



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

COMPLEJIDAD ICTIOFAUNÍSTICA DEL SISTEMA
LAGUNAR COSTERO GRANDE, VERACRUZ, MÉXICO
(2015-2016)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:
PATRICIA SILVA MONTOYA



DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. ERNESTO MENDOZA VALLEJO

Ciudad de México, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS

En los momentos más difíciles en los cuales creí no superar los obstáculos que la mi vida me presentaba, tuve la fortuna de contar con padres que sin importar las circunstancias estuvieron presentes para guiarme y otorgarme todo su amor; las ocasiones en las que hizo falta ser objetiva y consiente no faltaron mis hermanos mayores para ayudarme a crecer como persona. Por ello agradezco a mi familia por brindarme su apoyo y comprensión durante todo el camino que me llevo a la culminación de este sueño.

En la vida me topé con una persona que me hizo ver el mundo de una manera totalmente distinta, con el que estaré siempre agradecida por estar a mi lado cuando más lo necesité. Al lograr este objetivo veo la oportunidad de nuevas metas y agradezco a Alfredo por ser esa persona con la cual comienzo a escribir esta nueva historia.

Finalmente agradezco al que fue mi mentor en el desarrollo de esta tesis, por brindarme su confianza y apoyo. Su presencia en los últimos años de mi carrera profesional hizo que reafirmara mi elección y amara aún más la biología. Pero sobre todo le agradezco, por brindarme su valiosa amistad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO.....	3
Ictiofauna	3
Lagunas costeras.....	4
Importancia del sedimento en ecosistemas acuáticos	5
Índices de dominancia y equidad	5
Análisis multivariado.....	7
Análisis de conglomerados o Cluster	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
HIPÓTESIS	9
OBJETIVOS	10
ÁREA DE ESTUDIO.....	10
MÉTODO	11
RESULTADOS.....	14
Índice de Pielou	17
Análisis espacial y temporal de dominancia de especies.....	18
Análisis espacial de diversidad	19
Comparación de los tres subsistemas	20
Comparación de estaciones en Laguna Grande.....	20
Comparación de estaciones en Laguna Chica.....	21
Análisis temporal de diversidad	22
Comparación de los tres subsistemas a través de los meses	22
Comparación de la Barra a través de los meses	23
Comparación de Laguna Grande a través de los meses.....	24
Comparación de Laguna Chica a través de los meses	24
Variación temporal de la presencia de especies	25
Parámetros ambientales	26
Temperatura ambiental	27
Temperatura del agua	27

Oxígeno disuelto.....	28
Potencial de hidrógeno.....	29
Salinidad	30
Profundidad.....	31
Visibilidad.....	32
Clase textural.....	33
Variación temporal de parámetros ambientales en los subsistemas.....	34
Análisis de abundancia de especies y parámetros ambientales.....	35
Análisis exploratorio de las especies más abundantes.....	36
<i>Lycengraulis limnichthys</i> Schultz, 1949	36
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836.....	40
<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758.....	42
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770).....	44
<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842.....	47
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	49
Análisis exploratorio de especies presentes una vez	50
<i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	51
<i>Myrophis punctatus</i> Lütken, 1852.....	51
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	52
<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	52
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	53
<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824).....	53
<i>Ophichthus gomesii</i> (Castelnau, 1855).....	53
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829).....	53
Análisis exploratorio de especies de importancia comercial	54
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	54
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	57
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	59
<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	61
<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852).....	62
Especies presentes todo el año	64

DISCUSIÓN	65
CONCLUSIÓN	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS	78

INTRODUCCIÓN

En términos de diversidad y niveles tróficos, las características de los sistemas costeros se traducen en la colonización de numerosas especies ícticas (fundamentalmente de origen marino), cuyo ciclo de vida está adaptado al mesoclima regional y a los microclimas particulares de cada cuenca. La variabilidad hace que estos sistemas sean únicos, con un ensamblado particular de especies ícticas. Expresado de otra manera, representa a un subconjunto de la comunidad regional de peces.

Particularmente los sistemas lagunar costeros están asociados a manglares en la zona tropical y a pantanos de macrofitas (*Spartina* spp.) en regiones templadas (Flores, Agraz y Benítez, 2007). Como lo detalla Arreola et al. (2008), la característica más importante de lagunas costeras tropicales es su considerable tasa de productividad primaria, vías fotosíntesis y quimiosíntesis que, complementada con la dinámica hidrológica que participa en el transporte de materiales parentales al sistema lagunar, favorece el establecimiento de diversas especies, al adaptar parte de su ciclo de vida al sistema salobre y utilizarlo como hábitats de crianza, alimentación o refugio de diversas especies de invertebrados, peces y aves. La elevada producción biomásica es otra de las características de gran importancia en este tipo de ambientes. Se sabe que producen en promedio 100 kilogramos de peces por hectárea al año y representan el doble de producción, por unidad de área, de la que se tiene en zonas litorales y en lagos continentales (Contreras y Castañeda, 2004), por lo que son consideradas de gran importancia para la actividad pesquera al albergar aproximadamente el 70% de las especies de importancia comercial a nivel nacional (Flores et al., 2007).

En particular para la comunidad de peces del sistema lagunar se considera indispensable el reconocimiento de su estructura, funcionamiento e interrelaciones entre los componentes abióticos y bióticos, no solo visto para la conservación y regulación del uso de los servicios ambientales que brinda sino también como fuentes para la acuicultura y sustento económico de numerosas familias.

Las lagunas costeras son el resultado de procesos geomorfológicos desarrollados en la línea de costa y se caracterizan por ser depresiones con influencia hidrológica continental y marina, ya sea de forma permanente o efímera, su dinamismo las hace zonas con características particulares únicas.

El litoral mexicano cuenta con 11 592.76 km² (Álvarez y Gaitán, 1994), en ellos existen 137 lagunas costeras, de las cuales 92 pertenecen al litoral del Pacífico y 45 al Golfo de México y el Caribe. (INECC, 2000). Particularmente el estado de Veracruz es considerado con alto potencial hidrológico y se encuentran al menos 34 lagunas costeras (Contreras, 2005). Se estima que hacia sus costas escurre aproximadamente el 30% (121 000 hm³) del total nacional (Pérez et al., 2011). Teniendo en cuenta su importancia en el aspecto ambiental y socioeconómico, el objetivo central de este trabajo es proporcionar información de diversidad de la comunidad de peces del complejo lagunar costero Grande, ubicado en el municipio Vega de Alatorre, Veracruz, acompañado de análisis multivariado para comparar patrones de presencia-absencia en relación a factores abióticos (temperatura, salinidad, pH, calidad textural de sedimento, etc.).

MARCO TEÓRICO

Ictiofauna

Los peces son organismos con gran capacidad adaptativa lo cual les ha permitido habitar ambientes tanto marinos como dulceacuícolas, debido a que poseen una amplia y compleja diversidad morfológica, fisiológica y conductual (Burnes, 2009), dentro de los vertebrados son el grupo de mayor diversidad, con un número de especies que supera las 32,000 (Eschmeyer y Fong, 2015 citados por Nelson, Grande y Wilson, 2016). Se pueden encontrar en ecosistemas con parámetros de temperatura, oxígeno o salinidad muy diversos, estas condiciones las encontramos en peces habitantes de lagunas costeras, ya que la influencia de aguas continentales y marinas induce variaciones físicas y químicas, dando como resultado, adaptaciones fisiológicas, las cuales refieren a un ajuste funcional, favoreciendo así la actividad biológica normal en un ambiente alterado o estresado; un ejemplo de esta adaptación es la ambientación o aclimatización cuando se trata de un cambio fisiológico, bioquímico o anatómico de un organismo expuesto a una nueva condición ambiental, la cual es causada por una alteración en su entorno natural (Pascual, 2011).

En términos de salinidad, los peces que logran vivir en este tipo de lagunas son conocidos como eurihalinos ya que son capaces de tolerar variaciones en la salinidad del agua, estos llegan a ser residentes permanentes de la laguna o bien suelen ser marinos o dulceacuícolas y entran a la laguna solo para permanecer en algún estado de su ciclo de vida.

El grupo taxonómico de peces posee un papel de gran importancia para la permanencia de estos ecosistemas ya que como lo menciona Yáñez y Nugent (1977), son los principales consumidores, ya sea primarios, de segundo o tercer orden, controlando así el flujo de energía en el sistema y formando parte de la reserva energética del mismo.

Lagunas costeras

Los sistemas lagunares poseen ciclos biogeoquímicos complejos debido a los cambios ambientales y locales que presentan, además de un gran número de servicios ambientales, cumpliendo un papel socio-económico importante, siendo áreas de refugio, alimentación y reproducción de por lo menos 50% de las especies de las pesquerías litorales (Toledo, 2005). Entre sus principales funciones ecológicas se encuentran la protección del litoral, mantenimiento de la calidad del agua, alta productividad primaria y poseer hábitats importantes para un gran número de especies que los habitan de manera permanente, cíclica, estacional u ocasional, en diferentes etapas de su ciclo de vida (Vega y Hernández, 2011). Las altas tasas de productividad características de estos sistemas, se deben a la contribución de varios tipos de productores primarios (fitoplancton y detritus), la energía de mareas y circulación, la abundancia de nutrientes, y la conservación, retención y eficiencia del reciclaje de nutrientes entre hábitats bentónico, pelágico y humedales (Arreola, 2003).

Desde el punto de vista geomorfológico, Lankford (1977) define a las lagunas costeras como “depressiones en la costa por debajo del promedio máximo de las mareas más altas, siempre protegidas de las fuerzas del mar por algún tipo de barrera que puede ser de tipo físico, principalmente de arena, y con comunicación con el mar de manera permanente o efímera; o barrera tipo hidrodinámica por la presencia de agua dulce y agua de mar”.

Otra característica de las lagunas costeras es su elevada tasa de nutrimentos, debida a la aportación de material vegetal y animal, así como a la descarga de ríos por parte de la influencia continental, que arrastran gran cantidad de material, sin embargo dicho aporte conlleva también un riesgo ya que por medio de estos afluentes el sistema está expuesto a contaminantes de origen antrópico. Arreola (2003) cita que las actividades humanas sobre estos ecosistemas pueden manifestarse adversamente como un sobre-enriquecimiento por nutrientes, contaminación por metales pesados, contaminación por patógenos, pérdida de hábitats y agotamiento de recursos pesqueros, creando necesidades específicas de restauración y manejo para preservar sus funciones ecológicas y económicas.

Importancia del sedimento en ecosistemas acuáticos

Los sedimentos son una mezcla de materiales en términos de características físicas, químicas y biológicas. Peluso (2011) menciona cuatro componentes principales del sedimento los cuales son el agua intersticial, la cual llena los espacios entre las partículas sólidas, esta puede ser mayor al 50% en sedimentos superficiales; el componente inorgánico constituido por los fragmentos de rocas y minerales producto de la erosión de los materiales terrestres; una pequeña fracción en la totalidad de la composición la conforman mezclas de proteínas, carbohidratos, lípidos y sustancias húmicas, es decir la materia orgánica y finalmente el componente de materiales derivados antrópicos.

El sedimento constituye una parte fundamental en las tramas tróficas de los sistemas acuáticos al ser hábitat de organismos bentónicos, mayormente de pequeños invertebrados, que son intermediarios entre los productores primarios y detritos y los consumidores superiores.

Índices de dominancia y equidad

La expresión matemática de la biodiversidad resulta ser una herramienta útil para describir a las comunidades, sin embargo no resulta ser completa para la correcta interpretación biológica de las mismas, para un completo análisis ecológico es necesario tener claros los límites de espacio y tiempo (Halfiter y Moreno, 2005). Por ello es indispensable conocer el alcance informativo de los métodos utilizados en el estudio de la diversidad.

El índice de Shannon-Wiener (Shannon 1948; Wiener 1948), es el más utilizado en trabajos de ecología (Jiménez y Elorduy, 1999). Éste mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar y refleja la heterogeneidad de una comunidad basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (número de individuos de cada especie en relación al total de individuos que conforman la comunidad). De acuerdo con Jost y González (2012) la ecuación original utiliza logaritmo en base 2 y las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.) Según el

concepto es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i (\log_2 p_i))$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener, contenido de información por individuo en muestras al azar provenientes de una comunidad de la que se conoce el número total de especies

p_i = Abundancia proporcional de la i ésima especies

El índice de equidad de Pielou hace posible visualizar la equidad de una comunidad midiendo la proporción de la diversidad de Shannon-Wiener con relación al valor de máxima diversidad (Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

$H'_{max} = \ln(S)$

El resultado del índice de Pielou tiene un intervalo de 0 a 1, en el cual mientras más alto es el valor más equitativa es la comunidad, de manera que 1 corresponde a comunidades en donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

El índice de Simpson (1949), o índice de dominancia, es otro de los más comunes entre los investigadores, éste mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición.

$$\lambda = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Debido a que su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1-\lambda$ (Moreno, 2001).

$$Dsi = 1 - \lambda$$

Otro índice de dominancia es el propuesto por Hill (1973), el cual en una serie de números, mide el denominado número efectivo de especies presentes en una muestra, siendo una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies; los números de Hill poseen la ventaja de satisfacer los criterios de sencillez al depender de una única variable, coherencia debido a que sus unidades son en número de especies, interpretación en escala aritmética y valor heurístico (Segnini, 1995).

Numero 0: $N_0=S$

Numero 1: $N_1=e^{H'}=2^{H'}=10^{H'}$

Numero 2: $N_2= 1/\lambda$

Análisis multivariado

La estadística se ha utilizado para coleccionar, organizar, resumir, analizar e interpretar datos con el propósito de obtener inferencias objetivas y reales a partir de un grupo de datos; Pulido (2007) describe al análisis multivariado, como uno de los métodos de estadística empleado para el análisis de comunidades, siendo una herramienta para hacer inferencia de datos cuantitativos o cualitativos. Utilizando instrumentos como los índices de diversidad.

Análisis de conglomerados o Cluster

Este método de estadística multivariada es utilizado para la formación de grupos de UBC's (Unidad Básica de Caracterización) con características similares a partir de las similitudes o disimilitudes presentes entre pares de estas UBC's. Núñez y Escobedo (2011), describen dos métodos interrelacionados e igualmente importantes en este tipo de análisis:

El primero es el cálculo de los índices de similitud o de disimilitud entre pares de UBC's, estos índices deben ser aplicados de acuerdo a la naturaleza de los datos y al objetivo de la caracterización; el segundo es la aplicación del método de aglomeración que permite a partir de los índices de similitud o disimilitud generar las gráficas de árbol o dendrogramas que son

representaciones gráficas donde el investigador puede tener de una manera resumida el parecido que presentan los grupos de UBC's.

Para cuantificar la similitud entre las UBC's son aplicados los coeficientes de similitud. Existen numerosos coeficientes de similitud, algunos pueden clasificarse en coeficientes de distancia, correlación y de asociación (Crisci y López, 1983). La elección del coeficiente de similitud estará determinada por la naturaleza de los datos que se deseen analizar.

Análisis de correspondencia canónica

El Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) es una técnica utilizada para casos en los que se tienen múltiples variables dependientes, las cuales suelen ser numéricas. Ésta técnica permite la valoración de datos numéricos como de no numéricos ya sea para variables dependientes o independientes (Badii et al., 2007).

Moreno y Trillo (2001) mencionan que este análisis tiene como fin “estudiar un fenómeno aleatorio de la realidad, con un primer bloque de aspectos, que son aquellos sobre los que se desea explicar su comportamiento y un segundo bloque de características, que se consideran explicativas de las variables de la matriz Y”.

De acuerdo con Cuadras (2014) el ACC consiste en relacionar dos conjuntos de variables a partir de las matrices de covarianzas y correlaciones de muestras de tamaño n . Teniendo dos vectores aleatorios, $X = (X_1, \dots, X_p)$ e $Y = (Y_1, \dots, Y_q)$, se procede a la obtención de dos variables compuestas

$$U = Xa = a_1X_1 + \dots + a_pX_p \quad V = Yb = b_1Y_1 + \dots + b_qY_q$$

Donde:

$$a = (a_1, \dots, a_p)'; \quad b = (b_1, \dots, b_q)'$$

A partir de las variables compuestas se obtiene la máxima correlación $\text{cor}(U; V)$ entre ambas, teniendo como resultado correlaciones canónicas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las lagunas costeras son reservorios de una gran riqueza de especies, y particularmente albergan comunidades o ensamblados conformados por peces vicarios que deben ser estudiados localmente para un mayor conocimiento biológico. Si bien existen estudios ecológicos, siendo aún pocos, acerca de las comunidades de lagunas costeras, estos se han realizado en sistemas con superficies relativamente grandes, relegando así lagunas menos sobresalientes en términos de dimensiones. Teniendo en cuenta que el complejo lagunar costero Grande no cuenta con antecedentes de trabajos de esta índole, es indispensable reconocer su estructura, funcionamiento e interrelaciones entre su componente abiótico y biótico no solo visto para la conservación de ecosistemas ricos en biodiversidad sino también como sustento económico local y regional. El conocimiento de la complejidad estructural de este tipo de comunidades ícticas, por medio de listados taxonómicos y análisis ecológicos favorece los futuros planes para el aprovechamiento de los servicios ambientales que proveen estos ecosistemas lagunar estuarinos.

HIPÓTESIS

El sistema lagunar Grande se encuentra dividido en tres subsistemas, laguna Grande, laguna Chica y la Barra, cada uno con características físicas, químicas e hidrológicas propias, por lo que la composición estructural de la comunidad de peces en el sistema lagunar se encuentra dividida en ensamblados ícticos particulares a cada subsistema. Se espera hallar diferencias significativas entre estos tres sitios y catalogar al sistema costero como un complejo con tres subsistemas con características particulares.

OBJETIVOS

General

Analizar la relación de subsistemas del complejo lagunar Grande: laguna Grande, Laguna Chica y La Barra.

Particulares

Elaborar listado taxonómico de especies ícticas.

Determinar la variación temporal de la composición íctica de los subsistemas.

Establecer patrones de presencia de las especies en función de su abundancia y su relación con parámetros ambientales.

Determinar cuantitativamente las características particulares físicas y químicas del sistema lagunar.

ÁREA DE ESTUDIO

El complejo lagunar Grande se localiza entre los límites municipales de Nautla y Vega de Alatorre, del estado de Veracruz, en la parte occidental del Golfo de México ($20^{\circ}02'$ y $20^{\circ}06'$ N- $96^{\circ}38'$ y $96^{\circ}41'$ W) (Aguirre, Pérez y Díaz, 2013). Está conformado por tres cuerpos: Laguna Chica (LC) y Laguna Grande (LG), con una superficie total de 22.5 km², y La Barra con una longitud de 300 m de anchura (variando según la época del año) y 3.5 km de largo. Laguna Chica se encuentra al norte con una longitud de 3 km y ancho de 0.8 km, mientras que Laguna Grande al sur, cuenta con 4.7 km de longitud y 1.5 km de ancho, La Barra se localiza al sureste de ambas lagunas y conecta la zona nerítica con LG (Figura 1). El sistema es somero con una profundidad media de 0.9 m y amplitud de marea de 0.4 a 0.6 m. Las aportaciones de aguas continentales se dan por ríos de poco caudal, en LG por “El Diamante”, “El Carey” y “El Salado”, y en LC por “El Huanal”. Anteriormente el complejo mantenía una importante aportación de parte del río Colipa, desembocando este en La Barra, sin embargo desde el año 1992 el huracán “Gertz” modificó las características físicas del complejo, con lo cual el río Colipa desemboca directamente

al Golfo de México, perdiendo así la aportación de agua epicontinental más importante del complejo (com. per.). En la actualidad la abertura de La Barra se lleva a cabo de manera artificial y se realiza según la conveniencia de las cooperativas pesqueras en función de la temporada reproductiva del camarón (*Penaeus* sp) y la falta de salinidad para la sobrevivencia del ostión (*Crassostrea* sp.).

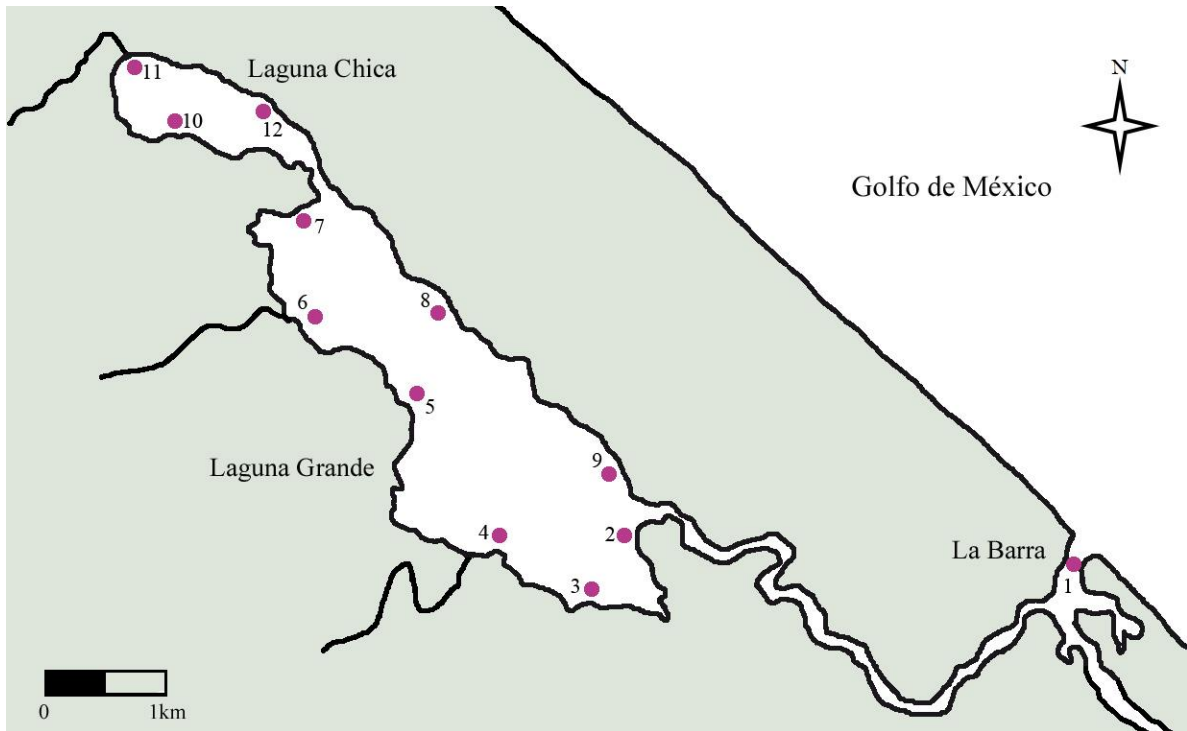


Figura 1. Estaciones de colecta en el sistema lagunar costero Grande. 1: La Barra, 2: La Puerta, 3: El Salado, 4: El Carey, 5: Punta Brava, 6: El Diamante, 7: Fondo de LG, 8: Frente a Punta Brava, 9: Frente a la Puerta, 10: El Huanal, 11: Fondo LC, 12: Puerto Arturo.

