



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA



DINÁMICA DEL RECLUTAMIENTO DE PECES JUVENILES EN LA LAGUNA  
COSTERA EL LLANO, VERACRUZ

Tesis presentada para obtener el título de

Biólogo

PRESENTA

José Alberto Robledo Velázquez

Director de Tesis

M. en C. Rafael Chávez López

2015

Los Reyes Iztacala, Edo. de Mex.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **A MI FAMILIA**

**Sin su apoyo y amor no hubiera logrado  
concluir esta etapa satisfactoriamente**

### **A MI MADRE**

**Por formar parte de mí día a día,  
por sus consejos, enseñanzas y  
su comprensión en cada etapa  
de mi vida, es la mujer de mi vida.**

### **A MI PADRE**

**Por darme las bases que toda  
persona necesita para ser feliz, tú  
serás siempre mi mejor ejemplo a  
seguir, el hombre más increíble**

### **A MI HERMANA**

**Por su lucha incansable de  
superarse y mostrarme el camino  
del esfuerzo, el apoyo brindado de  
su parte fue inigualable, espero  
contar siempre contigo**

**CON TODO MI CARIÑO Y AMOR**

**SIEMPRE AGRADECIDO!!!**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Primeramente quiero agradecer al director de esta tesis el M. en C. Rafael Chávez López, por todas sus enseñanzas, su gran apoyo y su infinita paciencia.**

**Agradezco a los sinodales Dr. Sergio Cházaro Olvera, Dr. Arturo Rocha Ramírez, M. en C. Adolfo Cruz Gómez y al Biol. Edgar Peláez Rodríguez por brindarme de su valioso tiempo para la revisión y aportación de comentarios importantes para la corrección de distintas partes de esta tesis.**

**A mis compañeros y amigos Netro, Charly y Yumara por su apoyo en campo y laboratorio**

**A mis amigos de toda la vida Karina y Ramón con quienes he compartido momentos inigualables, gracias por brindarme tan bella amistad**

**A Luis, Daniel y Amairani por cada momento vivido y su incomparable amistad, su impulso fue vital en este trayecto**

**A mis compañeros y amigos cosechados durante esta etapa con quienes viví experiencias únicas en algunas ocasiones de estrés pero más que nada divertidas: Lu, Rebeca, Aldo, Yael, Keyla, Natalie, Rosita, Richi, Sandra, Max, Angélica, Ángel, Itzul, Fanny, Manuel, Luz, Tamara, Ale, Vicky, Chio.**

**A Donovan y Edgar por su inusual amistad y su agradable compañía**

**A mi tío Víctor Manuel por las oportunidades brindadas y a mis compañeros de trabajo por su apoyo, a mi abuela Juanita por su carácter formador y sus consejos, a mis tíos Lupe y Manolo por estar en los momentos importantes de la familia y apoyar incondicionalmente, a todos mis tíos y primos en general que son un motor que producen entusiasmo en mi persona para seguir adelante**

**A mi pareja, Nathy por ser una gran compañera y apoyarme sin descanso en cada momento de mi vida, las experiencias toman forma, color, sabor y sentido cuando las comparto contigo**

**Reitero el infinito agradecimiento a mis padres Vicky y Chito y a mi hermana Liz, por ser la base de mi todo y hacerme feliz cada día de mi vida**

**Y agradezco a cada una de las personas que de una u otra manera han formado parte de mi vida**

**Finalmente deseo seguir contando con cada uno de ustedes cumpliéndose este sueño alcanzado el éxito en mi vida, mi más sincero agradecimiento a su comprensión, estímulo y ayuda.**

## INDICE

Introducción-----	6
Objetivos -----	10
Materiales y métodos-----	11
Área de estudio -----	11
Trabajo de campo-----	13
Registro de parámetros físico-químicos del agua-----	15
Trabajo de laboratorio-----	16
Resultados-----	18
Abundancia y frecuencia-----	18
Parámetros físico-químicos-----	21
Progresión modal, estructura por tallas y relación talla peso--	24
<i>Anchoa mitchilli</i> -----	25
<i>Eucinostomus melanoterus</i> -----	29
<i>Diapterus rhombeus</i> -----	33
Estadios de desarrollo gonádico-----	37
Discusión-----	39
Conclusiones-----	47
Bibliografía-----	48
Anexos-----	54

## **Introducción**

Los ecosistemas acuáticos representan los mayores biomas en el planeta, siendo los ecosistemas marinos los de mayor tamaño y diversidad biológica, a pesar de los esfuerzos y el aumento de los trabajos científicos realizados en los océanos en los últimos años se considera que solo se tiene un conocimiento del 5 al 10 % del total de los océanos en el mundo, un conocimiento más profundo acerca de los ecosistemas acuáticos marinos, acerca de su diversidad, la estructura y función del ecosistema así como del estado de conservación del mismo, posibilita una herramienta fundamental en el trabajo de conservación, restauración y aprovechamiento del ecosistema (Sánchez, 2007).

México es un país con importantes recursos y ecosistemas acuáticos, desde ríos y lagos hasta golfos ubicados en dos océanos diferentes: el Golfo de California en el Pacífico y el Golfo de México en el Atlántico, este último es una zona muy importante ya que cuenta con extensiones litorales de grandes dimensiones; la República Mexicana cuenta con 11,122 km de litoral de los cuales 1, 567,300 has. están cubiertas por superficies estuarinas (INEGI, 2008), dichos ecosistemas son muy peculiares ya que presentan procesos físicos y químicos que le dan características únicas, como variaciones en la salinidad, profundidad, contenido de materia orgánica, etc., como concepto se reconoce a un ecosistema estuarino como una gran masa de agua semi-cerrada que tiene una conexión temporal con el mar abierto, y que en el interior el agua de mar esta diluida a diferentes niveles con agua procedente del drenaje continental.

Los ecosistemas estuarinos se consideran zonas ecotonales ya que son una zona de transición entre dos ecosistemas bien definidos, siendo muy dinámicos debido al gran flujo e intercambio de materia y energía entre el ambiente marino y los escurrimientos de aguas continentales, dicha conectividad puede ocurrir por procesos físicos, químicos y biológicos, el enfoque en el aspecto biológico es importante ya que en los estuarios existe una gran variedad de formas de vida desde plantas acuáticas, microorganismos como el plancton y el zooplancton, hasta fauna muy bien caracterizada como son aves, reptiles,

crustáceos y peces, es por esto que el ecosistema estuarino se caracteriza por presentar una gran productividad biológica (Costanza *et al.*, 1993; Bertran *et al.*, 2001)

Por su parte la ictiofauna de los ecosistemas estuarinos presenta generalmente la mayor abundancia y biomasa entre la fauna que lo habita representando el 99%, el necton es el grupo vertebrado dominante en este ambiente, por lo que participan en la regulación de la composición, abundancia y distribución espacio-temporal de otras comunidades bióticas; por ejemplo, al reducir la densidad de zooplancton y fitoplancton (Borges *et al.*, 2010), además la ictiofauna tiene un papel importante en la conectividad entre ecosistemas transportando materia y energía. A su vez dicha transición entre el medio marino y epicontinental ofrece importantes beneficios energéticos para la ictiofauna residente e inmigrante (Granado, 1996), por esto es relevante determinar la estructura estacional en las comunidades de peces dentro de los estuarios.

La variación estacional de la estructura de comunidades de peces en los estuarios puede estar regulada, en sinergia o individualmente, por la variabilidad de condiciones ambientales (Methven *et al.*, 2001; Castillo-Rivera *et al.*, 2002; Pessanha y Araújo, 2003; Meynecke *et al.*, 2006; Zarate-Hernández *et al.*, 2012), y por factores bióticos como los patrones de reclutamiento, desove, respuestas tróficas y reparto de recursos (Pessanha *et al.*, 2003; Madurell *et al.*, 2004; Ribeiro *et al.*, 2006; Castillo-Rivera *et al.*, 2010).

Cabe mencionar que estos patrones de la ictiofauna estuarina son muy variables debido a que deben soportar frecuentes e importantes fluctuaciones ambientales tanto diarias como estacionales (Gibson, 1988; Horn y Gibson, 1988; Quijada y Cáceres, 2000). Un ejemplo de variación estacional es la migración, dicho proceso en los estuarios es muy importante para los peces que desarrollan su ciclo de vida parcial o completamente en los estuarios, cabe mencionar que las migraciones son comunes en este tipo de ecosistemas ya que funcionan como área de reclutamiento, crianza, crecimiento, alimentación y reproducción de muchas especies de peces, lo que indica que los ecosistemas

costeros son parte fundamental en el mantenimiento de la producción biológica de las regiones costeras (Aguirre *et al.*, 1998).

Sobre el ámbito de las investigaciones en migración de la ictiofauna mexicana reviste con gran interés conocer con precisión cuales son las especies marinas que obligada o facultativamente penetran hacia las aguas continentales sean estuarios o lagunas costeras, ya que esto podría ser fundamento para iniciar los estudios biológicos primarios de diversos conjuntos ícticos que apoyarían posteriores estudios en la explotación de recursos pesqueros (Castro *et al.*, 1999).

Dichas migraciones pueden suceder por distintos factores según las historias de vida de las especies de peces, por esto es importante comprender la biología de las especies de la ictiofauna para describir cómo penetran a estos ecosistemas y en qué fase de su vida lo realizan. Caracterizando las migraciones a partir de la biología de los peces se abren las puertas a otras maneras de obtener datos sobre la dinámica de las poblaciones de peces y su relación con el medio, incluyendo los procesos de reclutamiento. Ecológicamente, el termino reclutamiento define la incorporación de un organismo hacia un periodo de vida definido dentro del ciclo de vida de su población (Hixon y Webster, 2006).

El reclutamiento de las poblaciones de peces, principalmente marinos, a los ambientes estuarinos y lagunares es importante ya que no todas las clases de edad ocurren a los estuarios al mismo tiempo, es más común que las fases juveniles de los peces penetren a las aguas estuarinas para alimentarse y madurar, dicha etapa es importante ya que la abundancia de organismos adultos depende de la supervivencia de sus juveniles. Sin embargo, la estructura espacial y temporal de estas comunidades y sus procesos de reclutamiento son variables (Sale, 1980; Sale *et al.*, 1994), lo que se atribuye a factores denso-dependientes y denso-independientes especie-específicos (Carr *et al.*, 2002).

Uno de los factores considerados más importantes en la dinámica del reclutamiento es la depredación que puede afectar de manera importante la supervivencia de los reclutas (Cowen, 2006), otro factor importante es la

reproducción la cual puede entre cada especie presentar variaciones anuales relacionadas con el potencial reproductivo de los individuos a diferentes edades, las diferencias en esta aportación reproductiva ocasiona fluctuaciones en el reclutamiento (Victor, 1986; Morgan, 2003) cuando la actividad reproductiva afecta directamente el nivel de reclutamiento de una zona, se puede considerar a este como reclutamiento cerrado; en caso contrario, es considerado reclutamiento abierto (Granado, 1996) por lo que para caracterizar el nivel de reclutamiento se deben considerar tanto aspectos biológicos entre las especies como ambientales.

Debido a las diferentes susceptibilidades ambientales a las que están sujetos los peces juveniles en los hábitats estuarinos es importante reconocer como cada especie exhibe usos múltiples de estos hábitat; se sabe que la ictiofauna inmadura de un estuario los utiliza como refugio contra depredadores, como zona de alimentación explotando así la gran cantidad de nutrientes y alimento, de aquí se desprende el concepto de dependencia estuarina, que se define con base en el uso de los hábitats costeros ya sea con fines de alimentación, refugio o crianza, por ejemplo, en varios estudios se mencionan a las praderas de pastos sumergidos como áreas de alimentación y refugio de muchas especies de peces, ofreciendo grandes ventajas para la sobrevivencia de estadios juveniles. También se ha observado en los fondos sin vegetación una alta riqueza de especies que se alimentan o descansan sobre ese tipo de hábitat (Tse *et al.*, 2008; Arceo–Carranza *et al.*, 2010).

Por las mencionadas condiciones en las que se presentan los juveniles en los estuarios, hay dos variables determinantes que están relacionadas en el estudio del reclutamiento: la agregación de nuevos individuos y el crecimiento individual, este es un factor determinante debido al rápido crecimiento que se observa en los primeros estadios de vida de los peces estuarinos.

Los procesos de reclutamiento varían entre las especies de acuerdo con: 1) las condiciones hidrológicas del sistema, 2) la estación del año y 3) la biología de la especie. Considerando la gran variedad de estuarios que podemos encontrar a lo largo del Golfo de México también son variados los procesos de reclutamiento que presentan los peces en dichos ambientes, un ejemplo son

los estuarios ciegos como lo es la laguna costera el Llano ubicada en el estado de Veracruz, dichos tipos de estuario presentan una boca semi-cerrada a la plataforma continental con aperturas temporales, además de no presentar un aporte continuo de agua dulce por ríos o arroyos, por lo que en algunas temporadas puede comportarse como un estuario inverso, generalmente son lugares donde se forman masas de agua hipersalinas relativamente densas esto debido a la poca precipitación y la evaporación del agua. Aunque existen grandes e importantes estuarios de este tipo como el golfo pérsico o el mar rojo, se han hecho pocos trabajos observacionales (Nunes y Lennon, 1986; Nunes *et al.*, 1990) y mucho menos el registro de trabajos experimentales sobre sus condiciones.

Los estuarios inversos no necesariamente permanecen así todo el tiempo, durante la temporada de lluvias pueden presentar las características de un estuario clásico (Nunes *et al.*, 1990). Estos cambios temporales en este tipo de estuarios hace pensar que las condiciones en las que sobreviven los peces en este medio tan particular son muy específicas generando procesos biológicos poblacionales característicos en la región, en contraste con otros estuarios, en estos se pueden estar presentando dinámicas poblacionales muy diferentes, por ejemplo el reclutamiento el cual puede presentar variabilidades temporales debido a las condiciones mencionadas.

Las aplicaciones del entendimiento del comportamiento de los estuarios inversos son muchas desde los contextos locales de contaminación hasta el manejo integral de las pesquerías y los diferentes procesos ecológicos que ocurren como por ejemplo el reclutamiento, es por esto que en el presente trabajo se aborda la dinámica de reclutamiento juvenil de 3 especies de la laguna costera el Llano.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Describir los procesos de reclutamiento de algunas especies de peces juveniles de la laguna costera de El Llano, Municipio de Actopan, Veracruz.

## **Objetivos particulares**

- Caracterizar la tendencia de las propiedades fisicoquímicas del agua (salinidad, oxígeno disuelto y temperatura) del sistema lagunar-estuarino.
- Describir el reclutamiento de las especies de peces con base a su composición por tallas, comparando sus variaciones en el tiempo
- Determinar el tipo de crecimiento en función a la relación talla-peso así como el factor de condición K para las especies en estudio
- Determinar los estados gonádicos de los organismos obtenidos a lo largo del estudio así como su relación con las tallas y su frecuencia a nivel temporal

## **Materiales y métodos**

### Área de estudio

La zona se localiza en la costa central del Estado de Veracruz, en el Municipio de Actopan. Se localiza a 30 kilómetros aproximadamente al norte de la Ciudad José Cardel y a 60 kilómetros del Puerto de Veracruz. Presenta una extensión de 2,300 Ha, la laguna del Llano se encuentra entre las coordenadas 19° 39' 14"N Y 96° 24' 22" W, entre las playas Paraíso y Villa Rica.

