



Universidad de Carabobo  
Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología  
Departamento de Biología



**Trabajo Especial de Grado**

**COMPOSICIÓN Y VARIABILIDAD ESPACIAL DE LOS ENSAMBLAJES  
ICTIOPLANCTÓNICOS ASOCIADOS A TRES ISLAS DEL PARQUE  
NACIONAL SAN ESTEBAN, VENEZUELA.**

**Autor:**

Br. María de los Ángeles Montoya Zapata

C.I. 17.904.573

**Tutores:**

Dr. José G. Rodríguez Q.

Dra. Ana T. Herrera R.

Bárbula, Junio 2017



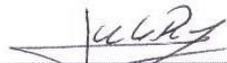
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD EXPERIMENTAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

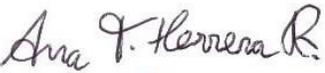


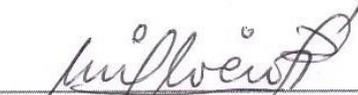
ACTA

Mediante la presente se deja constancia que el (la) **Br. María de los Angeles Montoya**, Cédula de Identidad N° 17.904.573, presentó ante el Jurado aprobado por el Consejo de Departamento de Biología de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACYT) de la Universidad de Carabobo, su Trabajo Especial de Grado (T.E.G.), titulado: **“Composición y Variabilidad espacial de los ensamblajes ictioplanctónicos asociados a tres islas del Parque Nacional San Esteban, Venezuela”**, en concordancia con los artículos 16, 17, 18 y 19 de las Normas de Interés Estudiantil. El jurado evaluador consideró que, luego de haber aprobado dicho trabajo el (la) bachiller cumple con los méritos académicos necesarios para obtener el Título de Licenciado en Biología.

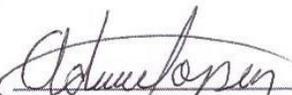
En Valencia, a los 13 días del mes de Junio del año 2017.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. José G. Rodríguez  
Tutor

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ana Herrera  
Tutora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Mario Palacios  
Jurado Principal



  
\_\_\_\_\_  
Prof. Adriana López  
Jurado Principal

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA -----	7
AGRADECIMIENTOS -----	8
RESUMEN -----	9
1. INTRODUCCIÓN -----	10
2. OBJETIVOS -----	24
I. Objetivo General -----	24
II. Objetivos Específicos -----	24
3. MÉTODOS -----	24
I. Área de Estudio -----	24
II. Metodología de campo -----	26
III. Trampas de Luz -----	27
IV. Mallas de arrastre -----	28
V. Análisis de Laboratorio -----	29
VI. Análisis de Datos -----	30
4. RESULTADOS -----	32
5. DISCUSIÓN -----	43
6. CONCLUSIONES -----	53
7. ANEXOS -----	54
8. BIBLIOGRAFÍA -----	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Temperatura (°C) y salinidad (ppm) promedio correspondientes a cada localidad de muestreo - -----	32
Tabla II. Lista de especies de estadios de vida temprana de peces del Parque Nacional San Esteban ---- -----	33
Tabla III. Análisis PERMANOVA correspondientes al volumen sedimentado y peso húmedo del plancton con ambos métodos de muestreo -----	35
Tabla IV. Análisis PERMANOVA correspondientes a ambos estadios capturado con ambos métodos de muestreo -----	37
Tabla V. Análisis PERMANOVA del total de individuos capturados -----	41
Tabla VI. Listado de las familias más abundantes capturadas, de acuerdo a lo reportado en diferentes trabajos realizados a lo largos de las costas venezolanas y del Caribe -----	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida general de un pez -----	11
Figura 2. Imagenes satelitales de las principales islas del Parque Nacional San Esteban, y la posición relativa del parque en Venezuela -----	25
Figura 3. Imagenes satelitales de las islas Alcatraz e isla Larga. Cada punto rojo indica los puntos en donde se colocaron las trampas de luz -----	26
Figura 4. Esquema de las trampas de luz diseñadas, con sus respectivas partes -----	28
Figura 5. Volumen sedimentado y el peso húmedo de cada localidad muestreada con mallas de arrastre y trampa de luz, con barras de desviación estándar -----	34
Figura 6. Promedio de huevos capturados en las diferentes localidades de estudio, con su respectiva desviación estándar -----	36
Figura 7. Abundancia relativa de los grupos de estadios capturados en cada localidad -----	37
Figura 8. Diversidad y equidad (Shannon-Weber) calculadas para las diferentes localidades de muestreo -----	38
Figura 9. Abundancia relativa de individuos capturados por familia dentro del área de estudio -----	39
Figura 10. Análisis PCO correspondiente a la totalidad del ensamblaje ictioplanctónico muestreado ---- -----	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

I.	Imágenes de ejemplares de las familias capturadas dentro del área de estudio -----	54
II.	Métodos de captura y localidades correspondientes a los grupos taxonómicos muestreados ----- -----	64
III.	Análisis <i>Pair – Wise</i> correspondiente a las diferencias reflejadas en el volumen sedimentado del plancton capturado con mallas de arrastre -----	65
IV.	Estadios larvales generales de un pez -----	65
V.	Análisis <i>Pair – Wise</i> correspondientes al estadio 1 capturado con mallas de arrastre -----	66
VI.	Análisis <i>Pair – Wise</i> correspondientes al estadio 2 capturado con mallas de arrastre -----	67
VII.	Análisis <i>Pair – Wise</i> correspondiente a los individuos que conforman al ensamblaje ictioplanctónico capturados con mallas de arrastre -----	68
VIII.	Análisis <i>Pair – Wise</i> correspondiente a los individuos que conforman al ensamblaje ictioplanctónico capturados con trampas de luz -----	69
IX.	Análisis SIMPER correspondientes a las familias más abundantes capturadas con mallas en todas las localidades muestreadas -----	70
X.	Análisis SIMPER correspondientes a las familias más abundantes capturadas con trampas en todas las localidades muestreadas -----	76

## DEDICATORIA

Para Diego, cuyo animal favorito son los peces.

Mamá, Papá, Martha... Lo logramos!

Abuela Adela, abuelo Paulino, abuelo Secundino, Jenia, sé que me están viendo. Esto es para ustedes también.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, quién nos dio fuerza a mí y a mi familia para alcanzar esta meta.

A mi familia; mamá, papá, Martha y Diego, quienes me enseñaron diferentes versiones de fortaleza, valentía y perseverancia, pero sobretodo, quienes me han brindado las mayores de las alegrías de mi vida.

A mis amigos de hace tantos años; María Valentina, Carlos, Negro. Gracias por apoyarme no sólo en lo que respecta a la universidad, sino en tantas cosas más.

Igualmente a Valeria, Claudia y Leonardo, quienes fueron mis mayores apoyos en los años más difíciles de esta carrera y con quienes compartí innumerables horas de estudio en las cuales no estudiábamos. A ustedes muchachos, ya tengo el orgullo de poder llamarlos colegas.

Al Dr. José Gregorio Rodríguez, la Dra. Carmen Rodríguez y la Dra. Ana Herrera; quienes han ido más allá de la labor de educadores, algo que no muchos hacen, y por lo cual les estaré eternamente agradecida. He sido muy afortunada al tenerlos como mentores.

Al Sr. William Pérez. Excelente compañero de tesis, quién estuvo dispuesto a hacer el trabajo duro, siempre con una excelente actitud y sin pedir nada a cambio.

Hay muchas otras personas que pusieron su granito de arena y formaron el camino que me trajo hoy aquí. Les agradezco a todos, hayan ayudado mucho o poco, a los que fueron y a los que serán.

## RESUMEN

Los arrecifes coralinos son estructuras construidas principalmente por la actividad biológica llevada a cabo por los arrecifes de coral. Allí se desenvuelven gran cantidad de organismos, siendo los más conspicuos los peces. Estos utilizan el entorno arrecifal de maneras que permiten procurar una alta supervivencia de sus huevos y larvas que eclosionan de ellos, y que en conjunto conforman un componente del zooplancton marino llamado ictioplancton. En el presente estudio se analizó la composición y variabilidad espacial de los ensamblajes ictioplanctónicos asociados a tres islas del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. Para ello, se llevaron a cabo tres salidas de campo durante los meses de noviembre del 2014 y enero y marzo del 2015, en las cuales se tomaron muestras de zooplancton con la ayuda de mallas de arrastre y trampas de luz en las islas Santo Domingo, isla Larga y en el ambiente lagunar y arrecifal de la isla Alcatraz. Dichos muestreos se realizaron lo más cerca de la luna nueva posible, lo cual aumenta la efectividad de las trampas de luz utilizadas. Al totalizar lo obtenido con ambos métodos de captura se obtuvo un total de 25 familias y 31 especies. La laguna de Alcatraz presentó una menor abundancia de huevos, sin embargo, fue este ambiente en conjunto con el arrecife de Alcatraz los que presentaron el mayor porcentaje de huevos inactivos. Los atributos comunitarios de las islas evaluadas reflejan que la mayor diversidad larval se encuentra en ambos ambientes de la isla Alcatraz, mientras que la mayor equidad se encuentra en la laguna del mismo. Es posible apreciar que, dentro de los meses estudiados, es marzo el que contrasta de los otros dos, siendo esta diferenciación temporal, más relevante que la espacial, independientemente de la técnica de muestreo utilizada. El análisis de lo obtenido en las diferentes muestras, refleja que las especies que más contribuyen a la diferenciación espacio – temporal son Sciaenidae, Clupeidae, Carangidae y Labrisomidae. Se concluye que el factor más importante de los evaluados es el temporal, siendo marzo el mes que presentó la mayor abundancia de individuos a lo largo de las localidades de muestreo. De igual forma se confirma que los sistemas lagunares son ampliamente utilizados por los estadios tempranos de peces como ambientes de guardería, teniendo una alta diversidad no sólo en ellos sino también en los arrecifes que los rodean.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los arrecifes coralinos son estructuras construidas principalmente por la actividad biológica, mayormente aquella llevada a cabo por los corales. Este ambiente es capaz de albergar una gran diversidad de grupos, los cuales se relacionan de forma compleja, dando lugar a una amplia red de interacciones, dentro de la cual los peces resultan ser el grupo más diverso y conspicuo de todos (Nybakken, 2001).

En estos hábitats, los peces no sólo se benefician de una gran variedad de recursos alimenticios (principalmente constituidos por invertebrados bentónicos y macroalgas) (Bellwood y Wainwright, 2002), sino también de una gran heterogeneidad ambiental (sustratos de coral, arena, algas, intersticios, zonas de diversas profundidades, entre otras) (Nybakken, 2001), lo que da lugar a numerosas zonas de refugio contra depredadores (Beck, 1998).

La alta diversidad de peces presente en los arrecifes coralinos puede responder a varios factores. Uno de ellos son los procesos inter-específicos que ocurren dentro de estos ambientes, tales como la especialización trófica, la cual controla la abundancia de ciertas especies a través de competencia y depredación, y contribuye en el flujo energético del ecosistema (Medina *et al.*, 2004). Por otra parte, factores abióticos como las tormentas, vientos y eventos de surgencia también afectan la diversidad y distribución de los peces dentro del arrecife coralino (Guzmán, 1988). No obstante, la manera en la cual los peces utilicen estos ecosistemas dependerá no sólo del comportamiento propio de cada especie, sino también de la etapa en la que se encuentre el individuo dentro de su ciclo de vida.

De forma general, el ciclo de vida de los peces arrecifales puede ser dividido en las siguientes etapas: embriones o huevos, larvas, juveniles y adultos (Fuiman, 2002) (Figura 1). La distribución y abundancia de los peces en los arrecifes de coral están fuertemente influenciada por la dispersión de la fase planctónica de los estadios tempranos de vida, puesto que durante la etapa adulta tienden a asociarse de forma más estrecha con el arrecife en el cual se encuentren establecidos (Fisher *et al.* 2000; Fuiman, 2002).

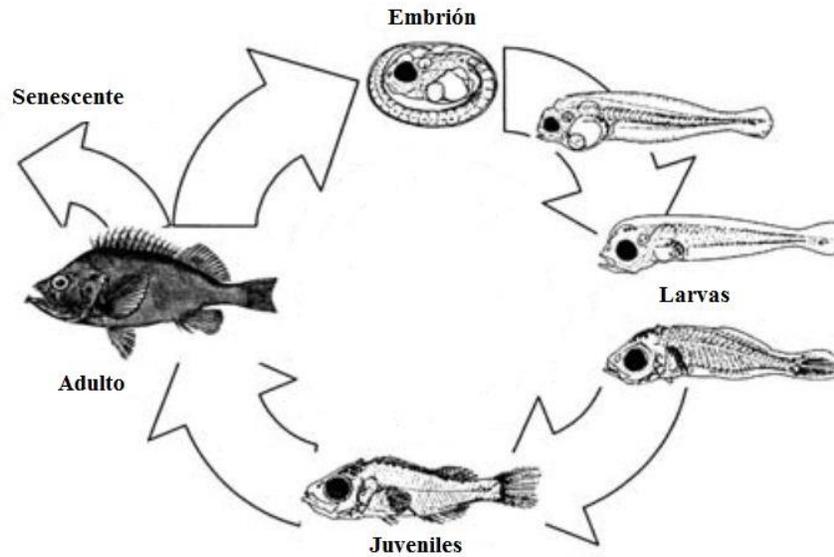


Figura 1. Ciclo de vida general de un pez. Modificado de Fuiman y Werner, 2002.

Los peces asociados a las comunidades arrecifales pueden usar el ambiente de múltiples formas, dependiendo principalmente de sus hábitos tróficos. A grandes rasgos, Cervigón y Alcalá (1997) hacen mención de algunos grupos tales como: herbívoros de hábitos diurnos, los cuales realizan cortos desplazamientos dentro del arrecife (caso de los Pomacentridae de los géneros *Stegastes* y *Microspathodon*), especies carnívoras de hábitos nocturnos que se resguardan entre las formaciones coralinas durante el día, y salen a zonas más abiertas durante el crepúsculo o la noche para alimentarse (familias Muraenidae, algunos Serranidae, Lutjanidae y Holocentridae), peces planctófagos de hábitos diurnos (Pomacentridos del género *Chromis*) o nocturnos (Apongonidos del género *Apogon*), los cuales se agregan y alimentan en las proximidades del arrecife y se refugian en el mismo arrecife y peces de diversos hábitos tróficos y comportamientos que se relacionan con el arrecife de forma permanente (familias Blenniidae, Labrisomidae, Gobiidae y Chaenopsidae) u ocasional, caso de algunos Carangidae (como *Trachinotus goodei*) o barracudas (*Sphyraena barracuda*)

La variedad de formas en las cuales los peces usan el entorno arrecifal da lugar a numerosas estrategias de reproducción, las cuales tienden a estar asociadas principalmente al desarrollo favorable de los huevos y larvas (Bunn, *et al.*, 2000). De esta forma, es posible observar diferentes tipos de desove (pelágicos o demersales) (Leis y McCormick, 2002) y variaciones en los patrones de dispersión (horizontal, vertical, temporal) lo cual dependerá tanto de factores biológicos específicos, así como

también de factores físicos asociados al área de desove, disponibilidad de alimento o nivel de depredación (Cowen, 2002).

Todos los individuos durante la etapa larval de su ciclo vital, son desplazados en cierta medida de forma pasiva a través de la columna de agua, conformando una parte importante del zooplancton, más precisamente del meroplancton o plancton no permanente (Anónimo, 2010). Los huevos y larvas de peces arrecifales forman parte del ictioplancton, y una vez que alcanzan un nivel de desarrollo en el cual poseen características que los ubica dentro la etapa juvenil del ciclo de vida, abandonan el ambiente pelágico y se incorporan en las poblaciones demersales asociadas a las comunidades coralinas (Houde, 2002).

Algunas especies de peces realizan todo su ciclo de vida en las proximidades del arrecife, mientras que las larvas de la mayoría de los grupos de peces arrecifales se alejan del mismo a aguas más abiertas, de forma tal que los estadios tempranos de vida se desarrollan fuera del sistema arrecifal (Leis, 1991a). Una de las principales explicaciones que se han desarrollado con respecto a este último comportamiento es la generada por Johannes (1978), en la cual se establece que esta conducta puede ser debida a una fuerte presión por depredación a las larvas en las proximidades del arrecife, lo que podría haber ocasionado un cambio evolutivo en su comportamiento. También es posible que simplemente, aquellas que permanecen cerca del arrecife sean depredadas, dejando únicamente las que se encuentran en las zonas externas del mismo (Leis, 1991a).

La distribución pelágica de los huevos y larvas de peces también puede ser explicada a través de la hipótesis propuesta por Bourret *et al.* (1979). En la misma, se señala que un estadio pelágico podría ser un mecanismo ahorrador de energía, ya que estar a la deriva demandaría menos energía que nadar en los arrecifes, los cuales suelen estar influenciados por las mareas. También existe una posible explicación, basada en simulaciones realizadas por computadora, la cual mantiene que un hábito pelágico garantiza un mayor éxito en la localización del alimento, en zonas donde el mismo se encuentra distribuido en parches (Doherty y Sale, 1985). Cabe destacar que ninguno de los supuestos antes mencionados posee estudios amplios que las demuestren, por lo que hay que ser cautelosos en el momento de utilizarlas para explicar ciertos comportamientos o patrones.

Uno de los principales factores que influyen en la distribución del ictioplancton dentro o alrededor del arrecife es cuan desarrolladas se encuentran las larvas al momento de la eclosión, lo cual depende del tipo de desove y de las características físicas de los huevos de la especie.

Las especies con desoves pelágicos suelen liberar huevos con un alto nivel de flotabilidad en la columna de agua, y dependen de su transparencia y dispersión para evitar depredadores, tales como los huevos de la familia Clupeidae. Por otra parte, los huevos demersales son fijados al sustrato o tienen características que le permiten hundirse en la columna de agua. De esta manera, los individuos evitan la depredación de los huevos demersales haciendo que estos caigan en intersticios, uniéndolos a la vegetación, o colocándolos en un nido, como ocurre con algunos miembros de las familias Pomacentridae y Labrisomidae (Zaniolo *et al.*, 2004; Cervigón y Ramírez, 2012), en donde pueden ser abandonados o recibir cierto nivel de cuidado parental (Fuiman, 2002). Los huevos demersales tienden a ser de mayor tamaño que los pelágicos, lo que da lugar a una larva bien desarrollada al momento de la eclosión (Fuiman, 2002). Esto pudiera resultar ventajoso para las larvas eclosionadas de este tipo de huevos, ya que son potencialmente capaces de evitar depredadores y asentarse lo más rápido posible.

Uno de los factores que se cree influye en el grado de flotabilidad del huevo es el saco vitelino, siendo ésta una de sus estructuras más resaltantes (Richards, 2005). Dicho saco consiste en una masa adosada al embrión, y se encarga de proveer nutrientes y oxígeno al mismo, incluso días después de haber eclosionado, hasta que el individuo ha desarrollado completamente aquellas estructuras que le permitan una alimentación exógena (Gilbert, 2005). Si bien en la mayoría de los huevos de peces, el saco vitelino es homogéneo, algunos presentan segmentaciones, las cuales junto al tamaño y color se utilizan para la clasificación del huevo (Miller y Kendall, 2009). Estas clasificaciones permiten observar las variaciones que presentan diferentes grupos taxonómicos en la distribución de los huevos y larvas dentro de la columna de agua.

Una vez finalizados los estadios larvales, los individuos sobrevivientes ingresan como nuevos juveniles al arrecife. El proceso en el cual los individuos abandonan el hábitat pelágico de su periodo de vida larval, e ingresan a aquel hábitat que mantendrán durante el resto de su vida adulta es denominado como reclutamiento (Levin, 1996) y los individuos que logran alcanzar esta etapa suelen ser llamados competentes o reclutas (Leis y McCormick, 2002). El éxito que pueda poseer un individuo competente para reclutar, es limitado por factores como disponibilidad de alimentos, abundancia de depredadores, fuerza de las corrientes y presencia de hábitats libres para el establecimiento de los juveniles (Miller y Kendall, 2009). En sistemas limitados por el reclutamiento, el estudio de dicho proceso resulta de gran importancia en la evaluación de las dinámicas y demografías poblacionales (Doherty, 1991)

Anteriormente, las variaciones espaciales y temporales de las abundancias tanto de huevos como de larvas observadas de un mismo grupo taxonómico eran explicadas como simples movimientos entre poblaciones locales (Miller y Kendall, 2009). Tomando esto en cuenta, diferentes hipótesis han sido desarrolladas para tratar de dilucidar mejor este fenómeno, siendo las más contundentes aquellas que se encuentran basadas en las altas tasas de mortalidad de los estadios de vida tempranos de los peces.

En primer lugar se encuentra la hipótesis del periodo crítico larvario (Hjort, 1914), la cual indica que las fluctuaciones en el número de individuos de una población son determinadas en la etapa de vida larval, siendo esta la etapa más crítica de la historia de vida de un pez. La importancia a nivel de supervivencia de este periodo, es debida a la necesidad de la larva de localizar fuentes de alimentos exógenas, tan pronto sus habilidades físicas (tales como aletas, pigmentación en los ojos y desarrollo del aparato digestivo) y sensoriales lo permitan, ya que de lo contrario, una vez que el vitelo es consumido completamente, la larva podría sufrir de inanición, alcanzando un momento crítico denominado punto de no retorno.

Una de las hipótesis derivadas del trabajo de Hjort, es la establecida por Cushing (1975) llamada *Match/Mismatch* (Emparejamiento/no emparejamiento). En esta hipótesis se establece que el éxito reproductivo de una cohorte depende de la sincronización entre el momento de la producción de larvas y el pico de abundancia de alimento de las mismas. Esta teoría aplicaría mayormente para zonas templadas, en las cuales la reproducción ocurre de forma discontinua (Miller y Kendall, 2009).

Igualmente se encuentra la hipótesis de estabilidad oceánica (Lasker, 1975), en la cual se sostiene que no sólo es necesaria una sincronización temporal, sino también espacial, lo cual permitiría satisfacer las necesidades fisiológicas de las larvas y así aumentar sus tasas de supervivencia. Lasker (1975) razonó que fenómenos que perturben la estabilidad de la columna de agua tales como eventos de surgencias o tormentas, serán más importantes que incluso la magnitud de la producción primaria del sistema. No obstante, a pesar de que la sincronización espacio-temporal es un factor importante a ser considerado en la supervivencia de los estadios larvales y por ende en la variabilidad del reclutamiento, existen otros factores determinantes en estos procesos (Methot, 1983).

Dentro de dichos factores, se encuentran los mecanismos de retención estudiados por Sinclair (1988) formulando la hipótesis del “vagabundo errante”. Ésta indica que las larvas de una población discreta poseen adaptaciones físicas y de comportamiento, las cuales favorecen que dichas larvas permanezcan dentro de la zona en la cual fueron desovadas. Esto garantizaría la retención en el

sistema, tanto de huevos como de larvas con sacos vitelinos, hasta que las mismas adquieran las habilidades necesarias para reclutar dentro de una población. Son denominados entonces como “vagabundos”, aquellos individuos que no son capaces de reclutar y completar su ciclo de vida.

Finalmente, dos hipótesis muy relacionadas entre ellas son las conocidas como *Bigger is better* (Más grande es mejor, Miller *et al.*, 1988) y *Faster is better* (más rápido es mejor, Houde, 1987), relacionada con las tallas y duración de los estadios, respectivamente. La primera hipótesis explica que teóricamente, resultaría ventajoso para las larvas dentro de un mismo estadio, poseer el mayor tamaño posible, ya que esto facilitaría la búsqueda de alimento y evasión de depredadores. Houde (1987) modificó esta idea, argumentando que no sólo es necesario poseer un gran tamaño sino también un avance rápido a través de las primeras etapas de desarrollo larval, ya que se reduce el tiempo de exposición a depredadores. Sin embargo, esto pudiera ser poco beneficioso ya que un mayor tamaño vuelve a las larvas más conspicuas a los depredadores (Litvak y Leggett, 1992).

Tomando en cuenta las hipótesis mencionadas anteriormente, numerosas investigaciones realizadas han evidenciado que el reclutamiento puede ser controlado en los estadios más tempranos (huevos y larvas) a través de factores ambientales y denso-independientes (Houde, 2002), pero al mismo tiempo una regulación denso-dependiente durante los períodos de las larvas tardías y juveniles pueden ser decisivas en la determinación del número de reclutas por cohorte, involucrando una interacción entre la densidad local de larvas de estadios tardíos competentes al asentamiento y la disponibilidad de ambientes bentónicos habitables (Armsworth, 2002; Hixon y Webster, 2002; Houde, 2002).

El estudio y estimación de las tasas de reclutamiento de los diferentes grupos taxonómicos presentes en los arrecifes resulta de gran utilidad, ya que este se emplea como una medida indirecta del asentamiento. El asentamiento no es más que el proceso de transición del estadio larval (pelágico) al juvenil (demersal), lo que involucra una interacción entre la densidad larval competente y la cantidad de ambientes bentónicos disponibles para que estas se establezcan (Hixon y Webster, 2002).

La duración del estadio pelágico de las larvas va a depender mucho del tiempo que le tome a cada grupo taxonómico alcanzar un estado de desarrollo adecuado para el asentamiento. Sin embargo, todas estas retornaran al arrecife tan pronto detecten señales bióticas y medioambientales que indiquen que un hábitat apropiado se encuentra disponible (Leis y McCormick, 2002). La mayoría de las larvas de los peces que habitan en las proximidades del arrecife, sufren cambios al momento del asentamiento, lo

que se conoce como metamorfosis. Estos cambios incluyen modificaciones en el color, adquisición de escamas y cambios de comportamiento, lo cual les permite ser más aptos en su nuevo ambiente bentónico (Victor, 1991).

El término asentamiento es a veces utilizado como sinónimo de metamorfosis, si bien ambos representan cambios distintos, donde el primero es un cambio de hábitat, mientras que el segundo es un cambio físico en la larva (Fuiman, 2002). Se ha observado en algunos casos que ciertos grupos taxonómicos tienen la capacidad de alargar su estadio pelágico, (retrasando la metamorfosis y el asentamiento) en caso de no conseguir un hábitat adecuado (McCormick, 1999).

Una vez que una larva ha desarrollado habilidades, tales como capacidad natatoria y desarrollo completo de la visión, necesarias para ocupar un ambiente bentónico y asentarse, esta puede hacerlo en el primer ambiente que consiga. Sin embargo, si el individuo detecta señales bióticas (como presencia de depredadores o competencia por el territorio) o abióticas (señales químicas o batimétricas) que indiquen que el hábitat no es adecuado, la misma puede retirarse y buscar uno más favorable (Booth y Wellington, 1998; Miller y Kendall, 2009).

Dos de los principales factores que ocasionan rechazo de un hábitat por parte de las larvas son la presencia de depredadores y de peces residentes con comportamientos agresivos. Estos peces con comportamientos agresivos suelen ser peces territorialistas (como los miembros de la familia Pomacentridae), los cuales ahuyentan a los reclutas que estén tratando de asentarse en las zonas que estos habitan. Este comportamiento es capaz de afectar el asentamiento tanto como la presencia de depredadores. La mayoría de los depredadores y peces agresivos no se encuentran activos durante la noche, lo cual explicaría que el proceso de asentamiento suela darse mayormente en horas nocturnas (Leis y McCormick, 2002).