MÉTODO

Las colectas se realizaron mensualmente de junio 2015 a mayo 2016, cubriendo las temporadas climáticas (secas, lluvias y nortes). Las unidades de muestreo están representadas por 13 estaciones establecidas a lo largo del complejo lagunar (Figura 1) considerando los tipos de suelo como áreas de conchal, arenosas, fangosas, de vegetación (manglar y vegetación sumergida), esteros (El Diamante, El Carey y el Huanal), y zona de descarga urbana (El Salado). Se registraron

variables ambientales de salinidad (‰), temperatura ambiente (°C), temperatura del agua (°C), oxígeno disuelto (ppm), pH, visibilidad y profundidad (cm); además, en cada estación de recolecta se tomaron muestras de sedimento.

El arte de pesca consistió en el arrastre de una red exploratoria de 28 m de longitud y 3 m de ancho, con un copo de 1.5 m de diámetro, un centímetro de abertura de malla. La distancia a cubrir fue de 30 m. Los organismos se mantuvieron en hielo para evitar su descomposición, posteriormente se cuantificó la abundancia de cada una de las especies y, con la ayuda de un escalímetro y una balanza granataria se determinó la longitud patrón (Lp) y el peso total individual (Pt), respectivamente. Se tomaron fotografías in situ del ejemplar en fresco para conservar características, que se pierden durante el proceso de fijación, indispensables para determinación del ejemplar. La fijación de organismos se realizó inyectando a éstos con formalina al 15%, neutralizada con borato de sodio, en la parte abdominal, lateral y dorsal (Modificado de Espinosa, 2003), posteriormente se sumergieron en la misma solución para su transporte al laboratorio. Transcurrida una semana, se sustituyó la formalina por solución de alcohol etílico al 40% para su preservación. Los ejemplares fueron registrados y almacenados en la colección ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

La determinación taxonómica se apoyó en claves taxonómicas (FAO, 2002 y Castro, Espinosa y Schmitter, 1999) y páginas virtuales de bases de datos (FishBase, 2016 y Eschmeyer, 2009).

Se realizó cuantificación de textura por medio de la determinación de la distribución del tamaño de partículas (ATP) con el método del densímetro (Bouyoucos) de acuerdo a lo descrito por Sandoval et al. (2011).

Las muestras se manejaron en tres conjuntos: sitio 1 (La Barra), sitio 2 (Laguna Grande) y sitio 3 (Laguna Chica). Se construyó una matriz de datos para la presencia-ausencia de las especies encontradas en el sistema lagunar, además de su abundancia, que sirvieron como base para los análisis posteriores. Los índices utilizados para cada mes y estación de recolecta son Shannon y Simpson, además de los números de Hill.

La prueba estadística Shapiro-Wilks se empleó para determinar normalidad en los conjuntos. Posteriormente se determinó la semejanza o diferencia entre éstos con las pruebas ANOVA,

Kruskal-Wallis y Tukey, utilizando valores de diversidad y parámetros ambientales. Además se realizó análisis Cluster a partir de la presencia de especies a través de los meses, así como de correspondencia canónica, considerando valores de abundancia de las especies presentes y los parámetros ambientales del sistema lagunar (temperatura ambiente y del agua, oxígeno disuelto, salinidad, pH, profundidad, transparencia y tipo textural del sedimento). Finalmente se utilizó análisis exploratorio de la presencia de especies consideradas abundantes, raras y de interés comercial, así como de las tallas en las que se presentaron a lo largo de los meses.

Los paquetes estadísticos utilizados fueron SPSS v. 22.0; NTSys v. 2.1; MVSP v. 3.2.

RESULTADOS

A lo largo del ciclo anual se obtuvo un total de 8671 organismos que de acuerdo al criterio sistemático de Nelson et al., (2016) se constituyen en 47 especies, 33 géneros, 22 familias y 16 órdenes (Tabla 1). Del total de estas especies, 35 fueron registradas en Laguna Grande y, 31 corresponden a La Barra. Algunas especies como *Ophichthus gomesi* y *Citharichthys macrops*, documentadas como marinas exclusivamente (Robins y Ray, 1986), fueron recolectadas en el mes de octubre y febrero, en la Barra, adjudicando su presencia a la abertura de Barra presente en el mes de octubre. En Laguna Chica 22 especies se registraron a lo largo de las recolectas, predominando las bentónicas y bentopelágicas como *Gobionellus oceanicus*, *Cathorops aguadulce* y *Eugerres plumieri*. La especie *Lycengraulis limnichthys* fue la más abundante y estuvo presente en los tres subsistemas con un promedio de abundancia de 1798 organismos. Otras especies presentes en los tres subsistemas son: *Mugil cephalus*, *Gobionellus oceanicus*, *Diapterus rhombeus*, *Centropomus undecimalis*, *Centropomus parallelus*, *Poecilia mexicana*, *Achirus lineatus*, *Citharichthys spilopterus*, *Cathorops aguadulce*, *Atherinella marvelae*, *Micropogonias undulatus*, *Brevoortia gunteri* y *Bairdiella ronchus*.

Existieron especies exclusivas de un subsistema, para el caso de La Barra se encontraron: *Polydactylus octonemus*, *Eucinostomus gula* y *Eucinostomus argenteus*, *Caranx latus*, *Cetengraulis edentulus*, *Ophichthus gomesii*, *Mugil hospes* y *Citharichthys macrops* que se recolectaron posterior a la abertura de barra en el mes de octubre y *Myrophis punctatus* reportada hasta el mes de mayo.

Para Laguna Grande fueron exclusivas las siguientes especies: *Brevoortia patronus*, *Cichlasoma urophthalmus*, *Dormitator maculatus*, *Erotelis smaragdus*, *Gerres cinereus*, *Gobiomorus maculatus*, *Lutjanus griseus*, *Micropogonias furnieri* y *Syngnathus scovelli*. Mientras que *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis niloticus* se recolectaron en Laguna Chica.

Tabla 1. Listado taxonómico de acuerdo con los criterios de Nelson et al. (2016).

Orden	Familia	Especies
Anguilliformes	Ophichthidae	<i>Myrophis punctatus</i> Lütken, 1852 <i>Ophichthus gomesii</i> (Castelnau, 1855)
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Lycengraulis limnichthys</i> Schultz, 1949 <i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)
	Clupeidae	<i>Brevoortia gunteri</i> Hildebrand, 1948 <i>Brevoortia patronus</i> Goode, 1878
Siluriformes	Ariidae	<i>Ariopsis felis</i> (Linnaeus, 1766) <i>Cathorops aguadulce</i> (Meek, 1904)
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides gilberti</i> Meek & Hildebrand, 1928
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792) <i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837) <i>Gobiomorus dormitor</i> Lacepède, 1800 <i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859)
	Gobiidae	<i>Gobioides broussonnetii</i> Lacepède, 1800 <i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758 <i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836 <i>Mugil hospes</i> Jordan & Culver, 1895
Cichliformes	Cichlidae	<i>Mayaheros urophthalmus</i> (Günther, 1862) <i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852) <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella marvelae</i> (Chernoff & Miller, 1982)
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792) <i>Strongylura notata notata</i> (Poey, 1860)
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863
Carangiformes	Carangidae	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831
	Paralichthyidae	<i>Citharichthys macrops</i> Dresel, 1885 <i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)
	Syngnathidae	<i>Syngnathus scovelli</i> (Evermann & Kendall, 1896)
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860 <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)
	Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842 <i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829) <i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855 <i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)

		<i>Eucinostomus harengulus</i> Goode & Bean, 1879 <i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863) <i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830) <i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)
	Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)
	Polynemidae	<i>Polydactylus octonemus</i> (Girard, 1858)
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1802) <i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830) <i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823) <i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus, 1766)
Spariformes	Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)

Las cooperativas pesqueras dependientes de la laguna consideran a los tres subsistemas como cuerpos de agua que otorgan distintos recursos pesqueros. Laguna Chica es aprovechada para la pesca de ostión y de camarón, el cual parece preferir este subsistema por su sedimento mayormente limo-arcilloso con alto contenido de nutrientes; en La Barra se obtiene también camarón, aunque en cantidades menores, así como el cangrejo de mano grande. En el caso de Laguna Grande, además de camarón y ostión, el recurso que más se extrae es el de escama. Los resultados de la recolecta coinciden con la preferencia de las cooperativas ya que Laguna Grande cubre alrededor del 50% de la abundancia total del estudio (Figura 2), lo cual indica que la comunidad íctica se encuentra más establecida que en los otros subsistemas.

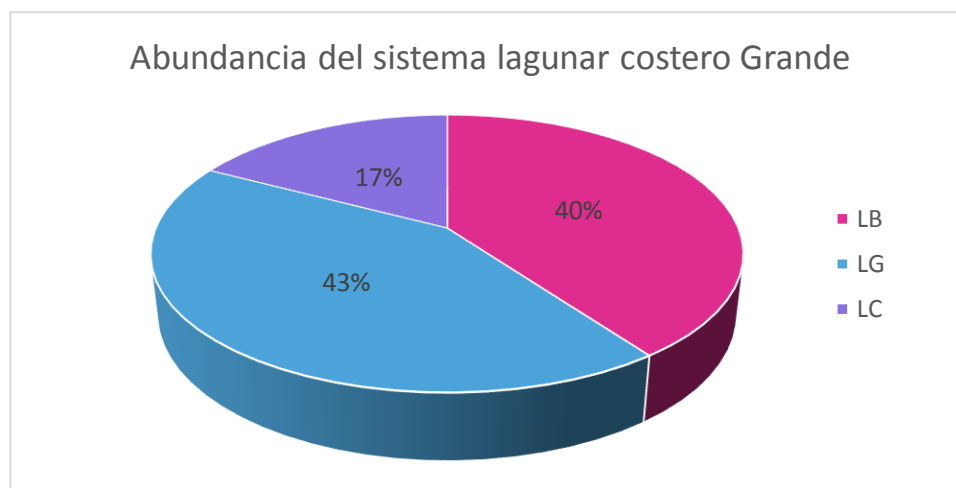


Figura 2. Abundancia en porcentaje de cada subsistema, registrada en todo el periodo de muestreo. LB: La Barra, LG: Laguna Grande, LC: Laguna Chica.

Índice de Pielou

El índice de Equidad de Pielou (Figura 3) muestra gran similitud en los tres subsistemas, en la temporada de secas, aumentando conforme ésta transcurre. Una vez terminada la temporada, La Barra se distingue de los demás subsistemas manteniendo una tendencia a la baja durante los siguientes meses del año. Por el contrario Laguna Grande y Laguna Chica presentaron un comportamiento de equidad similar, teniendo su valor más bajo de equidad en el mes septiembre, subiendo abruptamente con el pico más alto en el último mes de lluvias y finalmente regresar a valores bajos de equidad para finales de la temporada de nortes, en el mes de febrero.

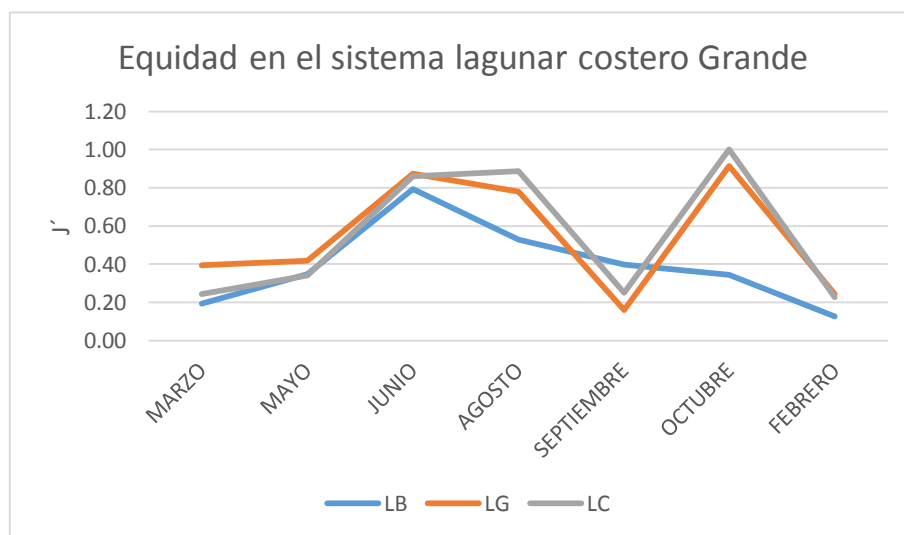


Figura 3. Comportamiento de valores del índice de equidad de Pielou, obtenidos en cada subsistema. LB: La Barra, LG: Laguna Grande, LC: Laguna Chica.

Los valores de equidad estuvieron sujetos principalmente a la presencia de las especies *Lycengraulis limnichthys*, *Mugil curema* y *Mugil cephalus*. El subsistema La Barra presentó una equidad elevada en el mes de junio con 7 especies, todas ellas con abundancias similares por debajo de 11 organismos; en los meses de marzo y febrero la especie dominante, *L. limnichthys*, ocasionó los valores más bajos de equidad de todo el año, mientras que en octubre *M. curema* y *M. cephalus* dominaron con organismos juveniles. En Laguna Grande los valores bajos de equidad en los meses de marzo, mayo y septiembre, fueron dados por la presencia de *L. limnichthys*; mientras que en los meses de junio, agosto y octubre, la ausencia de *L. limnichthys* permitió una

elevada equidad entre las especies. Laguna Chica mostró un comportamiento similar a Laguna Grande y sus dominancias estuvieron marcadas igualmente por la presencia o ausencia de *L. limnichthys*.

Análisis espacial y temporal de dominancia de especies

De acuerdo con la serie de Hill (Tabla 2), el mes de marzo, correspondiente a la temporada de secas, en comparación con el resto de los meses, presentó una mayor dominancia ya que en Laguna Grande dominaron dos especies, mientras que en La Barra y Laguna Chica dominó una única especie; cabe destacar que la especie *L. limnichthys* se presentó como la más abundante en los tres subsistemas. La Barra presentó en el mes de mayo una menor dominancia con 3 especies; Laguna Grande y Laguna Chica en el mes de junio presentaron dominancia de 4 y 3 especies, respectivamente. Para la temporada de lluvias el mes con mayor dominancia fue septiembre con 2 especies de mayor abundancia en La Barra y una sola especie dominante en Laguna Grande y Laguna Chica, como lo fue en el mes de mayor dominancia en la temporada de secas, *L. limnichthys* fue la especie con mayor abundancia. En la temporada de lluvias el mes de febrero presentó una gran dominancia con una N_2 de una sola especie, *L. limnichthys*.

Tabla 2. Valores correspondientes a la serie de Hill (N_2), con las especies dominantes correspondientes a cada subsistema, a lo largo de las temporadas.

SECAS	MARZO	MAYO	JUNIO
LB	1 <i>Lycengraulis limnichthys</i>	3 <i>Poecilia mexicana</i> <i>Bairdiella chrysoura</i> <i>Cathorops aguadulce</i>	2 <i>Eucinostomus melanopterus</i> <i>Centropomus undecimalis</i>
LG	2 <i>Lycengraulis limnichthys</i> <i>Gobionellus oceanicus</i>	2 <i>Lycengraulis limnichthys</i> <i>Gobionellus oceanicus</i>	4 <i>Eugerres plumieri</i> <i>Diapterus auratus</i> <i>Lutjanus griseus</i> <i>Cathorops aguadulcensis</i>
LC	1 <i>Lycengraulis limnichthys</i>	2 <i>Lycengraulis limnichthys</i> <i>Gobionellus oceanicus</i>	3 <i>Mugil cephalus</i> <i>Cathorops aguadulcensis</i> <i>Centropomus parallelus</i>

LLUVIAS	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
LB	2 <i>Eucinostomus melanopterus</i> <i>Centropomus undecimales</i>	2 <i>Lycengraulis limnichthys</i> <i>Diapterus rhombeus</i>	2 <i>Mugil curema</i> <i>Mugil cephalus</i>
LG	4 <i>Mugil curema</i> <i>Centropomus undecimales</i> <i>Lutjanus griseus</i> <i>Bairdiella chysoura</i>	1 <i>Lycengraulis limnichthys</i>	8 <i>Diapterus rhombeus</i> <i>Diapterus auratus</i> <i>Eugerres plumieri</i> <i>Gobioides broussonnetii</i> <i>Lutjanus griseus</i> <i>Archosargus probatocephalus</i> <i>Centropomus undecimalis</i> <i>Mugil curema</i>
LC	5 <i>Eugerres plumieri</i> <i>Brevoortia gunteri</i> <i>Cathorops aguadulcensis</i> <i>Gobioides broussonnetii</i> <i>Centropomus parallelus</i>	1 <i>Lycengraulis limnichthys</i>	2 <i>Diapterus rhombeus</i> <i>Oreochromis mossambicus</i>
NORTES FEBRERO			
LB	1 <i>Lycengraulis limnichthys</i>		
LG	1 <i>Lycengraulis limnichthys</i>		
LC	1 <i>Lycengraulis limnichthys</i>		

Análisis espacial de diversidad

Al analizar espacialmente la diversidad en el sistema, se observa un comportamiento similar, manteniendo valores bajos en comparación con la diversidad máxima de la laguna. El análisis de estaciones se realizó en los subsistemas Laguna Grande y Laguna Chica.

Los valores bajos de diversidad son inducidos en la mayoría de los casos por la especie *L. limnichthys*, debido a su abundancia elevada en todo el sistema. Esta especie juega un papel ecológico como forrajera dentro de la trama trófica y en función de su abundancia es considerada como la principal de primer orden en el sistema.

Comparación de los tres subsistemas

Los valores de diversidad presentan un comportamiento normal en los tres subsistemas ($p > 0.05$). Además la prueba ANOVA descarta diferencias significativas ($p [0.194] \geq 0.05$), lo que indica que en términos de diversidad los tres subsistemas son semejantes.

Los valores se distribuyen de manera homogénea en los tres subsistemas (Figura 4), con solo dos puntos extraordinarios, uno en La Barra de 2.2 bit/ind, el cual corresponde al muestreo del mes de junio y el segundo en la estación de La Puerta en Laguna Grande de 2.9 bit/ind, en el mes de octubre, al parecer este aumento en la diversidad es debido a la ausencia de la especie *L. limnichthys*, lo cual induce un aumento en la equidad de las especies y por consiguiente los valores extraordinarios superiores de diversidad.

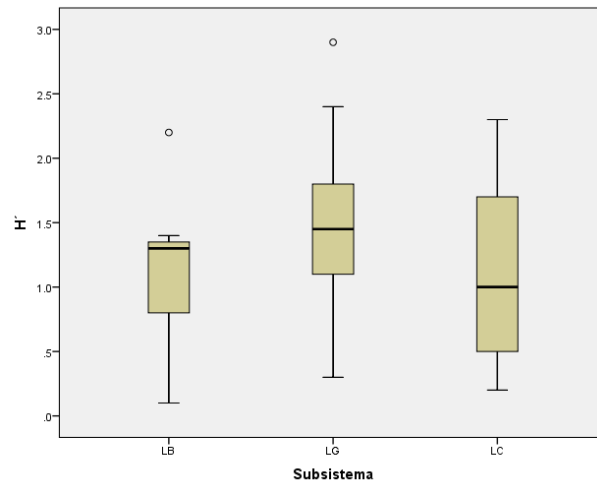


Figura 4. Distribución de los valores de diversidad de Shannon-Wiener en cada subsistema, en todo el periodo de muestreo

Comparación de estaciones en Laguna Grande

La prueba de Shapiro-Wilk muestra en la estación Frente a Punta Brava, un comportamiento que no se ajusta a la distribución normal ($p [0.024] \leq 0.05$), por lo que se decidió utilizar la prueba de Kruskal Wallis, la cual no mostró diferencia significativa entre las estaciones de Laguna Grande ($p [0.804] \geq 0.05$).

Los valores de diversidad en Laguna Grande mostraron dos valores extremos en la estación La Puerta y un valor extraordinario en la estación Fondo de Laguna Grande (Figura 5). La estación La Puerta presenta valores muy similares en la mayoría de los meses, con excepción de dos puntos extremos, uno inferior en el mes de febrero con 0.7 bit/ind, debido a que en la colecta solo se colectaron dos especies de las cuales una de ellas domino con más del 80% de organismos y el valor extremo superior fue de 2.9 bit/ind en el mes de octubre coincidiendo nuevamente con la ausencia de la especie *L. limnichthys*; La estación Fondo de Laguna Grande presenta un valor extraordinario de 0.6 bit/ind por debajo de los demás, éste corresponde al mes de febrero.

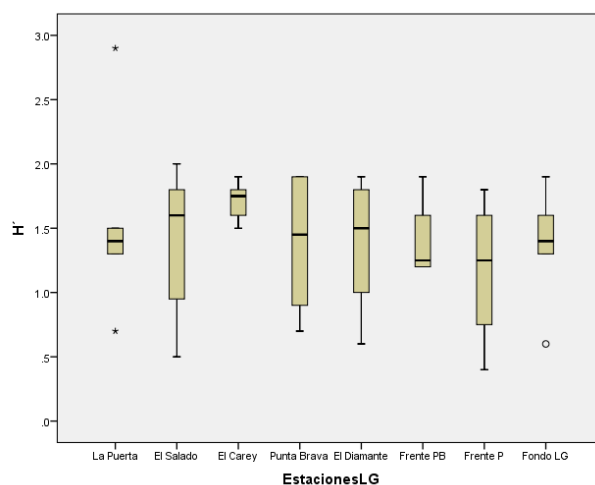


Figura 5. Distribución de los valores de diversidad de Shannon-Wiener en estaciones correspondientes a Laguna Grande, en todo el periodo de muestreo.

