor proporción de reclutas sugiere que en la zona de estudio puede estar comenzando la recuperación del disturbio ocurrido con anterioridad. Esto puede estar ayudado por la presencia en la zona de *D. antillarum*, herbívoro capaz de crear condiciones favorables para el asentamiento de las larvas de corales (Triana-López, 2011). No obstante, los frentes fríos durante la etapa invernal, pudieran ser muy perjudiciales para las colonias jóvenes, ya que arrastran grandes cantidades de sedimento que se asienta sobre los corales y tiene que ser removido por los pólipos, ocasionando pérdida de energía en la secreción de mucus, así como dificultades en los procesos de respiración y alimentación (Arias, *et al.*, 2006). Las colonias adultas pueden adaptarse a cierta dosis de sedimento, sin embargo, sus reclutas y colonias jóvenes tienden a verse más afectados.

La abundancia de reclutas y juveniles resulta alta en comparación con lo consignado por González-Ferrer *et al.*, (2007) para las crestas y bajos rocosos de en la zona central del archipiélago de Sabana-Camagüey; esta fue superada por

la cresta de cayo Media Luna con 1,2 colonias/m². Sin embargo, se observa una disminución si se compara con lo reportado para el propio cayo de 2009 a 2010 (Triana-López, 2011). Tal fenómeno puede estar causado por la mortalidad alta y el fenómeno de blanqueamiento que fue observado en noviembre de 2010 (Triana-López, *Op. cit.*). Se ha señalado que las colonias de tallas mayores poseen los valores mayores de mortalidad parcial y que en las pequeñas la mortalidad total tiene una importancia relativa más alta (Soong, 1991); esta podría ser la causa de la disminución de los reclutas en la zona.

Los valores de reclutamiento registrados son superiores a los obtenidos en las comunidades de corales en arrecifes de cresta del norte de La Habana (Semidey-Ravelo, 2008). Esto podría deberse al predominio de especies de corales que tienen una alta tasa de reclutamiento (González-Ferrer, 2004). Aunque no se descarta que dichas diferencias puedan estar dadas por las discrepancias entre las metodologías, ya que la autora citada refiere nada más las colonias menores de tres centímetros.

La composición por tallas de los reclutas y juveniles es el reflejo del momento en que ocurre el asentamiento de las larvas y la velocidad de crecimiento de las mismas. El hecho de que solo se hayan encontrado seis colonias menores a un centímetro puede indicar que en tiempos recientes no ha ocurrido un asentamiento de colonias importante, aunque al ser la clase más pequeña la detectabilidad puede resultar menor. El predominio de las colonias de entre dos y tres centímetros puede ser explicado por las fechas de reproducción de las especies que dominan la abundancia de reclutas, ambas del género *Porites* y relacionarse con la fecha de liberación de las larvas (Anexo I).

La reproducción del género *Porites* ocurre en diferentes meses del año, en la etapa de abril a septiembre (Anexo I). *P. astreoides* es una especie incubadora, que puede ser hermafrodita o gonocórica (Richmond y Hunter, 1990; y Soong,

1991), considerando un ritmo de crecimiento mensual de uno a tres milímetros de diámetro (Moulding, 2005) y que las larvas liberadas tardan alrededor de un mes en asentarse, las tallas actuales de los reclutas y juveniles coincidirían con la liberación de larvas de abril a junio del 2011, lo cual ya ha sido reportado para la localidad (Triana-López, 2011).

Por su parte *P. porites* es una especie incubadora que puede ser gonocórica o hermafrodita (Anexo I). La liberación de las larvas ocurre entre noviembre y enero (Tomascik y Sander, 1987). El aumento del número de reclutas de esta especie fue observado en julio del 2010 (Triana-López, *Op. cit.*). La proporción de crecimiento para esta especie es similar a la de *P. astreoides*, al igual que el tiempo de fijación de la larva, por lo que el proceso de reproducción pudo haber ocurrido en los meses de diciembre de 2010 a enero de 2011 coincidiendo con lo ya reportado para la localidad (Triana-López, *Op. cit.*).

La mayoría de las especies reflejan una distribución espacial aleatoria (con excepción de *P. astreoides* que se distribuye uniformemente) y poseen abundancias muy bajas. Esto puede ser producto del uso del marco de un metro cuadrado, a diferencia de la mayoría de los estudios que utilizan marcos cuadrados de 25 cm de lado. De acuerdo a las características descritas de la comunidad coralina el uso de marcos más pequeños aumentaría la variabilidad, pues sería mayor el número de cuadrantes sin colonias. El aumento de la escala del marco a un área 16 veces mayor puede ser la causa de tal homogeneidad, además de que la comunidad ocupa un área muy pequeña. Lo cual coincide con lo explicado por Schneider (2009). Es necesario aplicar otras técnicas, como el vecino más cercano, para valorar la distribución a distintas escalas dentro de la comunidad.

