



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

Crecimiento y alimentación del Chihuil prieto *Cathorops liropus* (Bristol, 1896) en el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit.

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS
(Biología Marina)**

PRESENTA:

Biol. María José Carrillo Serrano

TUTOR PRINCIPAL:

Dr. Felipe Amezcua Linares
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

COMITÉ TUTOR:

Dr. Luis Arturo González Soto.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
Dr. Abraham Kobelkowsky Díaz.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
Dr. Arturo Carranza Edwards.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
Dra. Edna Naranjo García.
Instituto de Biología, UNAM.

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., Mayo, 2018.



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.



Crecimiento y alimentación del Chihuil prieto *Cathorops liropus* (Bristol, 1896) en el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava Nayarit.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS
(Biología Marina)

PRESENTA:
Biol. María José Carrillo Serrano

TUTOR PRINCIPAL:
Dr. Felipe Amezcua Linares
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

COMITÉ TUTOR:
Dr. Luis Arturo González Soto.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
Dr. Abraham Kobelkowsky Díaz.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
Dr. Arturo Carranza Edwards.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
Dra. Edna Naranjo García.
Instituto de Biología, UNAM.

MÉXICO, CD. MX., Mayo, 2018.

A mi madre.

Este era un rey que tenía
un palacio de diamantes,
una tienda hecha del día
y un rebaño de elefantes.

Un kiosco de malaquita,
un gran manto de tisú,
y una gentil princesita,
tan bonita,
M...,
tan bonita como tú.

Una tarde, la princesa
vio una estrella aparecer;
la princesa era traviesa
y la quiso ir a coger.

La quería para hacerla
decorar un prendedor,
con un verso y una perla
y una pluma y una flor.

Las princesas primorosas
se parecen mucho a ti:
cortan lirios, cortan rosas,
cortan astros. Son así.

-Cielo y Mar. Rubén Darío (Fragmento).

Agradecimientos:

A la Universidad Nacional Autónoma de México y al posgrado de Ciencias del Mar y Limnología.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por proporcionarme una beca durante mis estudios de Maestría.

Al Dr. Felipe Amezcua Linares por su apoyo, por permitirme haber sido parte de su equipo de trabajo y por la dirección de la tesis.

A mis tutores Dr. Luis Arturo González Soto, Dr. Abraham Kobelkowsky Díaz, Dr. Arturo Carranza Edwards y a la Dra. Edna Naranjo García por sus comentarios y observaciones que enriquecieron este trabajo.

Al personal que labora en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por tanta amabilidad y ayuda brindada.

A Ruth por sus grandes enseñanzas, por su amor, por sus regaños y críticas que me han ayudaron a ser una mejor persona, por nunca dejar de creer en mí, gracias mamá. A Omar por el apoyo y por su amor.

A mis tíos por todo el amor, apoyo y por hacer entrar en razón a Ruth cuando lo necesitábamos las dos, en especial a Josué porque sin su apoyo no habría logrado esto, gracias apá.

A Miriam y Beto por su amistad, apoyo y consejos, por tantos momentos divertidos, la maestría no habría sido lo mismo sin ustedes.

Guillermo gracias por todo el apoyo brindado y por creer en mí, Я очень люблю тебя.

A todas las personas que conocí en los cursos de aprende a nadar en la alberca de Ciudad Universitaria, por ayudarme a sacar el estrés y por los momentos divertidos, en especial a Angie por brindarme su amistad.

A todos los que ahora se me escapan de la memoria y que contribuyeron a que yo realizara este trabajo.

ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Objetivos.....	4
Antecedentes.....	5
Área de estudio.....	7
Características de la especie	11
Justificación.....	12
Materiales y método.....	13
Resultados	22
Parámetros ambientales.....	22
Análisis biométrico.....	23
Alimentación y hábitos alimenticios.....	25
Nivel trófico.....	33
Anillos de crecimiento en otolitos.....	34
Determinación de la edad por medio de von Bertalanffy.....	36
Relación Talla-Peso.....	39
Discusión.....	41
Recomendaciones.....	48
Conclusiones.....	49
Literatura citada.....	50

RESUMEN

El sistema lagunar Teacapán-Agua Brava es uno de los sistemas más importantes, debido a sus extensos bosques de manglar, productividad y producción pesquera elevadas, debido a estas características el sistema posee una gran riqueza biológica, en la que destaca la ictiofauna que se compone de más de 76 especies, de las cuales 18 se han identificado como especies-tipo o dominantes, el chihuil prieto *Cathorops liropus* es una de ellas, pertenece a la Familia *Ariidae*, conformada por los bagres marinos, se caracterizan por su peculiar estrategia reproductiva (k) en la que el cuidado parental depende de los machos que incuban los huevos en la boca, de ahí su importancia ecológica. *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, ya sea intencionada o incidental como fauna acompañante del camarón, en la que se encuentra catalogado como una especie frecuente. Los muestreos del *C. liropus* fueron realizados entre los años de 1979 y 1990. Fueron colectados 517 organismos, a los cuales se les tomaron medidas morfométricas, se determinó el sexo de los organismos, y se extrajeron los otolitos. Se observa que el intervalo de tallas comprende de los 70 a 217 mm de longitud patrón y un peso eviscerado de 5.9 a 213 gr. La talla de los organismos capturados con más frecuencia fue de 85 mm y 130 mm de longitud patrón (LP) para hembras y 85 mm y 160 mm LP en el caso de los machos. En cuanto a la relación talla-peso indico un crecimiento alométrico negativo ($b=2.93$) en el cual el incremento de su talla es mayor al incremento en peso. Este organismo también presenta una correlación entre la longitud del otolito y la longitud patrón, se observó que el otolito es un buen indicador del crecimiento del pez. Existe una correlación entre el crecimiento del rostrum y del antirostrum. En cuanto a los anillos de crecimiento en otolitos se encontraron de 1 a 6 anillos de crecimiento, coincidiendo el mayor número de anillos con los otolitos más grandes. La tasa del crecimiento en longitud calculado mediante von Bertalanffy mostro sus valores más altos durante los primeros siete años de vida del pez, a partir del octavo el crecimiento en longitud disminuye, esto coincide con lo obtenido en el crecimiento en peso mediante este mismo calculo. En lo que respecta a el espectro trófico de *Cathorops liropus* es diverso, se encontraron 22 grupos tróficos y se alimenta principalmente de bivalvos, cangrejos, peces pequeños, isópodos, anfípodo gamárido y MONI (Materia orgánica no identificada). Existen variaciones en su dieta de acuerdo a la época del año. La mayoría de los organismos se encuentra sin contenido estomacal, el grado de llenado fue de 33% de los estómagos medio llenos, y los casi vacíos 31 %, vacíos 20% y 16% los estómagos llenos. En cuanto al grado de digestión se encontró que el 51% del contenido estaba medio digerido, el 27% digerido y el 22% del contenido estaba fresco. El nivel trófico de la especie es de 3.02 por lo que localiza a la especie como consumidor de tercer orden, el OI fue de 0.628 por lo que la especie es considerada omnívora.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades ictiofaunísticas de las lagunas litorales del Noreste de México varían en su composición y abundancia relativa de especies (Carranza y Amezcua-Linares, 1971). Las comunidades de peces del sistema lagunar Teacapán – Agua Brava desempeñan una gran actividad en la transformación de energía debido a la alta diversidad de invertebrados y flora asociada, así como, al aporte de sedimentos y nutrientes que provocan que la dinámica trófica de la comunidad de peces sea compleja y de difícil delimitación (Álvarez-Rubio, 1988).

El estado de Nayarit tiene una extensa planicie costera con lagunas que se interponen entre los ríos; además, está bordeado por un complejo de bermas antiguas formadas por sucesivos cambios de la línea de costa (Amezcua-Linares *et al.*, 1987). Cuenta con 289 kilómetros de costa y alrededor de 92 mil hectáreas de estuarios y lagunas costeras (Anónimo, 1962). El sistema de Teacapán-Agua Brava es la configuración estuarina más notable en la porción costera de Nayarit y da lugar a extensas áreas de manglar donde domina la especie *Rhizophora mangle*, aunque también existe *Laguncularia racemosa* y *Avicenia germinans* (Amezcua-Linares *et al.*, 1987).

El sistema lagunar de Teacapán-Agua Brava tiene gran importancia por la actividad pesquera desarrollada en la región. Proporciona diversos servicios, entre ellos fuente de alimentos por medio de las pesquerías, regulación del clima, refugio y área de alimentación para muchas especies de crustáceos, moluscos, peces y aves, algunas de ellas de interés comercial (Lara-Lara, 2008). Además, tiene un interés particular como ecosistema, por presentar características especiales, dadas por las diferentes zonas que lo constituyen: Bocas, Parte Baja del Estero; como también por la apertura reciente de una boca artificial al sur del estero que comunica en forma directa la laguna con el mar (Álvarez-Rubio *et al.*, 1984).

La dinámica y estructura de la ictiofauna, están en relación estrecha con las condiciones climáticas y ambientales, especialmente con el aporte fluvial (Amezcua-Linares *et al.*, 1987). La salinidad y la temperatura son los factores

más indicativos de los cambios que ocurren. Los valores de temperatura más bajos (23°C) se registran en el invierno, y los más altos (hasta 32°C) en primavera. La salinidad en otoño desciende bruscamente (a 8‰) y se reduce hasta 0‰ en la laguna y sus afluentes durante las lluvias (Álvarez-Rubio *et al.*, 1984). Las áreas cercanas a las bocas son menos cambiantes, tanto en época de lluvias como en el estiaje.

La ictiofauna es muy diversa; se han registrado más de 76 especies, aunque la mayoría son visitantes ocasionales y sólo una cantidad reducida se puede considerar como residente del sistema (Amezcu-Linares, 1977). Dentro de éstas, 18 se han identificado como especies-tipo o dominantes, por su distribución amplia, alta abundancia y notable frecuencia (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980).

Los Chihuiles se han considerado como un problema para los pescadores en la captura de camarón y peces de importancia comercial debido a que dañan las artes de pesca, pues poseen grandes y aserradas espinas en las aletas dorsal y pectorales.

El chihuil prieto *Cathorops liropus*, pertenece a la Familia Ariidae, conformada por los bagres marinos; es parte de la ictiofauna del sistema lagunar que estamos tratando y es una de las especies de importancia comercial (Amezcu-Linares, 2009).

Es por esto que, *Cathorops liropus* ocupa un lugar relevante en el sistema, aunado a que su morfología lo vuelve susceptible a ser capturado (ya sea de forma intencionada o incidental como fauna acompañante del camarón), por cualquier tipo de arte de pesca (red de arrastre, agallera y atarraya), en la que se encuentra catalogado como una especie frecuente (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.

OBJETIVO GENERAL:

Determinar el crecimiento y alimentación de *Cathorops liropus* en el sistema lagunar Teacapán – Agua Brava.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la edad usando el número de marcas de crecimiento presentes en los otolitos.
- Determinar el crecimiento por frecuencia de tallas y peso de *Cathorops liropus* por medio de la ecuación de Ludwig von Bertalanffy (1938).
- Determinar la composición y diversidad de la dieta.
- Determinar el nivel trófico e índice de omnivoría de acuerdo a su alimentación.
- Determinar y cuantificar las posibles variaciones de la dieta por talla y sexo.

ANTECEDENTES

Los sistemas lagunares se caracterizan por sus comunidades bióticamente distintas a las marinas y dulceacuícola. Estas lagunas, por constituir ecosistemas con características propias y presentar hábitats muy peculiares, se ven afectados por numerosos factores e inciden en la productividad biológica como: geomorfología, batimetría, régimen de mareas, corrientes, descargas de ríos que aportan nutrientes (fosfatos, nitratos y materia orgánica en suspensión), temperatura, salinidad, vegetación circundante y sumergida (Yáñez-Arancibia y Day, 1982). Todo este conjunto determina condiciones propicias para las formas vivientes y la abundancia de especies de interés económico (Smith *et al.*, 1966).

Existen algunos trabajos aislados sobre el sistema Teacapán-Agua Brava, la mayoría versan sobre aspectos particulares de parámetros ambientales, prospección ictiológica, características generales de plancton y geomorfología, pero ninguno describe el panorama ecológico del sistema.

De los principales trabajos efectuados, se encuentran: vegetación circundante y bosques de manglar de Agua Brava (Rollet, 1974); corrientes y mareas (Cepeda, 1977); de hidrología (Núñez-Pasten, 1973; Gómez-Aguirre, 1971), de ecología (Tirado, 1976; Yáñez-Arancibia y Nugent, 1975), prospección ictiológica (Carranza y Amezcua-Linares, 1971; Amezcua-Linares, 1972).

Por otra parte, algunos trabajos realizados en áreas lagunares cercanas, constituyen un buen marco de referencia sobre: geología (Ayala-Castañares *et al.* 1969a, Curray *et al.* 1969); hidrología (Arenas 1970, Soto 1969); plancton (Gómez-Aguirre *et al.* 1974); biología de moluscos (García-Cubas 1969); plancton (Gómez-Aguirre *et al.* 1974); biología de moluscos (García-Cubas 1969); productividad camaronera y pesquera (Chápa-Saldaña *et al.* 1966); ecología (Ramírez 1952, Carranza 1970, Yáñez-Arancibia 1975a, Yáñez-Arancibia 1976, 1977, Yáñez-Arancibia *et al.* 1976), Amezcua-Linares 1977, Yáñez-Arancibia 1978b, Edwards 1978, Warburton 1978, Yáñez-Arancibia 1981); biología de algunas especies de peces (González 1972), Amezcua-Linares 1977, Yáñez-Arancibia y Díaz 1977 y Yáñez-Arancibia 1976b).

La vinculación entre la variabilidad ambiental y los procesos biológicos en los sistemas costeros han sido documentados por diferentes autores entre los cuales Briand (1983) y Livingsgton (1984) mencionan que la trama trófica es marcadamente afectada por el grado de variabilidad del ambiente físico, en ecosistemas pelágicos, estuarinos, intermareales y terrestres.

ÁREA DE ESTUDIO.

El sistema lagunar de Teacapán-Agua Brava forma parte del corredor de humedales costeros de Marismas Nacionales, se localiza entre los 21° 43' y 22° 59' N y los 105° 08' y 106° 02'O (Figura 2) (Ochoa *et al.*, 2012; Berlanga-Robles y Ruiz- Luna, 2007); está limitado al norte por el estero del Mezcal y la laguna de Agua Grande en Sinaloa; y al sur por las marismas de Canoas y la laguna Pericos en Nayarit (Amezcu-Linares, 1972).

Originalmente el sistema Teacapán-Agua Brava fue descrito, considerándose en él cuatro ambientes: (a) Boca de Teacapán, (b) Estuario, (c) Estero y (d) Laguna (Amezcu-Linares, 1972; Núñez-Pasten, 1973).

La Boca de Teacapán tiene un ancho de 1660 m aproximadamente, con una profundidad variable de 3 a 9 m; ésta última corresponde al canal de marea (Álvarez-Rubio., *et al.*, 1984).

El Estero se orienta paralelo a la costa separado del mar por una barra con bermas arenosas y con una profundidad promedio de 4 m y puede ser situado desde Cruz de San Marcos hasta el límite entre Corcovadas y punta de Cuautla (Estaciones 7, 14 y 15 respectivamente) (Álvarez-Rubio., *et al.*, 1984).