Comparación de estaciones en Laguna Chica

Al comparar las estaciones de Laguna Chica, las tres siguieron una distribución normal ($p \geq 0.05$) y la prueba ANOVA no mostró diferencia significativa entre ellas ($p [0.859] > 0.05$). Presentándose valores homogéneos sin variación significativa (Figura 6). La gran estabilidad de este subsistema se puede explicar considerando la distancia que presenta con respecto a la zona nerítica, además de tener como única comunicación con ésta al subsistema de Laguna Grande, con lo cual la influencia de las mareas, que penetran por la barra, en la composición ictiofaunística, no logra llegar hasta el más alejado de los subsistemas.

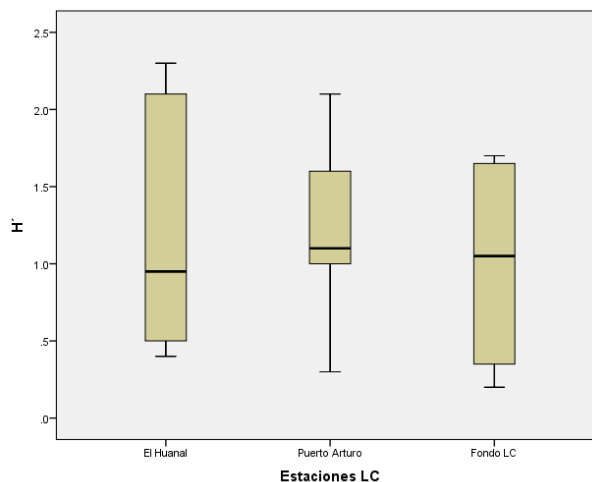


Figura 6. Distribución de los valores de diversidad de Shannon-Wiener en estaciones correspondientes a Laguna Chica, en todo el periodo de muestreo.

Análisis temporal de diversidad

De acuerdo con el análisis estadístico de cada subsistema, ninguno de ellos muestra diferencias a través de los meses es decir, que las variaciones ambientales en el sistema no parecen alterar los valores de diversidad.

Comparación de los tres subsistemas a través de los meses

De manera general, el sistema no presenta comportamiento normal ($p \leq 0.05$) y muestra diferencias significativas ($p [0.013] < 0.05$); el mes de febrero y agosto se muestran independientes de los demás meses. La diversidad general del sistema costero presentó dos valores extraordinario en el mes de mayo y uno en el mes de octubre (Figura 7). Existen dos puntos extraordinarios de 0.4 bits/ind pertenecientes al mes de mayo y que corresponden a las estaciones Frente a la Puerta y El Huanal. Además de un valor extraordinario en el mes de octubre en la estación La Puerta de 2.9 bit/ind. Estos valores se relacionan con la elevada o escasa abundancia de *L. limnichthys* en los meses de mayo y octubre, específicamente en dichas estaciones.

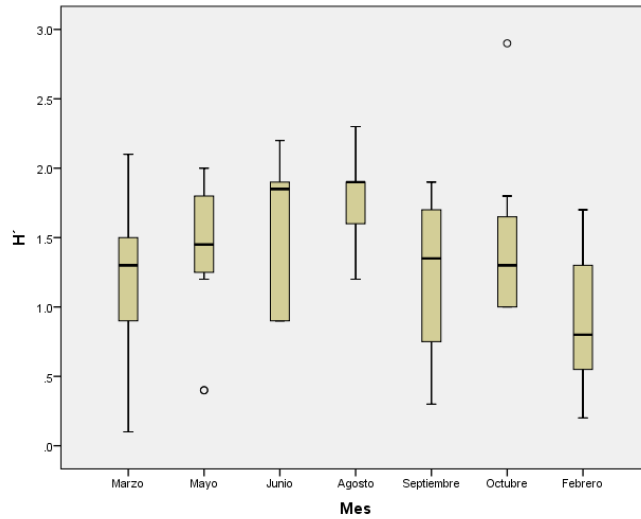


Figura 7. Distribución de valores de diversidad de Shannon-Wiener correspondientes a todo el sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Comparación de la Barra a través de los meses

El análisis temporal mostró un comportamiento normal de los valores de diversidad ($p [0.465] > 0.05$) con un solo valor extraordinario en el mes de junio de 2.2 bit/ind (Figura 8) el cual denotó la diversidad más alta de todo el periodo de muestreo. Este mes se caracterizó por un valor de 7 en riqueza de especies (Anexo 2), todas con abundancias menores a 11 organismos.

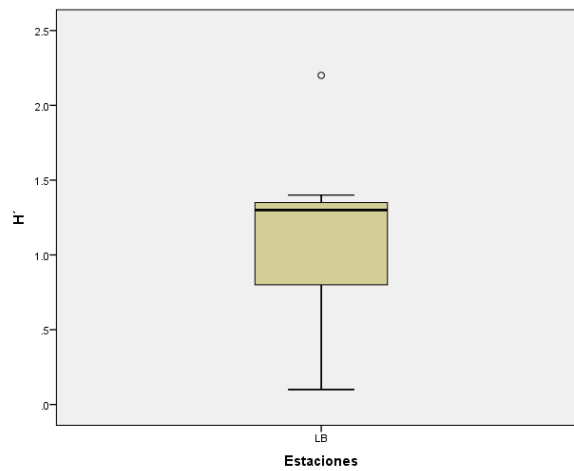


Figura 8. Distribución de los valores de diversidad de Shannon-Wiener correspondientes al subsistema La Barra, en todo el periodo de muestreo.

Comparación de Laguna Grande a través de los meses

La diversidad en Laguna Grande no presentó comportamiento de normalidad ($p \leq 0.05$) y la prueba de Kruskal-Wallis no mostró diferencias estadísticas significativas ($p [0.131] \geq 0.05$). En el análisis descriptivo se observaron tres valores extraordinarios inferiores en los meses de marzo en la estación de Punta Brava con 0.7 bit/ind, en septiembre en la estación El Salado con 0.5 bit/ind y, agosto con 1.4 bit/ind en la estación El Fondo de Laguna Grande (Figura 9).

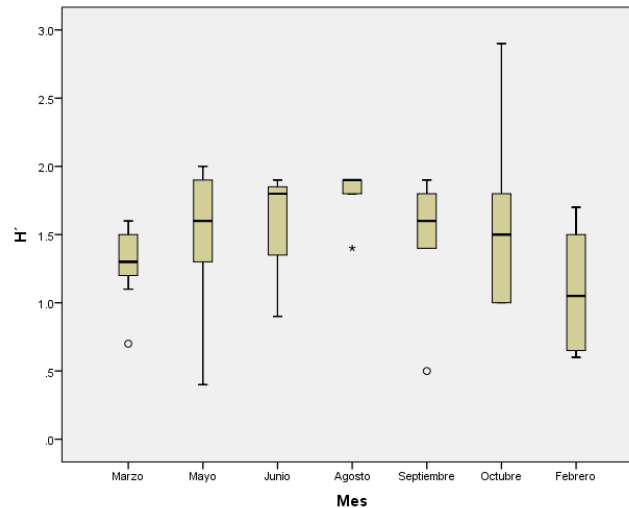


Figura 9. Distribución de valores de diversidad de Shannon-Wiener correspondientes al subsistema Laguna Grande, en todo el periodo de muestreo.

Comparación de Laguna Chica a través de los meses

La comparación de Laguna Chica mostró un comportamiento normal en todos los meses ($p \geq 0.05$) y no halló diferencias significativas entre ellos ($p [0.192] \geq 0.05$). La diversidad en este subsistema fue bastante homogénea sin valores extraordinarios en ninguno de los meses de muestreo (Figura 10), por lo que parece ser el subsistema con mayor estabilidad ante la influencia de los parámetros ambientales.

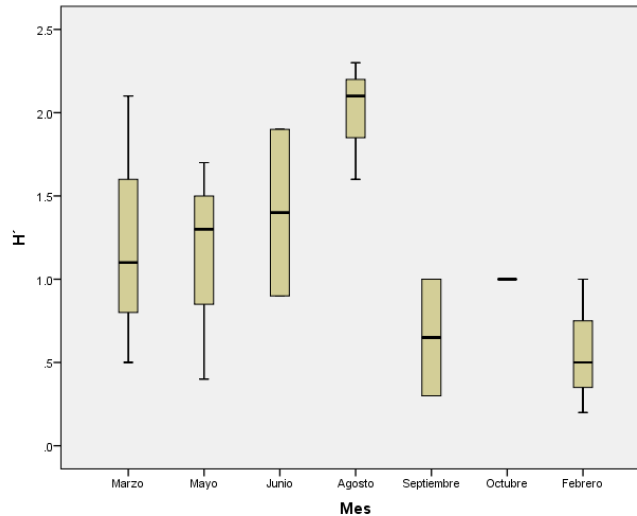


Figura 10. Distribución de los valores de diversidad de Shannon-Wiener correspondientes al subsistema Laguna Chica, en todo el periodo de muestreo.

Variación temporal de la presencia de especies

El análisis Cluster (Figura 11) realizado con valores de presencia de especies a través de los meses, mostró la agrupación con menor distancia entre sí de los meses febrero, marzo y mayo; seguida de los meses junio y agosto y, finalmente los meses octubre y septiembre se agruparon individualmente.

El ordenamiento de los valores refleja la posible ocurrencia de la temporada de secas en los meses de junio y agosto, la temporada de lluvias coincide con los meses de septiembre y octubre y, los meses de febrero, marzo y mayo parecen representar la temporada de nortes.

La relación con los pescadores de la zona ayudó a conocer el periodo de las temporadas, ya que de acuerdo con ellos la temporada de nortes parece concluir en el mes de mayo. Además el evento de precipitación inicio en el mes de septiembre, por lo que al parecer la temporada de lluvias ocurre entre los meses de septiembre y octubre. Por lo cual, y de acuerdo con los parámetros de profundidad y salinidad, la temporada de secas se presentó entre junio y agosto.

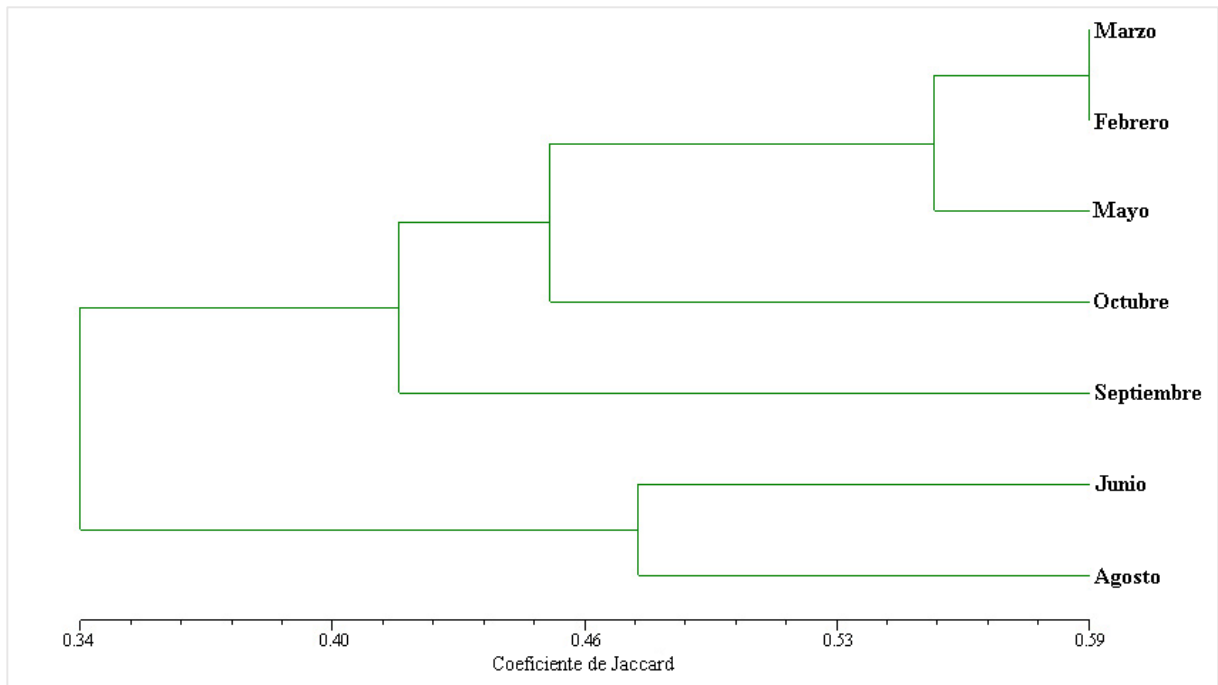


Figura 11. Dendrograma de análisis Cluster realizado con valores de presencia-ausencia a través de los meses de acuerdo con el coeficiente de similitud de Jaccard.

Parámetros ambientales

De acuerdo con Aguirre et al. (2013), el complejo lagunar Grande pasa a lo largo del año por tres temporadas climáticas: secas (marzo a junio), lluvias (julio a octubre) y nortes (noviembre a febrero). La profundidad en la barrera arenosa de este sistema es poca o casi nula, ocasionando la poca influencia de la marea hacia el sistema, por lo que en los últimos años ha sido necesaria la utilización de maquinaria para abrir artificialmente la barra que comunica a laguna Grande con la zona marina. Sin embargo en el periodo en el que se realizó este trabajo, la comunicación de la laguna con el agua marina se dio de manera natural al final de la temporada de lluvias (Octubre, durante 3 días), ocasionada básicamente por las crecientes.

El análisis estadístico temporal de todo el sistema costero Laguna Grande, mostró diferencias significativas en los valores de temperatura ambiental y del agua, en la temporada de nortes con respecto a secas y lluvias ($p [0.0] \leq 0.05$). El parámetro de salinidad presentó diferencia significativa en la temporada de lluvias con respecto a secas y nortes ($p [0.0] \leq 0.05$). Mientras

que los parámetros de oxígeno, pH, profundidad y visibilidad, no muestran diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre las temporadas.

Temperatura ambiental

La comparación de los valores obtenidos en cada temporada no muestran comportamiento normal ($p \leq 0.05$), por lo que se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, que indicó una diferencia significativa de la temporada de nortes con respecto a las de secas y lluvias ($p [0.0] < 0.05$). Se detectó un valor extraordinario de 32.5 °C en el mes de junio (Figura 12), sin embargo este valor se ubica dentro de los estándares de la época de secas obtenidos en el muestreo. La temperatura en la época de secas y lluvias es similar con valores máximos de alrededor de 34.0 °C, a diferencia de nortes en la que se presentó una notoria disminución de estos valores.

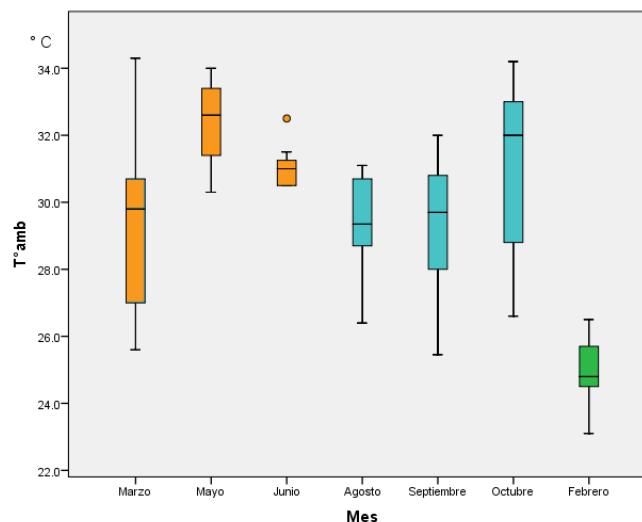


Figura 12. Distribución de los valores de temperatura ambiental obtenidos el sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Temperatura del agua

Las variaciones en los valores de temperatura del agua a lo largo de las recolectas son similares a aquella de la temperatura ambiental, con un comportamiento no ajustado a lo normal ($p \leq 0.05$) y una diferencia significativa de la temporada de nortes con la de secas y lluvias ($p [0.0] < 0.05$). Presenta cuatro puntos fuera de la distribución de cuartiles (Figura 13), en junio el punto máximo

de 33.3 °C en la estación El Huanal, dos puntos inferiores en agosto de 24.5 °C en la estación La Puerta y otro de 25.0 °C en la estación El Huanal. Finalmente en el mes de octubre se reporta un punto inferior de 29.6 °C en la estación La Puerta.

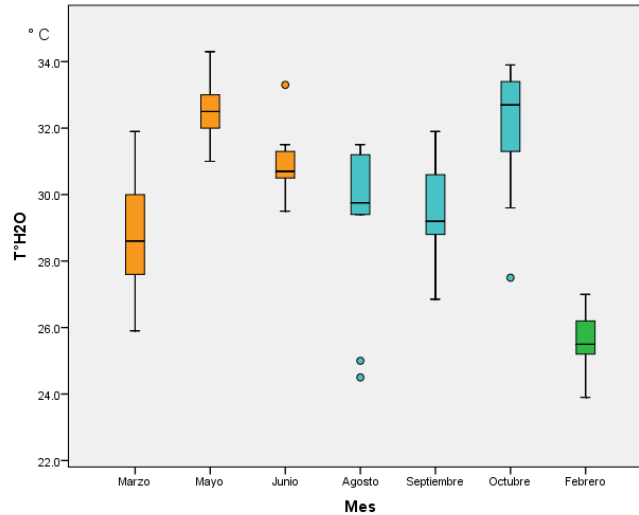


Figura 13. Distribución de los valores de temperatura del agua obtenidos en el sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Oxígeno disuelto

La disponibilidad del oxígeno disuelto en el agua parece depender no solo de la producción de éste por parte de los productores primarios, sino también de su demanda para los procesos de descomposición de materia orgánica. A través de los meses de recolecta se obtuvieron tres valores extraordinarios y un valor extremo en la temporada de secas y, un valor en extraordinario en la temporada de lluvias (Figura 14). Resalta el hecho de que los valores extraordinarios inferiores pertenecen a la estación El Salado, que se caracteriza por ser un punto de recepción de materiales parentales provenientes de los ríos de descarga de las comunidades aledañas al poblado de Vega de Alatorre. Las estaciones de recolecta ubicadas en los afluentes se caracterizan por tener una granulometría tendiente a limosa arcillosa que favorece los procesos de descomposición. Por el contrario La Barra presentó valores atípicamente altos en las concentraciones del oxígeno disuelto, 8.0 y 8.9 ppm en los meses de mayo y junio, respectivamente. El análisis estadístico mostró un comportamiento normal de los valores de concentración de oxígeno en las temporadas ($p \geq 0.05$) y descartó diferencias significativas entre éstas ($p [0.899] > 0.05$).

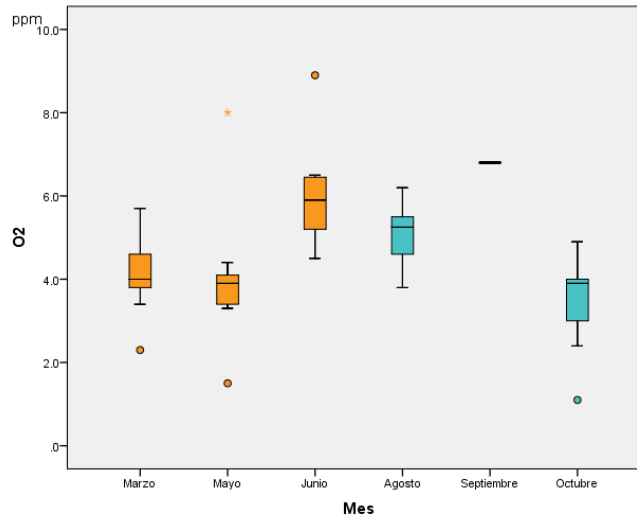


Figura 14. Distribución de los valores de oxígeno disuelto en el agua obtenidos en el sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Potencial de hidrógeno

La disgregación de las masas continentales originan sales las cuales son arrastradas por los ríos hacia el interior de la laguna, que aunado a la aportación intermitente de aguas oceánicas mantiene un pH ligeramente básico, sin embargo se registraron valores por debajo de la neutralidad (Figura 15), ocasionados principalmente por la influencia antrópica. Esta alteración de pH se observa en el sistema Laguna Grande en las estaciones localizadas en la descarga de ríos como las estaciones: El Salado, con descargas principalmente originadas de una planta tratadora de aguas residuales, así como El Carey y El Huanal, provenientes de comunidades aledañas. Los valores extraordinarios en la temporada de secas corresponden al mes de marzo con 8.5 en la estación El Salado y 8.1 Frente a Punta Brava; mientras que los valores inferiores estuvieron en las estaciones El Huanal de 7.1 y del Fondo de Laguna Chica de 7.6. En el mes de mayo se presentó un valor extraordinario de 7.4 en la estación El Salado. El valor más bajo de 4.4 para todos los meses está presente en la estación La Barra; mientras que en el mes de junio en la estación El Carey se registró un valor de 5.5. En la temporada de lluvias los valores extraordinarios se mostraron en el mes de agosto con 7.5 en las estaciones El Salado y Frente a Punta Brava y de 8.1 en la estación El Huanal. El análisis estadístico mostró un comportamiento normal ($p \geq 0.05$) y al comparar las temporadas climáticas no se encontraron diferencias significativas entre ellas ($p [0.11] > 0.05$).

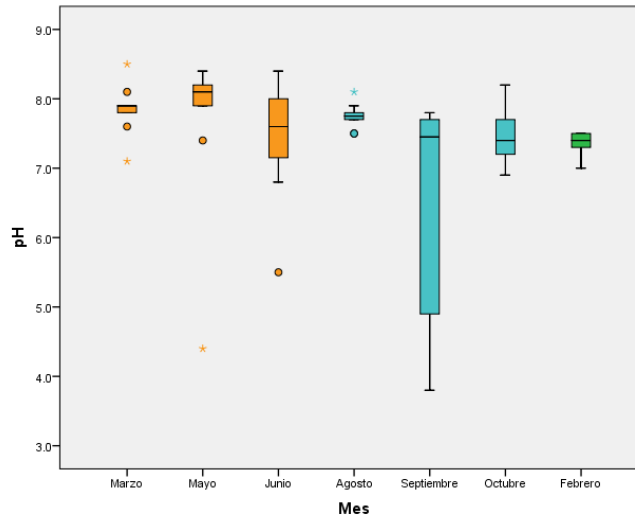


Figura 15. Distribución de los valores de pH obtenidos en el sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Salinidad

Los valores de salinidad se distribuyen de manera muy similar en la mayoría de los meses, con excepción de octubre (Figura 16), el cual muestra una notable variación de estos valores, además de tener los valores más bajos (entre 1.0 y 5.5 ‰) de todo el año. Esta diferencia se debe a las abundantes lluvias que resultó en gran creciente, ocasionando la disolución de las sales y la apertura atípica de la barra. El valor más alto de todo el año corresponde al mes de junio con 15 ‰ en La Barra, posteriormente para el mes de agosto el valor extraordinario observado es de 7 ‰ igualmente en La Barra indicando el gran dinamismo hidrológico en este punto de muestreo. En el mes de octubre se observó el valor más bajo de salinidad de 1 ‰ en la estación Puerto Arturo, los valores extraordinarios superiores en este mes fueron en La Barra con 5.5 ‰ y en la estación La Puerta con 5 ‰. El comportamiento de la salinidad no mostró normalidad ($p \leq 0.05$) y al realizar la comparación por estaciones resaltó la diferencia significativa de la temporada de lluvias con respecto al resto del año ($p [0.0] < 0.05$).

