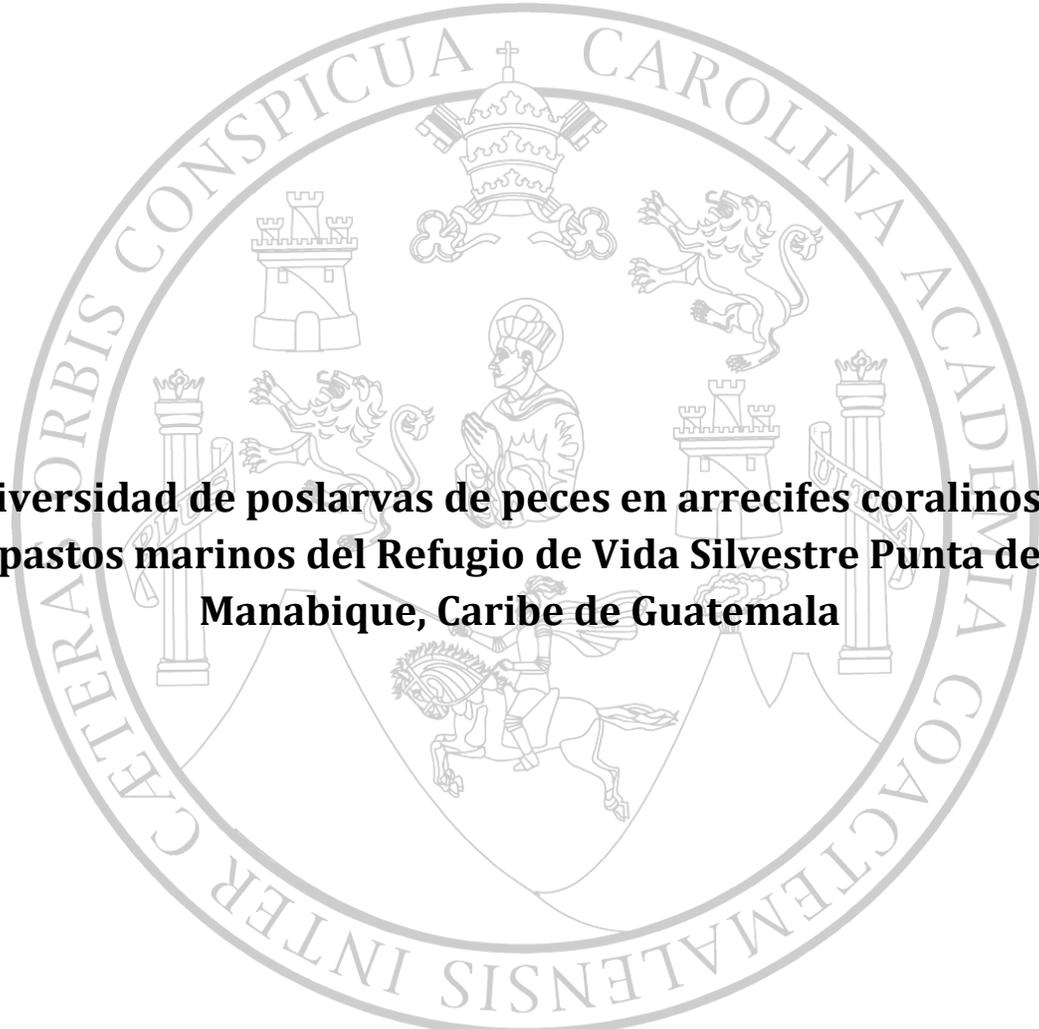


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a saint, likely St. Charles, surrounded by various heraldic symbols including a crown, a lion, a castle, and a knight on horseback. The Latin motto "CETERA ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

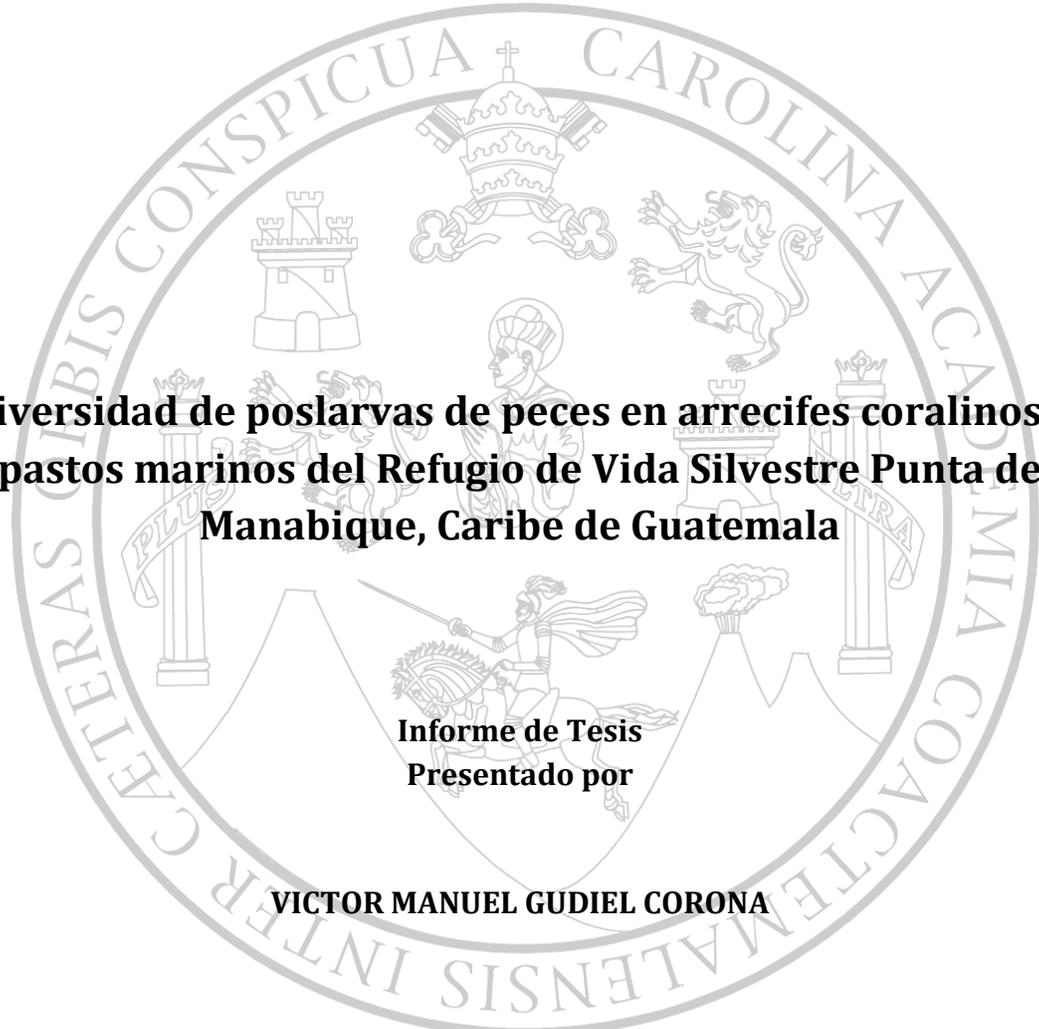
**Diversidad de poslarvas de peces en arrecifes coralinos y
pastos marinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de
Manabique, Caribe de Guatemala**

VICTOR MANUEL GUDIEL CORONA

BIÓLOGO

Guatemala, Septiembre de 2016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man on horseback, holding a staff, surrounded by various symbols including a castle, a crown, a lion, and a volcano. The Latin motto "SIBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS" is inscribed around the perimeter of the seal.

**Diversidad de poslarvas de peces en arrecifes coralinos y
pastos marinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de
Manabique, Caribe de Guatemala**

**Informe de Tesis
Presentado por**

VICTOR MANUEL GUDIEL CORONA

**Para optar al Título de
BIÓLOGO**

Guatemala, Octubre de 2016

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
M.A. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreina Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

AGRADECIMIENTOS

Gracia a:

Dios por regalarme la vida y estar siempre a mi lado, a mis padres Victor Manuel Gudiel Polanco y Lidia Mercedes Corona de León, por su incondicional apoyo, y a mis hermanos Emily y Diego. A mis primos, tíos y a mis amigos, en especial agradezco a Ana Solares, por ser mi descanso y alegría en los momentos de frustración y cansancio.

Al Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–, en especial al personal técnico y guarda-recursos de la Unidad Técnica Punta de Manabique. Al Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza –FONACON–, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT–. Especialmente agradezco a Lourdes Vásquez Yeomans, de El Colegio de la Frontera Sur –ECOSUR–, Unidad Chetumal, México, a Msc. Maria José Gonzales Bernat, y a mi prima y colega Mildred Fabiola Corona Figueroa. Agradezco a la comunidad de Estero Lagarto del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, en especial a Doña Gladys y a Don Cesar.

Dedico este trabajo a La Vida.

A los atardeceres en el mejor imposible.

A los niños de las comunidades costeras del Caribe de Guatemala.

Y sobre todo, se lo dedico a mis padres, Don Vics y Doña Lidia

INDICE Y CONTENIDO

1. RESUMEN.....	01
2. INTRODUCCIÓN.....	03
3. ANTECEDENTES.....	05
3.1 Asentamiento y reclutamiento de peces marinos-costeros.....	05
3.2 Estudios sobre reclutamiento de peces marino-costeros.....	06
3.3 Manejo de pesquerías en el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique – RVSPM–.....	09
4. JUSTIFICACIÓN.....	11
5. OBJETIVOS.....	12
5.1 General.....	12
5.2 Específicos.....	12
6. PLANTEAMIENTO E HIPÓTESIS.....	13
6.1 Planteamiento.....	13
6.2 Hipótesis.....	13
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
7.1 Universo de estudio.....	14
7.2 Materiales.....	14
7.3 Métodos.....	15
7.3.1 Área de estudio.....	15
7.3.2 Fase de campo.....	17

7.3.3 Fase de Laboratorio.....	19
7.3.4 Análisis de datos.....	20
8. RESULTADOS	22
8.1 Evaluación de la calidad de los inventarios de especies.....	22
8.2 Composición taxonómica y abundancia de poslarvas de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.....	23
8.3 Reclutamiento de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.....	27
8.4 Reclutamiento de peces con interés comercial en arrecifes coralinos y pastos marinos.....	32
8.5 Prueba de Hipótesis.....	33
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	34
9.1 Técnica de colecta y evaluación del esfuerzo de muestro.....	34
9.2 Composición taxonómica y abundancia de poslarvas de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.....	36
9.3 Reclutamiento de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.....	39
9.4 Reclutamiento de peces con interés comercial.....	43
10. CONCLUSIONES.....	46
11. RECOMENDACIONES.....	48
12. REFERENCIAS.....	49
13. ANEXOS.....	55

1. RESUMEN

Se utilizaron trampas para poslarvas de peces con Colectores de Columna de Agua para estimar la abundancia relativa (poslarvas/trampa) y utilizarla como índice para evaluar el reclutamiento de peces en los pastos marinos de Punta de Manabique y arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas. Se registraron 1,237 peces reclutas (poslarvas) en los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas y 5,450 en los pastos marinos de Punta de Manabique, los cuales se distribuyen en 14 familias, 18 géneros y 22 especies, de las cuales ocho son de interés comercial. *Chloroscombrus chrysurus* fue una especie muy dominante y representó el 70.7% del total colectado en arrecifes coralinos, y el 90.6% del total colectado en pastos marinos, su presencia en ambas áreas de estudio es evidencia de que no existen barreras físicas como corrientes, termoclinas y/o haloclinas que impidan la conexión entre los arrecifes coralinos y los pastos marinos.

La presencia de poslarvas de peces en los pastos marinos y arrecifes coralinos evidencia que hay reclutamiento en ambos hábitat, y los datos de abundancia relativa muestran que los pastos marinos de Punta de Manabique son más importantes para el reclutamiento de peces que los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas. Estos resultados enriquecen la literatura con nuevas observaciones que muestran la función de los pastos marinos como hábitat de crianza.

La presencia de poslarvas de jureles, pargos y manjúa en pastos marinos y arrecifes de coral indica que dichos hábitat son cruciales para el desarrollo ontogénico de estas especies que son de gran importancia comercial, principalmente en los pastos marinos de Punta de Manabique, en donde se determinó un 90% del reclutamiento de peces con interés comercial. El manejo de las actividades pesqueras en la RVSPM debe tomar en cuenta la definición de polígonos que protejan áreas con arrecifes coralinos y pastos marinos para que funcionen como refugios de peces que permitan la conservación de los procesos ontogénicos.

2. INTRODUCCIÓN

Un gran número de especies de peces marinos presentan una historia de vida compleja, en la cual se observan marcados cambios morfológicos, fisiológicos y conductuales entre las distintas etapas de vida y sus requerimientos ecológicos; de manera que se pueden observar notables diferencias entre huevos y larvas pelágicas, sujetas a la dispersión por corrientes marinas, y los adultos de vida sedentaria. Estas diferencias ocurren en numerosas especies de peces de la Familia Serranidae y Lutjanidae (Houde, 1987, p. 21; Williams, 1987, p. 259).

Después de la reproducción y dispersión de los huevos de peces marinos, muchas larvas de etapa tardía (poslarvas) se dirigen a ambientes bénticos como manglares, arrecifes coralinos y pastos marinos, e inician la fase de asentamiento (Leis, 1991, p. 187). Existe relación estrecha entre los estadios poslarvales o de asentamiento con el reclutamiento, el cual se entiende como la adición de nuevos individuos en la población en algún momento posterior a la fase larval (Levin, 1994, p. 125; Caley *et al.*, 1996, p. 477; Carr y Sims, 2006, p. 412).