El estudio de la composición, así como de la formación o disrupción de ensamblajes larvarios en un espacio y periodo determinado, permite analizar las interacciones de los estadios de vida tempranos de los peces arrecifales con el ambiente. Las características propias de los estadios de vida temprana de los peces y cómo influyen en el desempeño de las larvas dentro del entorno en el cual se desenvuelven, determinarán los patrones de abundancia y distribución tanto espacial (horizontal y vertical) como temporal del ictioplancton.

La dinámica de cada población influye sobre las variaciones espacio-temporales de las abundancias y de la composición de las especies presentes en los ensamblajes ictioplanctónicos. Estas

dinámicas poblacionales se encuentran regidas por factores tanto físicos como biológicos. Los factores físicos más relevantes abarcan la temperatura, turbulencia, corrientes, mareas y salinidad, mientras que los factores biológicos abarcan la diversidad y calidad de alimento, y abundancia de depredadores.

La distribución espacial y temporal de los ensamblajes ictioplanctónicos tienden a ser explicados en función de parámetros reproductivos propios de cada especie en estos ambientes, tales como estacionalidad reproductiva y fecundidad, y de los factores abióticos presentes en cada zona (Cowen, 2002). Adicionalmente, la distribución temporal estará íntimamente ligada con los hábitos reproductivos de cada especie, los cuales pueden ser mensuales, semestrales, anuales, e inclusive variar con las mareas o ciclos lunares (Miller y Kendall, 2009).

Es posible observar en la comunidad de peces arrecifales, ciertas especies que poseen hábitos de reproducción continua, siendo el caso de algunos integrantes de las familias Engraulidae, Labridae y Gobiidae (Caselles y Acero, 1996; Carreón, 1997; Pérez y Parra, 2002), lo que se comprueba observando todos los estadios de desarrollo gonadal a lo largo de todas las temporadas del año, así como también su dominancia espacial y temporal en el ictioplancton (Sponaugle *et al.*, 2003, Álvarez-Cadenas *et al.*, 2007). Sin embargo, en estas mismas comunidades también se pueden encontrar peces de reproducción estacional, presentando temporadas específicas de reproducción, siendo tal el caso de los peces de las familias Sparidae y Serranidae (Pajuelo y Lorenzo, 2002; Aburto-Oropeza y Danemann, 2008).

Al mismo tiempo, se ha observado que, a pesar de que parte de la distribución del ictioplancton puede ser explicada con los sitios de desove de los adultos y transporte pasivo de los huevos y larvas, esta también puede ser producto del comportamiento activo de las larvas y su interacción con el ambiente (Leis, 1991a). En primer lugar, la alimentación de estos organismos juega un papel importante en su distribución y abundancia. Investigaciones realizadas mediante análisis de contenidos estomacales de individuos capturados en mallas e individuos vivos, han demostrado que la búsqueda activa de alimento por parte de las larvas ocurre principalmente en horas diurnas. Igualmente se ha observado que casi todos los grupos taxonómicos que han sido estudiados se alimentan preferencialmente de organismos del zooplancton, específicamente de copépodos. Sin embargo se ha evidenciado un cambio en la especialización de la dieta conforme avanzan los cambios ontogenéticos de cada especie (Randall, 1961; Schmitt, 1986).

Estudios realizados *in situ* y con individuos criados en laboratorio, han permitido observar que las larvas de peces presentan un comportamiento que puede ser catalogado como social a lo largo de su desarrollo, agrupándose miembros de las mismas especies en pequeños cardúmenes (McFarland y Kotchian, 1982; Leis y Carson-Ewart, 1998).

Igualmente se ha demostrado que algunos individuos de ciertas especies, en el momento de la metamorfosis, si bien no reaccionan ante la presencia de otros individuos menos desarrollados, son capaces de manifestar una conducta agresiva, ahuyentando a otras larvas que se encuentren en la misma fase de desarrollo, lo que podría indicar una reacción temprana de defensa del territorio de asentamiento (Colin, 1975). Estas observaciones en cuanto al comportamiento de las larvas de los peces muestran una elevada complejidad conductual, a pesar de encontrarse en las primeras etapas de desarrollo, sin embargo, son necesarios más estudios que permitan comprender mejor este tipo de comportamiento, y como estos afectan la dinámica poblacional.

En cuanto a la distribución horizontal, Leis (1978) describió tres zonaciones relacionadas a la distancia a la costa (costera, nerítica y oceánica) y posteriormente describió una cuarta zona, denominada laguna arrecifal (Leis, 1986), dentro de las cuales se encontraron diferencias en cuanto a la composición taxonómica, lo que indica que la distribución larval no es solo pasiva sino que depende del comportamiento de las larvas. La formación y mantenimiento del ensamblaje larvario dentro de alguna de estas zonas dependerá de la interacción que tenga el adulto con el ambiente, y sus hábitos reproductivos temporales. Se han realizado mayormente trabajos de distribución a gran escala (>50 km), derivados de estudios a especies de importancia pesquera (Moser *et al.*, 1974; Richards, 1984). Estos han resultado útiles al demostrar las grandes distancias a la cuales los peces de arrecife son capaces de distribuirse cuando se encuentran en su estadio pelágico (Leis, 1991a).

Estos estadios pelágicos pueden presentar un gran nivel de variabilidad en cuanto a la duración de los mismos, conforme sea la especie con la que se esté tratando. Es posible observar, que especies del género *Conger* pueden presentar entre 170 hasta 250 días desde la eclosión de la larva hasta el inicio de su estadio juvenil (Correia *et al.*, 2003), mientras que estas mismas etapas pueden abarcar entre 6 hasta 25 días en algunos miembros de la familia Acanthuridae (Bergenius *et al.*, 2002). Sin embargo, el intervalo de tiempo promedio para el desarrollo de etapas larvarias es de 200 días (Houde, 2002).

Factores relacionados con el desarrollo de los huevos, tales como flotabilidad, tiempo de incubación, y momento y lugar de eclosión también determinan la distribución horizontal de las larvas. De igual forma, la flotabilidad que posean las larvas al momento de la eclosión, su habilidad natatoria, preferencia por un tipo de hábitat específico y distribución del alimento determinarán la formación y mantenimiento del ensamblaje larvario. La depredación, cambios ontogenéticos, metamorfosis y ausencia de alimentos son elementos que influyen la ruptura del ensamblaje larvario en alguna de las zonaciones previamente mencionadas (Cowen, 2002).

Los patrones verticales de distribución de las larvas se ven igualmente influenciados por diferentes componentes. En primer lugar, se ha observado que las larvas poseen una mayor distribución vertical en horas diurnas que nocturnas, ubicándose en profundidades que van de 15 a 60 metros (Leis, 1991b). Las diferencias que cada taxa presente en cuanto a requerimientos lumínicos para la localización de presas, lo cual se encuentra relacionado con el desarrollo del sistema sensorial, y nivel de especificidad de la dieta, influirán en la distribución de las larvas dentro de la columna de agua. De igual forma, las habilidades natatorias de las larvas las ubicarán a diferentes profundidades dentro de la columna de agua, siendo más energéticamente factible para larvas con bajas capacidades natatorias, ubicarse en profundidades mayores, en las cuales existe una menor influencia de las corrientes marinas (Irisson *et al*, 2010).

Diferentes componentes físicos de cada zona de desove, como condiciones meteorológicas y oceanográficas (vientos, corrientes, mareas, etc.) determinarán la distribución espacial y temporal de los ensamblajes ictioplanctónicos (Esteve *et al*, 2009). En primer lugar, el viento y las turbulencias generadas por éste, pueden tener una influencia inicial en la distribución de las larvas, consiguiéndose en algunas especies que sus desoves coinciden con periodos de máximas corrientes generadas por el viento, lo que asegura una máxima dispersión. La presencia de viento también afecta la disponibilidad de alimento vía surgencias o micro turbulencias, pudiendo tener efectos positivos o negativos sobre los ensamblajes larvarios (Sundby, 1997).

Las mareas, al igual que el viento, son capaces de generar corrientes que pueden favorecer la abundancia de alimento para las larvas. Las inundaciones ocasionadas por las mismas, adicionalmente pueden servir como mecanismos de asentamiento para los peces en etapas juveniles, especialmente en hábitats a los cuales sólo se pueda acceder mediante esta vía. Los movimientos de las mareas también actúan para muchas especies como señales medioambientales, indicando el momento óptimo de reproducción y asentamiento (Kingsford y Suthers, 1996).

El estudio de los ensamblajes ictioplanctónicos resulta relevante debido a que los mismos forman parte importante de las cadenas tróficas existentes dentro de los arrecifes de coral, siendo eslabones intermedios entre los productores primarios y organismos consumidores de plancton (Nybakken, 2001). El conocer las variaciones de abundancia del ictioplancton permite relacionar las fluctuaciones en el fitoplancton y por lo tanto, es posible realizar predicciones en el comportamiento de la dinámica trófica del ambiente que se estudia (Auth y Brodeur, 2013).

Igualmente, el conocer la distribución de los ensamblajes ictioplanctónicos, permite realizar proyecciones acerca del tamaño de la población adulta y posibles estructuras etarias (Esteve *et al.*, 2009). Dichas proyecciones pueden ser una herramienta para futuros planes de manejo de especies de importancia pesquera, así como para el realce de la importancia de conservación de las áreas en las que se desarrollan estos grupos.

Debido a que el ictioplancton es susceptible a ambientes impactados, es posible utilizar a estas comunidades como bio-indicadores de la calidad del agua del área de estudio (Marcolin *et al.*, 2010). Esto resulta particularmente relevante en áreas que puedan verse afectadas por la actividad antrópica, bien sea por actividades turísticas o industriales (Sale, 2002; Anónimo, 2010).

La composición del ensamblaje ictioplanctónico ha sido estudiada en numerosos trabajos a nivel nacional e internacional. En los trabajos realizados en sistemas arrecifales del Caribe, se puede observar que las familias dominantes son Clupeidae, Engraulidae, Gobiidae y Atherinidae (Vásquez-Yeomans *et al.*, 1998; Sponaugle *et al.*, 2003, Lindquist y Shaw, 2005; Álvarez-Cadena *et al.*, 2007). Este ensamblaje ictioplanctónico se corresponde en parte con los adultos que se desenvuelven en estos ecosistemas, sin embargo, también han sido capturadas larvas de peces de la familia Scombridae, cuyos adultos se desenvuelven mayormente en aguas abiertas, lo que supone la intrusión de aguas oceánicas a sistemas costeros (Álvarez-Cadenas *et al.*, 2007). Algunos trabajos, como el realizado por Sponaugle y Cowen (1997) se enfocan en especies específicas asociadas al Caribe (en este caso *Stegastes partitus* y *Acanthurus bahianus*) con el fin de determinar los roles de los procesos físicos y biológicos involucrados en el reclutamiento.

En los ambientes arrecifales igualmente del Caribe, se ha identificado una alta riqueza de larvas de peces que puede asociarse a la alta heterogeneidad ambiental que estos sistemas presentan (Vásquez-Yeomans *et al.*, 1998; Dominici-Arosemena *et al.*, 2000). A su vez, se ha observado que si los arrecifes se encuentran próximos a otros ambientes (manglares o praderas de fanerógamas), la

diversidad aumenta, ya que aumenta la cantidad de ambientes disponibles (Sanvicente – Añorve *et al.*, 2003; Herrera-Reveles y Marin, 2009).

Algunos de estos estudios indican de igual forma que las variaciones espacio-temporales encontradas en la distribución de especies dentro de los sistemas arrecifales podrían ser explicadas basándose en diferencias de las estrategias reproductivas de cada especie (Quintal-Lizama y Vásquez-Yeomans, 2001; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2002; Ramírez – Mella y García – Saís, 2003). Por otra parte, existen hipótesis que indican que la profundidad o fases lunares pueden ser factores que expliquen variaciones en cuanto a diversidad y abundancia de larvas, sin embargo esto aún no ha sido evidenciado en sistemas arrecifales (Sponaugle *et al.*, 2003).

Finalmente, existe evidencia de relación entre variaciones de los ensamblajes ictioplanctónicos y actividades antrópicas, por lo cual en algunas áreas ha sido implementado el uso de los estudios larvales para la creación o mantenimiento de áreas marinas protegidas y evaluación de la calidad del agua (D’Croz *et al.*, 1999; Páramo *et al.*, 2009).

En Venezuela, la mayoría de los estudios de los estadios tempranos de peces se han enfocado en la caracterización y las variaciones espacio-temporales del ensamblaje ictioplanctónico. Hasta ahora, los trabajos realizados en la costa del país, tanto en la zona occidental como en la oriental reflejan una dominancia en la abundancia por parte de las familias Engraulidae, Gobiidae, Clupeidae y Scianidae (González, 1997; 1999; Villalba, 2002; Cedeño, 2008; Narváez, 2010).

Los estudios realizados al momento indican que en diferentes áreas del nor-oriental del país se reflejan picos de abundancia de huevos y larvas de peces en meses distintos (González, 1997; 1999; Allen-Peña, 2005; Allen-Peña *et al.*, 2009; Esteve *et al.* 2009). Esta variación espacio-temporal ha sido explicada principalmente por los diferentes ciclos de desove propios de especies de reproducción estacional, y a factores físicos regionales que influyen a nivel local en las diferentes zonas de estudio, donde los eventos de surgencia de esta área del país favorecen la diversidad y abundancia de individuos en los ensamblajes ictioplanctónicos estableciéndose ciertos patrones en la región con ciertas variaciones entre localidad (Allen-Peña, 2005; Allen-Peña *et al.*, 2009).

En cuanto a la costa central del país, se encuentra el trabajo realizado por Luckhurst y Powles (1986) en Punta Morón, al oeste de Puerto Cabello (Anónimo, 2010); una única evaluación realizada durante el periodo de un año. Para este, se utilizaron mallas de plancton las cuales fueron arrastradas de forma paralela a la costa en muestreos tanto diurnos como nocturnos. La familia dominante en el

sistema fue Engraulidae (89%), seguida de Clupeidae y Gobiidae, las cuales en conjunto conformaron un 95,9% de la muestra total capturada. Igualmente se reportan bajas densidades larvales en los meses de octubre y noviembre, existiendo un pico de abundancia en diciembre, lo que puede deberse a la estacionalidad reproductiva de las especies del ambiente evaluado.

En este mismo informe, se muestrearon una gran diversidad de organismos con el fin de realizar un monitoreo biológico de las aguas de lastre y sedimentos generados por buques. En cuanto al ictioplancton, se colectaron un total de 12 familias, siendo la mejor representada Clupeidae, seguida de Bleniidae y Gobiidae. Las dos referencias previamente mencionadas permiten observar como las familias dominantes en el sistema se mantienen en el tiempo.

El método de muestreo más comúnmente utilizado en el país son las mallas de arrastre, las cuales pueden llegar a presentar una abertura de boca de entre 30 y 60 cm y 460  $\mu\text{m}$  de apertura de poro (González, 1997; 1999; Esteve *et al.* 2001; Allen-Peña, 2005; Henríquez, 2007). Sin embargo, trabajos más recientes en la costa oriental del país presentan una novedosa metodología de muestreo, la cual consiste en utilizar trampas de luz como técnica de captura (Herrera-Reveles *et al.*, 2009; Herrera-Reveles y Marín, 2009; Martínez, 2011; Brito, 2013). Cada metodología (mallas de arrastre y trampas de luz) es capaz de capturar individuos en diferentes estadios larvales, por lo que ambas pueden ser empleadas como formas complementarias de muestreo de una misma comunidad para estudios de ensamblajes larvarios (Herrera-Reveles *et al.*, 2009).

Si bien no se han realizado trabajos relativos al ensamblaje ictioplanctónico en el Parque Nacional San Esteban, existen trabajos en los cuales se han llevado a cabo caracterizaciones de las comunidades ícticas y coralinas de la zona. En estos trabajos se registró un nivel de afectación intermedia en los arrecifes coralinos del parque (Rodríguez-Quintal *et al.*, 2011), lo cual se puede deber tanto a perturbaciones puntuales del tipo antropogénico, como al alto nivel de turismo y actividades pesqueras de la zona, habiéndose observado inclusive un aumento de la mortalidad parcial de las comunidades de *Acropora palmata* en los años 2009-2010 (Martínez y Rodríguez-Quintal, 2012).

La zona insular del Parque Nacional San Esteban consta principalmente de tres islas (Alcatraz, Santo Domingo e Isla Larga). En el trabajo realizado por Guevara (2014) se pudo observar que las comunidades coralinas tanto de Alcatraz como de Isla Larga fueron similares, presentando Santo Domingo una diversidad menor que las anteriores, lo cual puede deberse a los factores físicos tales como el oleaje a los cuales se encuentra sometida esta isla en particular.

En cuanto a evaluaciones de la comunidad de peces arrecifales adultos de San Esteban, se ha estimado que el parque presenta una alta riqueza íctica con relación a otros ambientes coralinos costeros del país, donde las variaciones espaciales de las abundancias de las especies dentro de la zona se encuentran posiblemente relacionadas con la disponibilidad del recurso alimenticio y complejidad topográfica de los arrecifes (Rodríguez-Quintal *et al.*, 2011).

Al estudiar las comunidades ícticas de los sistemas arrecifales de Alcatraz e Isla Larga, se observó que la familia Pomacentridae es la más abundante en ambas localidades, en término de número de individuos. Particularmente en Isla Larga, luego de la familia Pomacentridae, dominó la familia Haemulidae, mientras que en Alcatraz lo hicieron las familias Scaridae y Acanthuridae (Rodríguez-Quintal *et al.*, 2011). Siendo esto así, se esperaría que de igual forma, estos fueran los grupos más abundantes en la comunidad ictioplanctónica.

Un trabajo realizado por Rodríguez-Quintal (2012) en el cual se caracterizó la comunidad de peces crípticos de Parque Nacional San Esteban, reportó una alta influencia de las características del arrecife sobre los niveles de riqueza y diversidad íctica observados en él. Todas estas investigaciones, si bien no incluyen al componente ictioplanctónico, aportan información importante respecto a los arrecifes presentes en las zonas de estudio y los peces que los habitan, lo cual puede afectar directamente al ensamblaje larvario presente en la zona.

En lo que al componente zooplanctónico se refiere, se encuentra el trabajo realizado por Palacios (2005), el cual fue realizado alrededor del área insular del Parque Nacional San Esteban. En dicho trabajo se reporta que el ictioplancton es un componente minoritario dentro del zooplancton ( $< 0,1\%$ ). El autor menciona que los resultados pueden deberse al arte de recolección de muestra utilizado (red de plancton de  $118\mu\text{m}$  de poro y 30cm de diámetro de boca), deja clara la necesidad de realizar investigaciones centradas específicamente en este componente.

Se aprecia entonces un vacío de información en cuanto a los estudios ictioplanctónicos en la región Centro Occidental del país, lo que incluye al Parque Nacional San Esteban, por lo que se plantea iniciar estas evaluaciones con el presente trabajo, empleando métodos de muestreo novedosos como lo son el empleo de trampas de luz. La utilización de este nuevo método de muestreo permitirá la captura de larvas en estadios más tardíos de desarrollo, lo cual aporta un estudio más completo del ensamblaje larvario.

Igualmente se pretende generar el primer aporte formal a los estudios ictioplanctónicos realizados en la zona marino-insular del Parque Nacional San Esteban, y sentar las bases a futuros trabajos como: estimaciones de zonas de cría de peces de importancia pesquera, evaluación de la calidad de agua del área o ser una herramienta para estudios de conservación. Esto no solo será una contribución a las áreas mencionadas anteriormente, sino que estudios continuos de la zona permitirían determinar la ampliación de las áreas marinas protegidas de la zona central del país con el fin de resguardar áreas de desove y cría de los grupos de peces que allí se desarrollan.

## **2. OBJETIVOS**

### **I. Objetivo General**

Evaluar variaciones espaciales de los ensamblajes ictioplanctónicos asociados a tres islas (Isla Larga, Alcatraz y Santo Domingo) que forman parte del Parque Nacional San Esteban.

### **II. Objetivos Específicos**

- Estimar biomasa húmeda y volumen total del ictioplancton y del zooplancton acompañante capturado en las estaciones muestreadas.
- Evaluar la composición y abundancia de los organismos que conforman los ensamblajes ictioplanctónicos de las diferentes áreas de muestreo.
- Comparar la composición de los ensamblajes ictioplanctónicos en las diferentes localidades de muestreo.

## **3. MÉTODOS**

### **I. Área de Estudio**

El presente estudio se realizó en el Parque Nacional San Esteban, el cual se encuentra ubicado en la región centro norte de la Cordillera de la Costa, entre los estados Carabobo y Aragua (Morón y Ardito, 2010). En el mismo se presenta una gran variedad de ecosistemas, dentro de los cuales se incluye una zona marino-costera en el Mar Caribe en la que se pueden observar lagunas, playas e islas

con arrecifes coralinos, entre las que se encuentran las islas Alcatraz, Santo Domingo e Isla Larga (ParksWatch, 2004), en las que se llevó a cabo este estudio (Figura 2).

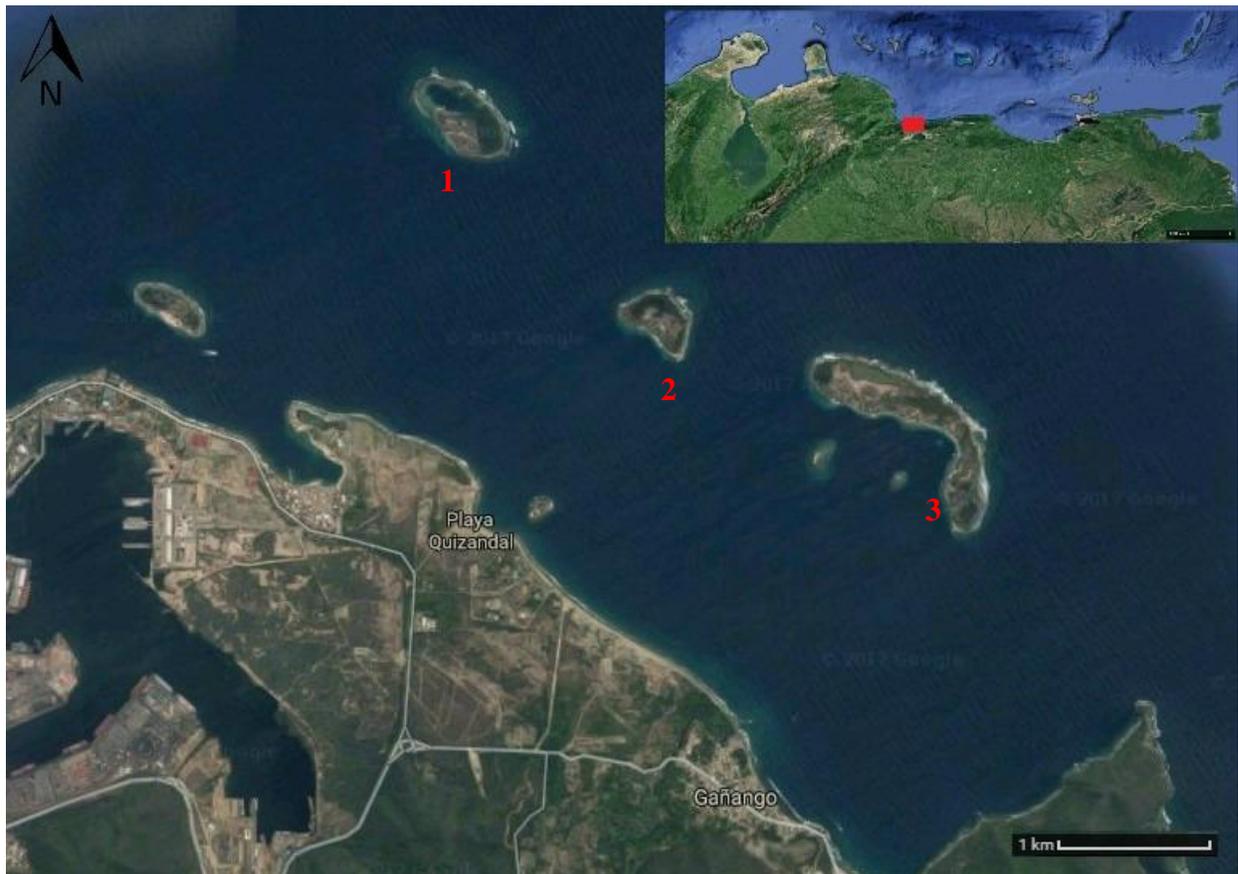


Fig. 2 Imágenes satelitales de las principales islas del Parque Nacional San Esteban (1. Isla Alcatraz, 2. Isla Santo Domingo, 3. Isla Larga) (escala: 1Km), y la posición relativa del parque en Venezuela. Fuente: Google Earth

La precipitación y la temperatura promedio anual varían dependiendo de la zona del parque, siendo 1800 mm/año y 8°C respectivamente en las zonas más altas y lluviosas (a aproximadamente 1830 m.s.n.m.), y 700 mm/año y 28°C aproximadamente, en las zonas marino-costeras del parque.

Este parque fue creado según lo promulgado en la Gaceta Oficial N° 33.645, decreto N° 1.430 del 14 de Enero de 1987, bajo la consideración de que la zona delimitada en el mismo “posee recursos biológicos, escénicos y recreativos que requieren de la protección del Estado” (República de Venezuela, 1987).

## II. Metodología de Campo

Se realizaron tres salidas de campo con intervalos de separación bimensuales, empezando en noviembre 2014 (mes de transición a sequía) y continuando en Enero 2015 y Marzo 2015 (meses de sequía), donde por medio del uso de trampas de luz y mallas de zooplancton fueron evaluadas la composición y abundancia de los ensamblajes ictioplanctónicos en los sistemas arrecifales de todas las islas mencionadas anteriormente, así como también dentro de la laguna interna de la isla Alcatraz. Dichos muestreos se llevaron a cabo lo más cerca posible a la luna nueva de cada mes, fase lunar en la cual aumenta la eficiencia de las trampas de luz a utilizar (Hernández y Shaw, 2003).

Durante estas salidas se colocaron 3 trampas de luz a aproximadamente 3m de profundidad y 7m del arrecife en tres áreas diferentes de las islas Alcatraz e isla Larga (Figura 3), lo que da un total de 9 trampas. Estas se aseguraron al sustrato con la ayuda de anclas de cemento y se procuró que las mismas permanecieran en posición vertical atando boyas a su parte superior, permaneciendo en el área por un periodo aproximado de 12 horas (aproximadamente de 6pm a 6am).