No obstante a lo anterior, las distancias entre reclutas y adultos más cercanos refleja cierta agregación a escalas mayores pues se encontró que la mayoría de

los corales están a distancia menores de 2,5 m de los adultos de la especie correspondiente, hecho que coincide con lo reportado por Carlon (2002). Lo anterior es una consecuencia del predominio de especies incubadoras sobre las desovadoras; el cual ha sido reportado en zonas someras y antiguas crestas arrecifales del Caribe (Pretch y Miller, 2007). La excepción es *D. stokesi*, especie desovadora (Anexo I), con el 75 % de los reclutas alejados a más de diez metros del único adulto encontrado.

Las especies incubadoras son más abundantes en el área de estudio ya que este tipo de reproducción se caracteriza por tener una fertilización interna, donde las larvas son incubadas y luego liberadas, tienen poco tiempo de vida libre, generalmente se asientan en lugares cercanos a la colonia que les da origen (Szmant y Gassman, 1991). Requieren de muchos ciclos anuales con pocas larvas y son exitosos en el reclutamiento, muestran estrategia de reproducción “K”, que invierten un mayor gasto energético en el proceso de reproducción y un menor gasto en el crecimiento (Szmant y Gassman, *Op. cit.*). Ellas reciben las zooxantelas de la colonia parental es por eso que tienen energía disponible para completar la metamorfosis luego de la fijación al sustrato (Harrison y Wallace, 1990). En cambio, hay menos número de especies desovadoras, pues en este tipo de reproducción requiere de un mayor gasto energético en la reproducción y, por tanto, no es exitoso para el proceso de reclutamiento en este lugar.

Un análisis de las abundancias de las especies de reclutas y adultos refleja aspectos interesantes. Resulta interesante la alta similitud entre las abundancias de reclutas y juveniles con los adultos. Esto puede estar condicionado por la dominancia alta de *P. astreoides* y las características del Índice de Bray-Curtis. Aun cuando este índice es el más completo, dentro de la amplia gama de los que existen, es conocido que presenta un sesgo hacia las especies con mayores valores en las matrices (Warton *et al.*, 2012). Es por eso que la similitud resulta

del 66,73 %, aun cuando sólo hay reclutas de ocho especies, de las 17 encontradas.

La dominancia de especies de reclutas no coincide exactamente con la de adultos, sin embargo no fue encontrada ninguna colonia de reclutas de especies que no posea colonias adultas en el área, lo cual refuerza lo explicado para el dominio de los incubadores sobre los desovadores. En el orden de dominancia coinciden *P. astreoides* y *M. complanata*, con el primer y tercer lugar respectivamente. Las causas de la dominancia de *P. astreoides* ya han sido explicadas con anterioridad y coincide con lo encontrado por Triana-López (2011) en la zona. Sin embargo el reclutamiento está en niveles inferiores al de los adultos, esto puede ser un indicio de que una alta cantidad de reclutas pasan al estadio adulto; lo cual coincide con lo planteado por Torres y Morelock (2002), acerca del rápido crecimiento de la especie.

Millepora complanata es un hidrocoral muy común en zonas bajas (Lewis, 2006), por lo que es de esperar una proporción alta de reclutas en una zona de condiciones favorables para el desarrollo de la especie. No ocurre así con *M. alcicornis*, que debería tener una proporción alta de reclutas. Esta especie, tiene una estructura frágil, por eso se reproduce principalmente de forma asexual, esta puede ser la causa de que sea la segunda en abundancia de adultos y se encuentren muy pocos reclutas (Lewis, *Op. cit.*). Los fragmentos de colonias generalmente son más grandes que las tallas consideradas en esta investigación. La abundancia de reclutas, juveniles y adultos de *P. porites* resulta proporcional, lo cual puede indicar un estado de equilibrio entre reclutamiento y supervivencia, tal y como fue explicado para *M. complanata*. La razón de que sea la segunda en dominancia puede estribar más en la poca abundancia de los reclutas de *Millepora*. Esto se cumple también para *S. radians*.

La abundancia de reclutas de *M. areolata* y *D. stokesii* resulta mayor que la de los adultos. Esto puede indicar dos fenómenos que no son excluyentes. Por una parte podría estar comenzando una colonización de estas especies en la zona, o que la supervivencia de los reclutas sea baja. Cualquiera de las dos variantes podría ser explicada si se realiza un estudio de marcaje de reclutas y se siguen las colonias durante varios años.