El reclutamiento de peces es un fenómeno que se ha documentado en hábitats marino-costeros del Caribe de Guatemala y se ha estudiado a través de la colecta de juveniles o de observaciones *in situ* (ABIMA, 2008, p. 46; Arrivillaga y Baltz, 1999). El reclutamiento en un determinado hábitat se puede medir de manera directa utilizando la abundancia relativa de peces en estadios poslarvales (Yam, 2013, p. 21). En este estudio se utilizaron trampas de poslarvas, las cuales consisten en dos dispositivos denominados Colectores de Columna de Agua –CCA–, para realizar un

análisis descriptivo del reclutamiento de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos, considerando la composición taxonómica y la abundancia relativa de poslarvas de peces (número de poslarvas por trampa). Actualmente el muestreo con CCA se utiliza exitosamente en un experimento regional de conectividad y reclutamiento de peces a lo largo del Arrecife Mesoamericano, con participación de México, Belice, Guatemala y Honduras (Vásquez *et al.*, 2014a).

Como un aporte al tema del manejo de pesquerías para el Caribe guatemalteco, se realizó un análisis sobre las poslarvas de peces de interés comercial colectadas en las áreas de estudio y se obtuvo el porcentaje de reclutamiento de peces con interés comercial.

3. ANTECEDENTES

3.1. Asentamiento y reclutamiento de peces marino-costeros

Las larvas pelágicas de muchos peces marinos pasan por diferentes etapas hasta alcanzar el estadio de poslarvas, las cuales dan lugar al estadio juvenil, que posteriormente se desarrolla hasta llegar a la madurez sexual, cuando los peces pasan a formar parte de la población de adultos (Levin, 1994, p. 125; Carr y Sims, 2006, p. 412). Previo a llegar al estadio juvenil, las poslarvas se asientan en hábitats bénticos como manglares, arrecifes coralinos y/o pastos marinos. El asentamiento implica que primero ocurra la llegada de poslarvas, que representan a los nuevos individuos que ocupaban el hábitat pelágico. El asentamiento puede considerarse parte del proceso de reclutamiento (Figura No. 1) (Levin, 1994, p. 129; Vigliola *et al.*, 1998, p. 46).

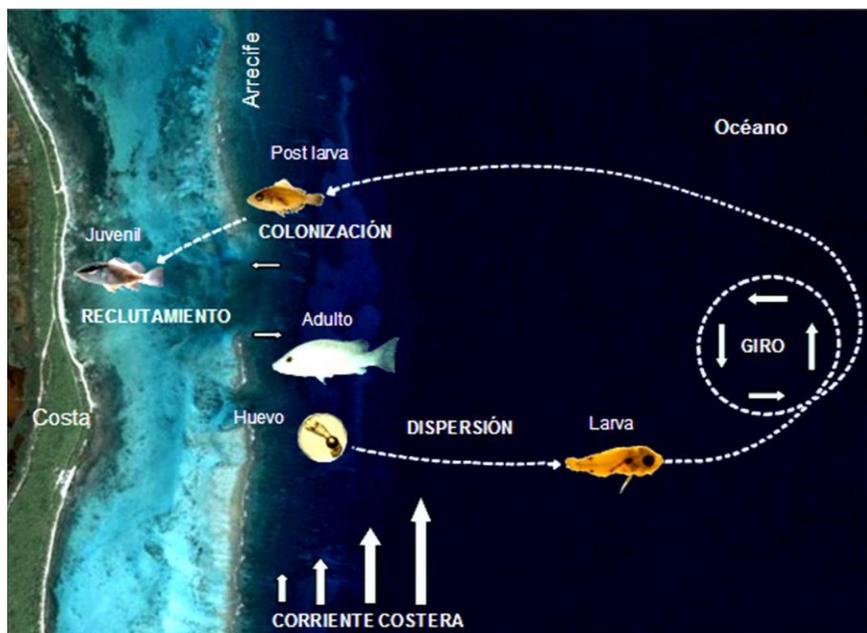


Figura No.1: Diagrama de la historia de vida del pargo, familia Lutjanidae, en una localidad costera (Carrillo *et al.* 2008, p. 18).

Este proceso de reclutamiento, que incluye la llegada de poslarvas pelágicas y el asentamiento al hábitat béntico tiene diferentes definiciones, por un lado se aplica en pesquerías para designar al número de individuos que alcanzan un determinado tamaño en el que pueden ser retenidos por ciertos tipos de redes de pesca (Sale, *et al.*, 2010, p. 21). Por otro, una definición alternativa de reclutamiento, que es adoptada en el presente trabajo, es utilizada en ecología de poblaciones, que se refiere a la adición de nuevos individuos en la población en algún momento posterior a la fase larval (Levin, 1994, p. 125; Caley *et al.*, 1996, p. 477; Carr y Sims, 2006, p. 412). El reclutamiento es un importante proceso capaz de producir cambios en la abundancia y estructura de tallas de las poblaciones de peces, ya que puede ejercer fuertes efectos sobre la dinámica poblacional, debido a que la existencia de adultos está atada a la supervivencia de los juveniles (Vigliola y Harmelin, 2001, p. 283). Por lo tanto, las variaciones anuales en la magnitud del reclutamiento pueden afectar fuertemente a las poblaciones de peces marinos (Houde, 1987, p. 26).

3.2. Estudios sobre reclutamiento de peces marino-costeros

El problema de las variaciones en la abundancia de peces en Europa influyó notablemente para que el proceso de reclutamiento de peces marinos, ligado estrechamente al desarrollo de los estadios tempranos de vida, comenzara a ocupar un lugar relevante desde los comienzos de la ciencia pesquera. Durante la primera década del siglo XX se plantearon las primeras hipótesis que explicaban las variaciones de abundancia en poblaciones de peces marinos con base en procesos que

afectaban estadios tempranos de peces; en particular, huevos y larvas (Hjort, 1914, p. 9). Se propusieron dos hipótesis principales: *a)* el éxito en la primera alimentación de las larvas pelágicas determinaba la fuerza de la clase anual; y *b)* el transporte larval hacia áreas desfavorables para la supervivencia larval podría afectar también la fuerza de la clase anual. Posteriormente, dada la complejidad de estudiar directamente huevos y larvas de peces, los esfuerzos se dirigieron hacia el muestreo y análisis de las clases de edad explotadas, dejando de lado los estadios tempranos de vida de los peces (Hjort, 1914, p. 13). En los 70s hubo un resurgimiento de las investigaciones sobre huevos y larvas de peces en laboratorio y campo. En las últimas dos décadas hubo avances que modificaron o ampliaron las hipótesis de Hjort; por ejemplo, aumentó la importancia dada al proceso de predación de larvas y poslarvas (Houde, 2008, p. 61; D'Alessandro y Sponaugle, 2011, p. 184). Igualmente, se ha considerado que la supervivencia de poslarvas y juveniles puede ser tanto o más crítica que la supervivencia larval (Smith *et al.*, 2006, p. 42).

En septiembre de 2013 y en febrero de 2014 se colectaron poslarvas de peces a lo largo del Sistema Arrecifal Mesoamericano –SAM–. Representantes de áreas marinas protegidas de los cuatro países que comparten el SAM (México, Belice, Guatemala y Honduras) ejecutaron simultáneamente el “Protocolo de Captura de Poslarvas de Peces Arrecifales”. El Protocolo fue motivado por la estrecha relación que guardan los estadios poslarvales peces arrecifales con el reclutamiento. Un total de 603 poslarvas y juveniles tempranos de peces fueron capturados durante las dos ejecuciones del protocolo (Vásquez *et al.*, 2014, p. 6).

En arrecifes coralinos de Quintana Roo, México se realizó la evaluación de trampas de asentamiento de poslarvas para desarrollar índices de reclutamiento de peces marinos, a través de la medición de la abundancia relativa de poslarvas colectadas. Con las trampas de asentamiento se capturaron 952 poslarvas y se lograron obtener índices de reclutamiento de peces. Las trampas de asentamiento funcionaron exitosamente y se propone utilizarlas en estudios de reclutamiento. Además la elaboración es de diseño simple y de bajo costo (Yam, 2013, p.62).

En Guatemala se ha documentado el reclutamiento de peces en áreas marinas del litoral del Caribe, en hábitat de arrecifes coralinos y en pastos marinos. El reclutamiento se ha evaluado a través de la colecta u observación directa de juveniles. Arrivillaga y Baltz (1999, p. 311) evaluaron la importancia de las praderas de pastos marinos dentro de la Bahía La Graciosa como hábitat de crianza para peces. La longitud estándar de los peces que colectaron varió entre 12 a 69 mm, y el 83% fueron juveniles, lo cual apoya la hipótesis de los pastos marinos como hábitat importantes de reclutamiento y crianza de peces.

ABIMA (2008, p. 41) documentó el reclutamiento de peces en tres agregaciones de arrecifes coralinos del Caribe guatemalteco (Motagüia, Cabo Tres Puntas y Bajo del Canal), a través de la observación directa de juveniles. Se registraron peces juveniles de las Familias Scaridae (peces loros), Chaetodontidae (mariposas), Lutjanidae (pargos), Haemulidae (roncos), Pomacentridae (damiselas), Acanthuridae (cirujanos), y Labridae (lábridos). La mayor abundancia (número de juveniles observados) se registró en Motagüia, luego en Cabo Tres Puntas y por último en Bajo del Canal.

3.3. Manejo de pesquerías en el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique -RVSPM-

En todo el litoral Atlántico de Guatemala las embarcaciones de pequeña escala y pesca artesanal se concentran en los primeros 2,100 Km². En el RVSPM la pesca artesanal es la principal actividad económica desarrollada por los pobladores (UNIPESCA Y MAGA, 2008, p.47). En esta área existen nueve comunidades pesqueras: Quetzalito, Barra de Jaloa, San Francisco del Mar, Cabo Tres Puntas, Manabique, Santa Isabel, Creeke Pato, Estero Lagarto y la Graciosa (FUNDARY *et al*, 2006, p. 57). La pesca de la Manjúa, Colorado, la Cubera, el pargo criollo y la langosta es muy importante para los pescadores de la zona (Jolón *et al*, 2005, p.9).

El manejo que se le ha dado a las actividades pesqueras en el RVSPM está relacionado con la normativa existente en Guatemala en la Ley General de Pesca y Acuicultura (Decreto del Congreso de la República de Guatemala 80-2002) y su Reglamento (Acuerdo Gubernativo 223-2005), el cual aplica a todos los cuerpos de agua. Conjuntamente, el Decreto 23-2005 del Congreso de la República declara el “Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique”, lo cual define un Área Protegida con categoría de manejo tipo III. El manejo y la regulación de actividades de aprovechamiento de recursos naturales (incluyendo la pesca), se definen de acuerdo a la zonificación del área protegida (Decreto del Congreso de la República de Guatemala 23-2005, art. 4).

El objetivo de manejo para la Categoría de Manejo Tipo II es: “Proveer una producción sostenida de agua, madera, flora y fauna silvestre, incluyendo peces,

pastos o productos marinos”. En este objetivo se indica también que “La conservación de la naturaleza podría estar orientada primariamente al soporte de las actividades económicas (aunque podrían designarse zonas específicas dentro de las áreas para lograr objetivos de conservación más estrictos) o bien la conservación podría ser un objetivo primario en sí mismo, dando siempre importancia a los objetivos económicos y sociales” (Acuerdo Gubernativo 759-90, art. 8).

Según Heyman y Graham (2000, p.34), la participación del gremio pesquero en el RVSPM ha influido enormemente en la toma de decisiones para el manejo de las actividades pesqueras. Es decir, son los usuarios quienes se han dado cuenta de la importancia de implementar un manejo a las actividades pesqueras, con el fin de fomentar el sostenimiento económico y ecológico del área.

4. JUSTIFICACIÓN

El análisis de la diversidad de poslarvas de peces en pastos marinos y arrecifes coralinos es información básica para desarrollar estudios de reclutamiento de peces en dichos hábitats (Yam, 2013, p. 2). Estudios de abundancia de poslarvas son utilizados como indicadores del grado de reclutamiento de las poblaciones pesqueras como pargos, roncós y meros (Vásquez y Malca, 2012, p. 3; Yam 2013, p. 2). Aunque este estudio es a corto plazo, es base para desarrollar estudios de reclutamiento a mediano y largo plazo, los cuales permitirán identificar épocas de desove y entender procesos que conducen la variación en composición y abundancia de las poblaciones de peces adultos. Esto es clave para programas de manejo y conservación de recursos pesqueros, especialmente en áreas donde ocurre sobrepesca (Yam *et al.*, 2013, p. 1; Caley *et al.*, 1996 p. 5). Es relevante destacar que esta tesis se enmarca en las estrategias propuestas para el llenado de vacíos de conservación marino-costera en el SIGAP, donde se muestra la necesidad de determinar científicamente hábitats críticos de reclutamiento de especies. En este caso los hábitats de estudio se ubican en Punta de Manabique, que junto al Río Sarstún se incluyen en el área No. 11 del Portafolio de Vacíos de Conservación Marino Costero de Guatemala. Dichas estrategias forman parte también de la Política para el Manejo Integral de las Zonas Marino Costeras de Guatemala (CONAP y MARN, 2009, p. 70).

5. OBJETIVOS

5.1. General

Analizar el reclutamiento de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique –RVSPM–, Caribe de Guatemala.

5.2. Específicos

- 5.2.1. Determinar la composición taxonómica de poslarvas de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.
- 5.2.2. Evaluar el reclutamiento de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos, a través del análisis de la composición taxonómica y abundancia relativa de poslarvas.
- 5.2.3. Evaluar el reclutamiento de peces con interés comercial en arrecifes coralinos y pastos marinos.