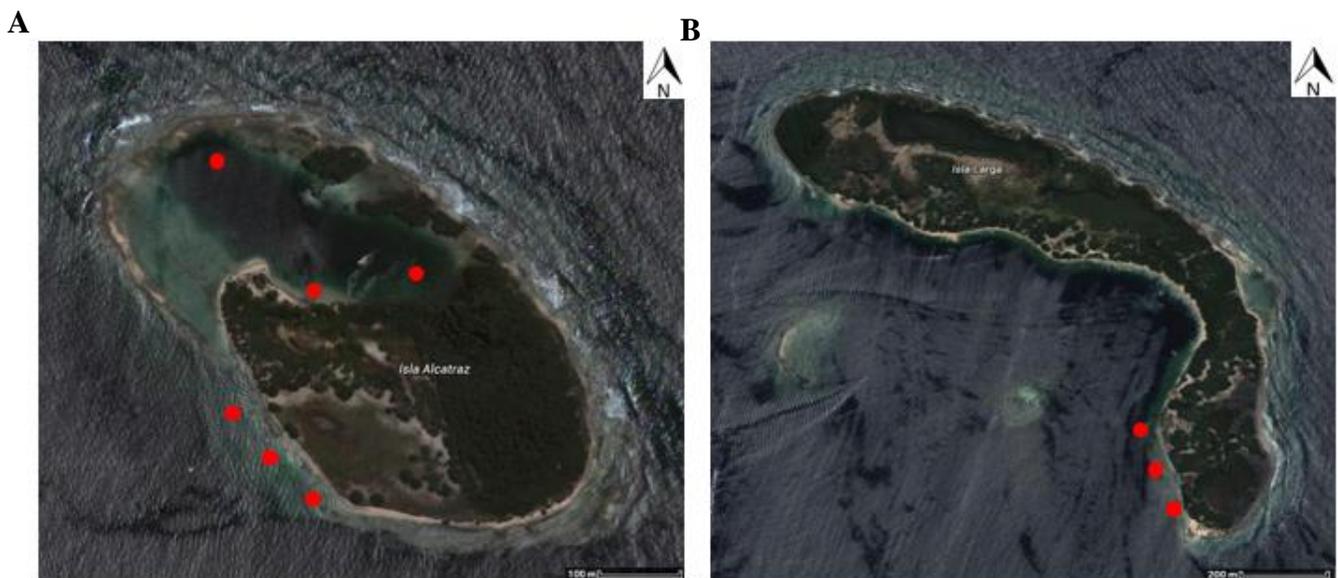


Fig. 3 Imágenes satelitales de las islas Alcatraz (A, escala: 100m) e isla Larga (B, escala: 200m). Cada punto rojo indica los puntos en donde se colocaron las trampas de luz (En isla Santo Domingo no se colocaron trampas de luz, por lo que no se coloca mapa del mismo). Fuente: Google Earth

Igualmente se realizaron 3 calados oblicuos con malla en cada área en la cual se colocaron las trampas, y adicionalmente 3 calados en la zona arrecifal de la isla Santo Domingo, siendo entonces 12 muestras de mallas, lo cual sumado con las muestras obtenidas por las trampas, da un total de 21 muestras colectadas por salida.

En cada localidad se midió temperatura y salinidad superficial; con un termómetro de 2°C de precisión y un refractómetro, respectivamente. Esto se realizó con el fin de poder relacionar estos parámetros con posibles variaciones a observar entre los meses de muestreo. Estas mediciones se realizaron en la superficie de la columna de agua, en las áreas en las que se colocaron las trampas de luz.

### **III. Trampas de Luz**

La trampa de luz es uno de los métodos de muestreo de ictioplancton más utilizados actualmente en sistemas arrecifales, debido a la facilidad que presenta el instalarlas en áreas someras o estructuralmente complejas (Riley y Holt, 1993; Lindquist y Shaw, 2005). Se ha estimado que el radio de captura de una trampa de luz es de aproximadamente 7-50 metros, y dependiendo de las corrientes, filtra el equivalente de hasta 40.000 m<sup>3</sup> de agua por hora (Leis y McCormick, 2002).

Las trampas de luz presentan cierta selectividad en cuanto al estadio larval que captura, atrayendo únicamente a organismos fotopositivos, es decir que se sientan atraídos a la fuente de luz y que además presenten ciertas habilidades natatorias (Lindquist y Shaw, 2005). De esta forma, el uso de esta metodología permite capturar estadios pelágicos avanzados (larvas en flexión y post-flexión) que no podrían ser evaluados mediante el empleo de otros métodos convencionales, como mallas de arrastre. Algunas de las familias más capturadas con este método de muestreo son Engraulidae, Belonidae, Synodontidae, Gerreidae y Clupeidae, tal y como lo refleja Martínez (2011).

Entre las limitaciones de las trampas de luz se encuentra el desconocimiento de factores propios de la columna de agua tales como la velocidad de la corriente o la turbidez, lo cual influye sobre el índice de captura de las mismas (Leis y McCormick, 2002). Igualmente la depredación que puedan sufrir las larvas dentro de las trampas es otro factor no evaluado. No obstante, dichas restricciones no son impedimento para el uso de trampas de luz en estudios espaciales y temporales de los ensamblajes ictioplanctónicos, puesto que se tienden a emplear como métodos complementarios a otros, que aumentan el espectro de captura en la evaluación.

Debido a que los costos de fabricación de las trampas utilizadas de forma convencional son elevados, se planteó tomar el modelo realizado por Riley y Holt (1993) y elaborar estructuras similares con algunas modificaciones, empleando materiales menos costosos y más accesibles.

Las trampas de luz planteadas en este trabajo consisten en un botellón plástico de agua de 18 litros al cual se le realizaron 4 aberturas de 9,5 cm de diámetro: 3 equidistantes en la zona lateral del mismo y uno en la parte inferior que será la parte superior al ser colocada en el campo (nótese que el botellón se utilizó al revés de la forma en la que normalmente se presenta) (Figura 4). En las aberturas laterales se insertaron conos plásticos a los cuales se les colocó una malla de 0,6mm de abertura en la zona de menor diámetro y sirvieron como nasa; mientras que en la abertura superior se ubicó un frasco conteniendo linternas a prueba de agua, lo que posee la función de atraer al ictioplancton hacia las trampas. En la boca del botellón se colocó el dispositivo en el cual quedaron las muestras colectadas al extraer la trampa de la columna de agua, el cual consiste en un recipiente con tapas de rosca a ambos lados (una de las cuales estaba fija en el centro de la zona inferior de la botella), y una malla de 0,2mm de diámetro a uno de los costados, por donde percoló el agua al momento de llevar la trampa a la superficie, impidiendo el escape de los organismos (Figura 4).

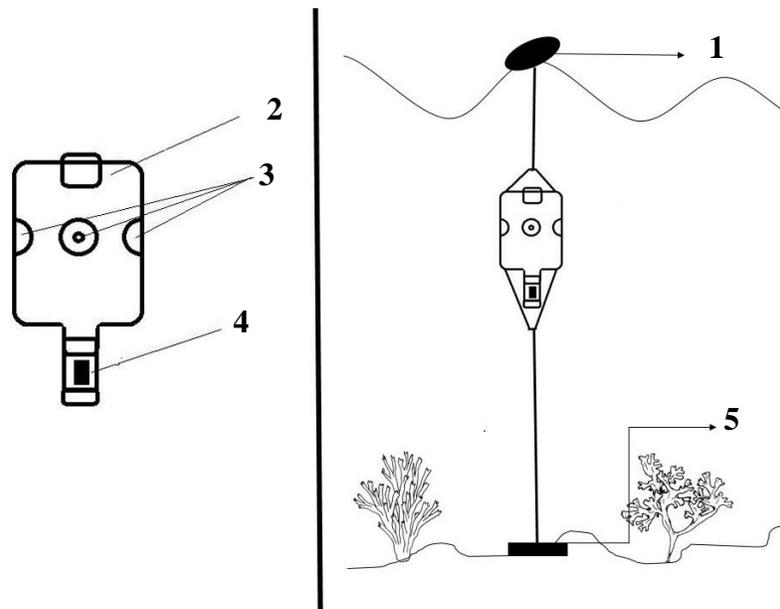


Fig. 4 Esquema de las trampas de luz diseñadas para este estudio: 1. Boya, 2. Contenedor de linternas, 3. Aberturas laterales con conos, 4. Dispositivo de colecta, 5. Ancla

#### IV. Mallas de Arrastre

Se empleó una malla de plancton tipo estándar, con una abertura de poro de 500µm y una boca de 45cm de diámetro. Esta se colocó en la popa del bote y se arrastró por un período de 8 minutos en la zona barlovento de las islas muestreadas. Los primeros 4 minutos de este arrastre fueron lo más

cercano posible al fondo y posteriormente, durante los últimos 4 minutos, se subió la malla a los estratos más superficiales; realizando un calado oblicuo y garantizando de esta forma que el muestreo cubriera todo el estrato vertical de la columna de agua (Márquez *et al.*, 2006). Se mantuvo una velocidad de arrastre entre 1- 2 nudos, lo cual minimizó la evasión de las larvas hacia la malla (Spounagle *et al.*, 2003). Una vez que el tiempo de arrastre culminó, la malla se elevó y se extrajeron todos los organismos capturados. Los individuos obtenidos con ambas metodologías, se fijaron con una solución de formol al 10% con agua de mar neutralizada con bórax, y fueron trasladados al laboratorio.

## **V. Análisis de Laboratorio**

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron trasvasadas a una solución de formol al 3% neutralizado con bórax buscando preservar todas las estructuras y caracteres taxonómicos de los individuos (Richards, 2005), para así posteriormente proceder con la identificación de los mismos.

Con el fin de calcular el volumen de todo el material zooplanctónico asociado al ictioplancton, se colocó cada muestra en un cilindro graduado y se dejó sedimentar por un periodo de 24 horas. Transcurrido el tiempo, se realizó la lectura del volumen del material sedimentado en cada cilindro y este valor fue tomado como el volumen de la muestra.

En el caso de la determinación del peso húmedo del zooplancton, se colocó cada muestra sobre un papel de filtro, con el fin de remover toda el agua intersticial que se pudiera encontrar entre los organismos, y luego se pesaron en una balanza modelo Ohaus Pioneer de 0,0001 g de precisión. Se realizaron estas mediciones tomando en cuenta el ictioplacion y su zooplancton acompañante ya que esta es la manera estándar que se utiliza en este tipo de estudios, lo que permite que se puedan realizar comparaciones entre este y otros trabajos más adelante.

La determinación de la composición de los ensamblajes ictioplanctónicos se realizó por medio del análisis de la totalidad de la muestra. En la misma se realizó la separación de las larvas y huevos de peces. La identificación de los distintos grupos taxonómicos, se realizó hasta el nivel más específico posible (familia, género y/o especie) utilizando las claves de: Moser *et al* (1984); Bunn *et al* (2000); Richards (2005); Fahay (2007) y Vásquez *et al* (2010). En el caso de los huevos, además de ser contabilizados, se clasificaron como: activos o inactivos, siguiendo los criterios de Bunn *et al* (2000) y Vásquez *et al* (2010).

Es posible encontrar en la bibliografía numerosas clasificaciones taxonómicas para cada una de las familias de peces arrecifales, las cuales varían de acuerdo a los criterios que se utilicen para diferenciar cada etapa de desarrollo larvario. En este trabajo se utilizó la clasificación presentada por Fuiman y Werner (2002) y las descripciones realizadas por Richards (2005).

## VI. Análisis de Datos

Se realizó un listado de especies del ictioplancton colectado durante el periodo de estudio y en el área muestreada considerando todos los individuos capturados con las mallas de plancton y las trampas de luz.

En el caso de las trampas, los análisis de abundancia y composición se realizaron empleando el número de individuos capturados por cada trampa (ind/trampa), mientras que en el caso de las mallas, los análisis se realizaron empleando la densidad de individuos para cada malla (ind/m<sup>3</sup>). El cálculo del volumen de agua filtrado por cada malla, necesario para determinar la densidad de individuos, se realizó a través de la siguiente expresión:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \cdot v$$

Para la cual:

- $\pi = 3,1416$  (constante).
- $r$  = radio de boca de malla utilizada (m<sup>2</sup>)
- $t$  = tiempo de calado (s)
- $v$  = velocidad de arrastre (m/s).

Las diferentes comparaciones de abundancia fueron llevadas a cabo a través de análisis de varianza. Para ello, se ejecutó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk y la prueba de homocedasticidad de Barlett. Debido a los resultados que arrojaron estas pruebas, se decidió realizar un análisis de varianza no paramétrico (Kruskall – Wallis), para determinar variaciones espaciales de composición de los ensamblajes ictioplanctónicos. Los análisis de comparaciones múltiples *a posteriori* fueron realizados a través de pruebas no paramétricas, seleccionándose para ello la prueba de Dunn – Bonferroni (Dinno, 2015)

La diversidad y equidad de Shannon – Wiener fueron los atributos comunitarios que se evaluaron en los ensamblajes ictioplanctónicos. Para ello, con el fin de calcular la diversidad, se relacionó el

número de especies totales por localidad de acuerdo con el número total de individuos presentes en esa misma localidad, obteniendo el índice de biodiversidad de Margalef. La equidad de Shannon – Wiener opera bajo el supuesto de que todas las especies están presentes en la localidad, e indica que tan uniformemente distribuidas se encuentran las mismas dentro de la localidad (Villarreal *et al.*, 2004).

En lo que respecta al análisis de datos multivariados, en primer lugar se realizó una matriz de similitud de Bray - Curtis a partir de la matriz original de las densidades de individuos (ind/m<sup>3</sup>) en el caso de mallas o individuos/trampa en el caso de las trampas de luz. En base a las matrices de similitud se realizó un análisis de coordenadas principales (PCO) con la finalidad de explorar posibles patrones espacio-temporales del ictioplancton, y observar cuales son las familias que más influyen sobre los mismos. Previamente los datos fueron transformados con la raíz cuarta para darle peso al ensamblaje completo de todos los grupos registrados y no sólo a los grupos dominantes (Clarke y Green, 1998).

Seguidamente, para evaluar diferencias espacio-temporales, se utilizaron análisis de varianza multivariada con base en permutaciones (PERMANOVA) para someter a prueba la hipótesis nula de que no existen diferencias en los ensamblajes ictioplanctónicos entre localidades, meses o su interacción (Anderson y Robinson, 2003; Anderson *et al.*, 2008). Los PERMANOVA se realizaron bajo un diseño de dos factores fijos (localidades y meses) y posteriormente a aquellos PERMANOVA donde hubo diferencia significativa al menos en uno de los factores evaluados, se realizó una prueba de comparaciones pareadas múltiples *Pair-wise test* para así detectar diferencias entre pares de grupos (Anderson *et al.* 2008).

La estrategia del PERMANOVA consiste en aplicar un ANOVA tradicional en el cual se fracciona la matriz de distancia y se generan valores *p* a través de permutaciones (Anderson y Robinson, 2003). El PERMANOVA es un test no paramétrico con resultados efectivos, sin embargo, cuando se emplea más de un factor como en este estudio, el PERMANOVA puede ser considerada como una prueba paramétrica debido a que este ensambla el modelo aditivo lineal a la matriz de distancia. Al mismo tiempo, el PERMANOVA retiene muchas de sus propiedades de prueba no-paramétrica en función de no debilitarse en supuestos y flexibilidad, por lo cual es considerada una prueba de libre distribución. (Anderson y Robinson, 2003; Anderson *et al.* 2008).

En estos análisis, la probabilidad del estadístico F fue estimada bajo 9999 permutaciones, para establecer valores de significancia de la prueba  $p < 0,01$ . En aquellos procedimientos donde debido a un bajo número de muestras no fue posible obtener un alto número de permutaciones se procedió a

realizar el PERMANOVA bajo el test de Monte Carlo. Esta prueba es una alternativa para realizar inferencias a un nivel estadístico de al menos una significancia de 0,05 (Clarke y Green, 1988; Clarke y Gorley, 2006; Anderson y Robinson, 2003; Anderson *et al.* 2008).

Finalmente, con la intención de evaluar la contribución de las especies/taxa a la diferenciación o similitud entre grupos se realizó una prueba de porcentaje de similitud (SIMPER, *similarity percentages*) (Clarke y Warwick, 1994). Este análisis consiste en descomponer las disimilitudes Bray-Curtis promedio entre todos los pares de muestras, uno de cada grupo, en porcentajes de contribuciones de cada especie, y se genera una lista de la contribución de las especies en orden decreciente (Clarke y Gorley 2006).

Todos estos análisis fueron realizados utilizando el lenguaje de programación R i386 3.2.4, bajo RStudio versión 0.99.892 (librerías: Stats, vegan y dunn,test), y los paquetes estadísticos PAST, versión 3.12, PRIMER versión 6.1.16 y Permanova add versión 1.0.6.

#### 4. RESULTADOS

Los datos obtenidos a partir de la medición de los parámetros fisicoquímicos reflejados en la Tabla I, arrojan que tanto la temperatura (°C) como la salinidad (ppm) fueron constantes a lo largo de todas las localidades de muestreo, al menos durante los días de muestreo, siendo en promedio 26,5°C y 37ppm respectivamente.

Tabla I. Temperatura (°C) y salinidad (ppm) promedio correspondientes a cada localidad de muestreo

	Temperatura (°C)		Salinidad (ppm)	
	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar
<b>Laguna Alcatraz</b>	26,0	0	37,0	0,5773
<b>Arrecife Alcatraz</b>	26,0	0	37,0	0,5773
<b>Arrecife Santo Domingo</b>	27,0	0,5773	37,0	0,5773
<b>Arrecife Isla Larga</b>	27,0	0,5773	37,0	0,5773

En las localidades de estudio del Parque Nacional San Esteban, durante el período evaluado, se encontró que el ensamblaje ictioplanctónico presentó una mayor abundancia de los estadios de huevo que en fase larvaria (82,3 y 17,7% respectivamente). A su vez, del porcentaje de individuos reportado en esta última, se tiene que el 81,1% se encontraban en estadios de pre-flexión, 11,9% en estadios mas

avanzados (post-larvas y pre-juveniles), y el 6,9% aún presentaban el saco vitelino (pro-larvas). La identificación de los estadios larvales reveló la presencia de un total de 10 órdenes, 25 familias y 31 especies pertenecientes al grupo del ictioplancton (Tabla II), cuyas imágenes se encuentran reflejadas en el Anexo I. De igual forma, en el Anexo II se puede apreciar las localidades en las cuales los grupos fueron colectados y los métodos de captura dentro de los cuales aparecieron.

Tabla II. Lista de especies de estadios de vida temprana de peces del Parque Nacional San Esteban

<b>ORDEN ALBULIFORMES</b>	<b>ORDEN SCORPAENIFORMES</b>	<b>Familia Labrisomidae</b>
<b>Familia Albulidae</b>	<b>Familia Scorpaenidae</b>	<b>Familia Gobiidae</b>
<i>Albula vulpes</i>	<i>Scorpaena sp</i>	<i>Microgobius sp</i>
<b>ORDEN CLUPEIFORMES</b>	<b>ORDEN PERCIFORMES</b>	<b>Familia Mugilidae</b>
<b>Familia Clupeidae</b>	<b>Familia Apogonidae</b>	<i>Mugil sp</i>
<i>Jenkinsia sp</i>	<b>Familia Acanthuridae</b>	<b>Familia Pomacanthidae</b>
<b>Familia Engraulidae</b>	<i>Acanthurus sp</i>	<b>Familia Pomacentridae</b>
<i>Engraulis eurystole</i>	<b>Familia Sparidae</b>	<b>Familia Sciaenidae</b>
<i>Anchoa colonensis</i>	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	<b>Familia Sphyraenide</b>
<b>ORDEN OPHIDIIFORMES</b>	<b>Familia Carangidae</b>	<i>Sphyraena guachancho</i>
<b>Familia Ophidiidae</b>	<i>Caranx Hippos</i>	<b>ORDEN</b>
<i>Lepophidium aporrhox</i>	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	<b>PLEURONECTIFORMES</b>
<b>ORDEN ATHERINIFORMES</b>	<i>Selene vomer</i>	<b>Familia Achiridae</b>
<b>Familia Atherinidae</b>	<i>Seriola sp</i>	<i>Achirus lineatus</i>
<i>Atherinomorus stipes</i>	<i>Trachurus sp</i>	<b>Familia Paralichthyidae</b>
<b>ORDEN BELONIFORMES</b>	<b>Familia Tripterygiidae</b>	<i>Citharichthys macrops</i>
<b>Familia Exocoetidae</b>	<i>Enneanectes sp</i>	<i>Cyclopsetta fimbriata</i>
<b>ORDEN GOBIESOCIFORMES</b>	<b>Familia Gerreidae</b>	<b>ORDEN</b>
<b>Familia Gobiesocidae</b>	<b>Familia Labridae</b>	<b>TETRAODONTIFORMES</b>
	<i>Lachnolaimus maximus</i>	<b>Familia Tetraodontidae</b>

La Figura 5 muestra los valores correspondientes al peso húmedo y el volumen sedimentado de zooplancton de cada localidad en donde fueron realizados los muestreos. Los valores obtenidos de

estos parámetros para las mallas de arrastre (Figura 5, A y C), resultaron similares entre las localidades, oscilando el peso húmedo entre 3,820 y 57,20 g/1000 m<sup>3</sup>, mientras que el volumen sedimentado osciló entre 1,95 y 2,29 mL/1000m<sup>3</sup>. Cabe destacar que la única excepción a esto fue el factor mes para el volumen sedimentado de las mallas de arrastre, dentro de las cuales, a como se observa en la Tabla III, existe una diferencia significativa según el análisis PERMANOVA realizado. El posterior análisis *Pair-Wise* (Anexo III), indicó que el mes que resultó ser diferente fue marzo.

Por su parte, las Figuras 5 B y D reflejan los valores correspondientes al peso húmedo y el volumen sedimentado de cada localidad en donde fueron realizados muestreos con trampas de luz. Al igual que en lo reflejado con las mallas, se observa que las localidades no presentan diferencias entre ellas en lo que respecta a estas variables (Tabla III). El peso húmedo, se mantuvo entre valores de 1,2 y 49,5 g/trampa, mientras que el volumen sedimentado osciló entre 0,243 y 29,67 mL/trampa.

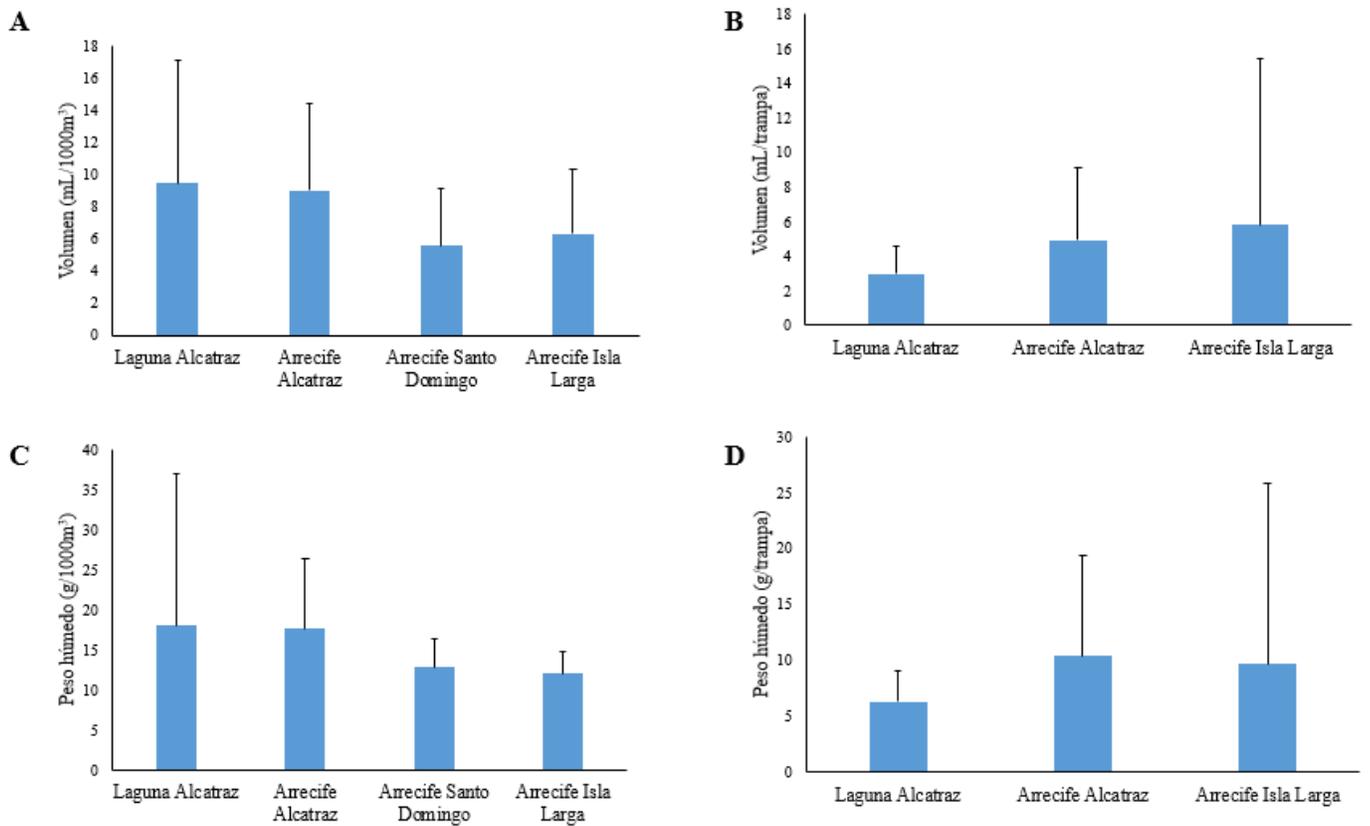


Figura 5. Volumen sedimentado y el peso húmedo de cada localidad muestreada con mallas de arrastre y trampa de luz, con barras de desviación estándar. **A.** Volumen sedimentado para mallas de arrastre **B.** Volumen sedimentado para trampas de luz **C.** Peso húmedo para mallas de arrastre **D.** Peso húmedo para trampas de luz

Tabla III. Análisis PERMANOVA correspondientes al volumen sedimentado y peso húmedo del plancton con ambos métodos de muestreo (gl: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, MC: cuadrado medio, F: estadístico de la prueba, *p*: valor de la probabilidad, %CV: porcentaje del coeficiente de variación, \*: valores de *p* que indican diferencias significativas)

Variable	Método captura	Fuente	gl	SC	MC	F	<i>p</i>	% CV
<b>Volumen sedimentado (mL/m3)</b>	Mallas	Mes	2	0,000539	0,00026932	20,381	*0,0001	57,95
		Localidad	3	0,000101	0,000033691	2,5496	0,0659	6,18
		Mes x Localidad	6	0,000070	0,000011714	0,88646	0,5439	0
		Residuales	24	0,000317	0,000013214			35,88
		Total	35	0,001027				
	Trampas	Mes	2	0,0014784	0,00073919	2,3697	0,108	12,31
		Localidad	2	0,00066689	0,00033344	1,0689	0,3874	0,62
		Mes x Localidad	4	0,0018748	0,00046869	1,5025	0,2353	13,5
		Residuales	16	0,004991	0,00031194			73,56
		Total	24	0,0084338				
<b>Peso Húmedo (g/m3)</b>	Mallas	Mes	2	0,000605	0,000303	3,043600	0,054500	14,29
		Localidad	3	0,000270	0,000090	0,906300	0,469600	0
		Mes x Localidad	6	0,000635	0,000106	1,064600	0,411200	1,81
		Residuales	24	0,002386	0,000099			83,9
		Total	35	0,003896				
	Trampas	Mes	2	0,0051362	0,0025681	2,8643	0,0794	15,39
		Localidad	2	0,0014259	0,00071294	0,79516	0,4823	0
		Mes x Localidad	4	0,006063	0,0015157	1,6905	0,178	17,04
		Residuales	16	0,014346	0,0008966			67,56
		Total	24	0,025619				

Con respecto a la densidad de huevos capturados en cada localidad de muestreo, se observa que la laguna Alcatraz presenta una menor abundancia en comparación con las otras tres localidades de muestreo ( $KW, \chi^2 > 21,01$ ;  $p < 0,05$ . Dunn,  $Z > 2,33$ ;  $p < 0,05$ ), mientras que el arrecife Santo Domingo presenta una menor cantidad de huevos que el arrecife Alcatraz ( $KW, \chi^2 = 21,01$ ;  $p < 0,05$ . Dunn,  $Z = 2,13$ ;  $p = 0,016$ ) (Figura 6). Del total de huevos capturados en cada localidad, aproximadamente el 5% fueron catalogados como inactivos, en la laguna y en el arrecife de Alcatraz (4,48% y 4,95% respectivamente), mientras que el arrecife Santo Domingo presentó un valor de 2,26% e Isla Larga reflejó el menor porcentaje de huevos inactivos de todas las localidades, con un 1,44%.