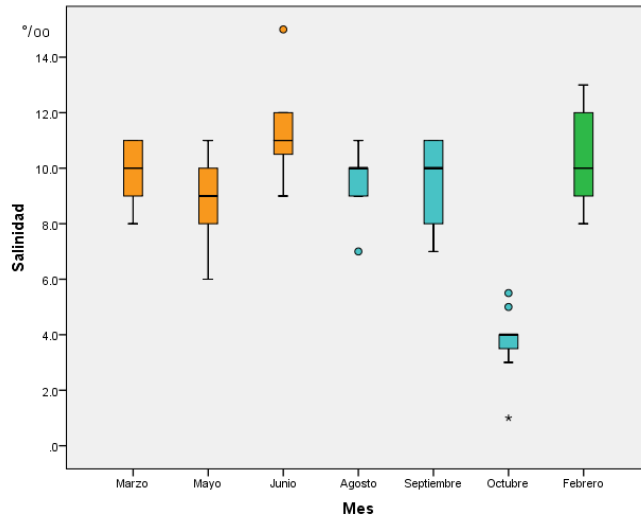


Figura 16. Distribución de los valores de salinidad obtenidos en el sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Profundidad

Es evidente que la escasa precipitación durante la temporada de secas y la elevada tasa de evaporación inducen la disminución en profundidad del sistema lagunar (Figura 17). Con el evento de precipitación ocurrido en la siguiente temporada los valores aumentan y comienzan a disminuir en la temporada de nortes para comenzar nuevamente el ciclo. Particularmente en este ciclo anual resaltó la llegada tardía de las lluvias, provocando el valor de menor profundidad al inicio de la temporada de lluvias en el mes de agosto en la estación La Puerta con 27.0 cm. A pesar de esto, la profundidad aumentó nuevamente, alcanzando su máximo a finales de la temporada de lluvias en octubre en la estación Punta Brava con 119.5 cm. El análisis estadístico mostró comportamiento normal de los valores de profundidad ($p \geq 0.05$) y descarto diferencias significativas entre las temporadas ($p [0.818] > 0.05$).

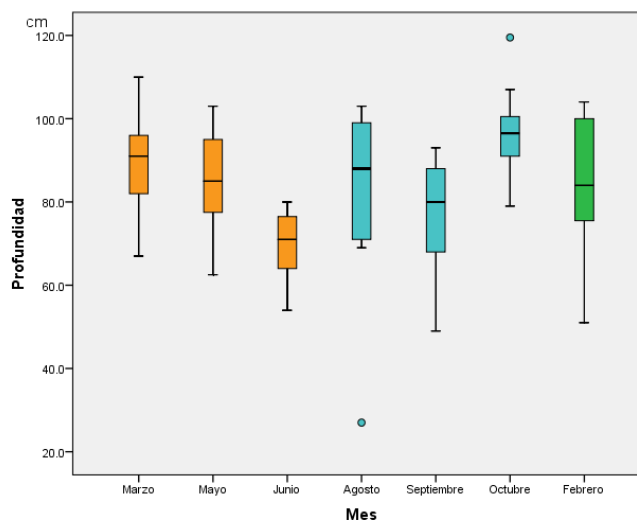


Figura 17. Distribución de los valores de profundidad obtenidos en el sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Visibilidad

La turbidez del agua en la laguna puede mostrar, de manera indirecta, la presencia de partículas suspendidas en la columna de agua, como lo es la materia orgánica, fito y zooplancton. Sin embargo es importante destacar que esta técnica no proporciona una medida de ninguno de los componentes de la materia en suspensión. En el caso de las lagunas costeras la aportación de los ríos es un importante factor de baja visibilidad, ya que aportan agua con alto contenido de nutrientes y sedimento. Otros factores como la poca profundidad y los vientos, son determinantes para la valoración de la visibilidad.

El parámetro de visibilidad del disco de Secchi en el sistema lagunar Grande presentó grandes variaciones a lo largo de las temporadas sin ser evidente ningún patrón en éstas. Los puntos extraordinarios reportados en los meses de junio con 70.0 cm y febrero con 83.0 cm corresponden a La Barra y coinciden con los valores más elevados de estos meses (Figura 18). Los valores de mayor concentración de oxígeno disuelto en La Barra coinciden con los de mayor visibilidad, por lo que parece que la visibilidad favorece la proliferación de productores primarios. La variable mostró un comportamiento normal ($p \geq 0.05$) y el análisis de ANOVA no arrojó diferencias significativas entre las temporadas ($p [0.747] > 0.05$).

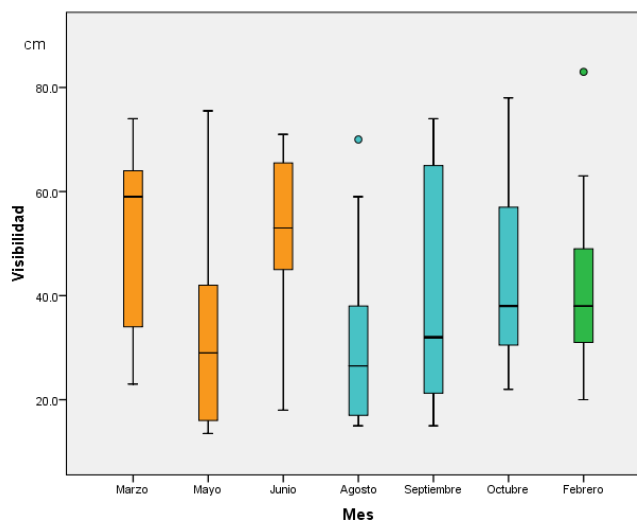


Figura 18. Distribución de los valores de visibilidad obtenidos en el sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Clase textural

De manera general en la temporada de lluvias se presentan los cambios más importantes (Tabla 3), debido a la alteración por el aumento en aporte de agua con origen continental. La clase textural principal en La Barra, al presentarse porcentajes de arena mayores a 70%, se registró como arenoso franca. En Laguna Grande la temporada de secas presento texturas franca y franco arcillo arenosa, en la temporada de lluvias y nortes la textura principal tuvo gran variación, registrándose Franca, Franco arenosa, Franco arcillo arenosa y Franco arcillosa. La textura de los sedimentos en Laguna Chica fue principalmente franca en la temporada de secas, mientras que en la temporada de nortes las tres estaciones se presentaron con texturas diferentes. La estación Puerto Arturo fue la única que presentó características texturales franco limosa y arcillosa. El transporte de sedimentos y material parental provenientes de los ríos conectados a la laguna, parece influir en la textura de estaciones cercanas a ellos. En las estaciones El Carey, El Diamante y El Huanal ocurrió una variación en la textura de los sedimentos, presentándose de tipo franco en la temporada de secas y cambiando a franco arcillo arenosa en la temporada de lluvias. El análisis estadístico mostró un comportamiento normal ($p \geq 0.05$) y la comparación de las temporadas climáticas no mostró diferencias significativas entre ellas ($p [0.153] > 0.05$).

Tabla 3. Clases texturales correspondientes a las estaciones del sistema lagunar costero Grande, en todo el periodo de muestreo.

Estación	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	Octubre	Febrero
La Barra	Arenoso franca	Arenoso franca	Arenoso franca	Arenosa	Arenoso franca	Arenoso franca
La Puerta	Franco arcillo arenosa	Franco arcillo arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa
El Salado	Franco arcillosa	Franca	Franca	Franca	Franca	Franca
El Carey	Franca	Franca	Franca	Franca	Franco arcillo arenosa	Franca
Punta Brava	Franco arcillo arenosa	Franco arenosa	Franco arcillo arenosa	Franco arenosa	Franco arcillo arenosa	Franco limosa
El Diamante	Franca	*	Franca	Franco arcillo arenosa	Franca	Franco arcillosa
Fondo LG	Franco arcillosa	*	Franco arcillosa	Franco arcillosa	*	Franca
Frente a P	Franco arcillo arenosa	Franco arcillo arenosa	*	*	Franco arenosa	Franco arenosa
Frente a PB	Franca	*	Franco arcillosa	*	Franco arcillo arenosa	Franco arcillosa
El Huanal	Franca	Franca	Franca	Franca	*	Franco arcillo arenosa
Fondo LC	Franco arcillosa	*	Franco arcillo arenosa	Franco arcillo arenosa	*	Franco arenosa
Puerto Arturo	Franca	Franco arcillosa	Franca	Franco limosa	Franca	Arcillosa

*Muestreos ausentes debido a dificultades en campo

Variación temporal de parámetros ambientales en los subsistemas

Al realizar una comparación entre los tres subsistemas, los parámetros de temperatura ambiente, temperatura superficial del agua y pH no mostraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$), por el contrario el oxígeno disuelto presenta diferencia significativa de La Barra con respecto a Laguna Grande y Laguna Chica en la temporada de secas ($p [0.004] < 0.05$), al igual que el parámetro de clase textural en la temporada de lluvias ($p [0.007] < 0.05$). La salinidad y la profundidad mostraron diferencias significativas entre los subsistemas Laguna Grande y Laguna Chica en la temporada de nortes ($p [0.003] < 0.05$); la visibilidad mostró diferencias significativas en las tres temporadas; para la temporada de secas ($p [0.02] < 0.05$) los subsistemas La Barra y Laguna Chica se mostraron independientes entre sí, sin embargo Laguna Grande presentó relación con ambos subsistemas. En la temporada de lluvias ($p [0.009] < 0.05$) la estación La Barra mostró diferencias significativas con respecto a Laguna Grande y Laguna Chica, mientras que en la temporada de

nortes ($p [0.028] < 0.05$) se presentan diferencias significativas entre Laguna Grande y Laguna Chica.

Análisis de abundancia de especies y parámetros ambientales

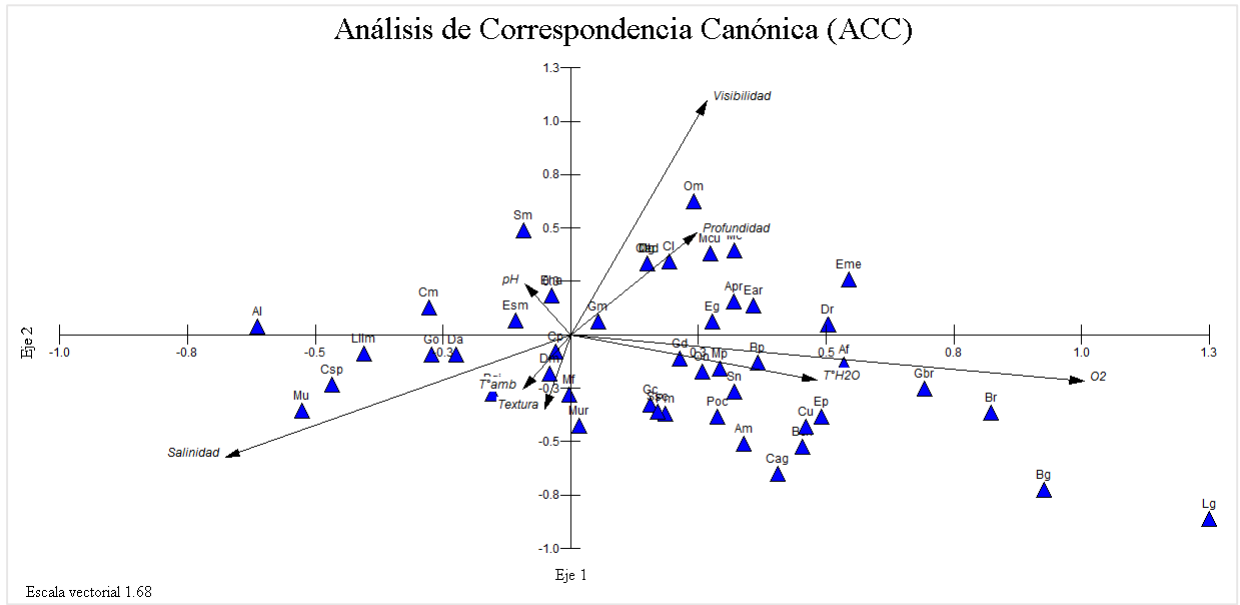
El Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) (Figura 19) mostró que las variables de oxígeno disuelto, salinidad y visibilidad presentaron mayor variación a lo largo del periodo de muestreo, contrario a las variables de temperatura ambiental, clase textural y pH.

La presencia de la especie *Ariopsis felis* mostró relación con la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Se recolectó en concentraciones menores a las 4 ppm lo cual puede coincidir con su presencia en aguas turbias (Robins y Ray, 1986), en la cual es común registrar concentraciones bajas de oxígeno.

Frimodt (1995) documenta a la especie *Micropogonias undulatus* como habitante de aguas costeras y estuarios, en donde se encuentran las zonas de cría y alimentación. El parámetro ambiental de salinidad parece influir en la especie, ya que la presencia de organismos con tallas menores a los 5 cm coincidió con salinidades de 11 a 13 ‰, las cuales se registraron posteriores a la abertura de barra.

La variable de visibilidad no mostró relación cercana con alguna de las especies, a pesar de ser de una de las más sobresalientes en el ACC.

La presencia de la especie *Dormitator maculatus* parece estar influenciada por la clase textural, esta especie se recolectó en las estaciones El Salado y El Carey, con características texturales franca y franco arcillosa. Estos puntos coinciden con zonas de descarga de ríos, con lo cual se reafirma la presencia de organismos documentada por Robins y Ray (1986) en pantanos, estanques fangosos y canales.



NOTA. Especies aglutinadas en cuadrante I: Ced, Og, Mh, Mc; cuadrante II: Eha; cuadrante III: Bgi; cuadrante IV: Gc, Ssc, Pm, On, Bch.

Figura 19. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) elaborado con valores de abundancia de especies y parámetros ambientales a través de los meses en el periodo 2015-2016.

Análisis exploratorio de las especies más abundantes

Lycengraulis limnichthys Schultz, 1949

La población de *L. limnichthys* (Figura 20) presentó, a lo largo de las recolectas, tallas que varían de 3 a 8.9 cm de longitud patrón (Lp). Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con registro alguno documentado acerca del intervalo de tallas de esta especie, así como de datos correspondientes a la madurez sexual (Kullander y Ferraris, 2003).

En el mes de febrero los tres subsistemas presentan un notorio aumento en la abundancia de estos organismos, acompañada de tallas menores a los 5.0 cm de Lp. Se resalta que en el mes de septiembre se registraron tallas de 7.0 a 8.9 cm de Lp, correspondientes a La Barra y Laguna Grande; A lo largo del muestreo Laguna Chica no mostró variación alguna en las tallas de esta especie.



Figura 20. Fotografía en fresco de la especie *Lycengraulis limnichthys*.

La Barra

En los meses de junio y agosto no hubo presencia de *L. limnichthys* y, los parámetros ambientales no muestran diferencia con respecto a los demás meses. Las tallas en Lp con mayor frecuencia registradas en La Barra se encuentran entre valores de 4.5 y 5.2 cm (Figura 21, a). En el mes de marzo se recolectaron 525 organismos con tallas diversas que varían de 4.6 a 6.9 cm; disminuyendo en el mes de mayo a 217 y, oscilando sus tallas entre 4.0 y 6.5 cm; en el mes de septiembre continúa la disminución, presentándose en las recolectas 79 individuos, quienes muestran una menor variación de tallas, pero el intervalo de éstas aumento en ambos extremos con 3.7 a 8.9 cm, respectivamente. En el mes de octubre la abundancia fue de 20 organismos, con tallas que se encuentran entre 3.0 y 6.1 cm. La abundancia de *L. limnichthys*; repunta hacia el mes de febrero con 326 organismos, acompañada de tallas que oscilan entre 4.3 y 6.5 cm.

Laguna Grande

En las recolectas correspondientes a los meses de junio, agosto y octubre, los individuos de *L. limnichthys*, estuvieron ausentes. Hecho que puede atribuirse a los parámetros ambientales, los cuales mostraron valores altos en la temperatura del agua, entre 29.5 y 33.5 °C, acompañados de la salinidad más baja de todo el ciclo anual, con valores de 3.0 a 5.5‰.

De manera general las tallas para este subsistema, se registraron con mayor frecuencia tallas que varían entre 4.8 y 5.2 cm (Figura 21, b), y las frecuencias más altas de organismos recolectados, se encuentran alrededor de las medias de talla durante todo el periodo de muestreo. La abundancia presentó un comportamiento a la alta (332, 593, 888 y 1174 individuos), la variedad de tallas es amplia en todos los meses y el intervalo de éstas es similar a lo largo de todo el periodo de muestreo: marzo con 3.5 a 6.8 cm, mayo de 3.2 a 6.5 cm, septiembre de 3.2 a 7.2 y febrero con 3.7 a 6.5 cm.

Laguna Chica

Como sucedió en Laguna Grande, la especie no se recolectó en los meses junio, agosto y octubre, periodo en el que la temperatura del agua varía en un intervalo de 29.8 a 33.9 °C, y la presencia de salinidades de hasta 1‰, siendo éste el valor más bajo registrado en todo el año. Las tallas más frecuentes estuvieron entre 5.0 y 5.2 cm (Figura 21, c), la abundancia fue disminuyendo hasta el mes de septiembre para luego aumentar en febrero (387, 323, 189 y 341 individuos), las tallas en este subsistema son menores, con un mínimo de 3.2 cm en el mes de septiembre y máximo de 6.8 cm en el mes de marzo. Los intervalos de talla por mes son: marzo con 4.2 cm a 6.8 cm, mayo con 3.1 cm a 6.6 cm, septiembre de 3.2 cm a 6.2 cm, y febrero de 4.2 cm a 6.4 cm.

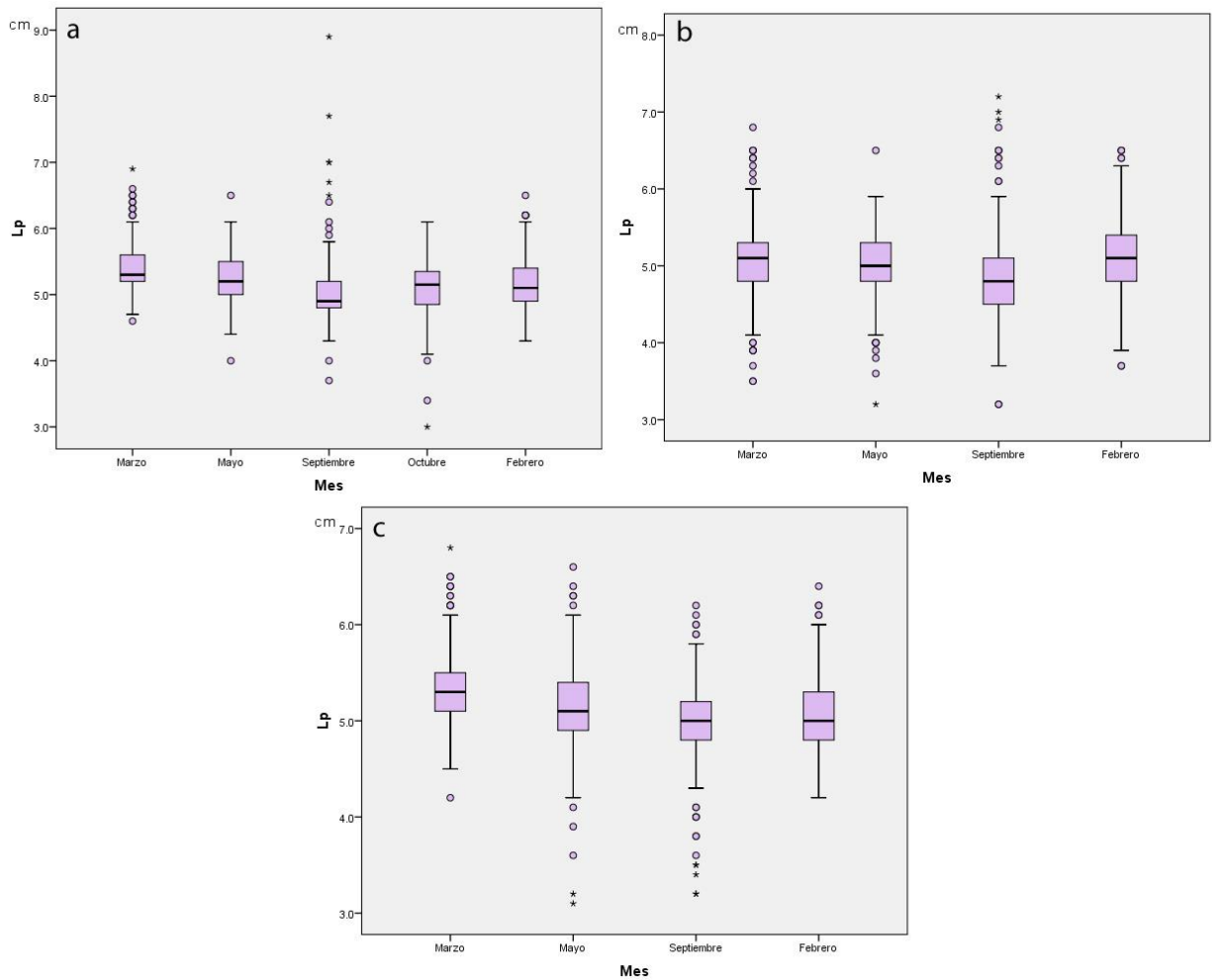


Figura 21. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *L. limnichthys*, recolectados en todo el periodo de muestreo. (a) La Barra, (b) Laguna Grande, (c) Laguna Chica.