6. PLANTEAMIENTO E HIPÓTESIS

6.1. Planteamiento

Bortone y colaboradores (1988, p. 47) determinaron que debido a la abundancia de pastos marinos, Bahía La Graciosa es un área de crianza natural y reclutamiento para varias especies de peces. Arrivillaga y Baltz, (1999, p. 311) llegaron a la misma conclusión en un estudio realizado en Bahía La Graciosa, donde evaluaron la relación entre riqueza, abundancia y talla de peces, y biomasa de pastos marinos.

6.2. Hipótesis

La abundancia relativa de poslarvas de peces (reclutas) colectadas en los pastos marinos fuera de Bahía La Graciosa es mayor que en los arrecifes coralinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Universo de estudio

Peces en estadios poslarvales en arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas y en praderas de pastos marinos de Punta de Manabique.

7.2. Materiales

- 16 Colectores de Columna de Agua -CCA-
- Dispositivo con Sistema de Posicionamiento Global -GPS-
- Equipo de buceo
- Lancha de 24 pies de largo, con motor fuera de borda marca Suzuki de 75HP.
- 100 frascos pequeños de polipropileno.
- Hielera grande
- Libreta de campo, etiquetas, lápices, lapiceros, marcador de tinta indeleble.
- Estereomicroscopio
- Caja de petri de vidrio
- Piseta
- Agujas de disección
- Beaker 500ml
- Alcohol al 95%
- Computadora

7.3. Métodos

7.3.1. Área de estudio

La investigación se realizó en dos hábitats diferentes: praderas con pastos marinos y arrecifes coralinos, ambos en el RVSPM (Figura No. 2). En ambos hábitats se instalaron Colectores de Columna de Agua –CCA–.

7.3.1.1. Arrecifes de coral de Cabo Tres Puntas

En esta área se observa una estructura arrecifal discontinua formada por abundantes parches de coral duro dispersos sobre una matriz de arena y restos pequeños de material calcáreo. Los géneros predominantes son: *Orbicella*, *Agaricia* y *Diploria*. Es un área cuya profundidad oscila entre 9 y 10 metros, y está dominada por estructuras coralinas de *Orbicella faveolata*. Asimismo se observan colonias de *Orbicella cavernosa*, *Diploria strigosa* y *Agaricia tenuifolia* (ABIMA, 2008, p.32).

7.3.1.2. Pastos Marinos de Punta de Manabique

Es un área con extensas praderas de pastos marinos, la cual presentan la misma composición de especies. Las praderas se caracterizan por ser mono específicas, encontrándose presente *Thalassia testudinum*. Eso probablemente se debe a que existe cierta estabilidad en las condiciones ambientales de cada una de las áreas. En otros estudios dentro de La Bahía la Graciosa se han reportado otras especies de pastos marinos, una de las razones por la cuales existe una mayor diversidad de

pastos marinos dentro de la Bahía es porque existen diferencias bien establecidas en la composición de los sedimentos, en los aportes de agua dulce y salada, y con otras condiciones ambientales (Arrivillaga y Baltz, 1999, p.2).

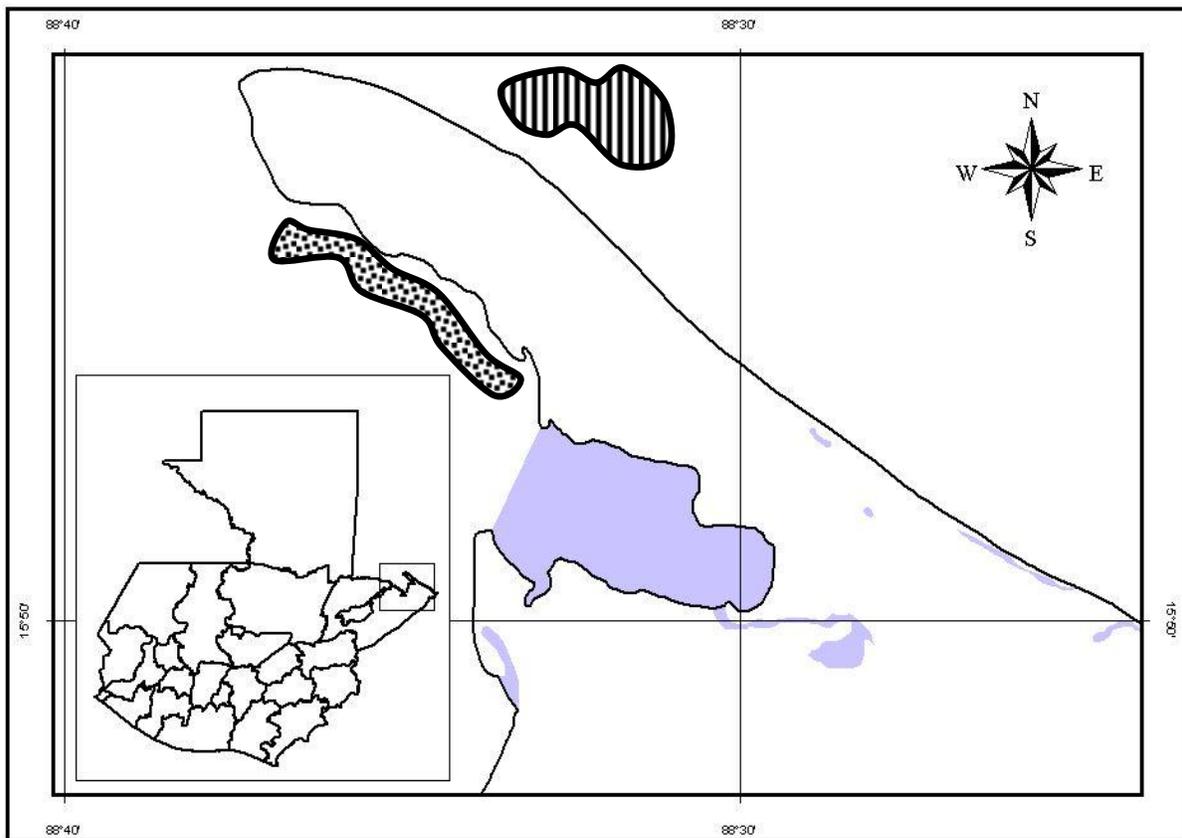


Figura No. 2: Mapa de ubicación de las áreas dentro del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, Pto. Barrios, Izabal, donde se estudió la diversidad de poslarvas de peces. El área con pastos marinos se indica con puntos y el área con arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas se indica con líneas verticales. El área en gris muestra la Bahía La Graciosa.

7.3.2. Fase de campo

Se utilizaron Colectores de Columna de Agua –CCA–, los cuales están diseñados para realizar capturas selectivas de poslarvas de peces marinos en aguas poco profundas. Cada CCA consiste en una malla con agujeros de 3mm rodeada por otra malla en forma de cilindro, la cual permite el paso solo de organismos pequeños. Cada CCA cuelga de una boya suspendido en la columna de agua (Figura No. 3), y se mantiene vertical gracias a un peso de 2lb que lleva en el fondo del cilindro (Steele *et al.*, 2002, p. 195–203; Vásquez y Malca, 2012, p. 5).



Figura No. 3. Colector de Columna de Agua (CCA) con la boya colocada.

La técnica de colecta es una modificación de lo propuesto por Vásquez y Malca (2012). De acuerdo a esto, se colocaron cuatro trampas de poslarvas de peces en pastos marinos y cuatro en arrecifes coralinos, cada una de las cuales consistió en dos CCA separados entre sí por 5m. (Figuras No. 4 y No. 5). Cada trampa representó una unidad de muestreo, por lo que en total se instalaron ocho unidades de muestreo, las cuales se revisaron diariamente por la mañana utilizando equipo S.C.U.B.A. (por sus siglas en inglés *Self Contained Underwater Breathing Apparatus*) (Figura No.5b). En los arrecifes coralinos se completaron 30 días de muestreo, mientras que en los pastos marinos 28 días, esto debido al mal tiempo que impidió ejecutar el muestreo. Los especímenes colectados se colocaron en frascos plásticos con alcohol al 95%. Cada frasco se etiquetó con los datos de localidad, número de la unidad de muestro, fecha y hora.

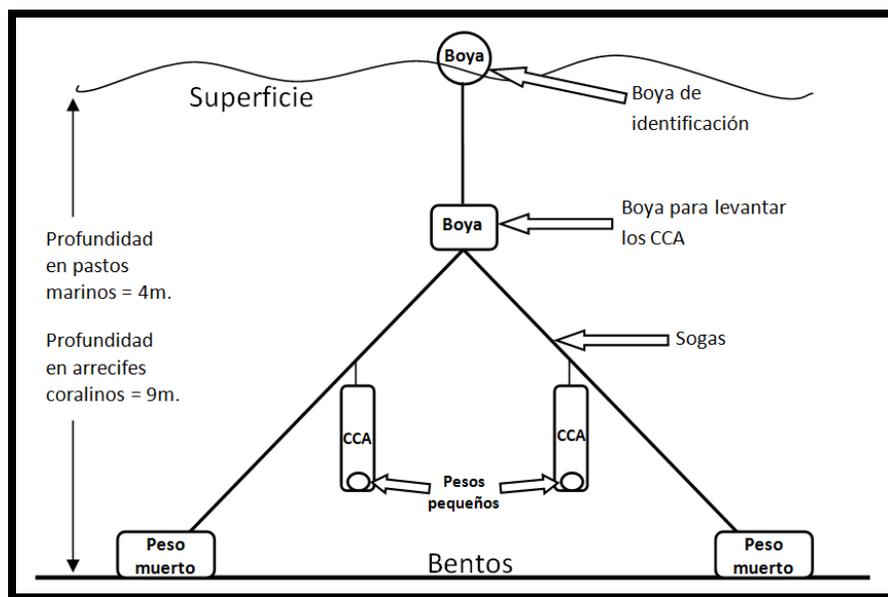


Figura No. 4: Esquema de una trampa para poslarvas de peces, la cual está elaborada con dos Colectores de Columna de Agua –CCA–.

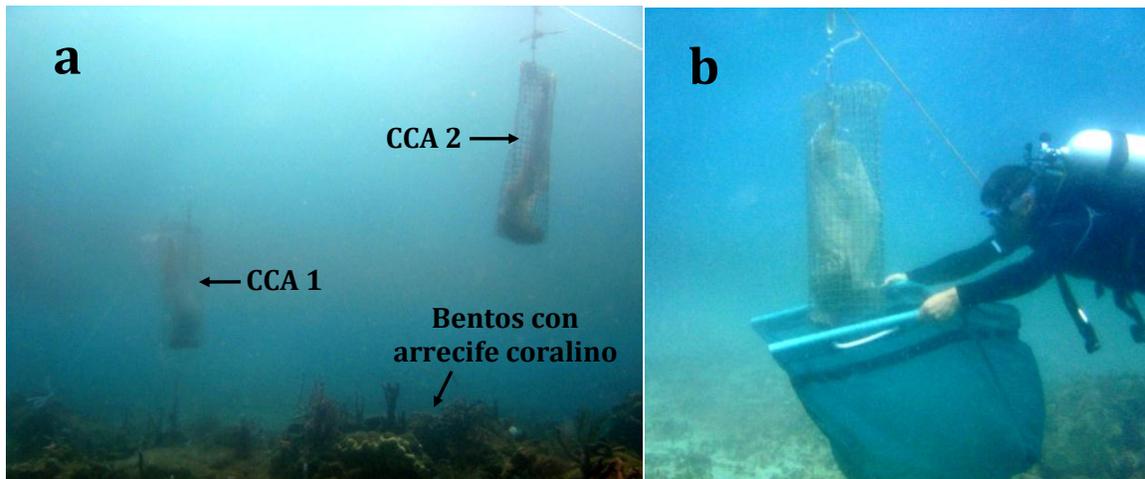


Figura No. 5. En la imagen (a) se observa una trampa para poslarvas de peces instalada en los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntos. En la imagen (b) se observa a un buzo retirando un CCA, para luego revisarlo en la lancha.

7.3.3. Fase de Laboratorio

El trabajo de laboratorio consistió en la identificación de los especímenes colectados, a través de la utilización de un estereomicroscopio y claves de identificación de poslarvas (Figura No. 6). Se utilizaron las claves de identificación de estadios tempranos de peces de Richards (2006), el “Catálogo de poslarvas y juveniles de peces del SAM” (Vásquez *et al.*, 2014b) y la guía fotográfica del Dr. Benjamin Victor (Victor, 2006).



Figura No. 6. Trabajo de identificación de poslarvas colectadas. En la foto de la derecha se observan especímenes del género *Eucinostomus*.

7.3.4. Análisis de datos

Para evaluar la calidad de los inventarios de colectas de poslarvas de peces se elaboró una curva de acumulación de especies para cada área de estudio y los datos se ajustaron al modelo de Clench (Gráfica No.1). En estas curvas se representa el número de especies acumulado en el inventario frente a la unidad de esfuerzo de muestreo empleado (Jiménez y Hortal, 2003, p. 154). La unidad de esfuerzo de colecta representó un día de trabajo, y en cada día de trabajo se utilizaron cuatro trampas de poslarvas de peces en los arrecifes coralinos y cuatro trampas en pastos marinos. El esfuerzo total consistió en 32 días de muestreo en los arrecifes coralino y 28 días en los pastos marinos (Gráfica No.1).

Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad y permiten observar la representatividad

de cada especie, ya que toman en cuenta las abundancias de cada una. Se utilizó el Índice de Equidad de Shannon-Wiener (H'), el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay especies muy dominantes, y el valor del índice aumenta cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001, p. 43).