La Boca de Cuautla es un canal artificial de la boca que comunica a la laguna con el mar en la parte sur del estero. Este canal tiene aproximadamente 200 m de ancho, pero está ampliándose continuamente debido a las fuertes corrientes litorales, la profundidad del canal es de 8 m aproximadamente (Álvarez-Rubio., *et al.*, 1984).

La Laguna es de tipo costero, separada del litoral por una faja corta de terrenos bajos; está orientada diagonalmente con respecto a la costa. Las profundidades promedio varían de 2.50 m y comprende desde la Punta del Arco hasta la parte más anterior del sistema, con un ancho de 0.8 a 1.5 km aproximadamente; ésta se comunica a través del estero y de la boca artificial con el mar (Álvarez-Rubio., *et al.*, 1984).

El clima de la región es sub-tropical a tropical, de tipo Aw o (w) (e) según el sistema de Köepen, modificado por García E. (1973). La temperatura

promedio anual es de 25° C, con cambios de precipitación de aproximadamente 850 mm al norte en Mazatlán y de 1200 mm, en Tepic, Nayarit y cerca de 1660 mm en la costa sur, en las proximidades de San Blas (Curry *et al.*, 1969). Muchas de las lluvias caen al finalizar el verano e inicios de otoño, frecuentemente acompañadas de tormentas tropicales o pequeños chubascos que vienen del sur.

El patrón predominante de vientos presenta dos fases: los que vienen del noroeste en los meses de invierno, y los de oeste a sureste en el verano, este es un régimen de brisas que decrecen en la tarde. Los vientos son un factor importante y dinámico, puesto que determinan la circulación, grados de deposición de materiales, oxigenación, estratificación, grados de mezcla, aislamiento de masas de agua, turbidez, etc.

Los ríos que descargan en el sistema son importantes, Núñez-Pasten (1973) hace notar que solo ocurren los ríos Acaponeta y Cañas, en tanto que el San Pedro y Santiago forman otros sistemas al sur y el Baluarte al norte de la región. En la laguna descargan directamente los ríos Bejuco y Rosa Morada. La mayoría de los ríos permanecen, se encuentran o están secos en la época del estío, con excepción del río Acaponeta. La mayoría de los ríos que entran al área tienen descargas limitadas (Curry *et al.*, 1969). Todos ellos tienen un gran efecto sobre la naturaleza de la región y aportan grandes cantidades de sedimentos a la línea costera de Nayarit. (Curry y Moore, 1964; Curry *et al.*, 1969).

A lo largo del sistema se establecen diferencias fitogeomorfológicas. Las zonas de la Boca de Teacapán y parte baja del Estero, constan de tres tipos de vegetación (Rollet, 1974): a) el bosque decíduo, b) los matorrales de las marismas y, e) el manglar. Los mejor representados son el árbol *Bursera simaruba* (jiote), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) y leguminosas, la mayoría de ellas espinosas y algunas cactáceas y gramíneas terrestres. En las marismas hay *Conocarpus* sp., así como *Avicennia* sp. asimismo aquí existe el mangle chino *Languncularia racemosa* (Álvarez-Rubio *et al.*, 1984).

En la región del estero se observa una dominancia, principalmente en su parte norte (estaciones 7, 8, 9 y 10) de: *Laguncularia* sp., *Conocarpus* sp.

(jóvenes) y *Avicennia* sp., que abundan en la región. Conforme se avanza hacia la Boca de Teacapán, se observa que la hipersalinidad tiende a disminuir hasta tener características marinas, la principal representante es el *Rhizophora mangle*. La Boca de Cuautla presenta abundancia de *Avicennia* sp. precisamente en las proximidades del poblado, otras especies de mangle como *Laguncularia racemosa* *Conocarpus* sp. y *Rhizophora mangle* abundan en menor grado. En la laguna, *Avicennia* sp. y *Conocarpus* sp. son poco abundantes, sin embargo, se registra un aumento de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia* sp., que se localiza en algunas zonas de la Punta del Burro y Punta del Arco (estación 18) (Álvarez-Rubio *et al.*, 1984).

Finalmente, una acción importante dentro del sistema fue la apertura de la boca artificial de Cuautla en 1977 con el propósito de facilitar la producción pesquera 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 por la mala planeación el canal se está erosionando 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.*, 1984).

Figura 1. Mapa del complejo lagunar Teacapán-Agua Brava, donde se muestran las localidades de recolecta. Simbología: **Boca de Teacapán;** 1- Playa Teacapán, 2- El Palmar, 3-El Conchal. **Canal del estero;** 4- Las Arenitas, 5- Tecualilla, 6- Santa Rita, 7- Mogote, 8- Jabalí, 9- Tapo Curvinas, 10- Tapo Billete, 11- Corcovadas. **Laguna de Agua Brava;** 12- Punta Morena, 13- Punta del Burro, 14- Rincón del Burro, 15- Gavilán, 16- El Comején. **Boca de Cuautla;** 17- Boca de Cuautla.

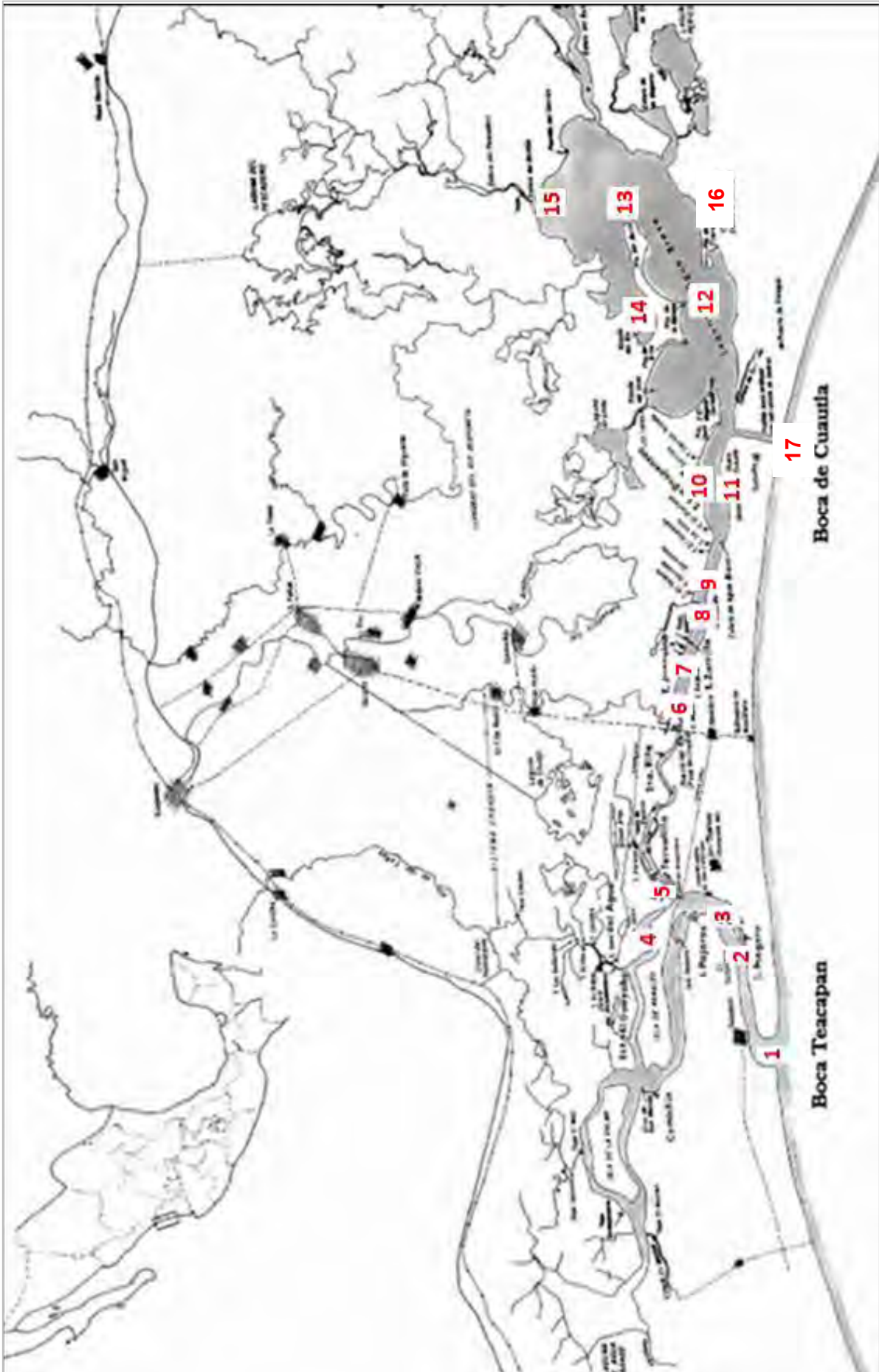


Figura 1 Sistema lagunar Teacapan-Agua Brava

Características de la especie *Cathorops liropus*.

Los bagres marinos de la familia Ariidae presentan una amplia distribución geográfica a lo largo de las costas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico (Marceniuk y Menezes, 2007). En el Nuevo Mundo, la familia se distribuye desde el norte de México hasta el sur de Perú en el Pacífico y desde cabo Cod en Estados Unidos hasta el norte de la Patagonia Argentina en el Atlántico, incluyendo el occidente de Cuba, el golfo de México y la costa del mar Caribe (Marceniuk y Ferraris, 2003; Betancur, 2003).

Los *Cathorops liropus* peces de talla mediana a grande, con el dorso parcialmente cubierto por un escudo óseo, con las aletas pectorales y dorsal con espinas rígidas, fuertes y aserradas; se caracterizan por tener 4 ó 6 barbillones en torno a la boca, además de su peculiar estrategia reproductiva (k) en la que el cuidado parental depende de los machos que incuban los huevos en la boca, de ahí su importancia ecológica ya que se encuentran cercanamente relacionados con procesos físicos y con la heterogeneidad ambiental del sistema (Amezcuca-Linares, 2009).

Ubicación taxonómica

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Siluriformes

Familia: Ariidae

Género: *Cathorops*

Especie: *Cathorops liropus* (Bristol, 1986)



Figura 2 *Cathorops liropus* (Bristol, 1986)

JUSTIFICACIÓN

Cathorops liropus es una especie que por su frecuencia, densidad y biomasa es dominante en el ecosistema del sistema lagunar Teacapán –Agua Brava. Además, es importante por ser uno de los peces capturados frecuentemente como fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California. La información sobre el *Cathorops liropus* es poca, por lo que este estudio incrementará el conocimiento acerca de sus hábitos alimentarios, crecimiento y de nivel trófico y nos ayudará a entender su papel ecológico.

MATERIAL Y METODOS

Muestreos

Los materiales o los organismos procesados provienen 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 17 estaciones de captura dentro del sistema Teacapán- Agua Brava, los cuales fueron depositados en la Colección Ictiológica del ICMYL (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología).

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, luz de malla de 1.9cm y abertura de trabajo de 2.4m. Adicionalmente, en cada estación, se registró la temperatura, salinidad, transparencia y profundidad.

Posteriormente, los individuos de *Cathorops liropus* fueron separados del resto de la colecta, 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%.

Mediciones biométricas.

Los peces fueron retirados de la colección, para medirlos con un ictiómetro de madera de 60cm y se pesaron en una balanza granataria marca OHAUS Triple Beam con capacidad para 2610g y precisión de 0.1g; obteniendo así la longitud total (L.T.), longitud patrón (L.P.), el peso total (P.T.) y peso eviscerado (P.E.) de cada uno.

ALIMENTACION

Para el análisis de alimentación y hábitos alimenticios se extrajeron los estómagos del *Cathorops liropus*, para esto el estómago extraído, se pesó en una balanza analítica, posteriormente se abrieron los estómagos en una caja Petri, separando el contenido de acuerdo con el grupo al cual pertenecía.

Se determinó el índice de importancia relativa, que aporta una mejor evaluación de la preferencia alimenticia y sus relaciones tróficas. Este método es útil para interpretar la importancia relativa de algún alimento específico, constituidos por elementos de tamaño homogéneo. El cálculo del índice (IRI) se realizará por la suma del porcentaje numérico y el porcentaje gravimétrico, multiplicados por el valor porcentual de la frecuencia, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$IRI = F(N+G)$$

Donde:

IRI= índice de importancia relativa

F= porcentaje de frecuencia

N= porcentaje numérico

G= porcentaje gravimétrico

Frecuencia

Para el análisis de frecuencia se obtiene el porcentaje de estómagos en el cual uno o más grupos pueden estar presentes.

$$F = (ne/Ne)100$$

Donde:

F= porcentaje de frecuencias de un tipo de alimento

ne= número de estómagos con un tipo de alimento

Ne= total de estómagos llenos analizados

Análisis numérico

Para estimar la abundancia relativa del grupo trófico en la alimentación se realizó un análisis numérico, el cual consiste en el número de elementos de un tipo de alimento particular de todos los estómagos en que se encontró, y se expresa como el porcentaje de la suma de los elementos de todos los grupos tróficos. Esto es conocido como la composición porcentual por número, calculado mediante la fórmula:

$$N = \text{nee}/\text{Nee} (100)$$

Dónde:

N = porcentaje numérico de un grupo trófico dado.

nee = suma de los elementos de este grupo en todos los estómagos.

Nee = suma de los elementos de los grupos tróficos en todos los estómagos.

Método gravimétrico:

Se midió la biomasa de cada presa en una balanza digital. El peso será referido al peso total estimado para la totalidad de presas encontradas en los estómagos y se expresó como porcentaje del mismo (Rosecchi y Novaze, 1987).

$$\%P = P/PT * 100$$

Donde:

P= Es el peso en gramos de un determinado alimento (especie presa).

PT= es el peso total de todas las especies presas.

Para el análisis del contenido estomacal se siguieron los criterios de Leavastu (1971) en donde el grado de llenado se categoriza como:

- I. Vacío
- II. Casi vacío
- III. Medio lleno
- IV. Lleno

El grado de digestión consiste en cómo se encuentra el alimento:

1. Fresco
2. Medio digerido
3. Digerido

Índice de cantidad de alimento ingerido:

El índice de cantidad de alimento ingerido o índice de llenado, empleado por Pallaoro y Jardas (1991), expresan el peso del alimento en el estómago del pez con la fórmula:

$$Ica = (PCE/PT)$$

Donde:

Ica= índice de cantidad de alimento ingerido

PCE= peso del contenido estomacal

PT= peso total del pez

Para saber si había diferencias significativas a los datos del contenido alimenticio se le aplicó un análisis de ANOVA.

NIVEL TROFICO DEL ORGANISMO

A pesar de que en la mayor parte de los trabajos el concepto de nivel trófico es similar (Hyslop, 1980; Cortés, 1997; Torres-Rojas 2011) la determinación del mismo es diferente. Para resolver ese conflicto se utilizó la fórmula desarrollada por Pauly *et al.*, (2000). Los resultados se obtuvieron como un valor TROPH, que permite asignar el nivel trófico en el que se ubica la especie. Para estimar el TROPH de la especie, se consideró tanto la composición de su dieta, así como el valor TROPH de cada una de las presas, lo cual se estimará con la siguiente ecuación.

$$TROPH_i = 1 + \sum_{j=1}^G DC_{ij} \times TROPH_j$$

DC_{ij}= Representa la fracción de la presa j en la dieta de i.