La especie *L. limnichthys* se recolectó de manera homogénea en todo el sistema costero Grande, parece tener preferencia por temperaturas menores a 29.5 °C y salinidades mayores a 5.5 ‰. Bibliográficamente se tiene escasa información acerca de la ecología de *L. limnichthys*. De acuerdo con Kullander y Ferraris (2003) la especie está registrada como dulceacuícola en tallas máximas de 12.8 cm de Lt, y una distribución exclusiva de América del Sur en la Cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela, sin embargo el presente trabajo mostró un número de población de 5373 presente en aguas consideradas salobres, con lo cual es evidente la presencia de *L. limnichthys* en el Golfo de México.

Mugil curema Valenciennes, 1836

Los organismos de la especie *M. curema* (Figura 22) recolectados en La Barra y Laguna Grande denotaron una diferencia entre ellos con tallas de Lp. Los organismos registrados en Laguna Grande presentaron tallas en Lp cercanas a 19.7 cm, longitud registrada como de madurez sexual (Robins y Ray, 1986), mientras que La Barra se caracterizó por albergar principalmente organismos juveniles con talla máxima de 16 cm, además de organismos superiores a los 25 cm. La especie *M. curema* no fue recolectada en el subsistema Laguna Chica.



Figura 22. Fotografía en fresco de la especie *Mugil curema*.

La Barra

La especie *M. curema* se recolectó en toda la temporada de secas en los meses de marzo, mayo y junio, además de los meses de octubre y febrero (Figura 23, a). En el mes de marzo se recolectaron 2 organismos con tallas de 8.8 y 9.4 cm. En el mes de mayo la abundancia fue de 3 organismos con tallas de 9.3, 9.5 y 9.7 cm. En el mes de junio se recolectó un organismo con 10.3 cm de longitud. En el mes de octubre se recolectó un importante valor de abundancia con 1484 organismos distribuidos en tallas de 1.2 hasta 34.9 cm, la mayor frecuencia de tallas fue alrededor de los 2.0 cm de longitud. En el mes de febrero se recolectaron 4 organismos con tallas de entre 15.0 y 16.0 cm. Los parámetros en donde se recolectó *M. curema* corresponden a valores extremos registrados en el muestreo.

Laguna Grande

La especie *M. curema* se recolectó en los meses de agosto con 15 organismos, en octubre con 3 organismos y en febrero con 2 organismos. En el mes de agosto el intervalo de tallas fue de 22.0 a 26.8 cm, con mayor frecuencia de talla de 22.0 a 23.0 cm (Figura 23, b). Las tallas registradas en el mes de octubre son 20.0 cm, 20.3 cm y 22.0 cm en Lp. En el mes de febrero los organismos presentaron en la recolecta una Lp de 14.1 y 25.0 cm.

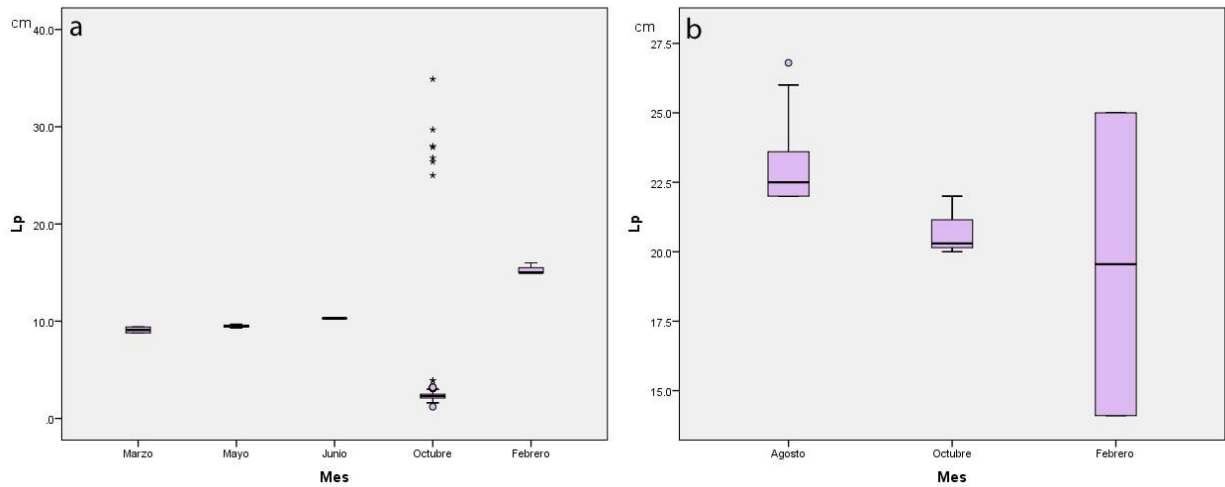


Figura 23. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *M. curema*, recolectados en todo el periodo de muestreo. (a) La Barra, (b) Laguna Grande.

De acuerdo con Harrison (1995), la especie *M. curema* presenta una Lt máxima de 90 cm y Lt común de 30 cm. De manera general, en el sistema costero Laguna Grande, se presentó en un intervalo de tallas con Lp de 1.2 a 34.9 cm. La recolecta de *M. curema* en el mes de octubre mostró la posibilidad de una temporada reproductiva al final de la temporada de lluvias, esto debido a que se presentaron organismos con las tallas máximas de todo el periodo de muestreo y 1477 organismos con tallas de Lp menores a los 4.0 cm.

Mugil cephalus Linnaeus, 1758

La talla máxima registrada en la especie *M. cephalus* es de 100 cm de Lt (Ben, 1986), aunque la más común ronda los 50 cm de Lt (Thomson, 1990). En el presente trabajo la talla máxima registrada fue de 39.0 cm de Lp en Laguna Grande. Las tallas de Lp de los organismos recolectados en Laguna Grande y Laguna Chica no fueron menores a 20 cm. Por el contrario La Barra presentó tallas de Lp entre 1.6 y 14.5 cm, además de un organismo de 29.9 cm. Según lo registrado por Harrison (1995) la talla de maduración sexual en *M. cephalus* es de 35.4 cm de Lt (Figura 24). Por lo cual los organismos con tallas mayores parecen tener predilección por Laguna Grande y Laguna Chica, mientras que La Barra parece ser habitada principalmente por organismos juveniles.

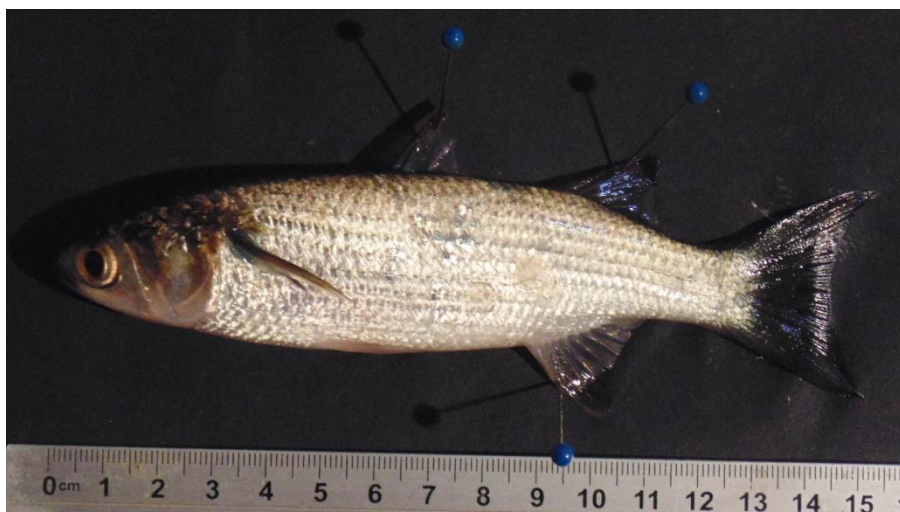


Figura 24. Fotografía en fresco de organismo juvenil de la especie *Mugil cephalus*.

La Barra

Se recolecto la especie *M. cephalus* (Figura 25, a) en los meses de mayo y octubre con abundancias de 6 y 510 organismos respectivamente. En el mes de mayo la talla mínima fue de 9.2 cm y la máxima de 10.9 cm, con una frecuencia mayor en las tallas entre 9.0 y 10.0 cm. La talla mínima registrada en el mes de octubre fue de 1.6 cm con un máximo de hasta 29.9 cm, con mayor frecuencia alrededor de 2.0 cm De acuerdo al intervalo de tallas es notoria la presencia predominante de organismos juveniles en el subsistema La Barra.

Laguna Grande

Para el caso de Laguna Grande se recolectaron 2 organismos durante todo el periodo de muestreo, el primero en el mes de agosto con talla de 39.0 cm y el segundo con 20.0 cm en el mes de febrero (Figura 25, b).

Laguna Chica

Se recolectó un total de 4 organismos, todos en el mes de junio. El intervalo de tallas fue de 25.0 a 26.4 cm, con una mayor frecuencia por encima de los 26.0 cm (Figura 25, c).

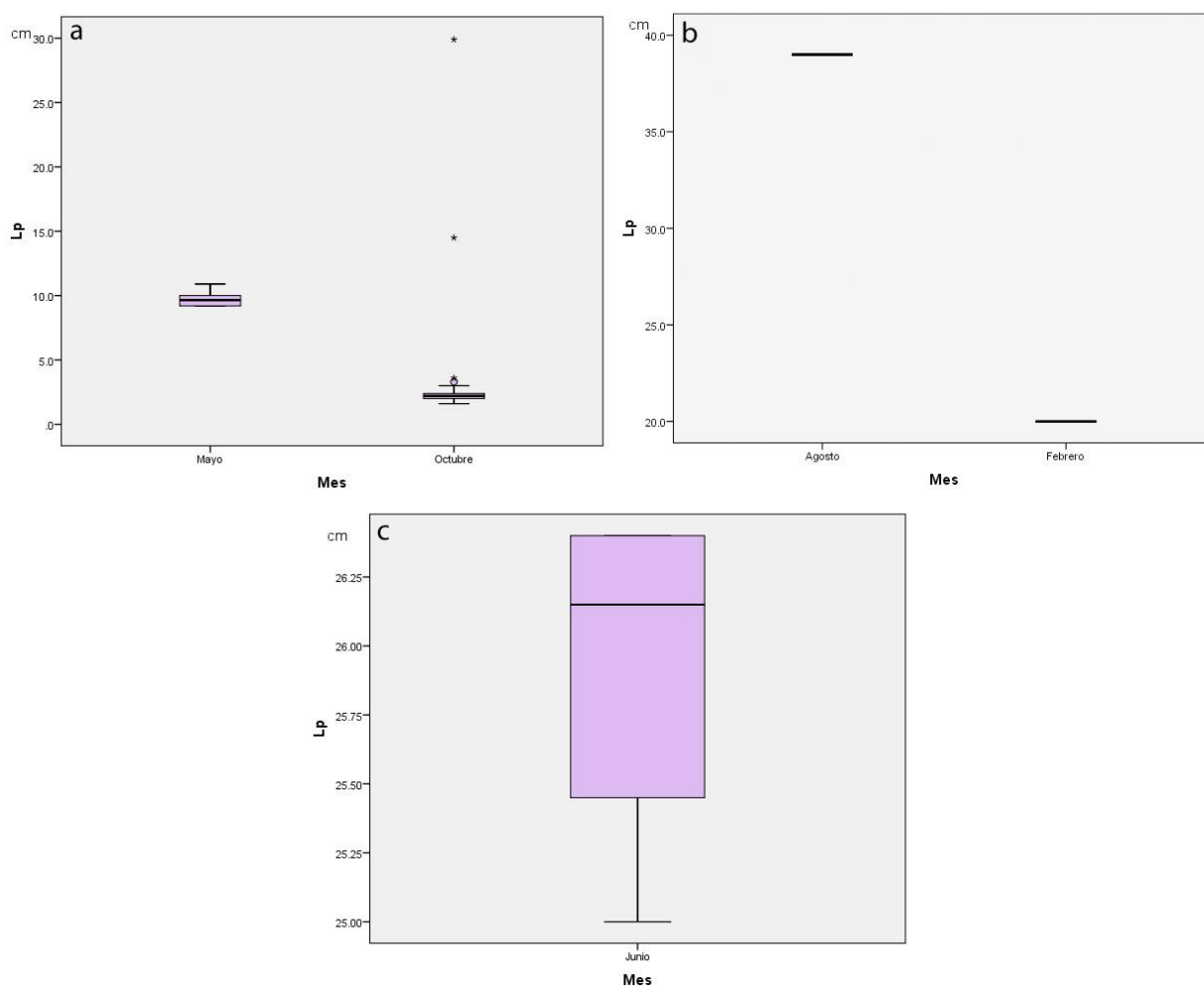


Figura 25. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *M. cephalus*, recolectados en todo el periodo de muestreo. (a) La Barra, (b) Laguna Grande, (c) Laguna Chica.

La variación de los parámetros ambientales no parece influir directamente en la presencia de la especie *M. cephalus*. Sin embargo la abertura de barra coincidió con la variación de tallas de Lp, ya que se recolectaron 507 organismos menores a 3.4 cm en el mes de octubre. Debido a esto, es posible que para el caso particular del sistema Laguna Grande, la temporada de lluvias coincida con la temporada reproductiva de *M. cephalus*.

Gobionellus oceanicus (Pallas, 1770)

La presencia de la especie *G. oceanicus* (Figura 26) es similar en Laguna Grande y Laguna Chica con tallas que varían entre 2.0 a 14 cm de Lp. En los meses de marzo, mayo y febrero se presentaron organismos cuyas tallas se distribuyeron homogéneamente en éste intervalo, a diferencia del mes de septiembre en el que tanto en Laguna Grande como en Laguna Chica, los organismos fueron de tallas mayores a 6.6 cm. El subsistema La Barra parece albergar de manera ocasional a esta especie de góbidos ya que se recolectaron 5 organismos en todo el año con tallas de 2.0 a 5.6 cm de Lp. No existe información acerca de la talla en la cual esta especie alcanza su madurez sexual, sin embargo, Pezold (2004) registra como talla máxima 15.4 cm de Lt, mientras que la talla de Lt más comúnmente registrada es de 4.7 cm (Hugg, 1996).



Figura 26. Fotografía en fresco de la especie *Gobionellus oceanicus*.

La Barra

La especie *G. oceanicus* se recolectó en los meses de mayo y octubre con abundancias de 3 y 2 organismos respectivamente (Figura 27, a). Las tallas en el mes de mayo fueron 2.8 a 5.6 cm. En el mes octubre se registraron tallas de 2.0 a 2.7 cm. La salinidad en los dos meses se encontró alrededor de 6 ‰, siendo las menores registradas en todo el ciclo anual.

Laguna Grande

La especie se recolectó en las tres temporadas climáticas, la abundancia de ésta se registró para el mes de marzo de 48 organismos, y 54 organismos para el mes de mayo; al inicio de la temporada de lluvias, en el mes de septiembre disminuye a 21 organismos, para finalmente en el mes de febrero, correspondiente a la temporada de nortes, se registró su máxima abundancia con 71 organismos (Figura 27, b). En el mes de mayo el intervalo de tallas fue de 3.1 a 13.7 cm, con mayor frecuencia de organismos de tallas en Lp de 4.0 a 5.0 cm, y una escasa presencia de tallas mayores a 9.0 cm. El mes de mayo presentó tallas de 2.0 a 12.2 cm, siendo las más frecuentes de 6.0 a 8.0 cm. El intervalo de tallas en el mes de septiembre varía de 6.7 a 14 cm, siendo mayor la frecuencia de 10 a 11 cm. En los meses de mayo y septiembre disminuyeron las frecuencias conforme al mínimo y máximo de tallas. En el mes de febrero se presentó una mayor variabilidad de tallas, con un intervalo de 2.5 a 12.7 cm, siendo las tallas más frecuentes de 8.5 a 10.5 cm. La salinidad se presentó en un intervalo de 6.0 a 13 ‰.

Laguna Chica

La especie se recolectó, al igual que en Laguna Grande, en los meses de marzo, mayo, septiembre y febrero (Figura 27, c). Las abundancias son: 33 organismos en el mes de marzo, aumentando a 81 en el mes de mayo y disminuyendo considerablemente en la temporada de lluvias a 7 organismos; se registró una abundancia de 33 organismos en el mes de febrero, correspondiente a la temporada de nortes. El intervalo de tallas registradas en el mes de marzo fue de 2.4 a 11.6 cm con mayor frecuencia en tallas de 4.0 a 5.0 cm. En el mes de mayo las tallas variaron en un intervalo de 3.0 a 9.1 cm, siendo las más frecuentes alrededor de 5.0 cm. En el mes de septiembre

el intervalo de tallas se encuentra de 7.1 a 9.7 cm, con una frecuencia mayor alrededor de los 8 cm. El intervalo de tallas registradas en febrero fue de 2.1 a 10.5 cm con una frecuencia mayor de tallas de 3 cm a 4 cm.

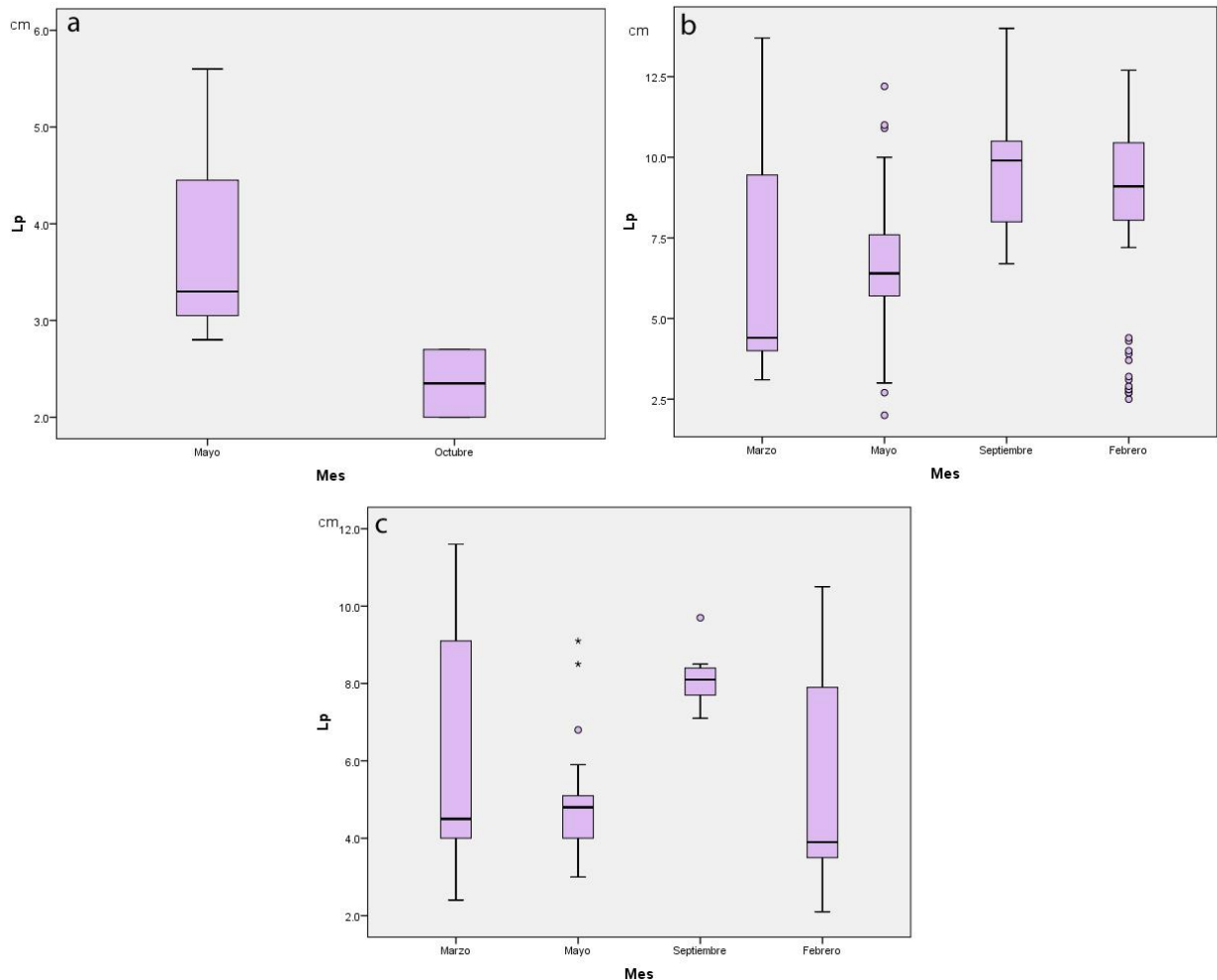


Figura 27. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *G. oceanicus*, recolectados en todo el periodo de muestreo. (a) La Barra, (b) Laguna Grande, (c) Laguna Chica.

El ACC mostró correlación de abundancia de la especie con respecto a la salinidad. La especie se recolectó en un amplio intervalo de salinidad de 5.5 a 13 ‰, sin embargo las mayores abundancias coincidieron con valores por encima de 7 ‰. La presencia mayoritaria de ésta especie en los subsistemas Laguna Grande y Laguna Chica puede explicarse por las características sedimentológicas de los mismos, al presentarse comúnmente texturas de francas a franco limosas, ideales para especies bentónicas como *G. oceanicus*.

Diapterus auratus Ranzani, 1842

La especie *D. auratus* (Figura 28) estuvo ausente durante todo el año en La Barra. Por el contrario es evidente el establecimiento de ésta en el subsistema Laguna Grande, ya que la presencia de ésta no estuvo determinada por ningún parámetro ambiental, presentándose en todos los meses de recolecta. Para el caso de Laguna Chica la abundancia fue considerablemente menor, posiblemente por las características sedimentológicas, ya que Laguna Grande presenta texturas que van de franca a franco arcillosa, mientras que Laguna Chica tiende más a franco limosas y hasta arcillosa.



Figura 28. Fotografía en fresco de la especie *Diapterus auratus*.