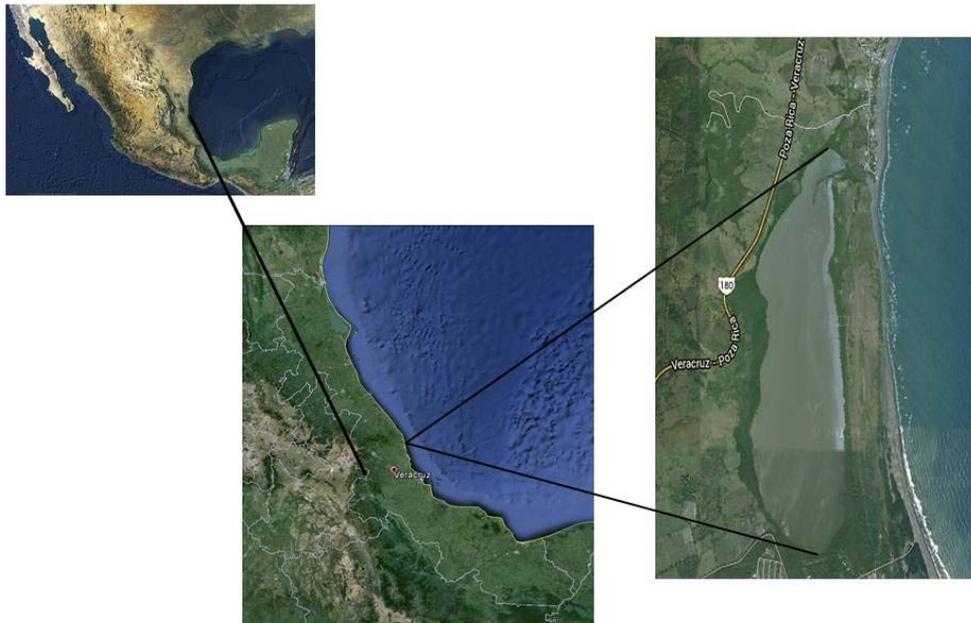
De acuerdo con (Lankford,1977) es una plataforma de barrera interna, la componen depresiones inundadas en los márgenes internos del borde continental, al que rodean superficies terrígenas en sus márgenes internos y a la que protegen del mar barreras arenosas producidas por corrientes y olas. La antigüedad de la formación de la barrera data del establecimiento del nivel del agua actual, dentro de los últimos 5 mil años. Los ejes de orientación se encuentran paralelos a la costa. Batimétricamente son típicamente muy someros, excepto en los canales erosionados, modificados principalmente por procesos litorales como actividad de huracanes o vientos; se localiza sedimentación terrígena ampliamente mezclados con restos abundantes de arrecifes de ostión, llamados localmente "cabezos". Esta laguna costera según varios autores (Morales, 1984; Ramsar, 2003; Contreras-Espinosa 2006), aparece a lo largo de planicies costeras de bajo relieve con energía de

intermedia a alta; presenta salinidad altamente variable, desde levemente salobre hasta hipersalino; que es producto de la disminución del volumen hídrico que disminuye considerablemente en la estación seca del año.

En la zona predomina el tipo de clima Cálido Subhúmedo con lluvias en verano tipo Aw2 acorde al sistema de clasificación climática de Köeppen, modificado por (García, 1988). Las precipitaciones se mantienen en el rango 1000-1500 mm/año y la temperatura promedio anual oscila alrededor de los 24°C; la temperatura media anual del mes más frío, mayor de 18°C y la del mes más caliente, mayor a 22°C.

Predominan en el año los vientos del Este, provenientes del Anticiclón del Atlántico Norte, aunque la mayor fuerza se presenta con la entrada de los nortes (Frentes Fríos), en la época invernal. Debido a su situación en la costa del Golfo de México, la zona puede ser afectada por meteoros tropicales durante la temporada ciclónica del año. De manera más detallada se pueden observar dos períodos: uno lluvioso, de junio a septiembre, en el cual cae alrededor del 78% de la precipitación total anual; y otro seco, de octubre a mayo.

La temperatura media anual oscila entre los 21.1°C y los 27.3°C y la precipitación total media es de 1286.7 mm. Se han registraron temperaturas máximas y mínimas extremas de 40.5°C y 6°C, respectivamente. La precipitación total anual oscila entre 899.5 mm y 1829 mm. El mes más lluvioso varía de un año a otro. Los mayores valores de temperatura coinciden con las precipitaciones más altas, a excepción del mes de mayo que presenta altas temperaturas y bajas precipitaciones.



**Fig. 1. Imagen satelital de la laguna costera El Llano, Actopan, Estado de Veracruz.**

### Trabajo en campo

*Muestreo.* Se realizó una colecta mensual a partir del mes de mayo del 2013 al mes de Mayo de 2014 a excepción de los meses de junio y noviembre del 2013 además de enero y abril del 2014, por lo cual se obtuvieron nueve colectas.

La colecta de especímenes por mes se realizó en ocho sitios cercanos a la boca de comunicación de la laguna con la playa; los sitios se eligieron por su característica somera, menos de 1 metro de profundidad, procurando un esfuerzo funcional de la red de colecta, la segunda situación que se consideró es que el canal central de la laguna es de una profundidad variable (entre 2 a 6m) , el resto de la laguna predominan planicies de sedimentos de textura fina, combinados con conchas de ostión, este perfil alcanza más de un metro en muchos lugares, que imposibilita la acción de la red y genera las posibilidades de accidentes por cortaduras con las conchas de ostión.



Fig. 2. Sitios de muestreo en el área de estudio, laguna costera El Llano, Veracruz

En cada estación se empleó un chinchorro playero de 25m de largo, 2 m de copo, 2 m de caída y luz de malla de 1/2 pulgada; se realizó un arrastre manual de 20.0 x 20.0 m, para tener un arrastre efectivo de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>, esta unidad de esfuerzo se empleó en todas las ocasiones (Fig. 3). Los organismos recolectados se inyectaron en la cavidad abdominal con formol boratado al 38% y se preservaron en alcohol etílico al 70%, los individuos se colocaron en bolsas de polietileno etiquetadas con los siguientes datos: Sitio de Colecta, fecha, Número de recolecta y hora, todo el material se transportó al Laboratorio de Ecología de la FES Iztacala.

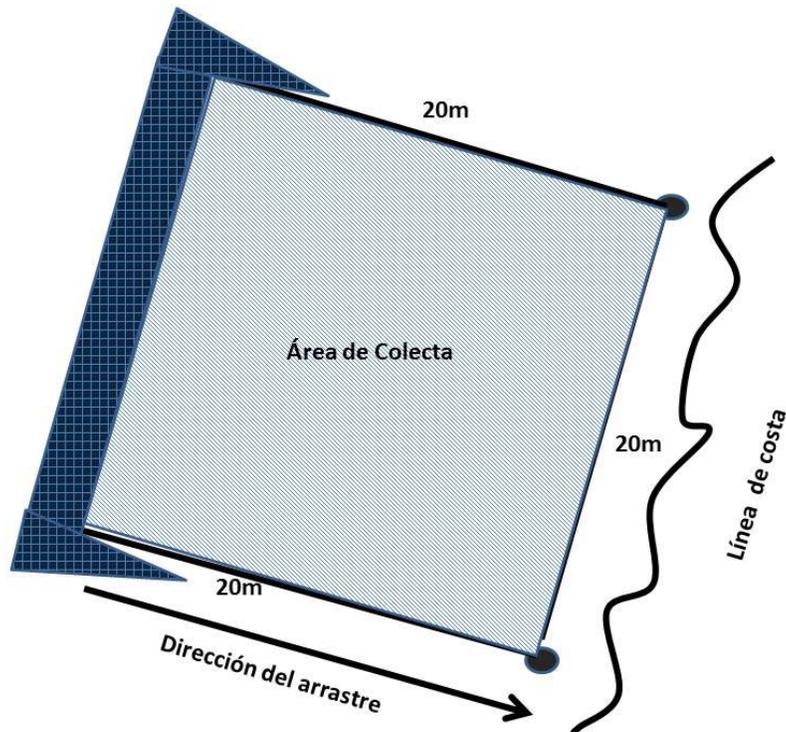


Fig. 3. Esquema de la unidad de muestreo empleada para la colecta de peces en la Laguna costera El Llano, Ver., el cuadrante quedó determinado por dos cuerdas de 20m que se arreglaron perpendiculares al área de la red empleada para la colecta (A); al arrastrar y llegar a los puntos ●, la red de arrastre fue cerrada para obtener la captura (B).

*Registro de parámetros fisicoquímicos del agua.* Los datos de los parámetros fisicoquímicos se obtuvieron mediante registros realizados a una profundidad promedio de la laguna en cada sitio de muestreo mensualmente, durante el periodo comprendido desde mayo de 2013 a mayo de 2014 con un total de 9 muestreos, en 8 estaciones ubicadas en el borde de la laguna El Llano, Cada sitio se ubicó geográficamente con un GPS Garmin 10X, se midieron los siguientes parámetros fisicoquímicos: Temperatura ambiente con un termómetro Taylor de -10-40°C, la salinidad, temperatura del agua y conductividad con un salinómetro YSI-33, oxígeno disuelto con un oxímetro YSI-51B.

## Trabajo de laboratorio

El trabajo de gabinete consistió en la determinación específica de los organismos, para tal fin se utilizaron las claves de identificación de Anónimo (1970), Castro-Aguirre (1978), Reséndez (1973, 1981), Fischer (1978) y Hubbs et al., (1991); el arreglo sistemático se presentó acorde a Nelson (1994), también se registraron medidas morfométricas como Longitud Patrón en centímetros (hasta 0.01cm) y peso en gramos (hasta 0.1g), se determinaron las etapas de madurez gonádica siguiendo el criterio de Brown-Peterson *et al.*, (2011), considerando las siguientes etapas: (I) inmadura, peces que nunca han desovado; (II) en desarrollo, peces con gónadas en crecimiento pero que no están listos para el desove; (III) capaz de desovar, peces con una gónada completamente desarrollada que puede desovar durante la temporada, e incluye la subetapa desove activo para los que se encuentran desovando; (IV) en regresión, peces que han terminado de desovar; y (V) en regeneración, peces sexualmente maduros pero reproductivamente inactivos.

Cada especie se ubicó en uno de los 4 gremios ecológicos establecidos según el origen y tolerancia a la salinidad de la siguiente manera: categorías ecoticas-Dulceacuicola: Especies estrictamente dulceacuícolas que viven por lo general en lagos con bajas niveles de salinidad, pero por condiciones específicas pueden presentarse en estuarios. Estuarina: Especies encontradas comunmente en los ecosistemas estuarinos presentan adaptaciones unicas para vivir en estos medios, adaptados a cambios continuos de salinidad. Mareste: Especies marinas que presentan baja tolerancia a la salinidad del medio. Mareuri: Especies marinas que presentan amplia tolerancia a la salinidad (Chávez, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Así mismo se determinó la presencia relativa de las especies de cada categoría ecológica, las cuales fueron clasificadas como permanentes si ocurrieron de 7 a 9 veces durante las colectas, frecuentes si ocurrieron de 4 a 6 veces y esporádicas si solo ocurrieron entre 1 a 3 colectas del total (Pombo *et al.*, 2002; Chávez *et al.*, 2009)

Se utilizó el programa PAST para verificar si los datos de las variables ambientales presentaban una distribución normal para de esta manera

determinar si la comparación de los datos se llevaba a cabo por medio de un ANOVA o un método no paramétrico (Kruskal-Wallis), siendo este último método el que se utilizó igualmente mediante PAST

Una forma de estudiar el reclutamiento se basa en métodos indirectos como lo es el análisis en la distribución de frecuencia de tallas considerando que los métodos directos son complicados en especies tropicales precisamente por su rápido crecimiento, dicho método indirecto se ha comprobado que sirve para determinar grupos de peces con edad semejante lo cual en una de sus múltiples funciones es útil para describir o interpretar procesos de agregación de individuos reclutados a la población, en este caso en peces juveniles dentro de un estuario por lo que del total de especies que se colectaron durante el período de muestreo, se eligieron tres especies considerando mayor abundancia y frecuencia, el total de individuos de cada especie se separó en rangos de 1 cm de LP para establecer la distribución de frecuencias de talla (Appeldoorn, 1997; Blanco *et al.*, 2005), también se utilizaron rangos de separación de 0.5 cm para verificar que la selección de las separaciones de los rangos no fuera factor y mostrara otra cantidad de clases modales, dichas distribuciones de tallas se corroboraron por el método de Battacharya (1967) para confirmar las clases de talla, dicha separación entre clases se comprobó por el índice de separación de Clark (1981).

Las distribuciones por tallas en ambos rangos utilizados son útiles para la progresión modal ya que ambos indican la presencia de una clase modal y el método de Bhattacharya hace efectiva la corroboración, pero para tener datos más robustos se utilizó en la progresión modal los rangos de 1 cm para toda la muestra. Se graficó la progresión modal en rangos de 1 cm mes tras mes de cada una de las 3 especies seleccionadas. La progresión modal se llevó a cabo a partir de la distribución de tallas por rangos de 1 cm, considerando los datos de tallas entre 1 y 7.99 cm para las especies, además se excluyeron los meses con poca abundancia evitando así un sesgo de datos, estos meses fueron sustituidos por el mes subsecuente para continuar con la progresión. Para determinar el tipo de crecimiento se analizó la relación longitud-peso la cual se estimó según la ecuación estandarizada para peces  $W=aLP^b$  (Froese, 2006), donde  $W$  es el peso total en gramos y  $LP$  la longitud patrón en cm.,  $b$  es la

pendiente de la curva, debido a que la longitud patrón es una magnitud lineal y el peso es igual al cubo de la talla, si un individuo crece en talla y aumenta de peso de manera proporcional, entonces el crecimiento es isométrico ( $b=3$ ) y (a) se refiera a la intersección del eje de las ordenadas. Debido a que en este caso la regresión es de tipo potencial se llevó a cabo previamente la linealización de los datos mediante una transformación logarítmica (Pauly,1983; Morales y Gonzales, 2009) para facilitar la obtención de a y b. para este caso se consideraron especies de crecimiento isométrico las que fluctuaron dentro de los valores  $b=2,5$  y  $b=3,5$  (Carlander, 1969; Froese, 2006), además de realizar la prueba t de Student para verificar que estadísticamente esto fuera correcto. El estado de condición por individuo se estimó mediante el índice de Fulton (K) (Ricker, 1975);  $K=100 (W/L^3)$ , donde W es el peso corporal húmedo en gramos y L la longitud en cm.

## **Resultados**

### **Abundancia y ocurrencia**

Se capturó un total de 3642 organismos pertenecientes a 23 familias y 37 especies, el mes con mayor abundancia fue febrero con un total de 1625 organismos y una riqueza específica de 18 especies, en tanto julio y agosto fueron los meses menos abundantes con 122 y 196 individuos respectivamente por otro lado mayo en 2013 presentó la menor riqueza específica con 4 especies y 216 organismos registrados en contraste septiembre con una abundancia similar de 216 individuos fue el mes con mayor riqueza específica presentando un total de 21 especies. En el Anexo 1 se muestra el listado taxonómico comprendido desde orden hasta especie.

La especie más abundante con 1171 individuos fue *Anchoa mitchilli*, en el mes de febrero se registró con más abundancia ( 804 individuos), en contraste, otras especies presentaron abundancias muy bajas tal es el caso de *Gerres cinereus*, *Hyporhamphus roberti roberti*, *Symphurus plagiusa* y *Synodus foetens*, de las que solo se colectó un organismo; la segunda especie con mayor abundancia fue *Eucinostomus melanopterus* con un total de 444 organismos de los cuales la mayoría se registró en el mes de octubre con 135 individuos. En la

Tabla 1 se presentan los registros de la abundancia de las especies por mes de colecta así como su ocurrencia a lo largo del estudio.

