



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
BIOLOGÍA MARINA

Análisis de la reproducción del chihuil prieto *Cathorops liropus* (Bristol, 1896) en el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

PRESENTA:
BIOL. KAREN ALINE CRUZ GONZÁLEZ

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Felipe Amezcua Linares (ICMyL, UNAM)

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:
Dr. Arturo Carranza Edwards (ICMyL, UNAM)
Dra. Edna Naranjo García (IB, UNAM)
Dr. Abraham Kobelkowsky Díaz (UAM-I)
Dr. Luis Héctor Hernández Hernández (FES I, UNAM)

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., octubre 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.

A la vida que me condujo por caminos misteriosos, a veces indescifrables hasta encontrar mi pasión, mi motivo, mi luz, llamada Biología, teniendo el placer de navegar en el mar infinito de su ciencia.

“Por que al ser el agua la fuerza motriz de la naturaleza, hace inadecuado llamar Tierra a un planeta que claramente es océano”. Leonardo da Vinci y Arthur C. Clarke.

AGRADECIMIENTOS

El obtener el grado de Maestría no ha sido nada fácil, existieron mucho obstáculos que se aparecieron en el camino, y para vencerlos conte con el apoyo de algunas personas, que con su guía y consejos, me aportaron las herramientas para conseguirlo.

Primeramente, quiero agradecer al DR. FELIPE AMEZCUA LINARES, quién dirigió este trabajo, por su confianza, por darme la oportunidad de aprender, de pulir mis capacidades, siendo más que un tutor, una guía, un maestro, un amigo, alguien que sin lugar a dudas con su experiencia tanto académica como personal, me ayudo a hacer realidad uno de mis más grandes logros. A él mi total admiración, mi respeto y aprecio.

Para continuar, agradezco a la M. EN C. ZOILA CASTILLO RODRÍGUEZ, por su labor en la colecta y posterior aportación de todos los organismos, así como, el registro de parámetros ambientales del sistema, que en conjunto hicieron posible esta investigación.

Por otra parte, agradezco a cada uno de los miembros de mi COMITÉ TUTORAL: Dr. Arturo Carranza, Dra. Edna Naranjo, Dr. Abraham Kobelkowsky y Dr. Luis Hernández; por sus críticas constructivas, experiencia y otros consejos, que me permitieron fortalecer mis capacidades como académica y realizar un mejor trabajo.

Así mismo, a la M. EN C. MARTHA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, pues gracias a ella elegí la Ictiología y en especial, la reproducción, como mi línea de investigación, sin duda su ejemplo fue un punto clave en mi formación como Bióloga y lo sigue siendo ahora como Maestra.

En relación a MI FAMILIA sólo puedo darles las gracias por su apoyo moral, emocional e incluso económico, en este proyecto, por creer en mí, por ser una de mis mayores fortalezas en la vida, por acompañarme siempre, por su cuidado, por su cariño, por su comprensión, por darme las bases que me convirtieron en la mujer que soy: fuerte, inteligente, tenaz y con la capacidad de hacer sus sueños realidad.

También, quiero agradecer a un hombre que me acompañó desde el inicio de este sueño, y que, al confiar en mí, me hizo creer que podría lograrlo, y aquí estoy, al fin en la meta, pero no en el final del camino, gracias a ti, mi amigo, colega, y pareja, por estar siempre, por no dejarme dudar, por ser el AMOR de mi existencia, gracias.

Por último, mi agradecimiento para la UNAM y en especial, al ICMYL por abrirme sus puertas complementando mi formación académica (Bióloga marina), sin olvidar a la UAM-X, mi alma máter; ambas cómplices de mi pasión por la Biología.

RESUMEN

El sistema Teacapán-Agua Brava, posee una gran riqueza biológica, en la que destaca la ictiofauna que se compone de más de 76 especies, entre las que se han identificado 18 como especies-tipo o dominantes, una de ellas es *Cathorops liropus*, la cual es endémica de la Provincia mexicana, es un bagre que se caracteriza por presentar un modelo reproductivo especializado en la incubación orobranquial y cuya morfología lo vuelve susceptible a ser capturado por cualquier tipo de arte de pesca. El muestreo se realizó entre los meses de enero, mayo, junio, septiembre, noviembre y diciembre correspondientes a los años de: 1979, 1980, 1984, 1985, 1986, 1987 y 1990, en el que se recolectaron los organismos con diferentes artes de pesca: red de arrastre, chinchorro, red agallera y atarraya, en 17 estaciones a lo largo del sistema. Posteriormente, se identificaron 516 ejemplares de la especie, se midieron y pesaron individualmente, registrando su sexo y la madurez. En cuanto al estado de madurez gonádica: en el estadio I (232 ind.), el estadio II (83 ind.), el estadio III (138 ind.) y el estadio IV (63 ind.); siendo las hembras en su mayoría III y en los machos predominó el estadio I. La talla promedio que se registró fue de 168.2mm L.T., con un rango de 95-302mm L.T. De acuerdo a la talla de primera madurez, se presentó entre 171-175mm de L.T. Mientras que, se estableció una proporción de sexos de 1.03:0.97 (M:H). El modelo peso/talla se integró con los parámetros $a = 3 \times 10^{-5}$, $b = 2.936$ con una correlación de 0.93, correspondiente a un crecimiento alométrico negativo. El valor del Factor de condición promedio presentó un pulso mayor en junio y en diciembre con 5×10^{-5} y 4×10^{-5} respectivamente, por su parte, el Factor de condición relativo (K), demostró que las hembras presentaron una mejor condición. En lo que respecta al periodo reproductivo, se estableció durante mayo-junio; esto de acuerdo al factor de condición promedio, la frecuencia de hembras maduras (71.59%) y los valores del IGS (0.75%) e IHS (0.68%) que registraron sus valores más altos en este periodo, excepto el IHS cuyo comportamiento fue inverso. Finalmente, la fecundidad, demostró una correspondencia con la estrategia reproductiva de la especie (k), registrando 11 ovocitos/hembra con un diámetro promedio de 6.08mm; teniendo que la talla y el peso no determinaron dicha fecundidad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS PARTICULARES.....	4
ANTECEDENTES	5
ÁREA DE ESTUDIO	6
METODOLOGÍA	10
ACTIVIDADES DE CAMPO	10
ACTIVIDADES DE LABORATORIO	11
DETERMINACIÓN DEL SEXO Y MADUREZ GONÁDICA	11
ESTRUCTURA DE TALLAS	12
TALLA DE PRIMERA MADUREZ.....	12
PROPORCIÓN DE SEXOS	13
RELACIÓN TALLA-PESO	13
PERIODO REPRODUCTIVO.....	14
Índice Gonadosomático (IGS)	15
Índice Hepatosomático (IHS).....	15
FECUNDIDAD.....	15
RESULTADOS	17
MADUREZ GONÁDICA.....	17
ESTRUCTURA DE TALLAS	19
TALLA DE PRIMERA MADUREZ.....	23
PROPORCIÓN DE SEXOS	24
RELACIÓN TALLA-PESO	26
FACTOR DE CONDICIÓN	28
PERIODO REPRODUCTIVO.....	31
Índice Gonadosomático (IGS)	32
Índice Hepatosomático (IHS).....	33
SITIOS DE REPRODUCCIÓN	34

CARACTERIZACIÓN DEL PERIODO REPRODUCTIVO	36
FRECUENCIA DE HEMBRAS MADURAS EN RELACIÓN AL AMBIENTE.	39
CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS DE REPRODUCCIÓN	40
FECUNDIDAD.....	45
DISCUSIÓN.....	49
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	68
LITERATURA CITADA.....	69

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas costeros se caracterizan por ser ambientes con alta productividad, proveer servicios de protección, crianza y fuente de alimentación para un gran número de especies, regulación del clima y poseer una enorme abundancia en recursos pesqueros (Lara-Lara *et al.* 2008).

Específicamente, los peces son el componente ecológico más sobresaliente de estos ecosistemas por los recursos alimenticios que la mayoría representan; así mismo, manifiestan muchas interacciones que incluyen migraciones por apareamiento, desove, alimentación, protección, alevinaje y depredación. Por lo tanto, las relaciones son muy heterogéneas, lo que se traduce en una cantidad considerable de pautas ecológicas de acuerdo con el ciclo de vida de los organismos que se encuentren asociados a estos (Contreras, 2010).

En el estado de Nayarit, uno de los más importantes sistemas estuarino-lagunares, en términos de extensión es el de Teacapán-Agua brava, que abarca un área aproximada de 14,578ha (Valdez-Hernández *et al.* 2009); está integrado por el estero de Teacapán, la laguna de Agua Brava y la boca de Cuautla, tiene bosques de manglar, elevada productividad y producción camaronera; esta última se incrementó con la apertura del Canal de Cuautla (boca artificial) que comunica a la laguna con el océano, propiciando así su desarrollo y de manera conjunta cambios en las condiciones ambientales (Ochoa *et al.* 2012; Álvarez-Rubio *et al.* 1986).

No obstante, el sistema conserva una gran riqueza biológica, en la que destaca la ictiofauna que se compone de más de 76 especies, aunque la mayoría son visitantes ocasionales y sólo una cantidad reducida se puede considerar como residente del sistema; se han identificado 18 como especies-tipo o dominantes, por su amplia distribución, alta abundancia y notable frecuencia (Amezcu-Linares *et al.* 1992).

Entre las especies dominantes, dos pertenecen a la Familia Ariidae (*Cathorops liropus* y *Sciades guatemalensis*), que en su totalidad está conformada por 14 géneros y aproximadamente 150 especies; las cuales se caracterizan por ser neríticas-demersales y la mayoría son marinas. Se trata de bagres, peces de talla mediana a grande, de cuerpo alargado y robusto, cabeza cónica, redondeada y achatada, con dos, cuatro o seis tentáculos y el dorso parcialmente cubierto por un escudo óseo (Olivares, 1997; Betancur-R, 2009; Amezcu-Linares, 2009; Ayala-Pérez *et al.* 2015).

Las especies de la Familia Ariidae se distribuyen desde el océano (a una profundidad de hasta 100m) hasta aguas salobres y dulces de las regiones tropicales y templadas del mundo, mientras que, los bagres del centro-oriental del Pacífico, se encuentran confinados a zonas costeras, siendo abundantes en áreas de manglar y estuarios (Fischer *et al.* 1995; Ayala-Pérez *et al.* 2015); tal es el caso de *Cathorops liropus* la cual es endémica de la Provincia mexicana, tiende a formar pequeños

cardúmenes de talla similar, además de ser un consumidor de segundo orden (omnívoro) y tolera amplios cambios de temperatura y salinidad (Amezcu-Linares, 2009, Froese y Pauly, 2015).

La Familia Ariidae, y en especial *Cathorops liropus* se distingue presentar un modelo reproductivo especializado, en el que las hembras depositan un número reducido de huevos (estrategia k) que después de la fecundación, son incubados por el macho dentro de la cavidad orobranquial hasta el momento de la eclosión y reabsorción del saco vitelino (Amezcu y Muro-Torres, 2012).

Según Maldonado (2004), los caracteres asociados a la estrategia k son la maduración tardía, bajo índice de crecimiento individual, baja fecundidad y descendientes de gran tamaño; además se consideran organismos que ocupan un medio dominado por la competencia trófica y espacial. De ahí su importancia ecológica ya que se encuentran cercanamente relacionados con procesos físicos y con la heterogeneidad ambiental (Sánchez, 2011).

Es por esto que, *Cathorops liropus* ocupa un lugar relevante en el sistema, aunado a que su morfología lo vuelve susceptible a ser capturado por cualquier tipo de arte de pesca (red de arrastre, agallera y atarraya), ya sea dirigida o incidental como una especie frecuente dentro de la fauna acompañante del camarón (Amezcu-Linares, 2009; Tenorio-Colín, 2010; López-Martínez *et al.* 2010).

A pesar de ello, existe poca información sobre esta especie, por lo cual es importante realizar estudios biológicos y ecológicos pues serán la base para un mejor aprovechamiento del recurso y administración adecuada de la zona costera. Por lo anterior, este trabajo tiene como objetivo principal analizar la reproducción y madurez gonádica del chihuil prieto *Cathorops liropus*.

JUSTIFICACIÓN

Dentro del sistema lagunar Teacapán- Agua Brava, *Cathorops liropus* es considerada una de las especies dominantes debido a su frecuencia, densidad y biomasa, por lo tanto, el impacto que tiene en el ecosistema es relevante, siendo un importante eslabón en el proceso de conducción, intercambio, almacenamiento y transformación de energía; así mismo, se encuentra contemplada como una especie frecuente dentro de la fauna acompañante en la pesca del camarón en el Golfo de California. Sin embargo, el conocimiento que se tiene acerca de la misma es escaso, por ello es importante realizar estudios biológicos y ecológicos, incluyendo los aspectos reproductivos tales como el estadio de madurez gonádica, la talla de primera madurez, el periodo reproductivo y la fecundidad; estos no sólo serán una aportación a dicho conocimiento, sino que además permitirán sustentar las actuales y futuras medidas administrativas como los mecanismos de regulación de la actividad pesquera y la conservación de esta y otras especies del sistema.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la reproducción y madurez gonádica del chihuil prieto *Cathorops liropus* (Bristol, 1896) en el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la etapa de madurez gonádica de cada organismo, la talla de primera madurez y la proporción de sexos.
- Estimar los factores de condición promedio y relativo, que caracterizan el estado fisiológico del pez.
- Establecer el periodo reproductivo durante un ciclo anual en el sitio de muestreo.
- Evaluar la fecundidad que corresponde a su estrategia reproductiva.

ANTECEDENTES

En el sistema Teacapán- Agua Brava se han realizado diversas investigaciones entre los cuales se incluyen los referentes a vegetación circundante y bosques de manglar (Rollet, 1974), corrientes y mareas (Cepeda, 1977), hidrología (Núñez-Pasten, 1973; Gómez-Aguirre, 1970), ecología (Tirado, 1976; Yáñez-Arancibia y Nugent, 1975), prospección ictiológica (Carranza y Amezcua-Linares, 1971; Amezcua-Linares, 1972; González-Díaz y Soria-Barrato, 2013) estructura de la comunidad de peces y ecología (Álvarez-Rubio *et al.* 1986), sobre contaminación (Flores-Ventura, 1984) y traslape de nicho (Álvarez-Rubio *et al.* 1988).

Respecto a la familia Ariidae (incluyendo al género *Cathorops*) destacan por su importancia los estudios relacionados con: Hábitos alimenticios (González, 1972; Melchor-Aragón, 1980; Aragón, 1989; Kobelkowsky y Castillo-Rivera, 1995; Ortega *et al.* 1996a; Olivares, 1997; Mendoza-Carranza, 2003; Moreno, 2004; Ayala-Pérez *et al.* 2008), Relaciones biométricas (González, 1972; Aragón, 1989; Ortega *et al.* 1996b; Costa de Acevedo *et al.* 1998; González y Santos, 2000; Galindo, 2002; Ayala-Pérez *et al.* 2008; Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt 2005; Londoño y Hurtado, 2010; Tovar *et al.* 2013; Segura-Berttolini y Mendoza-Carranza, 2013), Sistemática (Fischer *et al.* 1995; Acero & Betancur-R, 2002; Amezcua-Linares, 2009; Tenorio-Colín *et a.* 2010) y Ecología (González, 1972; Yáñez-Arancibia *et al.* 1976; Aragón, 1989; Núñez-Orozco *et al.* 2013).

En cuanto a la Talla de primera madurez (González, 1972; Mishima y Tanji, 1983; Aragón, 1989; Tijero *et al.* 1998; Moreno, 2004; Ayala-Pérez *et al.* 2008; Amezcua-Linares, 2009; Amezcua y Muro-Torres, 2012), Proporción de sexos (Aragón, 1989; Moreno, 2004; Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt, 2005; Ayala-Pérez *et al.* 2008; Amezcua y Muro Torres, 2012; Caballero-Chávez, 2013), Factor de condición (Aragón, 1989; Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt, 2005; Ayala-Pérez *et al.* 2008; Amezcua y Muro-Torres, 2012), Periodo reproductivo (González, 1972; Melchor-Aragón, 1980; Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1988; Aragón, 1989; Rojas *et al.* 1994; Mexicano-Cíntora, 1995; Ayala-Pérez *et al.* 2008; Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt, 2005; Caballero-Chávez, 2013; Segura-Berttolini y Mendoza-Carranza, 2013) y Fecundidad (Rimmer y Merrick, 1982; Rojas *et al.* 1994; Costa de Acevedo *et al.* 1998; Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt, 2005; Amezcua y Muro-Torres, 2012; Segura-Berttolini y Mendoza-Carranza, 2013).

Sin embargo, dentro de las investigaciones antes mencionadas, sólo algunas toman en cuenta a la especie del presente estudio, *Cathorops liropus* (González, 1972; Melchor-Aragón, 1980; Aragón, 1989; Olivares, 1997; Amezcua-Linares, 2009).

ÁREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar de Teacapán-Agua Brava forma parte del corredor de humedales costeros de Marismas Nacionales, se localiza entre los 22° 04' y 22° 35' N y los 105° 20' y 105° 50' W (Ochoa *et al.* 2012; Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2007) (Fig. 1); está limitado al norte por el estero del Mezcal y la laguna de Agua Grande en Sinaloa; y al sur por las marismas de Canoa y la laguna Pericos en Nayarit (Amezcu-Linares, 1972).

Se divide en cuatro regiones geográficas (Amezcu-Linares *et al.*, 1992):

- Boca de Teacapán (estaciones: 1. Boca de Teacapán, 2. el Palmar y 3. el Conchal) es un canal perpendicular a la costa, con una profundidad máxima de 10m.
- Canal del estero (estaciones: 4. Arenitas, 5. Tecualilla, 6. Santa Rita, 7. el Mogote, 8. Jabalí, 9. Tapo curvinas, 10. Tapo billete, 11. Corcovadas), es un canal angosto paralelo a la línea de la costa, separado del océano por una barra arenosa, con profundidad máxima de 4m.
- Laguna de Agua Brava (estaciones: 12. Punta morena, 13. Punta del Burro, 14. Rincón del Burro, 15. Gavilán y 16. el Comején), es un embalse somero cuyo eje mayor se orienta diagonalmente a la línea de la costa, de la cual se separa por una franja de terrenos bajos.
- Boca de Cuautla (estación: 17. Boca de Cuautla), es un canal artificial abierto en 1977, que comunica a la laguna con el océano.

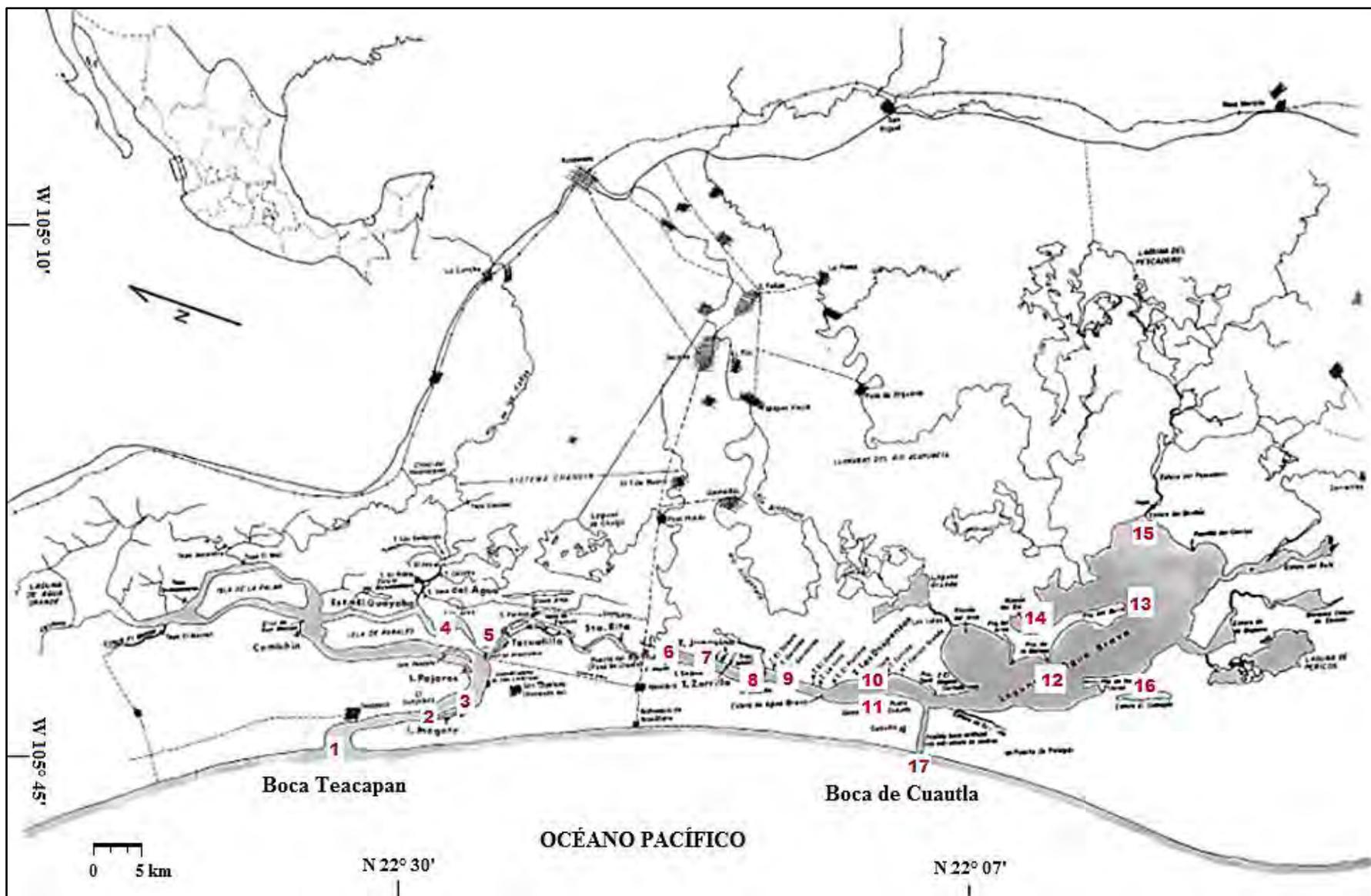


Figura 1. Mapa del Sistema lagunar Teacapán-Agua Brava.

En general, el sistema abarca aproximadamente un área de 14,578ha, de los cuales 2,466ha corresponden al Estero de Teacapán, 10,477ha a la laguna de Agua Brava y 1,635ha a la Boca de Cuautla (Valdez-Hernández *et al.* 2009).

Respecto al clima de la región se considera como subtropical a tropical de tipo Aw₀ 2(w)(e) (Valdez-Hernández *et al.* 2009). La temperatura promedio anual es de 25°C; mientras que la precipitación anual es de 1,317mm, las lluvias caen al finalizar el verano e inicios del otoño, frecuentemente acompañados de tormentas tropicales que provienen del sur (Olivares, 1997; Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2007).

Por otra parte, el patrón predominante de vientos presenta dos fases: los vientos húmedos del sureste que se presentan en verano y los vientos fuertes del noroeste que se registran en invierno (Valdez-Hernández *et al.* 2009).

El aporte fluvial del sistema, ésta integrado por los ríos Acaponeta y Cañas en el Canal del estero, y los ríos Bejuco y Rosamorada que descargan en la laguna; todos son intermitentes excepto el río Acaponeta. Este aporte es muy importante, ya que influye en la distribución de algunas especies en ciertas épocas del año (Olivares, 1997). Mientras que las mareas son de tipo mixto predominantemente semidiurnas (Valdez-Hernández *et al.* 2009).

En cuanto a la vegetación, el sistema se compone de grandes bosques de manglar, donde predomina *Laguncularia racemosa* (mangle chino), con una zona de *Rizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* desde la orilla hacia tierra adentro (Amezcu-Linares *et al.* 1992). Además, se puede encontrar *Bursera simaruba* (jiote), *Enterobium cyclocarpus* (guanacaste), algunas cactáceas y leguminosas (Olivares, 1997). En tanto la vegetación sumergida está representada por: *Salicornia sp.*, *Batis maritima*, *Typha latifolia*, *Scirpus sp.*, *Eichornia crassipes*, *Nymphaea ampla*, *Sesuvium portulacastrum*, *Suaeda ramosissima*, *Distichlis spicata* y *Cressa truxillensis* (Contreras, 2010).

La ictiofauna es de alta diversidad, registrando más de 76 especies, aunque la mayoría son visitantes ocasionales y sólo una cantidad reducida se puede considerar como residente del sistema; dentro de estas, se han identificado 18 como especies-tipo o dominantes por su amplia distribución, alta abundancia y notable frecuencia (Amezcu-Linares *et al.* 1992). De acuerdo con la literatura, las especies más frecuentes son: *Achirus mazatlanus*, *Cathorops liropus*, *Lutjanus argentiventris*, *Centropomus robalito*, *Diapterus peruvianus*, *Oligoplites mundus*, *Gerres cinereus*, *Eugerres axilaris*, *Galeichthys caeruleus*, *Citharichthys gilberti*, *Mugil curema*, *Lile stolifera*, *Nematistius pectoralis* y *Elops affinis* (Álvarez-Rubio *et al.* 1988).

En cuanto a las pesquerías que se llevan a cabo dentro del sistema, destacan la del: camarón de estero, chihuil, burro, corvina, lisa, macho, mero, mojarra, pargo, robalo y constantino (Contreras, 2010).