Se obtuvo un listado de especies para cada hábitat de estudio y se identificaron las de interés comercial. La abundancia relativa de peces en estadios de poslarva es una manera directa para medir el reclutamiento que ocurre en un determinado hábitat. Se estimó la abundancia relativa de poslarvas de peces (poslarvas/trampa) y se utilizó como un índice de reclutamiento, con el cual se evaluó el reclutamiento de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos (Yam 2013, p. 21). El carángido *Chloroscombrus chrysurus* fue muy dominante (70.7% del total colectado en arrecifes coralinos, y 90.6% del total colectado en pastos marinos), por lo que se analizó aparte del resto de especies.

El reclutamiento se analizó de tres maneras: en la primera se agrupó a todas las poslarvas (excepto *C. chrysurus*) sin distinguir especies; en la segunda, se tomó en cuenta las especies con su respectiva abundancia relativa, y en la tercera se tomó en cuenta solo las especies de importancia comercial. La primera se utilizó para poner a

prueba la hipótesis y evaluar el potencial de cada hábitat como suministro de peces reclutas, es decir poslarvas (Gillanders *et al.*, 2003, p.291). La segunda fue para evaluar el reclutamiento por especie (como parte del análisis descriptivo). La tercera fue para obtener el porcentaje de reclutamiento de peces con interés comercial.

Se utilizó la prueba de jerarquía signada de Wilcoxon para evaluar la hipótesis nula (H_0): No existe diferencia estadística significativa entre las abundancias relativas de poslarvas de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos. La misma prueba se aplicó únicamente a las especies de interés comercial. El nivel de significancia para rechazar la H_0 fue un valor $p < 0.05$. La prueba de Wilcoxon es una prueba de hipótesis aplicable a muestras pequeñas que no se distribuyen normalmente. Las muestras grandes deben ser mayores a 25 y se les debe transformar en valor Z (Wayne, 2002, p. 670).

8. RESULTADOS

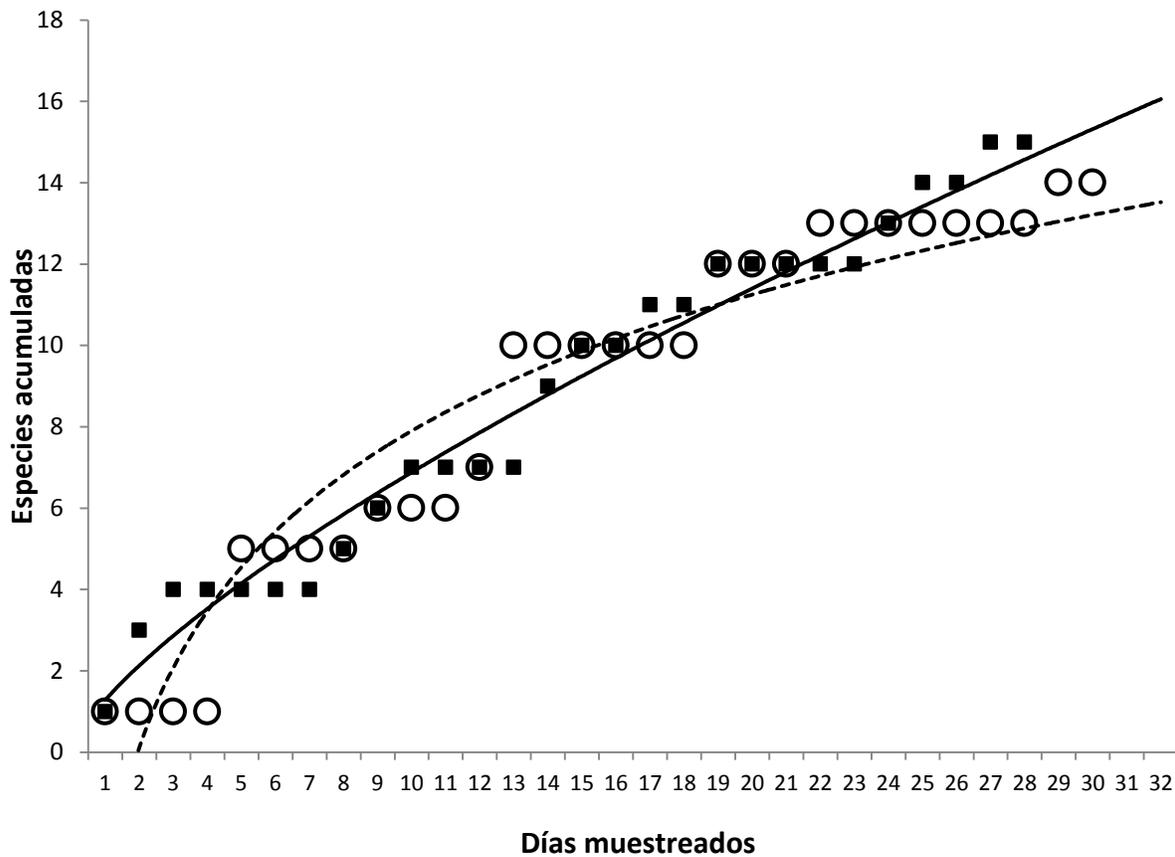
8.1. Evaluación de la calidad de los inventarios de especies

En la Gráfica 1 se presentan los valores acumulados de especies colectadas en relación al esfuerzo de muestreo, y los modelos de Clench en arrecifes coralinos (Ac) y pastos marinos (Pm) ajustados a estos valores. El esfuerzo de muestreo se observa en el eje horizontal con 30 días de colectas en Ac y 28 días en Pm. La ecuación de Clench obtenida para los valores acumulados en Ac, mostró una pendiente de 0.085 y 16.241 especies predichas versus 14 especies colectadas, lo cual indica que se ha logrado un buen inventario de especies. De acuerdo con esta ecuación, se ha logrado registrar

81.8% de las especies. El inventario en Pm es igual de confiable, ya que la ecuación de Clench muestra una pendiente de 0.096, 19.136 especies predichas versus 15 especies colectadas y 76.1% de especies registradas. Una pendiente menor a 0.1 indica que se ha logrado registrar un alto porcentaje de las especies predichas (Jiménez y Hortal, 2003, p.155). Los coeficientes de determinación ($R^2=0.910$ en Ac; $R^2=0.971$ en Pm) indican que la ecuación de Clench se ajustó a ambas curvas de colecta (Tabla 1).

8.2. Composición taxonómica y abundancia de poslarvas de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.

Se colectaron 1,237 poslarvas de peces en el área con arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas y 5,450 en el área con pastos marinos, lo cual hace un total de 6,687 especímenes. Estos se distribuyen en 14 familias, 18 géneros y 22 especies, de las cuales ocho (08) se lograron identificar solo hasta género: *Decapterus sp.*, *Haemulon sp.*, *Hypleurochilus sp.*, *Sparisoma sp.*, *Serranus sp.*, *Eucinostomus sp.*, *Astrapogon sp.*, *Odontoscion sp.* Se registran ocho (08) especies de importancia comercial. Las poslarvas de *Chloroscombrus chrysurus* fueron las más abundantes y representaron el 70.7% del total colectado en arrecifes coralinos, y el 90.6% del total colectado en pastos marinos. El índice de diversidad de Shannon- Wiener (H') es mayor en el área con arrecifes coralinos (0.916) que en los pastos marinos (0.489) (Tabla No. 2).



Gráfica No. 1. Curvas de acumulación de especies en arrecifes coralinos (línea discontinua) y pastos marinos (línea continua) del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique. Los círculos indican las especies acumuladas durante el muestreo en arrecifes coralinos y los cuadros indican las especies acumuladas durante el muestreo en pastos marinos.

Tabla No. 1. Resultados obtenidos con el modelo de Clench utilizando los datos colectados en arrecifes coralinos (Ac) y pastos marinos (Pm).

	Especies colectadas	Especies predichas	Pendiente	Porcentaje de fauna registrada	R2
Ac	14	16.241	0.085	81.8%	0.910
Pm	15	19.136	0.096	76.1%	0.971

Tabla No. 2. Listado de especies de poslarvas de peces colectadas en el área con arrecifes coralinos (Ac) y en el área con pastos marinos (Pm). Con asterisco (*) se indican las especies de interés comercial. Para cada área se muestran los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H').

TAXA	Número de poslarvas	
	Ac	Pm
FAMILIA CARANGIDAE		
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	875	4,937
<i>Caranx hippos</i> *	17	138
<i>Selar crumenophthalmus</i> *	11	0
<i>Decapterus sp.</i>	0	137
FAMILIA LUTJANIDAE		
<i>Lutjanus apodus</i> *	01	18
<i>Lutjanus chrysurus</i> *	03	0
<i>Lutjanus synagris</i> *	04	26
<i>Lutjanus griseus</i> *	0	05
FAMILIA HAEMULIDAE		
<i>Anisotremus virginicus</i>	02	0
<i>Haemulon sp.</i>	65	40
FAMILIA LABRIDAE		
<i>Halichoeres socialis</i>	251	0
FAMILIA POMACENTRIDAE		
<i>Abudefduf saxatilis</i>	01	04
FAMILIA BLENNIIDAE		
<i>Hypoleurochilus sp.</i>	01	05

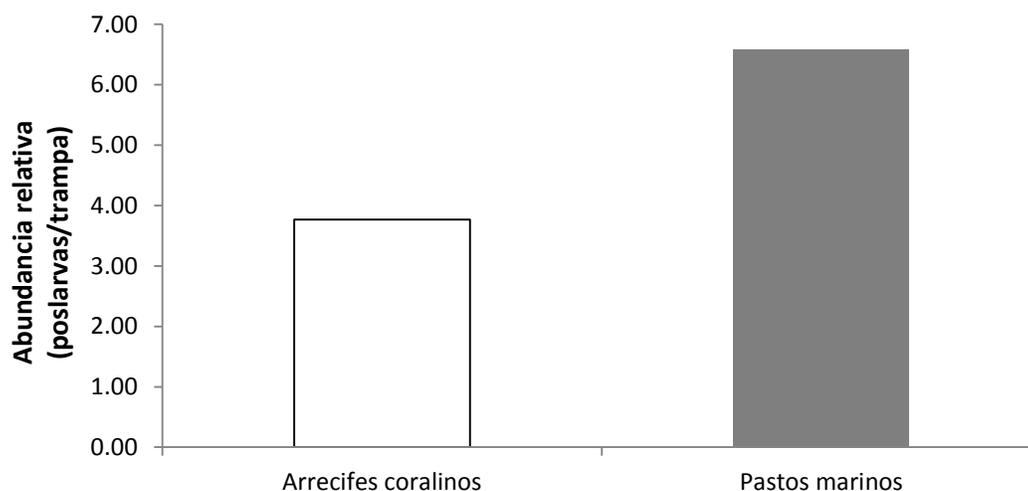
FAMILIA SCARIDAE		
<i>Sparisoma sp.</i>	03	0
FAMILIA TETRAODONTIDAE		
<i>Canthigaster rostrata</i>	01	0
FAMILIA MONACANTHIDAE		
<i>Cantherines pullus</i>	02	0
FAMILIA SERRANIDAE		
<i>Serranus flaviventris</i>	0	01
<i>Serranus sp.</i>	0	01
FAMILIA GERREIDAE		
<i>Eucinostomus sp.*</i>	0	80
FAMILIA APOGONIDAE		
<i>Astrapogon sp.</i>	0	55
FAMILIA SCIAENIDAE		
<i>Odontoscion sp.</i>	0	01
FAMILIA ENGRAULIDAE		
<i>Anchovia clupeioides *</i>	0	02
Número total de poslarvas	1,237	5,450
Número total de especies	14	15
Índice de diversidad (H')	0.916	0.489

* Especies de importancia comercial

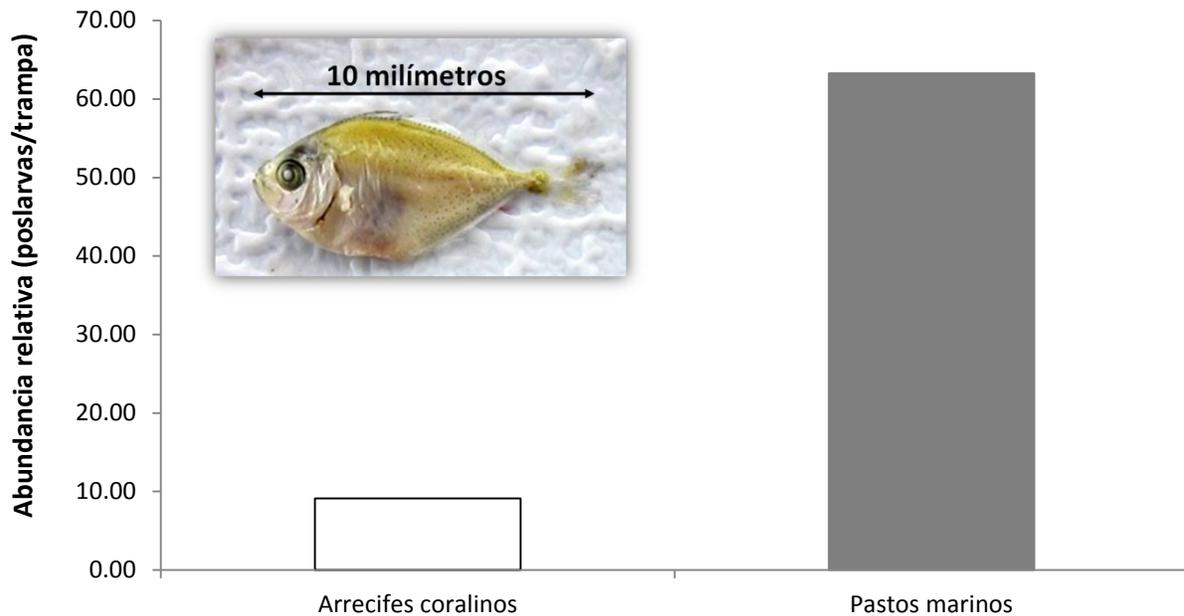
8.3. Reclutamiento de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.