**Tabla 1. Abundancia mensual de organismos por especie y ocurrencia de las especies**

<i>Especie</i>	May 13	Jul 13	Ago 13	Sep 13	Oct 13	Dic 13	Feb 14	Mar 14	May 14	TOTAL
<i>Anchoa mitchilli</i>	x	x	x	16	41	130	804	84	96	1171
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	x	38	109	53	135	31	22	1	55	444
<i>Diapterus rhombeus</i>	X	3	33	72	1	100	182	7	x	398
<i>Polydactilus octonemus</i>	x	x	1	4	x	x	293	56	x	354
<i>Mugil cephalus</i>	29	15	1	1	23	5	x	x	144	218
<i>Mugil curema</i>	x	X	x	x	1	84	5	99	6	195
<i>Poecilia mexicana</i>	169	x	x	x	x	x	x	x	x	169
<i>Citharichthys spilopteus</i>	X	1	X	5	1	11	98	12	1	129
<i>Erotelis smaragdus</i>	X	x	x	1	x	5	91	9	x	106
<i>Caranx latus</i>	x	45	20	7	4	x	x	x	x	76
<i>Lutjanus griseus</i>	7	5	20	19	9	5	1	1	1	68
<i>Gobionellus oceanicus</i>	x	x	x	x	x	5	43	10	x	58
<i>Harengula jaguana</i>	x	1	6	2	x	x	6	40	2	57
<i>Centropomus parallelus</i>	11	x	x	x	1	3	31	1	2	49
<i>Achirus lineatus</i>	x	2	X	1	x	x	16	X	x	19
<i>Sphyraena barracuda</i>	x	4	5	9	1	x	x	x	x	19
<i>Eleotris amblyopsis</i>	x	x	x	x	x	x	14	x	x	14
<i>Evorthodus lyricus</i>	x	2	1	4	1	2	1	1	x	12
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	x	x	x	2	x	x	6	3	x	11
<i>Centropomus ensiferus</i>	x	x	x	x	x	x	x	10	x	10
<i>Pomadasys crocro</i>	x	x	x	x	x	2	7	x	x	9
<i>Cetengraulis edentulus</i>	X	X	X	X	X	8	X	X	X	8
<i>Diapterus auratus</i>	x	x	x	x	x	x	x	8	x	8
<i>Elops saurus</i>	x	x	x	8	x	x	x	x	x	8
<i>Lutjanus synagris</i>	x	3	x	2	x	x	x	x	x	5
<i>Menidia peninsulæ</i>	x	X	x	x	x	5	x	x	x	5
<i>Gobiomorus dormitor</i>	x	x	x	x	x	x	3	1	x	4
<i>Caranx hippos</i>	X	3	x	x	x	x	x	x	x	3

<i>Selene vomer</i>	x	x	x	3	x	x	x	x	x	3
<i>Cynoscion nothus</i>	x	x	x	2	x	x	x	x	x	2
<i>Myrophis punctatus</i>	x	X	x	2	x	x	x	x	x	2
<i>Oligoplites saurus</i>	x	X	x	1	x	1	x	x	x	2
<i>Strongylura notata notata</i>	x	x	x	2	x	x	x	x	x	2
<i>Gerres cinereus</i>	x	x	x	x	x	x	1	x	x	1
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i>	x	x	x	x	x	1	x	x	x	1
<i>Symphurus plagiusa</i>	x	x	x	x	x	x	1	x	x	1
<i>Synodus foetens</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1

La especie con mayor ocurrencia fue *Lutjanus griseus* que se registró en todas las colectas seguido por *Eucinostomus melanopterus* con un total de 8 apariciones de las 9 colectas, otras 2 especies se observaron en 7 colectas (*Mugil cephalus* y *Evorthodus lyricus*), por otro lado 13 especies solo se registraron en una ocasión por lo que más del 33% de las especies pueden ser consideradas como especies esporádicas. En la tabla 2 se muestran las categorías ecóticas así como la categoría de permanencia de las especies registradas

**Tabla 2. Categorías ecóticas y nivel de ocurrencia de las especies registradas**

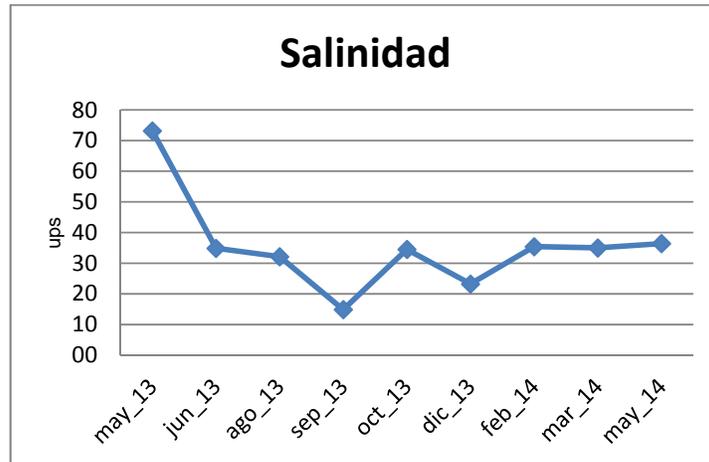
Categorías	Especie	Ocurrencia
Dulceacuicola	<i>Poecilia mexicana mexicana</i>	Esporadica
Estuarina	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Esporadica
	<i>Eloetris amblyopsis</i>	Esporadica
	<i>Erotelis smaragdus</i>	Frecuente
	<i>Evorthodus lyricus</i>	Permanente
	<i>Lophogobius cyprinoides</i>	Esporadica
	<i>Gobionellus oceanicus</i>	Esporadica
	Mareste	<i>Myrophys punctatus</i>
<i>Centengraulis edentulus</i>		Esporadica
<i>Harengula jaguana</i>		Frecuente
<i>Synodus foetens</i>		Esporadica
<i>Selene vomer</i>		Esporadica

	<i>Caranx hippos</i>	Esporadica
	<i>Caranx latus</i>	Esporadica
	<i>Lutjanus synagris</i>	Esporadica
	<i>Lutjanus griseus</i>	Permanente
	<i>Gerres cinereus</i>	Esporadica
	<i>Pomadasys crocro</i>	Esporadica
	<i>Polydactilus octonemus</i>	Frecuente
	<i>Cynoscion nothus</i>	Esporadica
	<i>Sphyraena barracuda</i>	Frecuente
Mareuri	<i>Elops saurus</i>	Esporadica
	<i>Anchoa mitchilli</i>	Frecuente
	<i>Mugil cephalus</i>	Permanente
	<i>Mugil curema</i>	Frecuente
	<i>Strongylura notata notata</i>	Esporadica
	<i>Hyporhamphus roberti roberti</i>	Esporadica
	<i>Centropomus ensiferus</i>	Esporadica
	<i>Centropomus parallelus</i>	Frecuente
	<i>Oligoplites saurus</i>	Esporadica
	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Permanente
	<i>Diapterus rhombeus</i>	Permanente
	<i>Diapterus auratus</i>	Esporadica
	<i>Citharichthys spilopterus</i>	Permanente
	<i>Achirus lineatus</i>	Esporadica
	<i>Symphurus plagiusa</i>	Esporadica
	<i>Menidia peninsulae</i>	Esporadica

### Parámetros fisicoquímicos

Los estudios de las propiedades fisicoquímicas del estuario indican que la salinidad que se presentó cerca del canal de apertura hacia el océano se mantuvo en un rango de 14.9 a 73.2 ups durante los muestreos con un promedio de salinidad de 35.4 ups siendo mayo 2013 y septiembre 2013 los

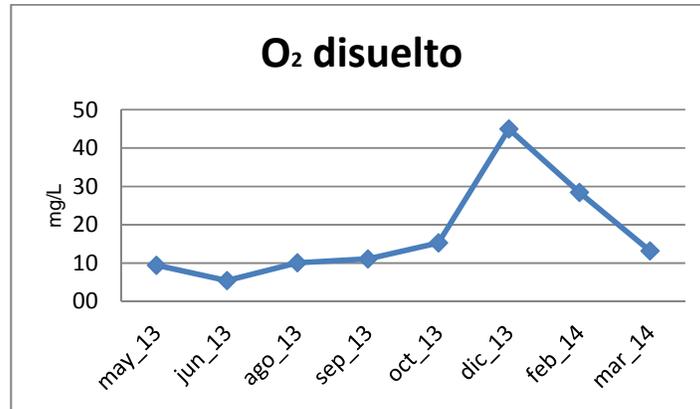
que presentaron mayor variabilidad, en la figura 4 se puede observar la tendencia de la salinidad a lo largo del estudio.



**Figura 4 Salinidad promedio por mes en ups del estuario durante el estudio**

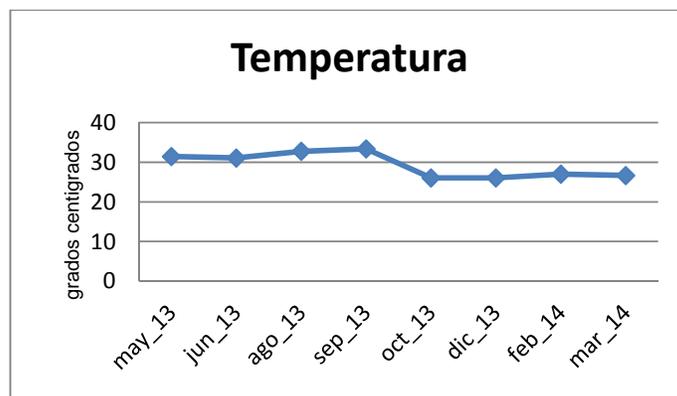
Según el sistema de salinidad de Venecia propuesto por Carriker (1967) a lo largo del estudio, el estuario presentó un patrón mixoeuhalino (30-40 ups) a excepción de septiembre en donde se observó un patrón mesohalino (5-18 ups) y polihalino en diciembre (18-30 ups), cabe mencionar que mayo de 2013 se caracterizó por una salinidad muy elevada con un patrón metahalino (60-80 ups) fue el mes con mayor salinidad en el estuario. El test de Kruskal-Wallis indica diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los datos de cada mes, la diferencia de los promedios indica que la mayor diferencia se presenta entre los meses de mayo 13 y septiembre 13 además de mayo 13 y diciembre 13.

Respecto al oxígeno disuelto promedio los datos fueron muy variables observándose un rango de 5.4 a 45 ppm, el mes con mayor oxígeno disuelto se registró en diciembre en tanto junio fue el mes que registro valores menores, en todos los casos se considera una agua muy bien oxigenada favoreciendo a la vida tanto animal como vegetal del estuario, la prueba de Kruskal-Wallis (H) indica que se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los datos de cada mes lo que sugiere que las condiciones ambientales son variables en este ecosistema, en tanto los datos promedios de cada mes sugieren que los meses en donde se observaron las mayores diferencias fue entre junio 13 y mayo 14 además de junio 13 y diciembre 13, en la figura 5 se pueden observar los patrones de oxígeno disuelto durante el estudio



**Figura 5. Oxígeno disuelto promedio por mes en el estuario**

En cuanto a la temperatura promedio se observó una menor variación, los datos muestran un rango de temperatura entre 26.1 y 33.4°C siendo septiembre 2013 el mes con mayor temperatura en contraste los dos meses siguientes octubre 2013 y diciembre 2013 fueron los que presentaron menor temperatura, en la figura 6 se pueden observar los patrones de temperatura durante el estudio. La temperatura ambiente y la temperatura del agua no variaron por lo que para el análisis por la prueba de Kruskal-Wallis (H) se usaron los datos de la temperatura del agua, dicho análisis no muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las temperaturas entre los meses, la temperatura promedio durante el estudio fue de 28.8 °C, con una mínima de 26.1°C y una máxima de 33.4 °C



**Figura 6. Temperatura promedio por mes en el estuario**

Los valores promedio de turbidez fueron variables, presentando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según la prueba de Kruskal-Wallis entre los datos de

cada mes, junio 13 fue el mes en el que se registraron los mayores valores de turbidez con un promedio de 21.44 unt mientras que en febrero 14 se registraron los menores valores con un promedio de 3.97 unt, siendo en estos meses en los que se presentó la mayor diferencia de los valores, en la figura 7 se muestran los valores promedio de turbidez por mes

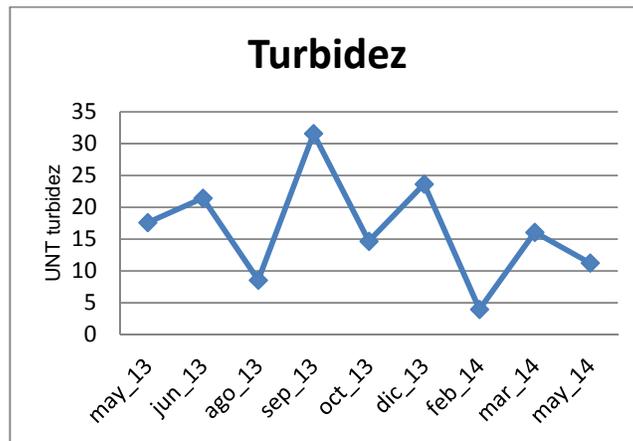


Figura 7. Turbidez promedio por mes en el estuario

## Análisis Biológico

### Progresión modal y estructura por tallas

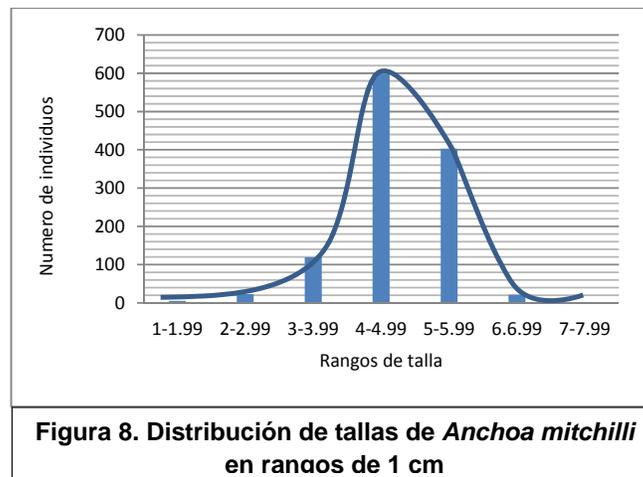
La mayoría de las especies se consideran esporádicas por su baja ocurrencia, en tanto, las especies permanentes son las que interesan en este caso ya que por la constancia de su presencia en la laguna costera aportaron la información necesaria para el análisis numérico, por otro lado, su mayor abundancia comparada al resto de las otras especies, permite considerarlas como especies clave dentro del ecosistema y de esta manera tener un efecto sobre las otras especies del ensamblaje íctico, tan solo *Anchoa mitchilli*, *Eucinostomus melanopterus* y *Diapterus rhombeus* sumaron más del 55% de la abundancia total de individuos, dichas especies se consideraron para realizar análisis de frecuencias de tallas y progresión modal debido a su abundancia y frecuencia de ocurrencia durante el estudio.

El registro de las tallas indica una variación entre las especies muy marcada por ejemplo *Anchoa mitchilli* presentó un rango de 1.2-7.4 cm, mientras que en *Sphyraena barracuda* se registró un rango de 7.6-23.7 cm resaltando la

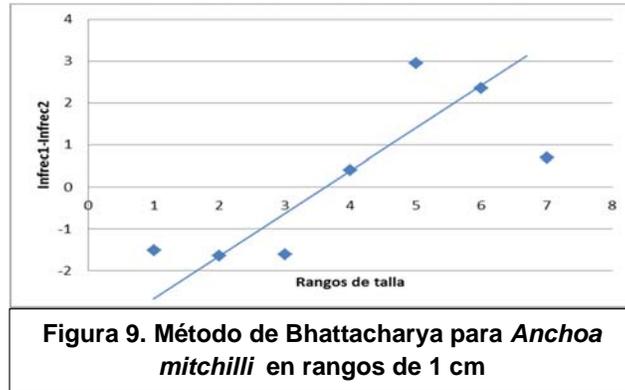
diferencia especie-específica del desarrollo biológico. En el Anexo 2 se pueden observar los rangos de tallas de todas las especies.