Un grupo de especies se encuentran en muy baja abundancia, lo cual puede ser la causa de que no se hayan encontrado reclutas de las mismas; es el caso de *Porites furcata*, *Montastraea cavernosa*, *Millepora squarrosa*, *A. palmata* y *A. agaricites*. Tampoco puede descartarse en el caso de *M. cavernosa* el hecho de que sea una especie desovadora, lo que disminuye aún más la probabilidad de presencia de reclutas.

Las dos especies del género *Diploria* encontradas en la zona no poseen reclutas dentro de la misma. Aun cuando ambas son representantes típicas de comunidades coralinas a baja profundidad y rugosidad, principalmente *D. clivosa* (Irizarry-Soto, 2006). La causa puede estar en las formas de reproducción del género. Ambas especies son desovadoras, lo cual es una desventaja para el reclutamiento. Sin embargo estas especies poseen una forma de reproducción asexual, gemación, que constituye una adaptación a los ambientes bajos y les aporta una alta supervivencia (Weil, 2000). De lo anterior resultan reclutas de gran tamaño que se producen durante todo el año.

6. Conclusiones

- El Guanál presenta un reclutamiento estable, esto se corresponde con hábitat similares del archipiélago Sabana-Camagüey. Caracterizado por especies oportunistas resistentes a la sedimentación, temperatura, cambios de salinidad e hidrodinámica alta.
- La distribución espacial de los reclutas reafirma el criterio de aleatoriedad para escalas espaciales pequeñas.
- El uso de cuadrantes de un metro cuadrado resulta de utilidad para evaluar la distribución espacial de los reclutas a escalas pequeñas.
- La zona posee un predominio de reclutas y juveniles de especies incubadoras con ventaja para la colonización de ambientes estresados.
- El reclutamiento en El Guanál puede ser el resultado de la reproducción de las propias especies del área; basado en la cercanía de los reclutas a los adultos de la especie correspondiente y la similitud en la estructura de ambas cohortes.

7. Recomendaciones.

- Continuar con el monitoreo del reclutamiento en El Guanál para conocer el comportamiento de este proceso en el tiempo. Adicionar el marcaje de las colonias para conocer cómo ocurre el aporte de nuevos adultos a la comunidad.
- Ampliar los muestreos a otras zonas de la cayería para evaluar la variación espacial del reclutamiento a escalas mayores, distintos biotopos y profundidades.
- Evaluar la distribución espacial de las colonias a varias escalas dentro del biotopo utilizando otras técnicas más complejas, como el vecino más cercano.

8. Literatura citada

- Abelson, A., R. Olinsky y S. Gaines (2005): Coral recruitment to the reefs of Eilat, Red Sea: temporal and spatial variation, and possible effects of anthropogenic disturbances. **Mar. Pol. Bull.** 50: 576–582.
- Alcolado, P.M. (1995): **El arrecife coralino: hábitat amenazado de incuestionable valor para el hombre.** Informe No. 4, Proyecto CUB/92/G31 GEF/PNUD. 14 pp.
- Alcolado-Prieto, P. (2009): **Reclutamiento de corales pétreos en arrecifes coralinos con diferentes grados de contaminación en el litoral habanero, Cuba.** Tesis de licenciatura. Universidad de La Habana. Cuba, 45 pp.
- Andreawartha, H. G. y L. C. Birch (1954): **The distribution and abundance of animals.** Univ. Chicago Press, 783 pp.
- Arias, R., E. Rodríguez, I. Martín, N. García, O. Puente, A. Quirós y M. E. Perdomo (2006): **Monitoreo al dragado del canal de Las Guasas para la construcción de un delfinario.** Informe Técnico. Centro de Estudios y Servicios Ambientales. 8 pp.
- Ayre, D. J. y T. R. Hughes (2004): Climate change, genotypic diversity and gene flow in reef-building. **Ecology Letters** 7: 273-278.
- Babcock, R. C. (1988): Fine-scale spatial and temporal patterns in coral settlement. **Proc. 6th Internat. Coral Reef Symp**, Townsville 2: 635–639.
- Barber, P. H., S. R. Palumbi, M. V. Erdmann y M. K. Moosa (2000): A marine Wallace's line? **Nature** 406: 692-693.
- Bellwood D.R., Hughes T.P, C. Folke y M. Nystrom (2004) Confronting the coral reef crisis. **Nature** 429: 827-832