Finalmente, un evento importante dentro del sistema, fue la apertura de la boca artificial de Cuautla en 1977 con el propósito de facilitar la producción camaronera de la Laguna de Agua Brava, la geometría original del canal era de 40m de ancho, 2m de profundidad y casi 3km de largo, pero la falta de estudios fisiográficos y la mala planeación provocaron la erosión del canal al grado que hoy se puede observar que en algunos puntos rebasa los 800m de ancho y los 15m de profundidad (Ochoa *et al.* 2012). Previo a la apertura del canal, el sistema presentaba influencia marina que disminuía gradualmente hacia el interior de la laguna, la cual era rica en nutrientes por el relativo aislamiento y acumulación de sedimentos, aportados por la descarga de los ríos y materia orgánica proveniente de los manglares; después de esta, se comenzaron a registrar corrientes marinas de gran intensidad, provocando que la salinidad y el sedimento cambiaran rápidamente (Álvarez-Rubio *et al.* 1986).

METODOLOGÍA

ACTIVIDADES DE CAMPO

La información procesada proviene de muestreos efectuados durante los años de 1979 (junio y septiembre), 1980 (mayo), 1984 (enero, junio y noviembre), 1985 (mayo y diciembre), 1986 (noviembre), 1987 (enero) y 1990 (mayo y noviembre); en 27 estaciones dentro del sistema, no obstante, sólo en 17 de éstas se capturaron ejemplares de la especie, los cuales fueron depositados en la Colección Ictiológica del ICMyL.

Para la captura de organismos, se utilizó una lancha de 5m de eslora con motor fuera de la borda, realizando lances de 15min, con una red de arrastre de fondo de 13m de longitud, abertura de trabajo de 2.4m y luz de malla de 1.9cm; con un chinchorro de playa con bolsa de 45.2m de longitud por 3.6m de alto y luz de malla de una pulgada; con una red agallera de 60m de longitud por 2.5m de altura y luz de malla de dos pulgadas, y con una atarraya de monofilamento, de 4m de diámetro y luz de malla de media pulgada. Adicionalmente, en cada estación, se registró la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, transparencia, profundidad y tipo de sedimento, con el fin de conocer las características ambientales que prevalecen en la época de reproducción.

Posteriormente, los individuos de *Cathorops liropus* fueron identificados y separados del resto de la colecta (Fig. 2), colocados en bolsas de plástico, rotulados y fijados con una solución de formaldehído al 10% para ser transportados al laboratorio, donde se preservaron con alcohol etílico al 70%.



Figura 2. Características morfológicas distintivas de *Cathorops liropus*: tres pares de tentáculos (izq.), fontanela bien definida con un botón sobre el hocico (al centro), dientes premaxilares en banda y palatinos en dos parches ovalados muy juntos, integrados por dientes cónicos, obtusos y molariformes (der.) (Amezcu-Linares, 2009).

ACTIVIDADES DE LABORATORIO

Los peces fueron retirados de la colección, para evaluar las medidas biométricas como longitud total (L.T.), longitud patrón (L.P.), el peso total (P) y peso eviscerado (P.E.) de cada uno; con un ictiómetro de madera de 60cm y una balanza granataria marca OHAUS® Triple Beam con capacidad para 2610g y precisión de ± 0.1 g.

DETERMINACIÓN DEL SEXO Y MADUREZ GONÁDICA

Todos los organismos se disectaron mediante un corte longitudinal desde la sínfisis mandibular hasta el orificio anal; lo que permitió exponer las gónadas y discernir el sexo de cada individuo. Posteriormente se extrajeron las gónadas y en el caso de las hembras también el hígado, siendo colocados posteriormente en frascos de vidrio etiquetados con alcohol etílico al 70% (Fig. 3).



Figura 3. Disección de un macho (izq.), una hembra (al centro) y preservación de las gónadas (izq.).

La determinación de la etapa de madurez gonádica, se realizó mediante un análisis cuantitativo, registrando el peso (Pg) de ambas gónadas con una balanza analítica marca OHAUS® estándar modelo AS200 con capacidad de 202g y precisión de ± 0.0001 g; y un análisis cualitativo en el que se observó el color, forma y consistencia, así como presencia/ausencia de ovocitos con ayuda de un microscopio estereoscópico marca OLYMPUS® modelo SZ60 con un aumento de 1.1x.

Además, se tomó en cuenta la escala de Hilge (1977) para especies tropicales y subtropicales (Ramos, 1995 y Tabla 1). En cuanto al análisis del hígado, se registró sólo el peso.

Tabla 1. Escala de Madurez Gonádica de Hilge (1977).

Clasificación	Etapa de Madurez	Estado de Desarrollo de la Gónada	Criterio para la Etapa de Madurez
I	Juvenil	No desarrollada, definición de la gónada hasta el borde genital.	Células germinales transparentes.
II	Madurando	Elongación del ovario.	Ovocitos opacos.
III	Maduros	Elongación total del ovario.	Huevos maduros transparentes.
IV	Desovados	Floja, ovario encogido.	Presencia de huevos residuales.

ESTRUCTURA DE TALLAS

Para obtener la estructura de tallas los datos se agruparon en intervalos de 5mm, a partir de estos se obtuvieron distribuciones de frecuencia de tallas representadas mediante histogramas para ambos sexos.

TALLA DE PRIMERA MADUREZ

La talla de primera madurez se estableció considerando solamente a las hembras que se encontraban en maduración (estado III); esta se define como la longitud en la que el 50% de los organismos esta sexualmente maduro, es decir, cuando los ovocitos son transparentes y el ovario se encuentra totalmente alargado. Para ello se graficó la proporción de individuos maduros por clase de talla y posteriormente los datos se ajustan a un modelo logístico (Ramos-Santiago *et al.* 2010).

$$P = \frac{1}{1 + e^{(a-b*L)}}$$

Donde P = proporción de hembras, L = marca de clase del intervalo de longitud total; a y b = constantes del modelo logístico linearizado.

La ecuación anterior se describe mediante una transformación logarítmica:

$$\ln\left(\frac{1}{P-1}\right) = a - b * L$$

La estimación de la talla de primera madurez se obtuvo al dividir el coeficiente de a/b .

PROPORCIÓN DE SEXOS

Se calculó por medio de la relación: (macho) / (macho) + (hembra), tanto temporal como espacialmente; siendo evaluados después por pruebas de χ^2 (Ramos, 1995).

RELACIÓN TALLA-PESO

La ecuación de la relación talla-peso proporciona gran información biológica como es el crecimiento alométrico donde se marcan las diferencias entre poblaciones distintas de la misma especie, entre la misma población en diferentes años, presumiblemente asociada a su condición nutricional, así como a cambios alimenticios y madurez gonádica que afectan la fisiología del pez (Ricker, 1975).

Dicha ecuación se expresa matemáticamente como una función potencial del peso (g) contra la longitud (mm), según la ecuación: $P = aL^b$; que transformada logarítmicamente da un modelo lineal del tipo: $\text{Log}_e P = \text{Log}_e a + b \text{Log}_e L$, donde P = peso, L = longitud total, a = ordenada al origen, que biológicamente representa el factor de condición promedio y b = pendiente que biológicamente representa el coeficiente alométrico. Este último es un indicador del tipo de crecimiento que presenta una especie, que puede ser de tipo isométrico, es decir, cuando el peso total es directamente proporcional al cubo de su longitud ($b = 3$); alométrico positivo ($b > 3$) cuando el peso aumenta más que la longitud y alométrico negativo ($b < 3$) cuando la longitud aumenta más rápido que el peso de forma que el pez tiende a ser alargado (Delgadillo-Calvillo *et al.* 2012).

Los valores de $\text{Log } a$ de la ecuación se determinaron por el método de los mínimos cuadrados con los datos logarítmicos disponibles del peso y la longitud de toda la muestra. A partir de las siguientes fórmulas:

$$b = \frac{\sum xy - \sum x \sum y / n}{x^2 - (\sum x)^2 / n} \qquad a = \frac{\sum y}{n} - \frac{b \sum x}{n}$$

También se determinó el coeficiente de asociación entre el peso y la longitud (Correlación de Pearson), que está dado por:

$$r = \frac{\sum xy - \sum x \sum \frac{y}{n}}{\sqrt{\sum e^x - (\sum x)^2 / n} (\sum y^2 - (\sum y)^2 / n)}$$

FACTOR DE CONDICIÓN

La condición del pez es un reflejo de su estado fisiológico, resultado de actividades biológicas de la especie, tales como su reproducción, alimentación, acumulación de energía y otros, que en última instancia son reflejo de las condiciones ecológicas (Ricker, 1975). Además, permite determinar el periodo en el cual los peces acumulan una mayor biomasa en su cuerpo y la época de cambios en las condiciones fisiológicas relacionadas con la edad, sexo y hábitat diferentes (Maldonado, 2004). Se calculó el factor de condición promedio considerándolo como la ordenada al origen (a), de la relación peso-longitud y el factor de condición relativo (K) se determinó para cada clase de talla y sexo según la fórmula de Fulton (Gutiérrez, 2012):

$$K = \frac{P}{LT^b} * 100$$

Donde: P = peso total, LT = longitud total y b = pendiente de la relación talla-peso.

También se estableció el valor individual del factor de condición relativo (K_r) según la fórmula dada por Le Cren (1951) cit. en Ramos, 1995:

$$K_r = \frac{P}{P^*}$$

Donde: P = peso real del pez y P^* = peso estimado del pez mediante la ecuación $P = aL^b$.

El valor promedio de K_r de machos y hembras se expresó en porcentaje (%) con el fin de establecer el criterio de buena o mala condición fisiológica de la muestra (Buena: $K_r \geq 100\%$; Mala: $K_r < 100\%$).

PERIODO REPRODUCTIVO

Se estableció como aquella época con el mayor porcentaje de hembras maduras (estado III) con respecto al total de hembras capturadas durante un ciclo anual, tomando en cuenta los Índices Gonadosomático y Hepatosomático, así como, el factor de condición promedio.

Índice Gonadosomático (IGS)

Este índice refleja las necesidades energéticas del metabolismo reproductivo de los peces y las variaciones estacionales resultan ser un indicador adecuado de los plazos de desove, asimismo mantiene una relación directa con el estadio de desarrollo gonádico y su máximo valor generalmente coincide con el desove de mayor intensidad (Rodríguez-Gutiérrez, 1992; Mexicano-Cíntora, 1995).

Se calculó por medio del peso de la gónada (Pg) respecto al peso total del organismo (P):

$$\text{IGS} = \left(\frac{Pg}{P} \right) 100$$

Índice Hepatosomático (IHS)

Durante la época reproductiva, el hígado, al igual que los demás órganos, se contrae, por un aumento en el tamaño de las gónadas. Este índice es un indicador de la puesta; ya que presenta un valor mínimo antes de la misma (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Se calculó con base a la relación que existe entre el peso del hígado (Ph) y el peso total del pez (P):

$$\text{IHS} = \left(\frac{Ph}{P} \right) 100$$

Asimismo, se realizaron regresiones lineales del porcentaje de hembras en reproducción con la temperatura, la salinidad, transparencia y profundidad, para obtener el coeficiente de correlación lineal (R^2).

FECUNDIDAD

La fecundidad es una de las características biológicas propia de cada especie, es un factor importante para poder estimar la explotación racional de una población y se emplea para calcular el potencial reproductor de esta y la supervivencia desde el huevo hasta la eclosión (Maldonado, 2004).

Se estimó por el método volumétrico (Flores-Hernández *et al.* 1983), para ello se fijaron las gónadas de 45 hembras maduras en Gilson, usado para la preservación de huevos de varias especies, puesto que ayuda a la liberación de los óvulos del tejido ovárico; posteriormente se agitaron para facilitar la fijación y separación del estroma de la gónada; dejando reposar durante 2 días. Después los ovocitos se lavaron con agua y se depositaron en un matraz aforado a 500ml; para tomar 3 alícuotas de 1ml con la pipeta de Stempel; las cuales se evaluaron con ayuda de un

microscopio estereoscópico y una caja de Petri con marcas en enrejado, haciendo corresponder el número de ovocitos al volumen total de 500ml. Finalmente, se calculó el promedio de las alícuotas, que correspondió a la fecundidad promedio (número de ovocitos maduros por organismo).

También se estableció la relación que existe entre la fecundidad y las variables tanto de peso total (ovocitos/gr) como longitud total (ovocitos/mm) para encontrar el factor que explicara mejor el comportamiento de la misma. Esto mediante una regresión lineal transformada a logaritmos por presentar mejor ajuste con la siguiente fórmula (Cabral, 1999):

$$F = a * x^b$$

Donde: F = fecundidad, a = ordenada al origen o número inicial de ovocitos, x = peso o longitud del organismo y b = pendiente o tasa de cambio en el número de ovocitos.

Según Ricker (1971) cit. en Cabral (1999), si el valor de b es cercano a 3 la fecundidad se relaciona con la longitud y si es cercano a 1 con el peso.

Finalmente se determinó el coeficiente de correlación (R^2) que indica la varianza que presenta el modelo.

RESULTADOS

Una vez procesados los 516 ejemplares, se procedió a analizar cada uno de los aspectos reproductivos antes mencionados.

MADUREZ GONÁDICA

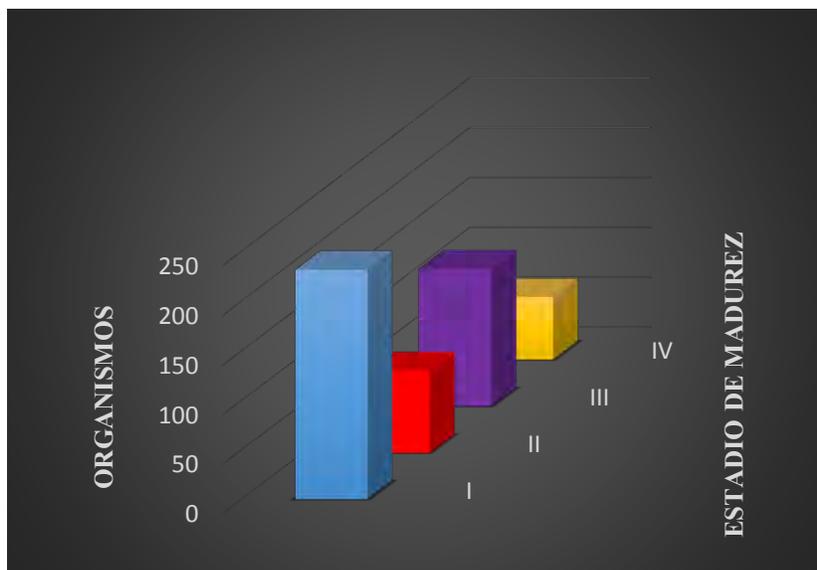


Figura 5. Determinación de la madurez gonádica en los organismos.

En la evaluación de la madurez gonádica, los resultados mostraron que 232 individuos (44.96% de la muestra), se encontraban en estadio I (juveniles), 138 individuos en estadio III (maduros); mientras que 83 en estadio II (en maduración) y sólo 63 en el IV (desovados) (Fig. 5). Cabe mencionar que, la mayoría de los juveniles se presentaron durante la época de lluvias, específicamente en el mes de noviembre con hasta 114 ejemplares; por el contrario, más de la mitad de los maduros se registraron en la transición de época de estiaje y lluvias, durante mayo y junio con 62 y 30 respectivamente. Por lo tanto, esto indica que es en la época de estiaje donde se lleva a cabo principalmente la reproducción de esta especie.



Figura 6. Madurez gonádica por hembras y machos.

Por otra parte, referente a la madurez gonádica en las hembras, de un total de 248 hasta 88 ejemplares, se encontraban en estadio III, mientras que 68 estaban en estadio I, 61 en estadio IV y sólo 29 en estadio II. En lo que respecta a los machos con una total de 268, casi la mitad de estos, se clasificó como estadio I, con 164 individuos, así mismo, se registraron 53 y 50 en estadio II y III respectivamente, y sólo 1 en el IV (Fig.6).

En el caso de las hembras y machos maduros se presentaron en la época de estiaje (especialmente en el mes de mayo) hasta en un 60.23% y 70% respectivamente; corroborando así que es en esta época cuando se reproducen principalmente los organismos.

La distribución de los organismos en función de la madurez gonádica mostró que, en la estación de Corcovadas se registró la mayoría de juveniles y en maduración representados por el estadio I (118 ind.) y II (20 ind.); mientras que, en el Mogote predominó el estadio III (35 ind.), por último, en el Gavilán se presentaron casi todos los peces en estadio IV (11 ind.). Los sitios antes mencionados corresponden a diferentes regiones geográficas del sistema, de tal forma que Corcovadas y el Mogote se encuentra en el canal del estero, en tanto el Gavilán se localiza dentro de la laguna de Agua Brava.

ESTRUCTURA DE TALLAS

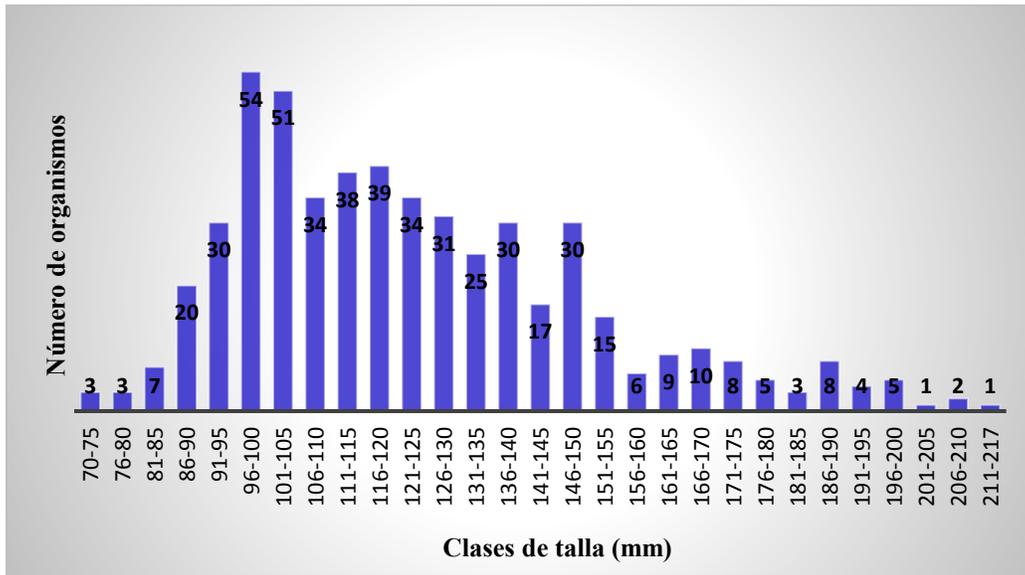


Figura 7. Estructura general de tallas de los organismos.

Respecto a la estructura de tallas, se obtuvieron 29 clases, teniendo una longitud patrón que osciló de 70-217mm. Los organismos se concentraron en longitudes medianas (hasta 448 ejemplares) que variaron de 86-155mm y sólo 4 organismos rebasaron los 200mm, teniendo como clase moda: 96-100mm; mientras que la longitud total promedio fue de 168.2mm (Fig.7).

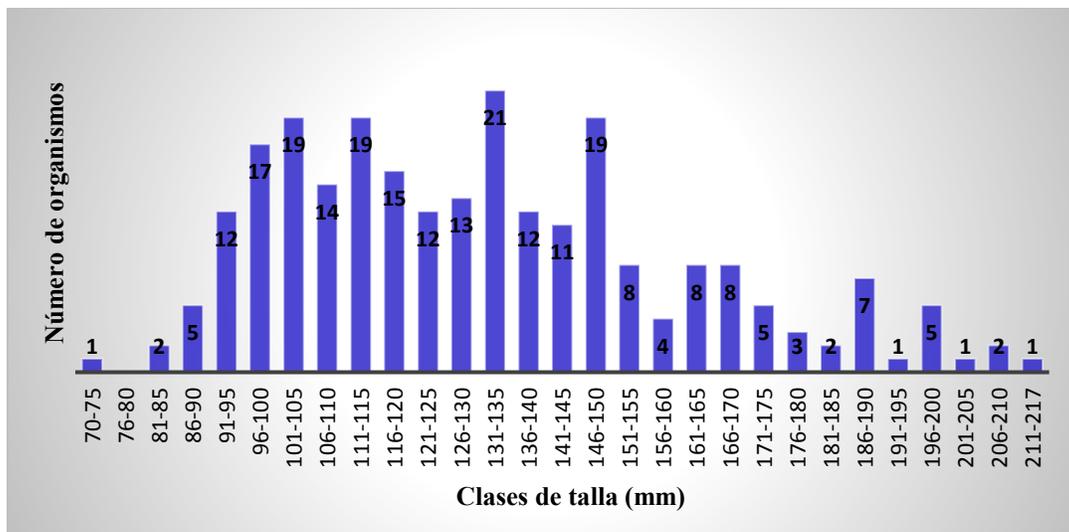


Figura 8. Estructura de tallas en las hembras.

En la estructura de tallas respecto a las hembras (Fig.8), se pudo observar la tendencia de los organismos a concentrarse en tallas medianas, sin embargo, la clase moda fue 131-135mm; reflejando así que estas presentaron una mayor talla dentro de la muestra, llegando hasta 217mm.

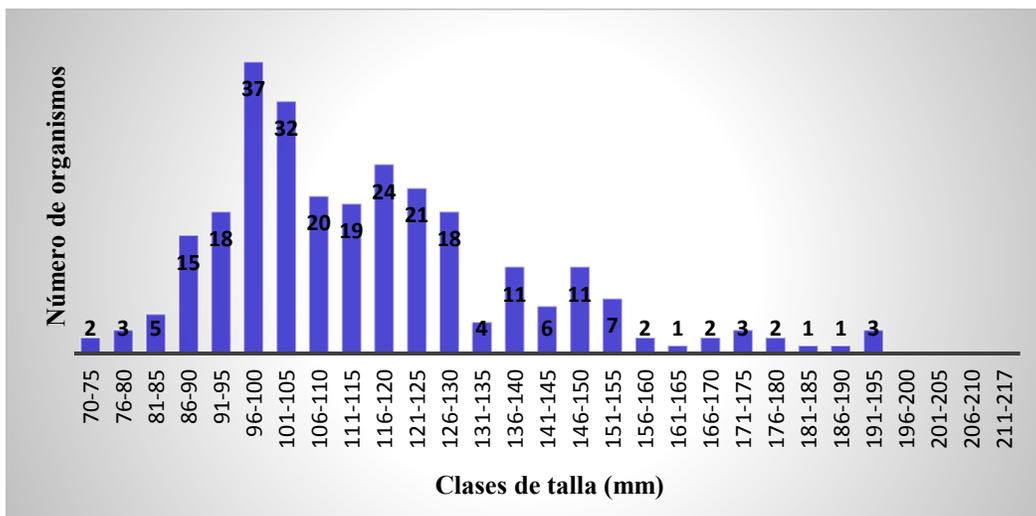


Figura 9. Estructura de tallas en los machos.

En cuanto a la longitud de los machos (Fig.9), la mayor parte de estos registraron tallas medianas 86-150mm, lo que concuerda con la tendencia anteriormente establecida, por lo tanto, son estos los que en realidad determinaron esta tendencia en la estructura general, pues la talla máxima fue de 195mm y la clase moda: 96-100mm. Es importante notar que las hembras presentan un mayor rango de tallas.

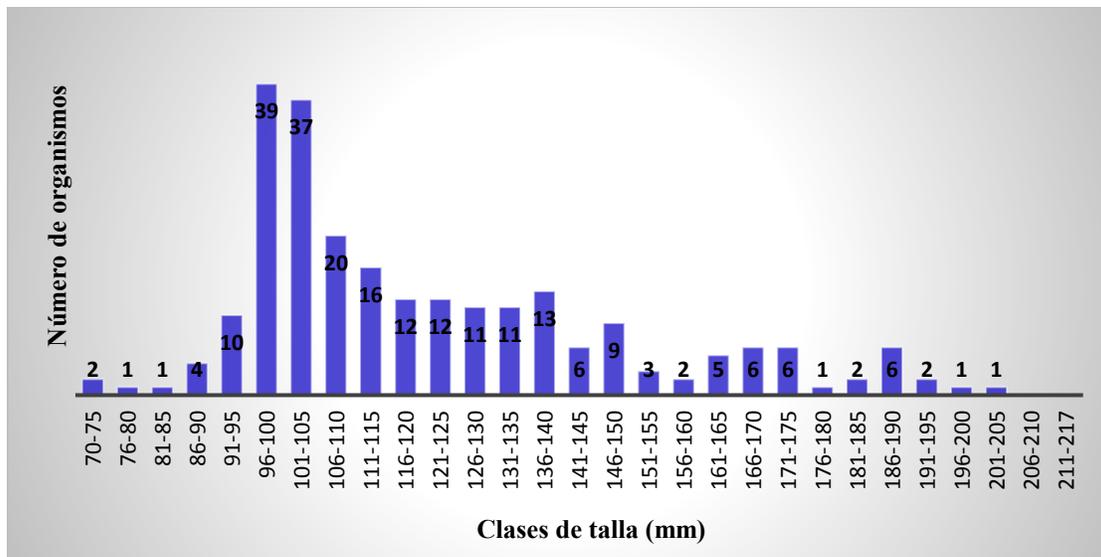


Figura 10. Estructura de tallas durante la época de lluvias (junio-noviembre).

En lo que respecta a la estructura de tallas correspondiente a la época de lluvias, la mayor parte de los organismos se concentraron en tallas medianas, pero se distribuyeron en un rango amplio que fue de 70-205mm y sólo algunos individuos alcanzaron tallas grandes (hembras). Durante esta época la moda fue de 96-100mm (Fig.10).