Laguna Grande

La especie *D. auratus* se recolectó a lo largo de todo el periodo de muestreo (Figura 29, a). La abundancia en el mes de marzo fue de 31 organismos y la talla de éstos fue de 2.5 a 9.6 cm, con una mayor frecuencia alrededor de los 3.5 cm. En el mes de mayo se registró una abundancia de 20 organismos con tallas de 4.6 a 9.8 cm, siendo más frecuente tallas alrededor de los 5 cm. En el mes de junio se recolectaron cuatro organismos con tallas de entre 11.9 y 13.7 cm. El mes de agosto fue el de menor abundancia con un organismo de 11.5 cm de longitud. La abundancia en el mes de septiembre fue de 21 organismos con tallas de 5.5 y 8.7 cm, las tallas más frecuentes fueron alrededor de los 6.5 cm de longitud. En el mes de octubre se recolectaron 8 organismos

con un intervalo de tallas de entre 4.1 y 9.1 cm, la mayor frecuencia de tallas estuvo entre los 8.0 y 9.0 cm. El mes de febrero se registró con una abundancia de 38 organismos, siendo ésta la más alta de todo el periodo de muestreo, el intervalo de tallas en el que se registraron los organismos fue de 2.6 y 8.5 cm y las tallas más frecuentes estuvieron alrededor de los 3.0 cm de Lp.

Laguna Chica

Se recolectó en los meses de marzo, mayo, septiembre y febrero (Figura 29, b). En el mes de mayo la abundancia fue de 4 organismos con tallas de 5.1 a 11.5 cm. En los meses de marzo, septiembre y febrero se recolectó un organismo por mes, las tallas fueron de 3.8, 7.0 y 8.1 cm, respectivamente.

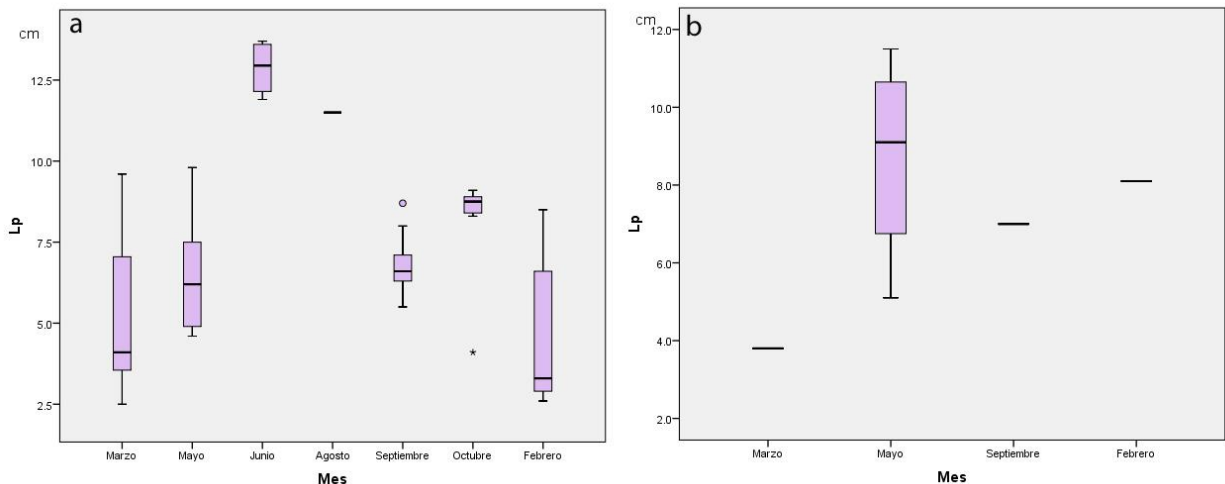


Figura 29. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *D. auratus*, recolectados en todo el periodo de muestreo. (a) Laguna Grande, (b) Laguna Chica.

La talla de Lt máxima registrada para *D. auratus* es de 34 cm (Cervigón, 1993), más comúnmente encontrada en tallas de 20 cm (Cervigón et al., 1992). Para el caso particular del sistema costero Grande se encontraron organismos de tallas mínimas de 2.5 cm y máximas de 13.7 cm. No se tiene información aun acerca de la talla en la que esta especie alcanza su madurez sexual (Cervigón et al., 1992), sin embargo en el presente trabajo resalta la variación de tallas a lo largo del año, ya que al final de la temporada de nortes, además de los valores más altos de abundancia en todo el año de Laguna Grande, se registraron las tallas menores de hasta 2.5 cm de Lt, por lo

que es posible que la temporada de nortes coincida con la temporada reproductiva de *D. auratus*. Además, de acuerdo con el ACC la especie se relacionó con la concentración de sales disueltas en el agua, recolectándose en un amplio intervalo de 3 a 13 ‰ pero coincidiendo los valores más altos de salinidad, igualmente con la temporada de nortes, probable periodo reproductivo.

Caranx latus Agassiz, 1831

La especie *C. latus* (Figura 30) es considerada marina, penetrando en aguas salobres en su estado juvenil (Robins y Ray, 1986), por lo que es probable que su presencia exclusiva en La Barra, principalmente en el mes de octubre, sea debido a la abertura de barra ocurrida en éste mes. Está registrada más comúnmente con talla de Lt de 60 cm (Cervigón et al., 1992), pudiendo alcanzar tallas máximas de hasta 101 cm (IGFA, 2001). Las tallas registradas corresponden a organismos juveniles, ya que las tallas de madurez sexual documentadas por Robins y Ray (1986), citan que alcanza en el estado adulto una Lt de 37 cm.



Figura 30. Fotografía en fresco de organismo juvenil de la especie *C. latus*.

La Barra

Se recolectaron 109 organismos en el mes de octubre cuya talla se encuentra de 3.3 a 8.6 cm (Figura 31), detectando que las tallas más frecuentes son de 4.5 y 5.0 cm. En el mes de mayo se recolectó un organismo con 16.0 cm de Lp.

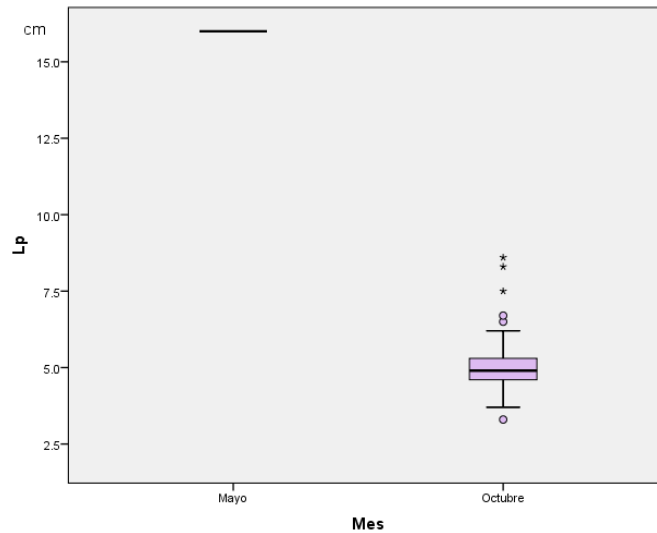


Figura 31. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *C. latus*, recolectados en La Barra, en todo el periodo de muestreo.

Análisis exploratorio de especies presentes una vez

La temporada de secas y lluvias presentaron especies con abundancias de un organismo, en todo el periodo de muestreo.

En la temporada de secas la presencia de especies no parece estar influenciada por los parámetros ambientales, ya que no se halló ninguna variación sobresaliente en los meses y estaciones específicas en las que éstas fueron recolectadas.

Es importante resaltar que en la temporada de lluvias todas las especies se registraron, en la estación La Barra. La influencia por parte de la abertura de barra, permite la entrada de especies provenientes de la zona nerítica. Además, la alteración de salinidad y profundidad ocasionada por

la descarga de ríos que desembocan en el sistema lagunar, altera la calidad de la comunidad ictica, registrando mayor número de especies dulceacuícolas.

Tabla 4. Parámetros ambientales correspondientes a la temporada climática y estación de recolecta de especies con abundancia de un organismo en el sistema lagunar costero Grande.

	Especie	Lp (cm)	Estación	T_{amb} (°C)	T_{H2O} (°C)	[O₂] (ppm)	pH	Sal. (o/oo)	Prof. (cm)	Vis. (cm)	Text.
SECAS	<i>Erotelis smaragdus</i>	7.6	Frente a PB	33	31.9	4.6	8.1	10	95	64	Franca
	<i>Myrophis punctatus</i>	13.1	La Barra	30.5	31.6	8	4.4	6	72.5	55	Arenoso franca
	<i>Oreochromis niloticus</i>	19	Puerto Arturo	31.5	30.7	5	8.4	9	71	18	Franco arcillosa
	<i>Gerres cinereus</i>	13.5	El Carey	30.5	31.1	6.5	5.5	11	54	44	Franca
LLUVIAS	<i>Eucinostomus argenteus</i>	6.4	La Barra	26.4	31.2	5.5	7.8	7	77	70	Arenoso franca
	<i>Eucinostomus gula</i>	7.8	La Barra	29.3	30.6	6.8	7.8	8	80	70	Arenosa
	<i>Ophichthus gomesii</i>	48	La Barra	26.6	27.5	3.3	7.4	5.5	93	78	Arenoso franca
	<i>Cetengraulis edentulus</i>	5.3	La Barra	26.6	27.5	3.3	7.4	5.5	93	78	Arenoso franca

Erotelis smaragdus (Valenciennes, 1837)

Existe información acerca de la preferencia de *E. smaragdus* por fondos arenosos asociados a manglar con tallas máximas en Lt de hasta 20 cm (Robins y Ray, 1986). En el mes de marzo en Laguna Grande se recolectó con 7.6 cm de Lp, en sedimentos de textura franca.

Myrophis punctatus Lütken, 1852

La especie se recolectó en el mes de mayo, con una talla de 13.1 cm en Lp. Sin embargo Greenfield y Thomerson (1997) registran tallas máximas en Lt de hasta 35.3 cm. Se sabe que los adultos de *M. punctatus* salen a desovar a mar abierto, por lo que es entendible su presencia en La Barra, sin embargo no se tiene tallas establecidas de madurez sexual (Robins y Ray, 1986).

Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)

La especie *O. niloticus* (Figura 32) está documentada por Trewavas (1983) con 18.6 cm en Lt, como la talla en la cual alcanza su madurez sexual, alcanzando tallas máximas de hasta 60 cm de Lt (Eccles, 1992). En el mes de junio se recolectó un organismo adulto de 19.0 cm de Lp, en Laguna Chica. De acuerdo con Bailey (1994) esta especie introducida habita una amplia variedad de hábitats dulceacuícolas y es sabida su adaptación en aguas salobres (Trewavas, 1983). Su escasa abundancia en la laguna parece ser consecuencia del arte de pesca empleado, ya que es pescado por las cooperativas pesqueras con abertura de malla de 10 cm.



Figura 32. Fotografía en fresco de organismo adulto de la especie *Oreochromis niloticus*.

Gerres cinereus (Walbaum, 1792)

De acuerdo con Robins y Ray (1986), *G. cinereus* alcanza la Lt máxima de 41 cm, más comúnmente documentada con 30 cm de Lt (Cervigón y Fischer, 1979). Alcanza su madurez sexual a los 20 cm de Lt (Bussing, 1995). En Laguna Grande se recolectó un organismo juvenil con 13.5 cm de Lp, en el mes de junio. Se sabe que *G. cinereus* se alimenta de invertebrados bentónicos como gusanos, almejas, crustáceos (Randall y Vergara, 1978), lo cual justifica su presencia en la estación El Carey, ubicada en una de las zonas de descarga de río en Laguna Grande.

Eucinostomus argenteus Baird & Girard, 1855

No existe documentación acerca de talla en madurez sexual de *E. argenteus*. La Lt máxima registrada es de 21 cm (Bouchon et al., 2006) y 15 cm de Lt común (Randall y Vergara, 1978). Eschmeyer, Herald y Hammann (1983) reportan a *E. argenteus* como una especie tolerante a un amplio intervalo de salinidades, presentándose en aguas marinas, dulces y salobres, éste se encuentra, principalmente en estadio juvenil, en lagunas costeras. En el mes de agosto se recolectó un organismo de 6.4 cm de Lp en la estación La Barra.

Eucinostomus gula (Quoy & Gaimard, 1824)

En el mes de septiembre se recolectó un organismo juvenil de la especie *E. gula*, en la estación La Barra, con 7.8 cm de Lp. Robins y Ray (1986) documentaron la Lt a la que alcanza su madurez sexual en los 11 cm. Es posible encontrar tallas máximas de 25.5 cm de Lt (Amador et al., 2015), siendo más común organismos de 15 cm de Lt (Randall y Vergara, 1978).

Ophichthus gomesii (Castelnau, 1855)

En el mes de octubre, se registró en la estación La Barra, un organismo de 48.0 cm de Lp. Ésta talla es cercana a la Lt documentada por Böhlke (1978) como la más común. Es posible encontrar organismos que alcancen los 91.4 cm de Lt (Claro, 1994). Robins y Ray (1986) reportan a *O. gomesii* como especie marina, por lo que su presencia en La Barra puede explicarse por la abertura de barra ocurrida en el mes de su recolecta.

Cetengraulis edentulus (Cuvier, 1829)

La Lt más común registrada para *C. edentulus* es de 15 cm (Cervigón, et. al. 1992), pudiendo alcanzar Lt máximas de 18.2 cm (Giarrizzo et al., 2006). Whitehead et al. (1988) documentaron que alcanza su madurez sexual en la talla de 13.7 cm de Lt. En el mes de octubre se recolectó un organismos juvenil de 5.3 cm de Lp, en la estación La Barra. Resaltó la salinidad de 5.5 ‰ en la que fue registrado, ya que de acuerdo con Whitehead et al. (1988) la especie *C. edentulus* se presenta en salinidades de 10 ‰ a 32 ‰. Sin embargo, no es posible asegurar que la especie tolera salinidades menores a los 10 ‰, ya que no se cuentan con más organismos de ésta especie.

Análisis exploratorio de especies de importancia comercial

La pesca local dirigida por cooperativas pesqueras locales, sustenta su actividad en especies de interés comercial como *C. undecimalis*, *C. parallelus*, *M. cephalus*, *M. curema*, *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *A. probatocephalus* y *L. griseus*. Estas especies son extraídas por medio de un rodete, con trasmallo estacional de 400 m en longitud y abertura de malla de 10 cm. Se tiene conocimiento de los periodos de veda correspondiente a la especie *C. undecimalis* (robalo) y de especies del genero *Penaeus* (camarón canelo y blanco), coincidiendo en los meses de mayo a julio.

Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)

La especie *C. undecimalis* (Figura 33) es uno de los principales consumidores de tercer orden en la laguna. Se sabe que se alimenta de crustáceos y peces de la familia Gobiidae, Gerreidae y Engraulidae (Keith, Le Bail y Planquette, 2000), familias distribuidas ampliamente en el sistema lagunar Grande.



Figura 33. Fotografía en fresco de la especie *Centropomus undecimalis*.

La Barra

La abundancia en La Barra aumento conforme la llegada de la temporada de lluvias (Figura 34, a). En el mes de marzo se recolecto un organismo de 13 cm de Lp. Los organismos recolectados en el mes de junio fueron tres, los cuales se registraron con tallas en Lp de 11.8, 12.4 y 13.7 cm.

La abundancia en el mes de agosto fue de cinco organismos en un intervalo de tallas de 11.9 a 13.6 cm en Lp. No se encontró relación entre los parámetros ambientales y la presencia de *C. undecimalis*.

Laguna Grande

La especie *C. undecimalis* se recolectó en los meses de marzo, mayo, agosto, octubre y febrero con abundancias de 9, 11, 4, 4 y 7 organismos respectivamente (Figura 34, b). En el mes de marzo el intervalo de tallas en Lp fue de 2.7 y 7.5 cm, con mayor frecuencia de las tallas entre 2.7 y 3 cm. Las tallas en el mes de mayo se encontraron entre 4.5 y 8.1 cm de Lp, siendo las más frecuentes las de 6.0 a 7.0 cm. El mes con las tallas más altas fue agosto con 26.0, 26.3, 29.5 y 53.7 cm de Lp. En el mes de octubre se recolectaron organismos con tallas en Lp de 23.3, 26.4, 27.0 y 28.0 cm. Los organismos recolectados en el mes de febrero se presentaron en tallas mínimas de 3.8 cm y tallas máximas de 51.5 cm, las más frecuentes fueron entre 3.8 y 10.0 cm. Los parámetros ambientales no parecen afectar la presencia de la especie *C. undecimalis*.

Laguna Chica

(Figura 34, c) Se recolectaron 6 organismos en el mes de marzo con tallas de Lp entre 2.6 y 5.5 cm, siendo más frecuentes entre 3.0 y 4.0 cm. En el mes de mayo se recolectó un organismo con 7.1 cm de Lp. el organismo registrado en el mes de agosto tuvo una Lp de 27.5 cm. La variación en los parámetros ambientales no mostró influencia alguna en la presencia de *C. undecimalis*.

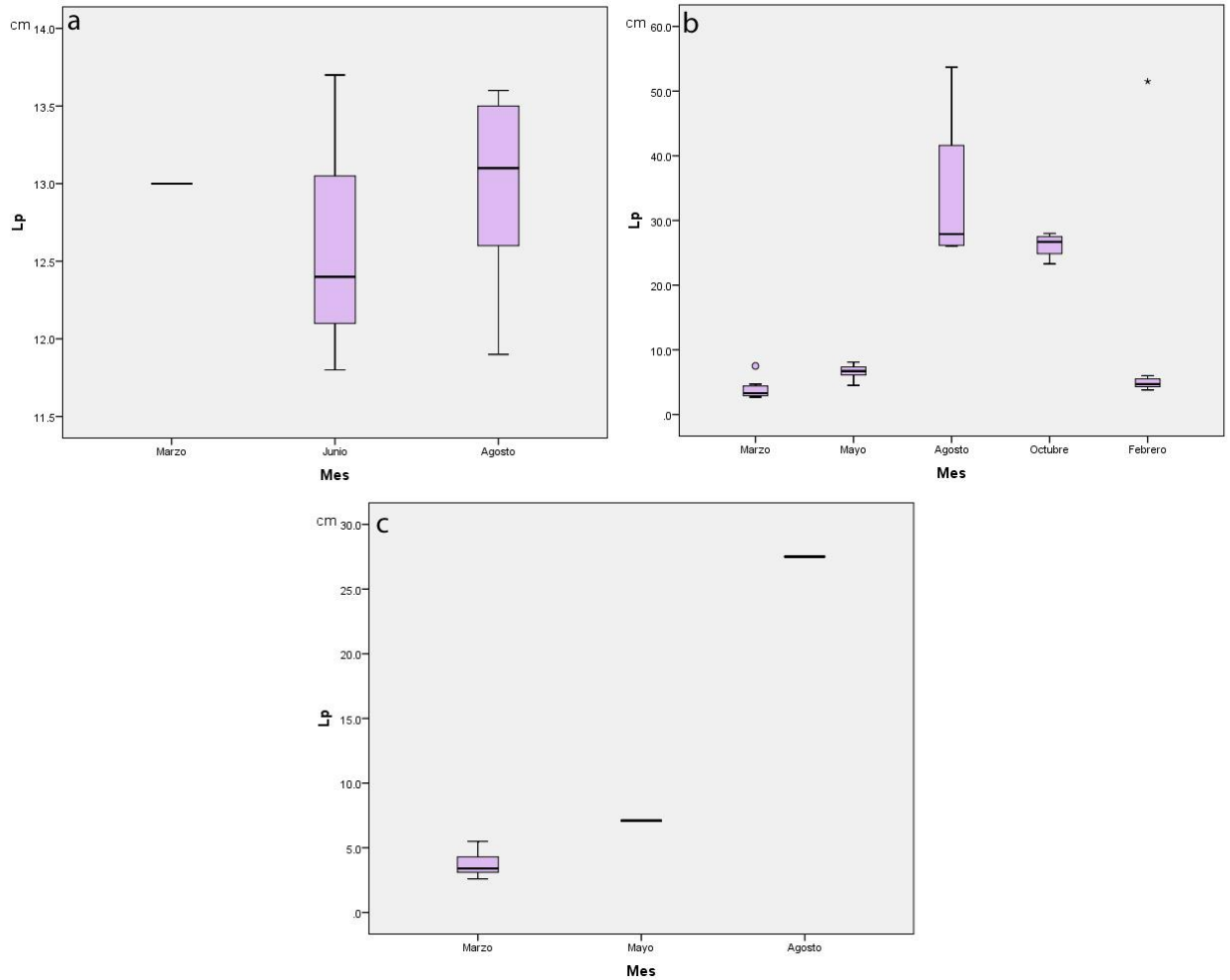


Figura 34. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *C. undecimalis*, recolectados en todo el periodo de muestreo. (a) La Barra, (b) Laguna Grande, (c) Laguna Chica.

La información documentada acerca de la especie *C. undecimalis*, no presenta registro aun de la talla a la que alcanza su madurez sexual (Robins y Ray, 1986), sin embargo se sabe que alcanza longitudes máximas de 140 cm de Lt, registrándose más comúnmente con Lt de 50 cm. La presencia de organismos con tallas de Lp menores a 8.1 cm, en los meses de febrero, marzo y mayo, parece reflejar la posibilidad de un periodo de reproducción al final de la temporada de nortes y mediados de secas, sin estar influenciada por la abertura de barra, ya que dicho evento ocurrió en la temporada de lluvias, cinco meses antes de la recolecta de éstos organismos.

Centropomus parallelus Poey, 1860

Al igual que *C. undecimalis* (Figura 35), posiblemente la especie *C. parallelus* atraviesa por una etapa de reproducción durante los meses de febrero, marzo, y mayo, ya que en éstos meses se recolectaron organismos con tallas alrededor de los 8 cm de Lp. Por lo cual parece que la especie *C. parallelus* no depende de la abertura de barra para su reproducción en la laguna costera Grande.



Figura 35. Fotografía en fresco de la especie *C. parallelus*.