TROPH_j= Es la posición trófica de la presa j.

G= Es el número de presas en la dieta de i.

El resultado de esta ecuación se expresa como un nivel trófico o posición específica, entre 1 y 5. Regularmente el valor 5 que corresponde al nivel más alto solo se presenta en depredadores tope.

Se elaboró un índice de omnivoría sin dimensiones (OI) (Christensen y Pauly 1992) usando la siguiente fórmula:

$$OI = \sum_{j=1}^n (TL_j - 1)^2 - DC_{ij}$$

Dónde:

TL_j = nivel trófico de la presa de j

TL_i = nivel trofico del predador i

DC_{ij} = fracción de la presa j en la dieta de i .

Donde el valor de OI es cero, si el consumidor en cuestión es especializado (si se alimenta de un solo nivel trófico). Un valor cercano a uno indica que el consumidor se alimenta en muchos niveles tróficos. La raíz cuadrada de OI es el error estándar del nivel trófico, y una medida de la incertidumbre sobre su precisión se debe tanto a la omnivoría como a la variabilidad del muestreo. Por lo tanto, este índice es la varianza del nivel trófico de los grupos de presas de un consumidor (Froese R., 2009).

EDAD Y CRECIMIENTO

Uno de los métodos más utilizados para determinar la edad es a través de la interpretación de los anillos presentes en los otolitos. Para el análisis de los otolitos se considerarán los sagittae por ser los más grandes.

Para llevar a cabo la determinación de la edad, se extrajeron ambos otolitos sagittae, se limpiaron, se pusieron en glicerina por 24 horas, y con la ayuda de una lija se limaron, esto para posteriormente con la ayuda de un microscopio tomar mediciones en las sagittae (fig. 3):

- Longitud del rostrum (L_{ros}).
- Longitud del antirostrum (L_{ant}).
- Ancho del otolito (en sentido transversal) (A_{sag}).

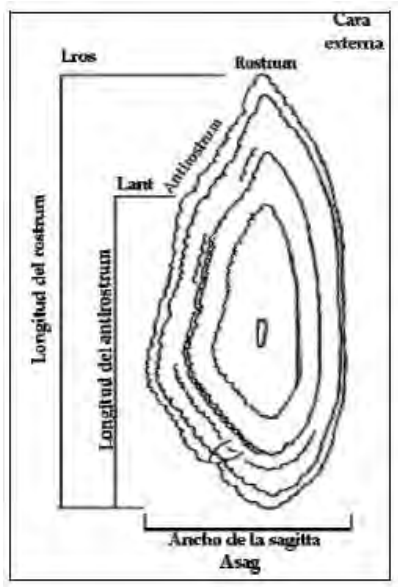


Figura 3 Mediciones realizadas a la sagittae

Con el objetivo si existe una relación entre la longitud y ancho de la sagittae y la talla del pez. La edad se determinará contando anillos claros y oscuros, considerando que cada par de anillos corresponden a un año.

CRECIMIENTO TALLA Y PESO.

El método indirecto para determinar la talla y peso se efectuó mediante la ecuación de Ludwig von Bertalanffy. Este es un modelo matemático para el crecimiento individual, que es ajustable al crecimiento observado en la mayoría de las especies de peces, este modelo considera la talla del cuerpo como una función de la edad.

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Dónde :

L_t = longitud del pez de la edad "t".

L_{∞} = longitud asintótica o longitud máxima que el pez puede alcanzar.

t = edad

k= coeficiente de crecimiento

t_0 = representa la edad que supuestamente debe tener el pez para que su longitud sea igual a cero.

Mediante esta ecuación se puede calcular la talla en cm de un pez promedio para cualquier edad de stock del estudio, remplazando la ecuación el valor de t con la edad deseada.

El peso de un pez es aproximadamente proporcional al cubo de su longitud, de manera que se empleó la ecuación modificada (Gulland, 1971):

$$P_1 = P_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Dónde:

P_1 = peso del pez a la edad "t".

P_{∞} = peso asintótico o peso máximo que el pez puede alcanzar.

Las otras variables ya fueron descritas en la ecuación anterior.

Para la obtención de los parámetros de la ecuación von Bertalanffy (1938): L_{∞} , k y t_0 se utilizaron los siguientes métodos:

Ford-Walford (1946). Este método consiste en graficar las longitudes medias a la edad t (L_t) contra las longitudes medias a un año después (L_{t+1}). Se obtiene una figura que genera una línea recta, donde esta es cortada por una línea de 45° (pendiente igual a 1) se define el valor de L_{∞} . Desde el punto de vista analítico, el graficar L_t VS L_{t+1} se obtiene una ecuación lineal, de la cual se sustituyen los valores de a (ordenada al origen) y b (pendiente) en las siguientes ecuaciones para la estimación de L_{∞} y k .

$$L_{\infty} = \frac{a}{1 - e^k}$$

$$k = -\ln b$$

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).

$$PT = a Lt^b$$

Pt= peso total del organismo.

a= ordenada al origen.

Lt= longitud total.

B=pendiente.

La constante b hace referencia a la pendiente que proviene de una función lineal. El valor de la pendiente b indica el coeficiente alométrico. Este es el indicador del tipo de crecimiento que presenta una especie, puede ser de tipo isométrico (b=3), alométrico positivo (b > 3) o alométrico negativo (b < 3) (Ricker, 1948, Ehrhardt, 1981).

Se determinó el coeficiente de asociación entre el peso y la longitud (Correlación de Pearson) y está dado por:

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

Para determinar si había diferencias significativas se realizó un análisis de Covarianza (Sokal y Rohlf, 1995).

RESULTADOS

Parámetros ambientales.

Los parámetros ambientales salinidad y temperatura se registraron en la superficie y en el fondo de la columna de agua de los 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).

Como podemos ver en la siguiente figura la temperatura superficial oscila entre los 24 ° C – 32.8 ° C a lo largo de los años, en las partes profundas, las temperaturas fueron de 24 ° C – 32.8 ° C. La diferencia entre la temperatura superficial y profunda a lo largo de los años no mostro diferencias significativas.

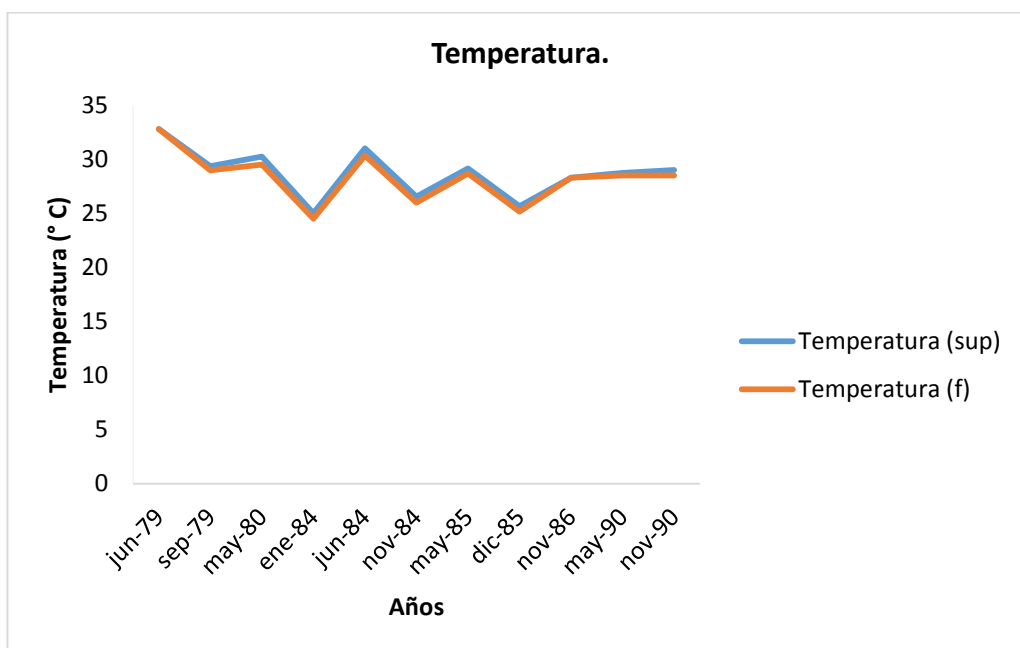


Figura 4 Temperatura de lluvias a lo largo de los años, en azul se muestra la temperatura superficial y en naranja la temperatura de fondo.

En cuanto a salinidad, se observa en la figura 5 que los niveles de salinidad en la parte superficial fueron de 12.16 ‰ en su nivel más bajo y el nivel máximo fue de 40.4 ‰ a lo largo de los años de muestreo, mientras que en la superficie los valores variaron de 3.5 ‰ – 40 ‰ a lo largo de los

muestreos, y al igual que con la temperatura las diferencias entre los niveles de salinidad en la superficie y en el fondo no fueron significativas. Se observa también que en el año de 1979 hubo un descenso en la salinidad del sistema lagunar, esto dado por las lluvias en ese año.

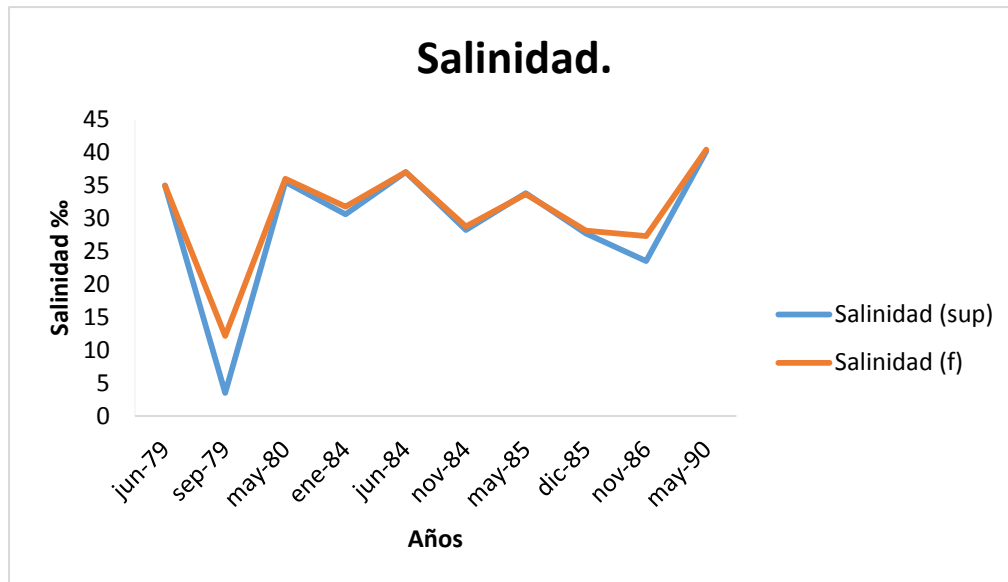


Figura 5 Niveles de salinidad a lo largo de los años, en azul se muestra la salinidad superficial y en naranja la salinidad de fondo, esto para época de lluvias.

Análisis biométrico

Estructura de tallas de la población.

Se analizaron las tallas de 517 organismos, de los cuales se muestran las estructuras de tallas de la población en la tabla 1 se pueden ver los valores máximos, mínimos y promedio de la población en cuanto peso y longitud, se puede observar que el intervalo de tallas comprendió entre los 70 mm y los 217 mm de longitud patrón, y el intervalo de peso fue de los 5.9 gr a los 213 gr.

Medida	Longitud Total (mm)	Longitud Patrón (mm)	Peso Total (gr)	Peso Eviscerado (gr)
Mínimo	95	70	7	5.9
Máximo	302	217	247.7	213
Promedio	168.27	123.47	47.88	41.98

Tabla 1 Se muestran los niveles máximos, mínimos y promedios de la longitud patrón, longitud total, peso total y peso eviscerado de los organismos.

En la figura 6 se muestran los intervalos de tallas de las hembras y machos de *Cathorops liropus*, en la cual se puede observar que el mayor número de organismos se encuentran entre las tallas de 85 mm y 130 mm y el menor número de organismos capturados corresponde a organismos de tallas grandes que están entre los 175 y 220 mm en el caso de las hembras, para el caso de los machos de *Cathorops liropus* se puede ver que la mayor parte de organismos capturados están entre las tallas 85 a 160 mm, siendo menor número de organismos de tallas grandes que están entre el intervalo de 175 – 220 mm, estos valores coinciden con los valores de las hembras.

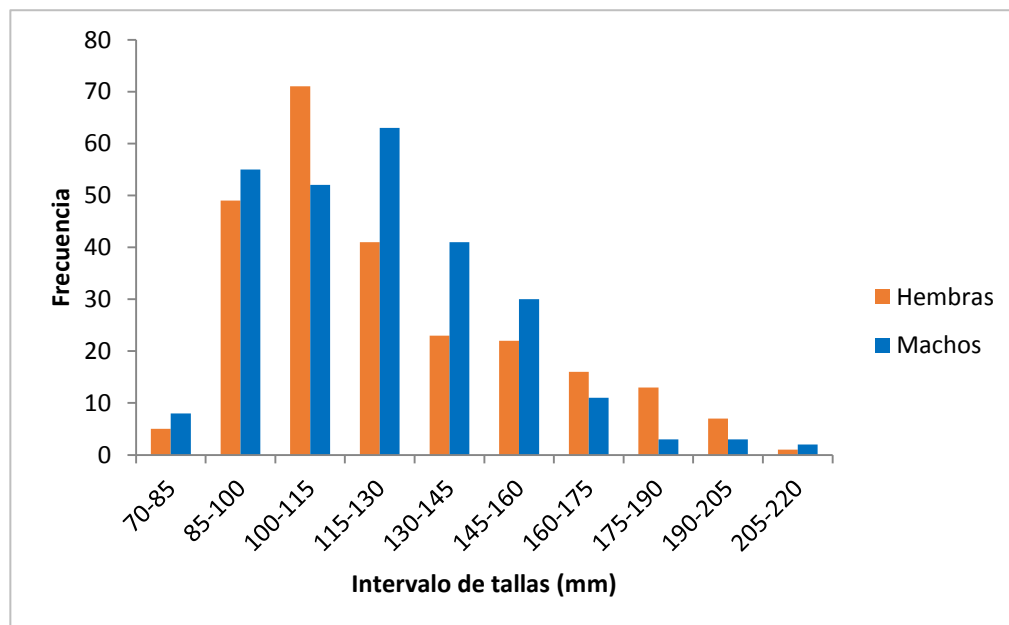


Figura 6 Frecuencia de las hembras y machos de acuerdo a su talla.

La escasez de tallas grandes en los organismos se pudo deber a que los organismos cuando son adultos migran hacia el mar, y debido a esto se encontraron más organismos pequeños, ya que el estuario les provee de alimento, y cuidado contra los depredadores.

Alimentación y hábitos alimenticios.

Análisis de contenido estomacal se revisaron 216 estómagos de *Cathorops liropus*, 110 machos y 106 hembras. De los 216 estómagos 191 contenían alimento. Los estómagos analizados se dividieron en dos grupos; según las épocas de sequía y lluvias.