### *Anchoa mitchilli*

Especie más abundante, representando el 32.15% del total de la colecta, con un rango de talla de 1.2 a 7.4 cm y una ocurrencia frecuente, esta especie Marina eurihalina comenzó a registrarse en el mes de septiembre de 2013 ininterrumpidamente hasta el mes de mayo de 2014, de los 1171 individuos registrados el 12.55% presentaron una talla menor a 4 cm en tanto la mayoría de los individuos registrados presentaron un rango de talla de 4-4.99 cm representando un 51.06% del total, finalmente el 36.29% concierne a los individuos en un rango entre 5-7.2 cm, en la Figura 8 se pueden observar la distribución de tallas en rangos de 1 cm considerando el total de individuos indicándonos la presencia de una sola clase modal

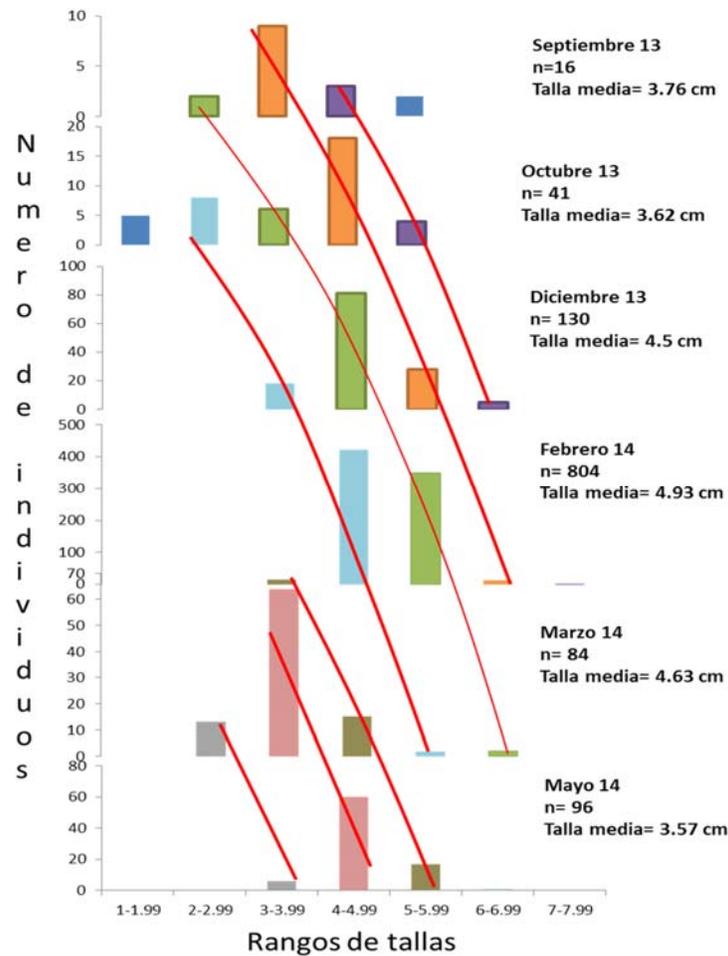


El método de Bhattacharya el cual se basa en las diferencias de los logaritmos naturales de las frecuencias acumuladas hace efectiva la presencia de una sola clase modal (Figura 9), lo que corrobora el análisis de frecuencias de tallas, lo que sugiere la presencia de una cohorte para esta especie



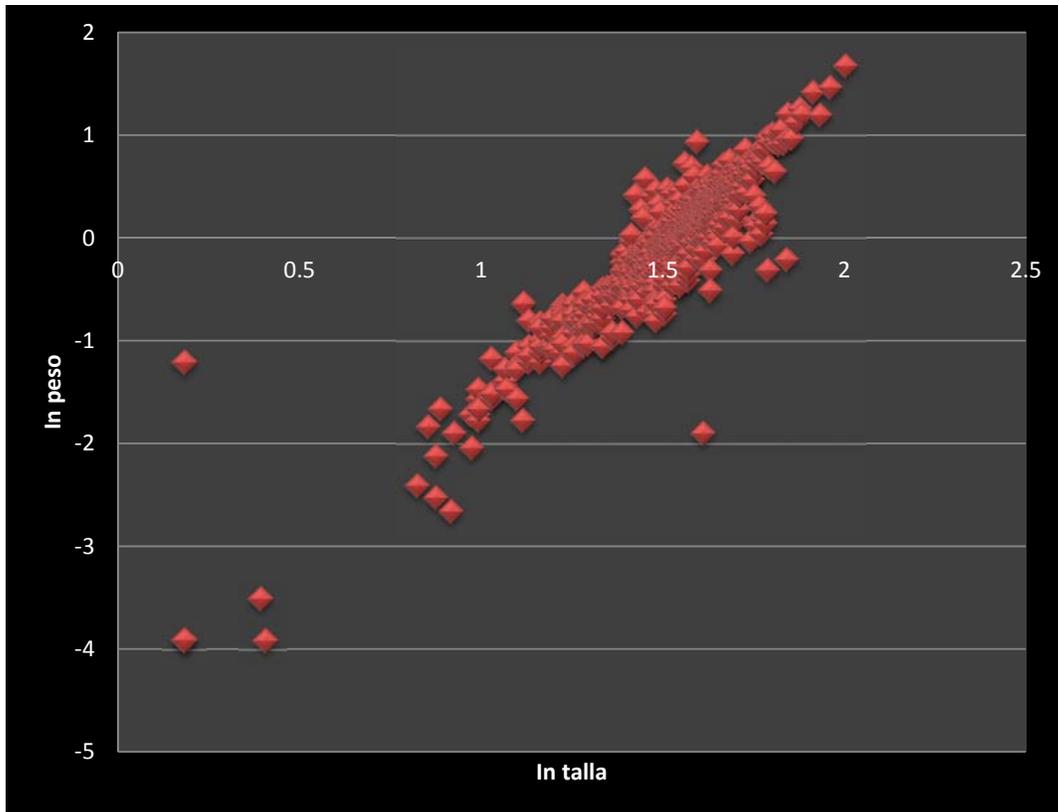
La talla mínima de toda la muestra se considera como la primera talla de reclutamiento, por lo tanto en *Anchoa mitchilli* la primera talla de reclutamiento se registró en organismos de 1.2 cm que se colectaron en el mes de octubre 2013, en este mes sucedió el pulso de reclutamiento más intenso de las tallas pequeñas, la prueba de Kruskal Wallis indica que no se presentan diferencias significativas entre las progresiones modales ( $H^*=4.18 < H_c=7.81$ ) lo que sugiere que los individuos pueden pertenecer a una misma cohorte, lo que coincide con el análisis de distribución de tallas, en tanto la incorporación de los individuos a las tallas subsecuentes fue continuo a lo largo del muestreo, en la Figura 10 se observa dicha progresión modal

,



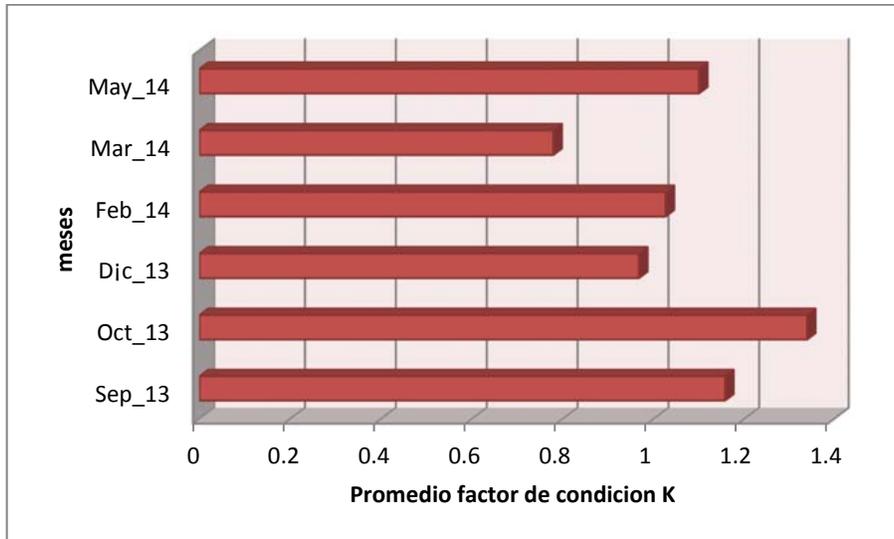
**Figura 10. Progresión modal mensual de distribución de tallas en rangos de 1 cm para *Anchoa mitchilli*.**

La relación talla-peso para la especie indica un crecimiento de tipo isométrico ya que el valor del coeficiente de crecimiento  $b$  está comprendido dentro del rango  $2.5 < b < 3.5$  ( $b=2.9$ ), con un coeficiente de correlación del 92% y un coeficiente de determinación de 0.85 indicando una amplia relación positiva entre las variables, el estadístico  $t$  de Student indica que las variables tienen una relación significativa ( $p < 0.025$ ) por lo que la talla tiene relación con el peso en esta especie, en la figura 11 se observan la distribución de los datos y la función potencial obtenida



**Figura 11. Relación talla-peso para *Anchoa mitchilli*  $y=\ln(W)$   $x=\ln(LP)$   $a=\ln(A)$   
**Función potencial  $W=0.0115+X^{2.9029}$****

En el factor de condición (K) los valores promedios por mes variaron entre  $K=0.77$  (Mar/13) y  $K=1.33$  (Oct/13), lo que indica que en *A. mitchilli* el mes de octubre 13 es el mes con el mayor estado de bienestar para la especie, el test de Kruskal-Wallis indica que hay diferencias significativas ( $H^*=179 > H_c=11.07$ ,  $p < 0.05$ ) entre los valores del coeficiente de condición, la diferencia más marcada según la prueba de Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ) es entre los meses de oct 13 y marzo 14, siendo los meses de Septiembre 13 y Mayo 14 los meses con los datos más similares, en la figura 12 se muestran los valores promedio mensuales de K

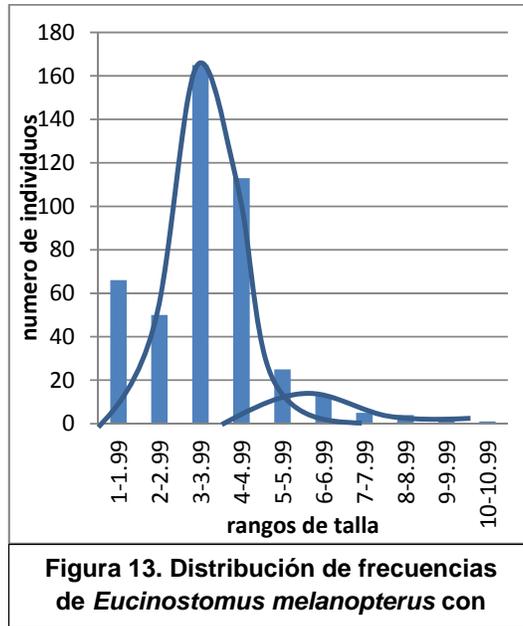


**Figura 12. Factor de condición promedio para *Anchoa mitchilli***

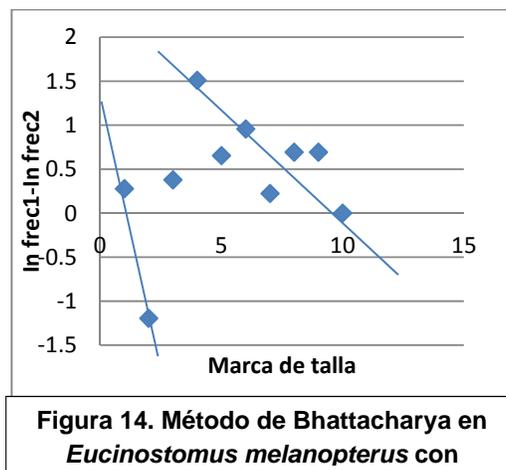
*Eucinostomus melanopterus*

Segunda especie más abundante, representó el 12.19% del total de la colecta, con un rango de talla de 1-10.5 cm de longitud patrón, esta fue una especie eurihalina marina de una ocurrencia permanente, la composición por tallas fue de un 62.61% de los individuos se presentaron en tamaños entre 3-4.99 cm, en tanto 26.12% de los individuos midieron entre 1-2.99 cm, finalmente el 11.26% estuvo representando en un rango de talla de 5-10.5 cm.

La descomposición de los valores modales de frecuencia de longitud patrón permitió observar 2 grupos modales, con tallas promedio de 3.37 y 7.32 cm. respectivamente, en la figura 13 se observa la distribución de frecuencias de tallas en rangos de 1 cm

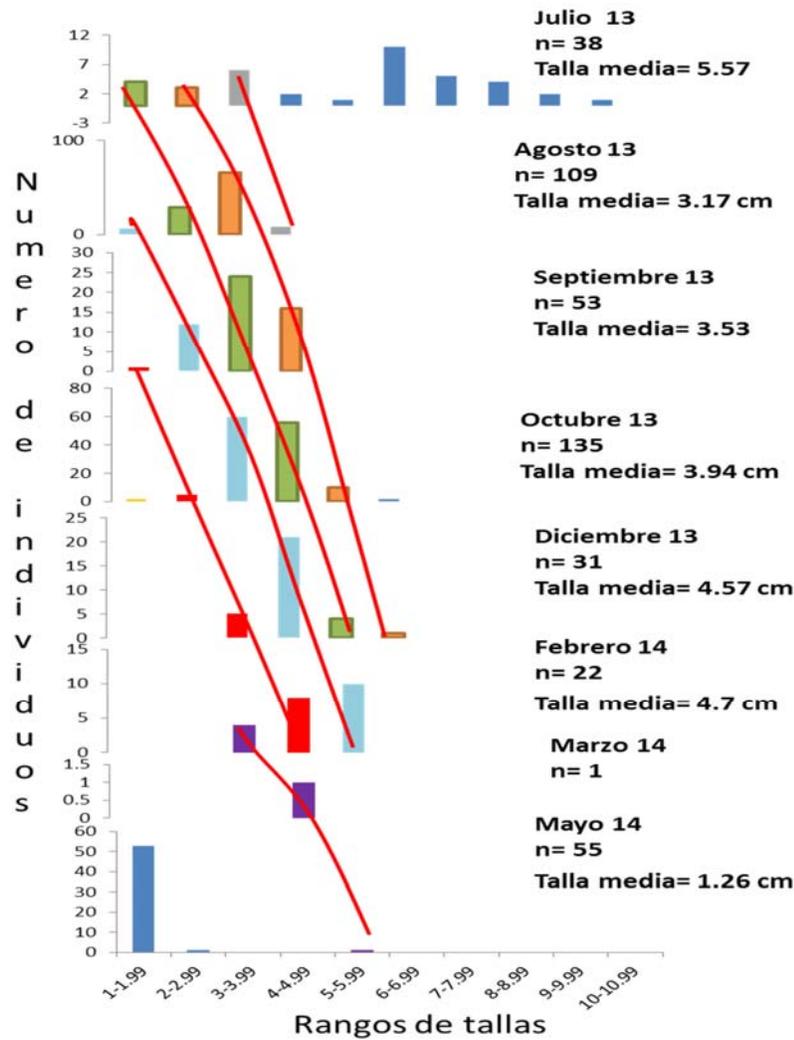


Por el método de Bhattacharya se corroboraron dichas clases modales en la distribución por rangos de 1 cm. en la figura 14 están marcadas con líneas rectas las supuestas clases modales