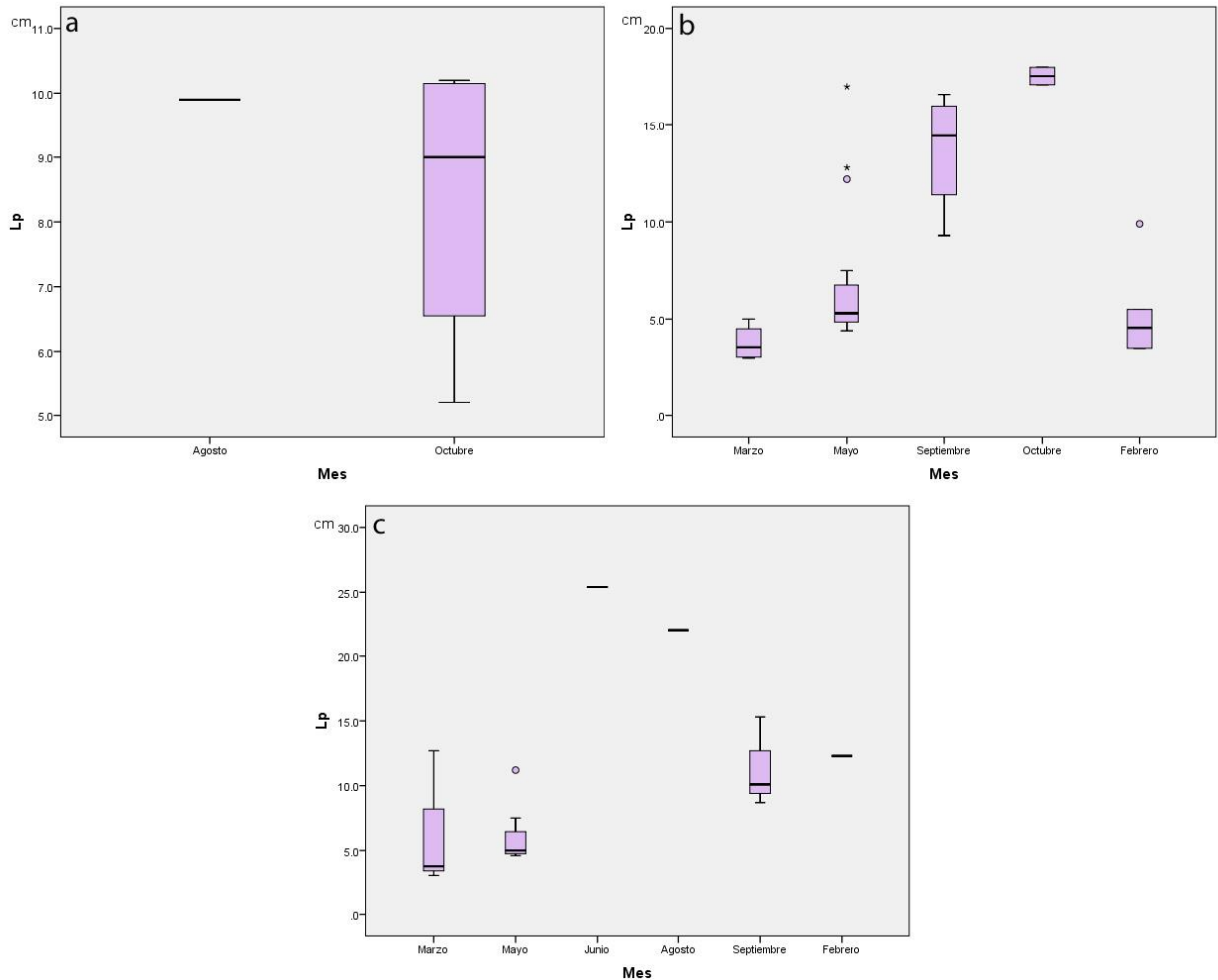
La Barra

La especie *C. parallelus* se recolecto en los meses de agosto con un organismos de 9.9 cm de Lp y, en el mes de octubre, se recolectaron 4 organismos con Lp entre 5.2 y 10.2 cm (Figura 36, a). Es probable que la clase textural arenoso franca, característica de La Barra, tenga influencia sobre la abundancia de esta especie.

Laguna Grande

Se recolecto en los meses de marzo, mayo, septiembre, octubre y febrero con abundancias de 4, 15, 4, 2 y 6 organismos, respectivamente (Figura 36, b). En el mes de marzo se registraron tallas de 3.0, 3.1, 4.0 y 5.0 cm en Lp. El intervalo de tallas en Lp correspondiente al mes de mayo fue 4.4 y 17.0 cm, con mayor frecuencia en tallas de entre 4.4 y 6 cm. Las tallas en Lp de los organismos recolectados en el mes de septiembre fueron 9.3, 13.5, 15.4 y 16.6 cm. La tallas

registradas en el mes de octubre fueron de 17.1 y 18.0 en Lp. En el mes de febrero los organismos fueron de los 3.5 a los 9.9 cm de Lp.



Laguna Chica

(Figura 36, c) En el mes de marzo se recolectaron tres organismos con tallas de Lp de 3.0, 3.7 y 12.7 cm. La abundancia del mes de mayo aumento a siete organismos en un intervalo de tallas entre 4.6 y 11.2 cm en Lp, siendo más frecuentes las menores a 6 cm. Se recolecto un organismo con Lp de 25.4 cm en el mes de junio y otro en el mes de agosto de 22.0 cm. La abundancia en el

mes de septiembre fue de tres organismos con Lp de 8.7, 10.1 y 15.3 cm. En el mes de febrero se recolecto un organismo con Lp de 12.3 cm.

Las tallas menores a los 6 cm de Lp se presentaron con mayor frecuencia en temperaturas ambientales mayores a los 27 °C. Además el mayor porcentaje de organismos se recolecto en suelos con clases texturales de franca a arcillosa. Estas observaciones se confirman con el ACC, ya que las variables de temperatura ambiental y clase textural mostraron relación con la abundancia de *C. parallelus*.

Se tiene documentado que la especie *C. parallelus* alcanza una talla máxima de 72.0 cm en Lt (IGFA, 2001), con tallas más frecuentes de 25.0 cm, sin embargo hace falta información acerca de la talla a la que alcanza su madurez sexual (Fraser, 1978). Cervigón et al., (1992) menciona la preferencia de ésta especie por fondos suaves y poco profundos, lo cual coincide con su presencia en la laguna.

Archosargus probatocephalus (Walbaum, 1792)

La abundancia total de *A. probatocephalus* (Figura 37) fue de 6 organismos en todo el periodo de muestreo fue baja en comparación a otras especies, esto puede deberse a la abertura de malla utilizada en los muestreos, ya que se tiene conocimiento de la presencia de organismos con mayores tallas.



Figura 37. Figura en fresco de la especie *Archosargus probatocephalus*.

Laguna Grande

Se recolectó en los meses de junio, septiembre y octubre (Figura 38, a). En el mes de junio se registró un organismo con 22.3 cm de Lp. La abundancia en el mes de septiembre fue de un organismo con Lp de 10.7 cm. La abundancia aumento en el mes de octubre a cuatro organismos con tallas de 11.6, 12.5, 12.8 y 13.3 cm en Lp.

Laguna Chica

La especie *A. probatocephalus* se recolecto en el mes de febrero con un organismo con talla de 19.6 cm en Lp (Figura 38, b).

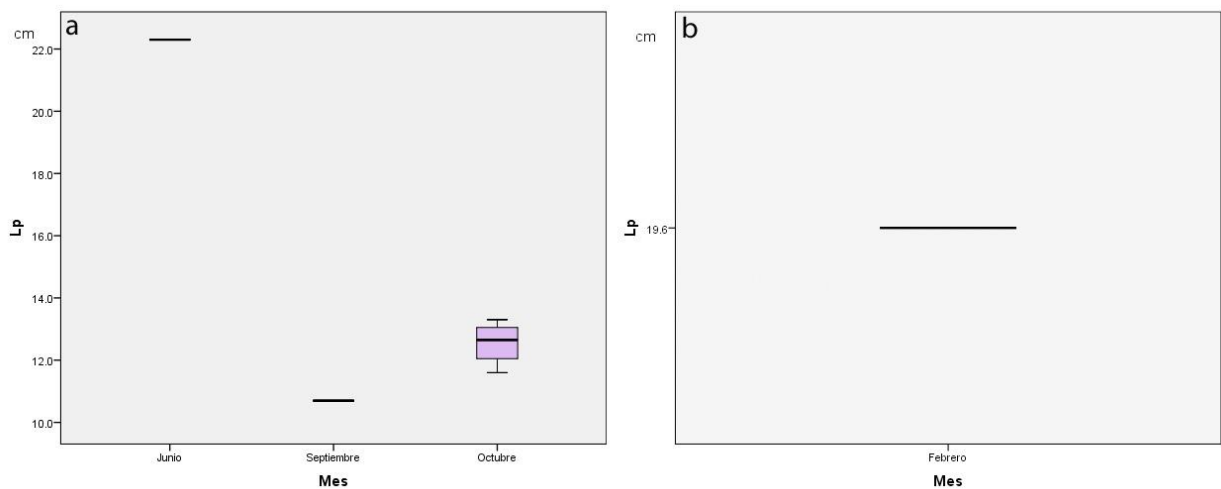


Figura 38. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *A. probatocephalus*, recolectados en todo el periodo de muestreo. (a) La Barra, (b) Laguna Grande.

Randall y Vergara (1978) mencionan que es común encontrar organismos de *A. probatocephalus* con tallas alrededor de los 35.0 cm de Lt, incluso llegando hasta los 91.0 cm (Robins y Ray, 1986). El intervalo de tallas registradas fue de los 11.6 a 19.6 cm en Lp, sin embargo no se sabe si los organismos recolectados se encontraban en estadio adulto, ya que no se cuenta aún con información acerca de la talla en la que alcanza su madurez sexual (Robins y Ray, 1986).

Lutjanus griseus (Linnaeus, 1758)

Los organismos de ésta especie fueron recolectados únicamente en Laguna Grande, por lo que es posible que *L. griseus* (Figura 39) tenga preferencia por esta zona, sin embargo falta la información de organismos adultos, los cuales se sabe son también abundantes en la laguna.



Figura 39. Fotografía en fresco de organismo juvenil de la especie *A. probatocephalus*.

Laguna Grande

Se recolectó en los meses de junio, agosto y octubre (Figura 40). La abundancia en el mes de junio fue de tres organismos con tallas de 21.2 a 22.0 cm en Lp. En el mes de agosto se recolectaron nuevamente tres organismos con tallas de 21.0 a 22.0 cm en Lp. El mes de octubre se registró con una abundancia de cinco organismos en un intervalo de tallas en Lp de 14.0 a 22.2 cm, siendo más frecuentes las tallas menores a 16.0 cm. Los parámetros ambientales no parecen influir en la presencia de la especie.

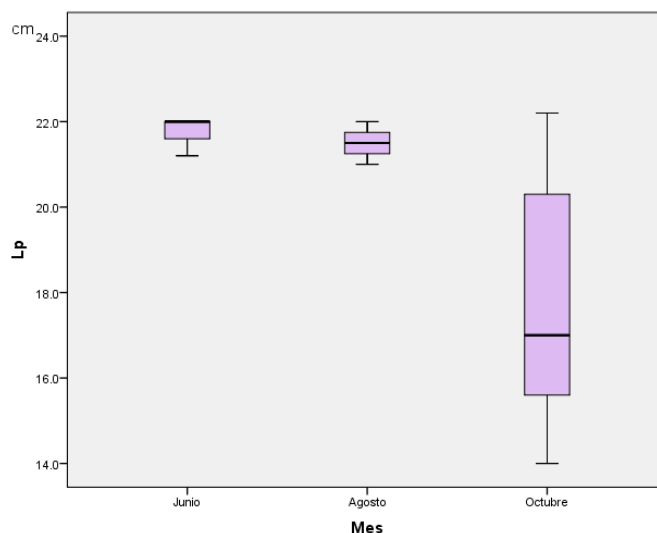


Figura 40. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *A. probatocephalus*, recolectados en todo el periodo de muestreo en Laguna Grande

Se tiene documentado que la talla común en la que se encuentra la especie *L. griseus* es alrededor de los 40.0 cm de Lt, llegando incluso hasta los 89.0 cm, además la talla de Lt en la cual alcanza su madurez sexual es de 32.0 cm (Allen, 1985), lo cual indica que los organismos recolectados se encontraban en estadio juvenil.

Oreochromis mossambicus (Peters, 1852)

Allen, Midgley y Allen (2002) mencionan la preferencia de *O. mossambicus* por fondos lodosos, coincidiendo con la presencia de ésta especie en Laguna Chica, en sedimentos con tipos texturales francos y franco limosos. Debido a que la presencia de organismos juveniles se dio únicamente en el mes de octubre, en el cual se presentó la mayor creciente, es posible que la especie introducida *O. mossambicus* habite los ríos que descargan en la laguna, ya que se ha documentado la presencia de ésta en embalses, ríos, arroyos, desagües, pantanos y estuarios (Trewavas, 1982).

La Barra

Se recolectaron en el mes de octubre cuatro organismos con tallas de 1.6 a 3.6 cm en Lp (Figura 41, a). Es posible que el agua proveniente de las lluvias ocurridas en la temporada y, principalmente en éste mes, permitieran el arribo de *O. mossambicus*.

Laguna Chica

La abundancia total en Laguna Chica fue de dos organismos, uno en el mes de agosto con 29.0 cm de Lp, y el segundo en el mes de octubre con Lp de 27.9 cm (Figura 41, b). Los parámetros ambientales en los meses en los que se recolectaron estos organismos no parecen diferenciarse del resto del muestreo, lo cual indica que no existe influencia de éstos sobre la presencia de la especie.

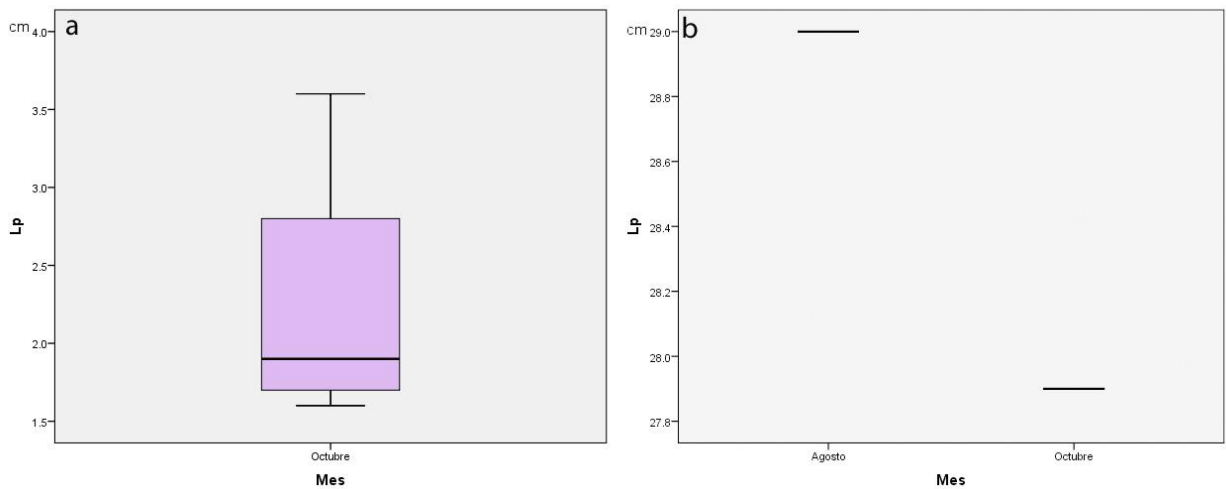


Figura 41. Distribución de las tallas de organismos correspondientes a la especie *O. mossambicus*, recolectados en todo el periodo de muestreo. (a) La Barra, (b) Laguna Chica.

La talla en Lt en la que la especie *O. mossambicus* alcanza su madurez sexual es de 15.4 cm (Trewavas, 1982). De acuerdo con Frimodt (1995), es común registrar tallas de Lt alrededor de los 35.0 cm, sin embargo se han documentado organismos que alcanzan los 39.0 cm en Lt (Wohlfarth y Hulata, 1983). La recolecta de organismos juveniles se limitó a la zona de La Barra, mientras que en Laguna Chica se registraron organismos en estadio adulto.

Especies presentes todo el año

La recolección de una especie de manera constante en todo el periodo de muestreo es un posible indicador de la adaptación de ésta a las variantes constantes de los sistemas lagunar costero. Este grupo de peces se registró en el presente trabajo con la familia Gerreidae con tres especies (*Diapterus auratus*, *Diapterus rhombeus* y *Eucinostomus melanopterus*) y la familia Centropomidae con una especie (*Centropomus parallelus*) (Tabla 5).

Especies como *C. parallelus* y *E. melanopterus* son consideradas anfídomas (Riede, 2004), las cuales poseen la capacidad de penetrar en aguas marinas y dulces sin estar influenciadas por periodos reproductivos, siendo habitantes de aguas salobres en alguna etapa de su vida. Otras especies capaces de tolerar variaciones en la concentración de sales son *D. auratus* y *D. rhombeus* (Cervigón et al., 1992; Randall y Vergara, 1978).

Tabla 5. Abundancia e intervalos de talla en Lp, de especies recolectadas de manera constante en todo el periodo de muestreo.

Especie	SECAS		LLUVIAS		NORTES	
	Abundancia	Lp (cm)	Abundancia	Lp (cm)	Abundancia	Lp (cm)
<i>Centropomus parallelus</i>	19	3.0-17.0	11	5.2-18.0	6	3.5-9.9
<i>Diapterus auratus</i>	60	2.5-13.7	31	4.1-11.5	39	2.6-8.5
<i>Diapterus rhombeus</i>	13	4.7-8.6	42	7.2-9.9	11	2.5-8.4
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	20	3.0-7.9	53	1.5-8.9	6	3.2-7.5

DISCUSIÓN

El estudio de las comunidades ha ido en aumento en los últimos años y se ha planteado la necesidad de entender tres elementos históricos de las comunidades: el origen del lugar, del linaje y de los procesos macroevolutivos (Oyama, 2002). Si bien se han logrado avances en este campo aún es necesario el estudio, no solo de comunidades como una entidad principal, sino también el análisis del comportamiento de las poblaciones que la conforman, las cuales muestran no solo la composición faunística de los ecosistemas, sino también la expresión de la historia evolutiva de los mismos y el resultado de las adaptaciones que llevaron a la presencia de estas especies en tiempo y espacio específico (Halffter y Moreno, 2005).

Los estudios acerca de las poblaciones nos acercan a la solución de incógnitas sobre las interacciones guardadas entre los elementos bióticos y abióticos. Debe considerarse que los resultados obtenidos corresponden al tiempo y espacio en el que se realizó el trabajo, ya que este tipo de ecosistemas pasan por diversos cambios, los cuales impiden una generalidad en la descripción de sus componentes.

Las especies *Centropomus undecimalis* y *Centropomus parallelus* son consideradas especies migratorias, que suelen habitar aguas salobres y trasladarse, principalmente en estadios adultos, hacia aguas marinas. Para el caso particular de Laguna Grande, se sabe que estas especies solían reproducirse en aguas marinas y desovar en la zona cercana a la barra, teniendo los organismos juveniles la oportunidad de entrar a la laguna costera cuando ésta se abriera. Sin embargo los resultados obtenidos en el periodo 2015-2016 muestran que las poblaciones de la laguna tienen la capacidad de pasar por periodos reproductivos exclusivamente dentro de ésta. Esto reafirma que organismos de la misma especie pueden comportarse de manera distinta dependiendo de las condiciones en las cuales habite (Castro et al., 1999); encontrando poblaciones aisladas de una misma especie con características fisiológicas y conductuales que las distinguen de las otras, lo que se conoce como metapoblaciones (López y Becerril, 1999).

La comparación espacial general de los valores de diversidad en Laguna Grande no parece demostrar una independencia entre La Barra, Laguna Grande y Laguna Chica, sin embargo la diferencia entre estos se observó en la comparación a través del tiempo. La variación de las

diversidades en la laguna costera estuvieron determinadas por la presencia de especies abundantes como *Lycengraulis limnichthys* y *Mugil curema*, las cuales variaron de acuerdo a los parámetros ambientales.

La especie *L. limnichthys* tuvo la mayor relevancia, debido a que su hallazgo y el análisis de éste determinó su papel como población principal de elemento forrajero en Laguna Grande. Además de contribuir con información acerca de la especie, de la cual se tiene escaso conocimiento.

De acuerdo con la mayoría de los parámetros ambientales, los puntos espaciales que conforman a Laguna Grande se comportaron de manera similar. Las precipitaciones pluviales alteraron las características del sistema, reflejando variaciones de salinidad, profundidad y tipo textural de sedimentos, lo cual muestra que el aporte de agua epicontinental es el factor principal para la delimitación de tres subsistemas, con interacción constante entre sí, formando un complejo lagunar costero.

Anteriormente la UAM-Xochimilco, en conjunto con la UAM-Iztapalapa y la CONABIO, realizaron un estudio acerca de la relación que guardaba, durante septiembre de 2005 y noviembre de 2006, la variación ambiental con respecto a la diversidad y abundancia de peces en el sistema costero Laguna Grande (Aguirre et. al., 2013). El periodo de recolecta cubrió las tres temporadas climáticas, registrando una riqueza de especies de 22 y diversidades relativamente bajas a través de los meses entre 0.8 y 1.8 bits/ind, éstas comparadas con la riqueza máxima de la laguna. En el presente trabajo se actualizó el listado taxonómico a 47 especies de las cuales 33 no habían sido reportadas para esta laguna (Anexo 1). Además los registros del índice particular de cada mes de recolecta se mantuvieron por debajo del total para la laguna, en un intervalo de 0.4 a 3.2 bits/ind (Anexo 2).

Estudios similares realizados en lagunas costeras de la zona intertropical (Ramírez, 1994; Solano, 2017), reflejan una tendencia de bajas diversidades en comparación con las diversidades máximas. Esto posiblemente indica que una de las características de lagunas costeras es su baja diversidad real en contraste con su diversidad máxima. Expresado de otra manera, las lagunas costeras poseen una elevada riqueza de especies, de las cuales pocas dominan en términos de abundancia. Estos valores altos de dominancia dan como resultado índices relativamente bajos de diversidad.

Las temporadas climáticas documentadas por Aguirre et al. (2013) no parecen coincidir con las características ambientales obtenidas en este trabajo, por lo que se propone un estudio específico de las condiciones ambientales de Laguna Grande. Tentativamente se observó que la temporada de secas ocurrió en los meses de junio y agosto, la temporada de lluvias en los meses de septiembre y octubre y, la temporada de nortes en los meses de febrero a marzo.

Al realizar el análisis de datos, fue evidente la influencia del arte de pesca en la composición ictica obtenida, esto debido a la selectividad que tienen las diferentes redes empleadas en este tipo de estudios. Por lo que es importante tener presente todos los factores con posibilidad de influir en los resultados, ya que se puede llegar a conclusiones erróneas acerca de los sistemas biológicos.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con las variaciones ambientales, se acepta la hipótesis de la existencia de un complejo lagunar costero conformado por los subsistemas La Barra, Laguna Grande y Laguna Chica, los cuales presentan características particulares que los diferencian entre sí y se relacionan de acuerdo con las temporadas climáticas.