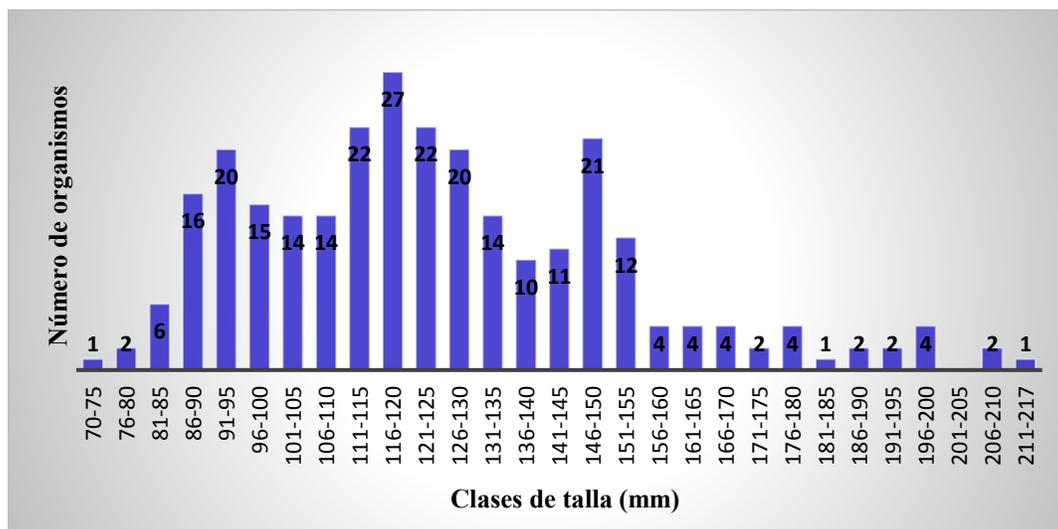


Figura 11. Estructura de tallas durante la época de estiaje (diciembre-mayo).

Durante la época de estiaje los organismos alcanzaron tallas más grandes con un intervalo de 70-217mm y una clase moda de 116-120mm, el aumento de la talla en relación a la época de lluvias, puede estar asociado con el periodo reproductivo (Fig.11).

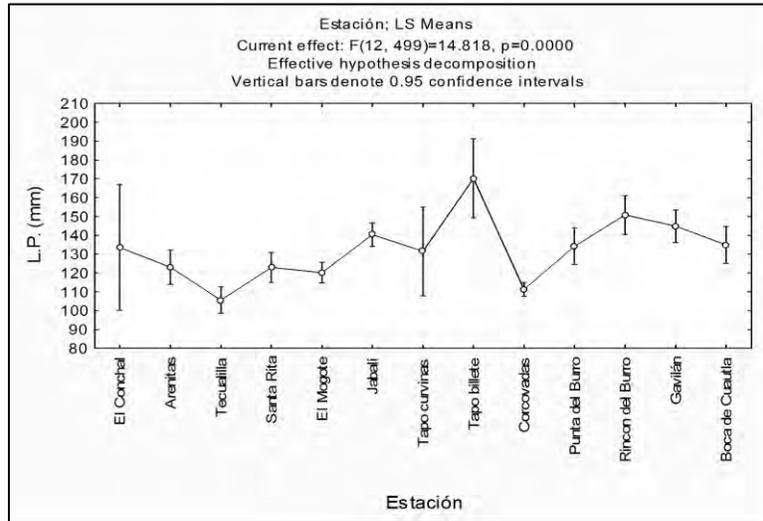


Figura 12. Distribución de los organismos en relación a su talla a lo largo del sistema.

En relación a la distribución de los organismos en el sistema (Fig.12), se observó que los peces con mayor talla se encontraron en la estación de Tapo billete con un promedio de 170.2mm L.P., seguido de Rincón del Burro con 150.85mm L.P. y Gavilán con 144.9mm L.P.; mientras que los organismos más pequeños en promedio se registraron en la estación Tecuililla y Corcovadas con 105.58mm L.P. y 111.3mm L.P. respectivamente. Esto muestra cierta preferencia de los juveniles en frecuentar el cuerpo lagunar. De acuerdo con el ANOVA, existieron diferencias significativas ($p = 0.0000$) entre las estaciones de muestreo, y la mayor variabilidad se registró en la estación del Conchal, seguido de Tapo curvinas y Tapo billete. Esto está relacionado con el ambiente marino que se presenta en la Boca de Teacapán, donde los individuos capturados en diciembre provienen de una migración alimentaria, mientras que las estaciones Tapo curvinas y billete están ubicadas en el canal del estero que representa la principal área de reproducción.

La estructura temporal y espacial de tallas de *C. liropus*, muestra que los cambios climático-ambientales del sistema inciden en la prevalencia de una población juvenil a lo largo del año, capturándose sólo 4 organismos (hembras) con una talla superior a 200mm, 3 de los cuales pertenecieron a la época de estiaje.

TALLA DE PRIMERA MADUREZ

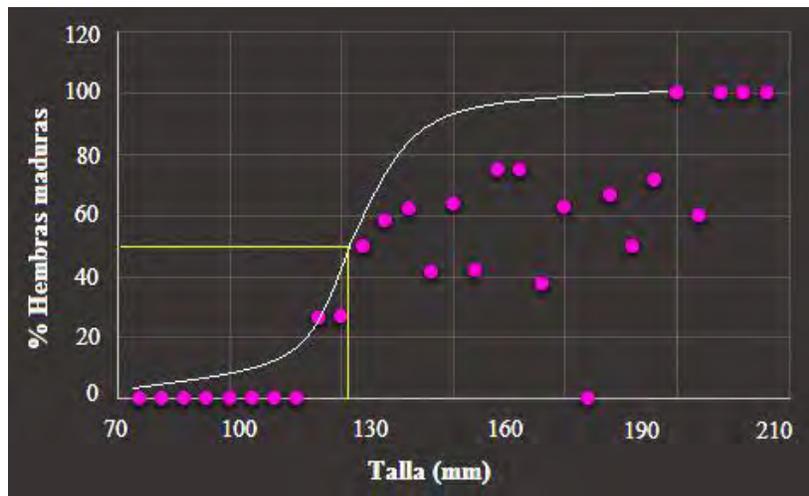


Figura 13. Talla de primera madurez.

En lo que respecta a la talla de primera madurez (Fig. 13), se determinó entre los 121-125mm de longitud patrón (171-175mm de L.T.), teniendo que la hembra madura más pequeña registró una talla de 111mm (150mm de L.T.). Esto indica una estrategia de reproducción temprana relacionada con la longevidad de la especie. Así mismo, la presión pesquera, puede ser otro factor que incide en dicha estrategia.

PROPORCIÓN DE SEXOS

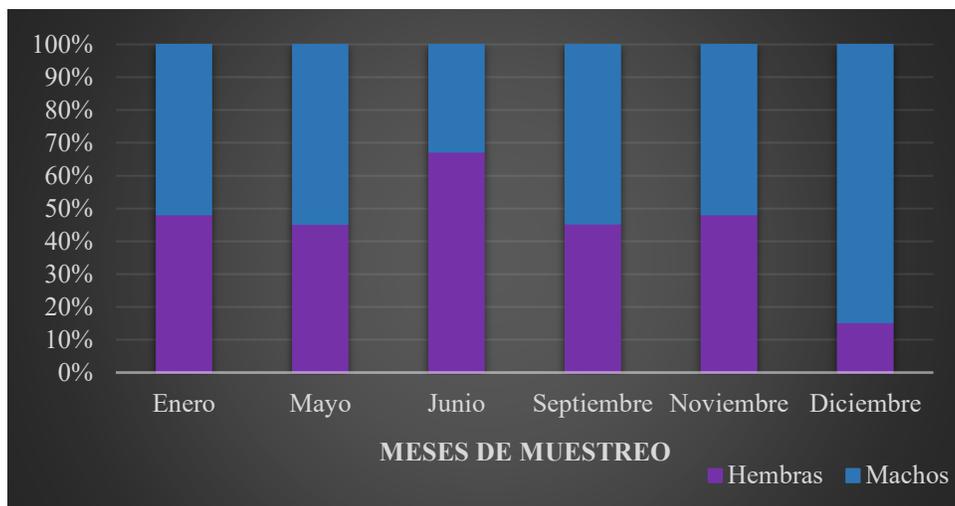


Figura 14. Proporción de sexos durante los meses de muestreo.

Durante la investigación se analizaron un total de 516 organismos de los cuales 268 fueron machos y 248 fueron hembras, por lo que se obtuvo una proporción de sexos de 1.03:0.97 (M:H), lo que indicó que por cada macho puede existir una hembra. La proporción cambió muy poco en función el tiempo, ya que durante 4 meses (enero, mayo, septiembre y noviembre) se mantuvo en 1:1 (50:50) y sólo en 2 meses (junio y diciembre) cambió, presentándose una mayor proporción de hembras en junio (0.64:1.34), pero menor en diciembre (1.69:0.30) (Fig. 14).

Por otra parte, la prueba de χ^2 efectuada en los meses de muestreo indicó que existen diferencias significativas entre la proporción de sexos ($\chi^2 = 13.47$, $p = 0.005$ y g.l. = 5), así mismo, comprobó que la cantidad de hembras es independiente de la cantidad de machos.

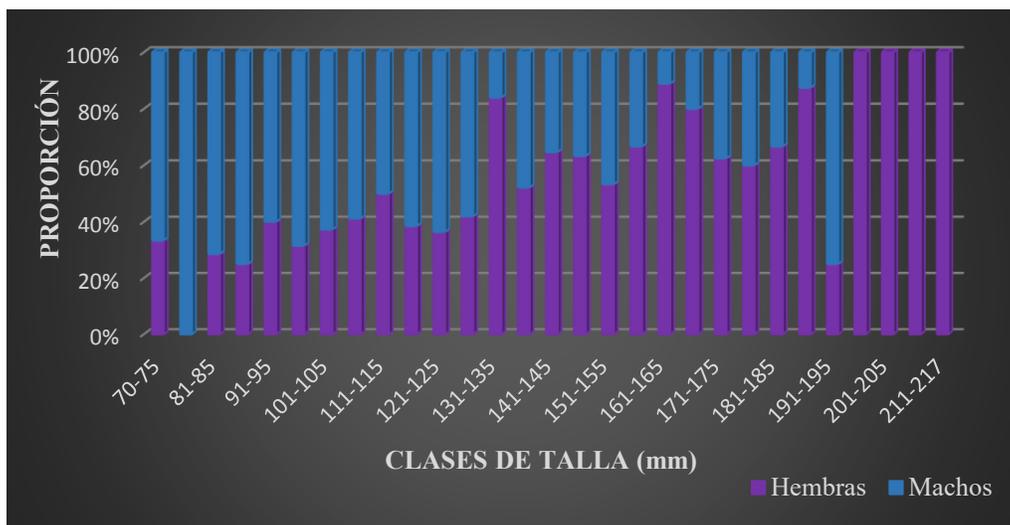


Figura 15. Proporción de sexos por clases de talla.

En relación a la proporción de sexos por clases de talla (Fig.15), se pudo observar que se registró una mayor proporción de machos de tallas pequeñas-medianas (70 a 130mm); mientras que la proporción de hembras aumentó en tallas medianas-grandes (135-217mm). De esta forma, se pudo establecer que dentro de la muestra, las hembras registraron tallas más grandes, mientras que la proporción de sexos fue ligeramente mayor en los machos.

RELACIÓN TALLA-PESO

En cuanto a la relación talla-peso (Fig.16), el coeficiente de correlación lineal fue de 0.93, lo que indicó que están relacionados en toda la muestra. Mientras que la ecuación de la relación fue $P = 3L^{2.93}$ y el valor del coeficiente $b = 2.93$ ($b < 3$), lo que determinó un crecimiento de tipo alométrico negativo, en el que los peces aumentan de talla, no así de peso.

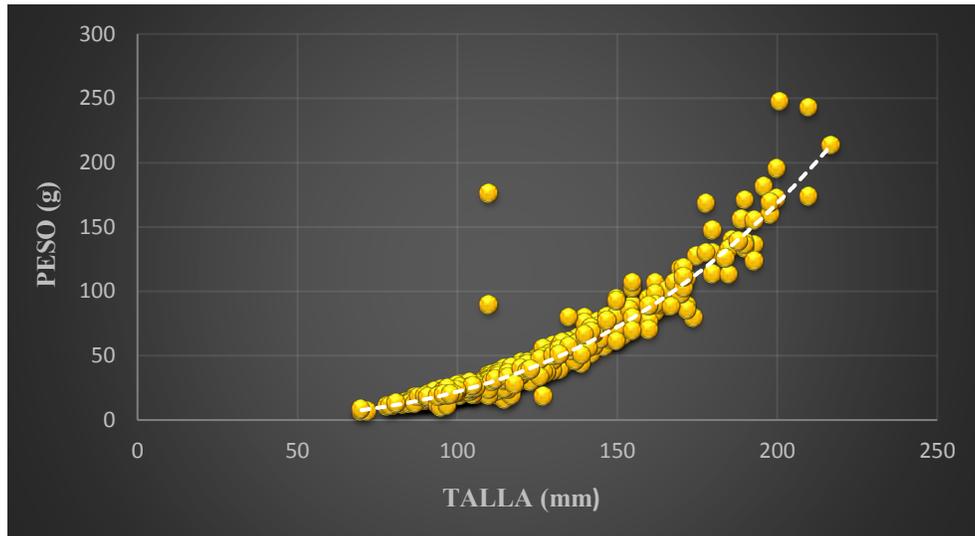


Figura 16. Relación talla-peso en los organismos.

Con respecto a las hembras, se obtuvo un coeficiente de correlación lineal de 0.92, el más bajo de toda la muestra; sin embargo, siguió siendo muy alto demostrando así que ambos parámetros están muy relacionados (Fig. 17).

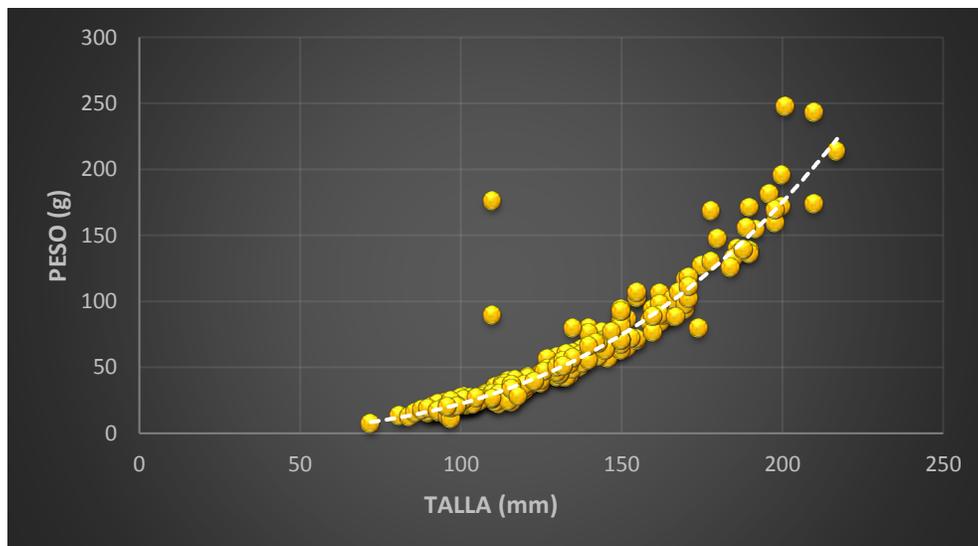


Figura 17. Relación talla-peso en las hembras.

Además, el tipo de crecimiento no cambió, ya que la ecuación obtenida $P = 3L^{2.96}$, muestra que el valor de $b = 2.96$ ($b < 3$) y, por lo tanto, la talla incrementó en mayor proporción que el peso teniendo un crecimiento alométrico negativo (Fig.17).

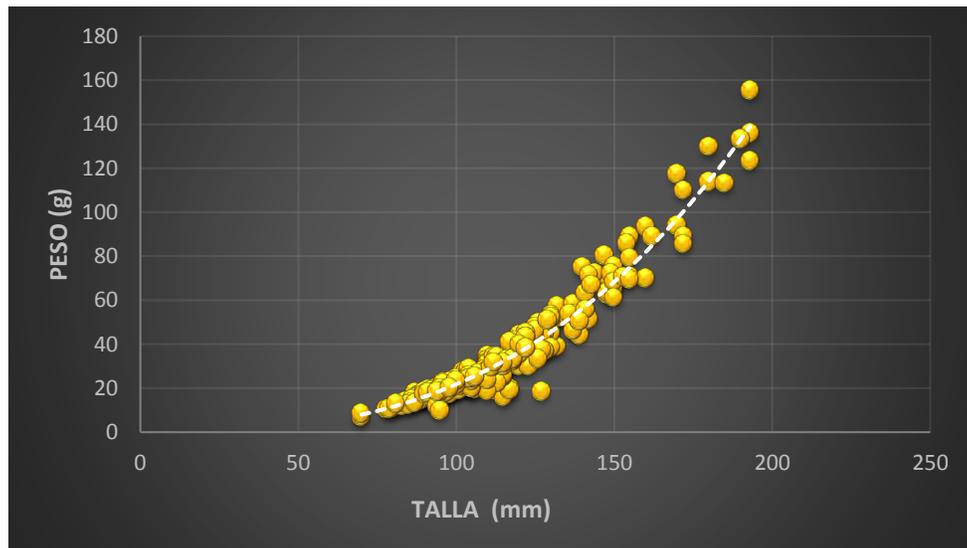


Figura 18. Relación talla-peso en los machos.

Por otra parte, al establecer la relación talla-peso en los machos (Fig.18), calculada como el coeficiente de correlación lineal, donde el máximo valor alcanzado fue de 0.93, lo que indicó una relación estrecha entre estos dos parámetros. Mientras tanto, el valor obtenido en la ecuación $P = 5L^{2.82}$ registró un valor menor en los machos ($b = 2.82$) respecto de las hembras y la muestra total, presentando así, el mismo tipo de crecimiento.

FACTOR DE CONDICIÓN

En cuanto al factor de condición promedio durante los meses de muestreo (Fig.19), se observó que el valor más alto se presentó en el mes de junio con 5×10^{-5} , seguido de diciembre con 4×10^{-5} , mientras que, enero y noviembre registraron el más bajo con 3×10^{-5} . Esto coincide con el periodo reproductivo que se presentó entre mayo-junio, aunque existió un aumento de este factor durante diciembre, que podría estar relacionado con otro periodo reproductivo o bien con un cambio en la alimentación.

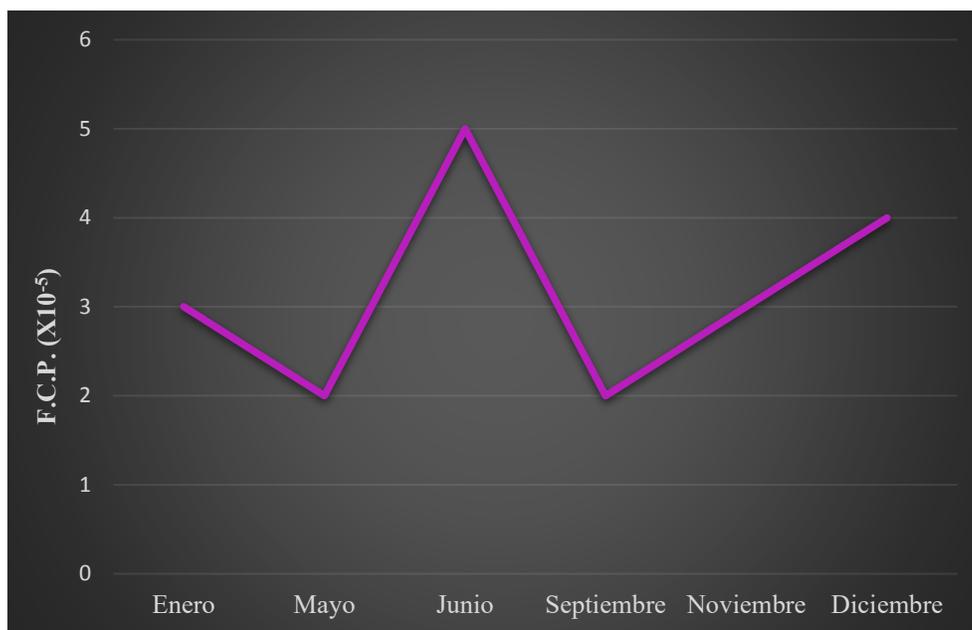


Figura 19. Factor de condición promedio en los meses de muestreo.

Por otra parte, el factor de condición relativo (K) en relación a las clases de talla (Fig. 20), mostró que conforme aumentó la talla en los organismos el valor de K también, no obstante, los valores más altos se registraron en la clase de 201-205mm con 6.54% y en la clase de 176-180mm con 4.08%, posiblemente debido a que el peso fue mayor en cada uno de los peces pertenecientes a esas clases. Este factor depende del peso y la talla de los organismos, así como la pendiente que surge de su relación, por lo tanto, se observó que el crecimiento fue determinante en la condición de los peces.

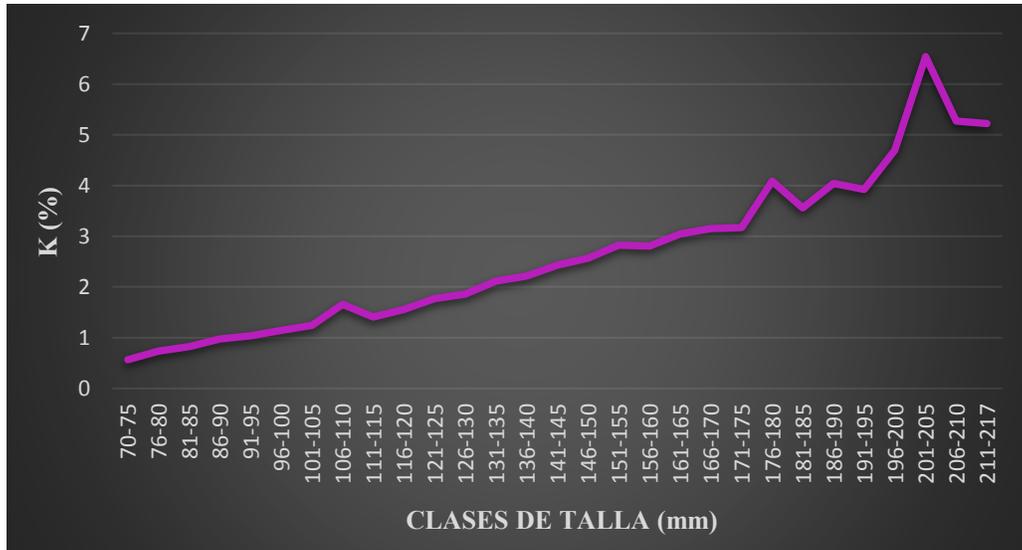


Figura 20. Factor de condición relativo (K) por clase de talla.

En lo que respecta al mismo factor K, pero en relación no sólo a la talla sino al sexo de los organismos (Fig.21), se estableció la misma tendencia en la que un aumento en la talla implicó un aumento en el K, esto para ambos sexos; sin embargo, es en las hembras donde se registró el valor más alto con 6.54% para la clase de 201-205mm, mientras que en los machos es 3.80% en la clase 191-195mm. Es importante notar que los puntos máximos de las hembras coincidieron con los puntos mínimos de los machos, como en la clase de 176-180mm con 4.41% y 3.59% respectivamente; por lo tanto, son las hembras las que presentaron una mejor condición.

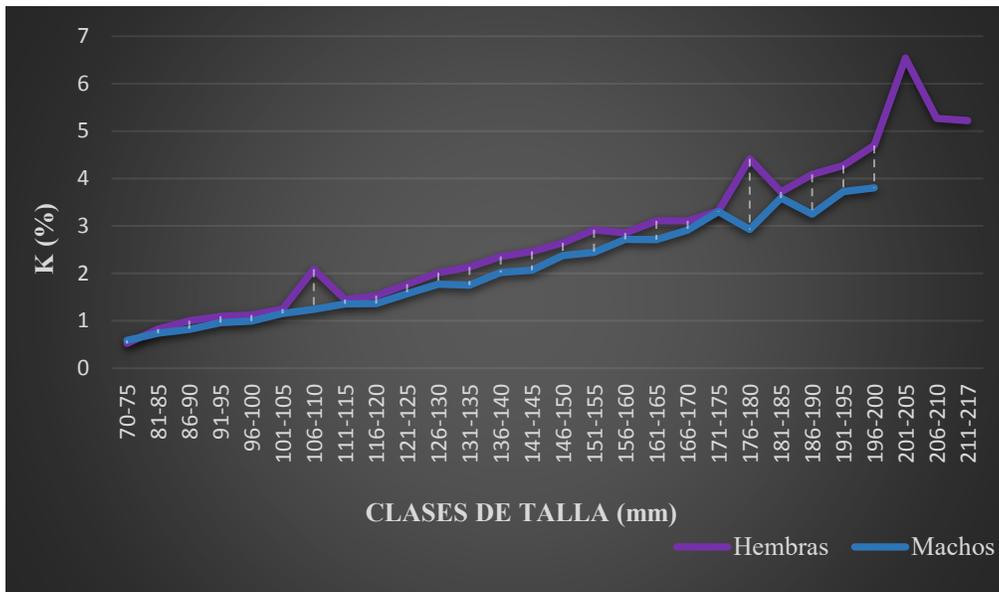


Figura 21. Factor de condición relativo por talla y sexo.

Finalmente, el factor de condición relativo individual (K_r), mostró que los organismos en general, presentaron una buena una condición fisiológica, registrando un valor de 101.73% (>100%=buena condición); sin embargo, al determinarlo por sexo, tanto las hembras como los machos presentaron valores inferiores al 100%, con 92.61% y 69.5% respectivamente, por lo que su condición fue mala de acuerdo al K_r . Aunque, esto corroboró que las hembras se encontraban en mejor condición.