- Birkeland, C. (1977): The importance of rate of biomass accumulation in early successional stage of benthic communities to the survival of corals recruits. **Proc. 3rd Internat. Coral Reef Symp.**, Miami 1. Biology: 15-21.
- Buddemeier, R. W. y D. G. Fautin (1993): Coral bleaching as an adaptive mechanism – A testable hypothesis. **BioScience** 43: 320-326.
- Caballero H., G. Varona y Y. García (2004): Estructura ecológica de las comunidades de corales de la costa oriental de bahía de Cochinos, Cuba. **Rev. Invest. Mar.** 25: 23–36
- Cabrales-Caballero, Y. (2005): ***Porites astreoides* y *Agaricia agaricites*: composición por tallas y salud en el arrecife de Playa Baracoa, Provincia Habana, Cuba.** Tesis de licenciatura. Universidad de La Habana. Cuba. 43 pp.
- Carlson, D. B. (2002): Production and supply of larvae as determinants of zonation in a brooding tropical coral. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 268: 33-46.
- Castellanos-Iglesias, S. (2007): Hidrozoos - Filo CNIDARIA, super-clase HYDROZOA. Lista de especies registradas en Cuba (octubre de 2006): En R. Claro (ed.), La Biodiversidad marina de Cuba. (CD-ROM), Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-298-001-3.
- Castellanos-Iglesias, S., A. Lopeztegui y E. De la Guardia (2004): Monitoreo ReefCheck en el arrecife coralino Rincón de Guanabo, **Rev. Invest. Mar.** 25(3): 219-230.
- Chiappone, M. y K. M. Sullivan (1996): Distribution, abundance and species composition of juvenile scleractinian corals in the Florida reef tract. **Bull. Mar. Biol.** 54: 341-352.

- Chornesky, E. A. y E. C. Peters (1987): Sexual reproduction and colony growth in the scleractinian coral *Porites astreoides*. **Biological Bulletin** 172: 161-177.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick (2001): **Changes in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation**. 2da edición. PRIMER-E Ltd. 350p.
- Connell, D. W. y G. J. Miller (1984): **Chemistry and ecotoxicology of pollution**. Wiley, New York, 444 pp.
- De la Guardia, E., P. González y J. Reyes. (2001). Macrobentos del arrecife coralino adyacente al río Almendares, Habana, Cuba. **Rev. Inv. Mar.** 22: 167–178.
- De la Guardia, E., A. Valdivia y P. González-Díaz (2004): Estructura de comunidades bentónicas en la zona de buceo de María la Gorda, ensenada de Corrientes, Sureste de la Península de Guanacahabibes, Cuba. **Rev. Invest. Mar.** 25(2):103-111.
- De la Guardia, E., P. González-Díaz, A. Valdivia, O. González-Ontivero, P. González, A. Valdivia y O. González (2006): Estructura y salud de la comunidad de corales en arrecifes de la zona de buceo de Cayo Levisa, Archipiélago de Los Colorados, Cuba. **Rev. Invest. Mar.** 27(3): 197-208.
- Done, T. J. (1992): Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. **Hydrobiology** 247: 121-32.
- Downs CA, Fauth JE, Robinson, CE, Curry R, Lanzendorf B, Halas JC, Halas J, y Woodley, CM (2005): Cellular diagnostics and coral health: declining coral health in the Florida Keys. **Marine Pollution Bulletin** 51: 558-569.
- Dueñas, L. F., J. Montenegro, A. Acosta, F. Cárdenas, M. Sepúlveda, A. Vidal y C. Villamil (2010): **Guía para el reconocimiento de corales escleractinios juveniles en el Caribe**. INVEMAR Serie de Documentos Generales, 42: 26 pp.

- Duerden, J. E. (1902): **The coral *Siderastrea radians* and its post larval development.** Carnegie Institution Washington 20: 130 pp.
- Eakin, C. M. (1993): Post El Niño Panamanian reefs: less accretion, more erosion and damselfish protection. **Proc. 7th Internat. Coral Reef Symp.**, Guam, 1: 387–396.
- Ecol. Progr. Ser. 62: 185–202. Edmunds P.J., Carpenter RC (2001): Recovery of *Diadema antillarum* reduces macroalgal cover on a Caribbean reef. **PNAS** 98(9): 5067-5071.
- Edmunds, P. J, (2004): Juvenile coral population dynamics track rising seawater temperature on a Caribbean reef. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 269: 111–119
- English, S., C. Wilkinson y V. Baker (1997): **Survey manual for tropical marine resources.** 2da edition. Australian Institute of Marine Science. 390 pp.
- Fadlallah, Y. H. (1983): Population dynamics and life history of a solitary coral, *Balanophyllia elegans* from Central California. **Oecología** 58: 200-207.
- Gleason, M. G. (1996): Coral recruitment in Moorea, French Polynesia: the importance of patch type and temporal variation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 207: 79-101.
- González-Díaz, S., G. González-Sansón, Y. Piloto, Y. Cabrales y S. Álvarez. (2008): Estructura de las poblaciones de *Acropora palmata*, *Porites astreoides* y *Agaricia agaricites* forma masiva (CNIDARIA; SCLERACTINIA) en el arrecife de playa Baracoa, Cuba. **Rev. Invest. Mar.** 29 (3). 213-223.
- González-Ferrer, S., K. Cantelar, F. Pina, P. Alcolado, A. Jiménez, J. Espinosa, M. Hernández y J. L. Hernández (2007): Estado de los ecosistemas marinos y costeros, y algunas características ambientales y tendencias. En: P. M. Alcolado, E. E. García y M. Arellano-Acosta (eds.), **Ecosistema Sabana-**

