



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO.**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL Y  
CRECIMIENTO RELATIVO DE *Anchoa hepsetus*  
(LINNAEUS, 1758) EN LAS BARRANCAS, VERACRUZ.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIOLÓGA**

**PRESENTA:**

**IRLANDA AYLÍN ALCÍBAR ZUBILLAGA**

**DIRECTO DE TESIS:**

**DR. ÁNGEL MORÁN SILVA.**

**LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO. 2022.**



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.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS. ....	1
AGRADECIMIENTOS PERSONALES.....	2
RESUMEN. ....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
ANTECEDENTES. ....	10
JUSTIFICACIÓN .....	13
OBJETIVOS .....	14
MATERIALES Y MÉTODOS. ....	15
Área de estudio. ....	15
Trabajo de campo .....	15
RESULTADOS .....	23
DISCUSIÓN .....	46
CONCLUSIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55

## AGRADECIMIENTOS.

Universidad Nacional Autónoma de México la cual ha sido mi casa de estudios desde la preparatoria y la Facultad de Estudios Superiores Iztacala en donde he encontrado las herramientas necesarias para mi formación profesional.

El Laboratorio de Ecología Costera y Pesquerías que me brindó el lugar necesario, y oportunidad de incursionar en esta área, para poder realizar este proyecto.

A mi director de tesis el Dr. Ángel Morán Silva el cual me ha brindado los conocimientos, tiempo, y apoyo en mi formación, pues ha compartido de la mejor manera sus conocimientos sobre ecología y pesquerías, permitiendo que me interesara aún más en el tema.

Al Dr. Sergio Cházaro Olvera quien ha sido un excelente maestro, ya que el amor que le tiene a la enseñanza ha permitido que sus conocimientos fueran invaluable.

Mtro Rafael Chávez por sus enseñanzas en Ecología, pues siempre estaba con la mejor disposición de enseñar.

Dr. Horacio Vázquez por compartir sus anécdotas y experiencias, las cuales fueron gratificantes.

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES.

A mi madre y padre que siempre han estado incondicionalmente para mí, sin importar lo descabellado que sea mi plan, pues en ellos siempre encontré una mano que me ayudó sin temor alguno, pues han tratado de ser más de lo posible, para mí y mi hermano.

Mi mamá que aunque ambas somos totalmente opuestas, hemos encontrado el balance en nuestra relación, y más que una madre ha sido mi confidente, mi amiga, sin dejar de lado su autoridad; siendo aquella persona que ha inculcado la importancia de llegar a la meta, sea como sea Mi papá, que con mi carácter tan parecido al suyo, ha sabido la forma de sobrellevar todo, aunque ambos nos aferramos a ideas totalmente, y que nunca me ha dejado sola, aunque éste sabía que tal vez ya lo podía hacer por mi cuenta, siempre fue a mí, sin importar el tiempo o lo mucho que le costará cumplir con mis demandas, los amo.

Mi hermano menor Julián el cual se ha encargado de apoyarme en todo y decirme sinceramente cuando cree que me he equivocado, te amo mucho. A mis Abuelos quienes han sido motivadores en mi vida, Elsa aunque ya no estés más aquí agradezco cada una de tus palabras, consejos y regaños, aún te extraño. Mis abuelos paternos quienes han estado presentes en todo momento de mi vida, sin importar que fuese, eran los primeros en ir a cualquier evento ya sea baile o canto, animándome a ser mejor persona y estudiante, los amo ambos.

A mi familia: Mis tíos Mercedes, Daniel L, Elsa G, Ana, Alejandro y Guillermina quienes han estado en mi vida apoyándome en todo lo que les fuera posible, animando y ayudándome cuando los días eran lo suficientemente oscuros y sentía que no podía más. Mi adorados primos que son mis hermanos, pues a su lado pasé por las mejores y peores situaciones, a su lado solo hay buenos recuerdos.

A mi mejor amigo Israel por ser una de esas personas externas a mi familia en ser una constante en mi vida, que siempre apoyándome, reiterándome de lo orgulloso que se sentía por mí. Geraldine, mi mejor amiga, mi hermana, y mi media mitad, quien ha estado conmigo desde el primer día, que me entiende mejor que cualquier persona e incluso ha desarrollado la habilidad de leer mis pensamientos.

Mis amigos de la facultad que su amistad ha sido sumamente valiosa para mí, Ángela y Aldebarán gracias por brindarme su cariño, motivarme y ayudarme con todo lo referente al papeleo de este trabajo.

Al Dr. Ángel Morán Silva el cual me abrió las puertas del Laboratorio de Ecología Costera y Pesquerías, me ayudó de manera incondicional en mi vida académica, dedicó tiempo y esfuerzo en entender mi complicada mente, pues fue un apoyo constante, recordándome que hay cosas que están fuera de nuestras manos, igualmente por compartirme el amor que siente a los temas relacionados con la pesquería, le estoy totalmente agradecida, por todo lo que ha hecho por mí, y más porque fueron en tiempos de pandemia, en donde todo era más caos que realidad.