PERIODO REPRODUCTIVO

Para establecer el periodo reproductivo se tomó en cuenta el porcentaje de hembras maduras en relación a la temporada de muestreo; teniendo como resultado que casi el 80% de hembras maduras se presentó en mayo y junio, con 44.32% y 27.27% respectivamente, mientras que el resto se distribuyó entre enero, noviembre y septiembre, con 15.91%, 10.23% y 2.27% (Fig. 22).

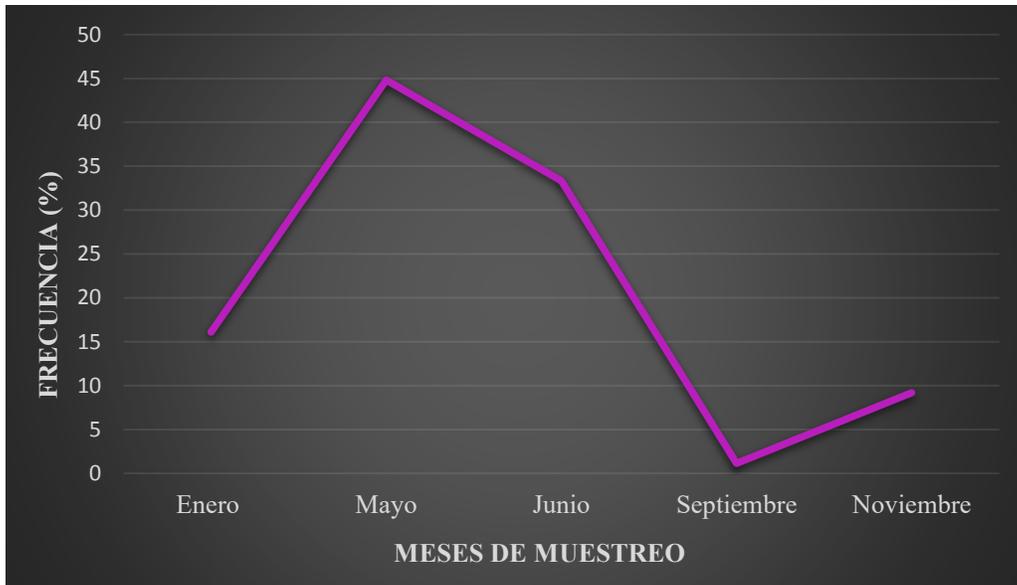


Figura 22. Determinación del periodo reproductivo.

Lo anterior indicó que el periodo reproductivo correspondió a los meses de mayo y junio, representando mayo a la época de estiaje, mientras que junio marca el inicio de la época de lluvias; por lo que dicho periodo se presentó en el punto de transición de estas.

Índice Gonadosomático (IGS)

De acuerdo al Índice Gonadosomático (Fig.23) existe un periodo reproductivo, entre mayo-junio; dado que el valor del índice fue de 0.588% y de 0.921 % respectivamente. Lo anterior, mostró que en estos meses las gónadas presentaron un mayor peso en relación al peso eviscerado de los peces, siendo un indicador de la actividad reproductiva. Además, este índice presenta su mayor valor durante la puesta más intensa, pero no marca el inicio de la misma.

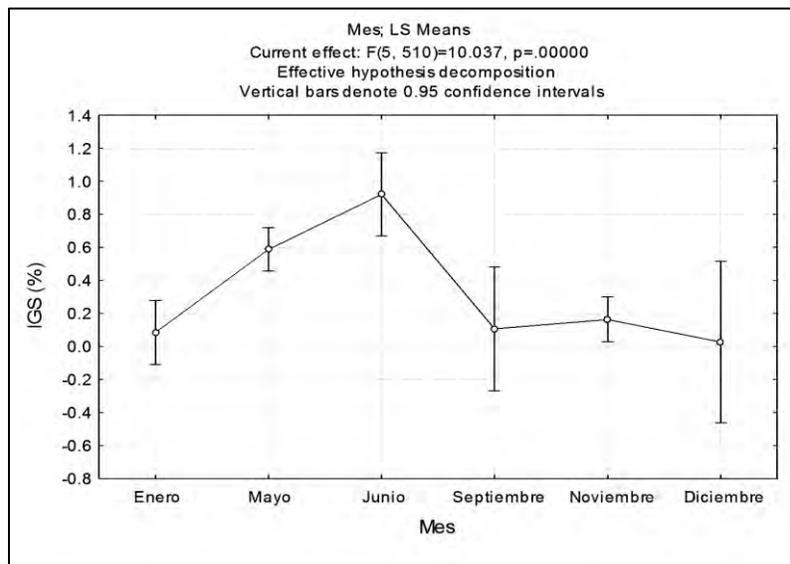


Figura 23. Índice Gonadosomático durante los meses de muestreo.

Por otra parte, al realizar el análisis de varianza (ANOVA) se encontraron diferencias significativas ($p = 0.00000$) durante los meses de muestreo, lo que contribuye para establecer el periodo reproductivo; así mismo, existe variabilidad en cada uno de los meses que se reflejó en las desviaciones estándar; presentándose mayor variabilidad durante el mes de diciembre (Fig. 23).

Índice Hepatosomático (IHS)

De acuerdo a este índice (Fig. 24), los valores no variaron mucho respecto a la temporalidad, sin embargo, indico dos periodos reproductivos de acuerdo a los valores más bajos: uno en mayo (0.68%) previamente establecido por el factor de condición, la frecuencia de hembras maduras y el IGS, y otro en noviembre (0.46%). Además, el mayor valor se registró en diciembre con 1.28%, lo que podría demostrar que el hígado recobró su peso al final del posible periodo reproductivo de noviembre; no obstante, la variación del IHS, depende en gran medida de la alimentación de los organismos (Fig. 24).

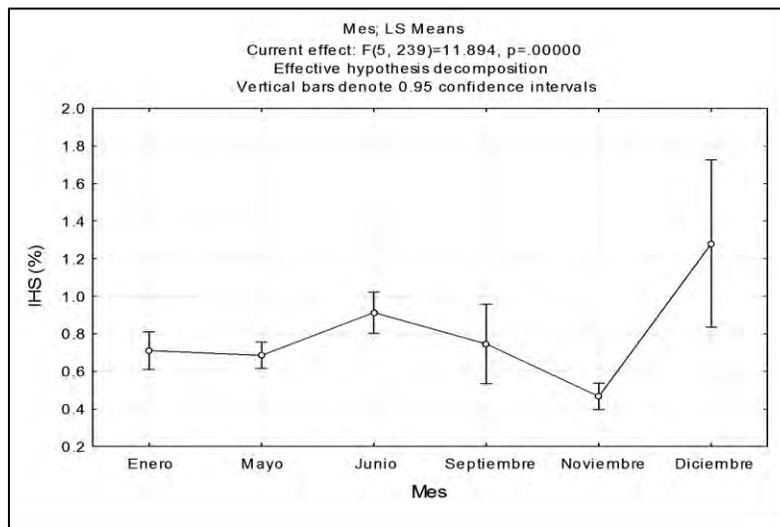


Figura 24. Índice Hepatosomático durante los meses de muestreo.

Así mismo, el ANOVA determinó que hay diferencias significativas ($p = 0.00000$) entre los meses de muestreo, siendo un argumento más para establecer el periodo reproductivo.

Por lo tanto, se determinó que la especie se reproduce durante el periodo de mayo-junio, esto como resultado del análisis del factor de condición, frecuencia de hembras maduras, el IGS e IHS. No obstante, el factor de condición y el IHS, mostraron la posible existencia de otro periodo más corto y menos intenso durante noviembre.

SITIOS DE REPRODUCCIÓN

Tras establecer el periodo reproductivo, se determinaron los sitios de reproducción, analizando la frecuencia de hembras maduras en relación a las estaciones de muestreo (Fig. 25), de esta forma se encontró que las estaciones con mayor frecuencia son: el Mogote con 32 hembras, seguido de Jabali con 14 hembras y por último Corcovadas con 9 hembras. el Mogote esta localizado en el canal del estero y junto a este se encuentra Jabali que corresponde a la conexión de un río estacional; por su parte, Corcovadas se localiza en la entrada a laguna de Agua Brava. Por lo tanto, se considera que la zona, Tecualilla-Jabalí, fue donde se concentró el area reproductiva de la especie, debido a que factores como temperatura, salinidad, profundidad, transparencia, tipo de sedimento y corrientes, así como la vegetación adyacente, en conjunto generaron el medio propicio para este proceso.

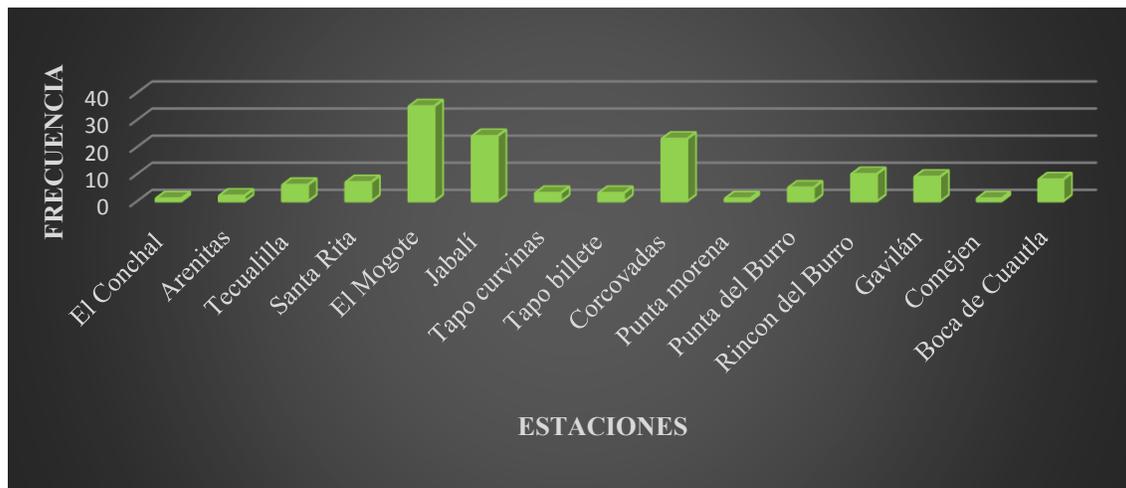


Figura 25. Sitios de reproducción dentro del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava.

Por otra parte, se establecieron los sitios de reproducción mediante el Índice Gonadosomático (IGS) donde se observó que los valores más altos se registraron en: Rincón del Burro con 1.17%, Boca de Cuautla con 1.07%, el Mogote con 0.72% y Jabalí con 0.51%, coincidiendo con 2 de los sitios (el Mogote y Jabalí) establecidos en la Fig. 20. En lo que respecta a los otros sitios, se localizan en la entrada de la laguna de Agua Brava (Rincón del Burro) y en la Boca de Cuautla. Aunando a lo anterior, el resultado del ANOVA prueba que existen diferencias significativas entre las estaciones ($p = 0.00000$) así como variabilidad, en la que destaca el Conchal (Fig. 26).

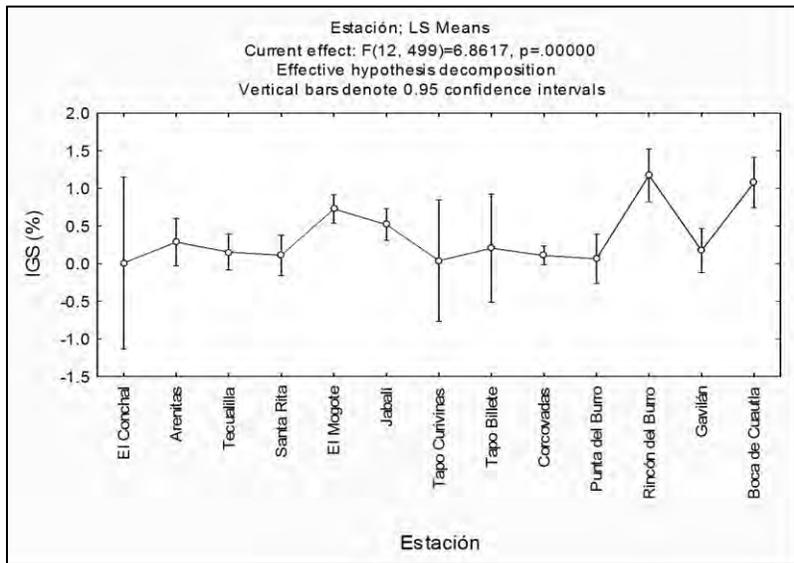


Figura 26. Índice Gonadosomático en las estaciones de muestreo.

CARACTERIZACIÓN DEL PERIODO REPRODUCTIVO

Se analizaron algunos parámetros fisicoquímicos que permitieran caracterizar el periodo reproductivo (mayo-junio), como la temperatura que fue mayor durante los meses de mayo y junio correspondientes a dicho periodo con valores promedio de 31.21°C y 29.04°C; mientras que en noviembre fue de 27.48°C. El ANOVA determinó que las diferencias de temperatura entre los meses fueron significativas ($p = 0.00000$), lo que permitió respaldar lo anterior (Fig.27). Por lo tanto, el periodo reproductivo se presentó en los meses más cálidos.

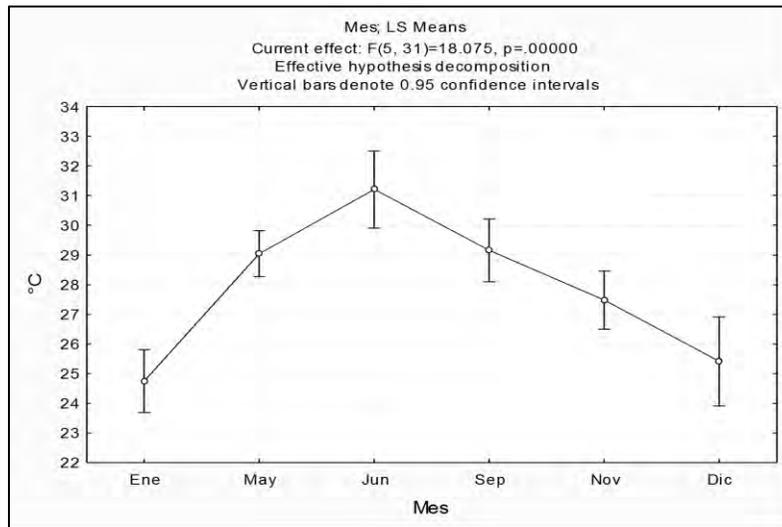


Figura 27. Variación de la temperatura durante los meses de muestreo en el sistema.

En cuanto a la salinidad, es importante notar que durante los meses de mayo y junio se presentaron los valores promedio más altos con 36.63‰ y 36.5‰ (época de estiaje), mientras que, en septiembre se registró el menor con 7.83‰ (aporte fluvial y lluvias). En el caso de noviembre fue de 27.85‰ (Fig. 28).

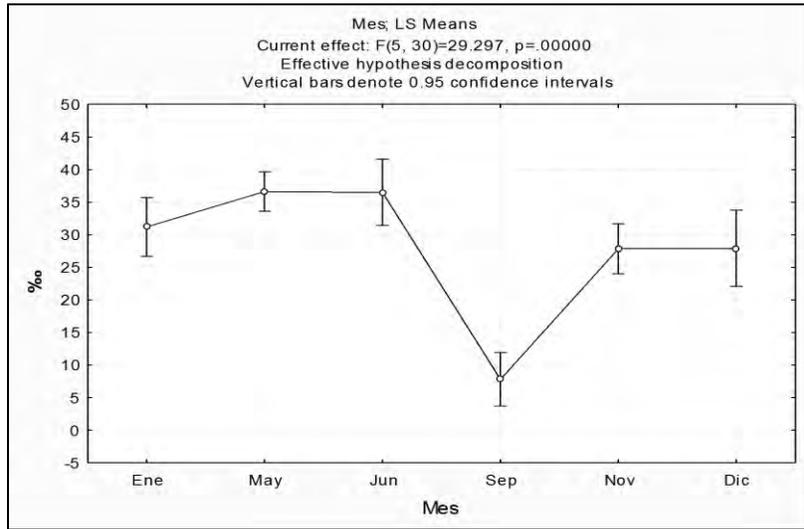


Figura 28. Variación de la salinidad durante los meses de muestreo en el sistema.

Mientras que, el ANOVA determinó que las diferencias de salinidad entre los meses fueron significativas ($p = 0.00000$).

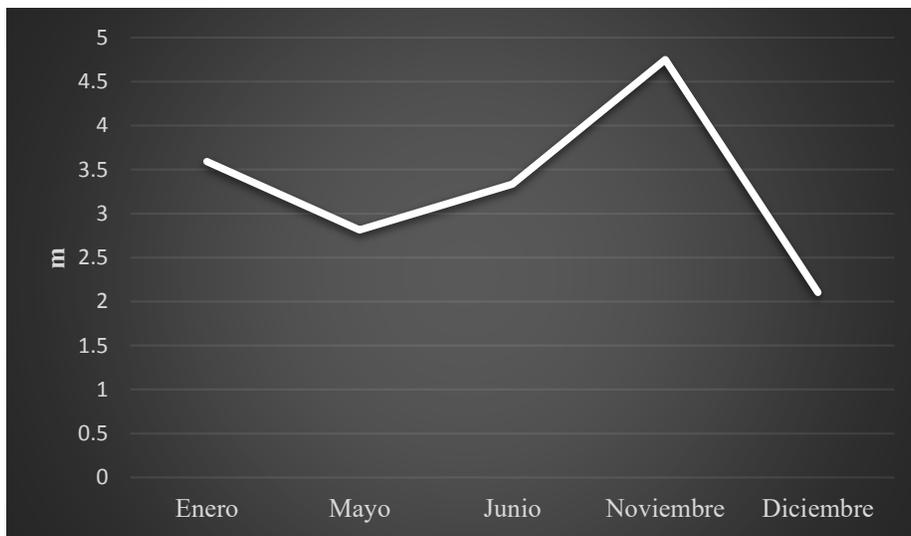


Figura 29. Cambios en la profundidad durante los meses de muestreo.

Por otra parte, los cambios en la profundidad en relación a la temporalidad, muestra que durante mayo y junio se registraron valores de 2.85m y 3.33m, aumentando para el mes de noviembre a 4.75m. Durante el periodo reproductivo (mayo-junio) se presento un ligero descenso en la profundidad, asociado a la época de transición entre el estiaje e inicio de las lluvias (Fig.29).

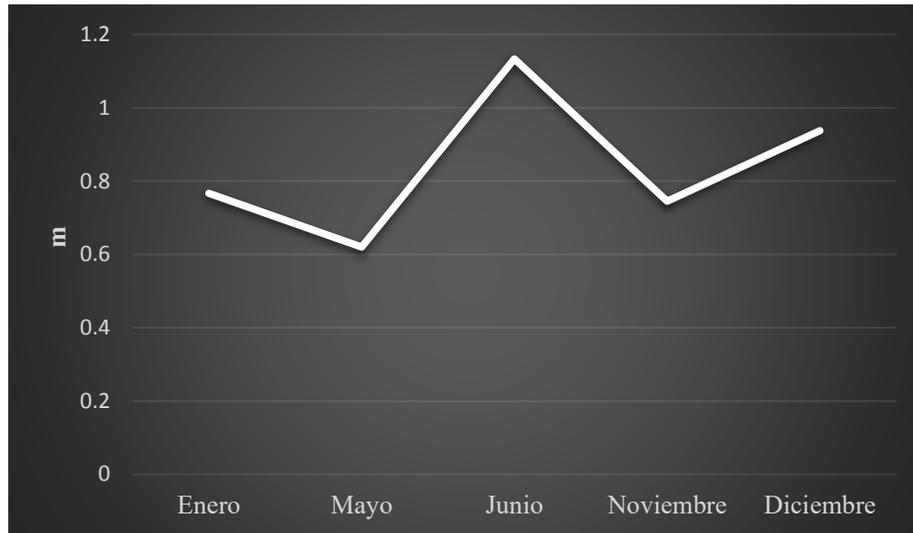


Figura 30. Cambios en la transparencia durante los meses de muestreo.

La transparencia (Fig. 30), registró el valor más bajo durante mayo con 0.62m, incrementándose hasta 1.13m en junio. En noviembre descendió hasta 0.74m, lo que podría corresponder con otro periodo reproductivo. Este parámetro está asociado con el aporte fluvial y de sedimentos.

FRECUENCIA DE HEMBRAS MADURAS EN RELACIÓN AL AMBIENTE.

El análisis entre los factores ambientales con la cantidad de hembras maduras no mostró una correlación significativa, excepto en la salinidad y profundidad cuyos valores de R^2 , fueron 0.64 y 0.80 respectivamente (Fig.31). Sin embargo, en el caso de la profundidad, la relación fue inversa, de tal manera que a medida que aumento ésta, la cantidad de hembras maduras disminuyó.

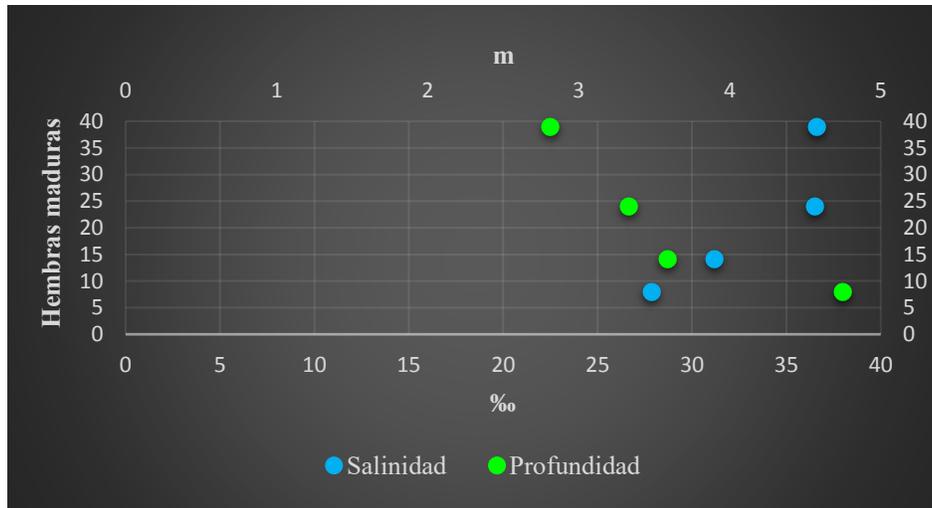


Figura 31. Número de hembras maduras con relación a la salinidad y profundidad.

CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS DE REPRODUCCIÓN

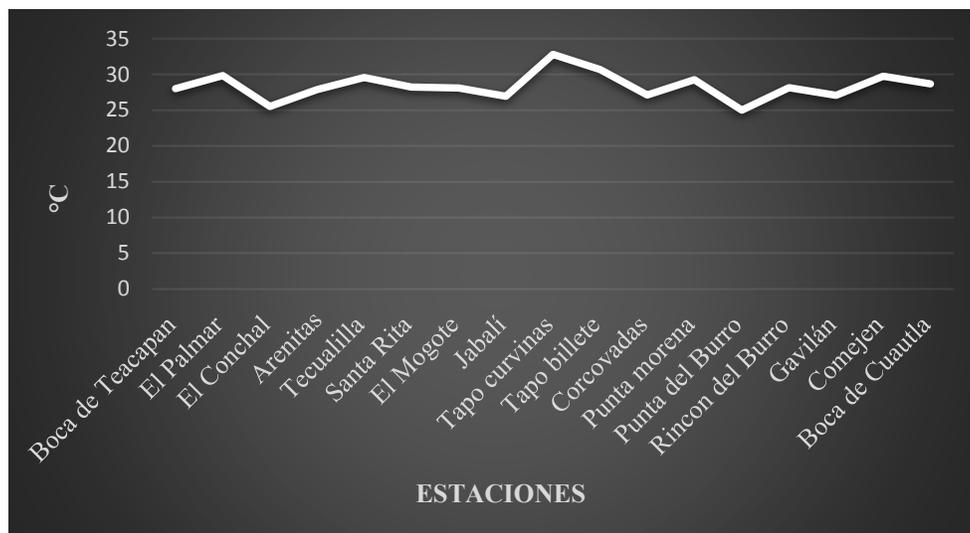


Figura 32. Variación de la temperatura en las estaciones de muestreo.

En relación a las estaciones, la temperatura presentó estas variables: Tapo curvinas registró el valor más alto con 32.8°C, seguido de Tapo billete con 30.7°C, dichas estaciones están localizadas en el canal del estero y muy cerca de 2 de los sitios de reproducción: Jabalí y el Mogote los cuales presentaron una temperatura promedio de 26.92°C y 28.08°C respectivamente. Otros sitios son: Corcovadas, Rincón del Burro y Boca de Cuautla registraron temperaturas muy parecidas con 27.13°C, 28.12°C y 28.68°C. Por lo que se estableció que los sitios son adecuados para la reproducción de la especie, y se encontraron en un rango de temperatura superior a los 26.9 °C (Fig. 32).



Figura 33. Variación de la salinidad en las estaciones de muestreo.

Por otra parte, el análisis de la salinidad en las estaciones (Fig. 33), mostró que, en los sitios de reproducción, esta varió entre 25.18-34.5%, siendo el Mogote quien registró el valor más alto y Boca de Cuautla el más bajo. La salinidad no varió significativamente, en cuanto a los sitios de puesta, pero en lo que respecta a todo el sistema sí, teniendo un rango de 12-34.5%.