La progresión modal se realizó por rangos de 1 cm, la primera talla de reclutamiento fue de 1 cm registrada en el mes de mayo 2014, en la progresión modal se puede observar un reclutamiento continuo de las tallas más pequeñas de julio 13 a octubre 13 y un segundo pulso de reclutamiento más intenso en el mes de mayo 14, la prueba de Kruskal Wallis indica que no se muestran diferencias significativas entre las progresiones modales ( $H^*=6.008 < H_c=9.49$ ) lo que sugiere que la agregación de individuos a las tallas subsecuentes es

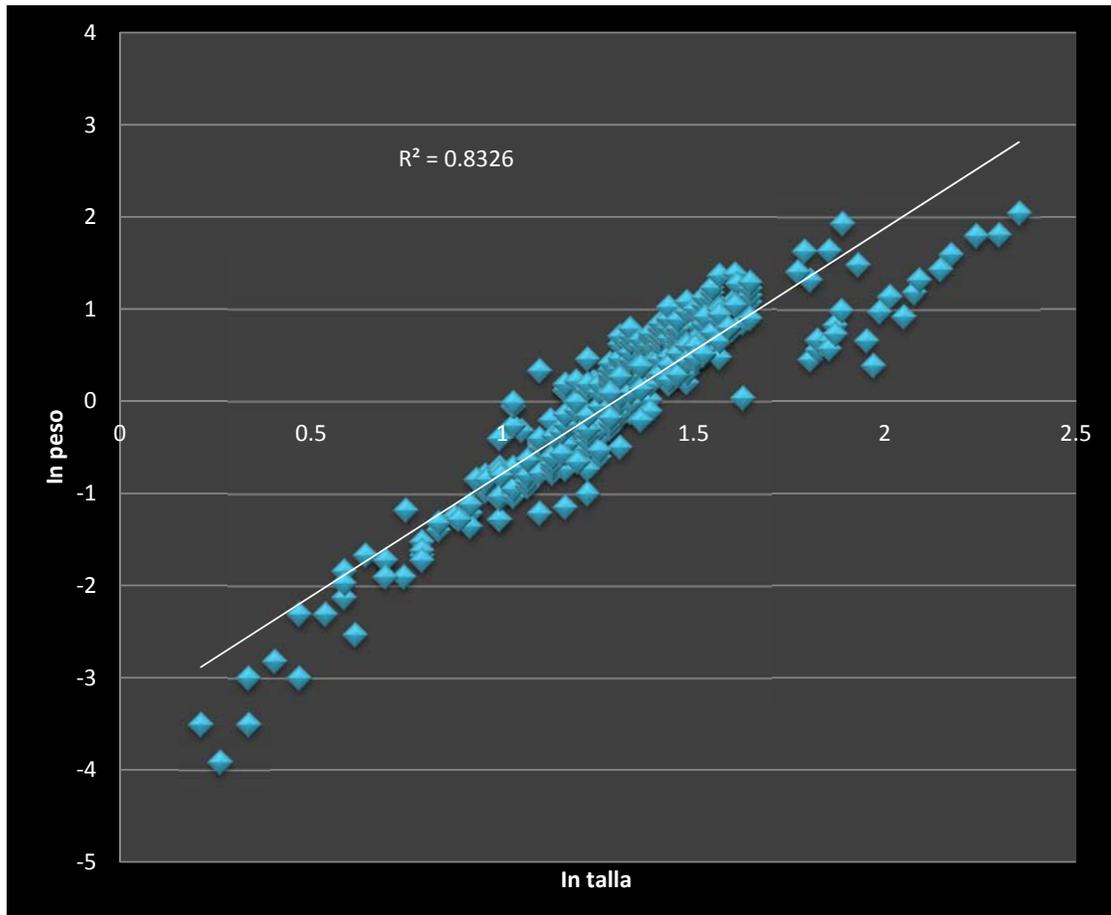
continua y similar a lo largo del estudio, en la figura 15 se muestra la progresión modal de las distribuciones de frecuencias por mes.



**Figura 15. Progresión modal mensual de distribución de tallas en rangos de 1 cm para *Eucinostomus melanopterus***

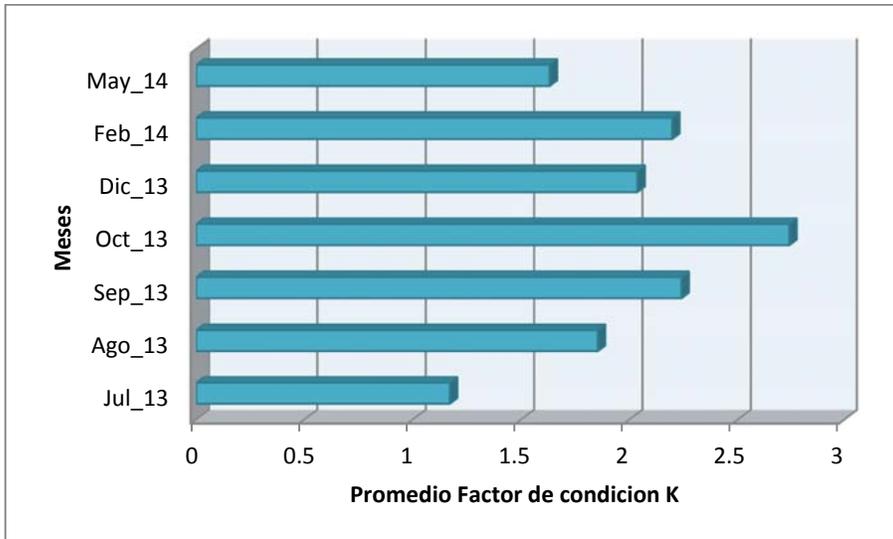
La relación talla-peso a partir de los logaritmos naturales de las variables indica un crecimiento de tipo isométrico  $b=2.6$  ( $2.5 < b < 3 = \text{isometría}$ ) con tendencia a la alometría negativa, con una coeficiente de correlación entre las coordenadas del 91% y un coeficiente de determinación de 0.83, indicando un buen ajuste entre las variables además de una relación positiva, en tanto la prueba t de Student indica una relación significativa ( $p < 0.025$ ) entre la talla y el peso de *E.*

*melanopterus* en la figura 16 se muestra la distribución de los datos así como la función potencial obtenida



**Figura 16. Relación talla-peso para *Eucinostomus melanopterus*.  $y=\ln(W)$   $x=\ln(LP)$   
 $a=\ln(A)$  Función potencial  $W=0.03206+X^{2.6627}$**

En tanto el índice del factor de condición (K) los valores promedios por mes presentaron un rango entre  $K=1.16$  (Jul/13) y  $K=2.74$  (Oct/13), lo que indica que en *E. melanopterus* el mes de octubre 13 es el mes con el mayor estado de bienestar para la especie, en cuanto al test de Kruskal-Wallis este indica que hay diferencias significativas ( $H^*=198 > H_c=12.59$ ,  $p < 0.05$ ) entre los valores del coeficiente de condición, según la prueba de Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ) la diferencia entre los valores mensuales es muy marcada siendo el mes de julio 13 y octubre 13 los meses con mayor diferencia en tanto la mayor similitud se presentó entre septiembre 13 y febrero 14, en la figura 17 se muestran los valores promedio mensuales de K

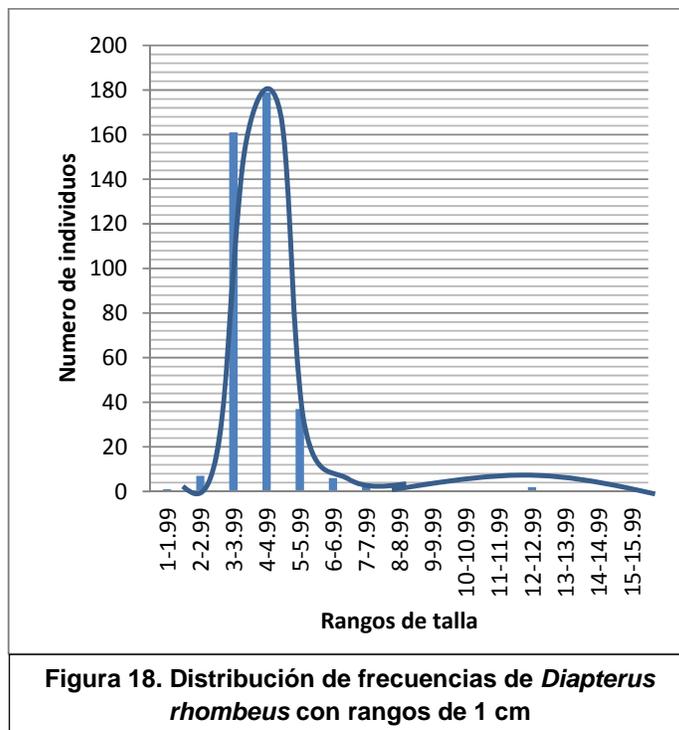


**Figura 17. Factor de condición promedio para *Eucinostomus melanopterus***

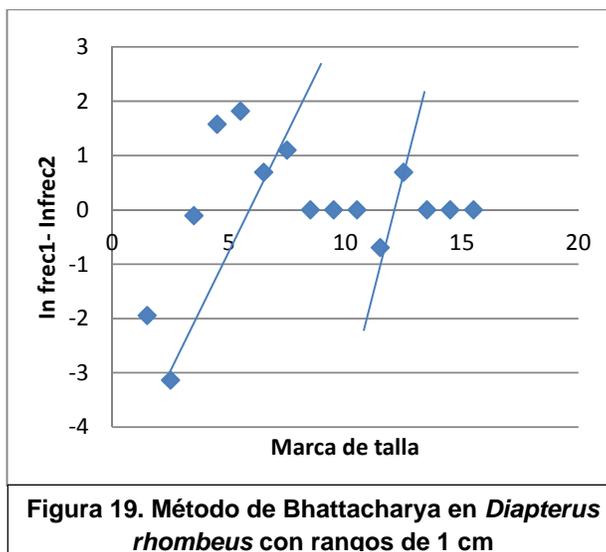
*Diapterus rhombeus*

Esta especie de gerreido representó el 10.92% del total de la colecta durante el estudio, especie marina eurihalina de ocurrencia permanente, el 85.42% de los individuos presentaba una talla entre 3-4.99 cm, el 11.8% correspondió a individuos entre 5-8.99 cm, solo el 2.01% estaba representado por individuos de 1-2.99 cm el resto de los individuos corresponden a las tallas mayores.

La distribución de frecuencia de tallas por rangos de 1 cm indica la presencia de dos clases modales (Figura 18) observándose un sesgo amplio por la presencia de tallas grandes con poca frecuencia

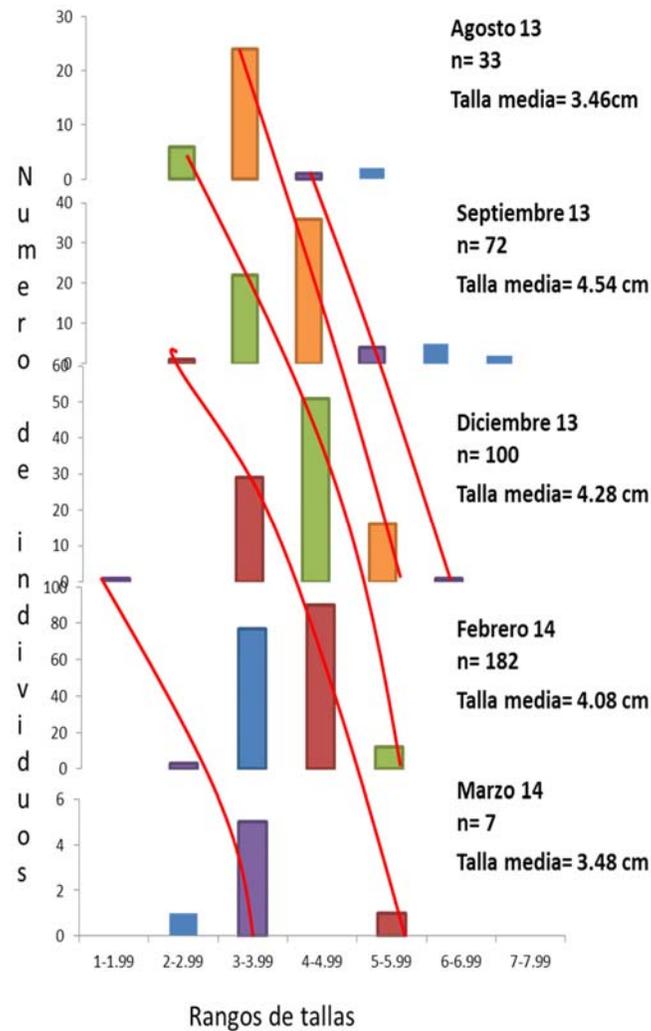


El método de Bhattacharya indica la presencia de dos clases modales para ambos rangos de talla comprobando así la distribución por frecuencias, las rectas sugieren la presencia de las clases modales en la figura 19 se observa su representación



La progresión modal para *D. rhombeus* indica una agregación continua de los organismos a las tallas subsecuentes mes tras mes, 1.6 cm se considera como la primer talla de reclutamiento la cual se registró en el mes de Diciembre 2014,

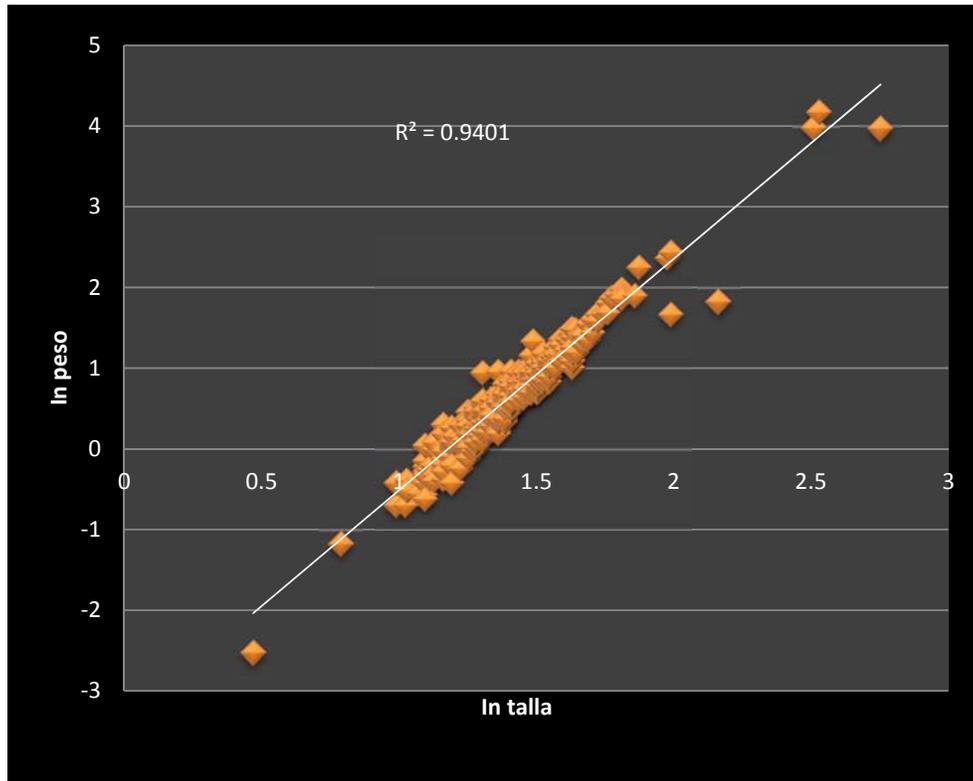
en este mes se observó el pulso de reclutamiento más claro, la prueba de Kruskal Wallis indica que no se presentan diferencias significativas ( $H^*=2.35 < H_c=7.81$ ) entre las progresiones modales lo que sugiere son similares esto puede ser interpretado como una agregación continua, similar y proporcional de los individuos mes tras mes, en la Figura 20 se representa la progresión modal de las tallas.