- Camagüey. Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad.** Editorial Academia. 38-45.
- González-Ferrer, S., Lorenzo-Sánchez. y S. Cerdeira-Estrada (2004): Formaciones coralinas. En: González-Ferrer, S. (Editorial) 2004. **Corales Pétreos. Jardines sumergidos de Cuba.** Ed. Academia, 318p.
- González-Sansón, G y C. Aguilar. (2001): Influencia de la contaminación de la bahía de La Habana (Cuba) sobre asociaciones de peces costeros, 2. Análisis multidimensional. **Rev. Inv. Mar.** 21: 71-80.
- Goreau, N. I., T. J. Goreau y R. L. Hayes (1981): Settling, survivorship and spatial aggregation in planulae and juveniles of the coral *Porites porites* (Pallas). **Bull. Mar. Sci.** 31: 424-435.
- Graaf, M., G. J. Geertjes y J. J. Videler (1999): Observations on spawning of scleractinian corals and other invertebrates on the reefs of Bonaire (Netherlands Antilles, Caribbean). **Bulletin of Marine Science**, 64: 189-194.
- Green, H. D., P. J. Edmunds y R. C. Carpenter (2008): Increasing relative abundance of *Porites astreoides* on Caribbean reefs mediated by an overall decline in coral cover. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 359: 1–10.
- Grimsditch, G. D. y R. V. Salm (2006): **Coral Reef Resilience and Resistance to Bleaching.** UICN, Gland, Switzerland. 52 pp.
- Harrison, P. L. y C. C. Wallace (1990): Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals:. En Z. Dubinsky (ed.), **Ecosystems of the world. 25: Coral Reefs.** Elsevier, Amsterdam. 133-207
- Hill, J. y C. Wilkinson (2004): **Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs. A Resource for Managers.**Version 1. Australia Institute of Marine Science and Reef Check, 112 pp.

- Hoke, S. M., S. B. Colley y J. S. Feingold (2002): Sexual reproduction in the elliptical star coral, *Dichocoenia stokesi*, Milne-Edwards y Haime, (Cnidaria: Scleractinia). International Society for Reef Studies, European Meeting. Presentación en cartel.
- Hughes T. P., A. H. Baird, Bellwood D. R., M. Card, S. R. Connolly, C. Folke, R. Grosberg, O. Hoegh-Gulberg, J. B. C. Jackson, J. Kleypas, J. M. Lough, P. Marshall, M. Nynström, S. R. Palumbi, J. M. Pandolfi, B. Rosen, J. Roughgarden (2003): Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs **Science** 301 (929-933)
- Hughes, T. P. (1994): Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. **Science** 265: 1547–1551.
- Irizarry-Soto, E. (2006): **Abundance, composition and survivorship of juvenile corals in the southwestern Puerto Rico. La Parguera.** Tesis de maestría, Universidad de Puerto Rico. 64 p.
- Johnson, K. G. (1992): Population dynamics of a free-living coral: recruitment growth and survivorship of *Manicina areolata* (Linnaeus) on the Caribbean coast of Panama. **J. Exp. Mar. Ecol.** 164: 171-191
- Kramer, P., J. Lang, K. Marks, R. Garza y R. Ginsburg (2005): **AGRRA methodology** v. 4.0. <http://coral.aoml.noaa.gov/agra/methodhome.htm>.
- Kuffner, I. B. (2001): Effects of ultraviolet (UV) radiation on larval settlement of the reef coral *Pocillopora damicornis*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 217: 251-261.
- Lewis JB. (2006): Biology and Ecology of the Hydrocoral *Millepora* on Coral Reefs. **Advances in Marine Biology** 50(05): 41-55.
- Lirman, D., B. Orlando, S. Maci, D. Manzello, L. Kaufman, P. Biber y T. Jones. (2003): Coral communities of Biscayne Bay, Florida and adjacent to shore