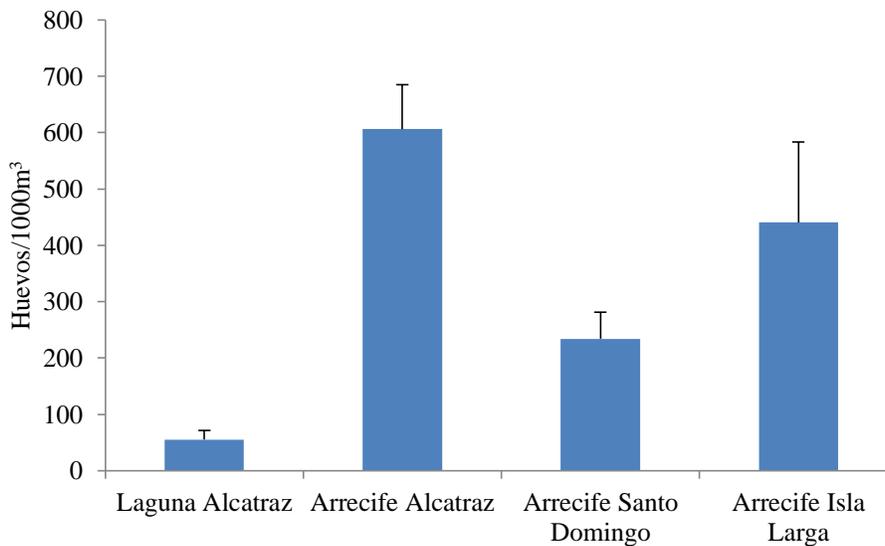


Figura 6. Promedio de huevos capturados en las diferentes localidades de estudio, con su respectiva desviación estándar

Al separar los estadios larvales en dos grupos (Estadio 1: pre-larvas, y larvas en pre-flexion y flexion; y Estadio 2: larvas en post-flexion y post-larvas) (Anexo III), y realizar un análisis espacial y temporal mediante un PERMANOVA, se observa que hay diferencias espaciales dependiendo de la temporalidad en el estadio 1 (Tabla IV). El análisis *a posteriori* (Anexo V) refleja que el mes de marzo es diferente con respecto a los otros dos meses, en las localidades Isla Larga y Santo Domingo (Figura 7).

Al evaluar el estadio 2, se observa que existen diferencias entre los niveles del factor mes (Tabla IV). El análisis *a posteriori* se realizó únicamente para el factor mes ya que el factor localidad y la interacción mes por localidad no resultaron significativas (Anexo VI). En este análisis se observa que, en el estadio 2, el mes que resultó ser significativamente diferente fue enero, a diferencia de lo observado en el estadio 1.

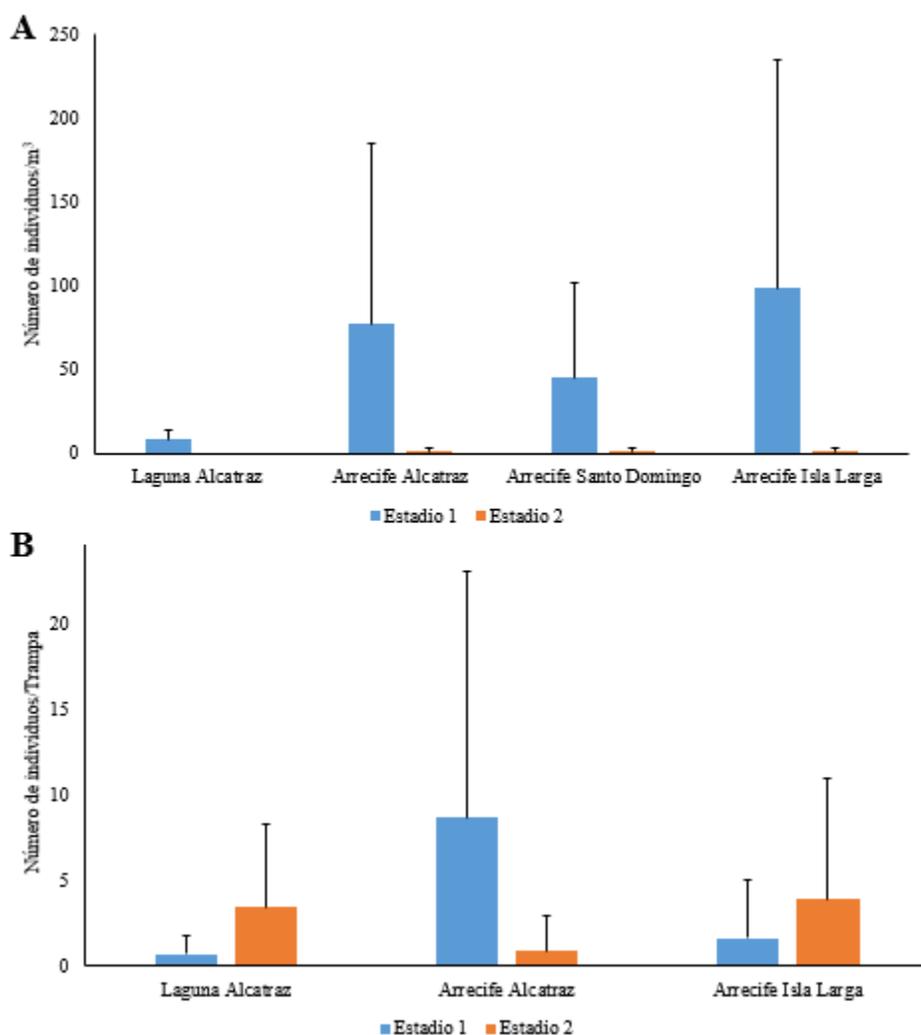


Figura 7. Abundancia relativa de los grupos de estadios capturados en cada localidad (A: mallas; B: trampas)

Tabla IV. Análisis PERMANOVA correspondientes a ambos estadios capturado con ambos métodos de muestreo (A: estadio 1, B: estadio 2) (gl: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, MC: media de cuadrados, p: valor del probabilidad, %CV: porcentaje del coeficiente de variación, \*: valores de  $p$  que indican diferencias significativas)

Estadio	Método captura	Fuente	gl	SC	MC	F	$p$	% CV
1	Mallas	Mes	2	1,5621E5	78106	49,921	0,0001*	49,48
		Localidad	3	41974	13991	8,9425	0,0005*	10,71
		Mes x Localidad	6	73597	12266	7,8399	0,0002*	27,67
		Residuales	24	37550	1564,6			12,14
		Total	35	3,0933E5				
	Trampas	Mes	2	79,045	39,523	0,54742	0,6007	0,00
		Localidad	2	394,66	197,33	2,7332	0,0851	17,14

		Mes x Localidad	4	314,03	78,508	1,0874	0,382	2,56
		Residuales	16	1155,2	72,198			80,30
		Total	24	1846,2				
<b>2</b>	Mallas	Mes	2	15,724	7,8622	3,5	0,0393*	17,24
		Localidad	3	6,7391	2,2464	1	0,4168	0,00
		Mes x Localidad	6	6,7391	1,1232	0,5	0,8163	0,00
		Residuales	24	53,913	2,2464			82,76
		Total	35	83,115				
	Trampas	Mes	2	353,78	176,89	2,0906	0,1101	9,41
		Localidad	2	453,85	226,93	2,6819	0,0617	14,62
		Mes x Localidad	4	409,01	102,25	1,2085	0,329	5,38
		Residuales	16	1353,8	84,615			70,59
		Total	24	2450,8				

En cuanto a los atributos comunitarios del ensamblaje ictioplanctónico, se observa que la mayor diversidad se encuentra en Alcatraz (tanto en la laguna como el arrecife), mientras que los menores valores son reportados para el arrecife de Isla Larga (Figura 8 A y C). En el caso de la equidad, el mayor valor se encontró en la laguna Alcatraz, mientras que el menor valor se registró en el arrecife Isla Larga (Figura 8 B y D).

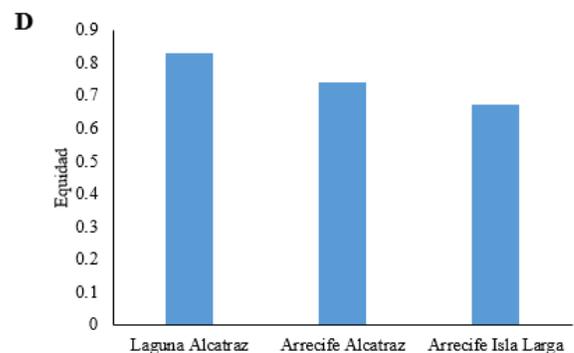
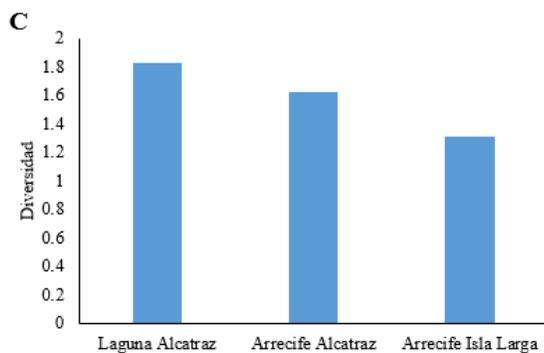
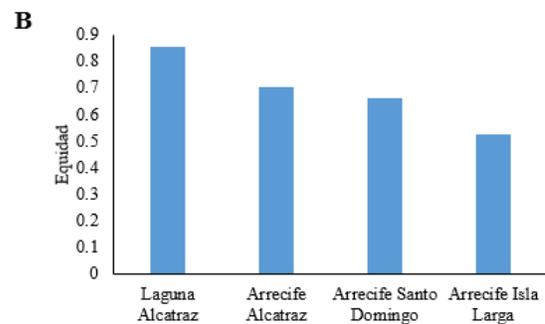
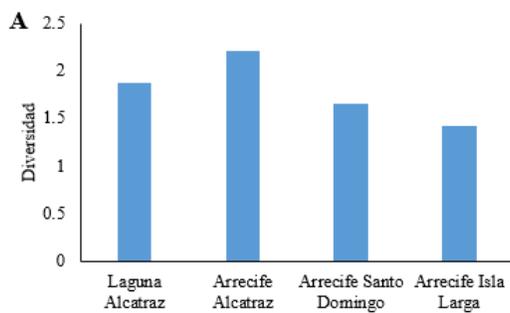


Figura 8. Diversidad y equidad (Shannon-Weber) calculadas para las diferentes localidades de muestreo. (A-B Mallas, C-D Trampas)

La Figura 9 muestra que la familia con mayor representación de individuos dentro de todas las áreas de muestreo fue Clupeidae, seguidas de Sciaenidae y Labrisomidae, seguidas en menor número por Labridae, Engraulidae y Sphyraenidae. El 15% restante de los individuos capturados, corresponden a un total de 19 familias, las cuales pueden ser observadas en la Tabla I.

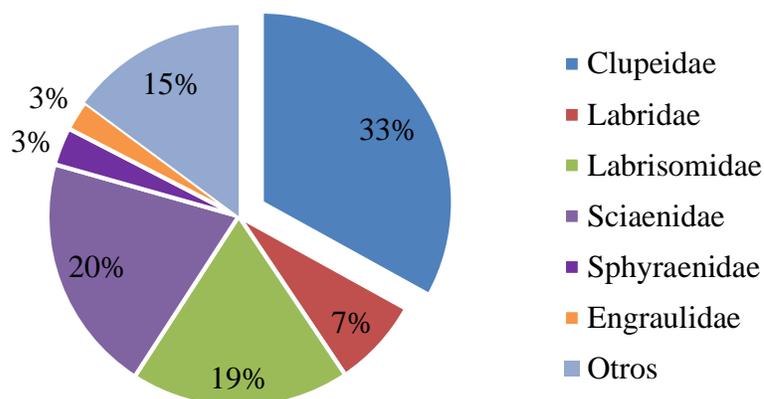


Figura 9. Abundancia relativa de individuos capturados por familia dentro del área de estudio

La Figura 10 refleja los resultados obtenidos con el análisis PCO realizados tanto con las mallas como con las trampas para los ensamblajes ictioplanctónicos en todas las localidades durante el periodo de muestreo. Cuando se evalúan los ensamblajes a través de las muestras capturadas con las mallas, se aprecia una clara separación temporal, distinguiéndose el mes de marzo de los meses de noviembre y enero. No se evidencia separaciones espaciales relevantes, más allá de un par de valores atípicos presentados en la laguna Alcatraz (Figura 10 A).

Al observar la Figura 10 B, se puede apreciar de igual manera una separación temporal en los ensamblajes ictioplanctónicos, aunque con un patrón diferente al observado en las muestras capturadas con las mallas. En este caso, es noviembre el mes que se separa de enero y marzo, mientras que no se observan separaciones entre localidades. Se puede ver entonces en ambos casos, claras separaciones temporales más que espaciales, independientemente de la técnica de muestreo.

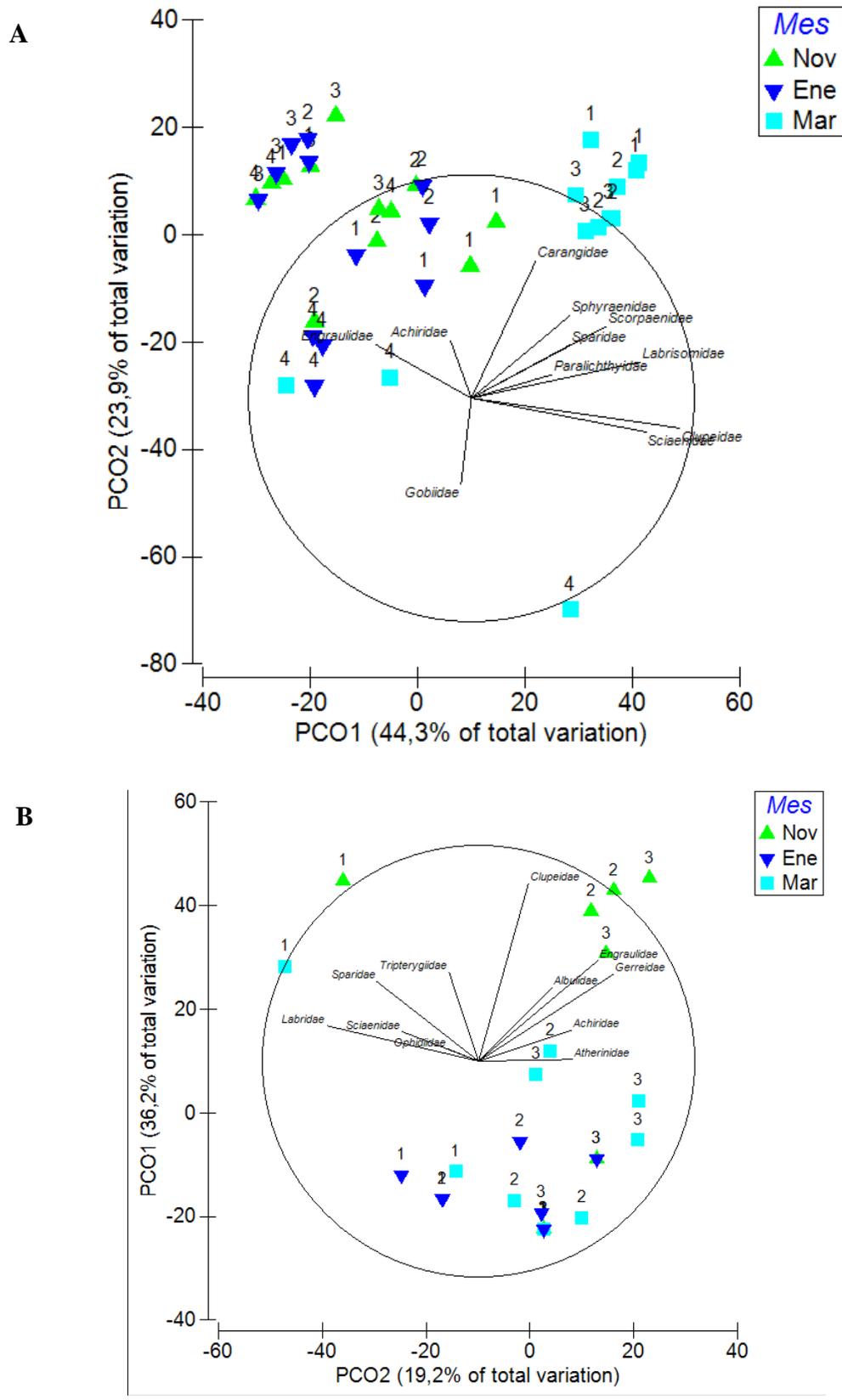


Figura 10. Análisis PCO correspondiente a la totalidad del ensamblaje ictioplanctónico muestreado. (A. Mallas B. Trampas)

(1. Arrecife Alcatraz, 2. Arrecife Isla Larga, 3. Arrecife Santo Domingo, 4. Laguna Alcatraz)

Al analizar los resultados del análisis PERMANOVA reflejados en la Tabla V, se observa que en el caso de las mallas, el 31,5% de la varianza de la composición del ictioplancton es explicada por el factor mes y el 22,1% por la interacción de los factores mes y localidad. Los valores de  $p < 0,05$  indican que existen diferencias entre los niveles del factor mes y del factor localidad, así como también para la interacción mes – localidad, lo cual indica que las diferencias del ictioplancton entre localidades varían dependiendo del mes. El 31,6% de coeficiente de variación obtenido para los residuales se corresponde con factores no evaluados durante el muestreo.

Tanto el factor mes como el factor localidad presentaron valores de  $p < 0,05$  en el análisis PERMANOVA para las evaluaciones realizadas con las muestras de las trampas de luz. A su vez, se puede observar que el 23,7% de la varianza de la composición del ictioplancton es explicada por el factor mes, y apenas el 8,2% por el factor localidad, apreciándose que el 68,1% de la varianza total corresponde a los residuales, lo cual pudiera reflejar una alta heterogeneidad en las trampas como método de captura.

En general, los resultados arrojados por el PERMANOVA indican que el factor temporal tiene mayor relevancia entre los ensamblajes ictioplanctónicos evaluados que el factor espacial, independientemente de la técnica de captura empleada.

Tabla V. Análisis PERMANOVA del total de individuos capturados (gl: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, MC: media de cuadrados, F: estadístico de la prueba,  $p$ : valor del probabilidad, %CV: porcentaje del coeficiente de variación)

<b>Método captura</b>	<b>Fuente</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b><math>p</math></b>	<b>% CV</b>
<b>Mallas</b>	Mes	2	14436	7218	12,968	0,0001*	31,5
	Localidad	3	8729,6	2909,9	5,2278	0,0001*	14,8
	Mes x Localidad	6	10347	1724,5	3,0983	0,0001*	22,1
	Residuales	24	13359	556,61			31,6
	Total	35	46871				
<b>Trampas</b>	Mes	2	9449,6	4724,8	3,8474	0,001*	23,7
	Localidad	2	4850,8	2425,4	1,975	0,0382*	8,2
	Mes x Localidad	4	4624,7	1156,2	0,94147	0,5495	0,0
	Residuales	16	19649	1228			68,1
	Total	24	38573				

Con el fin de comparar los diferentes niveles de los factores mes y localidad, se realizó un análisis *Pair-Wise*. En el caso de las mallas (Anexo VII), ya que el análisis PERMANOVA resultó significativo para la interacción mes – localidad, se analizaron las diferencias espaciales, dependiendo del factor mes, y posteriormente las diferencias temporales dentro de cada localidad. Se observó que en cuanto la diferencia temporal dentro de cada localidad, el mes de marzo se distingue de los meses de enero y noviembre en todas las localidades, con excepción de la laguna Alcatraz, la cual no presentó variaciones temporales.

Al evaluar las diferencias espaciales por cada mes de muestreo de la composición del ictioplancton, se aprecia una baja heterogeneidad entre localidades durante el mes de noviembre, mientras que en enero los arrecifes Alcatraz e Isla Larga difieren del arrecife y la laguna Alcatraz. Finalmente, en el mes de marzo, la composición del ictioplancton de la laguna Alcatraz es diferente al resto de las localidades.

En el caso de las trampas de luz, debido a que el análisis PERMANOVA de la composición del ictioplancton no resultó significativo para la interacción mes – localidad, se analizaron las diferencias espaciales y temporales por separado (Anexo VIII). Se observó una mayor heterogeneidad temporal que espacial, diferenciándose el mes de noviembre de los meses de enero y marzo, y resultando todas las localidades prácticamente similares entre sí, a pesar de que el análisis PERMANOVA indicaba diferencias entre los niveles del factor localidad.

Al realizar el análisis SIMPER correspondiente a las muestras obtenidas con las mallas (Anexo IX), se observó una similitud promedio mayor a 63% entre las réplicas, tanto para el factor mes como para el factor localidad, lo que posiblemente indica un método de captura relativamente homogéneo, siendo los mayores contribuyentes a dicha similitud las densidades de los huevos y de las familias Clupeidae, Labrisomidae y Sciaenidae.

Al observar la comparación realizada entre los niveles del factor mes, se aprecia que marzo difiere de noviembre y enero entre 57 y 59% aproximadamente confirmando lo obtenido con la prueba *Pair-Wise* y permite cuantificar la magnitud de esta diferencia, siendo esta diferenciación dada principalmente por las abundancias de los huevos y de las familias Sciaenidae, Labrisomidae y Clupeidae, los cuales en general, fueron mayores en marzo. La comparación entre localidades indica que la laguna Alcatraz es la que más se diferencia con respecto a las otras localidades evaluadas, siendo

esto dado principalmente por las abundancias de las familias Sciaenidae, Labrisomidae, Clupeidae, Carangidae y de los huevos.

La similitud entre réplicas correspondiente a las trampas de luz (Anexo X), tanto para el factor mes como localidad es baja (entre 8,6 y 31,3%), lo que señala que este puede ser un método de muestreo con mayor variabilidad entre réplicas en comparación a lo observado en las mallas. Todos los niveles del factor mes muestran una alta disimilitud (entre 86 y 96%), la cual viene dada principalmente por las abundancias correspondientes a las familias Clupeidae, Engraulidae, Labridae y Labrisomidae. Al analizar las localidades, se observa igualmente una alta disimilitud entre ellas (entre 88 y 97%), la cual se debe principalmente a las abundancias de las familias Clupeidae, Engraulidae, Labridae, Labrisomidae y Gobiidae.

Los resultados descritos anteriormente reflejan entonces que, independientemente del método de muestreo utilizado en las diferentes localidades de estudio, las familias que más contribuyen a la variación tanto espacial como temporal son Clupeidae, Sciaenidae y Labrisomidae.

## **5. DISCUSIÓN**

El Parque Nacional San Esteban se caracteriza por presentar en su columna de agua una temperatura aproximada de 28°C durante los meses de lluvia, lo cual se evidencia al observar trabajos similares realizados en áreas adyacentes a la zona de estudio de este trabajo (Palacios, 2005; Anónimo, 2010). En base a esto, es posible apreciar que las temperaturas registradas durante los muestreos realizados para este trabajo fueron menores en aproximadamente 1°C, lo cual podría deberse a patrones de corrientes específicos a esta zona en particular durante los muestreos. En cuanto a los valores de salinidad, los mismos se encuentran dentro de los reportados por Palacios (2005), quién obtuvo valores que oscilaban entre las 28 y 38 ppm, reportándose en este trabajo 37ppm.

Los ensamblajes ictioplanctónicos de los sistemas marinos evaluados en el Parque Nacional San Esteban, presentan una riqueza relativamente baja en comparación al número de especies de peces arrecifales en etapas adultas dentro del área de estudio identificados en trabajos realizados previamente (Rodríguez-Quintal *et al.*, 2011). Cabe recordar que la mayoría de los peces arrecifales, mientras se encuentran en estadios larvales, ocupan nichos diferentes a aquellos en los cuales se asientan, lo cual pudiera explicar la diferencia anteriormente señalada (Leis y McCormick, 2002). Igualmente, el

periodo, frecuencia y tipo de desove de cada una de las especies son factores que influyen en la diferencia observada entre la riqueza de peces arrecifales en etapas adultas y larvales.

No obstante, esta riqueza resulta similar a la de otros ensamblajes ictioplanctónicos en otras zonas arrecifales de Venezuela, siendo tal el caso de Villalba (2002) y Esteve *et al* (2009) (ambos al sur de la isla de Margarita) quienes reportaron un total de 27 y 26 familias respectivamente, lo que refleja el uso similar de estas áreas por parte de los adultos para el desove, y de las larvas para su desarrollo y posterior asentamiento.

Estudios realizados en otros países del Caribe igualmente reflejan una riqueza similar a la que se refleja en este trabajo, pudiendo mencionar al trabajo realizado por Dominici – Arosemana *et al* (2000) en el mar Caribe de Costa Rica, quien reflejo un total de 22 familias capturadas, e igualmente el trabajo de Acuña *et al* (2009) quien totalizo 26 familias en los muestreos que realizó en diversos archipiélagos e islas en Chile. Sin embargo, existen trabajos que reflejan una mayor riqueza, siendo el caso de Álvarez - Cadenas *et al* (2007) en el Caribe mexicano, quién reflejó en su estudio un total de 55 familias. No obstante, es importante destacar que este último trabajo abarcó tres tipos de ambientes marinos (costero con características oceánicas, lagunar y arrecifal) y en ambos regímenes climáticos (lluvia y sequía), lo cual pudiese explicar esta diferencia tan pronunciada.