El listado taxonómico de Laguna Grande se amplió a 47 especies agrupadas en 33 géneros, 22 familias y 16 órdenes. La familia mejor representada fue Gerreidae con 8 especies.

La riqueza de especies a través de los meses se comportó de manera independiente en cada subsistema. El subsistema La Barra presentó dos picos de mayor riqueza de especies en la temporada de lluvias y nortes, el subsistema Laguna Grande se mantuvo constante a través de los meses y el subsistema Laguna Chica presentó el mayor número de especies en la temporada de nortes.

En el análisis de las especies más abundantes se concluyó que la especie *L. limnichthys* se presentó en temperaturas de agua menores a 29.5 °C y salinidades mayores a 5.5 ‰. Las especies *D. auratus* y *G. oceanicus* se presentaron en amplios intervalos de salinidad de 3 a 13 ‰ y 5.5 a 13 ‰ respectivamente. Además, la presencia de las especies *M. curema* y *M. cephalus* se relacionó con la abertura de barra, influyendo en la abundancia y tallas de éstas, al igual que *C. latus*, presentándose únicamente posterior a ésta.

La presencia de especies con abundancia total de un organismo, como *Erotelis smaragdus*, *Myrophis punctatus*, *Oreochromis niloticus* y *Gerres cinereus* no se relaciona con algún parámetro ambiental; a diferencia de *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*, *Ophichthus gomesii* y *Cetengraulis edentulus*, las cuales se relacionaron con la abertura de barra.

El complejo lagunar costero Grande está influenciado por factores como la precipitación pluvial y la conexión con la zona nerítica, que lo mantienen en constante dinamismo. Por lo cual no es posible una caracterización general del sistema. Sin embargo, son evidentes cambios puntuales en la temporada de lluvias, como la disminución de salinidad, el aumento de profundidad y el aumento de elementos limosos en sedimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-León, A., Pérez-Ponce, H. E. y Díaz-Ruiz, S. (2013). Heterogeneidad ambiental y su relación con la diversidad y abundancia de la comunidad de peces en un sistema costero del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 62 (1), pp. 145-163.
- Allen, G. R. (1985). Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop. *FAO Species Catalogue*, Roma: FAO, 6(125), p. 208.
- Allen, G. R., Midgley, S. H. y Allen, M. (2002). *Field guide to the freshwater fishes of Australia*. Ed. por Western Australian Museum. Western Australia: Perth, p. 394.
- Álvarez-Arellano, A. D. y Gaitán-Morán, J. (1994). *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano: Geología*. Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. Ed. por De la Lanza, G. y Cáceres, C. UABCS: UNAM, pp. 13-74.
- Amador-del Angel, L. E., Guevara-Carrió, E., Brito, R. y Wakida-Kusunoki, A. T (2015). Length-weight relationships of fish species associated with the mangrove forest in the southwestern Terminos Lagoon, Campeche (Mexico). *Journal of Applied Ichthyology*, 31(1), pp. 228-230.
- Arreola Lizárraga, J. A. (2003). *Bases de manejo costero: Patrones ecológicos en la laguna costera Las Guásimas, Territorio Yaqui, México*. Doctorado en Ciencias. Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.
- Arreola-Lizárraga, J. A., Padilla-Arredondo G., Méndez-Rodríguez L. C., Morquecho L., Mendoza-Salgado R., Lechuga-Devéze C., Valenzuela-Quiñones W., del-Refugio López-Tapia M., Acosta-Vargas B., Castillo-Durán J. A., Reyes-Salinas A., Elizalde-Servín C. I., Hernández-Ibarra A., Burrola-Sánchez M. S., Urías-Laborín D. (2008) *Propuestas de Manejo para Tres Lagunas Costeras Prioritarias del Noroeste de México*. Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Disponible en

http://www.inecc.gob.mx/descargas/ord_ecol/2009_lagunas_costeras_noroeste.pdf
[Consultado 24-06-2015].

- Badii, M. H., Castillo, J., Cortez, K., Wong, A. y Villalpando, P. (2007). Análisis de Correlación Canónica (ACC) e investigación científica. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 4(2), México: UANL, San Nicolás, N.L., pp. 405–422.
- Bailey, R.G. (1994). Guide to the fishes of the River Nile in the Republic of the Sudan. *Journal of Natural History*, 28(4), pp. 937-970.
- Ben Tuvia, A. (1986). Mugilidae. En: P. J. P. Ed. por Whitehead, M. L., Bauchot, J. C., Hureau, J., Nielsen y Tortonese E., *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*, Paris: UNESCO, 3, pp. 1197-1204.
- Böhlke, J. E. (1978). Ophichthidae. En: *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*. Ed. por Fischer W., Rome: FAO, 3, p. var.
- Bouchon-Navaro, Y., Bouchon C., Kopp D. y Louis M. (2006). Weight-length relationships for 50 fish species collected in seagrass beds of the Lesser Antilles. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), pp. 322-324.
- Burnes Romo, L. A. (2009). *Estatus taxonómico de Gerres cinereus (Walbaum, 1792), (Teleostei: Gerreidae)*. Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Bussing, W. A. (1995). Gerreidae. Mojarras. *Guia FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Ed. por Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V., Roma: FAO, 3, pp. 1114-1128.
- Castro-Aguirre, J., Espinosa-Pérez, H. y Schmitter-Soto, J. (1999). *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. México, D.F.: Limusa/Noriega.
- Cervigón, F. (1993). Los peces marinos de Venezuela. *Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela*, 2, p. 497.

- Cervigón, F., Cipriani, R., Fischer, W., Garibaldi, L., Hendrickx, M., Lemus, A. J., Márquez, R., Poutiers, J. M., Robaina, G. y Rodríguez, B. (1992). Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. *Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD. Rome: FAO, p. 513.
- Cervigón, F. y Fischer, W. (1979). Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 1. Atlántico centro y suroccidental. *INFOPECSA*. Proyecto FAO/UNDP, SIC/79/1, Roma: FAO, p. 372.
- Claro, R. (1994). Características generales de la ictiofauna. En: *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Ed. por R. Claro. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba and Centro de Investigaciones de Quintana Roo, pp. 55-70.
- Contreras Espinosa, F. (2005). Lagunas costeras de Veracruz. En: *Estrategia para el manejo costero integral*. Ed. por Moreno, P., Peresbarbosa, E., Travieso, A. C. Secc. I-III. México: Instituto de Ecología A. C., pp. 205-227.
- Contreras, E. F. y Castañeda, L. O. (2004). La Biodiversidad De Las Lagunas Costeras. *Ciencias*, 76, pp. 46-56. Disponible en <http://www.revistaciencias.unam.mx/images/stories/Articles/76/CNS07606.pdf> [Consultado 24-06-2015].
- Crisci, J. V. y López-Armengol, M. F. (1983). Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. *OEA. Serie de Biología*. Ed. por Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, U. S., pp. 132.
- Cuadras, C. M. (2014). *Nuevos métodos de análisis multivariante*. Editorial Manacor, España: Barcelona.

- Eccles, D. H. (1992). FAO species identification sheets for fishery purposes. *Field guide to the freshwater fishes of Tanzania*. Preparado y publicado con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (proyecto URT/87/016). Rome: FAO, p. 145.
- Eschmeyer, W. N. y Fong J. D. (2015). Species by family/subfamily in the Catalog of Fishes. *Catalog of Fishes. California Academy of Sciences*.
- Eschmeyer, W y Fricke, R. (2009). *Catalog of Fishes*. Disponible en <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> [Consultado 24-06-2015].
- Eschmeyer, W. N., Herald, E. S. y Hamman, H. (1983). A field guide to Pacific coast fishes of North America. Boston (MA, USA). En: *Houghton Mifflin Company*. XII, p. 336.
- Espinosa Pérez H. (2003). La colección nacional de peces, métodos y usos. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. Departamento de Zoología. Instituto De Biología. UNAM., 6(1), pp. 30-36.
- FAO (2002). *Species Identification Guide For Fishery Purposes And American Society Of Ichthyologists And Herpetologists*. Ed. por Carpenter Kent, E., Roma.
- Flores-Verdugo, F. J., Agraz-Hernández, C. y Benítez-Pardo, D. (2007). Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Sánchez, O. (comp.), México: Instituto Nacional de Ecología, pp. 147-166.
- Fraser, T. H. (1978). Centropomidae. En: *FAO species identification sheets for fishery purposes. West Atlantic (Fishing Area 31)*. Ed. por Fischer, W., Rome: FAO, 1-2, p. var.
- Frimodt, C. (1995). Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. *Fishing News Books*, Inglaterra: Osney Mead, Oxford, p. 215.
- Froese, R. y Pauly, D. (editors) (2016). FishBase. *World Wide Web electronic publication*. Disponible en www.fishbase.org [Consultado 06-2017].

- Giarrizzo, T., Silva, A. J., Lameira, E. C., Araújo, de J. B., Isaac, C. y Saint P. U. (2006). Weight-length relationships for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in Northern Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, pp. 325-327.
- Greenfield, D. W. y Thomerson, J. E. (1997). Fishes of the continental waters of Belize. *University Press of Florida*, Florida, p. 311.
- Halffter, G. y Moreno, C. E. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En: *Sobre diversidades biológicas. El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Ed. por Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. y Melic, A., Zaragoza, España, pp. 5-18.
- Harrison, I. J. (1995). Mugilidae. Lisas. En: *Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Ed. por Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V., Rome: FAO, 3, pp. 1293-1298.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, (54), pp. 427-432.
- Hugg, D. O. (1996). MAPFISH georeferenced mapping database. *Freshwater and estuarine fishes of North America*. Life Science Software. Dennis O. y Steven Hugg, 1278 Turkey Point Road, Edgewater, Maryland, USA.
- IGFA (2001). Database of IGFA angling records until 2001. *IGFA*, Fort Lauderdale, USA.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2000) Capitulo 6 Biodiversidad. *Dirección General de Estadística e Información Ambiental*, pp. 179-209. Disponible en http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/img/cap6.pdf [Consultado 9-11-2016].
- Jiménez-Gutiérrez, S. V. y Elorduy-Garay, J. F. (1999). *Abundancia y estructura comunitaria de peces de arrecife rocoso en la zona de isla Cerralvo, B.C.S., México*. Maestría en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

- Jost, L. y González-Oreja, J. A. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica Lilloana*, 56 (1-2), pp. 3–14.
- Keith, P., Le Bail, P. Y. y Planquette, P. (2000). Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome 2, Fascicule I: Batrachoidiformes, Mugiliformes, Beloniformes, Cyprinodontiformes, Synbranchiformes, Perciformes, Pleuronectiformes, Tetraodontiformes. *Collection Patrimoines Naturels*, Paris: Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, 43(I), p. 286.
- Kullander, S. O. y Ferraris Jr., C.J. (2003). Family Engraulididae (Anchovies). En: *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Ed. por Reis, R. E., Kullander, S. O. y Ferraris Jr., C. J., Porto Alegre, Brasil: EDIPUCRS. pp. 39-42.
- Lankford, R. R. (1977). Coastal lagoon of Mexico: Their origin and classification. En: *Estuarine Processes*. Ed. por Wiley M. Academic Press Inc, New York, pp. 182-215.
- López-Pérez, R. A. y Becerril-Morales, F. (1999). ¿Meta ... qué? ¡Metapoblación!. *Ciencia y Mar*, Universidad del Mar, 3 (9), pp. 29-35.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. *Princeton University Press*, New Jersey, p. 179.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T–Manuales y Tesis SEA*, 1, Zaragoza, p. 84.
- Moreno-Sáez, A. y Trillo-del Pozo, D. (2001). El análisis de correlación canónica como instrumento para la evaluación de la eficiencia. *Documentos de Trabajo de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, (21), Universidad Complutense Madrid. Disponible en <http://eprints.ucm.es/6743/1/0121.pdf> [Consultado 18-11-2016].
- Nelson, J. S., Grande, T. y Wilson, M. V. H. (2016) *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, Inc. Quinta edición. Nueva York, E. U. A.
- Núñez-Colín. A. y Escobedo-López D. (2011). Uso Correcto del Análisis Clúster en La Caracterización de Germoplasma Vegetal. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), pp. 415-427.

- Oyama, K. (2002). Nuevos paradigmas y fronteras en ecología. *Ciencias*, 67, pp. 20-31. Disponible en <http://www.revistaciencias.unam.mx/images/stories/Articles/67/CNS06703.pdf> [Consultado 25-10-2017].
- Pascual Jiménez, C. (2011). *Adaptaciones fisiológicas de los animales acuáticos (principalmente los peces y crustáceos) frente a los estresores físicos, químicos, geológicos y biológicos en sistemas marinos y dulceacuícolas*. Ensayo de examen predoctoral. Disponible en http://intranet.sisal.unam.mx/material_apoyo_files/2%20Ensayo%20predoctoral%20sobre%20adaptaciones%20fisiologicas.pdf [Consultado 27-06-2015].
- Peluso, M. L. (2011). *Evaluación de efectos biológicos y biodisponibilidad de contaminantes en sedimentos del Río de la Plata y afluentes*. Doctorado. Centro de Investigaciones del Medio Ambiente, CIMA, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de la Plata Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Exactas.
- Pérez-Maque, O., Muñoz-Villers, L., Vázquez, G., Equihua, M. E., y León, P. (2011). Hidrología. En: *La Biodiversidad en Veracruz: Estudio del Estado*. Ed. por Cruz, A., México: CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, UV, INECOL, pp. 289-292.
- Pezold, F. (2004). Redescrptions and synonymies of species of the American-west African genus *Gobionellus* (Teleostei: Gobiidae) with a key to species. *Copeia*, (2), pp. 281-297.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la Riqueza. *INCI*. 31 (8), pp. 583-590. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008 [Consultado 29-06-2015].
- Pulido Hernández, A. (2007). Estadística para la Biología y la Ecología. *Estadística descriptiva, univariada y multivariada*. Universidad de Bogotá. Jorge Tadeo Lozano. Disponible en <http://www.geocities.ws/biologiamar/productos/bioestadistica.pdf> [Consultado 23-06-2015].

- Ramírez Villarroel, P. (1994). Estructura de las comunidades de peces de La Laguna de Raya, Isla de Margarita, Venezuela. *Ciencias Marinas*, 20(1), México: Universidad Autónoma de Baja California Ensenada, pp. 1-26.
- Randall, J. E. y Vergara R., R. (1978). Gerreidae. En: *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Ed. por Fischer W., Western Central Atlantic (Fishing Area 31), 2, p. var.
- Randall, J. E. y Vergara, R. (1978). Sparidae. En: *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Ed. por Fischer W. Western Central Atlantic (Fishing Area 31). Roma: FAO, 5, p. var.
- Riede, K. (2004). *Global register of migratory species - from global to regional scales*. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany, p. 329.
- Robins, C. R. y Ray, G. C. (1986). *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. Houghton Mifflin Company, Boston, U. S. A. p. 354.
- Sandoval-Estrada, M., Dörner-Fernández, J., Seguel-Seguel, O., Cuevas Becerra J. y Rivera Salazar, D. (2011) *Métodos de Análisis Físico de Suelos*. Sociedad chilena de la ciencia del suelo. Chile.
- Segnini, S. (1995). Medición de la diversidad en una comunidad de insectos. *Boletín de Entomología Venezolana*. 10 (1), pp. 105-113.
- Shannon, C. E. (1948) "A mathematical theory of communication", *Bell System Teach J.*, (27), pp. 379-423, 623- 656
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, pp. 163-668.
- Solano Mendoza, F. G. (2017) *Estructura de las comunidades de peces y aves en un humedal costero: Estudio base para la conservación de la biodiversidad de la costa de Yucatán*. Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

- Thomson, J. M. (1990). Mugilidae. En: *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. Ed. por Quero, J. C., Hureau, J. C., Karrer, C., Post, A. y Saldanha, L., Lisbon: JNICT, Paris: SEI y Paris: UNESCO, 2, pp. 855-859.
- Toledo Ocampo, A. (2005). Marco conceptual: caracterización ambiental del golfo de México. En *Golfo de México: contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. Ed. por Botello, A., Rendón, J., Gold, G. y Agraz, C. México: Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología, pp. 25-52.
- Trewavas, E. (1982). Tilapias: taxonomy and speciation. En: *The biology and culture of tilapias*. Ed. por Pullin, R. S. V. y Lowe McConnell, R. H., ICLARM, Conf. Proc. 7, pp. 3-13.
- Trewavas, E. (1983). Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. *British Museum Natural History*, London, UK., p. 583.
- Vega-Cendejas, M. E. y Hernández-de Santillana, M. (2011). Peces de sistemas lagunares y Ciénegas. En: *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. Ed. por Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. México: Dirección de Recursos Naturales, pp. 157-158.
- Whitehead, P. J. P., Nelson, G. J. y Wongratana, T. (1988). Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. *FAO Species Catalogue*, FAO Fish. Synop. 125(7/2):305-579. Roma: FAO, 7.
- Wiener, N. (1948). *Cybernetics*. Wiley, New York, p. 194.
- Wohlfarth, G. W. y Hulata, G. (1983). *Applied genetics of tilapias*. Segunda edición. Editorial ICLARM, Stud. Rev. (6), p. 26.
- Yáñez-Arancibia, y Nugent, R. S. (1977). El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 4, pp. 107-144. Disponible en <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1977-1/articulo24.html> [Consultado 23-06-2015].

ANEXOS

Anexo 1. Listado de especies con la etiqueta respectiva, así como su presencia a través de los meses.

Etiqueta	Especie	Marzo	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	Octubre	Febrero
Mp	<i>Myrophis punctatus</i> *		X					
Og	<i>Ophichthus gomesii</i> *						X	
Llim	<i>Lycengraulis limnichthys</i> *	X	X			X	X	X
Ced	<i>Cetengraulis edentulus</i> *						X	
Bg	<i>Brevoortia gunteri</i> *			X	X	X	X	
Bp	<i>Brevoortia patronus</i> *				X			
Af	<i>Ariopsis felis</i> *						X	X
Cag	<i>Cathorops aguadulce</i> *	X	X		X	X		X
Bgi	<i>Batrachoides gilberti</i> *		X			X		
Dm	<i>Dormitator maculatus</i>		X					
Esm	<i>Erotelis smaragdus</i> *	X						
Gd	<i>Gobiomorus dormitor</i>	X	X			X	X	X
Gm	<i>Gobiomorus maculatus</i> *	X						
Gbr	<i>Gobioides broussonnetii</i> *	X	X				X	X
Go	<i>Gobionellus oceanicus</i>	X	X			X	X	X
Mc	<i>Mugil cephalus</i> *		X	X	X		X	
Mcu	<i>Mugil curema</i>	X	X		X		X	X
Mh	<i>Mugil hospes</i> *						X	
Mur	<i>Mayaheros urophthalmus</i> *						X	
Om	<i>Oreochromis mossambicus</i> *				X		X	
On	<i>Oreochromis niloticus</i>			X				
Am	<i>Atherinella marvelae</i> *		X			X		X
Sm	<i>Strongylura marina</i> *	X	X				X	X
Sn	<i>Strongylura notata notata</i> *		X					X
Pm	<i>Poecilia mexicana</i> *		X					
Cl	<i>Caranx latus</i> *		X				X	
Cm	<i>Citharichthys macrops</i> *							X
Csp	<i>Citharichthys spilopterus</i>	X	X	X		X		X
Al	<i>Achirus lineatus</i>	X	X			X	X	X
Ssc	<i>Syngnathus scovelli</i> *	X	X					
Cp	<i>Centropomus parallelus</i>	X	X	X	X	X	X	X
Cu	<i>Centropomus undecimalis</i>	X	X	X	X		X	X
Da	<i>Diapterus auratus</i>	X	X	X	X	X	X	X
Dr	<i>Diapterus rhombeus</i>	X	X	X	X	X	X	X

Ear	<i>Eucinostomus argenteus</i> *				X			
Eg	<i>Eucinostomus gula</i> *					X		
Eha	<i>Eucinostomus harengulus</i> *		X		X			
Eme	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	X	X	X	X	X	X	X
Ep	<i>Eugerres plumieri</i>	X	X	X	X		X	X
Gc	<i>Gerres cinereus</i> *			X				
Lg	<i>Lutjanus griseus</i> *			X	X		X	
Poc	<i>Polydactylus octonemus</i> *			X				
Bch	<i>Bairdiella chrysoura</i> *		X		X			X
Br	<i>Bairdiella ronchus</i> *	X	X			X	X	
Mf	<i>Micropogonias furnieri</i> *				X			X
Mu	<i>Micropogonias undulatus</i> *		X					X
Apr	<i>Archosargus probatocephalus</i>			X		X	X	X

*Especies agregadas al listado taxonómico de Laguna Grande, Veracruz, México.

Anexo 2. Valores de equidad y dominancia correspondientes a cada subsistema a través de los meses.

		λ	D_{simp}	H'	H'_{max}	J'	N_0	N_1	N_2
MARZO	LB	1.0	0.0	0.4	2.3	0.19	5	1	1
	LG	0.5	0.5	1.7	4.2	0.40	18	3	2
	LC	0.8	0.2	0.8	3.3	0.24	10	2	1
MAYO	LB	0.6	0.4	1.4	3.9	0.35	16	3	2
	LG	0.5	0.5	1.8	4.3	0.42	20	4	2
	LC	0.6	0.4	1.3	3.8	0.34	14	2	2
JUNIO	LB	0.3	0.7	2.2	2.8	0.79	7	5	3
	LG	0.2	0.8	2.3	2.6	0.87	6	5	4
	LC	0.3	0.7	2.0	2.3	0.86	5	4	3
AGOSTO	LB	0.6	0.4	1.2	2.3	0.53	5	2	2
	LG	0.2	0.8	2.7	3.5	0.78	11	7	4
	LC	0.2	0.8	2.7	3.0	0.89	8	6	5
SEPTIEMBRE	LB	0.6	0.4	1.3	3.2	0.40	9	2	2
	LG	0.9	0.1	0.6	3.5	0.16	11	1	1
	LC	0.8	0.2	0.8	3.0	0.25	8	2	1
OCTUBRE	LB	0.5	0.5	1.3	3.9	0.34	15	3	2
	LG	0.1	0.9	3.2	3.5	0.92	11	9	8
	LC	0.5	0.5	1.0	1.0	1.00	2	2	2
FEBRERO	LB	0.9	0.1	0.4	3.0	0.12	8	1	1
	LG	0.7	0.3	1.0	4.2	0.24	18	2	1
	LC	0.8	0.2	0.6	2.8	0.23	8	2	1