Las poslarvas de peces dan evidencia directa del reclutamiento, por lo que se estimó la abundancia relativa del total de poslarvas colectadas (excepto *C. chrysurus*), sin diferenciar especies. En el área con pastos marinos, la abundancia relativa fue mayor que en los arrecifes coralinos. En los pastos marinos se estimó 6.58 poslarvas/trampa versus 3.77 poslarvas/trampa en arrecifes coralinos (Gráfica 1).

Al tomar en cuenta la abundancia relativa por especie, se observó que *Chloroscombrus chrysurus* es la más abundante en ambas áreas de estudio: Ac=9.11 poslarvas/trampa y Pm=63.29 poslarvas/trampa. Su abundancia fue muy alta y no permitió visualizar la abundancia del resto de las especies, por lo que se analizó aparte del resto de las especies (Gráfica No.2).

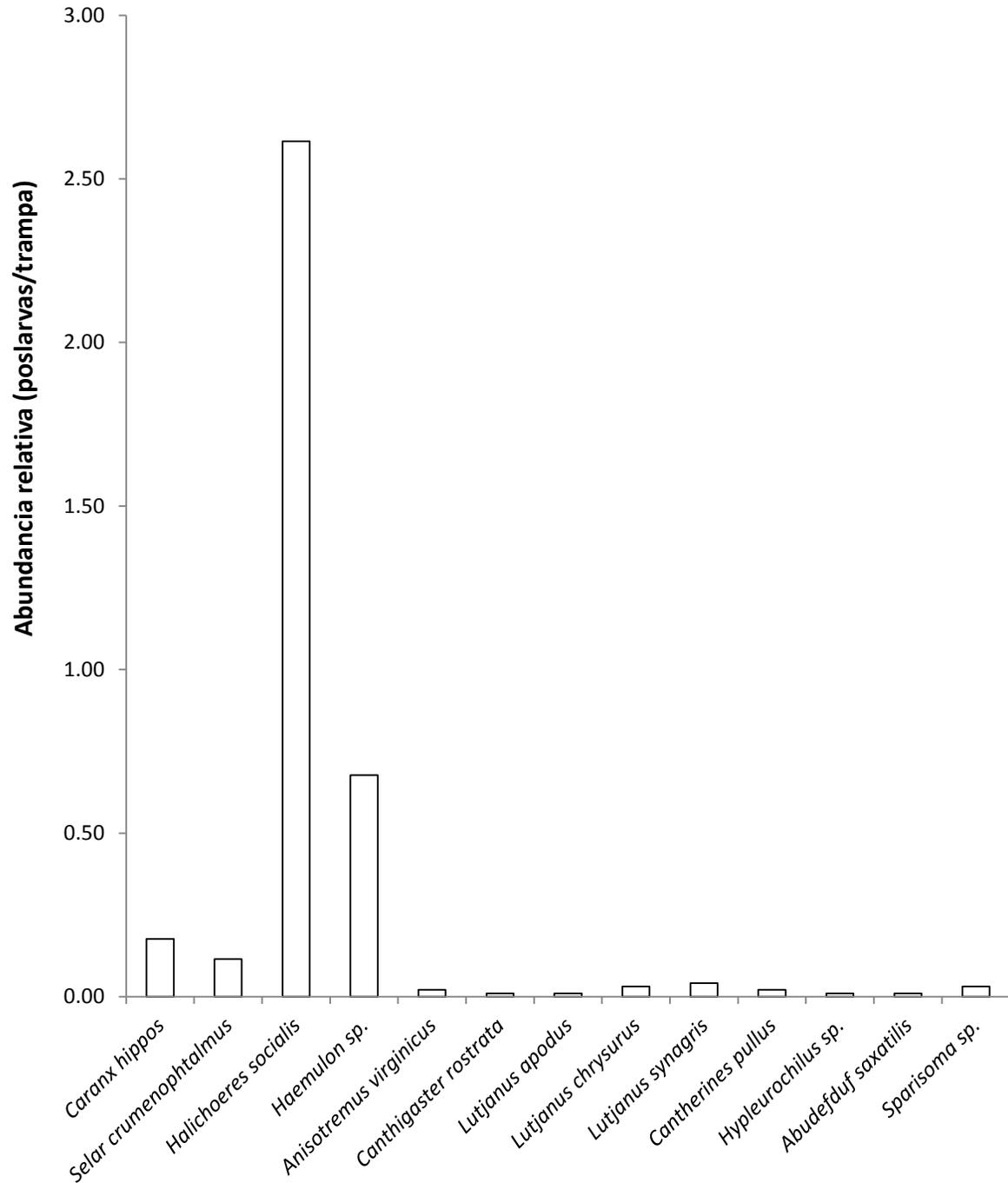


Gráfica No. 2: Abundancia relativa de poslarvas de peces (poslarvas/trampa) sin diferenciar especies y sin *Chloroscombrus chrysurus*, en arrecifes coralinos y pastos marinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

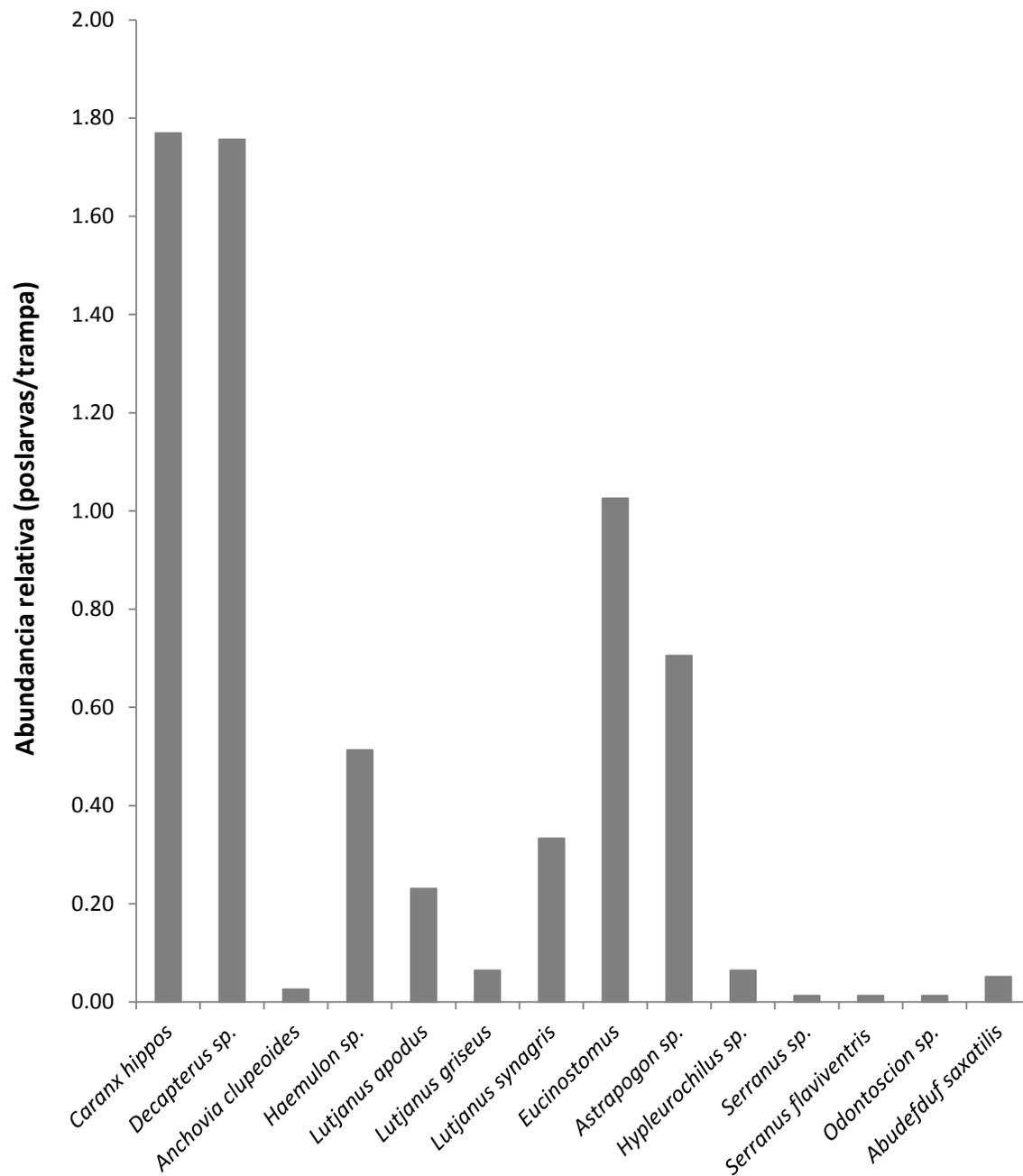


Gráfica No. 3: Abundancia relativa (poslarvas/trampa) de *Chloroscombrus chrysurus* en arrecifes coralinos y pastos marinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

En la Gráfica No. 2 se observa que en los pastos marinos las poslarvas de *C. chrysurus* presentaron una abundancia mucho mayor que en los arrecifes coralino, en donde las colectas representaron tan solo el 12.6%. Después de *C. chrysurus*, *Halichoeres socialis* fue la más abundante en los arrecifes coralinos con 2.61 poslarvas/trampa y luego *Haemulon sp.* con 0.68 (Gráfica No.3). En el área con pastos marinos *Carax hippos* y *Decapterus sp.* fueron los más abundantes con 1.77 poslarvas/trampa. *Eucinostomus sp.* *Astrapogon sp.* y *Haemulon sp.* presentaron abundancias considerables (Gráfica No. 4).

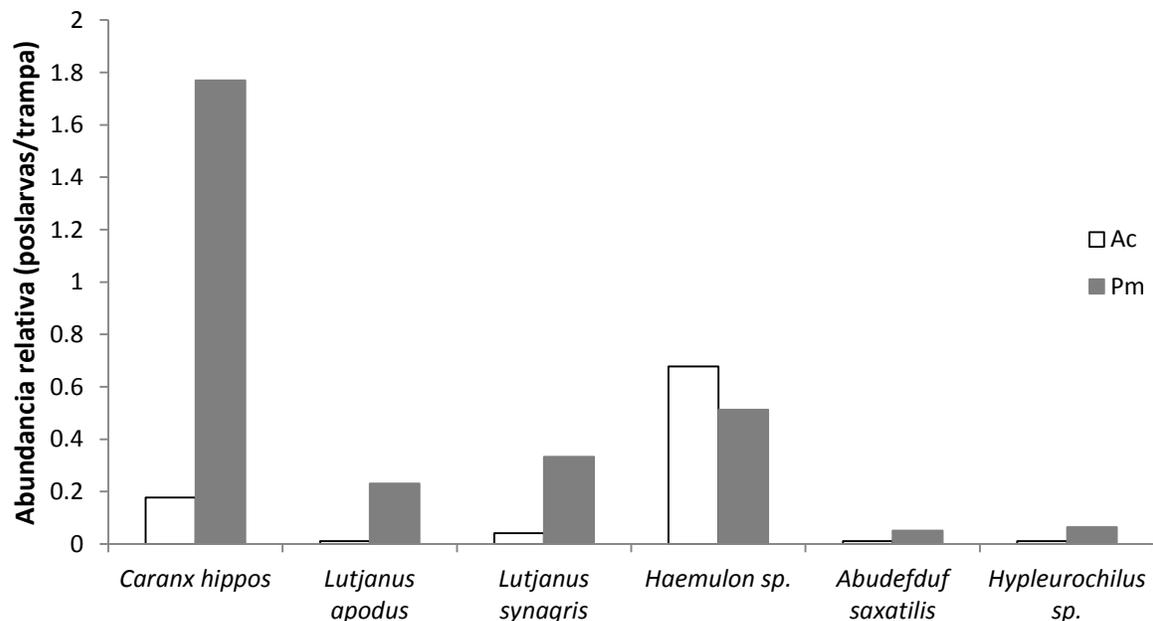


Grafica No. 4: Abundancia relativa (poslarvas/trampa) de las especies colectadas en los arrecifes coralinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.