Para el análisis de frecuencia del alimento (en la época de lluvias). En esta época los valores de frecuencia de aparición fueron muy altos para anfípodos gamaridos, anfípodos, peces pequeños, cangrejos, bivalvos y ostrácodos. (Figura 7, Tabla 2).

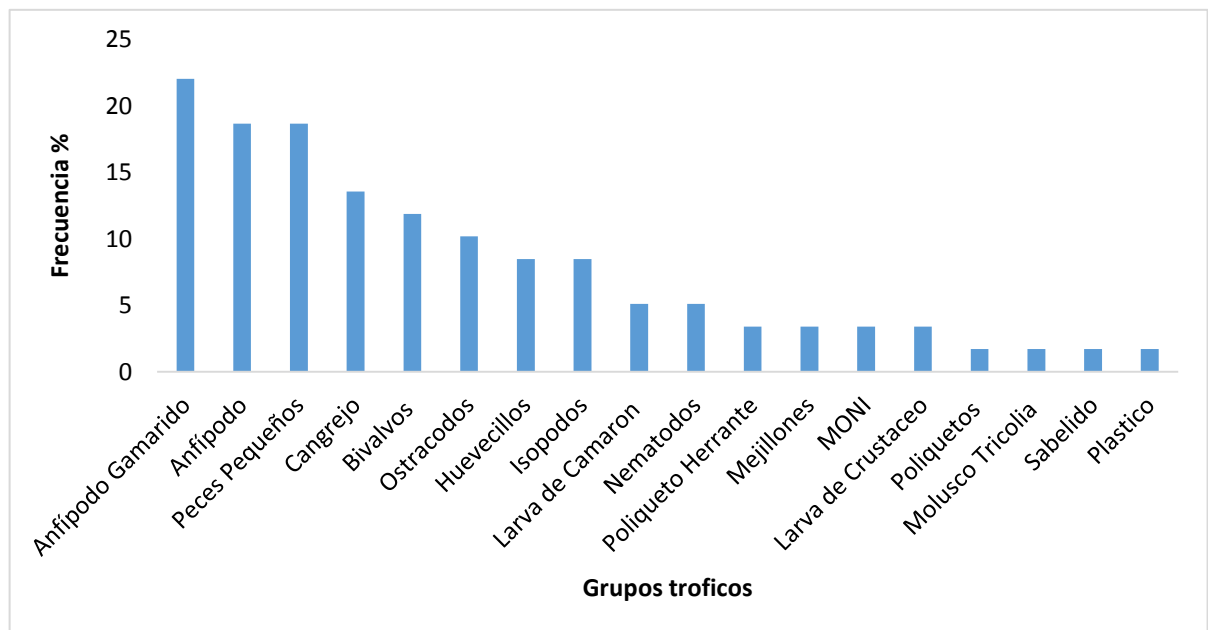


Figura 7 Grupos tróficos encontrados en *Cathorops liropus* para época de lluvias por el método de frecuencias. MONI = Materia Orgánica No Identificada.

Y para sequía los valores de frecuencia de aparición más altos fueron para anfípodo gamárido, peces pequeños, bivalvos y mejillones. (Figura 8, Tabla 3). Se observa que hubo una mayor frecuencia de alimento en lluvias que en sequía, esto se debe a que en esta época del año los ríos llevan más nutrientes y materia orgánica lo que hace que haya una mayor cantidad de organismos.

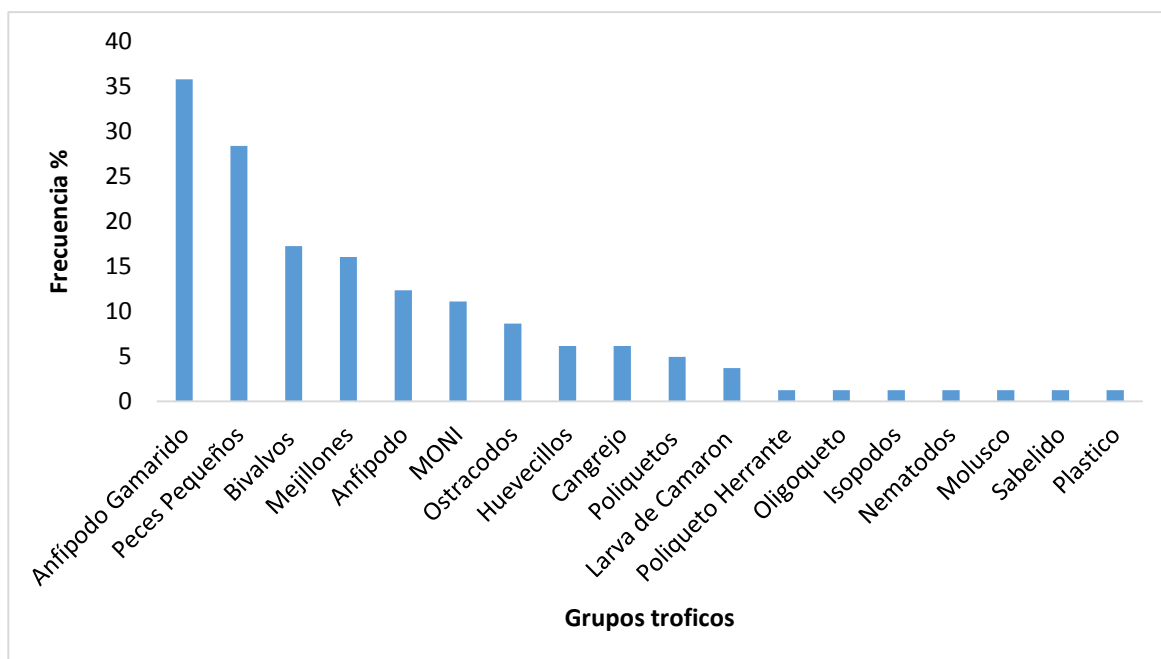


Figura 8 Grupos tróficos encontrados en *Cathorops liropus* para época de sequía por el método de frecuencias.

En cuanto el análisis numérico para lluvias los niveles más altos fueron para bivalvos, cangrejos, para los demás grupos tróficos el número de presas bajo drásticamente (Tabla 2, Figura 9).

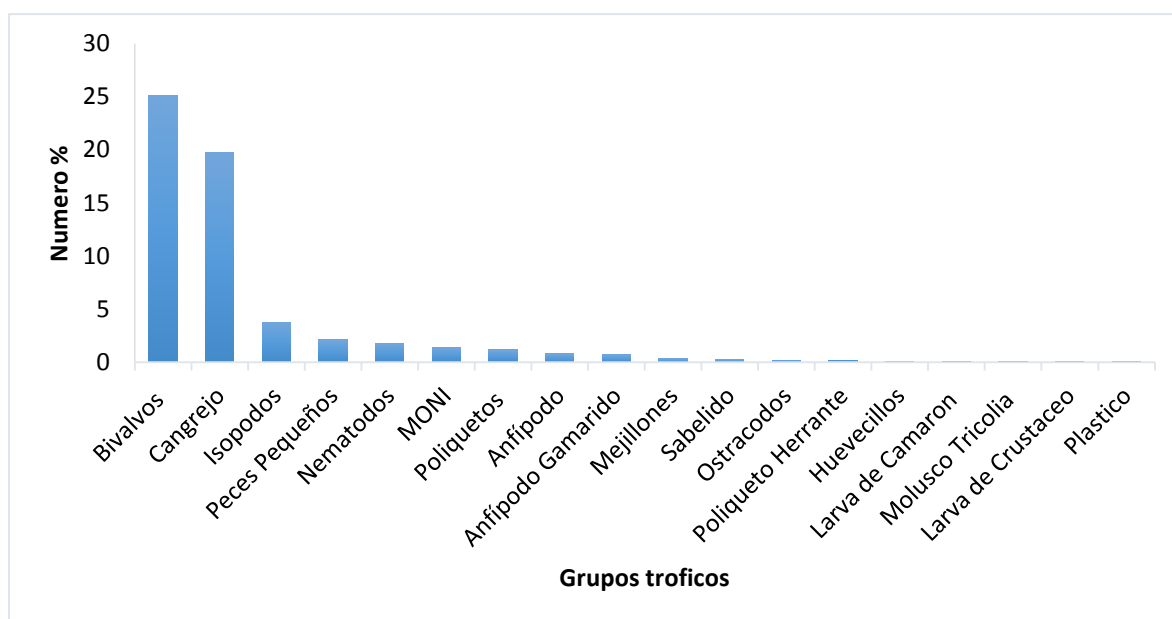


Figura 9 Grupos tróficos encontrados en *Cathorops liropus* para época de lluvias por el método numérico.

Para época de sequía los números más altos correspondieron a: peces pequeños, bivalvos, escamas y MONI (materia orgánica no identificada) (Tabla 3, Figura 10).

En cuanto al número de presas encontradas en los estómagos se ve que hay un mayor número de presas en época de lluvias que en sequía.

El IRI de los grupos tróficos preferenciales en época de lluvias fueron los bivalvos, cangrejos, peces pequeños e isópodos, mientras que en época de sequía los grupos tróficos preferenciales fueron peces pequeños, bivalvos, anfípodo gamarído y MONI. Se puede ver que la mayoría de las presas encontradas como preferenciales tanto en época lluvias como secas fueron en su mayoría los mismos grupos tróficos.

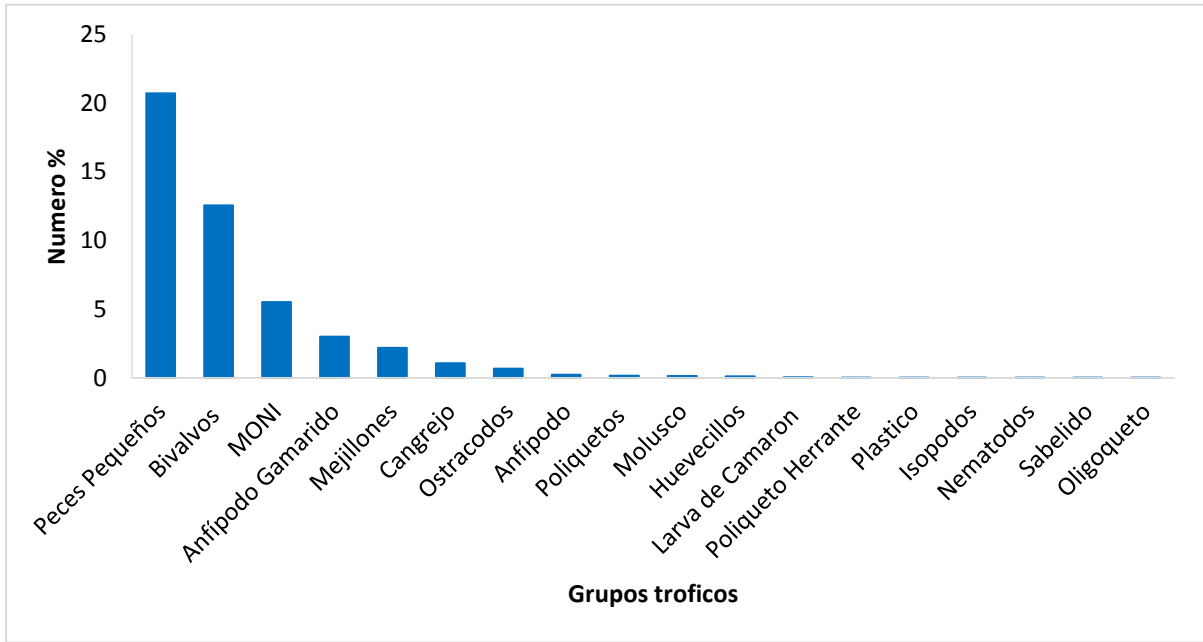


Figura 10 Grupos tróficos encontrados en *Cathorops liropus* para época de sequía por el método numérico.

Tabla 2 Porcentaje de frecuencias y análisis numérico del contenido estomacal encontrado en *C. liropus* en época de lluvias.

Tipo de Alimento	P	F	N	IRI
Anfípodo	0,00803478	18,6440678	0,80347784	15,1298963
Huevecillos	0,00077277	8,47457627	0,07727654	0,66143477
Poliqueto Errante	0,0012285	3,38983051	0,12284988	0,42060467
Poliquetos	0,01176981	1,69491525	1,1769811	2,01483206
Ostrácodos	0,00166442	10,1694915	0,16644177	1,70955447
Bivalvos	0,25139643	11,8644068	25,1396427	301,249616
Isopódos	0,03728098	8,47457627	3,72809755	31,9099875
Peces Pequeños	0,02816631	18,6440678	2,8166307	32,734237
Larva de Camarón	0,00042601	5,08474576	0,04260117	0,21878227
Anfípodo Gamarido	0,00734127	22,0338983	0,7341271	16,3374387
Mejillones	0,00376475	3,38983051	0,37647544	1,2889498
Cangrejo	0,19717406	13,559322	19,7174056	270,028199
Nematodos	0,01769435	5,08474576	1,76943455	9,0870961
Molusco <i>Tricolia</i>	0,00033685	1,69491525	0,03368464	0,05766354
MONI	0,01390978	3,38983051	1,39097767	4,76233032
Sabélido	0,00303162	1,69491525	0,3031618	0,51897189
Larva de Crustáceo	0,00014861	3,38983051	0,01486087	0,0508796
Plástico	9,9072E-06	1,69491525	0,00099072	0,00169599
Restos Vegetales	66,1016949	0,19785766	19,7857657	1320,95137
Sedimento	38,9830508	0,109485	10,9485001	431,073997
Algas Filamentosas	23,7288136	0,10850617	10,8506165	260,046979

Tabla 3 Porcentaje de frecuencias y análisis numérico del contenido estomacal encontrado en *C. liropus* en época de sequía.

Tipo de Alimento	P	F	N	IRI
Huevecillos	0,00108646	6,17283951	0,10864599	0,6773608
Poliqueto Errante	0,00030538	1,2345679	0,03053833	0,03807866
Poliquetos	0,00153866	4,9382716	0,15386621	0,76743147
Oligoqueto	5,8728E-06	1,2345679	0,00058728	0,00073228
Ostrácodos	0,00666558	8,64197531	0,66655782	5,81798003
Bivalvos	0,12541858	17,2839506	12,5418581	218,940584
Isopódos	5,2855E-05	1,2345679	0,00528548	0,00659054
Peces Pequeños	0,20715325	28,3950617	20,7153252	279,941134
Larva de Camarón	0,00053442	3,7037037	0,05344208	0,19991297
Anfípodo Gamarido	0,03003915	35,8024691	3,00391478	108,623042
Mejillones	0,0218584	16,0493827	2,18583985	35,432194
Cangrejo	0,01064143	6,17283951	1,06414342	6,63447439
Nematodos	3,5237E-05	1,2345679	0,00352365	0,00439369
Molusco	0,00130962	1,2345679	0,13096246	0,16329887
MONI	0,05526264	11,1111111	5,52626355	62,0169576
Sabélido	1,7618E-05	1,2345679	0,00176183	0,00219685
Plástico	9,9837E-05	1,2345679	0,00998369	0,01244879
Restos Vegetales	49,382716	0,155064254	15,5064254	773,406896
Sedimento	46,9135802	0,125624127	12,5624127	595,241235
Algas Filamentosas	44,4444444	0,254996247	25,4996247	1144,64982

El valor de la relación peso contenido estomacal con el peso total del pez (lca) en *Cathorops liropus* se aprecia en la figura 11, donde la mayoría de los puntos tienen un valor cercano a cero, lo que indica que los organismos se encontraban casi sin contenido estomacal, esto se puede deber al arte de pesca ya que esta determina el contenido estomacal porque pueden regurgitar mientras están en ella.