El número de familias observadas en la totalidad de las localidades de estudio es similar al encontrado por Luckhurst y Powels (1986) en su estudio realizado en la costa central del país, quienes encontraron un total de 31 familias, sin embargo difiere ampliamente de lo reportado por Anónimo (2010) quienes reportan únicamente un total de 12 familias en la zona. Hay que tomar en cuenta que estos trabajos no se realizaron en la zona insular del Parque Nacional San Esteban sino en áreas más cercanas a la costa. Esta diferencia de áreas de estudio puede explicar las discrepancias entre lo reportado por Anónimo (2010) y lo encontrado en este trabajo ya que las islas se encuentran sometidas en mayor magnitud a la influencia de las corrientes, lo que pudiera estar generando consecuencias en la retención de larvas en los arrecifes y zonas aledañas, tal y como se ha reportado en otros sistemas arrecifales (Cowen, 2002).

Los individuos adultos de los grupos taxonómicos capturados son comunes a lo largo de las costas venezolanas, aunque no necesariamente abundantes en los ambientes arrecifales de la zona de estudio (Cervigón y Ramírez, 2012; Carpenter *et al*, 2015; Froese y Pauly, 2016). Si se analizan los grupos encontrados, la mayoría de ellos se relacionan directamente con el arrecife durante su estadio adulto,

utilizándolo bien sea como zona de refugio y/o alimentación. Sin embargo, también se capturaron especies como *Engraulis eurystole*, la cual es una especie pelágica – nerítica, común a profundidades de entre 24 a 282 m, o *Lepophidium aporrhox* la cual es demersal, de profundidades que van desde 46 a 186 m (Froese y Pauly, 2016).

Esto confirma lo señalado por Mead *et al.* (1964), quienes indican que diversas especies ícticas, a pesar de realizar su etapa de vida adulta en las zonas pelágicas o abisales del océano, tienen como zonas de desove áreas próximas a los arrecifes, en donde se desarrollan las etapas larvales de estas especies. Esto puede deberse a que en zonas más superficiales de la columna de agua y próximas al arrecife existe una mayor productividad primaria, lo que se traduce en una mayor cantidad de fitoplancton, y por lo tanto una mayor cantidad de recursos alimenticios para las larvas (Nybakken, 2001).

De igual forma, larvas de especies como las mencionadas anteriormente tienen comportamientos pelágicos, debido posiblemente a una mayor presión por depredación tanto en el arrecife como en los otros ambientes en los cuales se desarrolla la fase adulta de estos peces, por lo que fases larvares pelágicas tienen una mayor probabilidad de éxito (Leis, 1991a; Leis, y Carson-Ewart, 1998).

También hay que tener en cuenta la posibilidad de que, al ser el área de estudio una zona insular, huevos y larvas de ciertas especies pudieron ser arrastrados a las proximidades del arrecife a causa de las corrientes, apareciendo como especies accidentales en la zona (Froese y Pauly, 2016).

El volumen sedimentado y el peso húmedo determinado en este trabajo, fue tanto del ictioplancton como del zooplancton acompañante. En general se espera que a medida que se presente una mayor biomasa de zooplancton, aumente así la del ictioplancton, debido a que estos se encuentran afectados por los mismos factores de mareas y corrientes, por lo que suelen quedar ubicados dentro de los mismos parches (Cowen, 2002). Además, en el caso de larvas de peces con habilidades natatorias más desarrolladas, tienden a ubicarse cerca de estos parches de zooplancton, ya que son una fuente de alimentos ideal para los mismos (Leis y McCormick, 2002).

El no haber encontrado diferencias en estos parámetros entre localidades así como las altas desviaciones estándar de la biomasa y el volumen sedimentado encontradas en el parque, podrían estar indicando que el ictioplancton presenta un patrón espacial tipo parche, a lo largo de las tres islas evaluadas, lo cual es una característica propia del zooplancton e ictioplancton que lo conforma (Sameoto *et al.*, 2000).

Es importante observar que el mes de marzo fue el único que presentó diferencias significativas con respecto a los otros dos en los cuales se realizaron muestreos. En la zona de estudio, el mes de marzo se define como un mes de transición de sequía a lluvia. Esto hace que las descargas de agua desde los ríos a las costas sean mayor, y por lo tanto esto trae consigo una mayor inducción de material alóctono a las costas, el cual posteriormente se ve arrastrado a las islas por influencia de las corrientes. Todo esto da lugar a un aumento en la productividad tanto primaria como secundaria, lo cual explicaría entonces el aumento de la biomasa en este mes dentro de las muestras colectadas (Sale, 2002).

Al comparar la abundancia de huevos totales capturados versus la cantidad de individuos ya eclosionados, se aprecia que la primera es mayor. Esto es parte de la estrategia reproductiva de los peces con desove tipo pelágico, los cuales producen y liberan una gran cantidad de huevos a la columna de agua, con el fin de asegurar la mayor supervivencia de los mismos, sin embargo, este es el periodo más crítico del ciclo de vida de un pez, por lo cual existe una alta tasa de mortandad principalmente por depredación (Johannes, 1978), explicando esto la discrepancia de abundancias señalada anteriormente.

La menor abundancia de huevos en la laguna Alcatraz puede indicar que el desove en esta localidad es menor, lo cual puede deberse a que, si bien los manglares son un hábitat altamente utilizado como ambientes de guardería (Nybakken, 2001), no necesariamente es utilizado para desove. La gran mayoría de las especies que presentan huevos de hábitos pelágicos, realizan los desoves en aguas abiertas, en la proximidad del arrecife (Fuiman, 2002), por lo que los huevos capturados dentro de la laguna Alcatraz, pudieron ser arrastrados hasta ahí a causa de las corrientes locales.

De igual manera, el hecho de que se hayan capturado menos huevos en Santo Domingo con respecto al resto de los arrecifes, pudiera deberse a que dicha localidad se encuentra más expuesta a la acción de las corrientes (Guevara, 2014), las cuales pudieran desplazar a los huevos hacia zonas más alejadas de los mismos. La diferencia en cuanto a la composición arrecifal y batimetría también pudieran ser factores influyentes en el ensamblaje ictioplanctónico de estas islas (Rodríguez – Quintal *et al.*, 2011; Guevara, 2014).

Dentro del área de estudio, los valores aquí reportados de huevos inactivos se encuentran dentro del intervalo promedio reportado para zonas no alteradas, tal y como ha sido demostrado por evaluaciones que han empleado el porcentaje de huevos inactivos como una herramienta de monitoreo ambiental (Von Westernhagen *et al.*, 1988; Klumpp y Von Westernhagen, 1995; Klumpp *et al.*, 2002; Vásquez *et*

*al.*, 2010). En general, se ha demostrado que las anomalías producidas durante la formación inicial del embrión contribuyen a las bajas tasas de eclosión y a la alta tasa de mortalidad larval típica en el ciclo de vida de las diferentes especies de peces (Houde 2002; Castro *et al.*, 2009).

Los huevos deteriorados e inactivos encontrados en el parque puede deberse a procesos espontáneos que ocurren en el embrión influenciados por factores internos provenientes de los progenitores (características fisiológicas y reproductivas de los adultos repercuten en la calidad de sus huevos) y por factores externos como las características hidrográficas naturales que son críticas para el desarrollo normal de los huevos (temperatura, salinidad) (De Ciechowski, 1966; Cameron *et al.*, 1992; Hershberger *et al.*, 2005). No obstante, los valores de salinidad y temperatura durante los días evaluados en el área de estudio se encontraron dentro de los intervalos de las zonas marinas costeras de la región (Palacios, 2005; Anónimo 2010), tal y como se indicó anteriormente, lo cual permitiría descartar este factor.

Ambos ambientes de la isla Alcatraz (tanto la laguna como el arrecife) presentaron aproximadamente un 5% de huevos inactivos, lo cual contrasta con lo estimado para las otras dos islas evaluadas, las cuales únicamente presentaron un 2% de huevos inactivos. Esto puede deberse a que la isla se encuentre sometida a factores no evaluados que pudieran estar influyendo en la abundancia relativa de huevos inactivos de la zona.

Varios estudios han determinado que el número de huevos y larvas de peces está directamente asociado a la abundancia y variabilidad de recursos alimenticios y espaciales en las zonas de estudio (Ej: Márquez *et al.*, 2007). Las diferencias observadas en la abundancia de ambos estadios larvales permiten pensar que las localidades estudiadas no son homogéneas en lo que respecta a recursos necesarios para el desarrollo y reclutamiento del ictioplancton. Igualmente, estas diferencias pueden ser resultado de la suma de otros factores tales como patrones de desove de las especies que lo hacen en estas localidades y patrones de corrientes y mareas, propios de estas islas (Palacios, 2005; Dickey-Collas *et al.*, 2009)

Las larvas recién eclosionadas poseen habilidades natatorias muy limitadas, por lo que son susceptibles a la acción de las corrientes en igual proporción que los huevos, es por esto que se espera que las abundancias de larvas en el estadio 1 sea proporcional a la abundancia de huevos capturados en la zona (Leis y McCormick, 2002; Miller y Kendall, 2009). Igualmente, este mismo factor puede ocasionar el transporte de larvas hacia las trampas de luz, lo cual explicaría la abundancia

relativamente alta de las mismas en el arrecife Alcatraz dentro de estas (Leis y McCormick, 2002; Guevara, 2014).

La mayor abundancia de larvas en el estadio 1 tanto en Isla Larga como en Santo Domingo durante el mes de marzo puede ser atribuido a una mayor descarga de los ríos al océano ya que este es un mes de transición a lluvia. Esto daría lugar a una sincronización entre esta temporada con los picos de reproducción de las especies presentes en la zona, debido a la incorporación de nutrientes provenientes de las plumas de agua (Sale, 2002). El hecho de que dicho aumento en la abundancia larval no se vea reflejado en ninguno de los ambientes de la isla Alcatraz pudiera deberse a que, al no estar enteramente dentro del periodo de lluvias, los nutrientes ingresados al sistema arrecifal no aumentan en gran proporción a dichos ambientes por encontrarse un poco más alejados de las descargas fluviales, y por lo tanto la proporción de individuos en el estadio 1 es similar a la reflejada en los meses anteriores.

Así mismo, larvas en estadios avanzados, próximas al asentamiento, tienden a abandonar las áreas más expuestas a zonas que presentan mayor intensidad de ciertos factores físicos y buscar refugio en hábitats de guardería, siendo la laguna Alcatraz ideal para esto, posiblemente por la abundancia de raíces de mangle que se desarrollan en la zona (Nybakken, 2001). Esto se refleja en la abundancia relativamente alta de larvas en estadio 2 en esta laguna, mientras que probablemente la abundancia de larvas en este estadio en el arrecife Isla Larga es alta dada la ausencia de un hábitat de guardería cercano. De igual forma es posible que existan otros factores no evaluados que sean beneficiosos para las larvas en estos estadios particulares.

De igual forma, la abundancia significativamente mayor de larvas en el estadio 2 que se registró para el mes de enero puede ser un reflejo de desoves continuos de peces arrecifales que presenten este tipo de estrategia reproductiva (Leis y McCormick, 2002).

La alta presencia de huevos de peces y de larvas dentro del área de estudio, pudiera indicar que la zona tiene mayor importancia como área de reproducción, desove y de desarrollo de los estadios larvarios tempranos, más que de cría de estadios más avanzados. No obstante, debido a la presencia de postlarvas, específicamente de algunos miembros de las familias Clupeidae, Engraulidae y Achiridae, es posible que esta localidad represente cierta importancia como área de cría para algunas especies que conforman las familias mencionadas anteriormente, principalmente en la laguna Alcatraz y el arrecife Isla Larga.

El arrecife Isla Larga presenta una mayor heterogeneidad ambiental, la cual es dada por su mayor área y profundidad, si se compara por ejemplo con el arrecife Alcatraz, lo que permite que exista una mayor diversidad y abundancia de sustratos (Rodríguez-Quintal *et al.*, 2011; Guevara, 2014). El hecho de que el arrecife Isla larga presente una menor diversidad y equidad ictioplanctónica para cualquiera de las porciones del ensamblaje a pesar de lo antes señalado, puede deberse a la ubicación suroeste del arrecife hacia sotavento, además de la dimensión y forma de la isla, lo cual hace que el efecto de las corrientes dificulte el reclutamiento de las larvas (Guevara, 2014). De igual manera esta es una de las islas que recibe la mayor actividad antrópica, la cual es un fuerte factor de perturbación (Rodríguez-Quintal *et al.*, 2011).

Las densidades larvales reportadas en este trabajo son menores en comparación a aquellas obtenidas en otras localidades estudiadas a lo largo de las costas venezolanas y del Caribe. Esta diferencia puede ser debida a las diferencias en cuanto a la cantidad de meses muestreados, siendo en este caso únicamente tres meses, mientras que en los otros trabajos los muestreos se realizaron durante aproximadamente un año (Marin *et al.*, 1989; Brito, 1999; Sanvicente - Añorve *et al.*, 1999; Vasquez – Yeomans y Richards, 1999; Quintal – Lizama y Vasquez – Yeomans, 2001; Villalba, 2002; Allen-Peña *et al.*, 2009).

De igual forma, perturbaciones antropogénicas tales como derrames y contaminantes que pueden presentarse en la localidad debido a la proximidad a la planta de refinación de combustible “El Palito” puede afectar la cantidad de adultos y por lo tanto de larvas de peces presentes (Marin *et al.*, 2012). Además, la presencia de estos contaminantes afecta de manera negativa la capacidad sensorial de las larvas de peces. Dado que las larvas de peces utilizan señales químicas con el fin de orientarse, localizar alimento y detectar depredadores, la perturbación química originada por los contaminantes afecta la supervivencia de los mismos (Miller y Kendall, 2009). Esto inevitablemente genera una menor abundancia de individuos en estadios avanzados y por lo tanto, de adultos, lo que si se mantiene en el tiempo, disminuye la abundancia de adultos en el área (Houde, 2002).

Una mayor diversidad y equidad de los estadios tardíos del ensamblaje ictioplanctónico presente en la laguna Alcatraz, confirma lo señalado por Jaxion - Harm (2010), quien indica que lagunas como esta son un hábitat ideal como zonas de guardería, debido a la presencia de raíces de mangle, los cuales dan lugar a una alta disponibilidad de alimentos y de refugio contra depredadores. Esto se refleja también en la alta diversidad reportada para el arrecife Alcatraz, gracias a la proximidad de la laguna.

En cuanto a lo que se refiere a la equidad, el alto valor reflejado en la laguna Alcatraz, habla de una utilización igualitaria de este ambiente, es decir, que las especies presentes en estos ambientes lo utilizan en la misma medida (Krebs, 1995). Caso contrario a lo que ocurre en Isla Larga, cuya equidad es muy baja, lo que señala la presencia de especies dominantes en esta localidad. Una de las razones por las cuales pueden existir grupos dominantes en Isla Larga es que si bien esta presenta una mayor diversidad coralina (Guevara, 2014) también es la isla que se encuentra mayormente sometida a factores antropogénicos. Esto pudiera ocasionar que únicamente especies altamente tolerantes a estos factores utilicen este arrecife como zona de desove, mientras que aquellas menos flexibles, prefieran desovar en arrecifes menos perturbados.

Las familias dominantes capturadas durante este trabajo (Clupeidae, Engraulidae, Sciaenidae y Gobiidae), coinciden parcialmente con las encontradas en la mayoría de los sistemas arrecifales del Caribe (Dominici – Arosemana *et al.*, 2000; Quintal – Lizama y Vásquez – Yeomans, 2001; Sponaugle *et al.*, 2003) y de las costas nacionales (Luckhurst y Powels, 1986; Gonzales, 1997 y 1999; Villalba, 2002; Cedeño, 2008; Esteve, 2009; Herrera – Reveles y Marín, 2009; Martinez, 2011) (Tabla VI), lo que permite inferir que los arrecifes y sus alrededores, son ambientes ideales de reproducción para estas familias.

Tanto en este trabajo como los reflejados en la Tabla VI es posible apreciar familias dominantes en esa zona en particular y que no coinciden con los demás trabajos. En este trabajo por ejemplo, es Sciaenidae, que coincide como familia abundante únicamente en el trabajo realizado por Gonzáles (1997). Este tipo de discrepancias dentro de las diferentes zonas de la costa de Venezuela, al igual que las observadas con las costas de otros países es de esperar, ya que cada región presenta una serie de características propias, lo cual modifica las estructuras de los arrecifes que ahí se desarrollan, afectando a la comunidad íctica e ictioplanctónica de cada localidad evaluada.

Tabla VI. Listado de las familias más abundantes capturadas, de acuerdo a lo reportado en diferentes trabajos realizados a lo largo de las costas venezolanas y del Caribe

<b>Autores</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Familias dominantes capturadas</b>
Dominici–Arosemana <i>et al.</i>	2000	Limón, Costa Rica	Gerreidae, Haemulidae, Carangidae, Engraulidae, Centropomidae y Hemirhamphidae
Quintal-Lizama y Vásquez-Yeomans	2001	México	Gobiidae, Callionymidae, Clupeidae y Tetraodontidae
Sponaugle <i>et al.</i>	2003	Florida, USA	Atherinidae, Clupeidae y Engraulidae
Luckhurst y Powels	1986	Costa central, Venezuela	Engraulidae, Gobiidae y Clupeidae
Gonzáles	1997	Maracaibo, Venezuela	Engraulidae, Sciaenidae

González Villalba	1999 2002	Maracaibo, Venezuela Isla de Margarita, Venezuela	Engraulidae, Gobiidae Clupeidae, Gobiidae, Chaenopsidae, Engraulidae
Cedeño	2008	Sucre, Venezuela	Clupeidae, Engraulidae, Labridae, Mugilidae, Carangidae, Sparidae, Sphyraenidae
Esteve	2009	Isla de Margarita, Venezuela	Clupeidae
Herrera-Reveles y Marín	2009		Clupeidae y Gobiidae
Martínez	2011		Clupeidae

Las familias Clupeidae y Engraulidae han resultado dominantes en todos los estudios realizados a lo largo de las costas venezolanas y durante todos los meses del año. Esto se debe a que los individuos de estas familias presentan un potencial reproductivo alto y fluctuante, y escasa amplitud en sus migraciones, además de ser altamente adaptables a variaciones de las condiciones ambientales presentes, lo que los ubica constantemente dentro de las capturas (Gassman *et al.*, 2008; Martínez, 2011). Esto hace que estas familias sean importantes a nivel ecológico, ya que son parte fundamental de la red trófica de estos ecosistemas, siendo el alimento más abundante y disponible para una gran cantidad de depredadores (Cervigón y Ramírez, 2012).

Las características reproductivas señaladas anteriormente de las familias Clupeidae y Engraulidae, hacen que estas también sean especies altamente importantes a nivel comercial, debido a la alta abundancia que estas presentan en las capturas pesqueras a lo largo de todo el año y de toda la costa del país, habiendo sido *Sardinella aurita*, hasta el año 2005 (según los reportes oficiales existentes), la especie de mayor importancia pesquera del país (Cervigón y Ramírez, 2012).

Rodríguez *et al.* (2011) consiguieron en estas mismas zonas de estudio que los adultos más abundantes fueron representantes de las familias Pomacentridae y Haemulidae, lo cual no corresponde con las familias dominantes de este trabajo. Esto puede deberse principalmente a que el método de muestreo utilizado en su trabajo sólo censa especies que se encuentran directamente relacionadas con el arrecife como zona de alimentación y/o refugio, siendo ese el caso de las familias Pomacentridae y Haemulidae (Cervigón y Ramírez, 2012).

También hay que tomar en cuenta las estrategias reproductivas de las diferentes familias. Por ejemplo, algunos representantes de la familia Pomacentridae depositan sus huevos en nidos, y presentan algún nivel de cuidado parental (Knapp y Warner, 1991). Este tipo de estrategia da lugar a que las larvas eclosionadas estén en un estado de desarrollo más avanzado que aquellas que eclosionan

de huevos pelágicos, pudiendo permanecer en las adyacencias del arrecife (Miller y Kendall, 2009), y siendo ésta una de las razones posibles por las cuales no larvas de estas familias no son abundantes dentro los muestreos realizados en las columnas de agua. Sin embargo, Clupeidae y Engraulidae, son conocidos por desovar frecuentemente en la columna de agua adyacente al arrecife y presentar huevos de tipo pelágico (Martínez, 2011), lo cual explicaría la mayor abundancia de estos en el muestreo.

Al analizar las variaciones temporales se evidencia que existe una mayor densidad de larvas en el mes de marzo. Esto corresponde con lo obtenido por Luckhurst y Powels (1986), dentro de estos 3 meses, en donde igualmente marzo presento la mayor cantidad de captura de larvas. Si bien los tres muestreos se realizaron en meses correspondientes a la temporada de sequía o cerca de ella, enero en promedio es el mes más seco de los tres en los que se muestrearon, lo que explicaría que en ese mes se presentaron las menores densidades larvales, ya que esto acarrearía una menor contribución de elementos alóctonos provenientes de las descargas de los ríos a las costas.

Resulta importante considerar a las turbulencias de las masas de agua en estas localidades como un factor importante a considerar al analizar las variaciones en las densidades larvales, ya que esto modifica las tasas de encuentro de entre las larvas de peces y sus depredadores, además de tener la capacidad de generar micro turbulencias o micro surgencias en el área (Rothschild y Osborn, 1988; MacKenzie *et al*, 1994; Dower *et al*, 1998; Esteve, 2009). Sumado a esto, se debe tomar en cuenta el comportamiento a nivel de desove de las especies presentes en estas localidades. Es posible que este estudio haya pasado por alto meses en los cuales ciertas especies presenten picos de desove, y capturado en mayor medida especies con desoves continuos a lo largo del año (Choat y Ross, 2002).

Los resultados presentados en cuanto a densidad, composición y diversidad, sugieren una alta productividad secundaria del ictioplancton en la zona y el periodo evaluado, indicando la importancia de la misma. No obstante, es fundamental considerar que las fases iniciales de los peces han sido catalogadas como los estadios críticos de las poblaciones (Houde, 2002), de esta forma, cualquier alteración de los factores bióticos y abióticos en la zona, pudiera generar una importante mortandad, así como también causar migraciones de adultos en periodos de desove, trayendo como consecuencia la disminución de los stocks pesqueros y disminuciones de poblaciones de peces de importancia ecológica.

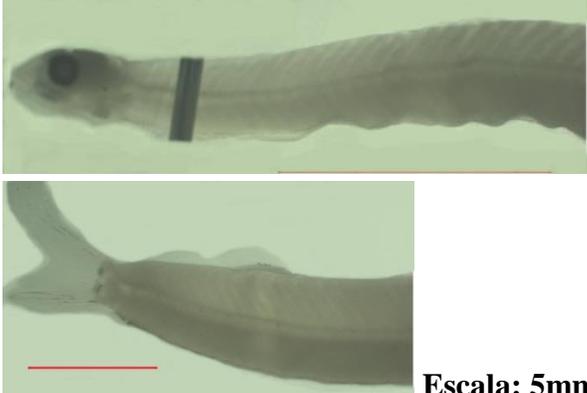
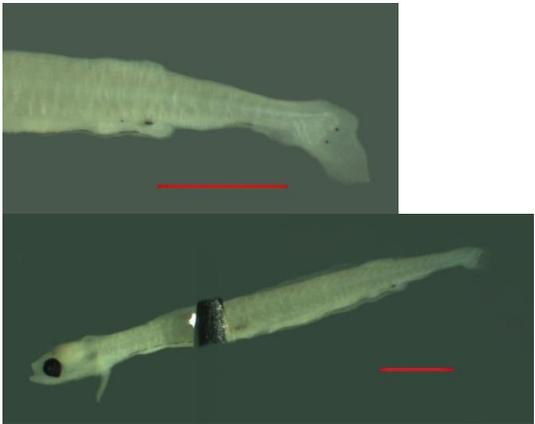
Por lo antes mencionado, resulta necesario realizar más trabajos que analicen a lo largo de los diferentes meses del año las variaciones espacio – temporales del ensamblaje ictioplanctónico, con el fin de poder entender de manera más clara cómo éste se comporta. Estudios de variaciones verticales son también recomendados, ya que estos permitirían el análisis de otros factores igual de importantes que influyen en la composición y abundancia del ictioplancton.

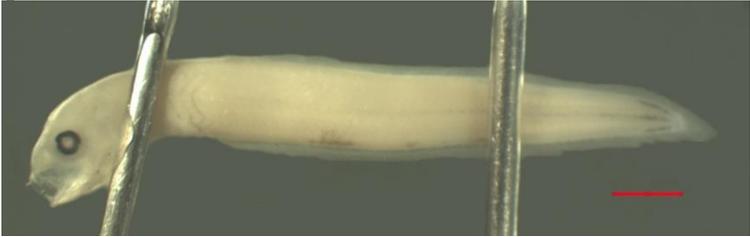
## 6. CONCLUSIONES

- En el área de estudio se identificaron un total de 31 especies pertenecientes a 25 familias y 10 órdenes.
- Clupeidae y Engraulidae resultaron ser las familias dominantes dentro del área de estudio, lo que coincide con lo reportado para otros arrecifes de Venezuela y el Caribe.
- La presencia de larvas de especies pelágicas y/o neríticas confirma que las mismas desovan en zonas más superficiales de la columna de agua y cerca del arrecife.
- El patrón espacial tipo parche del zooplancton y el ictioplancton que lo conforma se evidencia en los valores de volumen sedimentado y peso húmedo obtenidos y sus respectivas desviaciones estándar.
- Dentro del área de estudio existe entre un 2 -5% de huevos inactivos. Estos bajos valores podrían ser indicativo de que el área de estudio es una zona no alterada.
- La alta abundancia de larvas de miembros de las familias Clupeidae, Engraulidae y Achiiridae puede ser indicativo de que estas localidades son importantes para la reproducción y cría de las mismas, principalmente la laguna Alcatraz y el arrecife Isla Larga.
- El mes de enero es el que presentó la menor abundancia de larvas dentro de los meses muestreados, lo cual puede deberse a ser el mes más seco, mientras que marzo (mes de transición a lluvias) presentó en general la mayor abundancia de larvas.

## 7. ANEXOS

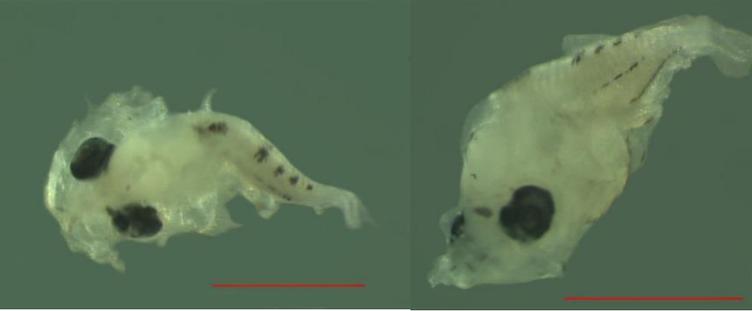
### I. Imágenes de ejemplares de las familias capturadas dentro del área de estudio.