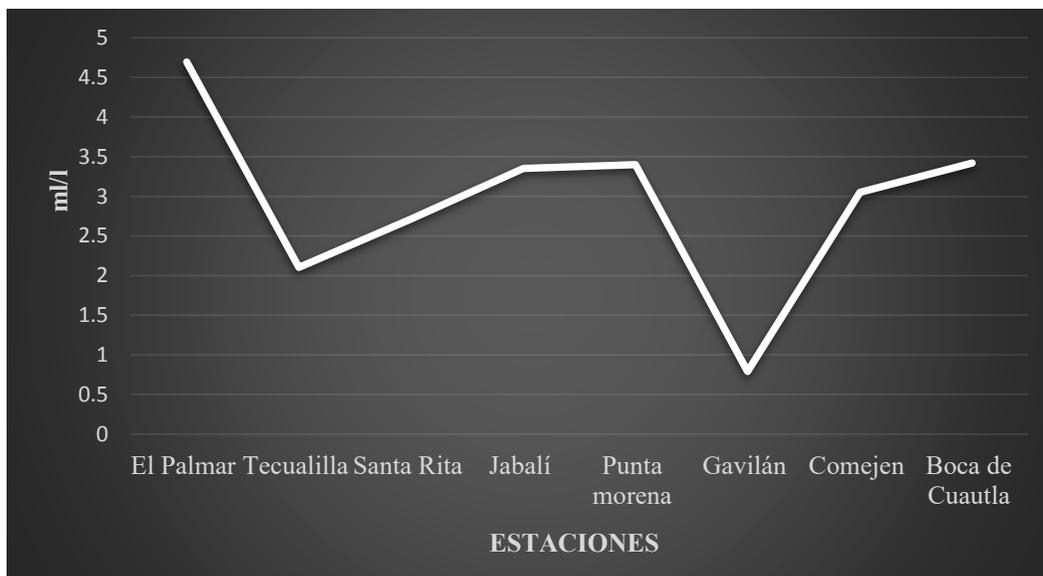


Figura 34. Variación de las concentraciones de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo.

De acuerdo al oxígeno disuelto en el sistema (Fig. 34), la mayor concentración promedio se encontró en El Palmar con 4.69ml/l y la más baja fue de 0.79ml/l en el Gavilán. En cuanto a los sitios de reproducción: Jabalí y Boca de Cuautla registraron concentraciones similares con 3.35ml/l y 3.42ml/l. La oxigenación del agua, puede ser atribuida a que uno de los sitios se localiza en un río estacional (Jabalí) y el otro en la conexión entre la laguna y el océano (Boca de Cuautla).

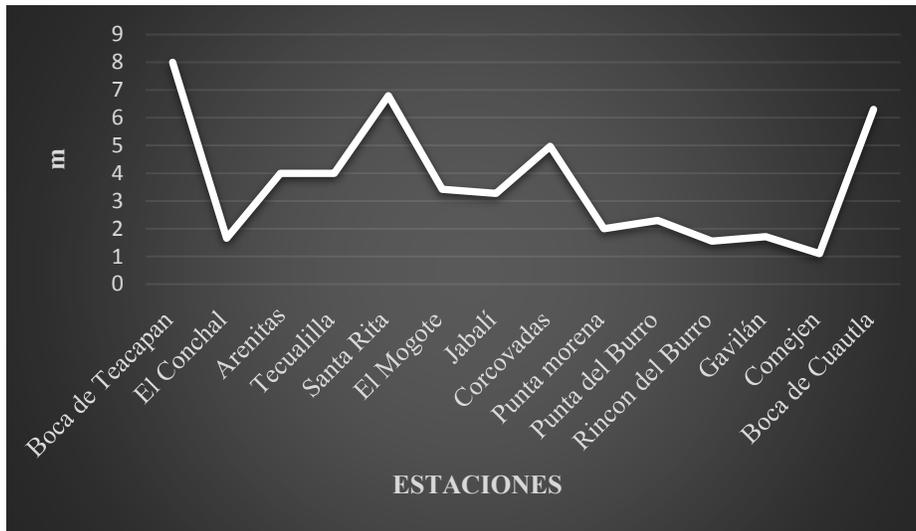


Figura 35. Variación de la profundidad en las estaciones de muestreo.

De acuerdo a la profundidad en las estaciones, se determinó que la estación Boca de Teacapán presentó la mayor con 8m en promedio, seguida de Boca de Cuautla con 6.3m; en ambos casos se trata de sitios de conexión entre el sistema y el océano, lo que explicó dicha profundidad. Por su parte, en los otros sitios de reproducción, la profundidad osciló entre 1.55-4.9m, siendo Rincón del Burro el más somero con 1.5m (Fig.35). No obstante, el análisis ANOVA determinó que las diferencias de profundidad en el sistema son significativas ($p = 0.0005$).

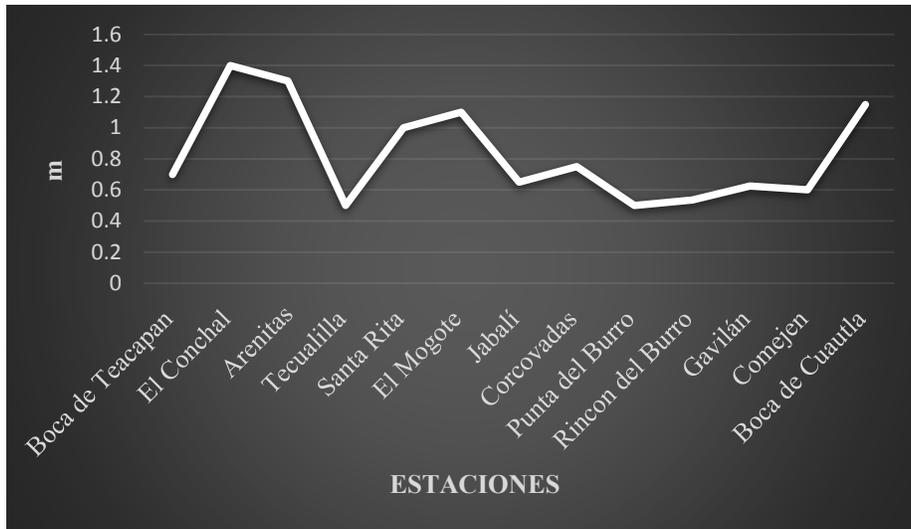


Figura 36. Variación de la transparencia en las estaciones de muestreo.

En lo que respecta a la transparencia en las estaciones (Fig. 36), esta varió a lo largo del sistema, siendo más baja en los sitios de reproducción que se encontraban en un rango de 0.53-1.15m; en el que la Boca de Cuautla registró el valor más alto y Rincón del Burro el más bajo.

Tabla 2. Tipos sedimento en los sitios de reproducción.

Estación	Fecha	Tipo de sedimento
El Mogote	21/01/1984 (13:12hrs.)	limo-arcilloso
	19/06/1984 (15:40hrs.)	arenoso
	15/05/1985 (17:37hrs.)	limo-arcilloso
Jabalí	18/05/1980 (12:15hrs.)	limo-arcilloso-arenoso
	21/01/1984 (14:43hrs.)	limo-arcilloso-arenoso
	14/05/1985 (18:18hrs.)	limo-arcilloso
	06/05/1990 (11:30hrs.)	limo-arcilloso
Corcovadas	22/11/1984 (09:05hrs.)	limo-arcilloso
	14/05/1985 (16:23hrs.)	limo-arcilloso
	6/05/1990 (11:00hrs.)	limo-arcilloso
Rincón del Burro	20/11/1984 (12:00hrs.)	limo-arcilloso
	16/05/1985 (10:19hrs.)	limo-arcilloso
Boca de Cuautla	20/06/1984 (13:00hrs.)	arenoso
	20/11/1984 (16:30hrs.)	arenoso
	16/05/1985 (11:02hrs.)	arenoso

De acuerdo a los tipos de sedimento presentes en los sitios de reproducción (Tabla 2), en la mayoría prevaleció a lo largo del tiempo el tipo limo-arcilloso (fango), excepto en el Mogote (en junio de 1984) que presentó un sedimento de tipo arenoso y Jabalí (en mayo de 1980 y enero de 1984) uno de tipo limo-arcilloso-arenoso. Mientras que, en la Boca de Cuautla, predominó el tipo arenoso.

Por lo anterior se puede deducir que los sitios de reproducción se caracterizaron por tener temperaturas en promedio cálidas ($>28<30^{\circ}\text{C}$), salinidad entre 25-35%, estar suficientemente oxigenados ($>3\text{ml/L}$), ser poco profundos ($<5\text{m}$), de baja transparencia ($<1.2\text{m}$) y con sedimento de tipo limo-arcilloso principalmente.

FECUNDIDAD

En el análisis de la fecundidad promedio (#ovocitos/hembra), se pudo observar que existe una gran variabilidad entorno al número de ovocitos, los valores más altos correspondieron a la hembra 9 con 26.2 ovocitos y la hembra 13 con 20.6 ovocitos, mientras que el menor valor fue de 4 ovocitos para la hembra 17; no obstante, el promedio de toda la muestra fue de 11.71 ovocitos/hembra (Fig. 37).

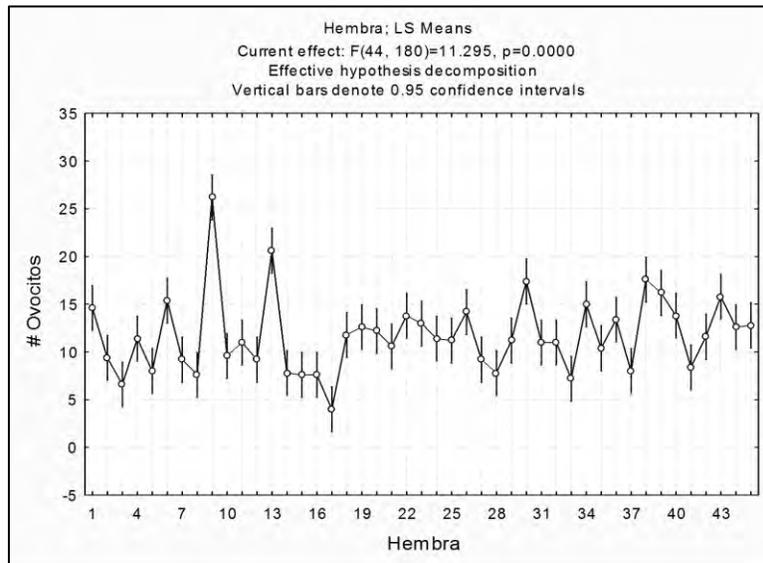


Figura 37. Fecundidad promedio de las hembras analizadas.

Además, el ANOVA mostró que existen diferencias significativas ($p = 0.0000$) entre las hembras. Esta baja fecundidad puede explicarse por qué *C. liropus* es una especie cuya estrategia reproductiva es de tipo k, en la que la cantidad ovocitos es baja, pero de mayor tamaño, y existe un cuidado parental.

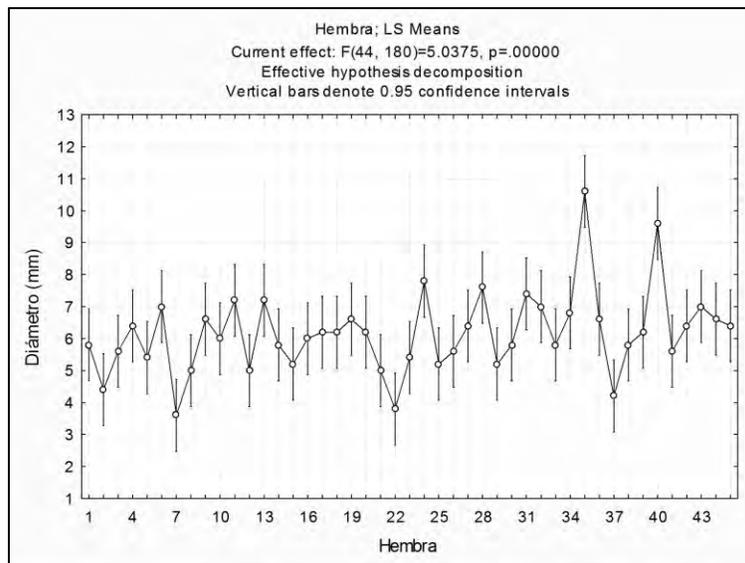


Figura 38. Diámetro de los ovocitos de las hembras analizadas.

Los ovocitos (Fig. 38), presentaron un diámetro promedio de 6.08mm; no obstante, el ANOVA mostró diferencias significativas ($p = 0.00000$) entre los ovocitos analizados y gran variabilidad. Por otra parte, se pudo observar que existen dos puntos máximos que corresponden a los ovocitos de las hembras 35 y 40 con valores de 10.6mm y 9.6mm respectivamente, mientras que se registraron 3 puntos mínimos con valores de 2mm, 3.8mm y 4.2mm pertenecientes a los ovocitos de las hembras 3, 22 y 37. El diámetro promedio calculado, corresponde con la estrategia que se caracteriza por producir un número reducido de huevos grandes, y cuidado parental que garantiza mayor supervivencia. Dicha estrategia demanda mucha energía.

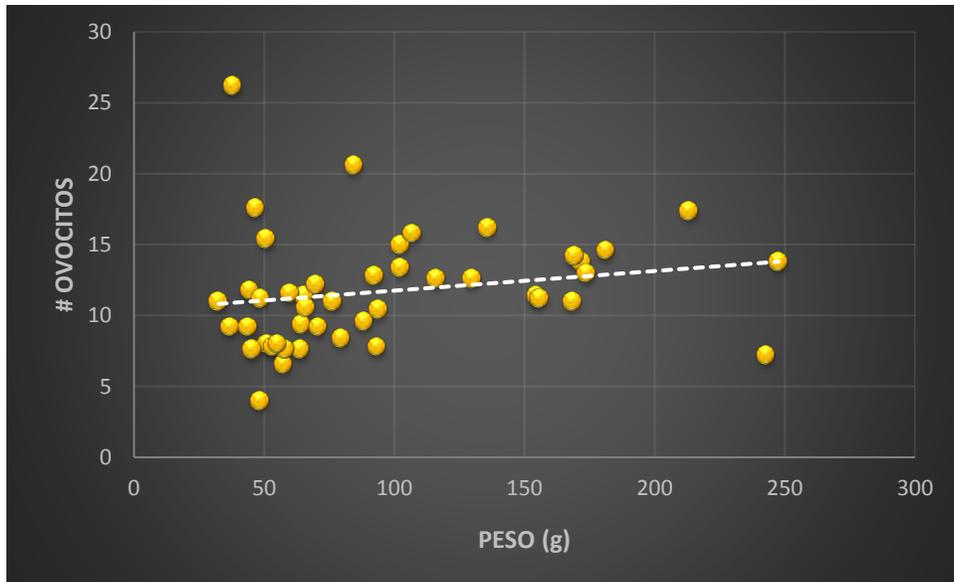


Figura 39. Relación del número de ovocitos con el peso de cada hembra.

Se estableció la relación entre el número de ovocitos y el peso de las hembras (Fig. 39), obteniendo así un coeficiente de correlación lineal (R^2) de 0.03, lo que significó que el peso no es determinante en la fecundidad, de tal manera que un mayor peso no garantiza que habrá más ovocitos.

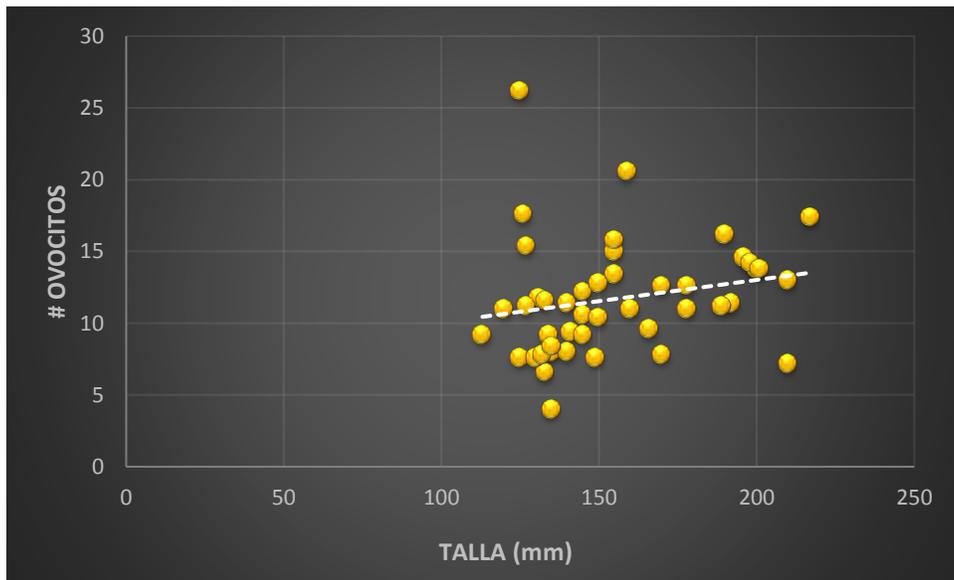


Figura 40. Relación del número de ovocitos con la talla de cada hembra.

Finalmente, se analizó la relación entre el número de ovocitos y la talla de las hembras (Fig. 40), cuyo coeficiente de correlación lineal (R^2) fue de 0.04, demostrando así que no existe una relación significativa entre la fecundidad y la talla de las hembras, de tal manera que con una mayor longitud no significa que habrá una mayor cantidad de ovocitos.

DISCUSIÓN

Respecto a la madurez gonádica de los 516 ejemplares de *Cathorops liropus*, se registraron 232 individuos en estadio I (juveniles), 83 en estadio II (en maduración), 138 individuos en estadio III (maduros) y sólo 63 en el IV (desovados). Lo anterior contrasta con Aragón (1989) quien reportó que la mayor parte de los organismos de *C. liropus* se encontraban en estadio II y I con 38 y 34 ejemplares respectivamente, mientras que 17 ejemplares presentaron el estadio III y 16 el IV, de un total de 105 individuos; coincidiendo sólo en el estadio I, como representativo de la especie. Por su parte, Ayala-Pérez *et al.* (2008) en su investigación sobre *Cathorops melanopus*, mencionaron que, de los 159 individuos identificados, 76 peces presentaron el estadio I, 37 el estadio II, 4 el estadio III y 42 el estadio IV, lo que en parte coincide con el presente trabajo ya que la mayoría de los peces se encontraban inmaduros, sin embargo, estos autores sólo reportaron 4 organismos maduros. En tanto Moreno (2004), determinó que en *C. melanopus*, el estadio de madurez gonádica mayormente representado fue también el I (juveniles) con 77 individuos, seguido del IV con 41 individuos, mientras que, el estadio II registró 36 individuos y el III solamente 2 peces.

Cabe mencionar que la mayoría de los juveniles se presentaron durante la época de lluvias, específicamente en el mes de noviembre con hasta 49.13%; por el contrario, más de la mitad de los maduros se registraron en la transición de la época de estiaje y lluvias, en mayo y junio con 44.92% y 21.73% ejemplares respectivamente; esto como resultado del periodo reproductivo. Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza (2013), obtuvieron un comportamiento similar en el *Bagre marinus*, puesto que las altas frecuencias del estadio de madurez gonádica avanzado se presentaron en julio (48%) y agosto (45%) coincidiendo con el pico del proceso reproductivo, mientras que la mayor parte de los inmaduros se presentaron en diciembre y enero. De la misma forma, Amezcua y Muro-Torres (2012) mencionaron la presencia de gónadas maduras o desovadas durante la época reproductiva para el bagre cominate *Occidentarius platypogon*, es decir, a finales de primavera y comienzos del verano; por otro lado, el periodo de inactividad lo establecieron en otoño e invierno, cuando casi todas las gónadas estaban inmaduras.

En lo referente a la madurez gonádica por sexo, en las hembras, hasta 88 ejemplares, se encontraban en estadio III, mientras que 68 estaban en estadio I, 61 en estadio IV y sólo 29 en estadio II. Los resultados sobre *C. melanopus* obtenidos por Ayala-Pérez *et al.* (2008) no concuerdan con esta investigación, puesto que, de las 108 hembras, registraron sólo 1 en el estadio III, siendo en su mayoría pertenecientes al estadio I con 44 hembras, el estadio II con 34 y finalmente el estadio IV registró 29. Así mismo, Amezcua y Muro-Torres (2012), determinaron sólo 28 hembras de *O. platypogon* en estadio III, mientras que hasta 58 de estas presentaron el estadio I, 54 el estadio IV y 13 el II, lo que contrasta con el presente trabajo. En el caso de *O. platypogon*, la cantidad reducida de hembras maduras, pudo atribuirse a la estrategia y comportamiento de la especie, debido a que se considera típicamente marina-eurihalina, es decir,

que los adultos residen y se reproducen en el océano, realizando migraciones hacia los estuarios en los que sus crías se refugian y alimentan, por lo tanto, esto podría dificultar la captura de la especie (Potts & Wootton, 1984; Amezcua-Linares, 2009; Contreras, 2010).

De acuerdo a la madurez en los machos, casi la mitad de estos, se clasificó como estadio I, con 164 individuos, además se registraron 53 y 50 en estadio II y III respectivamente, y sólo 1 en el IV. Esto coincide con lo reportado por Ayala-Pérez *et al.* (2008) para *C. melanopus*, dado que la mayoría de los machos fue registrada en el estadio I con hasta 34 machos, seguido del estadio II con 13, y por último los estadios II y III con 3 cada uno.

En cuanto, a la distribución de los peces de acuerdo a la madurez gonádica, en la estación de Corcovadas se registró la mayor parte de los organismos en estadio I (118 ind.) y II (20 ind.); mientras que, en el Mogote predominó el estadio III (35 ind.), por último, en el Gavilán se presentaron casi todos los peces en estadio IV (11 ind.). Corcovadas y el Mogote se encuentra en el canal del estero, en tanto, el Gavilán se localiza dentro de la laguna de Agua Brava. De acuerdo a esta distribución, se pudo establecer que la estación de Corcovadas es una zona principalmente de crianza, el Mogote es un sitio de reproducción y el Gavilán un área donde las hembras ya desovadas pueden descansar, alimentarse y tener un refugio hasta reponerse de la actividad reproductiva. En lo que respecta a la estación Gavilán, concuerda con Nikolsky (1963), quién estableció que el estímulo inmediato para que comience la migración es la demanda por el alimento después de los efectos exhaustivos del desove, siendo el interior de la laguna el sitio más propicio para cubrir esas necesidades. Por su parte Moreno (2004) determinó que *C. melanopus*, se distribuyó de acuerdo a los estadios de madurez gonádica, separando las zonas de desove y alimentación, ya que, los organismos maduros se concentraron cerca de las zonas de mangle, lo que mostró la importancia de la vegetación en la fecundación y depósito de los ovocitos en los machos; mientras que, se presentó una migración de hembras desovadas hacia otras zonas para alimentarse. Moreno (2004) coincide con este trabajo, en relación a la manera en que los organismos utilizan la vegetación circundante durante el desove, así como, la posible adaptación que presentan al separar las zonas de alimentación y puesta. Al respecto, Margalef (1974) indica que, si una especie confiere las actividades de desove, crianza y alimentación a diferentes áreas, reduce su gasto de energía para actividades de competencia interespecífica.

De acuerdo a la talla establecida en esta investigación, *C. liropus* (Tabla 3), mostró en promedio una longitud total menor, en relación a lo reportado por Amezcua-Linares (2009), posiblemente asociado con el ambiente al que pertenecen los ejemplares, siendo marinos en el caso del autor y estuarinos los capturados en la presente. Mientras que, Froese y Pauly (2015), refieren una máxima talla de longitud patrón en *C. liropus*, que es menor comparada con este trabajo; así mismo, Aragón (1989) obtuvo un intervalo más estrecho y de menor longitud total para la misma especie.

En lo que respecta a *C. aguadulce*, está considerada como la especie gemela en el Atlántico de *C. liropus* (Amezcua-Linares, 2009), por ello, fue importante comparar la talla entre estas especies

(Tabla 3); determinando que la talla de *C. aguaculce* es más reducida, según lo reportado por Castillo-Domínguez *et al.* (2010) y Betancur-R & Acero (2005), no obstante, en algunos casos puede superar a *C. liropus* (Ayala-Pérez *et al.* 2015).

Tabla 3. Comparación de la talla de *C. liropus* con lo reportado por otros autores.

Especie	Talla	Referencia
<i>Cathorops liropus</i>	168.2mm L.T. (promedio)	Presente estudio
	220mm L.T. (promedio)	Amezcu-Linares (2009)
	197mm L.P.	Froese y Pauly (2015)
	217mm L.P.	Presente estudio
	95-302mm L.T.	Presente estudio
	54-273mm L.T.	Aragón (1989)
<i>Cathorops aguadulce</i>	121.1mm L.T. (promedio)	Castillo-Domínguez <i>et al.</i> (2010)
	217mm L.T. (promedio)	Ayala-Pérez <i>et al.</i> (2015)
	118-164mm L.T.	Betancur-R & Acero (2005)
	280mm L.P.	Tenorio-Colín <i>et al.</i> (2010)
<i>Cathorops fuerthii</i>	163-332mm L.T.	Betancur-R & Acero (2005)

Por otra parte, se contrastó la talla con *C. fuerthii* (Tabla 3), ya que esta especie ha sido presentada como sinónimo de *C. liropus* por Caliola y Bussing (Fisher *et al.* 1995) y Robertson y Allen (2006) debido a la similitud de los caracteres merísticos y morfométricos, sin embargo, se sabe que esta tiene una distribución hacia el sur del Golfo de Tehuantepec, mientras que *C. liropus* es endémica de la Provincia mexicana y habita en un ambiente estuarino o dulceacuícola (Amezcu-Linares, 2009). Al analizar las tallas, se observó que los organismos de *C. fuerthii* son más grandes (Tenorio-Colín *et al.* 2010); Betancur-R & Acero, 2005).