Grafica No. 5: Abundancia relativa (poslarvas/trampa) de las especies colectadas en pastos marinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

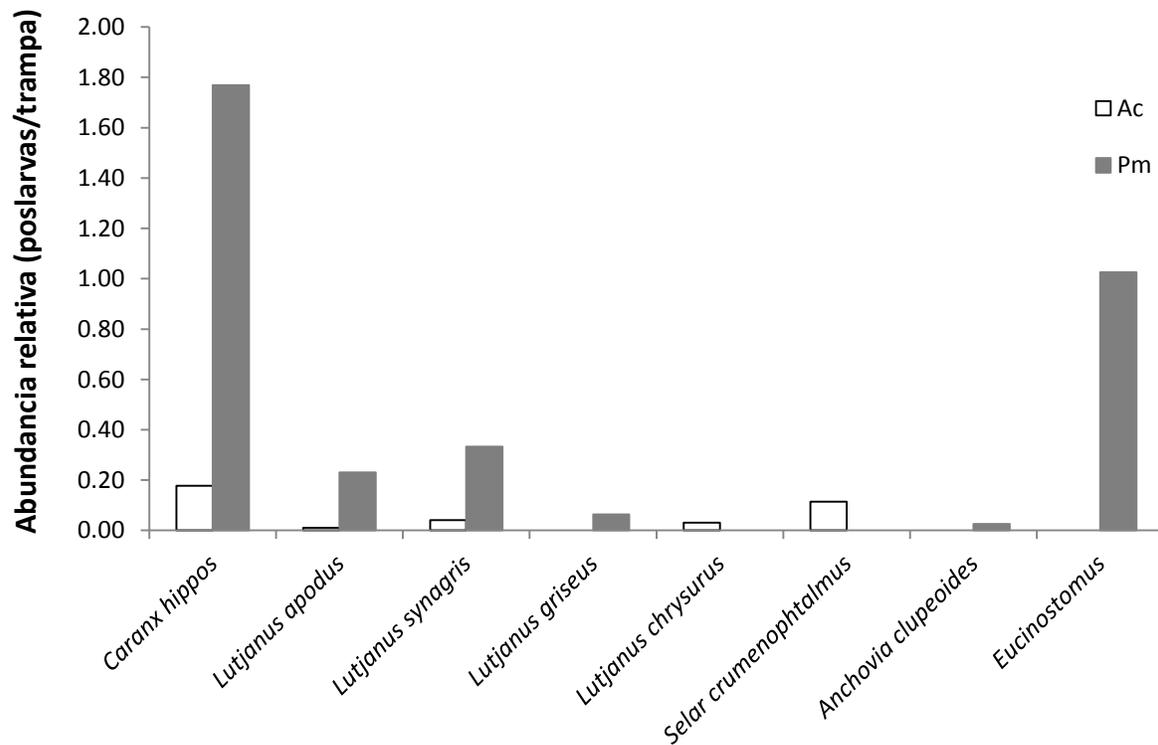
De las 22 especies de poslarvas de peces registradas, siete especies se colectaron en ambas áreas de estudio. *Caranx hippos* representa a la Familia Carangidae, *Lutjanus apodus* y *Lutjanus synagris* de la Familia Lutjanidae, *Haemulon sp* de la Familia Haemulidae, *Abudefduf saxatilis* de la Familia Pomacentridae, y *Hypoleurochilus sp* de la Familia Blenniidae. Las abundancias relativas variaron entre 0.1 y 1.77 poslarvas/trampa, y los valores más altos se registraron en los pastos marinos a excepción de *Haemulon sp*, el cual presentó mayor abundancia en los arrecifes coralinos (0.68 poslarvas/trampa). La abundancia de *Caranx hippos* fue muy notable en los pastos marinos con 1.77 poslarvas/trampa, versus 0.18 poslarvas/trampa en los arrecifes coralinos (Gráfica No. 5).



Gráfica No. 6: Abundancia relativa (poslarvas/trampa) de las especies compartidas entre arrecifes coralinos (Ac) y pastos marinos (Pm) del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

8.4. Reclutamiento de peces con interés comercial en arrecifes coralinos y pastos marinos.

Se registraron ocho especies de interés comercial, de las cuales *Caranx hippos*, y *L. apodus* y *L. synagris* fueron colectadas en ambas áreas de estudio. *Selar crumenophthalmus* y *L. chrysurus* fueron exclusivas de los arrecifes coralinos, mientras que *L. griseus*, *Anchovia clupeioides* y *Eucinostomus sp* se colectaron únicamente en los pastos marinos. La especie más abundante fue *Caranx hippos*, seguida de *Eucinostomus sp* (Gráfica No. 7).



Gráfica No. 7: Abundancia relativa (poslarvas/trampa) de las especies con interés comercial colectadas en arrecifes coralinos (Ac) y pastos marinos (Pm).

En general, la mayor abundancia relativa de poslarvas de peces de interés comercial se obtuvo en los pastos marinos. Por medio de la abundancia relativa de poslarvas de peces como índice de reclutamiento, se calculó el porcentaje de reclutamiento de especies con interés comercial en ambas áreas de estudio. En los arrecifes coralinos el porcentaje es del 10%, mientras que en los pastos marinos es del 90%.

8.5. Prueba de Hipótesis

La abundancia relativa de poslarvas de peces fue significativamente mayor en pastos marinos comparado con la abundancia relativa registrada en los arrecifes coralinos ($Z_w = 0.01324$, $p < 0.05$). Asimismo, la abundancia relativa de poslarvas de peces de interés comercial fue significativamente mayor en pastos marinos comparado con los arrecifes coralino ($Z_w = 0.01844$, $p < 0.05$).

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1. Técnica de colecta y evaluación del esfuerzo de muestro

La utilización de Colectores de Columna de Agua –CCA– ha sido una técnica de colecta de poslarvas que se ha propuesto recientemente en los estudios de reclutamiento de peces en áreas coralinas del Arrecife Mesoamericano. Por el momento solo existe un estudio publicado en el cual se utilizaron CCA para la colecta de poslarvas y evaluar el reclutamiento de peces (Yam, 2013). Sin embargo, actualmente esta técnica se utiliza exitosamente en un experimento regional de conectividad y reclutamiento de peces a lo largo del Arrecife Mesoamericano, con participación de México, Belice, Guatemala y Honduras (Vásquez *et al.*, 2014a).

Los CCA empleados en esta tesis, son trampas para evaluación del reclutamiento de peces y de arte de muestreo pasivo, de diseño simple y de bajo costo con respecto a otras artes de colecta (Steele *et al.*, 2002, p. 198). Otra característica valiosa de los colectores empleados es su selectividad; ya que permiten la captura de un grupo selecto de especies de peces en etapas poslarvales, lo cual permite que los especímenes puedan ser identificados con relativa facilidad (Yam, 2013, p. 63). Otra técnica de colecta que se ha utilizado en el Caribe guatemalteco son las trampas de luz, las cuales son poco selectivas, ya que se colecta desde fitoplancton, zooplancton y larvas de peces en estadios muy tempranos. Además, su uso es poco práctico ya que se deben instalar por la noche y permanecer en el lugar varias horas (Barillas, 2012, p. 32).

El esfuerzo de muestreo fue diferente para cada área de estudio. En los arrecifes coralinos la faena de muestreo fue de 30 días, mientras que en los pastos marinos fue de 28 días. Sin embargo la diferencia fue solamente de dos días y de acuerdo con los datos del modelo de Clench, se registró un alto porcentaje de las especies. A pesar que el esfuerzo de muestreo fue menor en los pastos marinos, se obtuvo mayor riqueza y abundancia de especies. El modelo de Clench se ajustó muy bien a los datos colectados en ambas áreas de estudio ($R^2=0.910$ en arrecifes coralino; $R^2=0.971$ en pastos marinos).

En los arrecifes coralinos la pendiente $a=0.085$ indica que se ha logrado un buen inventario de especies, ya que se logró registrar un 81.8% de las especies predichas para esta área (Tabla No. 1). En los pastos marinos, el inventario también cumple estas características, ya que la curva de acumulación de especies mostró una pendiente $a=0.096$. Sin embargo esta pendiente es mayor que la estimada en arrecifes coralinos, es decir que en los pastos marinos hay más probabilidades de encontrar una nueva especie con un menor esfuerzo de muestreo que en los arrecifes coralinos (Jiménez y Hortal, 2003, p. 158). De acuerdo al modelo de Clench, en los pastos marinos se logró registrar el 76.1% de las especies (Tabla No. 1).

En total, se logró colectar 22 especies, y los modelos de Clench muestran que se ha logrado registrar un alto porcentaje de las especies predichas para ambas áreas de estudio. Sin embargo, el número de especies es muy bajo comparado con el esfuerzo de muestreo reportado por Yam (2013, p. 24) con el cual se logró registrar 49 especies. En dicho estudio se indica que los Colectores de Columna de Agua –CCA–

funcionan mejor en lugares resguardados con aguas más o menos calmas y bajas profundidades. Para aumentar la efectividad del muestreo, se recomienda aumentar el número de trampas de poslarvas de peces en áreas influenciadas por corrientes y profundidades mayores a 6 m, tal es el caso de Cabo Tres Puntas. Las áreas de estudio son diferentes en profundidad, Cabo Tres Puntas es un área con una profundidad que varía entre 9 y 10 m., mientras que en los pastos marinos de Punta de Manabique varía entre 3 y 5 m.

9.2. Composición taxonómica y abundancia de poslarvas de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.

Esta tesis presenta el primer inventario de especies de peces en estadio de poslarva, las cuales fueron colectadas en los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas y pastos marinos de Punta de Manabique del Caribe de Guatemala (Figura No. 2). Se registraron 14 especies en los arrecifes coralinos y 15 especies en los pastos marinos. De las especies registradas, se hace notar la considerable dominancia de *Chloroscombrus chrysurus* en ambas áreas de estudio. Esta especie es un carángido de hábitos pelágicos, no se le considera propio de arrecifes coralinos ni de pastos marinos, y presenta gran abundancia y amplia distribución en todo el Caribe, la cual llega hasta Brasil. *C. chrysurus* es parte de los ensambles de fauna estuarina. Las poslarvas y juveniles de esta especie presentan alta abundancia en aguas calmas, poco profundas con hierbas marinas (da Costa *et al.* 2005, p. 581). Especies como *C. chrysurus*, las cuales tienen un amplio rango de distribución, permiten evidenciar la ausencia de

barreras físicas que impidan la conexión entre hábitats. En el mar, algunas de las barreras que provocan aislamiento podrían ser las corrientes marinas (superficiales o semi profundas), y también gradientes abruptos de temperatura o salinidad, los cuales provocan aislamiento incluso entre áreas muy cercanas (Peterson y Whitfield 2000, p. 362). Sin embargo, en este caso *C. chrysurus* da evidencia que existe conexión clara entre los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas y los pastos marinos de Punta de Manabique.

Un aporte valioso han sido las capturas del labrido *Halichoeres socialis*, el cual es propio de arrecifes coralinos y está reportado como endémico de Belice (Randall y Lobel, 2003, p. 124). Actualmente se está trabajando junto con especialistas de ECOSUR, Unidad Chetumal, México para ampliar el rango de distribución de *H. socialis* hacia aguas guatemaltecas. Esta especie fue colectada únicamente en los arrecifes coralinos, en donde está ampliamente distribuido y se mantienen en cardúmenes junto con poslarvas de *Haemulon sp.* Durante los muestreos, ambas especies se colectaron siempre juntas en el mismo cardumen. El nombre de *H. socialis* le ha sido dado porque es la única especie de la Familia Labridae con un comportamiento social. Todo el ciclo de vida permanece en cardumen y en las etapas poslarvales forman cardúmenes junto a *Haemulon aurolineatum* (Randall y Lobel, 2003, p. 127). Durante el proceso de identificación de *Haemulon sp.* no se logró determinar si los especímenes corresponden a *Haemulon aurolineatum* o *Haemulon steindachneri*. Es probable que los especímenes colectados en ambas áreas de estudio correspondan a *Haemulon aurolineatum*, ya que los juveniles y adultos observados durante todo el

muestreo presentaron la línea amarilla horizontal que va en el costado, desde de la base de la aleta caudal hasta la nariz, y es característica de esta especie (Richards, 2006, p. 1602).

En el Arrecife Mesoamericano, el estudio de Yam (2013, p. 17) es el único estudio publicado que utilizó CCA para evaluar el reclutamiento de peces en arrecifes coralinos. El estudio se realizó en dos áreas arrecifales de Quintana Roo en el Caribe de México, y se reportaron 49 especies y 952 poslarvas de peces colectadas en 40 días de muestreo. En los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas el muestreo durante 30 días, en los cuales se lograron registrar 14 especies y se colectaron 1,237 poslarvas, de las cuales 875 corresponden a *Chloroscombrus chrysurus*. Es de hacer notar que en el estudio de Quintana Roo, no se reportó la colecta de *C. chrysurus* y el total de los individuos está mejor distribuido en las 49 especies, lo cual hace que las áreas arrecifales de Quintana Roo tengan valores de diversidad más altos que en Cabo Tres Puntas. Otro aspecto que también se debe remarcar es la diferencia en cuanto a la estructura de los arrecifes. En Quintana Roo, los arrecifes presentan una laguna arrecifal poco profunda (2 a 6 metros), la cual está rodeada por una barrera de arrecife que protege de las fuertes olas y corrientes. Los CCA fueron instalados dentro de la laguna arrecifal, a bajas profundidades y muy bien protegidos (Yam, 2013, p. 18). En Cabo Tres Puntas no existe barrera ni laguna arrecifal que proteja de las olas y corrientes. En esta área los corales se encuentran a profundidades entre 9 y 10 metros, por lo que los CCA están instalados a profundidades que es necesario utilizar equipo de buceo S.C.U.B.A. La estructura arrecifal en Cabo Tres Puntas hace que las

características bióticas y abióticas sean bastante particulares y diferentes en comparación con arrecifes de México, Belice y Honduras (ABIMA, 2008, p. 36).

La riqueza de especies y la abundancia de poslarvas fue menor en los arrecifes coralinos; sin embargo, el valor de diversidad de Shannon-Wiener (H') fue mayor que en los pastos marinos (0.916 versus 0.489 respectivamente). Esto se debe a que los individuos colectados en arrecifes coralinos están distribuidos más equitativamente en las 14 especies registradas. De acuerdo con esto, la diversidad de poslarvas de peces es menor en los pastos marinos. Por otra parte, en los arrecifes coralinos las abundancias relativas son muy bajas, solo *H. socialis* y *Haemulon* sp. presentaron abundancias por arriba de 0.5 poslarvas/trampa (Gráfica No. 4), y son las dos especies que siempre fueron colectadas juntas, ya que comparten cardumen. En los pastos marinos hay cinco especies con abundancias relativas mayores a 0.5 poslarvas/trampa: *Caranx hippos*, *Decapterus* sp., *Haemulon* sp., *Eucinostomus* sp., y *Astrapogon* sp. (Gráfica No. 5).