IMÁGEN	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="103 331 800 363">Orden Albuliformes, Familia Albulidae, <i>Albula vulpes</i></p>  <p data-bbox="695 510 894 541"><b>Escala: 10mm</b></p> <p data-bbox="521 730 703 762"><b>Escala: 5mm</b></p>	<p data-bbox="927 331 1523 541">Larva tipo leptocefala, con la aleta caudal bifurcada y cabeza pequeña. Aletas anal y dorsal no superpuestas. Intestino muy alargado, el cual termina en el pedúnculo caudal. Pigmentos restringidos al dorso del intestino. 73 miómeros</p>
<p data-bbox="103 772 789 804">Orden Clupeiformes, Familia Clupeidae, <i>Jenkinsia sp</i></p>  <p data-bbox="638 1125 816 1157"><b>Escala: 1mm</b></p>	<p data-bbox="927 772 1523 1171">Cuerpo alargado. Aleta anal se origina casi bajo la terminación de la aleta dorsal, sin llegar a estar superpuestas, lo que se mantiene hasta la transformación. Melanóforos alargados sobre el intestino, ventrales sobre el pedúnculo caudal, un par sobre la aleta caudal y algunos sobre la cabeza. Ojos grandes y redondos. Intestino, liso, alargado, que termina en el pedúnculo caudal. Entre 37 y 40 miómeros, 16 radios caudales, entre 11 y 13 radios dorsales y anales.</p>
<p data-bbox="103 1344 902 1407">Orden Clupeiformes, Familia Engraulidae, <i>Engraulis euristole</i></p>  <p data-bbox="643 1801 833 1833"><b>Escalas: 1mm</b></p>	<p data-bbox="927 1344 1523 1755">Cuerpo alargado. Aleta anal se origina bajo el último radio de la aleta dorsal, quedando superpuestas. Melanóforos escasos, los cuales aumentan conforme avanza el desarrollo, habiendo sólo dos en esta etapa, específicamente sobre la aleta caudal y algunos alargados sobre el intestino. Intestino alargado, con estriaciones. Ojos grandes y redondos. Entre 40 y 45 miómeros, 12 radios dorsales y 15 anales.</p>
<p data-bbox="103 1848 898 1879">Orden Clupeiformes, Familia Engraulidae, <i>Anchoa colonensis</i></p>	<p data-bbox="927 1848 1523 1919">Cuerpo alargado. Aleta dorsal completamente superpuesta con la aleta anal. Serie</p>

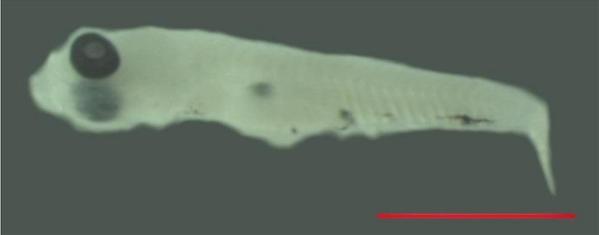
	<p>característica de melanóforos, la cual inicia sobre el opérculo y continua a lo largo del intestino, e igualmente, dos melanóforos sobre la aleta caudal. Intestino alargado, con estriaciones. 42 miómeros, 12 radios dorsales, 19 radios anales, 20 radios anales.</p>
<p><b>Escalas: 5mm</b></p> <p>Orden Ophidiiformes, Familia Ophidiidae. <i>Lepophidium aporrhox</i></p> 	<p>Larva alargada, opaca, con ojos pequeños. Intestino corto. 2 melanóforos pequeños a los costados de la cabeza, un pequeño grupo a medio cuerpo, en la zona ventral y 3 melanóforos alargados (ventral, medio y dorsal) en el pedúnculo caudal. 66 miómeros, 110 radios dorsales, 100 radios anales.</p>
<p><b>Escala: 2mm</b></p> <p>Orden Atheriniformes, Familia Atherinidae, <i>Atherinomorus stipes</i></p> 	<p>Larva alargada, con cabeza pequeña, redondeada y ojos grandes y redondos. 3 melanóforos grandes y oscuros sobre la cabeza y dos pequeños sobre el final del pedúnculo caudal. Intestino globular en masa, con melanóforos en la parte superior del mismo. 38 miómeros.</p>
<p>Orden Beloniformes, Familia Exocoetidae</p> 	<p>Larva pigmentada con pequeños melanóforos tipo puntos a lo largo y ancho del cuerpo, Intestino en masa, triangular, corto. Aletas pectorales muy pronunciadas. Ojos grandes y redondos. 41 miómeros.</p>
<p>Orden Gobiesocidae, Familia Gobiesocidae</p>	<p>Cuerpo largo y cilíndrico. Intestino que abarca más de la mitad del cuerpo. Cabeza redondeada con ojos muy grandes. Fuertemente pigmentado en la región dorsal y ventral de cuerpo, al igual que en la zona</p>

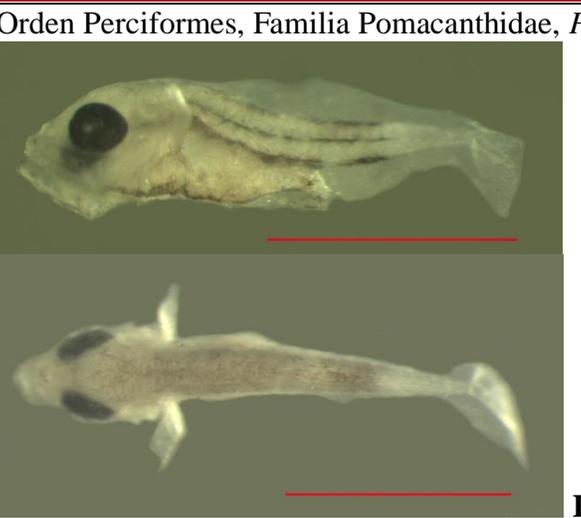
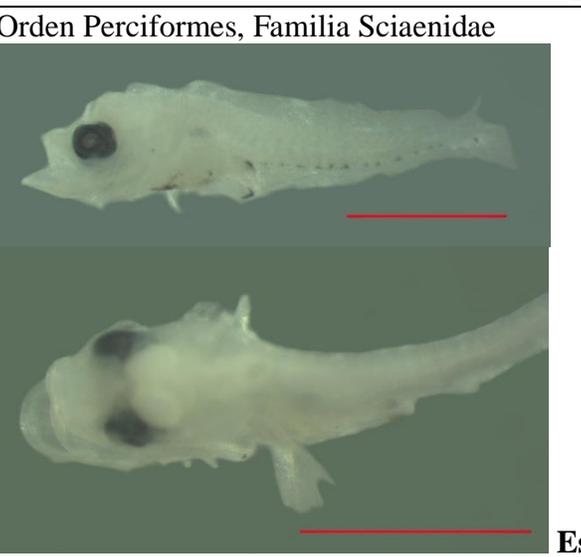
	<p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>superior del intestino. 29 miómeros</p>
<p>Orden Scorpaeniformes, Familia Scorpaenidae, <i>Scorpaena sp1</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo cilíndrico. Cabeza pequeña, con ojos grandes y hocico orientado hacia arriba. Intestino alargado, que ocupa menos de la mitad del cuerpo. Pequeñas espinas en el costado de la cabeza. 2 melanóforos ubicados sobre la cabeza, pigmentación en el área dorsal del intestino. Aletas pélvicas alargadas, con fuertes pigmentaciones longitudinales. 25 miómeros.</p>	
<p>Orden Scorpaeniformes, Familia Scorpaenidae, <i>Scorpaena sp2</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza grande, con ojos no muy grandes. Intestino en masa. Espinas muy marcadas en los costados de la cabeza. Aletas pélvicas muy prominentes en forma de abanico, las cuales poseen filas de melanóforos a lo largo de sus radios. 24 miómeros.</p>	
<p>Orden Scorpaeniformes, Familia Scorpaenidae, <i>Scorpaena sp3</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo muy aplanado dorsoventralmente. Cabeza muy grande con hocico prominente, orientado hacia adelante, ojos prominentes. Intestino en masa. Aletas pélvicas muy grandes, pigmentadas con melanóforos en toda su extensión. 25 miómeros.</p>	
<p>Orden Perciformes, Familia Apogonidae, <i>Apogon sp</i></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza</p>	

	<p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>redondeada, grande, de ojos pequeños. Hocico pequeño, orientado ligeramente hacia arriba. Fuerte pigmentación alrededor de la cabeza, al igual que varios melanóforos ubicados sobre el saco vitelino. Intestino en masa, muy corto. 24 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Acanthuridae, <i>Acanthurus sp</i></p> 	<p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza triangular, con un hocico relativamente grande que apunta hacia el frente y ojos pequeños. Intestino en masa. Se observa en la parte inferior del intestino el inicio de la formación de una espina, característica de este género. Fila de melanóforos en la región ventral del cuerpo. 20 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Sparidae</p> 	<p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo moderadamente alargado, de cabeza pequeña y hocico redondeado. Ojos grandes. 3 melanóforos fuertemente marcados sobre la cabeza. Serie de melanóforos a lo largo de la línea lateral, empezando a medio cuerpo y terminando antes del pedúnculo caudal. Intestino globoso, con varios melanóforos sobre él. 26 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Sparidae, <i>Archosargus rhomboidalis</i></p> 	<p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo moderadamente alargado, de cabeza pequeña y hocico redondeado. Ojos medianos. Serie de melanóforos a lo largo de la línea lateral, y algunos que se extienden sobre y bajo ella, y sobre la cabeza. Intestino triangular, con fuerte pigmentación en su zona superior. 4 espinas débiles sobre el opérculo, bajo el ojo. 24 miómeros, 13 espinas y 12 radios dorsales, 2 espinas y 10 radios anales.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Carangidae, <i>Caranx hippos</i></p>		<p>Cuerpo profundo. Cabeza triangular, con mandíbula inferior proyectada hacia arriba. Intestino triangular. 5 melanóforos dorsales, una hilera sobre la línea lateral, y una en la</p>

	<p>zona ventral, post anal. Presenta una cresta supra occipital y espinas pre - operculares. 24 miómeros.</p>
<p><b>Escalas: 1mm</b></p> <p>Orden Perciformes, Familia Carangidae, <i>Hemicaranx amblyrhynchus</i></p>  <p><b>Escalas: 1mm</b></p>	<p>Larva con cresta supra occipital y opérculo aserrado. Inicio de doble fila dorsal de pigmentos, la cual se completará a lo largo del desarrollo de la larva, sin alcanzar el pedúnculo caudal. Intestino globular, semi - alargado. Larva de ojos grandes y hocico pequeño proyectado hacia arriba. 26 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Carangidae, <i>Selene vomer</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Con cresta supra - occipital. Aletas pélvicas fuertemente pigmentadas. Cabeza triangular, ojos grandes, boca orientada hacia arriba. Intestino globoso, pigmentado en su zona dorsal, con ano a medio cuerpo. Pigmentación en la zona dorsal y ventral del cuerpo, algunos melanóforos sobre la línea lateral, y algunos sobre la zona cefálica. 24 miómeros</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Carangidae, <i>Seriola spl</i></p> 	<p>Cabeza pequeña con ojos no muy grandes. Con cresta supra - occipital. Pequeñas espinas pre - operculares. Intestino alargado que abarca menos del 50% del cuerpo. Dos filas de melanóforos a lo largo de la región dorsal de todo el cuerpo, la que finaliza en el pedúnculo caudal. 23 miómeros</p>

<p>Orden Perciformes, Familia Carangidae, <i>Seriola sp2</i></p>  <p><b>Escalas: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo cilíndrico. Cabeza redondeada, ojos grandes. Con cresta supra - occipital, y una pequeña espina en la zona inferior de la cabeza. Intestino alargado, que finaliza un poco antes del pedúnculo caudal. Fuerte pigmentación en la zona dorsal del cuerpo, la cual finaliza en el pedúnculo caudal, un melanóforo sobre el hocico, pigmentación dispersa en los laterales del cuerpo y en las zonas superiores e inferiores del intestino. 26 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Carangidae, <i>Trachurus sp</i></p>  <p><b>Escalas: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Con cresta supraoccipital prominente y pequeñas espinas preoperculares. Cabeza grande con el hocico orientado hacia arriba y una pequeña espina sobre él. Intestino triangular, que abarca aproximadamente el 50% del cuerpo, el cual se encuentra pigmentado en su zona dorsal. Unos pocos melanóforos en el área dorsal y ventral del cuerpo. 26 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Tripterygiidae, <i>Enneanectes sp1</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza pequeña de hocico puntiagudo y con ojos grandes. Con un par de melanóforos dorsales, cerca del pedúnculo caudal, otros en la base de los radios de la aleta anal, y un par sobre la aleta caudal. Intestino en masa. 30 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Tripterygiidae, <i>Enneanectes sp2</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza pequeña de hocico puntiagudo y con ojos grandes. Intestino en masa. Pigmentación interna en la zona dorsal del intestino. Algunos en la zona dorsal y ventral del cuerpo, justo antes del pedúnculo caudal. 33 miómeros.</p>

<p>Orden Perciformes, Familia Gerreidae, <i>Eucinostomus sp</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p> 	<p>Cabeza grande con hocico puntiagudo y ojos pequeños. Intestino en masa, muy corto, pigmentado en su zona superior. Dos pigmentos muy grandes en la zona superior del cráneo, otros en la base de los radios de las aletas dorsal y ventral, algunos en la línea lateral. 25 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Labridae</p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza pequeña, con ojos grandes y hocico pequeño orientado hacia adelante. Intestino alargado que abarca aproximadamente un 50% del cuerpo. Un melanóforo interno en la zona superior del intestino, algunos en la zona ventral del cuerpo, hasta el pedúnculo caudal. 25 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Labridae, <i>Lachnolaimus maximus</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>  	<p>Pigmentación continua que abarca la longitud total del cuerpo, desde la punta del hocico, hasta el pedúnculo caudal, y uno o dos melanóforos sobre la aleta caudal. Intestino pigmentado en su zona superior, el cual es alargado hasta el medio cuerpo. Cabeza pequeña, ojos grandes. 29 miómeros, 14 espinas y 12 radios dorsales, 3 espinas y 10 radios anales y 14 radios caudales.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Labrisomidae</p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza con ojos grandes y hocico puntiagudo</p>

	<p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>orientado hacia adelante. Intestino en masa, corto. Pigmentos en la zona inferior del intestino, algunos en la base de los radios de la aleta anal, y dos en la base de la aleta caudal. 29 miómeros.</p>
	<p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Orden Perciformes, Familia Gobiidae, <i>Microgobius sp</i></p> <p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza pequeña y hocico orientado hacia adelante. Intestino alargado a más del 60% del cuerpo. Vejiga natatoria prominente. 28 miómeros.</p>
	<p><b>Escalas: 1mm</b></p>	<p>Orden Perciformes, Familia Pomacanthidae, <i>Pomacanthus sp</i></p> <p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza con ojos grandes y hocico orientado hacia adelante. Fuerte pigmentación a lo largo de la zona dorsal y ventral del cuerpo, al igual que sobre la línea lateral hasta el pedúnculo caudal, y el área ventral del intestino. Intestino alargado que abarca un poco más del 50% del cuerpo. 26 miómeros.</p>
	<p><b>Escalas: 1mm</b></p>	<p>Orden Perciformes, Familia Sciaenidae</p> <p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza con ojos pequeños y hocico relativamente grande, orientado hacia arriba. Bulto prominente en la zona superior de la cabeza. Espinas pequeñas en el opérculo. Intestino corto, en masa, con algunos pigmentos en su zona inferior. Melanóforos en la zona ventral del cuerpo. 26 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Sphyraenidae, <i>Sphyraena guachancho</i></p>	<p>Melanóforos rodeando el área del hocico, y un par de filas de estos a lo largo de la zona dorsal del cuerpo, hasta el pedúnculo caudal. Hocico alargado, ojos pequeños. Intestino alargado, el cual abarca un 60-70% del</p>	

 <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>cuerpo. 24 miómeros.</p>
<p>Orden Perciformes, Familia Scombridae, <i>Scomberomorus sp</i></p>  <p><b>Escalas : 1mm</b></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza con ojos no muy grandes y hocico alargado, apuntando hacia adelante, el cual posee dientes. Espinas pre - operculares grandes. Intestino en masa, corto. Pigmentos en la zona superior de la cabeza y en la base de los radios de la aleta anal. 48 miómeros.</p>
<p>Orden Pleuronectiformes, Familia Achiridae, <i>Achirus lineatus</i></p>  <p><b>Escala: 1mm</b></p>	<p>Pigmentación en la zona superior del intestino, melanóforos presentes en el tentáculo dorsal, 2 parches de melanóforos sobre la aleta dorsal y 1 uno sobre la aleta anal, línea de pigmentación a lo largo del cuerpo, tanto dorsal como ventralmente. Ojos muy pequeños, boca grande, la cual se orienta hacia arriba. 25 miómeros, 53 radios dorsales, 43 radios anales, 14 radios caudales.</p>
<p>Orden Pleuronectiformes, Familia Paralichthyidae, <i>Citharichthys sp</i></p>	<p>Cuerpo aplanado dorsoventralmente. Cabeza pequeña con ojos alargados verticalmente y hocico pequeño que apunta hacia adelante. Intestino en masa que abarca más de la mitad del cuerpo. Dos espinas prominentes sobre la cabeza. Pigmentos en la zona dorsal del cuerpo y unos pocos sobre el intestino. 29 miómeros.</p>



**Escala: 1mm**

Orden Pleuronectiformes, Familia Paralichthyidae,  
*Cyclopsetta fimbriata*



**Escala : 1mm**

Orden Tetraodontiformes, Familia Tetraodontidae



**Escala : 1mm**

Una espina craneal y dos ubicadas al inicio del cuerpo. Seis espinas en el opérculo. Larva ligeramente pigmentada, presentando únicamente unos pocos melanóforos dorsal y ventralmente. Intestino en masa. Ojos pequeños, ubicados muy cerca del hocico el cual posee dientes. 36 miómeros

Cuerpo un poco cilíndrico. Cabeza grande, ojos pequeños y hocico orientado hacia arriba. Intestino en masa que abarca menos del 50% del cuerpo, con una espina prominente bajo él. Pigmentación en la zona superior del intestino y en la zona ventral del cuerpo. 24 miómeros.

## II. Métodos de captura y localidades correspondientes a los grupos taxonómicos muestreados

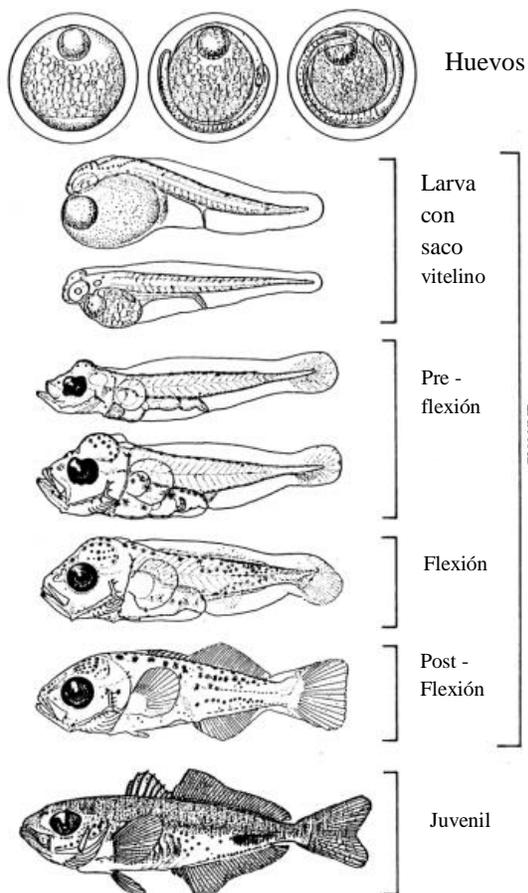
	Localidades				Métodos de captura	
	Lag. Alcatraz	Arr. Alcatraz	Arr. Santo Domingo	Arr. Isla Larga	Mallas	Trampas
<i>Albula vulpes</i>	x	x			x	x
<i>Jenkinsia sp</i>	x	x	x	x	x	x
<i>E. eurystole</i>	x		x		x	x
<i>A. colonensis</i>				x		x
<i>L. aporrhox</i>				x		x
<i>A. stipes</i>	x	x		x	x	x
Exocoetidae	x					x
Gobiesocidae	x	x	x	x	x	
<i>Scorpaena sp1</i>		x	x	x	x	
<i>Scorpaena sp2</i>		x	x		x	
<i>Scorpaena sp3</i>		x	x		x	
<i>Apogon sp</i>			x		x	
<i>Acanthurus sp</i>		x			x	
Spaeridae		x			x	x
<i>A. rhomboidalis</i>		x		x	x	x
<i>C. hippos</i>	x	x			x	
<i>H. amblyrhynchus</i>			x		x	
<i>S. vomer</i>		x		x	x	
<i>Seriola sp1</i>	x		x	x	x	
<i>Seriola sp2</i>		x			x	
<i>Trachurus sp</i>			x		x	
<i>Enneanectes sp1</i>		x		x	x	x
<i>Enneanectes sp2</i>		x		x		x
<i>Eucinostomus sp</i>	x	x		x	x	x
Labridae	x	x	x	x	x	x
<i>L. maximus</i>				x	x	
Labrisomidae		x	x	x	x	x
<i>Microgobius sp</i>	x				x	x
<i>Pomacanthus sp</i>		x	x		x	
Pomacentridae	x				x	
Sciaenidae	x	x	x	x	x	x
<i>S. guachancho</i>		x			x	
<i>Scomberomorus sp</i>			x	x	x	
<i>A. lineatus</i>	x			x	x	x
<i>Citharichthys sp</i>		x		x	x	

<i>C. fimbriata</i>		x	x
Tetraodontidae	x		x

**III. Análisis *Pair – Wise* correspondiente a las diferencias reflejadas en el volumen sedimentado del plancton capturado con mallas de arrastre**

Grupos	t	P(perm)	Permutaciones únicas	P(MC)
Nov, Ene	2,4026	0,0134	9887	0,02
Nov, Mar	3,191	0,0046	9838	0,0053**
Ene, Mar	9,.137	0,0001	9841	0,0001**

**IV. Estadios larvales generales de un pez**



Tomado y modificado de Ahlstrom y Ball, 1954

V. Análisis *Pair – Wise* correspondientes al estadio 1 capturado con mallas de arrastre  
(t: t de student, P(perm): probabilidad de permutaciones, P(MC): probabilidad de Monte Carlo, \*: probabilidad que indica diferencia significativa)

<b>DIFERENCIA TEMPORAL EN CADA LOCALIDAD</b>				
<b>Termino 'MexLo' para pares de niveles del factor 'Mes'</b>				
<b>Dentro del nivel 'Arrecife Alcatraz' del factor 'Localidad'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	1,2893	0,414	7	0,2651
Nov, Mar	3,1409	0,1007	10	0,0337*
Ene, Mar	3,5189	0,0998	10	0,024*
<b>Dentro del nivel 'Arrecife Isla L.' del factor 'Localidad'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	0,86603	0,6042	6	0,4251
Nov, Mar	4,9873	0,1017	10	0,0083*
Ene, Mar	4,8597	0,1031	10	0,008*
<b>Dentro del nivel 'Arrecife Santo D.' del factor 'Localidad'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	2,1106	0,3003	3	0,1078
Nov, Mar	9,5013	0,1019	7	0,0007*
Ene, Mar	10,028	0,1035	10	0,0003*
<b>Dentro del nivel 'Laguna Alcatraz' del factor 'Localidad'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	1,5652	0,4073	4	0,1964
Nov, Mar	0,67082	0,7004	4	0,5399
Ene, Mar	2,8284	0,1968	3	0,0485*
<b>DIFERENCIA ESPACIAL POR CADA MES DE MUESTREO</b>				
<b>Término 'MexLo' para pares de niveles del factor 'Localidad'</b>				
<b>Dentro del nivel 'Nov' para el factor 'Mes'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Arrecife Alcatraz, Arrecife Isla L.	0,92582	0,592	8	0,402
Arrecife Alcatraz, Arrecife Santo D.	0,81379	0,6029	7	0,4595
Arrecife Alcatraz, Laguna Alcatraz	0,77615	0,6003	9	0,4852
Arrecife Isla L., Arrecife Santo D.	0,4	0,7981	5	0,7072

Arrecife Isla L., Laguna Alcatraz	0,31623	1	5	0,7759
Arrecife Santo D., Laguna Alcatraz	Negativo			
<b>Dentro del nivel 'Ene' para el factor 'Mes'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Arrecife Alcatraz, Arrecife Isla L.	1,715	0,2922	6	0,1655
Arrecife Alcatraz, Arrecife Santo D.	0,26726	1	4	0,801
Arrecife Alcatraz, Laguna Alcatraz	0,35355	1	3	0,7505
Arrecife Isla L., Arrecife Santo D.	1,8865	0,209	7	0,1337
Arrecife Isla L., Laguna Alcatraz	2,0788	0,1975	5	0,1016
Arrecife Santo D., Laguna Alcatraz	2,87E-09	1	3	1
<b>Dentro del nivel 'Mar' para el factor 'Mes'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Arrecife Alcatraz, Arrecife Isla L.	0,87123	0,4076	10	0,4273
Arrecife Alcatraz, Arrecife Santo D.	1,4789	0,1956	10	0,2122
Arrecife Alcatraz, Laguna Alcatraz	3,4661	0,0934	7	0,0259*
Arrecife Isla L., Arrecife Santo D.	2,8481	0,1036	9	0,0468*
Arrecife Isla L., Laguna Alcatraz	5,0283	0,0997	7	0,0064*
Arrecife Santo D., Laguna Alcatraz	9,916	0,1031	7	0,0004*

**VI. Análisis *Pair – Wise* correspondientes al estadio 2 capturado con mallas de arrastre (t: t de student, P(perm): probabilidad de permutaciones, P(MC): probabilidad de Monte Carlo, \*: probabilidad que indica diferencia significativa)**

<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	1,4142	0,2038	377	0,1799
Nov, Mar	2,4495	0,0212	2073	0,0258*
Ene, Mar	1,4142	0,172	448	0,1769

**VII. Análisis *Pair – Wise* correspondiente a los individuos que conforman al ensamblaje ictioplanctónico capturados con mallas de arrastre (t: t de student, P(perm): probabilidad de permutaciones, P(MC): probabilidad de Monte Carlo, \*: probabilidad que indica diferencia significativa)**