- areas: diversity, abundance, distribution, and environmental correlates. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.** 13: 121–135.
- Loya , Y. y B. Rinkevich (1979): Abortion effect in corals induced by oil pollution. **Mar. Ecol. Progr. Ser.** 3: 167-80.
- Marshall, P. y H. Schuttenberg (2006): **A reef manager's guide to coral bleaching.** Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Australia. 163 pp.
- Martínez-Rodríguez, Y. (2009): **Estimación de indicadores ecológicos a nivel de comunidad y población de invertebrados bentónicos en arrecifes con grado diferente de impacto ambiental.** Tesis de licenciatura. Universidad de La Habana. Cuba, 63 pp.
- McGuire, M. P. (1998): Timing of larval release by *Porites astreoides* in the northern Florida Keys. **Coral Reefs** 17: 369-375
- Miller M. W., Szmant, A. M. (2006): Lessons learned from experimental key-species restoration. En: Preech W F (ed) **Coral reef restoration handbook.** CRC Taylor and Francis, Boca Raton, FL: 219–234
- Mora, C., P. M. Chittaro, P. F. Sale, J. P. Kritzer y S. A. Ludsin (2003): Patterns and processes in reef in reef fish diversity. **Nature** 421: 933-936.
- Morgan, S. (1998): **Coral Reefs: The ecology and local anthropogenic effects.** Universidad of Waterloo, France. 31 pp.
- Moulding, A. (2005): Coral recruitment patterns in the Florida Keys. **Rev. Biol. Trop.** Vol 53 (Suppl. 1): 75-82.
- Nyström, M. y C. Folke (2001): Spatial resilience of coral reefs. **Ecosystems** 4: 406-417.

- Pawlik, J. R. y M. G. Hadfield (1990): A symposium on chemical factors that influence the metamorphosis of marine invertebrate larvae: introduction and perspective. **Bull. Mar. Sci.** 46: 450–454.
- Porter, J. W. y J. I. Tougas (2001): Reef ecosystems: threats to their biodiversity. **Encyclopedia of Biodiversity**. 5: 73-95.
- Prech, W. F. y S. L. Miller (2007): Ecological Shifts along the Florida Reef Tract: The Past is Key to the Future : Geological Approaches to Coral Reef Ecology. En: R. B. Aronson (Ed.), Chapter 9, Springer, NY.: 237-312.
- Quinn, G. P. y M. J. Keough, (2002): **Experimental design and data análisis for biologists**. Cambrige University Press. 537 pp.
- Richmond, R. H. (1985): Reversible metamorphosis in coral planula larvae. **Mar. Ecol. Progr. Ser.** 22: 181–185.
- Richmond, R. H. (1987): Energetics, competency, and long-distance dispersal of planula larvae of the coral *Pocillopora damicornis*. **Mar. Biol.** 93: 527–533.
- Richmond, R. H. (1993a): Coral reefs: present problems and future concerns resulting from anthropogenic disturbance. **Am. Zool.** 33: 524–536.
- Richmond, R. H. (1993b): Fertilization in corals: puzzles and problems. **Proc. 7 Internat. Coral Reef Symp.** Guam.1: 502.
- Richmond, R. H. (1997): Reproduction and recruitment in corals: critical links in the persistence of reef. En C. Birkeland (ed.), **Life and death of coral reefs**. Chapman &Hall. New York. 175–197 pp.
- Richmond, R. H. y C. L. Hunter (1990): Reproduction and recruitment of corals: Comparisons among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red Sea. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 60: 185-203.

- Rogers, C.S. (1990): Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. **Mar Ecol Prog Ser** 62:185-202
- Ruiz – Zarate M. A. y J. E. Arias- González (2004): Spatial study of juvenile corals in the Northern region of the Mesoamerican Barrier Reef System. **Coral Reefs** 23: 584-594
- Schneider, D. (2009): **Quantitative ecology**. Academic Press, UK, 415pp.
- Semidey-Ravelo, A. (2008): **Variaciones espaciales y temporales en comunidades de corales de arrecifes de cresta del norte de La Habana, Cuba**. Tesis de licenciatura. Universidad de La Habana. Cuba, 54 pp.
- Siegel, S. y N. J. Castellan, (1988): **Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta**. 4ta Edición. Trillas. 437pp.
- Soong K., Ming-hui Chen, Chao Lun Chen, Chang Fen Dai, Tung Yun Fan, Jan Yung Li y Honmin Fan (2003): Spatial and temporal variation of coral recruitment in Taiwan. **Coral Reefs** 22: 224-228.
- Soong, K. (1991): Sexual reproduction patterns of shallow-water reef corals in Panama. **Bulletin of Marine Science** 49: 832-846.
- Steiner, S. C. C. (1995): Spawning in scleractinian corals from SW Puerto Rico (West Indies). **Bulletin of Marine Science** 56: 899-902.
- Szmant, A. M. (1986): Reproductive ecology of Caribbean reef corals. **Coral reefs** 5: 43–54.
- Szmant, A. M. (2006): The ecology of coral recruitment: new approaches and new insights. **III Congreso Mexicano de Arrecifes de Coral**. Cancún. 8 pp.
- Szmant, M. A. y N. J. Gassman (1991): Caribbean Reef Corals: The evolution of Reproductive Strategies. **Oceanus** 34: 11-18.