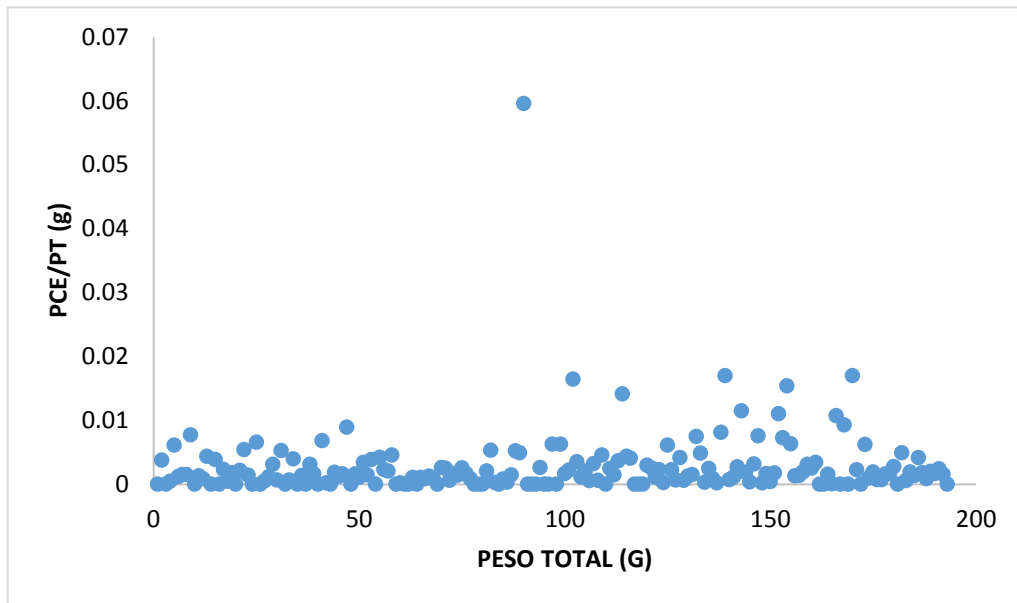


Figura 11 Dispersión gravimétrica del alimento de *Cathorops liropus* con relación a su peso.

Variaciones en la dieta.

En los organismos no hay variaciones significativas en cuanto a la dieta y la talla del organismo, sin embargo, respecto al sexo, la dieta varía significativamente entre machos y hembras ya que los machos consumen significativamente más alimento que las hembras, esto podría ser porque los machos realizan incubación oral de los ovocitos fecundados y esto le impediría ingerir alimento durante un periodo de tiempo y consumirían más alimento en la época del año donde no están incubando para tener reservas.

Grado de llenado.

En el análisis de llenado se encontró que el 33% de los estómagos estaban medio llenos, el 31% casi vacíos, el 20% de los estómagos vacíos y por último el 16% de los estómagos llenos (Figura 12).

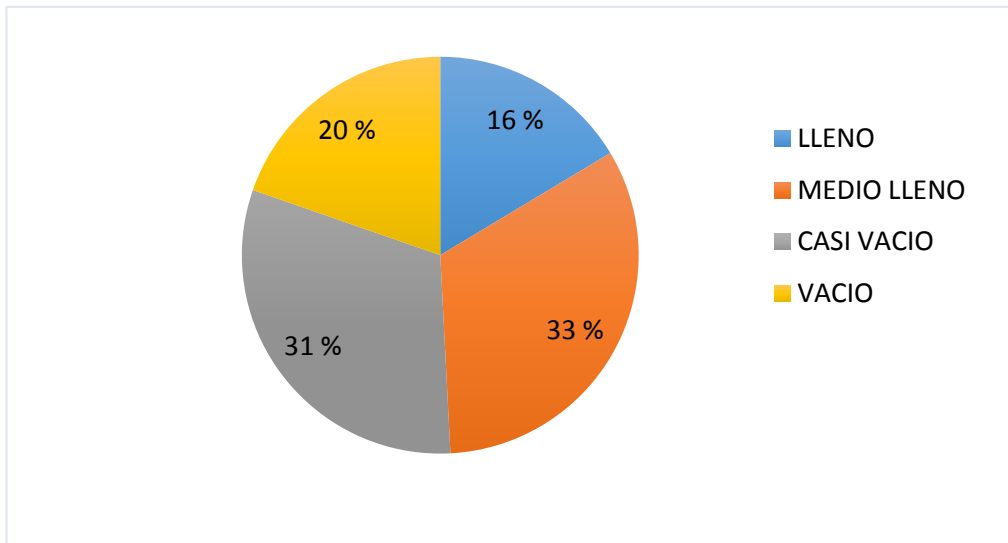


Figura 12 Grado de llenado del contenido estomacal del *Cathorops liropus*.

Grado de digestión.

Para el grado de digestión en los estómagos el 51% del contenido estaba medio digerido, el 27% digerido y el 22% del contenido estaba fresco (Figura 13).

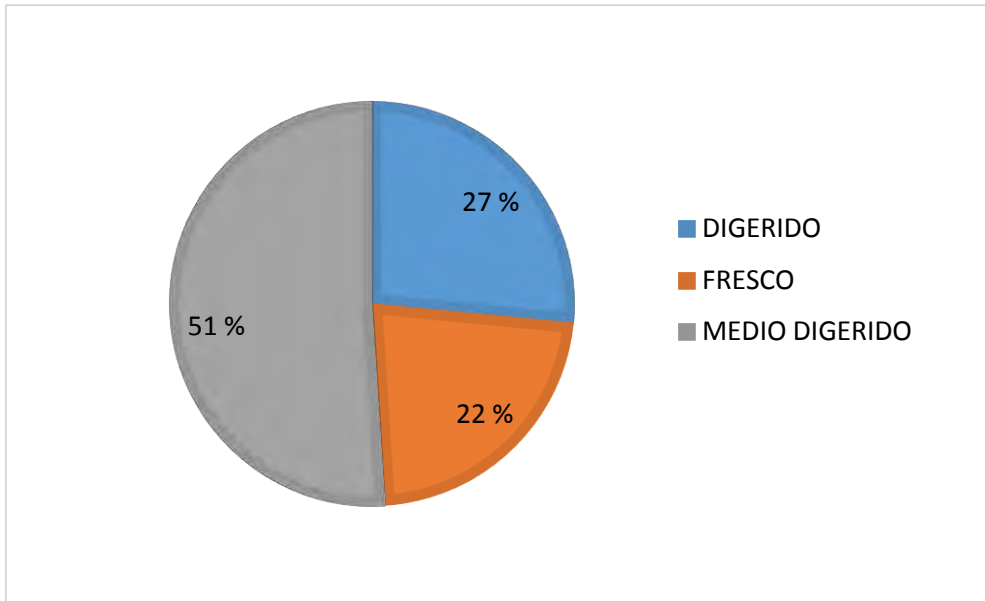


Figura 13 Grado de digestión del alimento encontrado en los estómagos del *Cathorops liropus*.

El que la mayoría de los estómagos estuvieran casi vacíos y que la mayor parte de los grupos tróficos estuviera medio digerido podría deberse a que los organismos regurgitan al momento de que están en el arte de pesca, también influye la hora de captura.

Nivel trófico.

En la estimación de TROPH los valores para *Cathorops liropus* fue de 3.02, y el OI fue de 0.628. Por lo tanto esta especie puede ser considerada omnívora ya que el valor de OI se acerca más a 1 que a 0.

Anillos de crecimiento en Otolitos

Se estudiaron las sagitta del *Cathorops liropus*, el otolito más pequeño midió alrededor de 0.38 cm y el más grande alcanzó los 1.38 cm. El núcleo fue difícil de observar, este se encontró en la parte central de la estructura y presentó una coloración oscura, en cuanto a los anillos, estos se observaron cómo bandas opacas y hialinas que se formaron de manera excéntrica alrededor del núcleo.

En cuanto a la correlación de la longitud del rostrum y el antirostrum los valores de $p = 0.0001$ y la correlación de Pearson $= 0.520$ muestran que hay una correlación significativa entre el crecimiento de la longitud del rostrum y del antirostrum.

Para la correlación entre la longitud de la sagitta y la talla del pez mostró un valor de $p=0.0001$ y la correlación de Pearson $= 0.760$, lo que indica también una fuerte correlación entre el crecimiento del otolito en longitud y el ancho del pez (Figura 14).

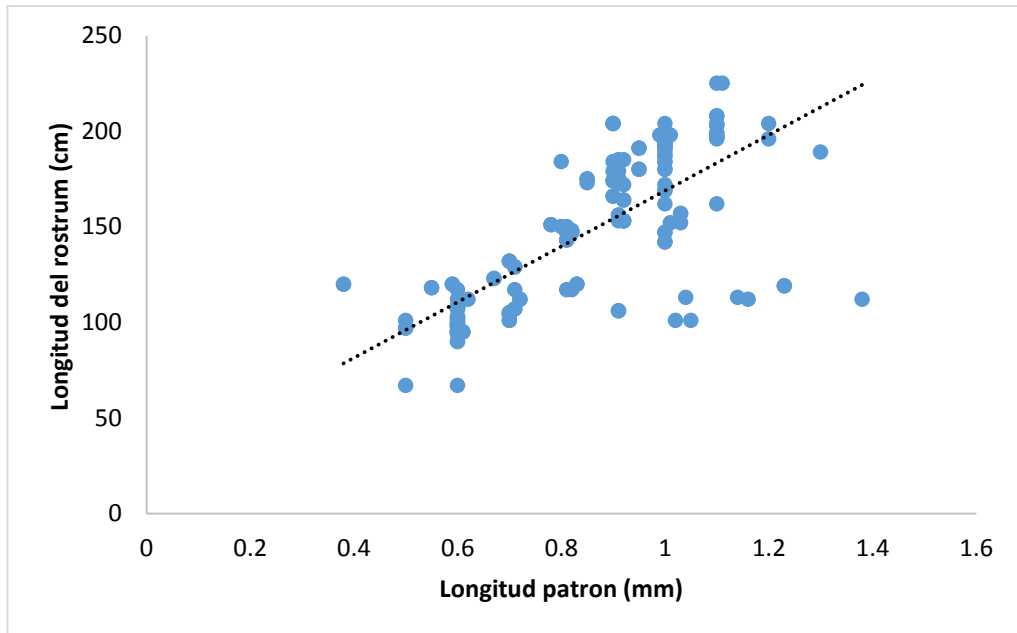


Figura 14 Correlación entre la longitud del rostrum y la longitud patrón del pez.

Respecto a las bandas de crecimiento se identificaron de 1 a 6 anillos de crecimiento, conformadas como una banda translúcida seguida de una banda opaca, la mayor frecuencia se observó en los organismos con 1 a 3 anillos de crecimiento en la sagittae, y en menor frecuencia se presentaron los otolitos con 4 a 6 bandas de crecimiento (Figura 15). Esto por el tiempo que los organismos estuvieron en la colección, ya que se calcificaron y las bandas de crecimiento fueron difíciles de ver.

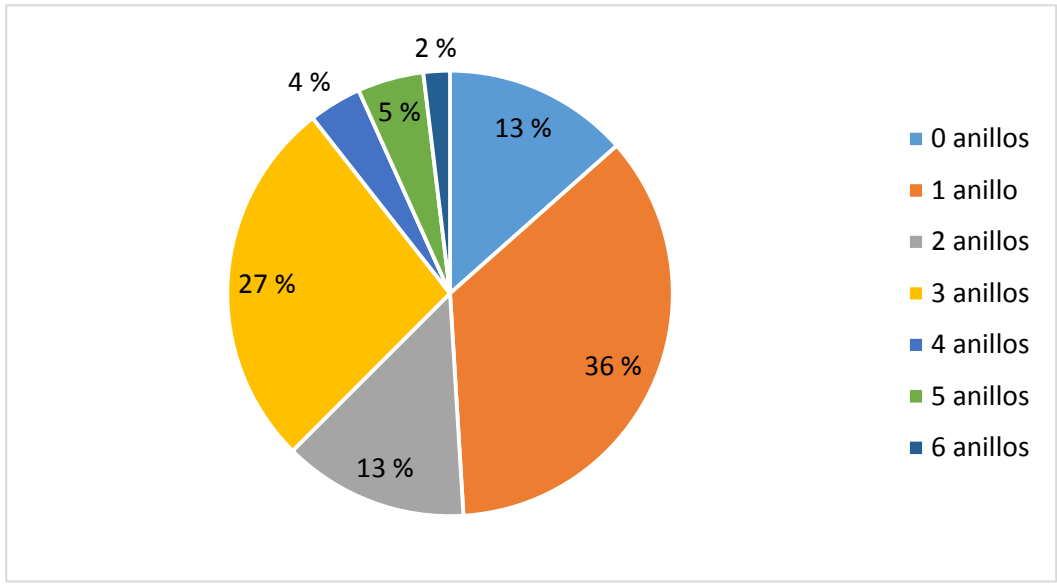


Figura 15 Porcentaje de añillos encontrados en *Cathorops liropus*.

Determinación de la edad y peso por el método de Von Bertalanffy

La determinación indirecta de la edad se realizó mediante el método de Von Bertalanffy y los parámetros se calcularon mediante los métodos de Ford-Walford, los resultados fueron los siguientes (Tabla 4):

Parámetros	Ford-Walford
a	18,972
b	1,0325
k	0,0319
L_{∞}	583,6643
T_0	3.6163

Tabla 4 Parámetros de crecimiento calculados por el método de Ford-Walford de la ecuación de von Bertalanffy para la población de *Cathorops liropus*.

En cuanto a la ecuación de Von Bertalanffy los resultados fueron los siguientes (Tabla 5):

Grupos de edad (t)	Intervalo de tallas (cm).	Lp (mm)	PE (g)
1	70-85	80,13	33,97
2	85-100	95,98	40,69
3	100-115	111,33	47,20
4	115-130	126,20	53,51
5	130-145	140,60	59,62
6	145-160	154,55	65,53
7	160-175	168,06	71,26
8	175-190	181,14	76,81
9	190-205	193,82	82,18
10	205-220	206,09	87,39

Tabla 5 Edad e intervalos de tallas utilizando el método de von Bertalanffy tanto para longitud patrón, como para peso eviscerado Lp= longitud patrón, PE= peso eviscerado

Como se puede observar en la tabla 5, se obtuvieron diez grupos de edades, y se pueden ver los valores calculados para el crecimiento en longitud patrón y el crecimiento en peso eviscerado. Tal vez se podrían obtener más grupos de edad si se tuvieran organismos que migran al mar.