<b>DIFERENCIA TEMPORAL EN CADA LOCALIDAD</b>				
Término 'MexLo' para pares de niveles del factor 'Mes'				
<b>Dentro del nivel '1' del factor 'Localidad'. Diferencias temporales en Arrecife Alcatraz</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	0.83414	0.5953	10	0.4999
Nov, Mar	2.4348	0.0995	10	0.0206*
Ene, Mar	3.237	0.1046	10	0.0062*
<b>Dentro del nivel '2' del factor 'Localidad' Diferencias temporales en Arrecife Santo Domingo</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	0.82312	0.7923	10	0.5941
Nov, Mar	3.208	0.0928	10	0.0067*
Ene, Mar	2.6336	0.1002	10	0.0166*
<b>Dentro del nivel '3' del factor 'Localidad', Diferencias temporales en Isla Larga</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	2.0107	0.0978	10	0.0537
Nov, Mar	4.1939	0.0986	10	0.0044*
Ene, Mar	5.2249	0.1	10	0.0019*
<b>Dentro del nivel '4' del factor 'Localidad' Diferencias temporales en Laguna Alcatraz</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	2.1361	0.1016	10	0.0477*
Nov, Mar	1.9231	0.1001	10	0.0772
Ene, Mar	1.4408	0.0983	10	0.1818
<b>DIFERENCIA ESPACIAL POR CADA MES DE MUESTREO</b>				
<b>Dentro del nivel 'Nov' del factor 'Mes'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
1, 2	0.93749	0.5946	10	0.469
1, 3	1.4387	0.2995	10	0.1806
1, 4	1.4166	0.2018	10	0.196
2, 3	1.543	0.0957	10	0.1174
2, 4	1.3851	0.3054	10	0.1846
3, 4	1.5674	0.1982	10	0.1501
<b>Dentro del nivel 'Ene' del factor 'Mes'</b>				

<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
1, 2	0.96164	0.7035	10	0.4494
1, 3	2.3933	0.1037	10	0.0224*
1, 4	2.7664	0.1076	10	0.0148*
2, 3	1.5554	0.2027	10	0.1363
2, 4	2.2159	0.0986	10	0.0295*
3, 4	3.5251	0.1036	10	0.0075*

<b>Dentro del nivel 'Mar' del factor 'Mes'</b>				
<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
1, 2	1.9111	0.0982	10	0.0496*
1, 3	1.8787	0.1015	10	0.0554
1, 4	2.4114	0.0985	10	0.0182*
2, 3	1.4235	0.2011	10	0.1575
2, 4	2.3673	0.1015	10	0.0228*
3, 4	2.2785	0.1009	10	0.0227*

**VIII. Análisis *Pair – Wise* correspondiente a los individuos que conforman al ensamblaje ictioplanctónico capturados con trampas de luz (t: t de student, P(perm): probabilidad de permutaciones, P(MC): probabilidad de Monte Carlo, \*: probabilidad que indica diferencia significativa)**

1: Arrecife Alcatraz, 2: Arrecife Isla Larga, 3: Laguna de Alcatraz

<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
Nov, Ene	2.5588	0.0039	9952	0.0055*
Nov, Mar	1.7608	0.0307	9942	0.0364*
Ene, Mar	1.5596	0.0204	9949	0.0474*

<b>Grupos</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Permutaciones únicas</b>	<b>P(MC)</b>
1, 2	1.3328	0.1403	9956	0.1594
1, 3	1.688	0.0351	9948	0.048*
2, 3	1.0719	0.3568	9943	0.3403

**IX. Análisis SIMPER correspondientes a las familias más abundantes capturadas con mallas en todas las localidades muestreadas (Abun. Prom.: abundancia promedio, Sim. Prom.: similitud promedio, Sim/SD: desviación estándar de la similitud promedio, Contrib%: porcentaje de contribución, Acum%: porcentaje acumulado, Disim. Prom.: disimilitud promedio, Dis/SD: desviación estándar de la disimilitud promedio)**

<b>Examina Grupos “Mes” (a lo largo de todos los grupos “Localidad”)</b>						
<b>Grupo Noviembre</b>						
<b>Similitud Promedio: 68,41</b>						
	<b>Abun.</b>					
<b>Especies</b>	<b>Prom.</b>	<b>Sim. Prom</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	
Huevos	5.74	56.49	7.73	82.57	82.57	
Clupeidae	1.15	5.25	0.66	7.67	90.24	
<b>Grupo Enero</b>						
<b>Similitud Promedio: 74,55</b>						
	<b>Abun.</b>					
<b>Especies</b>	<b>Prom.</b>	<b>Sim. Prom</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	
Huevos	4.91	62.25	5.89	83.51	83.51	
Clupeidae	1.03	9.47	0.77	12.71	96.22	
<b>Grupo Marzo</b>						
<b>Similitud Promedio: 66,53</b>						
	<b>Abun.</b>					
<b>Especies</b>	<b>Prom.</b>	<b>Sim. Prom</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	
Huevos	4.86	20.62	1.87	30.99	30.99	
Clupeidae	2.94	11.83	1.62	17.77	48.76	
Sciaenidae	2.89	11.74	1.26	17.65	66.41	
Labrisomidae	2.82	10.55	1.53	15.86	82.27	
Gobiesocidae	1.02	2.67	0.66	4.01	86.28	
Gobiidae	0.24	2.44	0.29	3.67	89.94	
Sphyraenidae	0.81	2.23	0.55	3.35	93.29	
<b>Grupos Noviembre y Enero</b>						
<b>Disimilitud promedio = 34,19</b>						
	<b>Grupo</b>	<b>Grupo</b>				
	<b>Noviembre</b>	<b>Enero</b>				
	<b>Abund.</b>	<b>Abun.</b>	<b>Disim.</b>			
<b>Especies</b>	<b>Prom</b>	<b>Prom.</b>	<b>Prom</b>	<b>Dis/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>

Huevos	5.74	4.91	7.74	1.88	22.63	22.63
Clupeidae	1.15	1.03	6.37	1.34	18.62	41.25
Carangidae	0.8	0.55	5.11	0.89	14.94	56.19
Labridae	0.36	0.32	3.85	0.65	11.25	67.44
Engraulidae	0.34	0.17	3.77	0.54	11.02	78.46
Sciaenidae	0.47	0.12	2.03	0.45	5.95	84.41
Gobiesocidae	0	0.12	0.85	0.3	2.5	86.91
Achiridae	0.12	0.12	0.83	0.33	2.42	89.33
Gerreidae	0	0.12	0.69	0.29	2.02	91.35

### Grupos Noviembre y Marzo

Disimilitud promedio = 59,68

<i>Especies</i>	<b>Grupo Noviembre Abund prom</b>	<b>Grupo Marzo Abund prom</b>	<i>Disim. prom</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
Sciaenidae	0.47	2.89	9.54	1.78	15.98	15.98
Labrisomidae	0	2.82	8.29	1.57	13.89	29.87
Clupeidae	1.15	2.94	7.33	1.73	12.28	42.15
Huevos	5.74	4.86	7.28	0.66	12.21	54.36
Carangidae	0.8	0.89	3.92	0.86	6.57	60.92
Gobiesocidae <sup>1</sup>	0	1.02	3.13	0.92	5.25	66.17
Engraulidae	0.34	0	2.7	0.42	4.52	70.69
Labridae	0.36	0.37	2.57	0.68	4.3	74.99
Scorpaenidae	0	0.76	2.08	0.96	3.48	78.48
Gobiidae	0	0.24	1.93	0.44	3.24	81.72
Sphyraenidae	0	0.81	1.88	0.56	3.16	84.87
Pomacanthidae	0	0.55	1.53	0.68	2.57	87.44
Atherinidae	0.12	0.48	1.37	0.5	2.3	89.74
Tripterygiidae	0.17	0.25	1.05	0.43	1.77	91.51

### Grupos Enero y Marzo

Disimilitud Promedio = 57,38

<i>Especies</i>	<b>Grupo Enero Abund prom</b>	<b>Grupo Marzo Abund prom</b>	<i>Disim. prom</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
Sciaenidae	0.12	2.89	10.53	1.89	18.35	18.35
Labrisomidae	0.12	2.82	8.3	1.52	14.47	32.82
Clupeidae	1.03	2.94	7.39	1.57	12.87	45.69
Huevos	4.91	4.86	5.34	0.56	9.31	55
Gobiesocidae <sup>1</sup>	0	1.02	3.25	0.91	5.66	60.66
Carangidae	0.55	0.89	3.23	1.08	5.62	66.28
Gobiidae	0	0.24	2.37	0.44	4.13	70.41

Scorpaenidae	0	0.76	2.21	0.95	3.85	74.25
Labridae	0.32	0.37	2.13	0.59	3.71	77.96
Sphyraenidae	0	0.81	1.97	0.56	3.43	81.39
Pomacanthidae	0	0.55	1.66	0.68	2.9	84.29
Atherinidae	0	0.48	1.24	0.44	2.15	86.44
Pomacentridae	0	0.12	1.11	0.3	1.94	88.38
Sparidae	0.12	0.36	1.04	0.6	1.81	90.2

**Examina los grupos “Localidad”  
(a lo largo de todos los grupos “Mes”)**

**Grupo Arrecife Alcatraz  
Similitud Promedio: 68,79**

<b>Especies</b>	<b>Abund. Prom.</b>	<b>Simil. Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>
Huevos	6.32	47.64	2.18	69.26	69.26
Clupeidae	2.15	6.92	0.98	10.07	79.32
Labrisomidae	1.34	3.81	0.67	5.54	84.86
Sciaenidae	1.6	3.04	0.48	4.42	89.28
Sphyraenidae	1.07	2.97	0.66	4.32	93.6

**Grupo Arrecife Isla Larga  
Similitud Promedio: 68,38**

<b>Especies</b>	<b>Abund. Prom.</b>	<b>Simil. Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>
Huevos	5.67	41.1	2.77	60.11	60.11
Clupeidae	2.66	13.12	1.66	19.19	79.3
Sciaenidae	1.35	5.49	0.67	8.03	87.33
Labrisomidae	1.4	4.74	0.64	6.93	94.26

**Grupo Arrecife Santo Domingo  
Similitud Promedio: 78,49**

<b>Especies</b>	<b>Abund. Prom.</b>	<b>Simil. Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>
Huevos	5.28	53.36	2.51	67.98	67.98
Sciaenidae	1.36	6.45	0.66	8.21	76.2
Labrisomidae	1.18	5.51	0.67	7.03	83.22
Carangidae	1.02	4.57	0.5	5.82	89.04
Clupeidae	0.96	3.66	0.66	4.66	93.7

**Grupo Laguna Alcatraz  
Similitud Promedio: 63,67**

<b>Especies</b>	<b>Abund. Prom.</b>	<b>Simil. Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>
Huevos	3.4	43.72	1.69	68.67	68.67
Clupeidae	1.06	11.69	0.84	18.36	87.02
Gobiidae	0.32	3.25	0.33	5.11	92.13

**Grupos Arrecife Alcatraz y Arrecife Isla Larga**  
**Disimilitud Promedio = 35,20**

<i>Especies</i>	<b>Grupo A. Alcatraz</b>	<b>Grupo A Isla Larga</b>	<i>Disim. Prom.</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
	<i>Abund. Prom</i>	<i>Abund. Prom</i>				
Clupeidae	2.15	2.66	5.06	1.22	14.37	14.37
Sciaenidae	1.6	1.35	4.59	0.87	13.04	27.41
Carangidae	0.97	0.74	4.26	1.12	12.11	39.53
Huevos	6.32	5.67	4.11	0.95	11.67	51.2
Labridae	0.49	0.26	2.1	0.59	5.98	57.18
Sphyraenidae	1.07	0	1.94	0.69	5.51	62.68
Achiridae	0	0.32	1.62	0.51	4.6	67.28
Atherinidae	0.35	0.45	1.61	0.57	4.57	71.85
Tripterygiidae	0.33	0.22	1.53	0.51	4.35	76.2
Labrisomidae	1.34	1.4	1.25	0.52	3.55	79.75
Sparidae	0.32	0.32	1.18	0.56	3.34	83.09
Gerreidae	0.16	0.16	1.16	0.44	3.31	86.4
Gobiesocidae1	0.16	0.68	0.93	0.59	2.64	89.04
Pomacanthidae	0.42	0	0.75	0.5	2.14	91.18

**Grupos Arrecife Alcatraz y Arrecife Santo Domingo**  
**Disimilitud Promedio = 36,92**

<i>Especies</i>	<b>Grupo A. Alcatraz</b>	<b>Grupo A. Santo Domingo</b>	<i>Disim. Prom.</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
	<i>Abund. Prom</i>	<i>Abund. Prom</i>				
Clupeidae	2.15	0.96	5.64	1.13	15.27	15.27
Carangidae	0.97	1.02	5.51	1.22	14.94	30.2
Huevos	6.32	5.28	5.44	1.33	14.73	44.93
Sciaenidae	1.6	1.36	4.88	0.91	13.22	58.15
Labridae	0.49	0.48	4.2	0.8	11.38	69.53
Sphyraenidae	1.07	0	2.05	0.69	5.56	75.09
Engraulidae	0	0.22	1.33	0.35	3.6	78.69
Gerreidae	0.16	0	1.18	0.34	3.2	81.89
Gobiesocidae1	0.16	0.51	0.87	0.53	2.35	84.25
Tetraodontidae	0.16	0	0.72	0.35	1.95	86.19
Atherinidae	0.35	0	0.68	0.35	1.83	88.02

Tripterygiidae	0.33	0	0.66	0.35	1.78	89.8
Pomacanthidae	0.42	0.32	0.61	0.49	1.65	91.45
<b>Grupos Arrecife Isla Larga y Arrecife Santo Domingo</b>						
<b>Disimilitud Promedio = 32,23</b>						
	<b>Grupo A. Isla Larga</b>	<b>Grupo A. Santo Domingo</b>				
<i>Especies</i>	<i>Abund. Prom</i>	<i>Abund. Prom</i>	<i>Disim. Prom.</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
Clupeidae	2.66	0.96	6.86	1.4	21.29	21.29
Huevos	5.67	5.28	4.99	1.11	15.48	36.76
Carangidae	0.74	1.02	4.85	0.97	15.04	51.81
Labridae	0.26	0.48	3.93	0.67	12.19	63.99
Achiridae	0.32	0	1.82	0.5	5.66	69.66
Labrisomidae	1.4	1.18	1.49	0.53	4.63	74.29
Atherinidae	0.45	0	1.46	0.52	4.54	78.83
Engraulidae	0	0.22	1.2	0.34	3.73	82.56
Sparidae	0.32	0	1.16	0.48	3.61	86.17
Tripterygiidae	0.22	0	0.95	0.35	2.95	89.12
Gobiesocidae	0.68	0.51	0.79	0.5	2.46	91.59
<b>Grupos Arrecife Alcatraz y Laguna Alcatraz</b>						
<b>Disimilitud Promedio = 52,72</b>						
	<b>Grupo A. Alcatraz</b>	<b>Grupo L. Alcatraz</b>				
<i>Especies</i>	<i>Abund. Prom</i>	<i>Abund. Prom</i>	<i>Disim. Prom.</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
Huevos	6.32	3.4	13.17	2.09	24.99	24.99
Clupeidae	2.15	1.06	6.51	1.3	12.34	37.34
Sciaenidae	1.6	0.32	5.86	1.07	11.11	48.44
Carangidae	0.97	0.26	3.73	0.87	7.07	55.52
Labrisomidae	1.34	0	3.51	0.69	6.66	62.17
Sphyraenidae	1.07	0	2.82	0.69	5.34	67.52
Engraulidae	0	0.45	2.7	0.49	5.13	72.65
Labridae	0.49	0.16	2.12	0.57	4.02	76.66
Scorpaenidae	0.54	0	1.41	0.68	2.68	79.34
Gerreidae	0.16	0	1.25	0.35	2.38	81.72
Pomacanthidae	0.42	0	1.09	0.5	2.08	83.8
Gobiesocidae	0	0.16	1.06	0.35	2.01	85.8
Atherinidae	0.35	0	0.93	0.35	1.77	87.57
Tripterygiidae	0.33	0	0.91	0.35	1.73	89.3
Gobiidae	0	0.32	0.86	0.52	1.63	90.92

**Grupos Arrecife Isla larga y laguna Alcatraz**

Disimilitud Promedio = 52,65

<i>Especies</i>	<b>Grupo A.</b>	<b>Grupo L.</b>	<i>Disim.</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
	<b>Isla Larga</b>	<b>Alcatraz</b>				
	<i>Abund.</i>	<i>Abund.</i>	<i>Prom.</i>			
	<i>Prom</i>	<i>Prom</i>				
Huevos	5.67	3.4	11.93	2.33	22.65	22.65
Clupeidae	2.66	1.06	9.56	2.21	18.16	40.81
Labrisomidae	1.4	0	5.4	0.83	10.26	51.07
Carangidae	0.74	0.26	4.73	0.88	8.98	60.05
Sciaenidae	1.35	0.32	3.63	0.65	6.89	66.94
Engraulidae	0	0.45	2.85	0.49	5.41	72.35
Gobiesocidae1	0.68	0	2.33	0.68	4.43	76.79
Achiridae	0.32	0	1.94	0.5	3.69	80.48
Labridae	0.26	0.16	1.87	0.47	3.55	84.03
Atherinidae	0.45	0	1.82	0.52	3.45	87.48
Sparidae	0.32	0	1.38	0.51	2.63	90.11

**Grupos Santo Domingo y Laguna Alcatraz**

Disimilitud Promedio = 48,88

<i>Especies</i>	<b>Grupo A.</b>	<b>Grupo L.</b>	<i>Disim.</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
	<b>Santo Domingo</b>	<b>Alcatraz</b>				
	<i>Abund.</i>	<i>Abund.</i>	<i>Prom.</i>			
	<i>Prom</i>	<i>Prom</i>				
Huevos	5.28	3.4	10.24	1.75	20.94	20.94
Clupeidae	0.96	1.06	7.87	1.54	16.1	37.04
Carangidae	1.02	0.26	6.08	0.99	12.44	49.48
Labrisomidae	1.18	0	4.58	0.68	9.38	58.86
Engraulidae	0.22	0.45	4.48	0.67	9.16	68.02
Sciaenidae	1.36	0.32	4.08	0.66	8.36	76.37
Labridae	0.48	0.16	3.44	0.62	7.04	83.41
Gobiesocidae1	0.51	0	1.94	0.52	3.96	87.37
Gobiidae	0	0.32	1.28	0.52	2.62	89.99
Gobiesocidae	0	0.16	1.28	0.34	2.62	92.6

- X. Análisis SIMPER correspondientes a las familias más abundantes capturadas con trampas en todas las localidades muestreadas (Abun. Prom.: abundancia promedio, Sim. Prom.: similitud promedio, Sim/SD: desviación estándar de la similitud promedio, Contrib%: porcentaje de contribución, Acum%: porcentaje acumulado, Disim. Prom.: disimilitud promedio, Dis/SD: desviación estándar de la disimilitud promedio)

<b>Examina los grupos “Mes”</b>						
<b>(a lo largo de todos los grupos “Localidad”)</b>						
<b>Grupo Noviembre</b>						
<b>Similitud Promedio: 31,31</b>						
	<b>Abund.</b>	<b>Simil.</b>				
<b>Especies</b>	<b>Prom.</b>	<b>Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	
Clupeidae	1.48	19.58	0.73	62.52	62.52	
Engraulidae	0.71	8.13	0.72	25.95	88.47	
Gerreidae	0.2	3.61	0.45	11.53	100	
<b>Grupo Enero</b>						
<b>Similitud Promedio: 8,60</b>						
	<b>Abund.</b>	<b>Simil.</b>				
<b>Especies</b>	<b>Prom.</b>	<b>Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	
Labridae	0.28	8.6	0.33	100	100	
<b>Grupo Marzo</b>						
<b>Similitud Promedio: 11,69</b>						
	<b>Abund.</b>	<b>Simil.</b>				
<b>Especies</b>	<b>Prom.</b>	<b>Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	
Labrisomidae	0.39	3.93	0.33	33.58	33.58	
Achiridae	0.15	2.59	0.33	22.14	55.72	
Atherinidae	0.31	2.59	0.33	22.14	77.86	
Gerreidae	0.2	2.59	0.33	22.14	100	
<b>Grupos Noviembre y Enero</b>						
<b>Disimilitud Promedio = 92,02</b>						
	<b>Grupo</b>	<b>Grupo</b>				
	<b>Noviembre</b>	<b>Enero</b>				
	<b>Abun.</b>	<b>Abun.</b>	<b>Disim.</b>			
<b>Especies</b>	<b>Prom.</b>	<b>Prom.</b>	<b>Prom.</b>	<b>Disim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>
Clupeidae	1.48	0	31.93	1.33	34.7	34.7
Engraulidae	0.71	0.08	19.84	0.8	21.56	56.25

Labridae	0.35	0.28	14.47	0.48	15.72	71.97
Tripterygiidae	0.55	0	7.27	0.58	7.9	79.87
Gerreidae	0.2	0	5.42	0.59	5.89	85.76
Gobiidae	0	0.08	4.18	0.35	4.54	90.3
<b>Grupos Noviembre y Marzo</b>						
<b>Disimilitud Promedio = 86,24</b>						
	<b>Grupo</b>	<b>Grupo</b>				
	<b>Noviembre</b>	<b>Marzo</b>				
	<i>Abun.</i>	<i>Abun.</i>	<i>Disim.</i>			
<i>Especies</i>	<i>Prom.</i>	<i>Prom.</i>	<i>Prom.</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
Clupeidae	1.48	0.28	24.89	1.47	28.86	28.86
Engraulidae	0.71	0	14.31	1.06	16.59	45.44
Labrisomidae	0	0.39	7.95	0.34	9.21	54.66
Atherinidae	0	0.31	7.34	0.73	8.51	63.17
Tripterygiidae	0.55	0	6.68	0.59	7.75	70.92
Labridae	0.35	0.33	5.05	0.4	5.86	76.78
Gerreidae	0.2	0.2	4.3	0.53	4.99	81.77
Gobiidae	0	0.12	4.28	0.37	4.96	86.73
Achiridae	0	0.15	4.17	0.57	4.84	91.57
<b>Grupos Enero y Marzo</b>						
<b>Disimilitud Promedio = 95,99</b>						
	<b>Grupo</b>	<b>Grupo</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Marzo</b>				
	<i>Abun.</i>	<i>Abun.</i>	<i>Disim.</i>			
<i>Especies</i>	<i>Prom.</i>	<i>Prom.</i>	<i>Prom.</i>	<i>Disim/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
Labridae	0.28	0.33	20	0.66	20.83	20.83
Atherinidae	0	0.31	13.41	0.57	13.97	34.8
Clupeidae	0	0.28	12.01	0.51	12.51	47.31
Labrisomidae	0	0.39	11.97	0.47	12.47	59.78
Labridae	0.26	0	6.96	0.35	7.26	67.03
Sciaenidae	0	0.08	6.49	0.3	6.76	73.8
Gobiidae	0.08	0.12	6.23	0.41	6.49	80.29
Gerreidae	0	0.2	6.15	0.53	6.4	86.7
Achiridae	0	0.15	5.06	0.51	5.27	91.97
<b>Examina los grupos “Localidad”</b>						
<b>(a lo largo de todos los grupos “Mes”)</b>						
<b>Grupo laguna Alcatraz</b>						
<b>Similitud Promedio: 16,10</b>						
	<b>Abund.</b>	<b>Simil.</b>				
<b>Especies</b>	<b>Prom.</b>	<b>Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	

Labridae	0.91	11.05	0.38	68.65	68.65	
Labrisomidae	0.43	5.05	0.38	31.35	100	
<b>Grupo Arrecife Alcatraz</b>						
<b>Similitud Promedio: 9,76</b>						
<b>Especies</b>	<b>Abund. Prom.</b>	<b>Simil. Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	
Clupeidae	0.74	7.32	0.38	75	75	
Engraulidae	0.33	2.44	0.38	25	100	
<b>Grupo Isla Larga</b>						
<b>Similitud Promedio: 17,57</b>						
<b>Especies</b>	<b>Abund. Prom.</b>	<b>Simil. Prom.</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>	
Clupeidae	0.52	5.19	0.33	29.51	29.51	
Gerreidae	0.35	4.59	0.5	26.14	55.65	
Engraulidae	0.33	2.62	0.33	14.89	70.54	
Achiridae	0.15	2.59	0.33	14.73	85.27	
Atherinidae	0.23	2.59	0.33	14.73	100	
<b>Grupos Laguna Alcatraz y Arrecife Alcatraz</b>						
<b>Disimilitud Promedio = 87,80</b>						
<b>Especies</b>	<b>Grupo Laguna Alcatraz Abund. Prom.</b>	<b>Grupo Arrecife Alcatraz Abund. Prom.</b>	<b>Disim. Prom.</b>	<b>Dis/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>
Labridae	0.91	0.09	25.22	0.73	28.73	28.73
Clupeidae	0.29	0.74	14.24	0.52	16.21	44.94
Labrisomidae	0.43	0	13.08	0.56	14.9	59.84
Labridae	0	0.29	9.31	0.39	10.6	70.44
Sciaenidae	0.14	0.09	7.61	0.34	8.67	79.11
Atherinidae	0	0.09	6.81	0.3	7.76	86.87
Engraulidae	0	0.33	3.89	0.38	4.43	91.3
<b>Grupos Laguna Alcatraz y Arrecife Isla Larga</b>						
<b>Disimilitud Promedio = 97,07</b>						
<b>Especies</b>	<b>Grupo Laguna Alcatraz Abund. Prom.</b>	<b>Grupo Arrecife Isla Larga Abund. Prom.</b>	<b>Disim. Prom.</b>	<b>Dis/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Acum.%</b>
Labridae	0.91	0	25.55	0.8	26.32	26.32

Engraulidae	0	0.33	14.7	0.49	15.15	41.47
Gobiidae	0	0.2	12.95	0.49	13.34	54.81
Clupeidae	0.29	0.52	9.22	0.5	9.5	64.31
Labrisomidae	0.43	0	7.81	0.55	8.05	72.35
Gerreidae	0	0.35	7.54	0.69	7.77	80.12
Atherinidae	0	0.23	5.96	0.52	6.14	86.26
Achiridae	0	0.15	4.32	0.49	4.45	90.71
<b>Grupos Arrecife Alcatraz y Arrecife Isla Larga</b>						
<b>Disimilitud Promedio = 80,90</b>						
	<b>Grupo Arrecife Alcatraz</b>	<b>Grupo Arrecife Isla Larga</b>				
	<i>Abund. Prom.</i>	<i>Abund. Prom.</i>	<i>Disim. Prom.</i>	<i>Dis/SD</i>	<i>Contrib%</i>	<i>Acum.%</i>
<i>Especies</i>						
Gobiidae	0	0.2	12.84	0.5	15.87	15.87
Clupeidae	0.74	0.52	10.93	0.66	13.51	29.38
Engraulidae	0.33	0.33	10.66	0.46	13.17	42.55
Labridae	0.29	0	8.77	0.38	10.84	53.39
Labridae	0.09	0	8.7	0.35	10.75	64.14
Gerreidae	0	0.35	7.76	0.75	9.59	73.73
Atherinidae	0.09	0.23	6.44	0.57	7.96	81.69
Achiridae	0	0.15	5.05	0.56	6.24	87.94
Sciaenidae	0.09	0	2.96	0.37	3.66	91.59

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ABURTO-OROPEZA, O. y G. Danemann. (2008). *Serránidos de importancia comercial del Golfo de California. Ecología, pesquerías y conservación*. Ciencia y Conservación, 1: 1 – 23.
- ACUÑA, E., M. Cabrera y V. López. (2009). Identificación, distribución y abundancia del ictioplancton y masas de agua asociadas en el archipiélago de Juan Fernández e islas San Félix y San Ambrosio. *Cienc. Tecnol. Mar.* 32(2): 5 - 25.
- AHLSTROM, E. y O. Ball. (1954). Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae en 1950 and 1951. *Fish. Bull. U.S.* 56: 209 – 245.