9.3. Reclutamiento de peces en arrecifes coralinos y pastos marinos.

En el ciclo de vida de los peces, el reclutamiento es la cantidad de sobrevivientes planctónicos, en este caso, larvas de peces, que pueden establecerse en hábitats bénticos (Carr y Sims, 2006, p. 412). La abundancia relativa de peces en estadios de poslarva es una manera directa para medir el reclutamiento que ocurre en un determinado hábitat (Yam 2013, p. 21). La presencia de poslarvas en arrecifes coralinos y pastos marinos muestra que en ecosistemas marino-costeros del Refugio

de Vida Silvestre Punta de Manabique –RVSPM–, el reclutamiento de peces ocurre en ambos tipos de hábitat.

En Guatemala se ha documentado el reclutamiento de peces en áreas marinas del litoral del Caribe, en hábitat de arrecifes coralinos y en pastos marinos. Dichos estudios no han utilizado poslarvas de peces para evaluar el reclutamiento, en cambio se han realizado colectas u observaciones directas de peces juveniles. Arrivillaga y Baltz (1999, p. 311), evaluaron la importancia de las praderas de pastos marinos dentro de la Bahía La Graciosa como hábitat de crianza para peces. La longitud estándar de los peces que colectaron varió entre 12 a 69 mm, y el 83% fueron juveniles, lo cual apoya la hipótesis de los pastos marinos como hábitat importantes de reclutamiento y crianza de peces.

ABIMA (2008, p. 41), documentó el reclutamiento de peces en tres agregaciones de arrecifes coralinos del Caribe guatemalteco (Motagüia, Cabo Tres Puntas y Bajo del Canal), a través de la observación directa de juveniles. Se registraron peces juveniles de las Familias Scaridae (peces loros), Chaetodontidae (mariposas), Lutjanidae (pargos), Haemulidae (roncos), Pomacentridae (damiselas), Acanthuridae (cirujanos), y Labridae (lábridos). La mayor abundancia (número de juveniles observados) se registró en Motagüia, luego en Cabo Tres Puntas y por último en Bajo del Canal.

Las áreas con pastos marinos representan hábitats de crianza para muchas especies de peces (Gillanders, *et al.*, 2003, p. 284). Bortone y colaboradores (1988, p.47) determinaron que debido a la abundancia de pastos marinos, Bahía La Graciosa es un área de crianza natural y reclutamiento para varias especies de peces.

Arrivillaga y Baltz, (1999, p.311) llegaron a la misma conclusión en un estudio realizado en Bahía La Graciosa, donde evaluaron la relación entre riqueza, abundancia y talla de peces, y biomasa de pastos marinos. Por lo tanto, la abundancia relativa de poslarvas de peces se utilizó como medida del reclutamiento y se planteó la siguiente hipótesis: la abundancia relativa de poslarvas de peces medida en pastos marinos es mayor que la medida en los arrecifes coralinos. Para evaluar la hipótesis, se aplicó prueba de jerarquía signada de Wilcoxon a las abundancias relativas de las poslarvas sin distinguir especies. La prueba mostró que sí existe diferencia estadística significativa entre las abundancias relativas de poslarvas de peces colectadas en arrecifes coralinos y pastos marinos. Los resultados de las abundancias relativas de las poslarvas, sin distinguir especies, muestran 6.58 poslarvas/trampa versus 3.77 poslarvas/trampa en arrecifes coralinos (Gráfica 2). Por lo que sí existe apoyo estadístico para concluir que la abundancia relativa de poslarvas de peces es mayor en los pastos marinos.

En ecosistemas marino-costeros se observan interacciones entre mangles, pastos marinos y arrecifes coralinos. Hay peces que son propios de arrecifes coralinos o pastos marinos, y otros que se mantienen migrando entre diversos ambientes (Ogden *et al.*, 2005, p. 289). Los carángidos *C. hippos* y *Decapterus sp.* son de vida pelágica y así como *C. chrysurus*, no se consideran propios de arrecifes coralinos ni de pastos marinos. El desove puede ocurrir en praderas de pastos marinos y el posterior reclutamiento ocurre indiscriminadamente entre manglares, arrecifes coralinos y pastos marinos. Este patrón se ha observado con varias especies de la familia

Carangidae y algunas especies muy móviles del género *Lutjanus* (Gillanders, *et al.*, 2003, p. 282). Esta indiscriminación de hábitat al momento de que las larvas se establecen, puede explicar que *C. hippos*, *Lutjanus apodus* y *Lutjanus synagris* fueran colectados en ambas áreas de estudio.

De acuerdo con los resultados de las abundancias relativas de poslarvas de peces, el reclutamiento en arrecifes coralinos fue muy bajo. Es importante tomar en cuenta la posibilidad de que los CCA disminuyan su efectividad en esta área, debido a la profundidad e influencia de las fuertes corrientes marinas. Por otro lado, la abundancia relativa de poslarvas de peces en los pastos marinos muestra que existe mayor reclutamiento en esta área, lo cual está evidenciado en sistemas marino-costeros del Caribe y del Indo-Pacífico (Caley *et al.*, 1996, p. 484; Sale *et al.*, 2010, p. 21; Gillanders, *et al.* 2003, p. 286).

Los resultados que se presentan en esta tesis, proveen información específica para el Caribe guatemalteco y apoyan los estudios de Bortone y colaboradores (1988, p. 46), y el de Arrivillaga y Baltz, (1999, p. 302), los cuales se realizaron en pastos marinos del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique -RVSPM-. Los pastos marinos de Punta de Manabique son sitios con mayor importancia para el reclutamiento y crianza de peces que las áreas coralinas de Cabo Tres Puntas. Los pastos marinos son atractivos para los reclutas ya que se caracterizan por la alta disponibilidad de alimento y la poca presión de depredación (Dahlgren y Eggleston, 2000, p. 2231; Beck *et al.*, 2001, p. 635). Sin embargo, la presencia de poslarvas de

peces en ambas áreas de estudio indica que los dos tipos de hábitat son cruciales para el desarrollo ontogénico de los peces del RVSPM.

9.4. Reclutamiento de peces con interés comercial

Los datos muestran que el reclutamiento de peces de interés comercial ocurre en arrecifes coralinos y pastos marinos. La abundancia relativa de poslarvas de peces de interés comercial fue significativamente mayor en pastos marinos comparado con la abundancia relativa de poslarvas de peces de interés comercial en los arrecifes coralino ($Z_w = 0.01844$, $p < 0.05$). Con base en este análisis, se puede inferir que el 90% del reclutamiento de peces de interés comercial ocurre en áreas con pastos marinos y solo el 10% en arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas, por lo que las áreas con pastos marinos son más importantes para el reclutamiento de peces de interés comercial que los arrecifes coralinos.

Se registran ocho especies de importancia comercial: los jureles *Caranx hippos* y *Selar crumenophtalmus*, los pargos *Lutjanus apodus*, *Lutjanus synagris*, *Lutjanus griseus* y *Lutjanus chrysurus*, la manjúa *Anchovia clupeioides*, y la mojarra de mar *Eucinostomus sp.* (Anexos). Los jureles corresponden a varias especies de la familia Carangidae y en especial del género *Caranx*. El jurel *C. hippos*, fue el más abundante en los pastos marinos, con una abundancia relativa = 1.8 poslarvas/trampa. En arrecifes coralinos también se registró pero con menor abundancia = 0.2 poslarvas/trampa (Gráfica No. 7). En el estudio de Yam (2013, p. 27), no se reportó la captura de esta especie, pero sí se reportó la colecta de cuatro poslarvas del jurel amarillo *Caranx*

bartholomaei. De acuerdo con la abundancia relativa, los pastos marinos de Punta de Manabique son un lugar importante de reclutamiento para *C. hippos*, más importante que los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas. Algunos jureles y pargos presentan ciclos de vida similares, en relación al uso de hábitat según los estadios ontogénicos. El desove se produce en altamar y los huevos y las larvas son transportadas hacia praderas de pastos marinos de poca profundidad, estuarios y zonas de manglares mediante las corrientes favorables. Los estadios de larva, juveniles y adultos pequeños se encuentran en las praderas marinas y manglares cercanos a la costa (Lasker, 1981, p. 83).

Las poslarvas del género *Lutjanus* no fueron exclusivas de los pastos marinos, sino que el reclutamiento también ocurrió en los arrecifes coralinos. La abundancia relativa de todas las especies registradas de pargos fueron muy bajas (entre 0.01 y 0.06 poslarvas/trampa) en ambas áreas de estudio. Yam (2013, p. 40-42) reportó abundancia relativas de los pargos *L. apodus* y *L. griseus*, con 1.5 y 2.6 poslarvas/trampa, respectivamente. En los arrecifes de Cabo Tres Puntas *L. apodus* presentó una abundancia relativa muy baja = 0.01 poslarvas/trampa y *L. griseus* se colectó solo en pastos marinos (0.06 poslarvas/trampa).

Los jureles, pargos y manjús son de mucha importancia comercial para los pescadores artesanales del RVSPM. El jurel es vendido en fresco de tercera y seco-salado de segunda, y es una especie sobre explotada debido a la demanda de un comercio interno (Heyman y Graham, 2000, p. 32). Los pargos son de los peces que más se consumen localmente y son conocidos por su capacidad de desovar durante

todo el año. El índice de pesca es equilibrado a través del año, con un pico en octubre para el pargo colorado, *L. synagris*, y un pico en abril para el pargo criollo, *L. analis* (Heyman y Graham, 2000, p. 28). La manjúa canche, *Anchovia clupeioides*, es la especie con el índice de pesca más alto del total de Guatemala con 2, 750,000 libras/año. Esta especie se captura en redes especializadas denominadas “mosquiteros”, un nombre que refleja una malla fina de red (Heyman y Graham, 2000, p. 24). El reclutamiento de *A. clupeioides* fue muy bajo (0.03 poslarvas/trampa) y se registró únicamente en los pastos marinos (Gráfica No. 7).

La mojarra de mar *Eucinostomus sp.* se colectó solo en pastos marinos (1.03 poslarvas/trampa), pero Yam (2013, p. 43) reportó la presencia de poslarvas de esta especie en arrecifes coralinos de Quintana Roo, con abundancias relativas entre 0.5 y 0.8 poslarvas/trampa, es decir que las poslarvas de esta especie no son exclusivas de los pastos marinos. El reclutamiento de esta especie fue alto comparado con los pargos y la manjúa. En México es considerada de valor comercial (Yam, 2013, p. 27), pero un estudio socio-económico demostró que no lo es para el Caribe de Guatemala (Heyman y Graham, 2000, p. 35). César Bran, pescador de la comunidad de Estero Lagarto, indicó que la pesca de *Eucinostomus sp.* es esporádica, y cuando ocurre es capturada con anzuelo y es solo para consumo personal o familiar. (Comp. pers., marzo, 2015).

10. CONCLUSIONES

- 10.1.** Se registraron 1,237 peces reclutas (poslarvas) en los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas y 5,450 en los pastos marinos de Punta de Manabique, los cuales se distribuyen en 14 familias, 18 géneros y 22 especies, de las cuales ocho son de interés comercial. *Chloroscombrus chrysurus* fue una especie muy dominante y representó el 70.7% del total colectado en arrecifes coralinos, y el 90.6% del total colectado en pastos marinos; su presencia en ambas áreas de estudio da evidencia que no existen barreras físicas como corrientes, termoclinas y/o haloclinas que impidan la conexión entre los arrecifes coralinos y los pasto marinos.
- 10.2.** De acuerdo con el modelo de Clench, en ambas áreas de estudio se registró un alto porcentaje de las especies predichas, pero en los arrecifes coralinos el esfuerzo de muestreo con Colectores de Columna de Agua debe ser mayor para lograr una curva con pendiente igual a la obtenida en los pastos marinos.
- 10.3.** En los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas la riqueza específica registrada fue muy baja (14 especies) en comparación con lo reportado en arrecifes coralinos de Quintana Roo, México (49 especies).

- 10.4.** La presencia de poslarvas de peces en los pastos marinos y arrecifes coralinos evidencia que hay reclutamiento en ambos hábitat. Sin embargo, existe diferencia estadística significativa entre la abundancia relativa de poslarvas de peces colectadas en arrecifes coralinos y pastos marinos.
- 10.5.** La abundancia relativa de poslarvas de peces utilizada como índice de reclutamiento muestra que los pastos marinos de Punta de Manabique son más importantes para el reclutamiento de peces que los arrecifes coralinos de Cabo Tres Puntas. Estos resultados enriquecen la literatura con nuevas observaciones que muestran la función de los pastos marinos como hábitat de crianza.
- 10.6.** La presencia de poslarvas de jureles, pargos y manjúa en pastos marinos y arrecifes de coral indica que dichos hábitat son cruciales para el desarrollo ontogénico de estas especies que son de gran importancia comercial, principalmente en los pastos marinos de Punta de Manabique, en donde se determinó un 90% del reclutamiento de peces con interés comercial.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1.** La presente tesis muestra un análisis con variación espacial, tomando en cuenta dos tipos de hábitat: arrecifes coralinos versus pastos marinos. La información sobre reclutamiento de peces en ecosistemas marino-costeros puede enriquecerse al incluir manglares, así como análisis temporales para evaluar posibles picos estacionales de reclutamiento.