En la figura 16 se muestra el crecimiento en longitud, y se observa que el crecimiento en los primeros 7 años fue rápido, mientras que a partir del octavo año los valores empiezan a disminuir, tendiendo hacia la asíntota, esto quiere decir que la población alcanza su crecimiento máximo a la edad de los 7 años. Con relación al valor calculado por el método de von Bertalanffy se observa que los organismos aún no han alcanzado su longitud máxima, en el noveno año se ve un pequeño descenso en el crecimiento en longitud, pero aún no se alcanza la asíntota.

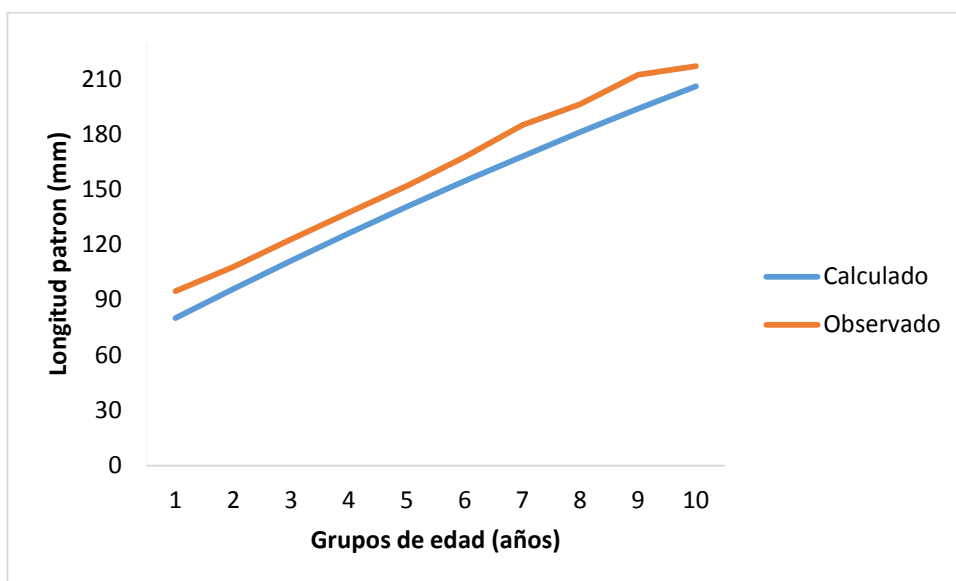


Figura 16. Curva de crecimiento obtenida por el método de von Bertalanffy en donde se ve el aumento en longitud en los grupos de edad del *Cathorops liropus*.

En la figura 17 se ve el crecimiento en peso en los grupos de edad para *Cathorops liropus* y se ve como el peso se incrementa conforme aumentan los años, y solo disminuye un poco en el séptimo año, esto coincide con la disminución en el crecimiento longitudinal calculado por el método de von Bertalanffy.

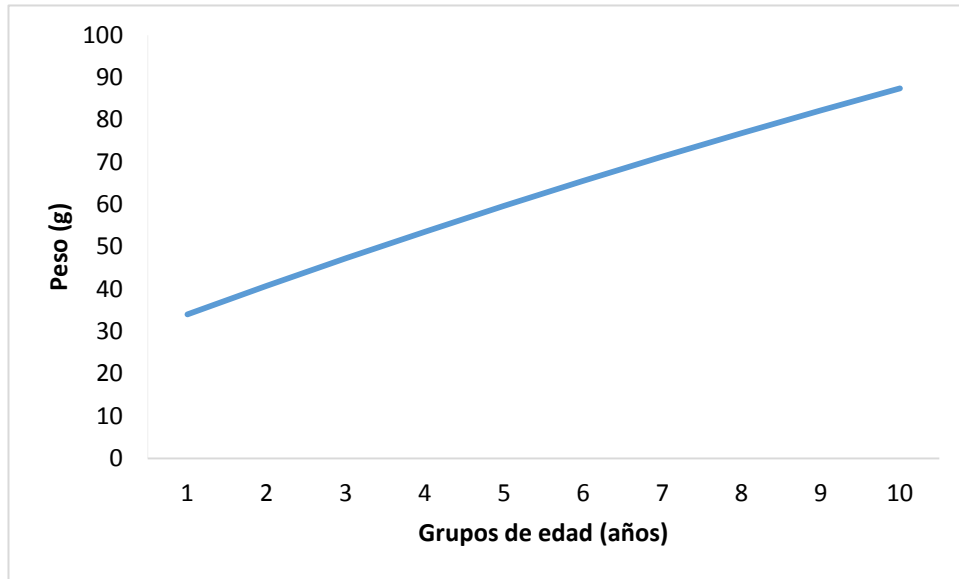


Figura 17 Curva de crecimiento calculado mediante el método propuesto por von Bertalanffy en donde se ve el aumento en peso en los grupos de edad del *Cathorops liropus*.

En ambas graficas no se puede observar claramente la asíntota en crecimiento ni en peso, esto por la escasez de organismos de tallas grandes, posiblemente por qué los organismos al llegar a los 10 años migren hacia el mar.

Relación Talla - Peso

En cuanto a la relación talla-peso se obtuvo un valor de correlación lineal de 0.93, lo cual indica que la talla y el peso están relacionados. Mientras que el valor del coeficiente fue de $b=2.93$ lo cual indica un crecimiento alométrico negativo esto quiere decir que los organismos en general aumentan de talla pero no de peso (Figura 18).

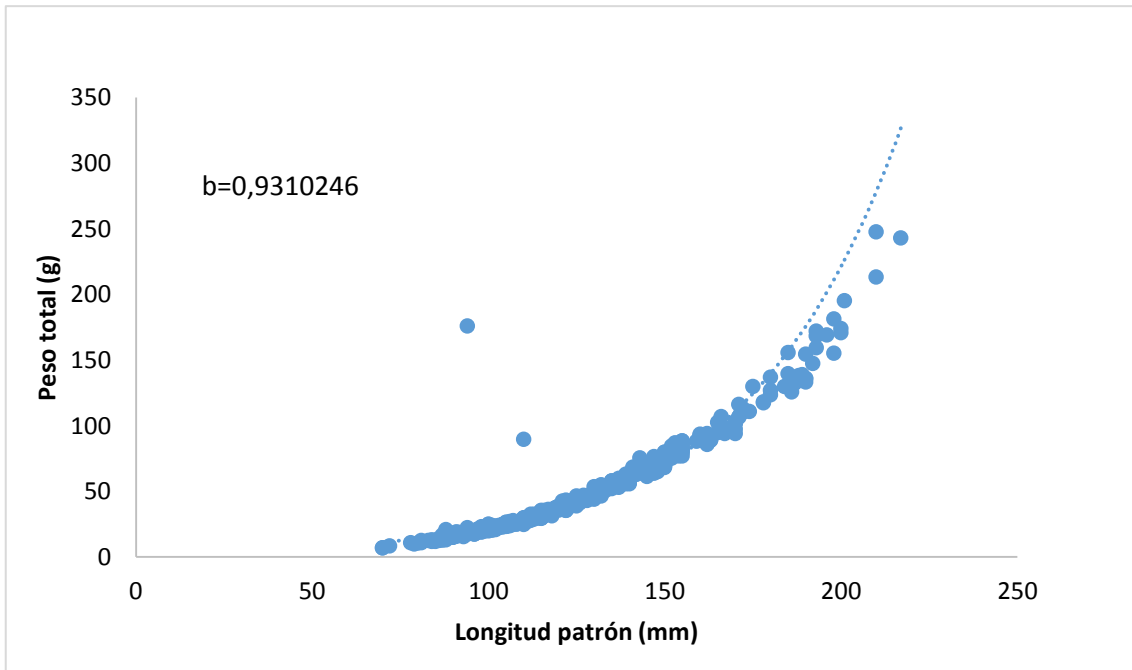


Figura 18 Relación talla - peso del pez *Cathorops liropus*

Discusión

En la dieta de los bagres el predominio de ciertos grupos en la alimentación está en función de la disponibilidad de alimento, la estación del año, la localidad dentro del sistema lagunar y edad del pez (Yáñez-Arancibia 1978). La dieta del *Cathorops liropus* está compuesta por un espectro trófico diverso, esto es; 22 grupos tróficos, los cuales incluyeron bivalvos, cangrejos, peces pequeños e isópodos, esto en época de lluvias y peces pequeños, bivalvos, anfípodos gamaridos y MONI para la época de sequía. Olivares-Becerril (1997) reportó que se alimenta básicamente de moluscos, gasterópodos, huevecillos de invertebrados, poliquetos errantes, mejillones, y al igual que en este estudio su alimentación varía de acuerdo con la época del año, esto tiene que ver con la diversidad y abundancia del recurso alimentario. Aragón (1989) reporta para esta misma especie 35 grupos tróficos, en los cuales destacan los poliquetos, materia orgánica, anfípodos gamaridos, algas y copépodos.

En dos estómagos se encontró plástico, los pedazos eran muy pequeños y no se pudo identificar su procedencia, pero podría ser que fueran parte de la red, u otros materiales o bien que el sistema lagunar se encuentra con cierto grado de contaminación e ingirieron algún tipo de plástico de manera incidental, pero para saber esto se necesitarían examinar más estómagos y saber que tan contaminado está el sistema lagunar, y aun cuando este tipo de cuerpos acuáticos son lugares aptos para el establecimiento natural de una biota muy diversa, son usados como receptáculos de una considerable cantidad de materiales y contaminantes acarreados por los ríos y por otras fuentes como el transporte atmosférico y la precipitación pluvial (Cárdenas *et al.*, 1990).

Mojica-Avilés (2007) menciona que la dieta del *Cathorops melanopus* está constituida por 12 grupos tróficos principalmente, estos grupos incluyeron macroalgas, pastos, poliquetos, copépodos, peracáridos, restos de decápodos, peces y detritus, mostrando preferencia por detritus, poliquetos, copépodos, tanaidáceos, pastos y restos de peces, Kobelkowsky (1995) reporta que la dieta de *C. melanopus* se basa principalmente en copépodos, anfípodos gamaridos y detritus, peces, plantas, decápodos, coincidiendo con los resultados encontrados con este estudio.

Reyes-Ramírez menciona que la dieta del *Cathorops aguadulce* está constituida por 8 grupos taxonómicos entre los que se encuentran Tanaidacea, Amphipoda, Decapoda (camarones y braquiuros), Gastropoda, Pelecypoda, Insecta, Ostracoda y Osteichthyes, el *C. liropus* solo coincidió con los anfípodos, camarones y gasterópodos.

Sandoval-Londoño (2015) reporta para *Ariopsis* sp. que su alimentación se basa en copépodos, restos de crustáceos, peces de la familia Centropomidae y crustáceos anomuros, isópodos, camarones y cangrejos, Martínez-Santos (1991) menciona que el bagre *Neutuma platypogon* tiene un amplio espectro alimenticio, siendo los principales grupos tróficos crustáceos, peces, equinodermos, moluscos y anélidos, coincidiendo ambos estudios en los grupos tróficos encontrados para *C. liropus*.

Para *C. liropus* no se encontraron variaciones significativas en la dieta cuanto a la talla del organismo pero si presenta variaciones de acuerdo a la disponibilidad del alimento y la época del año, Aragón (1989) reporta para *C. liropus* que hay un cambio gradual en la alimentación de esta especie por clases de talla, Sandoval-Londoño (2015) reporta que si hay diferencias significativas en la alimentación en organismos de tallas grandes y pequeños para *Ariopsis* sp., y la amplitud de la dieta indicó que ejemplares pequeños son consumidores especialistas mientras que las tallas grandes son generalistas. En *C. liropus* no presento diferencias en cuanto de alimentación ni a la talla, aunque podía influir el arte de pesca en el contenido estomacal, no existen elementos para determinarlo.

Hubo diferencias significativas en los sexos de los organismos, donde los machos consumían más alimento que las hembras, una razón es porque los machos realizan incubación oral de los ovocitos fecundados (Castellano y Angulo, 2011), por lo que ellos están impedidos para ingerir alimento durante dicho periodo de incubación según Galvis (1984).

En cuanto al grado de digestión se encontró que la mayor parte del alimento se encontraba medio digerido (51%) seguido del digerido (27%) y finalmente muy poco alimento fresco (22%), esto se relaciona con lo anteriormente mencionado, que depende de la hora de alimentación del

organismo, a qué hora fue la colecta y cuánto tiempo estuvo el organismo en el arte de pesca antes de ser levantado.

En análisis de llenado se encontró que el 33% de los estómagos estaban medio llenos, el 31% casi vacíos, el 20% vacíos y el 16% llenos, Barbarino (2005) reporta para *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* un porcentaje de estómagos con alimento (20,7% y 18,0% respectivamente), siendo común el número de ejemplares sin alimento en los estómagos, la mayor parte de los estómagos de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* estaban vacíos en comparación con los de *C. liropus*, los estómagos vacíos pueden atribuirse a que durante las capturas algunos ejemplares regurgitaron el alimento o el contenido estomacal ya había sido digerido.

En cuanto el nivel trófico de un animal este describe la posición que ocupa en la cadena alimenticia. Miller y Dunn (1980) señalan que las relaciones tróficas de los peces en los estuarios se caracterizan por la flexibilidad de hábitos alimenticios, omnivoría, repartición de recursos entre varias especies y cadenas tróficas basadas en el consumo de detritos y algas. Para el *Cathorops liropus* se calculó que tiene un nivel trófico de 3.02 comparando este resultado con Fishbase que reporta para este organismo el nivel trófico de 4.3 ± 0.8 , los resultados encontrados en este estudio se acercan al cálculo de Fishbase.

El índice de omnivoría (OI) calculado para *C. liropus* fue de 0.628 el cual se acerca más a uno, esto nos dice que el organismo es omnívoro y que es un consumidor de segundo orden, el cual se alimenta de organismos herbívoros, y sin preferencia de un solo nivel trófico, esto coincide con lo encontrado en el contenido estomacal en este estudio. Aragón (1989) reporta *C. liropus* como un organismo de segundo orden al ser principalmente carnívoro e incluir vegetales y detritos en su dieta, Castillo-Rivera (1995) menciona que los áridos son de hábitos omnívoros de tipo bentófago. Lara-Domínguez (1982) menciona que *Arius melanopus* se considera como un consumidor de segundo orden, Martínez-Santos (1991) reporta que el *Neutuma platypogon* es un consumidor de segundo y tercer orden, todos los autores coinciden con el nivel trófico encontrado en este estudio.

Yañez- Arancibia (1978) indica que muchos peces consumidores secundarios cambian a un tercer nivel de acuerdo a la disponibilidad de alimento, esto se debe a que la especie es más bien de tipo generalista y puede tener la capacidad de ingerir distinto tipo de alimento. Wootton (1990) y Poot-Salazar *et al.* (2005) señalan que los peces, en contraste con la mayoría de otros grupos faunísticos, presentan gran plasticidad trófica y muestran diferentes hábitos alimenticios en relación con la disponibilidad del alimento.

El valor ecológico de *C. liropus* como transformador y vehículo de energía es fundamental para el funcionamiento del ecosistema y este puede funcionar como un indicador biológico ya que es una especie abundante y tolerante, a niveles de salinidad y temperatura (Ayala-Pérez 2008). El monitoreo de este organismo es importante ya que, al ser una especie abundante y tolerante a distintos factores, al modificarse algunos factores como temperatura y salinidad se alterarían las interacciones biológicas como la competencia y la depredación y la cadena trófica se vería alterada.