Además, la estructura de tallas mostró una prevalencia de organismos de tallas pequeñas-medianas; lo cual es un reflejo de tres aspectos principalmente: 1-. La distribución de la especie, considerada típicamente estuarina realiza gran parte de su ciclo de vida dentro del sistema lagunar, sin embargo, algunos organismos al alcanzar su estadio adulto y tras reproducirse, migran hacia el océano y en el sistema predominan los juveniles y preadultos de menor longitud, formando

pequeños cardúmenes de talla similar (Aragón, 1989; Amezcua-Linares, 2009), 2-. El sector costero-marino, así como los sistemas estuarinos, se han señalado como hábitat utilizados preferentemente por organismos juveniles o preadultos para fines de alimentación y protección (Yáñez-Arancibia y Day, 1988; Minello *et al.* 2003; Ayala-Pérez *et al.* 2003), y 3-. Una estrategia de reproducción temprana, dado que los peces tropicales, en general, presentan ciclos de vida cortos, con crecimiento rápido y un desarrollo gonádico completo durante su primer año de vida (Ayala-Pérez *et al.* 2008; Amezcua-Linares, 2009).

En la estructura de tallas respecto a las hembras, la longitud osciló entre 70-217mm L.P. y la clase moda fue 131-135mm; mientras que la longitud de los machos varió entre 70-195mm L.P., y la clase moda se estableció en 96-100mm. Por lo que se determinó que las hembras presentaron una mayor talla, y un intervalo más amplio. Esta diferencia de talla entre hembras y machos puede estar relacionado con un aumento en los requerimientos alimenticios de las hembras como respuesta al periodo reproductivo, que ocurre principalmente en la época de estiaje momento en el que se registran las de mayor talla; y con la madurez gonádica, ya que la mayor parte de las hembras se encontraban ya sea en maduración o maduras (II y III), mientras que en los machos predominó el estadio juvenil (I). Lo anterior es similar a lo reportado por Moreno (2004) para *C. melanopus*, ya que las hembras presentaron una mayor talla comparada con los machos, con 83-340mm L.T. y 43-271mm L.T. respectivamente. De la misma forma, Acero *et al.* (2005), respecto a *Cathorops mapale*, encontraron que las hembras registraron en promedio una talla mayor con 131.6mm L.P. y los machos presentaron un promedio de 125.5mm L.P.

Por otra parte, se estableció que durante la época de lluvias los organismos presentan tallas un poco más reducidas con una clase moda de 96-100mm, comparado con la época de estiaje cuya moda fue de 116-120mm. Esto puede deberse a que la puesta se lleva a cabo principalmente durante el periodo de estiaje donde se registró una mayor frecuencia de organismos maduros y valores altos del factor de condición e Índice Gonadosomático (IGS), así como, un Índice Hepatosomático (IHS) bajo.

Los organismos se distribuyeron a lo largo del sistema lagunar de acuerdo a su tamaño, dado que los peces de mayor longitud patrón (>170mm) se encontraron en la estación de Tapo billete, Rincón del Burro y Gavilán que están localizadas en el canal del estero y en el interior de la laguna, mientras que los de longitud pequeña (<112mm) en Tecualilla y Corcovadas, es decir, en el estero de Teacapán y en la entrada a la laguna. En el caso de Rincón del Burro corresponde a un sitio de reproducción con una mayor proporción de hembras maduras, lo que explicaría la presencia de ejemplares más grandes, en tanto, Gavilán, quien también registro peces grandes, no es considerado sitio de reproducción, pero si la estación en que se ubicaron la mayoría de peces en estadio IV de madurez. Por su parte, Corcovadas, aunque es otro sitio de reproducción, presentó más ejemplares pequeños, esto puede ser resultado de conformar la estación con mayor presencia de peces juveniles y en maduración (I y II de madurez); así mismo, en Tecualilla, predominaron los peces juveniles (I), principalmente machos. En lo que respecta a Tapo billete, la presencia de

peces grandes puede estar relacionada con que dicho sitio se localiza muy cerca de zonas de puesta de la especie.

Aragón (1989), menciona en términos generales, que el patrón de distribución de *Cathorops liropus* obedece a estrategias reproductivas y alimenticias de su ciclo biológico controlado por factores bióticos (necesidades tróficas, competencia interespecífica) y abióticos (salinidad y temperatura). Así mismo reportó que, *C. liropus*, presenta su mayor densidad y biomasa en la laguna y en menor grado en el estero, dado que estas zonas representan un parche alimentario de la especie, al localizarse en estos sitios los grupos tróficos preferenciales de esta (como poliquetos, materia orgánica, copépodos, anfípodos, gamáridos y rodofitas), además de ser una adaptación o estrategia para evitar la competencia intra e interespecífica y la predación; ya que en esta zona, es decir, la laguna, hay menor competencia comparada con el norte del sistema lagunar. Este comportamiento concuerda con varios autores, quienes determinaron que la distribución de tallas puede variar de una región a otra y hasta dentro de una misma región, debido a que el crecimiento se ve afectado por la disponibilidad de alimento, densidad poblacional y otros factores ecológicos (Matsuyama *et al.* 1987; Vazzoler 1996; Márcano *et al.* 2002; Lebastida-Ché *et al.* 2013).

En lo que respecta a la talla de primera madurez, se determinó entre 171-175mm de L.T., teniendo que la hembra madura más pequeña registró una talla de 150mm de L.T. Estos resultados son similares a los encontrados por Aragón (1989) y Amezcua-Linares (2009) donde la talla de primera madurez varió entre 174-193mm L.T. y la hembra madura más pequeña midió 165mm L.T., no obstante, el rango es más amplio y la talla de la hembra es mayor comparado con el presente estudio. González (1972) en Agua Brava reportó que la hembra madura más pequeña presentó una talla de 143mm, lo que es más cercano a la talla observada en esta investigación. Amezcua y Muro-Torres (2012) estimaron una talla de primera madurez de 376mm L.T., cuya hembra madura más pequeña registró una talla de 265mm L.T., esto en *O. platypogon*, siendo superior a *C. liropus*. En tanto, Ayala-Pérez *et al.* (2008) registraron la talla de primera madurez en *C. melanopus* con 144.5 mm LT para hembras y 162.1mm L.T. para machos, lo cual coincide con lo reportado por Lara-Domínguez *et al.* (1981), quienes encontraron una talla de primera madurez entre 160mm y 165mm L.T. para la misma especie; sin embargo, en ambos casos contrasta con este estudio, dado que la talla de primera madurez reportada en *C. liropus* es mayor. Por su parte, Moreno (2004) obtuvo una talla promedio de 144.4mm L.T. y 186mm L.T. para machos y hembras respectivamente; talla que es superior, en relación a las hembras, en *C. melanopus* comparada con *C. liropus*.

Mishima y Tanji (1983) en el complejo estuarino-lagunar de Cananneia, Brasil reportan que *Cathorops spixii* tiene una talla de primera madurez sexual para hembras de 96mm y para machos de 98mm, que es menor a la encontrada en *C. liropus*. Lo anterior, contrasta con lo reportado por Tijaro *et al.* (1998) quienes observaron en *C. spixii*, una mayor talla de primera madurez estimada en 233mm L.T.

De acuerdo a lo anterior, *Cathorops liropus* muestra una estrategia de reproducción temprana en la que los organismos alcanzan la madurez sexual a una talla pequeña. Esto podría ser un reflejo de la fisiología que presenta acorde a su distribución, ya que los peces tropicales son de crecimiento rápido y pronto alcanzan el desarrollo de las gónadas en un periodo que por lo regular no rebasa el año de edad (Amezcu-Linares, 2009). Aunado a esto, Tyler y Sumpter (1996) mencionaron que se ha relacionado el comienzo de la madurez sexual con la longevidad de la especie; una especie que madura tempranamente suele tener una longevidad menor y debe ser capaz de reproducirse el número de veces necesario para procrear un número de descendientes suficiente. En cambio, una especie que madura tardíamente, debe vivir suficiente tiempo para poder reproducirse y dejar un número de descendientes adecuado. La maduración temprana requiere de un gran esfuerzo reproductivo que puede verse reflejado en el tamaño y número de huevos. Por lo tanto, la estrategia de reproducción temprana es común en la familia Ariidae, como respuesta a su longevidad, dado que se ha reportado una edad máxima de hasta 8 años para el género *Cathorops* (Costa de Acevedo *et al.* 1998); mientras que para los géneros *Sciades* y *Ariopsis* se ha establecido en 4 y 10 años respectivamente (Cervigón *et al.* 1992).

Además, la talla/edad de primera madurez puede ser resultado de situaciones de estrés para los peces asociados a la disponibilidad de recursos, suministro de oxígeno disuelto, cambios en la temperatura, el fotoperiodo y la presión de pesca (Aragón, 1989; Cubillos y Alarcón, 2010). Siendo este último factor algo importante para esta especie, puesto que su morfología la vuelve susceptible a ser capturada mediante cualquier arte de pesca ya sea de manera dirigida o incidental (Amezcu-Linares, 2009; Tenorio-Colín, 2010; López-Martínez *et al.* 2010); como lo demuestra el análisis de las artes de pesca utilizadas en este trabajo, en el que la especie fue capturada con todas ellas, sin embargo, las artes mostraron diferencias en cuanto a su eficiencia, de tal manera que, con la red de arrastre se colectó hasta el 86.62% de los ejemplares, con el chinchorro 9.10%, con la atarraya 2.71% y con la red agallera sólo 1.55%. La mayor eficiencia en la red de arrastre, puede estar relacionada con los hábitos de la especie, que es demersal, asociada al fondo por su estrategia reproductiva y alimentaria (Lorghust y Pauly, 1987).

En la proporción de sexos, fue ligeramente mayor en los machos con 1.03:0.97; esto es similar con lo reportado por Aragón (1989), que registró una proporción de 1.27:1 para la misma especie dentro del sistema lagunar. Sin embargo, los resultados de esta investigación no concuerdan con lo propuesto por los siguientes autores: Ayala-Pérez *et al.* (2008) y Moreno (2004) quienes obtuvieron una prevalencia de hembras para *C. melanopus* en una proporción de 0.69:1 y 1:2.31 respectivamente; Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005) coinciden en una predominancia de hembras para *Bagre marinus*; Caballero-Chávez (2013) observó una mayor cantidad de hembras en *B. marinus*, con una proporción de 0.63:1 y Amezcua y Muro-Torres (2012) que presentaron una proporción de sexos equitativa con 1:1 en *O. platypogon*. La proporción de sexos puede indicar que existe o no una agregación de hembras o machos durante el ciclo anual, siendo afectada por una serie de factores como la época de reproducción, la

talla/edad de los organismos, la mortalidad diferencial, el hábitat específico de machos y hembras y la selectividad de las artes de pesca utilizadas para su captura (Amezcuea y Muro-Torres, 2012; Acevedo *et al.* 2007; Sánchez, 2007).

A lo largo del ciclo anual, la proporción de sexos fue 1:1 durante 4 meses, no obstante, en el mes de junio se presentó una mayor proporción de hembras con 0.64:1.34 y menor en diciembre con 1.69:0.30; dicho comportamiento coincide en parte con lo propuesto por Aragón (1989) quien observó una mayor proporción de machos durante el invierno con 2.15:1, sin embargo, durante el verano registró menos hembras con 1.22:1. Se ha reportado lo mismo en *Bagre marinus*, ya que Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005), mencionaron que existe una predominancia de hembras durante el mes de mayo (67%) y Caballero-Chávez (2013) que encontró mayor cantidad de hembras en junio con 0.87:1. Por su parte, Amezcuea y Muro-Torres (2012), reportaron una mayor proporción de hembras en verano con 1:1.4 y menor en invierno con 1:0.9, esto en *O. platypogon*, que es similar a esta investigación.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, pueden estar relacionados con la agregación de hembras durante el periodo reproductivo de la especie, que ocurre en los meses de mayo-junio, mientras que, en el mes de diciembre, las hembras podrían migrar en busca de alimento y descanso para reponerse de otro posible proceso reproductivo, así los machos predominan, sobre todo juveniles. Así mismo, Da Silva *et al.* (2011) en su estudio sobre el bagre *Auchenipterichthys longimanus*, registraron una predominancia de hembras especialmente durante el periodo reproductivo, que atribuyó a la existencia de un patrón de segregación sexual durante dicho proceso.

Por otra parte, la prueba de χ^2 efectuada en relación a la proporción de sexos en los meses de muestreo indicó que existen diferencias significativas ($\chi^2 = 13.47$, $p = 0.005$ y g.l. = 5), así mismo, se comprobó que la cantidad de hembras es independiente de la cantidad de machos; Aragón (1989) obtuvo resultados similares, ya que el análisis estacional mediante la prueba de χ^2 también mostró diferencias significativas entre la proporción de sexos ($\chi^2 = 11.34$, $p = 0.01$ y g.l. = 3); por su parte, Amezcuea y Muro-Torres (2012) en su estudio sobre *O. platypogon*, determinaron que la proporción de sexos estacionalmente no cambió de manera significativa ($\chi^2 = 0.25$, $p = 0.05$) lo que discrepa con el presente estudio y con lo reportado por Aragón, sin embargo, el valor de χ^2 demostró la independencia entre la cantidad de organismos de cada sexo. De acuerdo con Nikolsky (1963), las diferencias en la proporción de sexos, podrían estar relacionadas con factores genéticos, diferencias respecto a la ocupación del hábitat, en las tasas de mortalidad, e incluso que el muestreo sea sesgado por el equipo de pesca utilizado; además, un cambio en la proporción de sexos puede ocurrir no sólo entre diferentes poblaciones, también dentro de la misma población durante diferentes períodos.

En relación a la proporción de sexos por clases de talla, Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005), reportaron que en *B. marinus*, la proporción de hembras es mayor a partir de los 360mm llegando hasta 560mm L.T., mientras que los machos se encuentran en mayor proporción por

debajo de 320mm L.T.; dicho estudio es semejante con lo determinado en esta investigación en la que la proporción de hembras aumenta entre los 135 a 217mm L.P. y la proporción de machos es mayor entre los 70 a 130mm L.P. Caballero-Chávez (2013) hace referencia al mismo comportamiento en que la proporción de hembras aumentó en tallas mayores. Por lo tanto, las hembras aumentaron su proporción en tallas mayores, lo cual puede ser un reflejo de la madurez, ya que una gran parte de las hembras hasta un 47.17%, se encontraban en estadio II y III, es decir, en maduración o maduras, mientras que en los machos predominó el estadio I (juveniles), lo que indicaría que podría existir una segregación sexual por madurez gonádica. Esto concuerda con Aragón (1989), quien mencionó que *C. liropus*, tras alcanzar la madurez gonádica, presentó un notable incremento en su requerimiento alimenticio, en la diversidad trófica y por ende en su crecimiento. De acuerdo con Seck *et al.* (2004) y Kume *et al.* (2009), la diferencia de tallas entre sexos, en especial, el hecho de que las hembras sean más grandes, se puede atribuir a un incremento en los requerimientos alimenticios y la sucesiva acumulación de lípidos durante el proceso reproductivo. Por otra parte, Acero y Franke (1995) mencionaron, que pueden existir diferencias en la proporción sexual en función de la talla de los organismos; de la misma forma Fricke y Fricke (1977) determinaron que el beneficio de pertenecer a uno u otro sexo dependen de la talla corporal.

El bagre *Cathoropos liropus* mostró un crecimiento alométrico negativo ($b = 2.93$), esto es, que el incremento en su talla es mayor en proporción a su peso, en el ajuste del modelo potencial el coeficiente de correlación lineal fue de 0.93, lo que indica una fuerte relación entre la talla y el peso de los organismos; Aragón (1989) registró el mismo tipo de crecimiento ($b = 2.94$) y su coeficiente de correlación lineal fue de 0.908, ligeramente menor al presente estudio. Mientras que, Ayala-Pérez *et al.* (2008) y González y Santos (2000) determinaron el mismo tipo de crecimiento en *C. melanopus* con $b = 2.96$ y $b = 2.95$ respectivamente, cuyo coeficiente de correlación fue de 0.95 que es un tanto superior a lo reportado en esta investigación, teniendo así, que los peces aumentan de talla en mayor proporción que en el peso. A diferencia de lo anterior, Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005) y Segura-Berttolini y Mendoza-Carranza (2013), establecieron un crecimiento alométrico positivo para *B. marinus* con $b = 3.16$ y $b = 3.22$ respectivamente, en el que los peces incrementan de peso en mayor proporción; y el valor del coeficiente de correlación fue de 0.88, presentando una buena relación entre las dos variables.

El análisis de la relación talla-peso permite medir variaciones en un pez o grupos de peces, como indicador de las condiciones alimentarias y el desarrollo gonádico (Sparre y Venema, 1997; Márcano *et al.* 2002). En este caso, el crecimiento de tipo alométrico negativo, tanto para todos los organismos como separados por sexos, significa que los peces se alimentan de manera diferenciada en función de la longitud y el peso. Además, al ocurrir la primera madurez se registró un aumento en ambas variables; de acuerdo con Aragón (1989), lo anterior, puede estar relacionado con su condición nutricional, la alimentación, el metabolismo y la madurez gonádica, que influyen en los cambios proporcionales del peso y la talla.

Por su parte, Frota *et al.* (2004), mencionaron que el coeficiente de alometría (b) tiene una importancia biológica, ya que indica la ganancia de peso en relación con el crecimiento en longitud de los peces; y variaciones en este pueden reflejar cambios en la condición de los individuos asociados con la disponibilidad de alimento, épocas reproductivas o actividades migratorias.

En cuanto al factor de condición promedio, *Cathorops liropus*, presentó el valor más alto durante el mes de junio con 5×10^{-5} , seguido de diciembre con 4×10^{-5} , mientras que, enero y noviembre registraron el más bajo con 3×10^{-5} . Su mayor valor coincide con el periodo reproductivo que se estableció entre mayo-junio y es superior a lo reportado por Aragón (1989), quién observó que durante el verano un mayor porcentaje de hembras estaban maduras con un valor de 3.12×10^{-6} . Sin embargo, en esta investigación, durante diciembre se registró un aumento con 4×10^{-5} ; mientras que, Aragón (1989) durante el invierno obtuvo un valor de 2.57×10^{-6} ; este comportamiento puede estar asociado a la reproducción, pero también es un reflejo de cambios en diversas actividades biológicas tales como la alimentación, crecimiento, acumulación de energía, aumento de biomasa (Ricker, 1975). Así mismo, la condición fisiológica puede sufrir cambios relacionados con el ciclo de crecimiento de los peces; por lo que Goulart y Verani (1992) sugieren el uso de este factor como un indicador eficiente de la variación temporal en los aspectos la alimentación (por ejemplo, cambio en la dieta, absorción de energía).

En *Cathorops melanopus* ocurre algo similar, ya que Ayala-Pérez *et al.* (2008), reportaron que el factor de condición mensual refleja dos momentos importantes para la población durante el año, una entre mayo y julio (con valores $1.56-2.2 \times 10^{-5}$), y otra, aunque comparativamente menor, en diciembre (con 1.4×10^{-5}); este comportamiento está relacionado con los momentos de preparación para el desove. El factor de condición refleja las variaciones somáticas indicando la energía almacenada como lípidos corporales y proteínas que pueden ser movilizadas por los organismos para enfrentar los requerimientos en períodos sin alimentación o durante la reproducción (González y Oyarzún, 2002; Saborido y Junquera, 2004).

En el factor de condición relativo (K) de acuerdo a las clases de talla, Aragón (1989) registró su mayor valor en la clase de 214-233mm con 2.1% y el más bajo para la clase 74-93mm con 1.55%, de tal forma que la condición no varió significativamente con la talla, se mantuvo casi constante. Mientras que, en el presente trabajo, el valor de K, presentó una tendencia de aumentar a medida que aumentaba la talla de los organismos, teniendo el valor más alto en la clase de 201-205mm con 6.54% y el más bajo en la clase 70-75mm con 0.73%, por lo cual la condición de los peces, en este caso fue superior a lo mencionado por Aragón, pero coincide en el punto en que los organismos de tallas mayores presentan una mejor condición.

Por otra parte, al analizar el factor de condición relativo en la relación con la talla y el sexo, la mayor parte de las hembras reflejan una mejor condición, esto derivado de la longitud que alcanzan siendo superior a los machos; a diferencia de Aragón (1989), quién observó que las hembras, en general, tenían menor condición que los machos. Lo anterior reafirma que la condición fisiológica

depende también de cambios relacionados con la edad, el sexo y hábitat diferentes (Le Cren, 1951 cit. en Maldonado, 2004).

Finalmente, el factor de condición relativo individual (Kr), mostró que los organismos en general, tienen buena una condición fisiológica, registrando un valor de 101.73% (>100% = buena condición); sin embargo, al determinarlo por sexo, tanto las hembras como los machos presentaron valores inferiores al 100%, con 92.61% y 69.5% respectivamente, por lo que su condición es mala de acuerdo al Kr. Aunque, esto corrobora que las hembras se encontraban en mejor condición comparadas con los machos.

Aunado a esto, algunos autores mencionan que la variación estacional en el factor de condición, se ha utilizado como un parámetro complementario para describir los ciclos naturales de reproducción, alimentación y ecología de las especies ícticas (Braga, 1986; Lizama y Ambrósio, 2000; Anene, 2005).

Cathorops liropus es una especie que realiza gran parte de su ciclo de vida en el sistema, se estableció que su reproducción se lleva a cabo entre mayo-junio, esto de acuerdo a la frecuencia de hembras maduras, donde casi el 80% se presentó en dichos meses con 44.82% y 33.33% respectivamente. Lo anterior concuerda con Aragón (1989), quién determinó que en el mes de mayo inicia la época reproductiva y se extiende hasta junio con 77% para la misma especie. No obstante, González (1972) indica que *C. liropus* realiza su reproducción de abril a junio, iniciándose en el mes de marzo en la misma zona. Por otro lado, Melchor-Aragón (1980) detectó que la época reproductiva ocurre en abril y mayo en el Estero de El Verde, Sinaloa. En todos los casos se puede establecer que la reproducción de esta especie, se realiza entre la época de estiaje e inicios de las lluvias. Algo similar ocurre con *C. melanopus*, dado que Ayala-Pérez *et al.* (2008) mencionaron que tiene un comportamiento de reproducción continua, sin embargo, registra un evento masivo de reproducción en la época de lluvias; esta condición es comparable con lo reportado por Rojas *et al.* (1994) para los bagres *Cathorops spixii*, *Ariopsis semanni*, *Notarius osculus*, *Sciades dowii* y *Rhamdia guatemalensis*. Así mismo Amezcua y Muro-Torres, (2012), establecieron que *O. platypogon*, tiene un desarrollo gonadal sincronizado y sólo un proceso de desove anual que alcanza su máximo en primavera y termina en verano (mayo-agosto). Otros estudios sobre la familia Ariidae también han descrito un solo periodo reproductivo por año y que ocurre en el verano, como Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005) en el Golfo de México para *B. marinus* con altas frecuencias de organismos maduros en julio-agosto (48% y 45%) , Caballero-Chavéz (2013) en el sudeste de Campeche, encontró que la temporada de reproducción también de *B. marinus* se presentó de abril a octubre, con un pico de julio a septiembre, en función de la proporción de organismos maduros. Por su parte, Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza (2013) establecieron el pico del proceso reproductivo de *B. marinus* (de julio a agosto) por las altas frecuencias del estadio de madurez gonádica avanzado en julio (48%) y agosto (45%) y por la presencia de cardúmenes de machos incubadores en la desembocadura del río Grijalva.

La época reproductiva para el bagre chihuil encontrada mediante el uso del Índice Gonadosomático (IGS) mostró marcadas diferencias mensuales; confirmando así el periodo reproductivo: mayo-junio (0.75%). Este comportamiento es semejante a lo reportado en *O. platypogon* por Amezcua y Muro-Torres (2012), donde los valores más altos del IGS se encontraron en primavera (abril-mayo) con 3.6%, mientras que la puesta fue a finales de primavera y comienzos del verano (junio-julio). Lo mismo observaron Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005) en *B. marinus*, en el que los valores altos de IGS se registraron en mayo y junio con 5.22% y 6.85% respectivamente. Por su parte, Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza (2013), mencionaron que el pico reproductivo de *B. marinus* estuvo indicado por los valores del IGS en junio (0.16%), julio (0.31%) y agosto (0.19%); mientras que Mexicano-Cíntora (1995) determinó que el periodo reproductivo establecido por los valores del índice, ocurre entre junio y julio para *Ariopsis felis* y para mayo y junio para *Cathorops spixii*; los resultados de ambos autores también son similares al presente estudio. Además, los valores del Índice Gonadosomático (IGS), corresponden a una medida del tamaño de las gónadas en relación con el peso corporal (Wootton, 1991), y su análisis puede proporcionar una evaluación cuantitativa del grado de desarrollo gonadal, la temporada de cría y el ciclo reproductivo (Gutiérrez-Estrada *et al.* 2000).