- 11.2.** Debe considerarse que la utilización de trampas de poslarvas con Colectores de Columna de Agua en los arrecifes coralinos del Caribe de Guatemala puede disminuir su efectividad, ya que dichas trampas fueron diseñadas para estructuras coralinas con baja profundidad y con poca influencia de corrientes marinas.

- 11.3.** El manejo de las actividades pesqueras en la RVSPM debe tomar en cuenta la definición de polígonos que protejan áreas con arrecifes coralinos y pastos marinos para que funcionen como refugios de peces que permitan la conservación de los procesos ontogénicos.

12. REFERENCIAS

1. ABIMA (Asociación de Biología Marina de Guatemala). 2008. *Plan de Monitoreo Marino del RVS Punta de Manabique: Biodiversidad Marina e Impactos Antropogénicos*. Programa de USAID para la conservación de cuencas centroamericanas, (CCAW). 73 p.
2. Acuerdo Gubernativo número 759-90. Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas. 22 de agosto de 1990. Diario de Centroamérica, No. 51 t.209, 27 de agosto de 1990.
3. Arrivillaga, A. y Baltz, D. (1999). *Comparison of fishes and macroinvertebrates on seagrass and bare-sand sites on Guatemala's Atlantic coast*. Department of Oceanography and Coastal Sciences and (D.M.B) Coastal Fisheries Institute, CCEER, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana. *Bulletin of Marine Science*, 65(2): 301–319.
4. Barillas, M. (2012). *Diversidad de zooplancton de dos agregadores artificiales de peces, en la Bahía de Amatique, Izabal*. Tesis profesional de Licenciatura en Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. 87 p.
5. Beck, M., Heck, K. Jr., Able, K., Childers, D., Eggleston, D., Gillanders, B., Halpern, B., Hays, C., Hoshino, K., Minello, T., Orth, R., Sheridan, P. & Weinstein, M. (2001). *The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates*. *BioScience*. 51(8): 633-641.
6. Bortone, S., R. Shipp, W. Davis y R. Nester. (1988). *Artificial reef development along the Atlantic coast of Guatemala*. *Northeast Gulf Sci.* 10: 45–48.

7. Caley, M., M. Carr, M. Hixon, T. Hughes, G. Jones y B. Menge. (1996). *Recruitment and the local dynamics of open marine population*. *Annun. Rev. Ecol. Syst.* 27: 477-500.
8. Carr, M. y C. Sims. (2006). *Recruitment*. In: *The ecology marine fishes: California and Adjacent Waters*. p. 411-427.
9. Carrillo, L., L. Vásquez-Yeomans y A. de Jesús Navarrete. (2008). *La incierta vida de las larvas marina*. *Ecofronteras (San Cristóbal de las Casas)* 34: 18-20.
10. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas) y MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). (2009). *Biodiversidad Marina de Guatemala: Análisis de Vacíos y Estrategias para su Conservación*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, *The Nature Conservancy*. Guatemala. 152 p.
11. D'Alessandro E.K. y S. Sponaugle. (2011). *Comparative predation rates on larval snappers (Lutjanidae) in oceanic, reef, and nearshore waters*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 399: 182-187.
12. Da Costa, M; Albieri, R. & Araújo, F. (2005). *Size distribution of the jack Chloroscombrus chrysurus (Linnaeus) (Actinopterygii, Carangidae) in a tropical bay at Southeastern Brazil*. *Revista Brasileira de Zoología*. 22(3): 580-586.
13. Dahlgren, C. & Eggleston, D. (2000). *Ecological processes underlying ontogenetic habitat shifts in a coral reef fish*. *Ecology*. 81(8): 2227-2240.
14. Decreto del Congreso de la República de Guatemala número 23-2005. Ley que declara Área Protegida "El Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique". 8 de marzo de 2005. *Diario de Centroamérica*, No. 36, 17 de marzo de 2005.

15. FUNDARY (Fundación Mario Dary Rivera), CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas), (TNC) (*The Nature Conservancy*). (2006). *Plan De Conservación del Área 2007-2011 Refugio De Vida Silvestre Punta De Manabique*. Guatemala: FUNDARY-PROARCA-TNC. 155p.
16. Gillanders, B., K. Able, J. Brown, D. Eggleston, P. Sheridan. (2003). *Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: an important component of nurseries*. Marine Ecology Progress Series, Vol. 247: 281–295.
17. Heyman, W. and Graham. (2000). *La Voz de los Pescadores de la Costa Atlántica de Guatemala*. FUNDAECO y TIDE, Guatemala. 44 p.
18. Hjort, J. (1914). *Fluctuations in the great fisheries of the northern Europe viewed in the light of biological research*. RAPP. P. V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 20: 1-228.
19. Houde, E. (1987). *Fish Early Life Dynamics and Recruitment Variability*. American fisheries Society Symposium 2:17-29.
20. Houde, E. (2008). *Emerging from Hjort's shadow*. J. North Atl. Fish Sci. 41: 53-70.
21. Jiménez, A. y Hortal, J. (2003). *Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos*. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8, 31-XII-2003.Pp: 151 – 161.
22. Jolon, M.R., Sanchez, R., Villagrán, J. Mechel, H. (2005). *Estudio sobre los Recursos Pesqueros (de escama) en el Litoral Pacífico y Mar Caribe de Guatemala*. Guatemala: UNIPESCA-AECL. 128 p.

23. Lasker, R. (1981). *The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment*. Marine Fish Larvae: morphology, ecology and relation to fisheries, p. 80-89.
24. Leis, J. (1991). *The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes*. In: The Ecology of Fishes of Coral Reefs (Ed. P. Sale), Academic Press, San Diego. p. 183-227.
25. Levin, P. S. (1994). *Fine-scale temporal variation in recruitment of a temperate demersal fish: importance of settlement versus post-settlement loss*. Oecologia 97: 124-133.
26. Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. México: Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma de México. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
27. Ogden, J., Nagelkerken, I. y McIvor, C. C. (2005). *Ecosystem interactions in the Tropical Coastal Seascape*. in: C. Birkeland (ed.) Life and Death of Coral Reefs, 2nd Edition. Springer-Verlag Publishing, New York, New York USA. 288-297 pp.
28. Peterson, A. y Whitfield, A. (2000). *Do shallow water habitats function as refugia for juvenile fishes?* Estuarine, Coastal and Shelf Science, Amsterdam, 51: 359-364.
29. Randall, J. y Lobel, P. (2003). *Halichoeres socialis*: A New Labrid Fish from Belize. 124-130 p.
30. Richards, W.J. (Ed.). (2006). *Early stages of Atlantic fishes. An identification guide for the Western Central North Atlantic*. CRC Taylor y Francis, Boca Raton, Florida (1-11): 2581 pp.

31. Sale, P., H. Van Lavieren, M. Ablan Lagman, J. Atema, M. Butler, C. Fauvelot, J. Hogan, G. Jones, K. Lindeman, C. Paris, R. Steneck y H. Stewart. (2010). *Conservando la Conectividad de los Arrecifes: Guía Para los Administradores de las Áreas Marinas Protegidas*. Grupo de Trabajo de Conectividad, Programa de Investigación Dirigido a los Arrecifes de Coral y a la Creación de Capacidades para la Gestión, UNU-INWEH. 88 p.
32. Smith, W., H. Jelks y L. Rocha. (2006). *Relevance of cryptic fishes in biodiversity assessments: A case study at buck island reef national monument, St. Croix*. Marine Science 79(1): 17-48.
33. Steele, M., J. Malone, A. Findlay, M. Carr, y G. Forrester. (2002) *A simple method for estimating larval supply in reef fishes and a preliminary test of population limitation by larval delivery in the kelp bass Paralabrax clathratus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 235: 195–203.
34. UNIPESCA (Unidad para el Manejo de la Pesca y Acuicultura), MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2008). *Informe de la Pesca y la Acuicultura en Guatemala*. Documento Técnico No. 1. 135p.
35. Vásquez, L. y Malca, E. (2012) *Protocolo de captura de poslarvas de peces arrecifales. Fomento de Capacidades en AMP's y Conectividad en el Arrecife Mesoamericano*. ECOSUR, NOAA, RSMAS/University of Miami, MARFUND. 14 p.
36. Vásquez, L., E. Malca, L. Carrillo, C. González, E. Sosa y M. González. (2014a). *Fomento de Capacidades en AMPs y Conectividad en el Arrecife Mesoamericano: Avance de resultados de ejercicios de conectividad en el Arrecife Mesoamericano 2010-2014*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chetumal Quintana Roo, México. 18 p.

37. Vásquez, L., E. Malca, S. Morales, J. Cohúo y G. Yam. (2014b). *Catálogo de poslarvas y juveniles de peces del SAM*. Ejercicios de Conectividad en el Mesoamericano (ECOME 1 y ECOME 2). 9 p.
38. Victor, B. (2006). *A photographic guide to the larvae of coral reef fishes*. <http://www.coralreeffish.com/larvae.html>
39. Vigliola, L., M. Harmelin, F. Biagi, R. Galzin, A. Garcia-Rubies, J. Jouvenel, L. Direach-Boursier, E. Macpherson y L. Tunesi. (1998). *Spatial and temporal patterns of settlement among sparid fishes of the genus Diplodus in the northwestern Mediterranean*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 168: 45-56.
40. Vigliola, L. y M. Harmelin. (2001). *Post-settlement ontogeny in three Mediterranean reef fish species of the genus Diplodus*. Marine Science 68(2): 271-286.
41. Yam, G. (2013). *Evaluación de trampas de asentamiento de poslarvas para desarrollar índices de reclutamiento de peces marinos de importancia comercial*. Tesis profesional de Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico de Chetumal, México. 96 p.
42. Yam, G., Sosa, E., Vasquez, L., Lamkin J. (2013). *Reef fish recruitment in the mexican caribbean, developing an index based upon a simple, low cost trap*. ECOSUR, Chetumal, Quintana Roo, México.
43. Wayne, D. (2002). *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud* (Cuarta ed.). Mexico, D.F.: Limusa, S.A. de C.V.
44. Williams, W. J. (1987). *Patterns of recruitment and spawning in Hawaiian reef fishes*. Environmental Biology of Fishes 18(4): 257-276.

13. ANEXOS: Fotografías de las 22 especies de poslarvas colectadas. Se muestra la Longitud Total (LT) en milímetros (mm) del espécimen de la imagen.

13.1 *Chloroscombrus chrysurus*



Especie colectada en arrecifes coralinos y pastos marinos.

Familia Carangidae

LT= 12.5 mm.

13.2 *Caranx hippos*



Especie colectada en arrecifes coralinos y pastos marinos.

Familia Carangidae

LT= 12.5 mm.

13.3 *Selar crumenophthalmus*



Especie colectada solo en arrecifes coralinos.

Familia Carangidae

LT= 10 mm.

13.4 *Decapterus sp.*

Especie colectada solo en pastos marinos.

Familia Carangidae

LT= 7 mm.

13.5 *Lutjanus apodus*

Especie colectada en arrecifes coralinos y pastos marinos.

Familia Lutjanidae

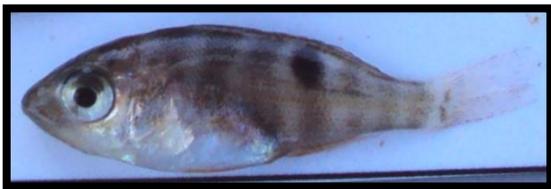
LT= 17 mm.

13.6 *Lutjanus chrysurus*

Especie colectada solo en arrecifes coralinos.

Familia Lutjanidae

LT= 15.5 mm.

13.7 *Lutjanus synagris*

Especie colectada en arrecifes coralinos y pastos marinos.

Familia Lutjanidae

LT= 16 mm.

13.8 *Lutjanus griseus*

Especie colectada solo en pastos marinos.

Familia Lutjanidae

LT= 14 mm.

13.9 *Anisotremus virginicus*

Especie colectada solo en arrecifes coralinos.

Familia Haemulidae

LT= 16.5 mm.

13.10 *Haemulon sp.*

Especie colectada en arrecifes coralinos y pastos marinos

Familia Haemulidae

LT= 15 mm.

13.11 *Halichoeres socialis*

Especie colectada solo en arrecifes coralinos.

Familia Labridae

LT= 32 mm.

13.12 *Abudefduf saxatilis*

Especie colectada en arrecifes coralinos y pastos marinos

Familia Pomacentridae

LT= 21 mm.

13.13 *Hypseurochilus* sp.



Especie colectada en arrecifes coralinos y pastos marinos

Familia Blenniidae

LT= 8 mm.

13.14 *Sparisoma* sp.



Especie colectada solo en arrecifes coralinos.

Familia Scaridae

LT= 12 mm.

13.15 *Canthigaster rostrata*



Especie colectada solo en arrecifes coralinos.

Familia Tetraodontidae

LT= 23 mm.

13.16 *Cantherines pullus*

Especie colectada solo en arrecifes coralinos.

Familia Monacanthidae

LT= 27 mm.

13.17 *Serranus flaviventris*

Especie colectada solo en patos marinos.

Familia Serranidae

LT= 31 mm.

13.18 *Serranus sp.*

Especie colectada solo en pastos marinos.

Familia Serranidae

LT= 43 mm.

13.19 *Eucinostomus* sp.



Especie colectada solo en pastos marinos.

Familia Gerreidae

LT= 17 mm.

13.20 *Astrapogon* sp.



Especie colectada solo en pastos marinos.

Familia Apogonidae

LT= 8.5 mm.

13.21 *Odontoscion* sp.



Especie colectada solo en pastos marinos.

Familia Sciaenidae

LT= 9 mm.

13.22 *Anchovia clupeioides*



Especie colectada solo en pastos marinos.

Familia Engraulidae

LT= 18.5 mm.