- ALLEN-PEÑA, T. (2005). *Análisis ictioplanctónico de dos áreas costeras del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para obtener el título de maestría. Universidad de Oriente. 90 pp.
- ALLEN-PEÑA, T., L. Marcano, B. Marín-Espinoza y B. Márquez-Rojas. (2009). *Abundancia del ictioplancton y macrozooplancton en el Suroeste del Golfo de Cariaco, Venezuela*. Bol. Centro Invest. Biol. 43(4): 501-526.
- ÁLVAREZ-CADENA, J., U. Ordoñez-López, A. Almaral-Mendivil, M. Ornelas-Roa y A. Uicab-Sabido. (2007). *Larvas de peces del litoral arrecifal del Norte de Quintana Roo, Mar Caribe de México*. Hidrobiológica. 17(2): 139 – 150.
- ANDERSON, M. y J. Robinson. (2003). *Generalized discriminant analysis based on distances*. Australian & New Zealand Journal of Statistics, 45:301-318.
- ANDERSON, M., R. Gorley y K. Clarke. (2008). *PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods*. Primer-e, Plymouth, UK, 214pp.
- ANÓNIMO. (2010). *Monitoreo biológico del programa para la gestión y control de agua de lastre y sedimentos generados por buques: Puerto Cabello*. Ministerio del Poder Popular para la Defensa. Armada Bolivariana. Comando Naval de Operaciones. Caracas, Venezuela.
- ARMSWORTH, P. (2002). *Recruitment limitation, population regulation, and larval connectivity in reef fish metepopulations*. Ecology. 83(4): 1092 – 1104.
- AUTH, T. y R. Brodeur. (2013). *An overview of ichthyoplankton research in the northern California current region: Contributions to ecosystem assessments and management*. CalCOFIRep. 54:107-126.
- BECK, M. (1998). *Comparison of the measurement and effects on habitat structure on gastropods in rocky intertidal and mangrove habitats*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 169: 165 – 178.
- BELLWOOD, D. y P. Wainwright. (2002). *The history and biogeography of fishes on coral reefs*. En: Sale, P. Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem. Elsevier, 555 pp.
- BERGENIUS, M., M. Meehan, R. Robertson y M. McCormick. (2002). *Larval growth predicts the recruitment success of a coral reef fish*. Oecologia, 131: 521 – 525.

- BOOTH, D. y G. Wellington. (1998). *Settlement preferences in coral-reef fishes: Effects on patterns of adult and juvenile distributions, individual fitness and population structure*. Aust. J. Ecol. 23: 274 – 279.
- BOURRET, P., D. Binet, C. Hoffschir, J. Rivaton y H. Velayoudon. (1979). *Evaluation de l'effet d'île d'un atoll: Plancton et micronecton au large de Mururoa (Tuamotus)*. Cent. ORSTOM Noumea, 87 pp.
- BRITO, A. (1999). *Composición y abundancia de las larvas de peces del canal de entrada de La Restringa, Isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo comprendido entre enero y junio 1995*. Trabajo de Grado, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Nueva Esparta. 68 pp.
- BRITO, A. (2013). *Variación y composición del zooplancton asociado a las formaciones coralinas de la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para obtener el título de Licenciado. Universidad de Oriente. 91 pp.
- BUNN, N., C. Fox y T. Webb. (2000). *A literature review of studies on fish egg mortality: implications for the estimation of spawning stock biomass by the annual egg production method*. Science Series Technical Report. CEFAS, Lowestoft. (111), 37pp.
- CAMERON, P., J. Berg, V. Dethlefsen y H. Von Westernhagen. (1992). Developmental defects in pelagic embryos of several flatfish species in the southern North Sea. Netherlands Journal of Sea Research. 29: 239 – 256.
- CARPENTER, K., T. Munroe y R. Robertson. (2015). Cyclopsetta fimbriata, *Spotfin flounder*. Consultado el 13/11/2016. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/details/16439642/0>
- CARREÓN, P. (1997). *Distribución y densidad larvaria de la familia Gobiidae en la laguna de Mar Muerto, estados de Oaxaca y Chiapas, México*. Trabajo de Servicio Social. Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana. 24 pp.
- CASELLES, A. y A. Acero. (1996). *Reproducción de Anchoa clupeioides y Anchoa parva (Pisces:Engraulidae) en dos ciénagas del Caribe Colombiano*. Rev. Biol. Trop. 44(2): 781 – 793.

- CEDEÑO, K. (2008). *Composición distribución y abundancia de huevos y larvas de peces arrecifales de la costa Sur del Golfo de Cariaco (ensenada de Turpialito), estado Sucre, Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para obtener el título de Licenciado. Universidad de Oriente. 100 pp.
- CERVIGÓN, F. (1991). *Los peces marinos de Venezuela*. Volumen I. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela. 425pp.
- CERVIGÓN, F. y A. Alcalá. (1997). *Peces del Archipiélago de los Roques*. Fundación Museo del Mar. Fundación Científica de los Roques. 79 pp.
- CERVIGÓN, F. y H. Ramírez. (2012). *Peces marinos de las costas de Venezuela*. Fundación Museo del Mar. 296 pp.
- CHOAT, J. y D. Ross. (2002). *Age-Based Studies*. En: Sale, P. *Coral Reef Fishes: Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Elsevier, 555 pp.
- CLARKE, K. y R. Green. (1988). *Statistical design and analysis for a 'biological effects' study*. Marine Ecology Progress Series, 46:213 – 226.
- CLARKE, K. Y R. Gorley. (2006) *PRIMER: User manual/tutorial*. PRIMER-E Ltd. Plymouth, UK.
- CLARKE, K. y R. Warwich. (1994). *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. Natural environment Research council, UK.
- CORREIA, A., C. Antunes, E. Isidro y J. Coimbra. (2003). *Changes in otoliths microstructure and microchemistry during larval development of the European conger eel (Conger conger)*. Mar. Biol. 142: 777 – 789.
- COLIN, P. (1975). *The neon gobbies*. TFH. Publ., Neptune City, Nueva Jersey.
- COWEN, R. (2002). *Larval dispersal and retention and consequences for population connectivity*. En: Sale, P. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academia Press, 754 pp.
- D'CROZ, L., D. Robertson y J. Martínez. (1999). *Cross – shelf distribution of nutrients, plankton and fish larvae in the San Blas Archipiélago, Caribbean Panamá*. Rev. Biol. Trop. 47 (1-2): 203 – 215.

- CUSHING, D. (1975). *Marine ecology and fisheries*. Cambridge University Press.
- DE CIECHOMSKI, J. (1966). *Influence of some environmental factors upon the embryonic development of the argentine anchovi Engraulis anchoita* (Hubbs and Marini). CALCOFI Reports. 11: 67 – 71.
- DICKEY – COLLAS, M., L. Bolle, J. Van Beek y P. Erftemeijer. (2009). *Variability in transport of fish eggs and larvae. II. Effects of hydrodynamics on the transport of Downs herring larvae*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 390: 183 – 194.
- DINNO, A. (2015). *Nonparametric pairwise multiple comparison in independent groups using Dunn's test*. The Stata Journal. 15(1): 292-300.
- DOHERTY, P. y P. Sale. (1985). *Predation on juvenile coral reef fishes: An exclusion experiment*. Coral Reefs. 4: 225-234.
- DOHERTY, P. (1991). *Spatial and temporal patterns in recruitment*. En: Sale, P. The Ecology of Fishes on Coral Reefs. Academia Press. 754 pp.
- DOMINICI-AROSEMANA, A., E. Brugnoli-Olivera, S. Solano-Ulate, H. Molina-Ureña y A. Ramírez. (2000). *Ictioplankton en la zona portuaria de Limón, Costa Rica*. Rev. Biol. Trop. 48(2/3): 439 – 442.
- DOWER, J., P. Pepin y W. Leggett. (1998). *Enhanced gut fullness and an apparent shift in size selectivity by radiated shanny (Ulvaria subbifurcata) larvae in response to increased turbulence*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 128 – 142.
- ESTEVE, M., J. Palazón y J. Guanipa. (2001). *Colecta de larvas de peces: Variación entre réplicas*. Ciencia. 9(3): 328 – 333.
- ESTEVE, M., E. Gómez, C. Romero y E. Trujillo. (2009). *Abundancia y distribución de larvas de peces en el eje Pampatar – La Isleta, Isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo 2002-2003 Enero-Julio*. Saber. 21(2): 133-142
- FAHAY, M. (2007). *Early stages of fishes in the Western North Atlantic Ocean (Davis Strait), Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras*. NAFO Pub. 1680pp.

- FISHER, R., D. Bellwood y S. Job. (2000). *Development of swimming abilities in reef fish larvae*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 202: 163-173.
- FROESE, R. y D. Pauly. (2016). *FishBase, World Wide Web electronic publication*. Consultado el 10/11/2016. Disponible en <http://www.fishbase.org>.
- FUIMAN, L. (2002). *Special considerations of fish eggs and larvae*. En Fuiman, L. y R. Werner. *Fishery Science: The Unique Contributions of Early Life Stages*. Blackwell Publishing Company. 326pp.
- GASSMAN, J., N. Eslava y L. Gonzáles. (2008). *Reproducción de la sardina, Sardinella aurita (Clupeiformes, Clupeidae) del sureste de la isla de Margarita, Venezuela*. Rev. Biol. Trop. 56(4): 1813 – 1824.
- GILBERT, S. (2005). *Biología del desarrollo*. Editorial Médica Panamericana. 882 pp.
- GONZÁLES, E. (1997). *Composición y abundancia del ictioplancton en las costas Oriental y Occidental del estrecho del Lago de Maracaibo*. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. 31(1): 33 – 56.
- GONZÁLES, E. (1999). *Ictioplancton del sector San Carlos del Lago de Maracaibo: Composición, distribución y abundancia*. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. 33(3): 173 – 195.
- GUEVARA, A. (2014). *Estatus de los arrecifes coralinos del Parque Nacional San Esteban, Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para obtener el título de Licenciado. Universidad de Carabobo. 93 pp.
- GUZMÁN, H. (1988). *Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica*. Rev. Biol. Trop. 36(2A): 191 – 207.
- HENRÍQUEZ, E. (2007). *Abundancia y distribución del ictioplancton en la plataforma externa de la fachada atlántica de Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para obtener el título de Licenciado. Universidad de Oriente. 112 pp.

- HERNÁNDEZ, F. y R. Shaw. (2003). *Comparison of plankton net and light trap methodologies for sampling larval and juvenile fishes at offshore petroleum platforms and a coastal jetty of Louisiana*. American Fisheries Society Symposium. 36: 15 – 38.
- HERRERA-REVELES, A., B. Marin, A. Brito y E. Ramos. (2009). *Dos métodos de muestreo de larvas y estadios pelágicos tempranos de peces sobre los ecosistemas marinos-costeros: Una comparación realizada en la bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela*. Proceedings of the 62nd GCFI. 62: 246 – 251.
- HERRERA-REVELES, A. y B. Marin. (2009). *Comparación espacial del ictioplancton presente en distintos ambientes marinos dentro de dos ensenadas ubicadas en la bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela*. Proceedings of the 62nd GCFI. 62: 59 – 68.
- HERSHBERGER, P., N. Elder, J. Wittouck, K. Stick y R. Kocan. (2005). *Abnormalities in larvae from the once – largest Pacific herring population in Washington State result primarily from factors independent of spawning location*. Transactions of the American Fisheries Society. 134: 326 – 337.
- HIXON, M. y M. Webster. (2002). *Density dependence in reef fish populations*. En: Sale, P. Coral Reef Fishes: Dynamics and diversity in a complex ecosystem. Elsevier, 555 pp.
- HJORT, J. (1914). *Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe viewed in the light of biological research*. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer. 20: 1-228.
- HOUDE, E. (1987). *Fish early life dynamics and recruitment variability*. Am. Fish. Soc. Symp. 2: 17 – 29.
- HOUDE, E. (2002). *Mortality*. En: Fuiman, L. y R. Werner. Fishery science, the unique contributions of early life stages. Blackwell Science. 326 pp.
- IRISSON, J., C. Paris, C. Guigand y S. Planes. (2010). *Vertical distribution and ontogenetic “migration” in coral reef fish larvae*. Limnol. Oceanogr. 55(2): 909 – 919.
- JAXION – HARM, J. (2010). *The relationship between Coral reef fish (larvae, juveniles and adults) and mangroves: a case of study in Honduras*. Trabajo Especial de Grado para obtener el título de Doctor en Filosofía. Universidad de Oxford. 230pp.

- JOHANNES, R. (1978). *Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics*. Environ. Biol. Fishes. 3: 65-84.
- KINGSTON, M. y I. Suthers. (1996). *The influence of tidal phase on patterns of ichthyoplankton abundance in the vicinity of an estuarine front, Botany Bay, Australia*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 43: 33 – 54.
- KLUMPP, D., C. Humphrey, H. Huasheng y F. Tao. (2002). *Toxic contaminants and their biological effects in coastal waters of Xiamen, China: II. Biomarkers and embryo malformation rates as indicators of pollution stress in fish*. Marine Pollution Bulletin. 44: 761 – 769.
- KLUMPP, D. y H. Von Westernhagen. (1995). *Biological effects of pollutants in Australian tropical coastal waters: Embryonic malformations and chromosomal aberrations in developing fish eggs*. Marine Pollution Bulletin. 30: 158 – 165.
- KNAPP, R y R. Warner. (1991). *Male parental care and female choice in the bicolor damselfish, Stegastes partitus: bigger is not always better*. Animal behavior. 41(5): 747 – 756.
- KREBS, C. (1995). *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper Collins Publishers. New York, USA. 801 pp.
- LASKER, R. (1975). *Field criteria for survival of anchovy larvae: The relation between chlorophyll maximum layers and successful first feeding*. Fish. Bull. 73: 453 – 462.
- LEIS, J. (1978). *Systematics and zoogeography of the porcupine fishes (Diodon, Diodontidae, Tetraodontiformes), with comments on egg and larval development*. Fish. Bull. 76: 535 – 567.
- LEIS, J. (1986). *Vertical and horizontal distribution of fish larvae near coral reefs at Lizard Island, Great Barrier Reef*. Mar. Biol. 90: 505 – 516.
- LEIS, J. (1991a). *The pelagic stage of reef fishes: The larval biology of coral reef fishes*. En: Sale, P. The Ecology of Fishes on Coral Reefs. Academia Press. 754 pp.
- LEIS, J. (1991b). *Vertical distribution of fish larvae in the Great Barrier Reef Lagoon, Australia*. Mar. Biol. 109: 157 – 166.
- LEIS, J. y B. Carson-Ewart. (1998). *Complex behavior by coral-reef fish larvae in open water and near reef pelagic environments*. Environmental Biology of Fishes. 53: 259 – 266.

- LEIS, J. y M. McCormick. (2002). *The biology, behavior, and ecology of the pelagic, larval stage of coral reef fishes*. En: Sale, P. Coral reef fishes, dynamics and diversity in complex ecosystems. Elsevier, 555 pp.
- LEVIN, P. (1996). *Recruitment in a temperate demersal fish. Does larval supply matter?*. Limnol. Oceanogr. 41(4): 672 - 679.
- LINDQUIST, D. y R. Shaw. (2005). *Effects of current speed and turbidity on stationary light-trap catches of larval and juvenile fishes*. Fish. Bull. 103(2): 438 – 444.
- LITVAK, M. y W. Leggett. (1992). *Age and size-selective predation on larval fishes: The bigger-is-better hypothesis revisited*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 81: 13 – 24.
- LUCKHURST, B. y H. Powels. (1986). *Ichthyoplankton of the Central Venezuelan coast: Composition, abundance and seasonality*. Northeast Gulf Science. 8(2): 129-141.
- MACKENZIE, B., T. Miller, S. Cyr y W. Leggett. (1994). *Evidence for a dome-shaped relationship between turbulence and larval ingestion rates*. Limnol. Oceanogr. 39: 1790 – 1799.
- MARCOLIN, C., B. DaConceição, M. Nogueira, P. Júnior y R. Johnsson. (2010). *Mesozooplankton and ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil*. Check List. 6(2): 210 – 216.
- MARIN, B., J. Gómez y L. Urosa. (1989). *Taxonomía y distribución del ictioplancton en la fosa de Cariaco, Venezuela*.
- MARIN, B., A. Herrera y L. Ariza. (2012). *Informe final del proyecto: línea base ambiental bloque barracuda. Componente: ictioplancton*. Universidad de Oriente, Núcleo Sucre, Instituto Oceanográfico de Venezuela. 37pp.
- MÁRQUEZ, B., B. Marín, E. Zoppy y C. Moreno. (2006). *Zooplankton del Golfo de Cariaco*. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente. 45(1): 61-78.
- MARQUEZ, B., M. Baumar, J. Díaz – Ramos, L. Troccoli y S. Subero - Pino. (2007). *Variación estacional y vertical de la biomasa del macrozooplancton en la bahía de Mochima, estado Sucre – Venezuela, durante 1997 – 1998*. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 42(3): 241 – 252.

- MARTÍNEZ, A. (2011). *Variabilidad temporal de la composición y abundancia de larvas de peces de la laguna de Chacopata y zonas adyacentes, estado Sucre, Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para obtener el título de Licenciado. Universidad de Oriente. 93 pp.
- MARTÍNEZ, K. y J. Rodríguez-Quintal. (2012). *Estructura poblacional de Acropora palmata (Scleractinia: Acroporidae) en el Parque Nacional San Esteban, Venezuela*. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. 51(2): 129 – 137.
- MEAD, G., E. Bertelsen y D. Cohen. (1964). *Reproduction among deep-sea fishes*. Deep-Sea Research. 2: 569 - 596.
- McCORMICK, M. (1999). *Delayed metamorphosis of a tropical reef fish (Acanthurus triostegus): A field experiment*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 176: 25 – 38.
- McFARLAND, W. y N. Kotchian. (1982). *Interaction between schools of fish and mysids*. Behav. Ecol. Sociobiol. 11: 71 – 76.
- MEDINA, M., M. Araya y C. Vega. (2004). *Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona Norte de Chile*. Investigaciones Marinas. 32(1): 33 – 47.
- METHOT, R. (1983). *Seasonal variation in survival of larval northern anchovy, (Engraulis mordax), estimated from the age distribution of juveniles*. Fish. Bull. 81: 741 – 750.
- MILLER, B. y A. Kendall. (2009). *Early life history of marine fishes*. University of California Press. 364 pp.
- MILLER, T., L. Crowder, J. Rice y E. Marschall. (1988). *Larval size and recruitment mechanisms in fishes: Toward a conceptual framework*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 1657 – 1670.
- MORÓN, M. y S. Ardito. (2010). *Estudio ficológico del litoral rocoso de Isla Larga, Parque Nacional San Esteban, estado Carabobo, Venezuela*. Acta Bot. Venez. 33(2): 167 – 185.
- MOSER, H., E. Ahlstrom, D. Kramer y E. Stevens. (1974). *Distribution and abundance of fish egg and larvae in the Gulf of California*. CalCOFI Rep. 17: 112 – 128.
- MOSER, H., W. Richards, D. Choen, M. Fahaya, A. Kendall Jr. y S. Richardson. (1984). *Ontogeny and systematic of fishes*. Based on an International Symposium dedicated to the

- memory of Elbert Ahlstrom. Special Publication. Number 1. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 760 pp.
- NARVÁEZ, Y. (2010). *Abundancia, distribución y composición del ictioplancton entre la zona Norte de la Península de Araya y zona Sur de las islas de Coche y Cubagua durante el periodo de surgencia*. Trabajo Especial de Grado para optar el título de Licenciado. Universidad de Oriente. 84 pp.
  - NYBAKKEN, J. (2001). *Marine biology: An ecological approach*. 5ta Edición. Editorial Benjamin Cummings. San Francisco, Estados Unidos. 516pp
  - PAJUELO, J. y J. Lorenzo. (2002). *Edad y crecimiento del raspallón, Diplodus annularis (Pisces: Sparidae), en el archipiélago Canario (Atlántico centro-oriental)*. Ciencias Marinas. 28(1): 1 – 11.
  - PALACIOS, M. (2005). *Estructura y dinámica de la comunidad zooplanctónica marina en el Parque Nacional San Esteban, Carabobo, Venezuela*. Trabajo de Ascenso para ascender a la categoría de Profesor Agregado. Universidad de Carabobo. 122 pp.
  - PÁRAMO, J., L. Guillot-Illidge, S. Benavides, A. Rodríguez y C. Sánchez-Ramírez. (2009). *Aspectos poblacionales y ecológicos de peces demersales de la zona norte del caribe colombiano en relación con el hábitat: Una herramienta para identificar áreas marinas protegidas (AMPs) para el manejo pesquero*. Caldasia. 31(1): 123 – 144.
  - PARKS WATCH. (2004). *Perfil de parque – Venezuela, Parque Nacional San Esteban*. Consultado el 24/07/2014. Disponible en: <http://www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=spa&country=ven&park=senp&page=sum>
  - PEREZ, E. y B. Parra de L. (2002). *Aspectos reproductivos de Halichoeres bivittatus (Bloch, 1791) (Pisces: Labridae) en Tocuchare, Golfo de Cariaco, Venezuela*. Saber. 14(1): 105 – 112.
  - QUINTAL-LIZAMA, C. y L. Vásquez-Yeomans. (2001). *Asociaciones de larvas de peces en una bahía del Caribe mexicano*. Rev. Biol. Trop. 49(2): 559 – 570.
  - RAMIREZ-MELLA, J. y J. García-Solís. (2003). *Offshore dispersal of Caribbean reef larvae: How far is it?*. Bulletin of Marine Science. 72(3): 997 – 1017.

- RANDALL, J. (1961). *A Contribution to the biology of the convict surgeonfish of the Hawaiian Islands, Acanthurus triostegus sandvicensis*. Pac. Sci. 15: 215 – 272.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1987). *Plan de ordenamiento y uso del Parque Nacional San Esteban*. Gaceta Oficial N° 33.645, decreto N° 1.430 del 14 de Enero de 1987.
- RICHARDS, W. (1984). *Kinds and abundances of fish larvae in the Caribbean Sea and adjacent waters*. NOAA Tech. Rep. 776: 1 – 54.
- RICHARDS, W. (2005). *Early stages of atlantic fishes: An identification guide for the Western Central North Atlantic*. Vol 1-2. CRC press, Boca Ratón, Florida. Estados Unidos. 1335 pp.
- RILEY, C. y J. Holt. (1993). *Gut contents of larval fishes from light trap and plankton net collections at Enmedio Reef near Veracruz, Mexico*. Rev. Biol. Trop., Suplemento. 41(1): 53 – 57.
- RODRÍGUEZ-QUINTAL, J., A. Herrera-Reveles, M. Colmenares y C. Rodríguez. (2011). *Estructura de la comunidad íctica arrecifal en el Parque Nacional San Esteban, Venezuela*. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. 50(1): 31 – 40.
- RODRÍGUEZ-QUINTAL, J. (2012). *Caracterización de los peces criptobentónicos arrecifales del Parque Nacional San Esteban*. Interciencia. 37(2): 93 – 98.
- ROTHSCCHILD, B. and T. Osborn. (1988). *Small-scale turbulence and plankton contact rates*. J. Plankton Res. 10: 465 – 474.
- SALE, P. (1991). *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. 754pp.
- SALE, P. (2002). *The science we need to develop for more effective management*. En: Sale, P. Coral reef fishes, dynamics and diversity in complex ecosystems. Elsevier, 555 pp.
- SAMEOTO, D., P. Wiebe, J. Runge, L. Postel, J. Dunn, C. Miller y S. Coombs. (2000). *Collecting zooplankton*. En: Harris, R., P. Wiebe, J. Lenz, H. Rune y M. Huntley. ICES Zooplankton methodology manual. Academic Press. 81pp.
- SANVICENTE – AÑORVE, L., X. Chiappa – Carrara y A. Ocaña – Luna. (1999). *Distribución espacial y estacional del ictioplancton en dos sistemas lagunares de la reserva de la biósfera de Sian Ka'an*. Rev. Biol. Trop. 47: 179 – 190.

- SANVICENTE-AÑORVE, L., X. Chiappa-Carrara y A. Ocaña-Luna. (2002). *Spatio-temporal variation of ichthyoplankton assemblages in two lagoon systems of the Mexican Caribbean*. Bulletin of Marine Science. 70(1): 19 – 32.
- SCHMITT, P. (1986). *Feeding by Larvae of Hypoatherina tropicalis (Pisces: Atherinidae) and its relation to pray availability in the One Tree Lagoon, Great Barrier Reef, Australia*. Environ. Biol. Fishes. 16: 79 – 94.
- SINCLAIR, M. (1988). *Marine populations: An essay on population regulation and speciation*. Washington Sea Grant Program, University of Washington Press. 252 pp.
- SPONAUGLE, S., J. Fortuna, K. Grorud y T. Lee. (2003). *Dynamics of larval fish assemblages over a shallow coral reef in the Florida Keys*. Mar. Biol. 143: 175 – 189.
- SUNDBY, S. (1997). *Turbulence and ichthyoplankton: influence on vertical distributions and encounter rates*. Sci. Mar. 61(1): 159 – 176.
- VÁSQUEZ-YEOMANS, L., U. Ordoñez-López y E. Sosa-Cordero. (1998). *Fish larvae adjacent to a Coral Reef in the Western Caribbean Sea of Mahahual, Mexico*. Bulletin of Marine Science. 62(1): 229 – 245.
- VÁSQUEZ-YEOMANS, L. y W. Richards. (1999). *Variación estacional del ictioplancton de la Bahía de la Ascención, reserva de la biomasa de Sian Kalan (1993 – 1994)*. Rev. Biol. Trop. 1: 197 – 207.
- VICTOR, B. (1991). *Settlement strategies and biogeography of reef fishes*. En: Sale, P. The Ecology of Fishes on Coral Reefs. Academia Press. 754 pp.
- VILLALBA, W. (2002). *Abundancia y distribución de larvas de peces al Sur de la isla de Margarita y alrededores de Cubagua, Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para obtener el título de Maestría. Universidad de Oriente. 70 pp.
- VILLARREAL, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. Umaña. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológico Alexander von Humbolt. Bogotá, Colombia. 236 pp.

- VON WESTERNHAGEN, H., W. Hoar y D. Randall. (1988). *Sublethal effects of pollutants on fish eggs and larvae*. Fish Physiology. Academic Press. 253 – 346 pp.
- ZANIOLO, F., F. Borges, H. Figueiredo y J. Sabino. (2004). *Courtship behavior and spawning of the hairy blenny Labrisomus nuchipinnis (Labrisomidae) in Southeastern Brazil*. Neotropical Ichthyology. 2(3): 163 – 166.