Rojas *et al.* (1994), reportaron el periodo reproductivo para varias especies de bagres, entre las que destacan *Ariopsis seemanni* y *Sciades dowi*, dado que estas especies presentaron dos periodos reproductivos cada una, establecidos a partir de la proporción de peces maduros, la ampliación de la cavidad orobranchial en machos y la formación de la membrana carnosa en la base de la aleta anal de las hembras. En lo que respecta a *Ariopsis seemanni*, los periodos son: en mayo y en noviembre; mientras que, *Sciades dowi* se reproduce en abril y octubre. Lo anterior, no concuerda con el comportamiento reproductivo de *C. liropus*, ya que solo se estableció un periodo de puesta (mayo-junio), sin embargo, tanto el Factor de condición como el IHS mostraron la posible existencia de otro periodo reproductivo en noviembre que pudiera extenderse hasta enero, pues registraron un valor alto en el caso del factor de condición (diciembre) y uno bajo en el IHS (noviembre) respectivamente. Lo anterior, puede estar relacionado con lo propuesto por Nikolsky (1963) quién señala que el desove fraccional y los periodos prolongados son característicos de especies de peces tropicales y subtropicales, y esto constituye una adaptación al incremento en la disponibilidad del alimento y asegura la preservación de las especies bajo condiciones desfavorables de desove.

El periodo reproductivo de *C. liropus*, fue corroborado con el Índice Hepatosomático (IHS), que presentó una relación inversa con el IGS, registrando los valores más bajos durante mayo (0.68%) y noviembre (0.46%); teniendo así, diferencias significativas mensualmente ($p < 0.05$). Amezcua y Muro-Torres (2012), mencionaron que los valores medios del IHS variaron de 2.2 a 2.60%, observando el valor más bajo en invierno para *O. platypogon*, coincidiendo con esta investigación; sin embargo, el autor reportó que no presentaron grandes variaciones estacionales. De acuerdo con Rijnsdorp (1994), la variación del IHS, depende de si la alimentación de los peces es constante a lo largo del año o no, pues se ha observado dicha estrategia en algunas especies de lenguados, que

continúan con la ingesta de alimento incluso en la época de reproducción y la energía obtenida, se transfiere en un alto porcentaje a la actividad reproductiva. En *C. liropus*, especialmente en los machos, la alimentación no es continua debido a la estrategia reproductiva, de tal forma que los órganos reducen su peso y volumen, asignando las reservas energéticas a la reproducción.

En lo que respecta a la época en que se reproduce *Cathorops liropus*, éste registró su periodo durante la transición de la época de estiaje-lluvias (mayo-junio). Esta aparente relación entre el periodo reproductivo y la época de lluvias, coincide con los reportado para *Sciades dowi* y *Notarius osculus* (Rojas *et al.* 1994), *Cathorops spixii* (Etchevers, 1978), *Ariopsis guatemalensis* (Burns y Ramírez, 1990), *Ariopsis felis* (Günter, 1947; Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1988), *Cathorops spixii* (Fávaro *et al.* 2005), *Cathorops melanopus* (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1988) y *Bagre marinus* (Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt, 2005; Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza, 2013).

La distribución y abundancia de las poblaciones de peces en el sistema Teacapán-Agua Brava, tiene una dinámica en relación a las fluctuaciones ambientales, principalmente por el aporte fluvial, conjuntamente con la precipitación, temperatura y evaporación (Álvarez-Rubio *et al.* 1986). En el caso de *C. liropus*, durante su reproducción se distribuye en 5 estaciones, esto derivado de la frecuencia de hembras maduras y el IGS, que son: El Mogote, Jabalí, Corcovadas, Rincón del Burro y Boca de Cuautla; las primeras dos corresponden al canal del estero, la tercera se localiza en la entrada de la laguna, la cuarta dentro de la laguna y la última como su nombre lo dice se encuentra en la boca o canal de Cuautla. Esto concuerda con lo observado por Aragón (1989) quién mencionó que en primavera y verano la especie se distribuye desde el canal del estero hacia el interior de la laguna en un ambiente con características homogéneas principalmente de salinidad y temperatura, así mismo, reportó la presencia de machos incubando huevos durante el verano y hembras desovadas en el interior de la laguna.

Al caracterizar el periodo reproductivo se pudo establecer que, en temperatura, durante mayo y junio se registraron los valores más altos con 31.21 y 29.04°C, esto concuerda con lo reportado por Aragón (1989), que determinó que en primavera y parte del verano se presentaron los valores máximos de temperatura (32°C y 30.6°C) y evaporación; por lo tanto, el periodo está asociado con un aumento en la temperatura, tal y como lo plantean Amezcua y Muro-Torres (2012), que el desove de *O. platypogon* se produce cuando la temperatura del agua comienza a aumentar. Así mismo, en otro estudio Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005) en *B. marinus* describieron que el proceso de desove ocurre en aguas costeras a altas temperaturas (27-29°C); mientras que, Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez (1988), destacaron que *C. melanopus* desova e incuba en condiciones de alta temperatura. De acuerdo a diversos autores, los cambios estacionales oceanográficos y atmosféricos pueden causar variaciones en los procesos biológicos de algunas especies de peces tropicales cuando estas son afectadas por la temperatura del agua (Welcomme, 1985; Sparre y Venema, 1997; Pauly, 1998). Aunado a esto, se ha establecido que los estímulos ambientales como temperatura y fotoperiodo controlan la maduración gonádica y los procesos

justo antes del desove (Pauly, 1984b; Imsland *et al.*, 1997a; Fores *et al.*, 1990). Por su parte, Potts & Wootton (1984) reiteran la importancia de estos factores, debido a que las señales fotoperiódicas pueden actuar directamente sobre los mecanismos neuronales para determinar el tiempo de desove en algunas especies, pero la estrecha asociación temporal entre la ovulación y el desove en muchos teleósteos, es más bien, resultado de la respuesta conductual al aumento post-ovulatorio de diferentes hormonas, seguido rápidamente por el desove; en tanto, la temperatura, influye en muchas funciones del sistema reproductor, incluyendo la tasa de secreción y eliminación de la gonadotropina pituitaria (GtH), hormona que induce la ovulación, pues diversos estudios indican que un prerrequisito común en la ovulación espontánea, es el incremento de esta hormona en la sangre; al final los factores se conectan, ya que el tiempo de liberación pre-ovulatoria de GtH puede cambiar con la temperatura para sincronizar la ovulación con el fotoperiodo.

Respecto a la salinidad representó un factor importante en el periodo reproductivo, ya que presentó su mayor valor promedio en los meses concernientes a este, mayo-junio (36.63‰ y 36‰); lo anterior, es similar a lo reportado por Aragón (1989), en el que la salinidad varió durante la primavera entre 33-41‰ y en verano fue de 33-36‰, dado que la precipitación es casi nula, el aporte fluvial disminuye casi totalmente dando con ello características marinas e inclusive hipersalinas al sistema. Tijero *et al.* (1998), en su estudio sobre *Cathorops spixii*, reportó que, el aumento de la salinidad hasta su máximo valor (30‰) coincidió con la mayor proporción de hembras maduras y desovadas, estableciendo así, una relación entre este parámetro y el evento reproductivo. Lo observado en el presente estudio y lo mencionado por ambos autores, confirma que en los sistemas estuarino-lagunares, la salinidad es una de las variables, que más incide en los eventos de maduración y desove, igualmente afecta la distribución espacial y temporal de las especies ícticas debido a las exigencias fisiológicas que establece el sistema para que pueda ser tolerada (Margalef, 1983; Balogun, 1987; Amadi, 1990).

Por otra parte, y de acuerdo a los cambios en la transparencia, durante el periodo reproductivo se registró un valor bajo con 0.62m en mayo, prevaleciendo condiciones de turbidez, dado que este factor está relacionado con el aporte fluvial y de sedimentos; Aragón (1989), indica que la turbidez del agua puede disminuir la capacidad de los predadores, mientras que la transparencia los hace más conspicuos; al respecto, Blaber (1985) señala que los juveniles de muchas especies muestran una preferencia por agua turbia y áreas poco profundas en estuarios, lo que les facilita el escape a sus predadores, mientras que los adultos se tienden a localizarse en aguas claras del mar.

Aunando a todo lo anterior, sobre la caracterización del periodo reproductivo, se sabe que los peces de agua cálida o tropical, varían de especies que desovan a lo largo de todo el año a aquellas que presentan estaciones claramente marcadas de puesta, siendo en estas últimas más importante la predación y la dependencia del medio es inferior, esto se presenta principalmente en especies vivíparas y aquellas de cuidado parental (Saborido y Junquera, 2004), como es el caso de *C. liropus*.

El análisis entre los factores ambientales con la cantidad de hembras maduras no mostró una correlación significativa, excepto en la salinidad y profundidad cuyos valores de R^2 , fueron 0.64 y 0.80 respectivamente. En diversos trabajos se ha señalado la amplia tolerancia de *C. liropus* a los cambios de salinidad (González, 1972; Yáñez-Arancibia, 1978 y Melchor-Aragón, 1980), Aragón (1989) determinó un patrón similar, en el que se distribuyó tanto en salinidades limnéticas como en hipersalinas (41‰). En tanto Ayala-Pérez *et al.* (2008) mencionaron que a medida que la talla aumenta, también lo hace la tolerancia a la salinidad, esto a partir de la distribución de *C. melanopus*; lo que explicaría la relación entre las hembras maduras y la salinidad, al ser la talla de estas lo suficientemente grande ($> 171\text{mm L.T.}$ tomando en cuenta la talla de primera madurez) para ampliar su rango de tolerancia. Por lo tanto, esta especie no se ve afectada por este factor, sin embargo, los organismos sobre los cuales depreda sí, lo que influye en su distribución, en relación a su alimentación y sitios de puesta.

En lo referente a la profundidad, tiene una tendencia a ubicarse en áreas someras y turbias (Aragón, 1989) en las que puede alimentarse y reproducirse, posiblemente con ayuda de la vegetación sumergida; siendo zonas de difícil acceso para especies más grandes, lo que disminuiría la predación y la competencia, interacciones clave en la supervivencia de los peces durante y después de los procesos reproductivos tales como: el desove, la fecundación y el traslado de los ovocitos a los machos. Por lo cual, la relación entre la frecuencia de hembras maduras y este factor, es significativa pero inversa, de tal manera a medida que aumenta la profundidad disminuye la cantidad de hembras maduras. Esto coincide en parte con Melchor-Aragón (1980), quien indicó que la densidad de la población de esta especie en el estero El Verde en Sinaloa, se relaciona con el nivel del agua y el reclutamiento, sin existir una correspondencia significativa con la temperatura y salinidad.

De acuerdo a los sitios de reproducción, estos se caracterizaron por presentar temperaturas cálidas ($26.92\text{-}28.68^\circ\text{C}$), alta salinidad (25-35‰), estar suficientemente oxigenadas ($>3\text{ml/l}$), ser poco profundas (1.55-6.3m), una transparencia baja ($<1.2\text{m}$) y con sedimento de tipo limo-arcilloso principalmente. Esta condición es comparable con Aragón (1989), que determinó que la mayor abundancia de organismos durante el verano, se registró en el canal del estero donde se presentan áreas someras (1-3.5m), de baja transparencia (0.4-1.3m), alta salinidad y fauna macrobéntica abundante, no obstante, también se encuentra en la laguna en menor cantidad; esto obedece a una estrategia reproductiva de la especie, al localizarse en áreas de menor competencia interespecífica como la laguna, después del desove, puesto que en esa zona se encontró machos incubando huevecillos en la cavidad orobranquial. Mientras que, Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez (1988), destacan que *C. melanopus* desova en condiciones de baja salinidad, poca transparencia y alta temperatura, lo que concuerda en parte con esta investigación, dado que las concentraciones de salinidad son altas.

En cuanto al tipo de sedimento, Aragón (1989) reportó que el sustrato donde se localizó la especie fue principalmente de tipo limo-arcilloso; lo que coincide con el presente estudio, ya que la

mayoría de los sitios de puesta se caracterizaron por presentar este tipo de sedimento; al respecto, De Silva (1985) menciona que los peces se pueden correlacionar con el tipo de sedimento. En el caso de *C. liropus*, es considerada una especie demersal y se encuentra asociada a sustratos arenosos y limosos, teniendo así, una relación normalmente indirecta con el sedimento, según sus propias estrategias reproductivas o alimentarias (Lorghust y Pauly, 1987).

En sistemas lagunares estuarinos se ha indicado por diversos autores entre ellos: De Silva (1985), Yáñez-Arancibia (1986) y Aragón (1989), que un factor limitante para el necton, lo constituye el oxígeno, Pauly (1984b) sostiene que los peces requieren tanto de una adecuada provisión de alimento como de oxígeno para crecer, pero el crecimiento es más bien limitado por el oxígeno. De esta manera, cuando un individuo logra crecer a un tamaño mayor, toda la provisión de oxígeno se asigna en el mantenimiento del metabolismo; en consecuencia, los peces comienzan a invertir energía en la madurez gonádica y desove solamente cuando la provisión relativa de oxígeno es suficiente; e indica que la disponibilidad del oxígeno controla la edad de primera madurez (Iles, 1973; Haug, 1998). Así mismo, Quiroz *et al.* (2010) mencionan que el oxígeno disuelto es un factor fundamental en la dinámica acuática, la abundancia o escases de este parámetro limita o favorece la presencia y/o ausencia de organismos, afectando el crecimiento, sobrevivencia y la reproducción. Sin embargo, a diferencia de la mayoría de los peces, los bagres no requieren de niveles elevados de oxígeno disuelto para sobrevivir, y la tasa de consumo de oxígeno depende de la concentración de este gas en el agua, del estado de alimentación, peso del pez y temperatura del agua, además durante el proceso reproductivo la tasa tiende a incrementarse (Martínez, 1999). En el presente estudio la concentración de oxígeno registró valores superiores a los 3ml/l, siendo adecuada para el proceso reproductivo.

Un aspecto importante, es el papel de la vegetación en el desove, ya que Moreno (2004) mencionó que las hembras maduras de *C. melanopus* acuden a zonas de mangle para depositar sus huevos en la vegetación y ser fertilizados, como lo explica Günther (1945), estos huevecillos permanecen un corto periodo del tiempo en el agua antes de ser llevados al hocico del macho. Además, Yáñez-Arancibia *et al.* (1976) encontró huevos aglutinados, cementados y adheridos en el pasto marino *Raphia mantirida* en los sistemas fluvio-lagunares de Pom-Atasta y Palizada del Este, en Campeche. Por su parte, en este trabajo, algunos sitios de puesta se caracterizaron por la vegetación abundante, predominando *Laguncularia sp.*, *Conocarpus sp.* y *Avicennia sp.*, registrando un aumento de *Rhizophora mangle* dentro de la laguna; lo que hace suponer que esta especie utiliza la vegetación de la misma forma que la propuesta para *C. melanopus*.

Aragón (1989), determinó que el patrón de distribución de *C. liropus* está asociado en gran medida a sus estrategias reproductivas. Por su parte, Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005) mencionaron que el *B. marinus* toma ventaja de los diferentes hábitat presentes en su área de distribución, a través de la estrategia reproductiva que incluye migraciones locales estacionales; lo que es similar a lo observado en esta investigación, en la que *C. liropus* mostró una amplia

distribución entre los sitios de puesta, presentando migraciones dentro del sistema y posiblemente fuera de este. La ubicación de los sitios de desove y el momento de la reproducción en los peces es a menudo específica de la población y se piensa que es a través de la selección natural y las condiciones ecológicas que se favorece el crecimiento temprano y la supervivencia de las especies (Leggett, 1985).

En general, la actividad reproductora depende de la combinación óptima de las condiciones ambientales como son la salinidad, temperatura, turbidez, la oxigenación del agua, la cantidad y calidad de alimento, la presencia de depredadores, la estacionalidad, etc. (Lluch-Cota *et al.* 2007). De igual manera, la variación de los vientos, niveles de precipitación e hidrodinámica del lugar generan las condiciones idóneas o adversas para el transporte de los huevos y las larvas hacia los sitios de resguardo (Day *et al.* 1989), como el traslado de los ovocitos de la hembra hasta la cavidad orobranquial del macho, en ésta especie sobre todo si alguno de los sitios de puesta se encuentran en un río estacional, cuya profundidad y transparencia está directamente influenciada por los niveles de precipitación.

Finalmente, y de acuerdo a Ayala *et al.* (2012) dentro de los sistemas estuarino lagunares, los peces han desarrollado una estrategia de acoplamiento del desarrollo de su ciclo de vida a la variabilidad ambiental tanto en escala espacial como temporal, lo cual se observa en especies residentes y ocasionales.

En lo referente a la Fecundidad, *C. liropus*, registró en promedio 11 ovocitos/hembra; y el ANOVA mostró que existen diferencias significativas ($p=0.0000$) entre las hembras. Rojas *et al.* (1994) en su estudio determinó la fecundidad de diversas especies de la familia Ariidae, como *Cathorops steindachneri* que presentó un promedio de 13 ovocitos, *Cathorops tuya* con 15 ovocitos, *Ariopsis seemanni* con 17 ovocitos, *Sciades dowi* con 15 ovocitos y *Notarius osculus* con 16 ovocitos; todos ellos registraron un mayor número en comparación con el presente estudio; no obstante, el número es bajo comparado con lo descrito por Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005) en *B. marinus*, observaron un promedio de 33 ovocitos por cada hembra, mientras que Amezcua y Muro-Torres (2012), registraron 37 ovocitos por hembra en *O. platypogon*, ambas especies meramente marinas. En general los bagres invierten grandes cantidades de energía en la producción e incubación de huevos de gran tamaño, en este sentido el éxito reproductivo depende de la fecundidad y del número de huevos incubados por los machos (Amezcua y Muro-Torres, 2012), por lo tanto, la fecundidad de *C. liropus* corresponde con su estrategia reproductiva “k” en la que el cuidado parental reduce su mortalidad en las primeras etapas de desarrollo dentro del sistema. Además, la fecundidad tiende a ser alta donde los huevos son liberados al exterior con puesta pelágica, se reduce cuando la puesta es demersal, es considerablemente menor en las especies que ofrecen protección a los huevos y mínima en los que muestran cuidado parental (Saborido y Junquera, 2004).

Por su parte, Costa de Acevedo *et al.* (1998) considera que los bagres (específicamente, el género *Cathorops*) presentan una estrategia de tipo "k", ya que: tienen un desarrollo lento (edad máxima promedio de 8 años), viven en comunidades saturadas, presentan varios eventos reproductivos en su vida, procuran un cuidado parental de sus crías, tienen una alta eficiencia de asimilación, ya que consumen mayor cantidad de alimento en relación a su peso total cuando son pequeños y conforme crecen, su necesidad gravimétrica de alimento es mucho menor. (Lara-Domínguez *et al.* 1981; Stiling, 1999; Galindo, 2002).

Se sabe que el tamaño de los ovocitos en las especies de áriidos es grande en comparación con los de otros peces teleósteos, y la distribución de frecuencia del diámetro de ovocitos puede ser importante para definir el tipo de desove de una determinada especie (Vazzoler, 1996). Aunque, el costo de esta estrategia de fecundidad reducida es alto, ha permitido a las especies de áriidos colonizar muchos hábitat y sobrevivir bajo una gran variedad de condiciones ambientales (Rimmer & Merrick, 1983). En este caso, el diámetro de los ovocitos corresponde con la estrategia reproductiva, ya que presentaron un promedio de 6.08mm; así mismo, el ANOVA mostró diferencias significativas ($p = 0.00000$) entre los ovocitos analizados y gran variabilidad. Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza (2013), determinaron que los huevos de *B. marinus* midieron 19mm en promedio; mientras que Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005) encontraron que el diámetro de ovocitos mostró una distribución bimodal, en la que se presentaron dos grupos: el primero de 1-5mm y el segundo de 7-19mm; Rimmer y Merrick (1982) documentaron que los huevos incubados por machos de *B. marinus* medían entre 15 y 25 mm. En el caso de Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza, establecieron un diámetro superior comparado con el presente estudio; en tanto, el diámetro encontrado de 6.08mm para *Cathorops liropus*, no se encontró en ninguno de los dos grupos determinados por Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005); por su parte, al comparar los ovocitos con Rimmer y Merrick (1982) el diámetro es mucho menor.

Aragón (1989) menciona que se encontraron 15 machos de *C. liropus*, incubando un promedio de 10 ovocitos por individuo, lo que es inferior a lo reportado por Segura-Bertolini y Mendoza-Carranza (2013) que los machos de *B. marinus* acarrearon entre 17 y 40 ovocitos. Pero similar a Rimmer y Merrick (1982) quienes reportaron que un macho usualmente podía transportar entre 10 y 30 ovocitos.

Por otra parte, se estableció la relación entre el número de ovocitos y el peso de las hembras, así como la talla, obteniendo un coeficiente de correlación lineal (R^2) de 0.0384 y 0.0438 respectivamente, lo que cual indicó que estos factores no tienen una relación significativa con la fecundidad. Este comportamiento coincide con Amezcua y Muro-Torres (2012) quienes no encontraron una relación lineal entre la longitud y la fecundidad en *O. platypogon*, y de acuerdo a la nube de puntos, no se observó alguna tendencia que indique algún otro tipo de relación. Así mismo, concuerda con Mendoza-Carranza y Hernández-Franyutt (2005), para *B. marinus*

presentaron valores bajos en la correlación de la fecundidad con la longitud y el peso, con 0.51 y 0.48 cada uno; no obstante, los valores son superiores a los establecidos en este trabajo.

El número de ovocitos y su diámetro están limitados por el tamaño de la cavidad orobranquial utilizada para la incubación (Amezcuca y Muro-Torres, 2012), es por ello que la relación de la fecundidad con el peso y la talla no es significativa.

CONCLUSIONES

La madurez gonádica de *Cathorops liropus* en el sistema presentó 4 estadios, característicos de especies tropicales. La mayor población fue de juveniles (estadio I), seguido de los organismos maduros (estadio III), organismos en maduración (estadio II) y desovados (estadio IV). Estableciendo que *C. liropus* presentó una adaptación que consiste en separar zonas de crianza, desove y alimentación; representadas por el Mogote (sitio de desove), Corcovadas (sitio de crianza) y Gavilán (sitio de alimentación y descanso), el primero ubicado en el canal del estero y los dos restantes en la entrada y dentro de laguna de Agua Brava respectivamente.

La talla de primera madurez, determinó una estrategia de reproducción temprana, y se presentó entre los 121-125mm L.P. (171-175mm de L.T.), la hembra madura más pequeña registró una talla de 111mm L.P. (150mm de L.T.).

Se obtuvo una proporción de sexos de 1.03:0.97 (M:H), y a lo largo del ciclo anual, sólo cambio durante el mes de junio y diciembre con 0.64:1.34 y 1.69:0.30 respectivamente; registrando diferencias significativas en la prueba de independencia de χ^2 ; esto derivado de una segregación sexual por el periodo reproductivo y madurez gonádica.

El factor de condición promedio fue un indicador del periodo reproductivo, presentando el valor más alto durante junio. Mientras que, el factor de condición relativo (K), demostró que las hembras presentaron una mejor condición en comparación con los machos.

El periodo reproductivo, se estableció entre mayo-junio; esto de acuerdo al factor de condición promedio, la frecuencia de hembras maduras y los valores del IGS e IHS. Los 5 sitios de reproducción determinados fueron: el Mogote, Jabalí, Corcovadas, Rincón del Burro y Boca de Cuautla.

La fecundidad promedio, demostró una correspondencia con la estrategia reproductiva de la especie, registrando 11 ovocitos/hembra con un diámetro promedio de 6.08mm; teniendo que la talla y el peso no determinan la fecundidad.

Por lo tanto, *Cathorops liropus* presenta una estrategia reproductiva de tipo “k”, donde el cuidado parental (incubación oral) depende de los machos. Estas características de comportamiento han permitido que la especie sea dominante dentro del Sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, incluso con la presión de pesca y tras la apertura del canal de Cuautla.

RECOMENDACIONES

Es necesario realizar más estudios de la especie, sobre todo durante ciertos periodos climáticos y de acuerdo a las modificaciones ambientales actuales, que permitan establecer su dinámica poblacional, así como, su comportamiento biológico en relación al ambiente.

LITERATURA CITADA

- Acero, A.P. & Franke, R. (1995). Nuevos registros de peces cartilagosos del Parque Nacional Natural Gorgona (Pacífico Colombiano), II. Rayas y descripción de una nueva especie. Biblioteca José Jerónimo. *Tria.*, 11, 9-21.
- Acero, P. A. & Betancur-R, R. (2002). Description of *Arius neogranatensis*, a new species of sea catfish from Colombia, with an identification key for Caribbean ariid fishes. *Aqua, Journ. of Ichth. and Aqua. Biol.*, 6, 5-10.
- Acero, P., Betancur-R., R., Polanco, F. A. & Chaparro, N. (2005). Diferenciación sexual temprana a nivel óseo en dos géneros de bagres marinos (Pises: Ariidae) del Caribe. *Mem. de la Fund. La Sall. de Cienc. Nat.*, 163, 37-43.
- Acevedo, J., Angulo, W., Ramírez, M. & Zapata, L. (2007). Reproducción del pez *Brotula clarkae* (Pisces: Ophidiidae) en el Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Trop.*, 55, 957-967.
- Álvarez-Rubio, M. F., Amezcua-Linares, F. & Yáñez-Arancibia, A. (1986). Ecología y estructura de las comunidades de peces del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 13, 185-242.
- Álvarez-Rubio, B., Amezcua-Linares, F. & Álvarez-Rubio, M. F. (1988). Análisis de la diversidad, amplitud y traslape de nicho en la comunidad de peces del sistema Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 17, 215-240.
- Amadi, A. A. (1990). Comparative ecology estuaries in Nigeria. *Hidrobiol.*, 208, 27-38.
- Amezcua-Linares, F. (1972). Aportación al conocimiento de los peces del sistema de Agua Brava, Nayarit. Tesis profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. México, pp. 209.
- Amezcua-Linares, F., Castillo-Rodríguez, Z. & Álvarez-Rubio, M. (1992). Alimentación y reproducción del sol *Achirus mazatlanus* (Steindachner, 1869) en el sistema lagunar costero de Agua Brava, Pacífico de México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 19, 181-194.
- Amezcua-Linares, F. (2009). *Peces demersales del Pacífico de México*. 1ra ed. ICMYL-UNAM, México: Ediciones de la noche, pp. 281.
- Amezcua, F. & Muro-Torres, V. (2012). Biología reproductiva del bagre cominate *Occidentarius platypogon* (Pisces: Ariidae) en el sureste del golfo de California. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40, 428-434.