**Figura 20. Progresión modal mensual de distribución de tallas en rangos de 1 cm para *Diapterus rhombeus***

En cuanto a la relación talla-peso, en esta especie se obtuvo el mayor coeficiente de correlación con 96% y un coeficiente de determinación de 0.94, se estimó que sigue un crecimiento de tipo isométrico con  $b= 2.8$  (isometría  $2.5 < b < 3.5$ ), se determinó que la relación entre las variables es significativa

( $p < 0.025$ ) mediante el estadístico t de Student, por lo que se puede inferir que *D. rhombeus* aumentará de peso proporcionalmente al aumento de talla, en la Figura 21 se presenta la distribución de los datos así como la ecuación correspondiente.



**Figura 22 Relación talla-peso para *Diapterus rhombeus*  $y = \ln(W)$   $x = \ln(LP)$   $a = \ln(A)$**   
 $W = 0.0338 + X^{2.8691}$

Con respecto al índice del factor de condición (K) los valores promedios por mes variaron entre  $K = 1.22$  (Jul/13) y  $K = 3.04$  (Feb/14), lo que indica que en *A. mitchilli* el mes de octubre 13 es el mes con el mayor estado de bienes para la especie, el test de Kruskal-Wallis indica que hay diferencias significativas ( $H^* = 122.4 > H_c = 11.07$ ,  $p < 0.05$ ) entre los valores del coeficiente de condición, la diferencia más marcada según la prueba de Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ) es entre los meses de julio 13 y octubre 14, siendo los meses de agosto 13 y septiembre 13 los meses con los datos más similares, en la figura 23 se muestran los valores promedio mensuales de K para *D. rhombeus*.

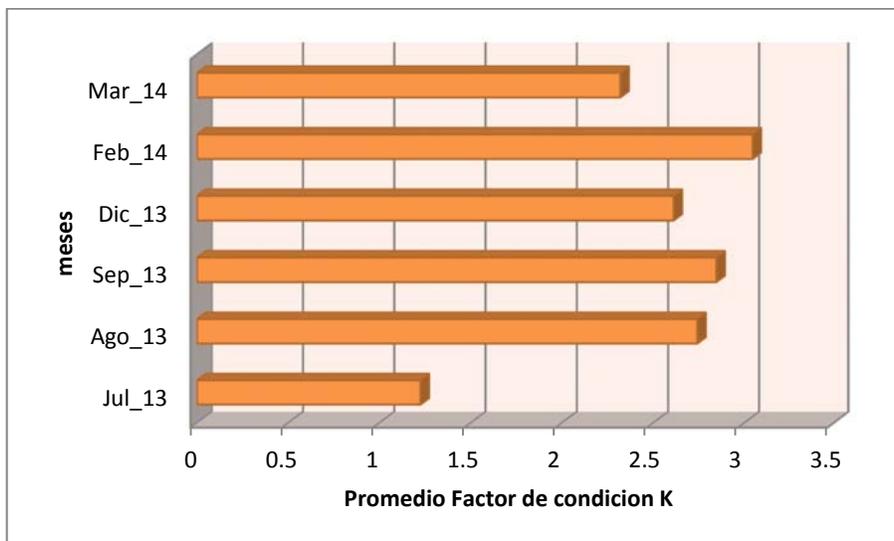


Figura 23. Factor de condición promedio para *Diapterus rhombeus*

### Estados gonádicos

Los análisis de los estados gonádicos sugieren que la mayoría de los individuos de las especies estudiadas pertenecen a etapas juveniles indiferenciados, cabe mencionar que se determinaron algunos organismos con cierto grado de desarrollo gonadal. Además se observó que los organismos más grandes presentaron gónadas con mayor volumen y con mayor grado de desarrollo, por ejemplo individuos *Lutjanus griseus* entre 5 y 6 cm no presentaban gónadas pero a partir de los 8 cm se visualizó el desarrollo gonadal, por otro lado, en especies como *A. mitchilli* con un rango de talla (1.2 cm-7.4cm) no fue posible determinar una variación en los estados gonádicos sugiriendo los resultados que los organismos de esta especie se encontraban en la fase II (gónadas en desarrollo).

Para el caso de *Diapterus rhombeus* se analizaron un total de 52 individuos (11.71% del total) entre las tallas de 2.2 y 12.3 cm, la mayoría de los individuos no se encontraron con desarrollo gonádico avanzado, cabe mencionar que se notó un ligero desarrollo gonadal a partir de la talla 4.6 cm en tanto tallas superiores (12.3 cm) mostraron desarrollo además de un volumen mayor de gónadas, de los 52 individuos analizados el 55.76 % presentaron un estado gonádico de la fase I el resto pertenecieron a organismos en fase II. En la Figura 24 se puede observar la abundancia de los estados gonádicos por mes.

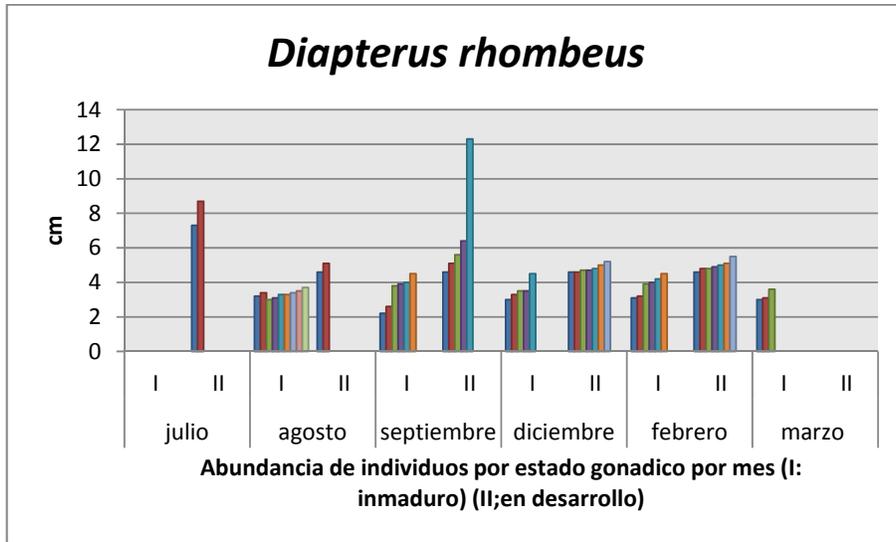


Figura 24 Madurez gonádica de la especie *D. rhombeus*

En tanto en *E. melanopterus* se analizaron 68 organismos (15.31% del total) con tallas comprendidas entre 1.3 y 9.4 cm, sin encontrarse organismos con desarrollo gonadal considerable, en este caso se comenzó a visualizar un desarrollo de gónadas ligero a partir de la talla 4.3 cm con ciertas variaciones ya que algunos individuos de tallas mayores aun no presentaban dicho inicio de desarrollo. En la Figura 25 se muestran los estados gonádicos de los individuos analizados por mes

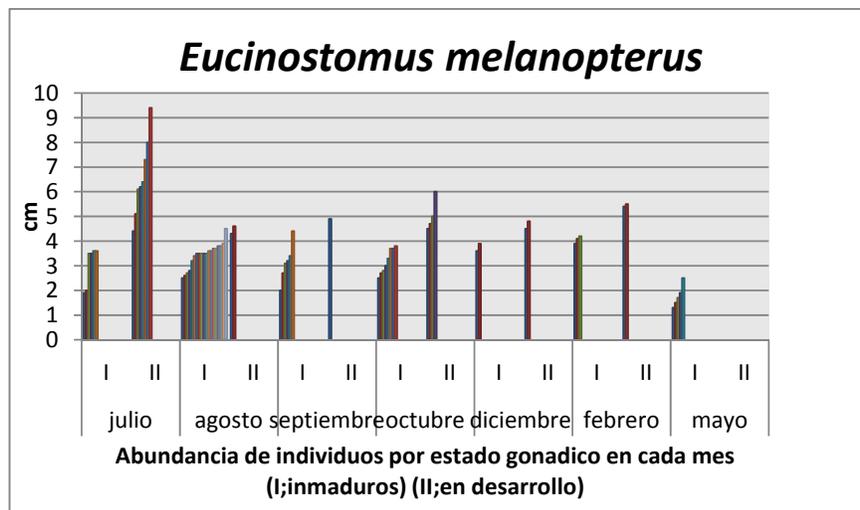


Figura 25 Madurez gonádica de la especie *E. melanopterus*

De las especies analizadas *M. cephalus* presentó el mayor indicio de desarrollo gonadal, se analizaron 39 individuos (17.88% del total) comprendiendo tallas entre 2.2 y 17.8 cm, en esta especie se detectó un desarrollo gonádico a partir de la talla 8.8 cm, además a partir de los 10.6 cm se pudo determinar el sexo de los 6 organismos siendo en todos los casos hembras. La Figura 26 muestra la distribución por estado gonádico en cada mes.

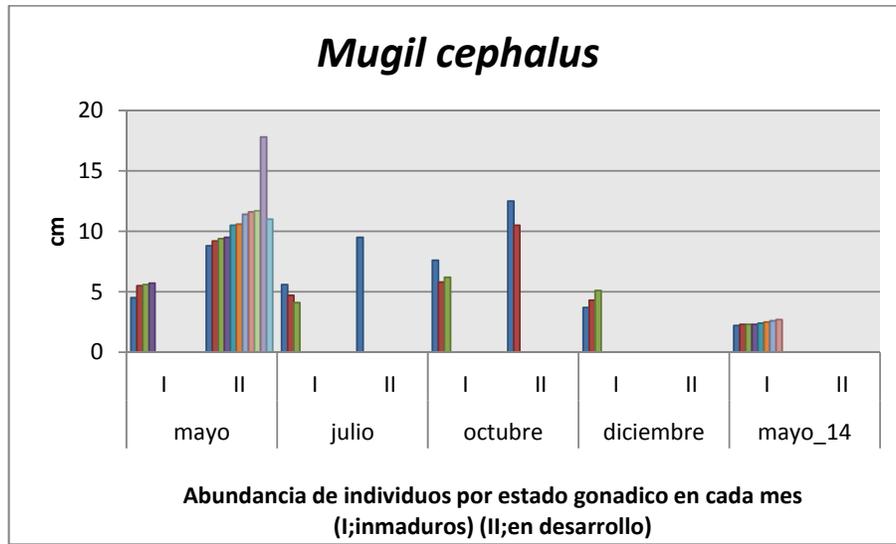


Figura 26. Madurez gonádica de la especie *M. cephalus*

## Discusión

Los parámetros ambientales presentaron una variación significativa a lo largo del año, siendo la salinidad y la turbidez los factores con mayor variación durante el estudio, estos cambios a su vez están relacionados con los procesos de mezclado del agua producido por los vientos y mareas, por ejemplo las precipitaciones fueron determinantes en la concentración de salinidad del estuario al observar que durante lluvias y nortes los niveles de salinidad fueron mayores, en tanto mayo 14 y marzo 14 no se presentaron diferencias significativas en las concentraciones debido a que presentaron salinidades similares cerca de los 40 ups, esta concentración de la salinidad concuerda con varios estudios realizados en estuarios de Veracruz como el reportado por López-Ortega y colaboradores en 2012 en la laguna de Tampamacocho, Veracruz, en dicho estudio se observaron diferencias significativas de todos los parámetros fisicoquímicos en las diferentes temporadas, en donde la mayor

salinidad se registró en la primavera mientras que la menor salinidad se presentó en verano y otoño, datos comparables a los observados en el presente estudio.

En tanto la temperatura del agua presentó la menor variación, en otros trabajos realizados en estuarios del Golfo de México se han registrado rangos de temperatura comparables a los obtenidos en el estudio, por ejemplo Ayala et al. (2012) determinaron un rango de temperatura de 21.5°C a 37.2°C en la laguna costera de Términos en Campeche, considerando que ambas zonas geográficamente son cercanas y presentan las mismas épocas climáticas; nortes, secas y lluvias, destacando que los meses en las que ocurren son muy similares a los observados en la área de estudio del presente trabajo.

La mayoría de las especies registradas durante este estudio son típicamente marinas tropicales aunque también se presentaron especies templado cálidas por ejemplo *M. cephalus*, el estuario presentó un patrón mixoeuhalino, a pesar de las variaciones de salinidad que se observaron en otros meses tal es el caso de mayo 2013 siendo el mes con más salinidad, en este mes se registraron solo 4 especies entre las cuales destaca *Poecilia mexicana* por ser la más abundante de ese mes de colecta y por su característica particular comparado con el resto de las especies registradas al tratarse de una especie dulceacuícola, *P. mexicana* es una de las dos especies de poecílicos registrado en Veracruz con la diferencia de que *P. mexicana* se caracteriza por vivir en las partes bajas de las cuencas, además a esta especie se le conoce por una elevada tolerancia a altos niveles de salinidad (hasta 32.4 ppm) como lo reportado por Castillo y Zarate en 2001 donde *P. mexicana* fue registrada en la laguna costera de Pueblo Viejo, Veracruz donde se llega a registrar una salinidad de hasta 33 ppm.

A pesar de que la Laguna El Llano no tiene una conexión directa con un río, se infiere dichos organismos provienen de cuerpos de agua dulce que se conectan a la laguna de manera ocasional por lluvias que en algunos casos pueden ser efímeras, en cuanto a la alta salinidad registrada específicamente en esta zona, se registra a mayo 13 como el mes con menor precipitación y mayor

temperatura generando evaporación y con esto mayor concentración en la salinidad.

Con respecto a la abundancia, el 32.15% del total de individuos colectados corresponde a la especie *A. mitchilli* siendo la más abundante del estuario, esto concuerda con lo registrado por Zarate y colaboradores en 2005 en un estuario ubicado al norte de Veracruz donde *A. mitchilli* es numéricamente la especie más importante, además diversos estudios de lagunas costeras y estuarios en México señalan a *A. mitchilli* como una especie estuarino-dependiente (Akin *et al.*, 2003; Jung y Houde, 2003; Lewis *et al.*, 2011) debido a su alta abundancia, frecuencia y además a que desova dentro de muchos sistemas estuarinos. En cuanto a las especies de gerreidos *E. melanopterus* y *D. rhombeus* sus abundancias fueron las más elevadas con 444 y 398 individuos respectivamente solo después de *A. mitchilli*, además la ocurrencia fue elevada considerando así a dichas especies permanentes en este estuario.

Con respecto a las especies esporádicas con poca ocurrencia y baja abundancia, es común encontrarlas en estos ecosistemas por la dinámica que presentan por ejemplo algunas especies que no usan el estuario de manera regular pueden ser arrastradas por las mareas o por los escurrimientos continentales, cabe mencionar también que los procesos fisicoquímicos y ambientales son determinantes en la riqueza específica, la abundancia, distribución, reclutamiento entre otros. Por ejemplo el mes con menos riqueza específica también comprende uno de los meses con menor abundancia (mayo 13), sienta entre los meses de mayo 13 a agosto 13 el lapso en el que menor abundancia se registró esto puede estar relacionado a que en dichos meses se registran las temperaturas más altas y la menor precipitación en el año para esta región.