El *C. liropus* presenta un crecimiento alométrico negativo ($b=2.93$), lo que muestra que los organismo aumentan de talla pero no de peso, Aragón (1989) encontró el mismo tipo de crecimiento en *C. liropus* (2.94) , Ayala-Pérez (2008) registra para *C. melanopus* un crecimiento alométrico negativo con una $b=2.96$, Mendoza Carranza y Hernández Franyutt (2005) para *B. marinus* difieren con lo encontrado en este estudio ya que ellos reportan una $b=3.16$, Mauro Torres (2011) para *Arius platypogon* y *Bagre panamensis* reporta que estos organismo al igual que el *B. marinus* presentan un crecimiento alométrico positivo difiriendo con el tipo de crecimiento encontrado para *C. liropus*. En el estudio de las relaciones longitud-peso y los índices de condición en peces proporcionan información indirecta sobre el crecimiento, madurez, reproducción, nutrición y por ende del estado de salud de las poblaciones. Ello permite efectuar estudios comparativos interpoblacionales (Granado 1996; Arismendi *et al.* 2011).

La distribución de frecuencias de tallas calculadas para *Cathorops liropus* fue de 70 mm a 217 mm de LP y 95 mm - 302 mm para la LT, Amezcua-Linares (2009) reporta que *C. liropus* mide en promedio 220mm, tales medidas resultan ser mayores si las comparamos con los organismos encontrados dentro del

complejo lagunar estudiado, ya que los organismos de zonas marinas suelen ser más grandes. El ambiente estuarino brinda a las especies alojadas en él protección física y menor acción de las olas (en algunas áreas), y turbidez (Blaber y Blaber, 1980). Marцениuk y Betancur-R (2008) reportan tallas de 197 mm en promedio, que en ese caso son organismos más pequeños que los encontrados en este trabajo, Ayala-Pérez (2008) menciona que para *Cathorops melanopus* las tallas alcanzan de 35 mm a 302 mm LT estos organismos coinciden en la LT máxima de *C. liropus*, Tenorio-Colín (2010) reporta tallas de 280 mm de LP en promedio para *C. fuerthii* y Betancour-R & Acero (2005) reportan para esta misma especie tallas que van desde 163 mm - 332 mm LT, comparados con el *C. liropus* las tallas de *C. fuerthii* son mayores, en cuanto a *C. aguadulce* Castillo Domínguez *et al.* (2011) reportan tallas de 121.1 mm de LT promedio, Reyes-Ramírez reporta organismos de 31 mm - 255 mm de longitud total, siendo estos organismos más pequeños que los de este trabajo; ya que *C. liropus* presentó una LT promedio de 168.27, Ayala-Pérez *et al.* (2015) reportan tallas de 217 mm LT promedio para *C. aguadulce*, en este caso las tallas de este organismo son mayores a las del *C. liropus*. Canales Martínez (1986) reporta para *Arius melanopus* una LP que va desde los 70 mm- a los 280 mm, siendo organismos más grandes que el *C. liropus*.

En general se reportan más organismos de tallas pequeñas y medianas, y muy pocos los grandes, esto puede deberse a que se considera a la especie típicamente estuarina y pasa la mayor parte de su ciclo de vida en el sistema lagunar, y al alcanzar el estado adulto puede migra hacia el océano, donde se encuentran los de mayor tamaño (Amezcu-Linares 2009; Aragón 1989). Los estuarios proveen alimento y protección contra la depredación (Boesch y Turner, 1984; Yañez-Arancibia *et al.*, 1980; Blaber y Blaber, 1980).

Las tallas en hembras estas oscilaron entre los 72 mm - 210 mm, en los machos las tallas fueron de 70 mm - 217 mm, en este caso los machos presentaron una talla mayor a las hembras, estos resultados difieren de los reportados por Acero *et al.* (2005) para *C. maple* donde las hembras son más grandes que los machos con una talla de 131.6 mm LP para hembras y 125.5 mm LP para machos, en cuanto *C. melanopus* Moreno (2004) reporta que las hembras también presentan una LT mayor que los machos.

Los organismos *C. liropus* de mayor longitud fueron encontrados en la estación Tapo billete, Rincón del burro y Gavilán, mientras que las tallas pequeñas se encontraban en Tecualilla, Corcovadas y en la entrada de la laguna, esto es por el aporte de nutrientes de estos lugares y diversidad en grupos tróficos que facilitan la alimentación y evitan la competencia interespecifica.

En lo que se refiere al crecimiento, se encontró que existe una relación lineal entre la longitud del rostrum y la longitud patrón del pez. Esto reafirma lo que se sabe acerca de los otolitos que son estructuras adecuadas para estimar el crecimiento del pez, al menos en estos organismos, estos resultados indican que, a una mayor longitud del pez, el otolito también será más grande longitudinalmente.

Con el método de von Bertalanffy se encontraron 10 grupos de edad que van del 1 al 10 ya que no se tienen organismos de talla 0, y se encontró que en los primeros 7 años el crecimiento fue rápido, mientras que después de esto los valores empiezan a disminuir tendiendo hacia la asíntota, Mauro-Torres (2011) reporta para *Arius platypogon* y *Bagre panamensis* 8 grupos de edad, estas especies tiene un rápido crecimiento en los dos primeros años de vida, después el crecimiento se hace lento hasta que lo organismos alcanzan la asíntota, a diferencia del *C. liropus* para estos organismos la disminución del crecimiento es mucho antes, Galindo-Cortés (2009) reporta para *C. melanopus* que la edad máxima son los 10 años, coincidiendo con este trabajo, para *Cathorops spixii*, Denadai *et al.* (2013) reporta 6 grupos de edad, Ayala-Pérez (2008) reporta para *Cathorops melanopus* 12 grupos de edad, mientras Martínez-Santos (1991) reporta 9 grupos de edad para *Neutuma platypogon*, que van del 1 al 10 ya que no se cuenta con los organismo más pequeños, esto coincide con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Respecto a los anillos de crecimiento en los otolitos de *C. liropus* de los cuales los otolitos más grandes son los que presentaban más bandas de crecimiento, a comparación de los pequeños que presentaban menos bandas, esto quiere decir que si hay una relación entre el crecimiento del pez con la aparición de bandas en los otolitos, Martínez-Santos (1991) reporta para *Neutuma platypogon* 5 anillos de crecimiento, esto coincide con lo encontrado en el

presente estudio. Mauro-Torres (2011) observó en *Arius platypogon* y *Bagre panamensis* 8 anillos de crecimiento lo cual difiere con lo encontrado para *C. liropus*.

En cuanto a la relación de von Bertalanffy con el número de líneas de crecimiento en los otolitos no coinciden las líneas de crecimiento con los grupos de edad de von Bertalanffy, ya que en este hay más grupos de edad que anillos de crecimiento, no fue posible definir el número de anillos equivalentes a un año, debido a las complicaciones que hubo al realizar este estudio ya que muchos de los otolitos obtenidos se descartaron por estar descalcificados, o porque no se veían los anillos de crecimiento, esto por el tiempo que estuvieron almacenados en la colección, ya que a pesar de que se mantuvieron en las condiciones adecuadas se calcificaron, lo cual impidió su observación; también surgieron otras dificultades para el tratamiento de los otolitos, ya que por razones ajenas a el laboratorio no se pudo instalar la cortadora.

Para *C. liropus* no se encontraron variaciones significativas en la dieta en cuanto a la talla del organismo pero si presenta variaciones de acuerdo a la disponibilidad del alimento y la época del año, Aragón (1989) reporta para *C. liropus* que hay un cambio gradual en la alimentación de esta especie por clases de talla, Sandoval-Londoño (2015) reporta que si hay diferencias significativas en la alimentación en organismos de tallas grandes y pequeños para *Ariopsis sp.*, y la amplitud de la dieta indico que las especies pequeñas son consumidoras especialistas mientras que las grandes son generalistas. El *C. liropus* no presento diferencias en cuanto de alimentación ni a la talla.

RECOMENDACIONES

Este trabajo es un antecedente para futuras investigaciones donde se contara con organismos tanto del sistema lagunar como del mar, con el fin de obtener todas las clases de tallas, Amezcua-Linares (2009). Así como ciertas capturas nocturnas, efectos ambientales, sedimentos etc. y estimar si hay una selección puntual de presas. También se proponen estudios acerca de los niveles tróficos, contenido energético y niveles de proteínas de la dieta en todo el ciclo de vida, tanto en el mar con los del sistema lagunar.

Así como estimar diferencias en cuanto a las presas del contenido estomacal para ver si la comunidad del sistema lagunar se ha modificado.

Conclusiones

El intervalo de tallas en *Cathorops liropus* comprendió de 70 a 217 mm de longitud patrón y un peso eviscerado de 5.9 a 213 gr.

La relación talla-peso indicó un crecimiento alométrico negativo ($b=2.93$) en el cual el incremento de su talla es mayor al incremento en peso.

El espectro trófico de *Cathorops liropus* es diverso, se encontraron 22 grupos tróficos y se alimenta principalmente bivalvos, cangrejos, peces pequeños, isópodos anfípodos gamaridos y MONI. Existen variaciones en su dieta de acuerdo con la época del año.

El grado de llenado fue de 33% de los estómagos medios llenos y, el 31 % casi vacíos, 20% vacíos y 16% de los estómagos llenos. El grado de digestión se encontró que el 51% del contenido estaba medio digerido, el 27% digerido y el 22% del contenido estaba fresco.

El nivel trófico de la especie es de 3.02 por lo que coloca a la especie en un consumidor de tercer orden, el OI fue de 0.628 por lo que la especie es considerada omnívora.

Existe una correlación entre la longitud del otolito y la del pez, tal como sucede entre el crecimiento del rostrum y del antirostum.

Se determinaron de 1 a 5 anillos de crecimiento, coincidiendo el mayor número de anillos con los otolitos más grandes.

La tasa de crecimiento von Bertalanffy en longitud mostró sus valores más altos durante los primeros siete años de vida del pez, a partir del octavo el crecimiento en longitud disminuye, esto mismo pasa para el crecimiento en peso.

LITERATURA CITADA

- Aceró P. A., Betancur R. R., Polanco A. F., Chaparro N., (2005). Diferenciación sexual temprana a nivel óseo en dos géneros de bagres marinos (Pisces: Ariidae) del Caribe. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 163: 19–25.
- Álvarez-Rubio M., Amezcua-Linares F., Yáñez-Arancibia A., (1984), Ecología y estructura de las comunidades de peces en el sistema lagunar Teacapán-agua brava, Nayarit México, UNAM, *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina*. Contribución 434 del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Álvarez-Rubio, B., (1988), Análisis de la diversidad jerárquica, amplitud y traslape del nicho en la comunidad de peces del Sistema Lagunar-Estuarino, Teacapán-Agua Brava, Nayarit México. [Tesis de Licenciatura], Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Amezcua-Linares, F., (1972). Aportación al conocimiento de los peces del sistema de Agua Brava, Nayarit. [Tesis profesional] Fac. Ciencias. Univ. Nal. Autón. México, 209 p. 13 lám.
- Amezcua-Linares, F., (1977), Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.. Univ. Nal. Autón. México*, 1-25, 41.
- Amezcua-Linares, F., Álvarez-Rubio M., Yáñez-Arancibia, A., (1987), Dinámica y estructura de la comunidad de peces en un sistema ecológico de manglares de la costa del Pacífico de México, Nayarit. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 221-248. 14 (2)
- 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(2):181-194.
- Amezcua-Linares F., (2009). *Peces demersales del Pacífico de México*. 1ra edición. Ediciones de la noche. ICMYL-UNAM. México, 281p.
- Anónimo. (1962), “*Síntesis Geográfica de Nayarit*”. Secretaría de programación y Presupuesto. México.

- Arenas, V., (1970), Hidrología y productividad en el área de Escuinapa y Yavaros. Informe final de los trabajos contratados en los planes piloto de Escuinapa-Yavaros. *Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México.* 191-233.
- 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, 124p.
- Arismendi, I., Penaluna, B., Soto, D., (2011). Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake and Reservoir Management* 27, 61-69.
- Ayala-Castañares, A., Gutiérrez, M. y Malpica, V. M., (1969^a), Informe preliminar sobre la fisiografía y característica de los sedimentos de la región de Yavaros, Son. *Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México: Depto. Cienc. del Mar y Limnología.* 1-12, 8 figs. 3 tab.
- 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. *Ciencias marinas*, 34(4), 453-465.
- Barbarino A., (2005), Aspectos biológicos y pesqueros de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) y *P. tigrinum* (Valenciennes, 1840) en la parte baja de los ríos Apure y Arauca, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.*, 163, 71-91.
- Betancur-R., R., (2003). *Filogenia de los Bagres Marinos (Siluriformes: Ariidae) Del Nuevo Mundo.* Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Betancur-R., R., A. Acero, P., (2005), Description of *Cathorops mapale*, a new species of sea catfish (Siluriformes: Ariidae) from the Colombian Caribbean, based on morphological and mitochondrial evidence. *Zootaxa* 1045, 45-60.
- Berlanga-Robles, C. A., Ruiz-Luna, A., (2007). Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite Landsat. *Universidad y Ciencia*, 23, 29-46.
- Binohlan, C., Froese, R., (2009), Empirical equations for estimating maximum length from length at first maturity. *Journal of Applied Ichthyology*, 25.

- Blaber, S. J. M., Blaber, T. G., (1980), Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology*, 17, 143–162.
- Boesch, D. F., Turner, R. E., (1984), Dependence of fishery species on salt marshes: the role of food and refuge. *Estuaries* 7, 460-468.
- Briand, F., (1983), Environmental Control of Food Web Structure. *Ecology*, 64, 253-263.
- Canales-Martínez, M. M., (1986), Estudio sobre Acantocéfalos del Bagre *Arius melanopus* del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz, [Tesis profesional] Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cárdenas-Luna, P., Méndez-Bernal, L., Ramírez-Cruz, I., (1990). Estudio preliminar de algunos aspectos biológicos y de contaminación para las especies *Mugil curema Valenciennes*, *Cathorops melanopus* (Günther) Y *Brevoortia patronus* GOODE (Pises Teleostei) en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México. 112p.
- Carranza, J., (1970), Informe final sobre la primera etapa del estudio. Estudios de la fauna ictiológica y depredadores del camarón en las lagunas y esteros de los planes piloto Escuinapa, Sin., y Yavaros, Son. *Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*. 28 p.
- Carranza, J., Amezcua-Linares, F., (1971). Informe final sobre la fauna ictiológica del sistema Teacapán-Agua Brava, Sin-Nay. 2a parte del - 20 informe de contrato de estudios NAY-EST- 1 entre el *Inst. Biol. Deto. Cienc. del Mar y Limnol.. Univ. Nal. Autón. México y Secr. Req. Hifr.*, 58-80.
- Castellano Y, Angulo D. J., (2011), Biología reproductiva del Barbul de piedra (*Ariopsis sp.*) en el río Sinú, Colombia. [Trabajo de pregrado]. Lorica: Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba.
- Castillo-Domínguez, A. O., Barba-Macías, E., Navarrete, A. de J., Rodiles-Hernández, R., Jiménez-Badillo, M. de L., (2011), Ictiofauna de los humedales del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 693-708.
- Cepeda, G. H., (1977), Características mareográficas en Machona, Tabasco y Agua Brava, Nayarit. *An. Inst. Geof.*, 5, 105-115.