- Anene, A. (2005). Condition Factor of Four Cichlid Species of a Man-made Lake in Imo State, Southeastern Nigeria. *Turk. Journ. of Fish. and Aqua. Scien.*, 5, 43-47.
- Aragón, P. M. (1989). Biología y ecología de los peces dominantes en el sistema Teacapan-Agua Brava, Nayarit, evaluada con red de arrastre. Tesis profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. México, pp.124.
- Ayala-Pérez, L. A., Ramos-Miranda, J. & Flores-Hernández, D. (2003). La comunidad de peces de la Laguna de Términos: Estructura actual comparada. *Rev. Biol. Trop.*, 51, 783-794.
- Ayala-Pérez, L. A., Ramos-Miranda, J., Flores-Hernández, D., Vega- Rodríguez, B. I. & Moreno-Medina, U. C. (2008). Caracterización biológica y ecológica del bagre *Cathorops melanopus* de la costa oeste de Campeche, México. *Cienc. Mar.*, 34, 453–465.
- Ayala-Pérez, L. A., Terán-González, G. J., Ramos-Miranda, J. & Flores-Hernández, D. (2012). Cambios interanuales en la abundancia de la comunidad de peces en la costa occidental de Campeche, México. *Cienc. Mar.*, 38, 395–410.
- Ayala-Pérez, L. A., Ramos-Miranda, J., Flores-Hernández, D., Sosa-López, A. & Martínez-Romero, G. (2015). *Ictiofauna marina y costera de Campeche*. Universidad Autónoma de Campeche. México: UAM-Xochimilco Press, pp. 502.
- Balogun, J. K. (1987). Seasonal fluctuations of salinity and fish occurrence in and around Epe Lagoon, Nigeria. *Afric. Journ. of Ecol.*, 25, 55-61.
- Berlanga-Robles, A. & Ruiz-Luna, A. (2007). Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapan-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite Landsat. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. *Rev. Univ. y Cienc., Tróp. Húm.*, 23, 29-46.
- Betancur-R, R. & Acero, P. A. (2005). Description of *Cathorops mapale*, a new species of sea catfish (Siluriformes: Ariidae) from the Colombian Caribbean, based on morphological and mitochondrial evidence. *Zoota.*, 1045, 45-60.
- Betancur-R, R. (2009). Molecular phylogenetics and evolutionary history of ariid catfishes revisited: a comprehensive sampling. *BMC Evol. Biol.*, 9, 175.
- Blaber, S. J. M. (1985). The ecology of fishes of estuaries and lagoons of Indo-Pacific with particular reference to Southeast Africa. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards and Ecosystem Integration*. México: UNAM Press, pp. 247-266.
- Braga, F. M. S. (1986). Estudo entre fator de condição e relação peso comprimento para alguns peixes marinhos. *Rev. Brasil.de Biol.*, 46, 339-346.

- Burns, J. & Ramírez, M. (1990). Annual pattern of reproduction of the bagre *Arius guatemalensis* (Pisces: Ariidae), in El Salvador. *Rev. Biol. Trop.*, 38, 487-490.
- Caballero-Chávez, V. (2013). Madurez y reproducción de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche. *Cienc. Pesq.*, 21, 13-19.
- Cabral, S. E. (1999). Estudio sobre el crecimiento y aspectos reproductivos de la lebrancha *Mugil curema* (Cuvier y Valenciennes, 1836), en la Laguna de Coyutlan, Colima. Tesis profesional, Fac. de Med. Veter. y Zoo. Universidad de Colima. México, pp. 99.
- Carranza, J. & Amezcua- Linares, F. (1971). Resultados finales de hidrología, plancton y fauna ictiológica en el sistema Teacapan-Agua Brava. Informe técnico. Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 27.
- Castillo-Domínguez, A., Barba, E., Navarrete, A., Rodiles-Hernández, R. & Jiménez, M. (2010). Ictiofauna de los humedales del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México. *Rev. Biol. Trop.*, 59, 693-708.
- Cepeda, G. H. (1977). Características mareográficas en Machona Tabasco y Agua Brava Nayarit. *An. Inst. Geogr., UNAM*, 5, 105-115.
- Cervigón, F. Cipriani, W., Garibaldi, L., Hendrickx, M., Lemus, A.L., Márquez, R., Poutiers, M., Robaina, G. & Rodríguez, B. (1992). *Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. Roma, FAO, pp. 513.
- Contreras, E. F. (2010). *Ecosistemas costeros mexicanos: una actualización*. México, UAM Iztapalapa: Buena Idea Editores, pp. 514.
- Costa de Acevedo, M., Araujo, G. F., Gomes da Cruz, F. & Machado A. (1998). Distribuicao por tamanho de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) na baía de sepetiba, Rio de Janeiro. *Act. biol. Leopold.*, 20, 273-288.
- Cubillos, L. & Alarcón, C. (2010). Estimación de la talla media de madurez sexual en *Trachurus murphyi* mediante parámetros del consumo relativo de oxígeno. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 38, 178-187.
- Da Silva, F. T., Da Consolação, V., Fogaça, L., Martins, R. & Ferreira, N. (2011). Seasonal changes in the gonadosomatic index, allometric condition factor and sex ratio of an auchenipterid catfish from eastern Amazonia. *Neotr. Ichth.*, 9, 839-847.
- Day, Jr. J. W., Hall, C., Kemp, M. W. & Yañez-Arancibia, A. (1989). Nekton, the free-swimming consumers. In *Estuarine ecology*. New York: Wiley-Interscience, John Wiley and Sons, pp. 377-437.

- Delgadillo-Calvillo, G., Martínez-Palacios, C. A., Berruecos-Villalobos, J. M., Ulloa-Arvizu, R., López-Ordaz, R. & Vásquez-Peláez, C. G. (2012). Caracterización de la curva de crecimiento en dos especies de pez blanco *Chirostoma estor*, *C. promelas* y sus híbridos. *Vet. Méx.*, 43, 113-121.
- De Silva, D. P. (1985). Nektonic food webs in estuaries. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integrations*. México: UNAM Press, pp. 233-296.
- Etchevers, S. L. (1978). Contribution to the biology of the sea catfish, *Arius spixii* (Agassiz) (Pisces, Ariidae), south of Margarita Island, Venezuela. *Bull. of Mar. Scienc.*, 28, 381-385.
- Fávaro, F. L., Frehse, A. F., De Oliveira, N. R. Jr. & Swuarz, R. (2005). Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii* (Agassiz) (Siluriformes, Ariidae), da Baía Pinheiros, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 22, 1022-1029.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. & Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca, Pacífico Centro-Oriental. Vertebrados-Parte I*. Vol. II, pp. 647-1200.
- Flores-Hernández, D., Yáñez-Arancibia, A. & Amezcua-Linares, F. (1983). Ecología, Biología y Dinámica de las poblaciones de *Bairdiella chrysoura* en la laguna de Términos, sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM*.
- Flores-Ventura, M. (1984). Análisis del impacto biológico en las obras hidráulicas. Tesis profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. México, pp. 120.
- Fores, J., Iglesias, J., Olmedo, M., Sánchez, F. J. & Peleteiro, J. B. (1990). Induction of spawning in turbot (*Scophthalmus maximus*) by a sudden change in the photoperiod. *Aquacult. Eng.*, 9, 357-366.
- Fricke, H. & Fricke, S. (1977). Monogamy and sex change by aggressive dominance in coral reef fish. *Nat.*, 266, 830-832.
- Froese R. & Pauly D. (2015). FishBase. World Wide Web electronic publication: www.fishbase.org.
- Frota, L. O., Costa, P. A. S. & Braga, A. C. (2004). Length-weight relationships of marine fishes from the central Brazilian coast. *NAGA, World Fish Cent. Quart.*, 27, 20-26.
- Galindo, C. G. (2002). Aplicación de los estimadores de densidad por kernel en el estudio del crecimiento del bagre estuarino *Cathorops melanopus* para dos lagunas del Golfo de México. Rep. Ser. Soc. UAM-Xochimilco. México, pp. 129.

- Gómez-Aguirre, S. (1970). Plan Nayarit, S.R.H. Resultados finales de hidrología y fauna ictiológica en el sistema Teacapán-Agua Brava (octubre, 1970 a junio, 1971). Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 87.
- González, L. I. (1972). Aspectos biológicos y distribución de algunas especies de la Familia Ariidae de las lagunas litorales del noroeste de México. Tesis profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. México, pp. 88.
- González, P. & Oyarzún, C. (2002). Variabilidad de índices biológicos en *Pinguipes chilensis*, Valenciennes 1833 (Perciformes, Pinguipedidae): ¿están realmente correlacionados?. *Concep., Gaya.*, 66, 249-253.
- González, R. M. E. & Santos, J. (2000). Fichas técnicas de peces importantes en la laguna de Términos, Campeche. *Jain.*, 11, 15.
- González-Díaz, A. & Soria-Barrato, M. 2013. Lista sistemática preliminar de los peces del estado de Nayarit, México. UAN. *Rev. Bio cienc.*, 2(3):200-215.
- Goulart, E. & Verani, J. R. (1992). Proporção sexual, relação peso/comprimento e fator de condição de *Hypostomus commersonii* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) da represa Capivari-Cachoeira, Paraná, Brasil. *Rev. Unim.*, 14, 19-33.
- Günther, G. (1945). Studies on marine fishes of Texas. *Publs. Inst. Mar. Sci., Univ. Tex.*, 1, 1-190.
- Günter, G. (1947). Observations on Breeding of the Marine Catfish, *Galeichthys felis* (Linnaeus). *Cope.*, 4, 217-223.
- Gutiérrez, B. O. (2012). Aspectos Biológico Pesqueros de la rubia *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) en Antón Lizardo, Veracruz, México. Tesis profesional, Inst. de Cienc. Mar. y Pesqu. Universidad Veracruzana. México, pp. 51.
- Gutiérrez-Estrada, J. C., Pulido-Calvo, I. & Prenda, J. 2000. Gonadosomatic index estimates of an introduced pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) population in a Mediterranean stream, using computational neural networks. *Aqua. Scienc.*, 62, 350-363.
- Haug, L. (1998). Effect of oxygen on growth, sexual maturity, and reproductive traits in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Cand. Scient. Thesis. University of Bergen, pp. 91.
- Iles, T. D. (1973). Dwarfing or stunting in the genus *Tilapia* (Cichlidae); a possible unique recruitment mechanism. *Rapp. P.-V. Réun.*, 164, 247-254.

- Imslund, A. K., Folkvord, A. G. L., Grung, S., Stefansson, O. & Taranger, G. L. (1997^a). Sexual dimorphism in growth and maturation of turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque 1810). *Aquacult. Res.*, 28, 101-114.
- Kobelkowsky, D. A. & Castillo-Rivera, M. (1995). Sistema digestivo y alimentación de los bagres (Pisces: Ariidae) del Golfo de México. *Hidrobiol.*, 5, 95-103.
- Kume, G., Furumitsu, K., Tanaka, S. & Yamaguchi, A. (2009). Reproductive biology of the guitarfish *Rhinobatos hynnicephalus* (Batoidea: Rhinobatidae) in Ariake Bay, Japan. *Environ. Biol. of Fish.*, 85, 289-298.
- Lara-Domínguez, A. L., Yáñez-Arancibia, A. & Amezcua-Linares, F. (1981). Biología y Ecología del bagre *Arius melanopus*, Günther en la Laguna de Términos, sur del Golfo de México (Pisces: Ariidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 8, 267-304.
- Lara-Lara, J. R., Arenas, F. V., Bazán, G. C., Díaz, C. V., Escobar, B. E., García, A. M. de la C., Gaxiola, C. G., Robles, J. G., Sosa, A. R., Soto, G. L. A., Tapia, G. M. & Valdez-Holguín, J. E. (2008). *Los ecosistemas marinos*. In: Conabio (eds.), Capital Natural de México. Vol. I: Conabio. México, pp. 135–159.
- Lebastida-Ché, A., Núñez-Orozco, A. & Oviedo-Piamonte, J. A. (2013). Aspectos biológicos del robalo hocicudo *Centropomus viridis*, en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. *Cienc. Pesq.*, 21, 21-28.
- Leggett, W. C. (1985). The role of migration in the life history evolution fish. *Contrib. in Mar. Scienc.*, 27, 277-295.
- Lizama, M. de los A. P. & Ambrósio, A. M. (2000). Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Bra. Joun. of Biol.*, 62, 113-124.
- Lluch-Cota, S. E., Eugenio, A., Aragón-Noriega, A., Arreguín-Sánchez, F., Aurioles-Gamboa, D., Bautista-Romero, J. Richard, C. B., Cervantes-Duarte, R., Cortés-Altamirano, R., Del-Monte-Luna, P., Esquivel-Herrera, A., Fernández, M. G., Hendrickx, E., Hernández-Vázquez, S., Herrera-Cervantes, H., Kahru, M., Lavín, M., Lluch-Belda, L. B., Lluch-Cota, D. B., López-Martínez, J. & Marinone, S. G. (2007). The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progr. In Ocean.*, 73, 1-26.
- Londoño, C. & Hurtado, H. (2010). Estudio preliminar morfológico y morfométrico de encéfalo del pez tiburoncito, *Ariopsis seemanni*, (Pisces: Ariidae). *Univers. Scient.*, 15, 101-109.
- Longhurts, A. R. & Pauly, D. 1987. *Ecology of Tropical Oceans*. San Diego: Academic Press.

- López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Rodríguez-Romero, J. & Hernández-Vázquez, S. (2010). Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México. Universidad de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 58, 925-942.
- Maldonado, S. L. (2004). Biología de la reproducción y crecimiento de *Colossoma macropomum* en la Amazonía boliviana. Tesis profesional, Fac. de Cienc. Farma. y Bioquím. pp. 91.
- Márcano, L, Alió, J. & Altuve, D. (2002). Biometría y talla de primera madurez de la tonquicha, *Cynoscion jamaicensis*, de la costa norte de la península de Paria, estado Sucre, Venezuela. *Zoot. Trop.*, 20, 83-109.
- Margalef, R. (1974). *Ecología*. España: Editorial Omega, pp. 541.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. España: Editorial Omega, pp. 1010.
- Martínez, C. M. T. (1999). Evaluación del crecimiento de juveniles del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) alimentado con desechos del procesado del calamar. Tesis profesional, Univ. De Colim. México, pp. 48.
- Matsuyama, M. Matsuura, S. & Hidaka, T. (1987). Maturity classification and group maturity of the red sea bream *Pagrus major*. *Mar. Biol.*, 96, 163-168.
- Melchor-Aragón, J. M. (1980). Estudio sobre la biología y ecología de los chihuiles *Arius caerulescens* (Günther) y *Arius liropus* (Bristol) del estero El Verde y la laguna de Caimanero, Sinaloa (Pisces: Ariidae). Tesis profesional, IPN-CICIMAR. México, pp. 39.
- Mendoza-Carranza, M. (2003). The feeding habits of gafftopsail catfish *Bagre marinus* (Ariidae) in Paraiso Coast, Tabasco, Mexico. *Hidrobiol.*, 13, 119-126.
- Mendoza-Carranza, M. & Hernández-Franyutt, A. (2005). Annual reproductive cycle of gafftopsail catfish, *Bagre marinus* (Ariidae) in a tropical coastal environment in the Gulf of Mexico. *Hidrobiol.*, 15, 275-282.
- Mexicano-Cíntora, G. (1995). Ciclo reproductor de algunas especies de pesquería de chinchorro en Celestún, Yucatán, México. INP-SEMARNAP. *Cienc. Pesq.*, 11.
- Minello, T. J., Able, K. W., Weinstein, M. P. & Hays, C. G. (2003). Salt marshes as nurseries for nekton: testing hypotheses on density, growth and survival through meta-analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 246, 39-59.
- Mishima, M. & Tanji, S. (1983). Maturacão e desova dos bagres marinhos (Osteichthyes: Ariidae) do complexo estuarino lagunar de Cananéia (25° S, 48° W). *Bol. Inst. Pesc., Sao Pau.*, 10, 129-141.

- Moreno, M. C. (2004). Reproducción y hábitos alimenticios del bagre marino *Cathorops melanopus*, (Günther, 1864) en la porción occidental de la costa de Campeche. Tesis profesional, UAM-Xochimilco. México, pp. 28.
- Nikolsky, G. V. (1963). *The ecology of fishes*. New York: Academic Press, pp. 352.
- Núñez-Orozco, A., Labastida-Ché, A. & Oviedo-Piamonte, J. A. (2013). Composición y abundancia de la ictiofauna en la franja sublitoral del Golfo de Tehuantepec, Oaxaca/Chiapas, México. *Cienc. Pesq.*, 21, 29-40.
- Núñez-Pasten, A. (1973). Hidrología del sistema Teacapán-Agua Brava en la planicie costera de los estados de Sinaloa y Nayarit, México. Tesis profesional, Esc. Biol. UAEM, pp. 38.
- Ochoa, C. F., Mendoza, B. E. & Casarin, S. R. (2012). Caracterización de los sedimentos y la hidrodinámica del subsistema litoral de Cuautla, Nayarit, México. Instituto de Ingeniería, UNAM. XXII Congreso Nacional de Hidráulica, Guerrero, México, pp. 6.
- Olivares, B. A. (1997). Diversidad trófica de las especies típicas de la comunidad de peces en el sistema lagunar Teacapan-Agua Brava, Nayarit, México. Tesis profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. México, pp. 89.
- Ortega, A., Escobar, J. C. & Rubio, E. A. (1996a). Determinación de los hábitos alimenticios del “canchimalo” *Arius seemanni* (Pisces: Siluriformes: Ariidae) en el manglar de la bahía de Buenaventura. III Simposio colombiano de Ictiología. Barranquilla. pp. 51.
- Ortega, A., Escobar, J. C. & Rubio, E. A. (1996b). Aspectos sobre el crecimiento y la reproducción del “canchimalo” *Arius seemanni* (Pisces: Siluriformes: Ariidae) en el manglar de la bahía de Buenaventura. III Simposio colombiano de Ictiología. Barranquilla. pp. 51-52.
- Pauly, D. (1984b). A mechanism for the juvenile-to-adult transition in fishes. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 41, 280-284.
- Pauly, D. (1998). Tropical fishes: patterns and propensities. *Journ. Fish Biol.*, 53,1-17.
- Potts, G. W. & Wootton, R. J. (1984). *Fish reproduction: Strategies and Tactics*. London; Orlando: Academic Press, pp. 410.
- Quiroz, C. H., Rodríguez, G. J., Astudillo, M. F. I., Vargas, D. M. & Jiménez, T. P. (2010). Condiciones abióticas de la presa El Abrevadero, utilizada para el cultivo extensivo de *Oreochromis niloticus* en Morelos, México. *Rev. Electrón. Vet.*, 11, 1-19.

- Ramos, P. J. (1995). Análisis de la biología y ecología de *Diapterus peruvianus* y *Diapterus aureolus* (GERREIDAE) del Pacífico Central Mexicano. Tesis profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. México, pp. 71.
- Ramos-Santiago, E., Gil-López, A., Labastida-Ché, A. & Gómez-Ortega, R. (2010). Reproducción y madurez gonádica de la lisa *Mugil cephalus* en las costas de Oaxaca y Chiapas. *Cienc. Pesq.*, 18, 79-89.
- Ricker, W. (1975). Computation and interpretation of biological statistics fish populations. *Journ. of the Fish. Res. Board of Can.*, 191, 382.
- Rijnsdorp, A. (1994). Population-regulating processes during the adult phase in flatfish. *Neth. J. Sea. Res.*, 32, 207-223.
- Rimmer, M. A. & Merrick, J. R. (1982). A review of reproduction and development in the fork-tailed catfishes (Ariidae). *Proceed. of the Linn. Soc. of New South Wales*, 107, 41-50.
- Robertson, D. R. & Allen G. R. (2006). *Peces costeros del Pacífico oriental tropical*. Panamá: Instituto Smithsonian de Investigaciones (DVD).
- Rodríguez-Gutiérrez, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativas de la madurez gonádica en peces*. México: AGT Editor, pp. 79.
- Rojas, J. R., Castro, & Pizarro, J. F. M. (1994). Época de desove, fecundidad y morfología en cinco especies ícticas (Pisces: Ariidae) de manglar en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 42, 751-754.
- Rollet, B. (1974). Ecología y reforestación de los manglares en México. Programa de investigaciones y fomento pesquero. FAO, Informe técnico, FI: SF/MEX 15, 1-126.
- Saborido, F. & Junquera, S. (2004). *Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos*. In: Curso de doctorado. Universidad de Vigo, Vigo, España.
- Sánchez, M. J. (2011). Variación morfométrica, en talla y peso del bagre *Sciades guatemalensis* (Günther, 1864) en el complejo lagunar-estuarino Chatuto-Panzacola, Chiapas, México. Tesis profesional, UMAR-Puerto Ángel, Oaxaca. México, pp. 81.
- Sánchez, R. (2007). Estrategia reproductiva de *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontidae) en la costa de Mazatlán, Sinaloa, México., Tesis., CICIMAR IPN., La Paz Baja California.
- Seck, A., Diatta, A. Y., Diop, M., Guélorget, O., Reynaud, C. & Capapé, C. (2004). Observation on the reproductive biology of the blackchin guitarfish, *Rhinobatos cemiculus* E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817 (Chondrichthyes, Rhinobatidae) from the coast of Senegal (Eastern Tropical Atlantic). *Scient. Gerun.*, 27, 19-30.

- Segura-Berttolini, E. C. & Mendoza-Carranza, M. (2013). La importancia de los machos del bagre bandera, *Bagre marinus* (Pisces: Ariidae), en el proceso reproductivo. *Cienc. Mar.*, 39, 29–39.
- Sparre, P. & Venema, S. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales Parte I. Manual*. FAO Documento Técnico de Pesca 306.1 Rev. 2, 420p.
- Stiling, P. (1999). *Ecology theories and applications*. USA: Prentice-Hall, pp. 638.
- Tenorio-Colín, G., Rodríguez-Estrada, U., Uribe-Alcocer, M. & Díaz-Jaimes, P. (2010). Phylogenetic relationships among five marine catfish species (Pisces: Ariidae) from México. *Hidrobiol.*, 20, 266-274.
- Tijaro, R., Rueda, M. & Santos-Martínez, A. (1998). Dinámica poblacional del chivo mapale *Cathorops spixxi* en la Ciénega Grande de Santa Martha y Complejo de Pajarales, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 27, 87-102.
- Tirado, J. C. (1976). Contribución de información ecológica para el conocimiento del sistema lagunar Agua Brava, Nayarit, México. II Simposio sobre Oceanografía Biológica, 1975. Univ. Oriente Cumaná, Venezuela, pp. 42.
- Tovar, B. M., Corchuelo, C. S., Gómez, R. E., Obando, B. M. & Hurtado, G. H. (2013). Histología y morfometría del ojo de *Ariopsis semanni*: Implicaciones en ecología visual. *Hidrobiol.*, 23, 420-430.
- Tyler, C. R. & Sumpter, J. P. (1996). Oocyte growth and development in teleosts. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 6, 287-318.
- Valdez-Hernández, J. I., Ruiz-Luna, A., Guzmán-Arroyo, M., González-Farías, F., Acosta-Velázquez, J. & Velázquez-Lule, A. D. (2009). *Caracterización del sitio de manglar Teacapán-Agua Brava-Marismas Nacionales, Sinaloa-Nayarit*. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Conabio. México, D.F.
- Vazzoler, A. E. A. (1996). *Biologia da reproducao de peixes teleósteos: Teoria e prática*. Maringá: eduem, pp.169.
- Welcomme, R. L. (1985). *River fisheries*. FAO Fisheries. Technical Paper, pp.262.
- Wootton, R. J. (1991). *Ecology of teleost fishes*. London: Chapman and Hall, pp. 404.
- Yáñez-Arancibia, A. & Nugent, R. S. (1975). Síntesis de los antecedentes bióticos y abióticos de los ecosistemas estuarinos de Nayarit, México. *Pbl. Ciencias Biológicas, UANL, México*.

- Yáñez-Arancibia, A., Curiel-Gómez, I. & De Yáñez, V. L. (1976). Prospección Biológica y Ecológica del Bagre marino *Galeichtys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. UNAM*, 3, 125-180.
- Yáñez-Arancibia, A. (1978). *Taxonomía, Ecología y Estructura de las Comunidades de peces en Lagunas Costeras con bocas efímeras del Pacífico de México*. Centro de Cien. del Mar y Limnol. UNAM, México: Publ. Esp. pp. 1-306.
- Yáñez-Arancibia, A. (1986). *Ecología de la zona costera*. México: Ed. AGT, pp.189.
- Yáñez-Arancibia, A. & Day, J.W. Jr. 1988. *Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos*. ICMYL, UNAM. Coast. Ecol. Inst. Louisiana State University. México: Ed. Universitaria, pp.518.
- Yáñez-Arancibia, A. & Lara-Domínguez, A. L. (1988). Ecology of three sea catfishes (Ariidae) in a tropical coastal ecosystem southern Gulf of Mexico. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 49, 215-230.