Por otro lado a partir de septiembre hasta marzo la abundancia mostro un aumento mes tras mes con un pico de abundancia en el mes de febrero, esto puede estar relacionado a que entre junio y septiembre ocurre la mayor precipitación en la región generando así elevados registros de riqueza específica como es el caso de septiembre 13 o grandes abundancias como es el caso de febrero 14, algo similar reportaron Sandoval-Huerta *et al.* (2014)

quienes presentaron un estudio en el que compararon la variación de abundancia y riqueza específica de 4 estuarios a lo largo de 6 meses de estudio una de sus conclusiones fue que durante los meses de precipitación pluvial los estuarios aumentaron tanto en número de especies como en abundancia debido a que el arrastre de materia orgánica durante la temporada lluviosa enriquece a los ecosistemas estuarinos aportando mayor cantidad de beneficios alimentarios a las especies.

Los cambios en la diversidad del estuario por lo menos en las zonas someras está vinculado con la apertura del canal de comunicación entre el estuario y el océano, por ejemplo mayo 2013 fue el mes menos diverso en dicho mes la boca de comunicación se encontraba cerrada cabe mencionar que fue el único mes que presentó esta característica los meses restantes presentaron diferentes grados de conexión con la plataforma continental sin llegar al punto de cerrarse, por lo que la conectividad del estuario con la plataforma continental es determinante en la agregación de individuos para cada especie descrita, los organismos registrados a lo largo de las capturas pertenecen en todos los casos a juveniles y preadultos, los cuales pueden haber ingresado a la laguna por motivos de alimentación y crecimiento, también se considera el hecho de que dicha agregación puede ser el resultado de las temporadas reproductivas llevadas a cabo en la plataforma continental adyacente a la laguna costera con las respectivas particularidades de cada especie.

En el caso *A. mitchilli* se observó una distribución unimodal en la estructura por tallas su talla mínima fue de 12mm y una máxima de 63mm estos valores son cercanos a lo registrado por Jiménez en 2008 en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, donde registro un intervalo de talla para *A. mitchilli* de 23.36 – 70.46mm considerando una clase modal para toda la muestra lo que coincide con lo registrado en el presente estudio, se considera que la especie presenta un crecimiento rápido además de periodos cortos de vida y por tanto un metabolismo elevado. La talla de reclutamiento inicial se registró en el mes de octubre 13, mientras que la mayor abundancia se registró en los meses de diciembre y febrero considerando este el mayor pulso de reclutamiento con tallas entre 33 y 74 mm.

Ayala y colaboradores en 1997 determinaron la talla de primera madurez sexual de 4.58 cm para *A. mitchilli* en un laguna costera del estado de Campeche por lo que dicho dato sugiere que el 35.69% de los individuos de la especie pertenece a organismos inmaduros o en desarrollo, el resto puede estar conformado por individuos preadultos y adultos. La gran abundancia registrada en el mes de febrero de individuos con tallas entre 4-5.99 cm sugiere un acercamiento de los individuos de la especie a las orillas de la laguna con fines alimenticios como resultado a la escases de alimento derivado a la época de secas que se prolongaría hasta el mes de mayo 14. En tanto la agregación de tallas pequeñas puede indicar que meses anteriores a su registro ocurrió la temporada reproductiva en este caso los primeros registros se obtuvieron en septiembre 13 con un pico en octubre 13 y otro en mayo 14 considerando estos dos pulsos de reclutamiento que presento la especie como deriva de procesos reproductivos, pudiendo inferir la época reproductiva entre los meses de junio a agosto, esto concuerda con varios estudios, un ejemplo son los trabajos de Vouglitois *et al.* (1987) y Zastrow *et al.* (1991) que reportaron una época reproductiva para *A. mitchilli* que comienza en mayo y termina en agosto en estuarios de Estados Unidos los cuales colindan con el océano atlántico, por otro lado en estuarios de Veracruz se han reportado otros meses como épocas reproductivas para la especie por ejemplo Vélez en 2008 reportó el mes de Marzo como el clímax reproductivo de la especie lo que puede explicar la gran abundancia de individuos de tallas pequeñas en el mes de mayo 14 del presente estudio. En tanto, el análisis de la relación talla-peso sugiere un crecimiento de tipo isométrico otros trabajos realizados en el golfo indican este mismo tipo de crecimiento para *A. mitchilli* por ejemplo Amador *et al.* (2012) reportan un crecimiento de tipo isométrico para la especie con organismos de tallas entre 0.9 cm y 4.8 cm considerándolos en todos los casos organismos juveniles siendo tallas inferiores a las registradas en el presente estudio, se entiende que hay diferentes factores que intervienen en la relación talla-peso y con ello el factor de condición (K), para esta especie que presenta un metabolismo elevado y un crecimiento rápido se infiere que la disponibilidad de recursos(alimento) propicia el buen estado en que se encontraban según el factor de condición, siendo el mes de octubre 13 cuando se presentó el mayor valor, coincidiendo con el cese de la temporada de lluvias lo cual se relaciona

al aumento de recursos disponibles debido a la amplia conectividad laguna-plataforma además del movimiento de sedimentos, materia orgánica, etc.

Para *E. melanopterus* se tiene registrado por Schneider en 1990 una talla máxima de 30 cm., en el caso de los organismos capturados durante el presente estudio se registró un intervalo de tallas de 1.2 a 10.5 cm, en cuanto a otros trabajos sobre la especie se refiere Ndombour et al. (2009) por ejemplo registraron un intervalo de tallas de 4 cm a 10 cm en un estuario de tipo inverso en Senegal, para este caso se consideraron a todos los organismos juveniles, lo que coincide con las tallas registradas y los estados gonádicos (fase I= inmaduro y fase II= en desarrollo) descritos en la laguna costera El Llano, por lo que dicho trabajo puede indicar el considerar a todos los organismos de esta especie registrada como individuos juveniles.

La distribución por tallas indica la presencia de dos clases modales algo similar ocurrió en un estudio realizado en el atlántico este en los litorales de Costa de Marfil donde Albaret y Desfossez en 1988 registraron para la especie de *E. melanopterus* dos clases modales en una muestra que comprendió tallas entre 5 y 15 cm., en dicho trabajo se explica que los individuos mayores a los 14 cm fueron poco frecuentes durante los muestreos lo que suponía que a partir de dicha talla los organismos emigraban a otras zonas de la laguna debido a fines de alimentación y reproducción, esta información puede ayudarnos a inferir que el mismo proceso puede estar ocurriendo en El Llano, por lo que a partir de los 10.5 cm los organismos pueden estar ingresando a zonas más profundas de la laguna o emigrando a la plataforma continental con fines reproductivos, ya que además se reporta que esta especie no se reproduce en los ecosistemas estuarinos siendo la plataforma continental cerca de las costas la zona en que se lleva a cabo dicho proceso.

*D. rhombeus* presentó tallas similares a *E. melanopterus* además de presentar de igual manera dos clases modales en la distribución de frecuencias recordando que pueden tener crecimiento similar por pertenecer a la misma familia, *D. rhombeus* presentó tallas entre 1.6 cm y 15.7 cm esto coincide con lo reportado por Aguirre y Díaz en 2006 donde registraron una talla mínima de 3 cm y una máxima de 16 cm para *D. rhombeus* en el sistema fluvodeltaico

Pom-Atasta en Campeche, aunque dicho sistema no es similar a la laguna costera El Llano en cuanto a características, este se presentan en la misma zona geográfica e indica la importancia de la especie en la zona, según las tallas se puede determinar la presencia de organismos juveniles y escasos preadultos para las tallas mayores.

Así mismo en *D. rhombeus* se han determinado valores de reclutamiento constantes para el Golfo de México con picos en los meses de Mayo y Agosto sugiriendo así una mayor reproducción en los meses anteriores (Ayala, *et al.* 2001), en el presente trabajo la talla mínima de reclutamiento se registró en diciembre (1.6 cm), cabe mencionar que a partir de agosto 13 se comenzó a registrar una agregación mayor de individuos llegando a un pico máximo en febrero 2014 siendo este el mayor pulso de reclutamiento registrado para la especie. En cuanto a los estados gonádicos observados se registraron 2 fases fase inmadura y fase en desarrollo considerando todo el rango de tallas, los organismos con un desarrollo gonádico más avanzado pueden estar representados a partir de los 15 cm de los cuales no se obtuvo registro debido a que pudieron haber emigrado a la plataforma continental por reproducción o estar presentes en otras zonas de la laguna costera por ejemplo en zonas más profundas en busca de alimento, Aguirre y Díaz en 2006 determinaron 3 fases de desarrollo gonadal para *D. rhombeus* indicando que la madurez gonádica en relación con la longitud total de los individuos en ambos sexos, fue para el estadio I de 3.0 hasta 8.0 cm, para el estadio II de 5.5 hasta 8.0 cm y para el estadio III de 8.2 hasta 10.0 cm., lo que sugiere que los organismos registrados en este estudio presentan un desarrollo gonadal más lento en relación con la talla lo cual puede estar relacionado en mayor medida al factor temperatura.

Tanto *E. melanopterus* como *D. rhombeus* presentaron un crecimiento isométrico con respecto a la relación talla-peso además los valores en el factor de condición (K) fueron cercanos entre las especies, ambos con variaciones estacionales importantes con un rango de  $K= 1.16$  a  $2.74$  y  $K=1.22$  a  $3.04$  respectivamente, coincidiendo en el mes de julio 13 como el mes con el menor valor de K, en un estudio realizado en un estuario sobre aspectos ecológicos y biológicos de la familia gerreidae Ramos en 2010 concluye que varias especies del género *Eucinostomus* y una especie del genero *Diapterus* presentan un

crecimiento de tipo isométrico y factores de condición que superan el valor de 1 ( $K > 1$ ) lo que indica que las condiciones en el ecosistema son propicias para el desarrollo biológico de la especie, en este estudio ambas especies superan el valor de 1 para K por lo que se puede considerar a la laguna El Llano es un ecosistema estuarino conveniente para las especies. De este modo, se establece que dichas especies aprovechan los diferentes recursos que el ecosistema les proporciona, tales como la disponibilidad de alimento, zonas de resguardo y condiciones ambientales que favorecen el estado fisiológico de los individuos (Nath-Saha, *et al.* 2009).

*M. cephalus* fue una especie con mucha ocurrencia pero poca abundancia por ejemplo en el mes de diciembre 2013 solo se registraron 5 individuos además en los meses siguientes (febrero 14 y marzo 14) no se registraron organismos esto puede ser explicado ya que se han determinado periodos de desove para el Golfo de México entre noviembre y febrero lo que puede indicar una migración de juveniles de baja longitud más intensa hacia las costas en los meses siguientes (Aguirre y Gallardo, 2004) como lo ocurrido en el presente estudio ya que en mayo 14 se registró la mayor cantidad de agregación de individuos de tallas pequeñas.

La agregación de peces juveniles a los diferentes rangos de tallas se relaciona con los diferentes procesos biológicos de cada especie como la migración, la temporalidad y hábitos para el desove, la fecundidad entre otros, así como procesos climáticos o temporales que se manifiestan en la variabilidad de las propiedades físico químicas del estuario, por ejemplo la precipitación, los nortes, la conexión con el océano, entre otros.

El estudio sobre la dinámica en el reclutamiento de las especies en este tipo de ecosistemas y su relación con los procesos hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos tanto en esta zona como en toda la región del Golfo de México aún son incompletos por lo que se sugiere continuar con este tipo de trabajos, los cuales de hacerse constantemente puede tener beneficios tanto locales como regionales.

## **Conclusiones**

\*Los factores ambientales registrados variaron a través del tiempo lo que muestra una dinámica ambiental determinada por las épocas climáticas, siendo la salinidad el factor con mayor variación

\*La comunidad de peces en la laguna costera El Llano está integrada por 37 especies que pudieron ser registradas

\*La mayor abundancia y la riqueza específica están relacionadas con los meses lluviosos

\*La estructura de tallas demostró que las especies acuden al ecosistema durante su fase juvenil, lo que refleja la importancia de la laguna costera el Llano como hábitat primario de crianza

\*El reclutamiento de las especies en estudio presentaron una agregación continua de peces juveniles con variaciones entre cada especie

\*Las tres especies en estudio mostraron un crecimiento de tipo isométrico y un valor del factor de condición mayor a 1, indicando al hábitat como un lugar propicio para el desarrollo

\*La conectividad entre la plataforma y la laguna costera así como la conectividad biológica llevada a cabo por las especies es fundamental para mantener las condiciones de este tipo de ecosistemas

\*La descripción de este tipo de ecosistemas tanto en trabajos fisiográficos como fisicoquímicos así como biológicos y ecológicos son de gran relevancia para la protección o el manejo adecuado de los recursos que presentan estos ecosistemas tan prolíficos

## Bibliografía

- Aguirre A., Díaz S., Bernal S., 1998. *Ecología de peces en sistemas fluvio-deltaicos: Estudio para el sistema Pom- Atasta en Campeche*, Universidad Autónoma Metropolitana, serie académicos CBS, núm. 28, Pp. 7-16
- Aguirre A. y Díaz S., 2006. Estructura de tallas, madurez gonádica y alimentación del pez *Diapterus rhombeus* (Gerreidae) en el sistema fluvio-deltaico Pom-Atasta, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, vol. 54, núm. 2, junio, pp. 599-611
- Aguirre A.L., Gallardo M., 2004. Reproduction of *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: Mugilidae) from a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 75(1):37-49.
- Akin, S., Winemiller K. y Gelwick F., 2003. Seasonal and spatial variations in fish and macrocrustacean assemblage structure in Mad Island Marsh estuary, Texas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57: 269-282.
- Albaret Jean-Jacques, Desfossez P., 1988. Biologie et écologie des Gerreidae (Pisces, teleostei) en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 21 (1), p. 71-88. ISSN 0240-8783
- Alvarez del Villar J. 1970. *Peces Mexicanos*. Inst. Nal. Invs. Biol. Pesq., SIC 166 p.
- Amador del Ángel L. E., Guevara-Carrió E., Brito-Pérez R. y Wakida-Kusunoki A. T., 2012. Relaciones peso-longitud de peces asociados al manglar en el suroeste de la laguna de Terminos, Campeche. Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar, Ciudad del Carmen, Campeche, Mexico, pp. 216-217
- Arceo-Carranza D., Vega-Cendejas M., Montero-Muñoz J. y Hernández de Santillana M., 2010. Influencia del hábitat en las asociaciones nictimerales de peces en una laguna costera tropical. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81(3) México dic. 2010
- Ayala-Pérez. L.A., Gómez-Montes B.A. y Ramos Miranda J., 2001. Distribución, abundancia y parámetros poblacionales de la mojarra *Diapterus rhombeus*

(Pisces: Gerreidae) en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.* 49: 635-642.

Ayala-Pérez, L.A., J.L. Rojas-Galavíz y O.A. AvilésAlatríste. 1997. Crecimiento, reproducción y dinámica poblacional de Anchoa mitchilli (Pisces: Engraulidae) en el sistema Palizada-Del Este, Campeche, México. *Revista Biología Tropical* 44-45: 507- 518.

Ayala-Pérez L. A., Terán-González G. J., Flores-Hernández D., Ramos-Miranda J. y Sosa-López A., 2012. Variabilidad espacial y temporal de la abundancia y diversidad de la comunidad de peces en la costa de Campeche, México, *Latinamerican Journal of Aquatic Research*, 40(1): 63-78

Bertran C., Arenas J., Parra O., 2001. Macrofauna del curso inferior y estuario del río Biobío (Chile): cambios asociados a variabilidad estacional del caudal hídrico. *Revista Chilena de Historia Natural* 74(2): 165-179.

Borges, P. A., S. Train, J. D. Dias y C. C. Bonecker. 2010. Effects of fish farming on plankton structure in a brazilian tropical reservoir. *Hydrobiologia* 649:279-291.