- Tomascik, T. (1991): Settlement patterns of Caribbean scleractinean corals on artificial substrata along a eutrophication gradient, Barbados, West Indies. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 77: 261–269.
- Tomascik, T. y F. Sander (1987): Effects of eutrophication on reef-building corals. **Marine Biology** 94: 77-94.
- Torres, J. L y J. Morelock (2002): Effect of terrigenous sediment influx on coral cover and linear extension rates of three Caribbean massive coral species. **Caribbean Journal of Science**, 38(3-4): 222-229.
- Triana-López, M. (2011): **Variaciones temporales de la estructura y estado de salud de los corales pétreos al oeste de cayo Santa María, archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba.** Tesis de licenciatura. Universidad Central de las Villas. Cuba, 38 pp.
- Vargas -Ángel, B. y J. D. Thomas (2002): Sexual reproduction of *Acropora cervicornis* in near shore waters off Fort Lauderdale, Florida, USA. **Coral Reefs** 21:25-26.
- Vargas -Ángel, B. y S. B. Colley, S. M. Hoke y J. D. Thomas (2006): The reproductive seasonality and gametogenic cycle of *Acropora cervicornis* off Broward County, Florida, USA. **Coral Reefs** 25: 110 -122.
- Vaughan, T. W. (1908): Geology of the Florida Keys and the marine bottom deposits and recent corals of Southern Florida. **Carnegie Institution Washington Yearbook** 7: 131-136.
- Vaughan, T. W. (1909): Geology of the Keys, the marine bottom deposits, and recent corals of Southern Florida. **Carnegie Institution Washington Yearbook** 8: 140-144.
- Vaughan, T. W. (1910): The recent *Madreporaria* of Southern Florida. **Carnegie Institution Washington Yearbook** 9: 135-144.

- Vermeij, M. J. A. y R. P. M. Bak (2002): Corals on the move: rambling of *Madracis pharensis* polyps early after settlement. **Coral Reefs**: 262-263.
- Vidal, A. M., C. M. Villamil y A. Acosta (2005): Composición y densidad de corales juveniles en dos arrecifes profundos de San Andrés Isla, Caribe Colombiano. **Bol. Invest. Mar. Cost.** 34: 211–225.
- Warton D. I. Wright S. T. Wang Y. (2012): Distance-based multivariate analyses confound location and dispersion effects. **Methods in Ecology and Evolution**. 3, 89-101.
- Weil, E. (2000): **Reproductive biology and ecology of some Caribbean corals**. Reporte de Investigación. Universidad de Puerto Rico, 8 pp.
- Westmacott, S., K. Teleki, S. Wells y J. M. West (2000): **Manejo de arrecifes de coral blanqueados o severamente dañados**. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 36 pp.
- Wilson, H. V. (1888): On the development of *Manicina areolata*. **Journal of Morphology** 2: 191 -252.
- Zlatarski, V. N. y N. Martínez Estalella (1982): **Les Scléactiniaux de Cuba. Avec des notes sur les organismes associés**. Ed. Academia Bulgara de Ciencia, Sofia, 472 pp.

9. Anexos

Anexo I: Tabla de estrategias reproductivas y época de reproducción de las especies de reclutas encontrados durante el estudio.

Familia	Especie	Sexo	Tipo de reproducción	Fuente
Acroporidae	<i>Acropora cervicornis</i>	Hermafrodita (Szmant, 1986; Richmond y Hunter, 1990; 1990; Soong, 1991; Steiner, 1995)	Desovadora (Szmant 1986; Richmond y Hunter, 1990; Soong, 1991; Steiner, 1995)	6, 7 u 8 días después de la luna llena de julio y agosto.
				Agosto y septiembre.
				6 días después de la luna llena de agosto. Entre 21:35 y 22:15 h
				5y 6 días antes de la luna llena de agosto. Entre 21:00 y 22:10 h
				2 días después de la luna llena de agosto. Entre 23:15 y 23:30 h
				2 a 5 días después de la luna llena de julio-agosto. Entre