- Chápa-Saldaña, H., (1966), La laguna del Caimanero, su producción camaronera y un proyecto para la realización de obras encaminadas a su incremento. *Inst. Nal. Invest. Biol. Pes. Méx. Serie de trabajos de divulgación. 2*, 1-37 .
- Christensen, Pauly, D., (1992), "ECOPATH II—a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics," *Ecological Modelling*, vol. 61, no. 3-4, pp. 169–185.
- Cortés E., (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 726-738.
- Curray, J. R., Moore, D. G., (1964), Pleistocene deltaic progradation of continental terrace, costa de Nayarit, México In: Marine Geology of the Gulf of California, *Am. Van Andel. T. H. and Shor, G. G., Jr. (Eds.) Assoc. Petrol. Geol. Tulsa, Oklahoma*, 913-215.
- Curray, J. R., Emmel, E. J. E., Cramton, P. J. S., (1967), Holoceno History of a strand plain, lagoonal coast. Nayarit, México: 63-100. In: Lagunas costeras un Simposio, Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. Ayala-Castafiares, A y F. B. Phleger (Eds.) *UNAM-UNESCO, 1969*. 631 p. Nov. 28-30,
- Denadai, M., Pombo, M., Santos, F. B., Bessa, E., Ferreira, A., Turra, A., (2013). Population Dynamics and Diet of the Madamango Sea Catfish *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829) (Siluriformes: Ariidae) in a Tropical Bight in Southeastern Brazil. *PLoS ONE*, 8(11), e81257.
- Ehrhardt N., (1981). Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1a. Parte. Estimación de parámetros poblacionales. México, d.f. 150p
- Edwards, R. R. C., (1978), Ecology of a Coastal lagoon complex in México. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 6,75-92.
- Fischer, W., Krupp, F., Sommer. C., Carpenter K., Niem V., (1995). *Guía FAO para identificación de Especies para los Fines de la Pesca, Pacífico Centro-Oriental*. Vol. II, Parte 1. FAO, Roma, pp. 860-886.
- Ford, E., (1933), An account, of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924-1933. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 19, 305-384.

- Froese R., Pauly D., (2009). Fish Base, *World Wide Web Electronic Publications*, <http://www.fishbase.org/>.
- Galindo-Cortés, G., (2009), Evaluación de tres métodos para estimación del crecimiento basados en el análisis de distribuciones de frecuencias de longitudes, [Tesis de Maestría], Instituto Politecnico Nacional, México.
- Galvis, O., (1984) Estimación del crecimiento y mortalidad del chivo cabezón *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945) (Pisces: Siluriformes: Ariidae), en la ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *An Inst Inv Mar Punta Betín*, 14, 67–83.
- Garcia-Cubas jr, A., (1969), Resultados Preliminares del estudio de los moluscos en las lagunas del Calmancro y Huizache, Sinaloa y Yavaros Sonora (informe inédito). *Univ. Nal. Auton. México, Centro Cienc. del Mar y Limnol.*
- Garcia, E., (1973), Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. *Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geogr.* 246 p.
- Gómez-Aguirre, S., Informe final del contrato de estudio Nay, est-7 Plan Nayarit, S.R.H. Resultados finales de hidrología y fauna ictiologica en el sistema de Teacapán-Agua Brava (octubre de 1970-junio 1971). *Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México: 1970-1971.* 1-87.
- Granado, C., 1996. *Ecología de peces*. Secretariado de Publicaciones de la universidad de Sevilla. Sevilla, España. 353 pp.
- Gomez-Aguirre, Licea-Duran, S., Flores-Coto, C., (1974), Ciclo anual del placton en el sistema Huizache-Caimanero (1969-1970). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 83-98.
- Gonzalez, L. L., (1972), Aspectos biológicos y distribución de algunas especies de la familia Arfidae de las lagunas litorales del Noroeste de México. [Tesis Profesional], *Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México.* 88 p.
- Gulland, J. A., (1971) Science and fishery management. *J. Cons. CIEM*, 33 (3), 471–7.
- Hyslop E. J., (1980). Stomach contents analysis a review of methods and their application. *Journal of fish biology*, 17(4), 411-429.
- Kobelkowsky, D. A., Castillo-Rivera, M., (1995). Sistema digestivo y alimentación de los bagres (Pisces: Ariidae) del Golfo de México. *Hidrobiológica*. 5(1-2), 95-103.

- Lara-Dominguez, A. L., Yáñez-Arancibia, A., Amezcua-Linares, F., (1982). Biología y ecología del bagre *Arius melanopus* Günther en la Laguna de Términos, sur del Golfo de México (Pisces: Ariidae). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 8(1), 267-304.
- Lara-Lara J. R., (2008). *Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 109-134.
- Livingston, R., (1984). The Relationship of Physical Factors and Biological Response in Coastal Seagrass Meadows. *Estuaries*, 7(4), 377-390.
- Leavastu, T., (1971). *Manual de Métodos de Biología Pesquera*. Publicación FAO. Ed. Acribia, Zaragoza.
- 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. *Revista de Biología Tropical*, Vol. 58, N° 3. Costa Rica, pp. 925-942.
- López M. J., Morales B. E., (2012), Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California, Guadalajara Jalisco, *Fundación Produce Sonora, A. C.* 153-167.
- Martínez-Santos, A. R., (1991), Aspectos poblacionales del bagre cuatete *Netuma platypogon* (Gunther) del Pacífico, [Tesis Profesional], *Universidad Nacional Autónoma de México*, México.
- Marceniuk, A. P., Ferraris, C. J., (2003). Family Ariidae (seacatfishes). En: Reis, R. E., Ferraris, C. J. & Kullander, S. E., (Eds.). *Check list of the freshwater fishes of south and central América*. Edipucrs, Porto Alegre, pp.447-455.
- Marceniuk, A. P., Menezes N. A., (2007). Systematics of the family Ariidae (Ostariophysi, Siluriformes), with a redefinition of the genera. *Zootaxa*, 1416, 3-126.
- Marceniuk, A.P., Betancur-R., R., (2008), Revision of the species of the genus *Cathorops* (Siluriformes; Ariidae) from Mesoamerica and the Central American Caribbean, with description of three new species. *Neotropical Ichthyology*, 6(1), 25–44.

- Mauro-Torres V. M., (2011), Crecimiento y reproducción de los bagres marinus *Arius platypogon* (Günther, 1864) y *Bagre Panamensis* (Gill, 1863)(Pisces: Ariidae) en el sur de Sinaloa, México, *Universidad Nacional Autónoma de México, México, Unidad Académica Mazatlán*.
- McCallum, H., (2000), *Population Parameters: Estimation for Ecological Models*. Blackwell Science Ltd. Oxford, London. 348 pp.
- Mendoza, C., Hernandez, F., (2005), Annual reproductive cycle of gafftopsail catfish, *Bagre marinus* (Ariidae) in a tropical coastal environment in the Gulf of Mexico, *Hidrobiologica*, 15.
- Miller, J. M., Dunn, M. L., (1980), *Feeding strategies and patterns of movement un juvenile estuarine fishes*. In: V.S. Kennedy (Ed.) *Estuarine Perspectives*. Academic Press, New York, pp. 437-448.
- Mojica-Avilés, M., (2007), Aspectos biológicos y ecológicos de *Cathorops melanopus* (Siluriformes: Ariidae) en dos diferentes tipos de hábitat de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, [Tesis de Maestría], *Universidad Autónoma Metropolitana, México*.
- Moreno M. C., (2004), Reproducción y hábitos alimenticios del bagre marino *Cathorops melanopus*, (Günther 1864) en la porción occidental de la costa de Campeche. *UAM-Xochimilco*. México, 28p.
- Núñez-Pasten, A., (1973), Escuela de Biología Hidrología del sistema Teacapán-Agua Brava, en la planicie costera de los Estados de Sinaloa y Nayarit, [Tesis profesional], Univ. Autón. Edo. Mor. México. 38 p.
- Ochoa, C., Mendoza, E., Silva, R., (2012) .Caracterización de los Sedimentos y la Hidrodinámica del Subsistema Litoral de Cuautla, Nayarit, México. XXII Congreso Nacional de Hidráulica. Acapulco: 6 pp. (en Cd). Noviembre 2012.
- 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.
- Pallaoro A., Jardas I., (1991), Food an feeding habits of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* L. 1758)(Pisces, Scorpenidae) along the Adriatic coast, *Acta Adriatica*, 32, 885-898.

- Pauly, D., Froese, R., Sala P., Palomares, M. L., Christensen, V., Rius, J., (2000). *Troph Lab Manual*. ICLARM, Manila.
- Poot-Salazar, A. V., Canto, W. G., Vega, M. E., (2005), Hábitos alimenticios de *Floridichthys polyommus* Hubbs, 1936 (Pices: Cyprinodontidae) en dos sistemas lagunares costeros. *Hidrobiológica*. 15 (2), 183-194.
- Ramirez, R., (1952), Estudio ecológico preliminar de las lagunas costeras cercanas a Acapulco, Gro. *Revta. Soc. mex. Hist. Nat.*, 13, 199-218 .
- 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, 71.
- Ricker W. E., (1948). *Methods of estimating vital statistics of fish population*. Indiana University Publisher Science Series 15: 1-101.
- Ricker, W. E., (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, *Bulletin 191*, Ottawa. 611-613.
- Reshetnikov, Y. S. R., Silva C. A., (1974), Ritmo alimentario y velocidad de digestión de algunos peces depredadores tropicales. *Academia de Ciencias de Cuba Instituto de Oceanología Serie Oceanología*, 1-13. 21:7.
- Reyes-Ramírez, H., Florido, R., Álvarez-Pliego, N., Sánchez, A. J., Salcedo, M. A., (2017). Hábitos alimenticios de *Cathorops aguadulce* (Siluriformes: Ariidae) en un ecosistema estuarino al sur del Golfo de México. *Hidrobiológica*, 27(2), 163-173.
- Rojas J. R., Castro M., Pizarro J. F., (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, Informe técnico 6. FAO.FI: SFIMEX 15. México. 126 p.
- Rosecchi, E., Novaze, Y., (1987). Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit.* 49, 11-123.
- Sandoval-Londoño, L., (2015), Hábitos alimenticios y aspectos del uso del hábitat por el chivo cabezón *Ariopsis sp.* (aff. *assimilis*) (Siluriformes:

- Ariidae), en una laguna costera neotropical (Ecorregión Darién, Colombia). *Actualidades Biológicas*, 37(102), 295-306.
- Smith, R. F., Swarts, A. H., Massamann, W. G., 1966, A Symposium on Estuarine Fisheries. *Amer. Fish. Soc. Spec. Publ.* 3, 1-154.
- Sokal R., Rohlf, F., (1995), *Biometry*. W. H. Freeman and Company, New York, NY.
- Soto-López, R., (1969), Mecanismos hidrológicos del sistema de lagunas litorales Huitzache-Caimanero y su influencia sobre la producción camaronera. [Tesis de licenciatura] Univ. Autón. Baja California, México., 80 p.
- Sparre, P., Venema, S. C., (1997), *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales Parte 1: Manual*, FAO Fisheries Technical Paper. № 306.1, Rev. 2. Rome.
- Tirado, J. C., (1976), Contribución de información ecológica para el conocimiento del sistema lagunar de Agua Brava, Nayarit, México. II Simposio sobre Oceanografía Biológica. Univ. de Oriente Cumaná, Venezuela. Resúmenes: 42 p. Del 24 al 28 de noviembre de 1975.
- Tenorio-Colín, G., Rodríguez-Estrada, U., Uribe-Alcocer, M., Díaz-Jaimes, P., (2010), Phylogenetic relationships among five marine Catfish species (Pisces: Ariidae) from Mexico. *Hidrobiológica*, 20(3), 266-274.
- Torres-Rojas, Y. E., (2011). Nicho trófico de pelágicos mayores capturados en la boca del Golfo de California. [Tesis doctoral], Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, La Paz Baja California Sur, México, 185 pp.
- Walford, L. A., (1946) , A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole*, 90(2):141-7
- Warburton, K., (1978), Community structure, abundance and diversity of fish in a Mexican Coastal Lagoon System. *Estuar. Coast. mar. Sci.*, 7, 497-519.
- Wootton, R.J., (1990), *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman and Hall. Londres.404 pp.
- Yáñez-Arancibia, A., Nugent, R. S., (1975), Síntesis de antecedentes bióticos y abióticos de los ecosistemas estuarinos de Nayarit, México. *Publ. Ciencias Biológicas Univ, Autón. Nuevo León, México*. Vol. in memoriam Dr. E. Caballero.

- Yáñez-Arancibia, A., (1975a), Relaciones tróficas de la fauna ictiológica del sistema lagunar costero de Guerrero y aspectos parciales de dinámica de poblaciones de los peces de importancia comercial, In: Informe final 2da. Etapa Programa Uso de la Zona Costera de Michoacan y Guerrero. *Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H. y Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. Contrato de estudios No. OCE-03-74, 750 p.230 p., 71 figs.
- Yáñez-Arancibia, A., (1976), Observaciones sobre *Mugil curema*. Cuvier y Valenciennes en áreas naturales de crianza, México. Alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 3 (1), 92-124.
- Yáñez-Arancibia, A., Curiel J., Leyton, V., (1976), Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México. (Pisces: Ariidae). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón México*. (1): 3, 125-180.
- Yáñez-Arancibia, A., Diaz, G., (1977), Ecología trofo dinámica de *Dormitator latifrons* (Richardson) en nueve lagunas costeras del Pacifico de México (Pisces: Eleotridae). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 4 (I), 125-140.
- Yáñez-Arancibia, A., CICAR-II Symposium, Caracas, Venezuela, FAO July 12-16, (1976). Fish. Rep. Fish culture in coastal lagocins: Perspectives in México. Progress in Marine Research in the Caribbean and Adjacent Regions. Stewart, H. B. (Ed.) 1976b. 529-547 (1977). 200:
- Yáñez-Arancibia. A., (1978b), Taxonomía, Ecología y Estructura de las Comunidades de Peces en Laguna Costeras con Bocas Efimeras del Pacifico de México. *Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. Publ. Esp. 2, 1-306.
- Yáñez-Arancibia, A., Amezcua-Linares, F., Day, J. W., (1980). *Estuarine Perspectives. Fish community structure and function in Terminos lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of México*. In: V. Kennedy (Ed.). Academic Press. New York. p. 533.
- Yáñez-Arancibia, A., (1981), The occurrence, diversity and abundance of fishes in two tropical coastal lagoons with ephemeral inlets on the Pacific coast of México. *Tech. Pap. Mar. Sci. UNESCO* 33, 233-260.

Yáñez-Arancibia, A., Day Jr., J. W., (1982), Ecological characterization of Terminos Lagoon, a tropical lagoon-estuarine system in the southern Gulf of Mexico. pp. 431-440. In P. Lasserre & H. Postma (eds.). Coastal Lagoons. *Oceanológica Acta*, Vol. Spec., 5: 462 p.