Brown-Peterson N. , Wyanski D., Saborido-Rey F., Macewicz D., Lowerre-Barbieri S., 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes, Marine and Coastal Fisheries. *Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3:1, 52-70.

Carlander, K.D. 1969. *Handbook of freshwater fishery biology*. University Press, The Iowa State, EEUU. Vol.I 752 pp.

Carr M. H., Anderson W., Hixon M. A., 2002. Biodiversity, population, regulation, and the stability of coral-reef fish communities. *Ecology*, 99(17):11241-11245

Castillo M. y R. Zárate, 2001. Patrones espacio-temporales de la abundancia de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. *Hidrobiologica* 11 (1):75-84

Castillo M., Zavala J.A., Zárate R. 2002. Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. *Journal of Fish Biology*. 12: 167–177.

Castillo-Rivera, M., R. Zárate y S. Ortiz. 2005. Variación nictímera y estacional de la abundancia, riqueza y especies dominantes de peces, en un ambiente salobre de sustrato blando. *Hidrobiológica* 15 (2 Especial): 227-238.

Castillo-Rivera M, Zárate-Hernández R, Ortiz-Burgos S, Zavala-Hurtado J. 2010. Diel and seasonal variability in the fish community structure of a mud bottom estuarine habitat in the Gulf of Mexico. *Marine Ecology* 31: 633-642.

Castro, A. J. L. 1978. Catálogo Sistemático de los Peces marinos que penetran a aguas continentales de México. Dir. Gral. Inst. Nal. de Pesca, México. Ser. Científica 19,298 pp.

Castro-Aguirre J., Espinosa-Pérez H., Schmitter-Soto J., 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. México: Ed. Limusa-Noriega, 711 p.

Contreras-Espinosa, F., 2006. Lagunas costeras de Veracruz. Instituto de ecología. Consultado en:<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/VOLI/SECCIONII/LagunasCosterasDeMexico.pdf> Accesado el 13 de abril de 2015

Costanza R, Kemp W. y Boynton W., 1993. Predictability, scale, and biodiversity in coastal and estuarine ecosystems: implications for management. *AMBIO* 22: 88 - 96.

Cowen R. K., 2006. Larval dispersal and retention and consequences for population connectivity. 149-170. En Sale P.F. (ed.) *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press. San Diego.CA. USA. 754 pp.

Fischer, W., 1978. *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*.FAO, ROMA, 6 Vols.

- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México
- Granado C., 1996. Ecología de peces, Universidad de Sevilla, Pp. 39-41
- Gibson R. N., 1988. Patterns of movement in intertidal fishes. En: Chelazzi G & M Vannini (eds) Behavioral adaptation to intertidal life. NATO Asi series Vol 151: 55-63. Plenum Publishing Corporation, New York, USA.
- Hixon M. A. y Webster M. S., 2006. Density dependence in reef fish populations. 303-325. En Sale P.F. (ed.) Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem. Academic Press. San Diego.CA. USA. 754 pp.
- Horn M. y Gibson R., 1988. Intertidal fishes. *Scientific American* 251: 64-70.
- Gning N., Le Loc'h b F., Thiawc, O., Aliaume C., Vidy G. 2010. Estuarine resources use by juvenile Flagfin mojarra (*Eucinostomus melanopterus*) in an inverse tropical estuary (Sine Saloum, Senegal), *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86:683–691.
- INEGI, 2008. México en el mundo, Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- Jung S. y Houde E.D., 2003. Spatial and temporal variabilities of pelagic fish community structure and distribution in Chesapeake Bay, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58: 335-351.
- Lankford R. R., 1977. Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification. *Estuarine processes* (Wiley M., ed.) Academic Press Inc., volume II, 182-215 pp.
- Lewis, M. A., Goodman L. R., Chancy C. A. y Jordán S.J. 2011. Fish assemblages in three Northwest Florida urbanized Bayous before and after two hurricanes. *Journal of Coastal Research* 27 (1): 35-45.

López Ortega M., Pulido Flores G., Serrano Solís A., Gaytán Oyarzún J. C., Monks Sheets W. S. y López Jiménez M. A., 2012, Evaluación de las variables físicoquímicas del agua de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México, Revista Científica UDO Agrícola 12 (3): 713-719.

Madurell T., Cartes J., Labropoulou M., 2004. Changes in the structure of fish assemblages in a bathyal site of the Ionian Sea (eastern Mediterranean). Fisheries Research 66: 245-260.

Meynecke J., Lee S., Duke N., Warnken J. 2006. Effect of rainfall as a component of climate change on estuarine fish production in Queensland, Australia. Estuar. Coast. Shelf Sci. 69: 491–504

Methven D., Haedrich R., Rose G., 2001. The fish assemblage of a Newfoundland estuary: Diel, monthly, and annual variation. Estuarine and Coastal Shelf Science, 52: 669–687.

Morales A., P. 1984. Variación estacional de los componentes de la ictiofauna en la laguna del Llano, Veracruz, México. Tesis profesional, Fac. Biología, U V., Xalapa, México. 40 p.

Morgan M. J., 2003. Variation whit age in the timing and duration of spawning in American plaice. J. Fish Biol., 62:463-473

Nath-Saha, S., P. Vijayanand & S. Rajagopal. 2009. Length-weight relationship and relative condition factor in *Thunus orientalis* (Lund, 1973) along East Coast of India. Curr. Res. J. Biol. Sci., 1(2): 11-14.

Nelson J. S 1994. Fishes of the world. 3rd. ed. Nueva York: John Wiley and Sons. xvii+600 pp.

Nunes R. A y Lennon W. G., 1986. Physical property distributions and seasonal trends in Spencer Gulf, South Australia: an inverse estuary. Australian Journal of Marine Freshwater Research. 37: 39-59

Nunes R. A, Lennon W. G. Bowers D. G., 1990. Physical behavior of a large, negative or inverse estuary. Continental Shelf Research. 10(3): 277-304

Pessanha A. M., Araújo F. G. 2003. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 57: 817–828.

Pessanha , A. L., Araújo F. G, Costa de Azevedo M. C. y. Gomes I. D., 2003. Diel and seasonal changes in the distribution of fish on southeast Brazil sandy beach. *Marine Biology* 143: 1047-1055.

Quijada P A., y Caceres C. W., 2000. Patrones de abundancia, composición trófica y distribución espacial del ensamble de peces intermareales de la zona centro-sur de Chile, *Rev. chil. hist. nat.* v.73 n.4 Santiago

Ramos Lozano, L.J., 2010. Aspectos ecológicos y biológicos de la familia Gerreidae (Teleostei: percoidei) en el Estero El Conchalito, La Paz, B.C.S. México. . Maestría en Manejo de Recursos Marinos Thesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B. C. S., México, viii, 98 h.

Ramsar. 2003. Ficha informativa de los humedales de Ramsar, Manglares y Humedales la Mancha-El Llano. Consultado en: <http://ramsar.conanp.gob.mx/>. Accesado el 14 de abril de 2015.

Ribeiro J, Bentes L, Coelho R, Gonjalves JMS, Lino PG, Monteiro P, Erzini K. 2006. Seasonal, tidal and diurnal changes in fish assemblages in the Ria Formosa lagoon (Portugal). *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 67: 461-474.

Sale P. F., 1980. The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanogr. Mal Biol. Ann. Rev.*, 18:367-421

Sale P. F., Guy J. A. y Steel W. J., 1994. Ecological structure of aseemblages of coral reef fishes on isolated patch reef. *Oecologia*, 98:83-99

Sandoval-Huerta E., Madrigal-Guridi X., Escalera-Vázquez L., Medina-Nava M. y Domínguez-Domínguez O. 2014. Estructura de la comunidad de peces en cuatro estuarios del Pacífico mexicano central. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 1184-1196

Sánchez O., 2007. *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Pp. 11-13

Schneider, W., 1990. FAO species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the commercial marine resources of the Gulf of Guinea. Prepared and published with the support of the FAO Regional Office for Africa. Rome: FAO. 268 p.

Tse P., Nip T. y Wong C., 2008. Nursery function of mangrove: A comparison with mudflat in terms of fish species composition and fish diet. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 80:235–242.

Velez J.S., 2008. Características de historia de vida y patrones de abundancia relativa de *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae) en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis UAM Iztapala, pp. 90.

Victor B. C., 1986. Larval settlement and juvenile mortality in a recruitment-limited coral reef fish population. *Ecol. Monogr.*, 56(2): 145-160.

Vouglitois, J.J., Able, K.W., Kurtz, R.J., Tighe, K.A. (1987) Life history and population dynamics of the bay anchovy in New Jersey. *Transactions of the American Fisheries Society* 116,141-153.

Zárate-Hernández R., Castillo-Rivera M., Sanvicente-Añorve L., Ortiz-Burgos S. S., 2012. Cambios espaciales, nictímeros y estacionales en la estructura de la comunidad de peces en un estuario tropical mexicano. *Ciencias Marinas* 38(4):665-676.

Zastrow, C.E., Houde, E.D., Morin, L.G., 1991. Spawning, fecundity, hatch date frequency and young of the year growth of bay anchovy *Anchoa mitchilli* in mid Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 73,161-171.

## ANEXOS

### Anexo 1. Listado sistemático según lo sugiere Nelson (1994) de las especies registradas en el estudio

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
ELOPIFORMES	Elopidae	<i>Elops saurus</i> (Linnaeus, 1766)
ALBULIFORMES	Ophichthidae	<i>Mirophys punctatus</i> (Lütken, 1851)
CLUPEIFORMES	Engraulidae	<i>Centengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)
		<i>Anchoa mitchilli</i> (Valenciennes, 1848)
	Clupeidae	<i>Harengula jaguana</i> (Poey, 1865)
AULOPIFORMES	Synodontidae	<i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1776)
MUGILIFORMES	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)
ATHERINIFORMES	Atherinopsidae	<i>Menidia peninsulae</i> (Goode y Bean, 1879)
BELONIFORMES	Belonidae	<i>Strongylura notata notata</i> (Poey, 1860)
	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus roberti roberti</i> (Valenciennes, 1847)
CYPRINODONTIFORMES	Poeciilidae	<i>Poecilia mexicana mexicana</i> (Steindachner, 1863)
PERCIFORMES	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i> (Poey, 1860)
		<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)
	Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider, 1801)
		<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)
		<i>Caranx latus</i> (Agassiz, 1831)
	Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)
	Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)
		<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)
		<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)
		<i>Diapterus auratus</i> (Ranzani, 1842)
	Hemulidae	<i>Pomadasys crocro</i> (Cuvier y Valenciennes, 1830)
	Polynemidae	<i>Polydactilus octonemus</i> (Girard, 1858)
	Sciaenidae	<i>Cynoscion nothus</i> (Holbrook, 1855)
	Eleotridae	<i>Gobiomorus dormitor</i> (Lacepède, 1800)
		<i>Eleotris amblyopsis</i> (Cope, 1871)
<i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)		
Gobiidae	<i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858)	
	<i>Lophogobius cyprinoides</i> (Pallas, 1770)	
	<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	
PLEURONECTIFORMES	Bothidae	<i>Citharichthys spilopterus</i> (Günther, 1862)
	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)
	Cynoglossidae	<i>Symphurus plagiusa</i> (Linnaeus, 1766)

**Anexo 2. Intervalos de tallas de cada especie por mes (en cm)**

Especie/Rango tallas (cm)/mes	may-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	dic-13	feb-14	mar-14	may-14
<i>Achirus lineatus</i>	x	3.9-6.4	x	2.7	x	x	2.6-4.2	x	x
<i>Anchoa mitchilli</i>	x	x	x	2.4-5.5	1.2-5.5	3.3-6.3	3.3-7.4	3.7-6	2.4-6.9
<i>Caranx hippos</i>	x	4.2-9.2	x	x	x	x	x	x	x
<i>Caranx latus</i>	x	4.3-7.9	3.2-8.4	6.1-14.5	6.4-11	x	x	x	x
<i>Centropomus ensiferus</i>	x	x	x	x	x	x	x	5.8-8.5	x
<i>Centropomus parallelus</i>	6.8-13	x	x	x	10.2	12.4-12.6	4.0-17.0	5.6	12.7-36
<i>Cetengraulis edentulus</i>	x	x	x	x	x	3.6-6.6	x	x	x
<i>Citharichthys spilopteus</i>	x	5.9	x	1.9-5.3	11.5	3.1-12.4	1.4-14.6	2.6-3.7	4.6
<i>Cynoscion nothus</i>	x	x	x	6.1-6.3	x	x	x	x	x
<i>Diapterus auratus</i>	x	x	x	x	x	x	x	2.9-5.4	x
<i>Diapterus rhombeus</i>	x	7.3-15.7	2.7-5.7	2.2-12.5	4.5	1.6-6	2.8-5.8	2.8-5.3	x
<i>Elops aurus</i>	x	x	x	22-25.5	x	x	x	x	x
<i>Eleotris amblyopsis</i>	x	x	x	x	x	x	3.6-8.7	x	x
<i>Erotelis smaragdatus</i>	x	x	x	5.8	x	4.2-8.3	2.8-8.9	3.2-7.5	x
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	x	1.4-10.5	1.3-4.8	1.2-4.9	1.7-6.6	3.6-6.4	3.4-5.6	4.5	1-5.5
<i>Evorthodus lyricus</i>	x	11.5-14.2	12.2	4.3-7.7	2.7	1.7-2.4	8.9	3.1	x
<i>Gerres cinereus</i>	x	x	x	x	x	x	5.8	x	x
<i>Gobiomorus dormitor</i>	x	x	x	x	x	x	6.5-8	5.7	x
<i>Gobionellus oceanicus</i>	x	x	x	x	x	3-11.3	2.8-13.5	3.5-12.2	x
<i>Herengula jaguana</i>	x	3.8	5.8-6.8	3.9-4.5	x	x	2.3-2.7	2.2-3.1	3.5-4.3
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i>	x	x	x	x	x	12.4	x	x	x
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	x	x	x	4.2-4.7	x	x	4.1-6.1	4.2-6.7	x
<i>Lutjanus griseus</i>	5.3-12.2	4.6-12	3.8-7.3	3.6-10.6	7.1-13	6.1-13.5	7.1	5.6	11
<i>Lutjanus synagris</i>	x	4.8-5.1	x	8-11.3	x	x	x	x	x
<i>Menidia peninsulae</i>	x	x	x	x	x	4.3-6.1	x	x	x
<i>Mugil cephalus</i>	8.5-17.8	3.9-9.5	8.8	4.4	1.8-16.8	3.2-5.9	x	x	2.2-8
<i>Mugil curema</i>	x	x	x	x	12	3.3-12.7	2.6-5.6	4.7-9.8	6-10.5
<i>Myrophis punctatus</i>	x	x	x	6.5-8.9	x	x	x	x	x
<i>Oligoplites saurus</i>	x	x	x	8.4	x	9.9	x	x	x
<i>Poecilia mexicana</i>	0.5-5.9	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Polydactilus octonemus</i>	x	x	4.1	13.5-15	x	x	3-6.2	3.2-5.4	x
<i>Pomadasys croco</i>	x	x	x	x	x	7.4-7.9	1.4-2.7	x	x
<i>Selena vámer</i>	x	x	x	4-4.6	x	x	x	x	x
<i>Sphyræna barracuda</i>	x	7.6-9.4	13-18	17.1-26	23.7	x	x	x	x
<i>Strongylura notata notata</i>	x	x	x	20.4-26.8	x	x	x	x	x
<i>Symphurus plagiosa</i>	x	x	x	x	x	x	6.6	x	x
<i>Synodus foetens</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	10.4