					23:00 y 23:30 h.	
Faviidae	<i>Manicina areolata</i>	Hermafrodita (Fadlallah, 1983;Richmond y Hunter, 1990)	Incubadora (Duerden, 1902; Fadlallah, 1983; Richmond y Hunter, 1990)	Duerden, 1902	N-A	
				Wilson, 1888	Marzo 15-21, abril 5.	
				Johnson, 1992	2-3 días antes de la luna nueva de junio y julio. Entre 02:00 y 05:00 h.	
				Hoke <i>et al.</i> , 2002	2 eventos alrededor de la luna llena de septiembre y octubre.	
Meandrinidae	<i>Dichocoenia stokesi</i>	Gonocórica Hermafrodita (Hoke <i>et al.</i> , 2002)	Desovadora (Hoke <i>et al.</i> , 2002)	Vaughan, 1908	Luna llena de 16 de mayo	
Poritidae	<i>Porites astreoides</i>	Gonocórica-Hembra- Macho(H: Szmant, 1986; H/F: Chornesky y Peters, 1987; Richmond y Hunter, 1990; H/F/M: Hunter, 1990; H/F/M:	Incubadora (Szmant, 1986; Chornesky y Peters, 1987; Richmond y Hunter, 1990; Soong, 1991)	Vaughan, 1909	Luna llena de 16 de mayo	
				Vaughan, 1910	Entre 18 y 24 de mayo en la luna llena	
				Szmant, 1986	N-A	

			Soong,1991)			Chornesky y Peters, 1987	Máximo en abril, los gametos masculinos se liberan antes de la luna nueva y las larvas se liberan en la luna nueva.
						Soong, 1991	Todo el año aunque en enero no se observan plánulas.
						McGuire, 1998	10 días antes de la luna nueva hasta 11días después de abril a septiembre .La liberación máxima es en abril y mayo.
						Edmunds <i>et al.</i> , 2001	1 -4 días después de la luna nueva de junio.
						Duerden, 1902	<i>P. clavaria</i>
						Vaughan, 1908	<i>P. clavaria</i> , mayo del 7-10 y toda luna de mayo 16.
						Vaughan, 1908	<i>P. clavaria</i> , entre mayo 18-24 y toda la luna llena del 24.
						Goreau <i>et al.</i> , 1981	Noviembre del 10 -24, no se correlaciona con las fases

					lunares.	
					Existe un pico de noviembre –enero.	Tomascik y Sander, 1987
					Finales de junio y todo julio.	Duerden, 1902
					Reproducción año entero, época reproductiva cuestionable.	Szmant, 1986
					Todo el año con picos entre luna nueva y luna llena.	Soong, 1991
Siderastreidae	<i>Siderastrea radians</i>	Gonocorica-Hermafrodita H: (Duerden, 1902)G: (Szmant, 1986; Soong, 1991)	Incubadora (Duerden, 1902; Fadlallah, 1983; Richmond y Hunter, 1990; Soong, 1991)			

Anexo II: Lista de especies de corales pétreos en el área de estudio.

Phylum CNIDARIA

Clase HYDROIDOMEDUSA (Claus, 1877)

Subclase ANTHOMEDUSAE (Lameere, 1920 emended)

Orden CAPITATA (Kühn, 1913)

Familia Milleporidae (Fleming, 1828)

Millepora complanata (Lamarck, 1816)

Millepora alcicornis (Linnaeus, 1758)

Millepora squarrosa (Lamarck, 1816)*

Clase ANTHOZOA

Subclase HEXACORALLIA

Orden SCLERACTINIA

Familia Acroporidae

Acropora cervicornis (Lamarck, 1816)

Acropora palmata (Lamarck, 1816)*

Acropora prolifera (Lamarck, 1816)*

Familia Agariciidae

Agaricia agaricites (Linnaeus, 1758)*

Familia Faviidae

Diploria clivosa (Ellis y Solander, 1786)*

Diploria strigosa (Dana, 1846)*

Montastraea cavernosa (Linnaeus, 1767)*

Manicina areolata (Linnaeus, 1758)

Familia Meandrinidae

Dichocoenia stokesi (M. Edwards y Haime, 1848)

Familia Poritidae

Porites astreoides (Lamarck, 1816)

Porites furcata (Lamarck, 1816)*

Porites porites (Pallas, 1766)

Familia Siderastreidae

Siderastrea radians (Pallas, 1766)

Siderastrea siderea (Ellis y Solander, 1786)*

Nota: Se destacan con un asterisco (*) las especies que no poseen reclutas o juveniles, pero se pudieron observar en la zona de estudio.