## RESUMEN.

El presente estudio fue llevado a cabo en la localidad de las Barrancas, municipio de Alvarado, Veracruz en la época de secas. Se realizó el análisis de los parámetros poblacionales de *Anchoa hepsetus*, también conocido como boquerón o charal, durante marzo de 2019. Los organismos se obtuvieron de la pesca ribereña por medio de un chinchorro playero de 750 m de relinga superior y con luz de malla de 4". Se tomó una muestra de la captura y fue preservada en una solución de formaldehído y trasladada al Laboratorio de Ecología Costera y Pesquerías de la UNAM FES Iztacala. Los organismos fueron pesados, medidos y sexados. Se determinó la madurez sexual y se realizó el análisis de la relación Longitud Total vs. Peso y se obtuvo un análisis de frecuencia de tallas por sexo y general. Se procesaron un total de 1446 organismos, la proporción de sexos (H:M) fue de 1.37:1, sin diferencias significativas. La especie muestra un crecimiento rápido de tipo alométrico, la mayor talla fue de 12.4 cm para hembras y 11.8 para machos. La  $L_{max}$  estimada fue de 20.2 cm y la longevidad estimada fue 7.2 años, con una mortalidad natural estimada de 1 año. Las estimaciones de los parámetros poblacionales pueden variar dependiendo de la disponibilidad de recursos disponibles, así como de la presión por depredación. Se registraron organismos con madurez sexual a partir de 7 cm y se estimó que el 50% de la población presenta maduración sexual a partir de los 8 cm, por lo que se estima que esta especie se reproduce durante todo el año. Su alimentación está compuesta mayormente de zooplancton, en el que destacan pequeños crustáceos, se registraron en menor cantidad larvas de bivalvos, restos de peces, así como foraminíferos. Finalmente, destaca la presencia de microplásticos en los contenidos estomacales.



## INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la Tierra se encuentra cubierta por agua, en donde los océanos ocupan el 70.8% de la superficie del planeta, estos sistemas a su vez son altamente dinámicos y se encuentran interconectados por una red de corrientes superficiales y profundas (Lara-Lara *et al.*, 2008). En el caso de México, el país cuenta con un litoral extenso calculado en 11,122 km, en donde el mar territorial abarca 231,000 km<sup>2</sup> aproximadamente, con una zona económica exclusiva de 3´149,920 km<sup>2</sup> (CONABIO, 2007). Debido a su posición geográfica México cuenta con el 10% de los recursos marinos de todo el mundo (Morales, 2007). En lo que respecta al golfo de México, éste es un área marítima que se encuentra compartida con Estados Unidos de América, y con Cuba (León, 2006), debido a su posición geográfica permite que se presenten condiciones favorables para una óptima proliferación de la vida en distintos tipos de hábitats resaltando arrecifes coralinos, estuarios, ríos y manglares (Monreal, *et al.* 2004).

Los recursos marinos son altamente aprovechables en actividades diversas que van desde su uso como artesanía, acuarios, y pesca, siendo la última una importante fuente de ingresos, puesto que al ser una importante fuente de proteína en la dieta también es generadora de ingresos, sustentando la vida de millones de personas (Morán-Angulo *et al.*, 2010). Es así que, la pesca representa una de las actividades más complejas realizada por el humano, ya que implica el aprovechamiento de distintos sistemas (Narváez *et al.*, 2006), para la cual se estima que en 2018 alcanzó una producción de 179 millones de toneladas con un valor aproximado de 401,000 millones de dólares (USD), del cual el uso principal es para consumo humano, establecido un consumo *per cápita* por año de 20.5 kg (FAO, 2020).

Latinoamérica y el Caribe es responsable de al menos el 22% de la captura mundial (Escobar, 2001), la cual se encuentra dividida en cuatro grandes

pesquerías que comprenden a los túnidos, pelágicos menores, especies demersales y pesca costera (Contreras, 2002). México produce alrededor del 1.5% del volumen de pesca que se produce en el planeta (Lluch y Hernández, 2006) siendo esta actividad una fuente importante de recursos económicos perteneciente al sector productivo primario, ya que no solo mantiene un valor comercial, sino también social y alimenticio; formando parte de una cadena productiva en donde se generan empleos de manera directa e indirecta, siendo que la captura de peces se encuentra después de la Agricultura como las principales actividades productivas.

México ha atravesado por numerosas políticas sobre la regulación de la pesca, solo en 1982 se implementaron políticas ambientales donde se buscaba la protección junto con las herramientas adecuadas para el ordenamiento que permitieran el uso y las actividades de aprovechamiento para los ecosistemas costeros y marinos (Reyna-González *et al.*, 2019), y aunque aún se pueden hacer mejoras dentro de las políticas pesqueras, estas bases han servido para cimentar, lo que hoy se tiene en la pesquería mexicana.

Las pequeñas especies pelágicas de peces son parte importante de los ecosistemas marinos, puesto que representan una importante cantidad de biomasa, así mismo estas especies sirven como intermediarios en la captura de peces de mayor talla (Palomera *et al.*, 2007) esto es debido a que pese a tener cortos ciclos de vida, tienen un crecimiento acelerado, y una pronta maduración; de igual forma conforman una gran parte de la captura en mares (Mavruk *et al.*, 2022) lo que los vuelve un objetivo viable al momento de proponerlos como una especie con potencial de captura y consumo.

El Instituto Nacional de la Pesca presentó un plan de manejo para la pesquería de peces pelágicos menores como lo son las sardinas, anchovetas y macarelas, en donde incluyeron un manejo activo conjuntamente con un programa de monitoreo, en busca de ampliar el mercado, ya que son utilizados comúnmente para el

consumo humano, sin embargo no es su principal utilidad, ya que estos son también utilizados como carnada para otros peces, alimento para animales en cautiverio, y harina de pescado (Rodríguez-Haro *et al.*, 2021).

La familia *Engraulidae* son peces de talla pequeña y pelágicos, son relevantes debido a su importancia económica en diversos países alrededor del mundo, ya que son una de las familias que sustentan la pesquería pelágica (Bouchon *et al.*, 2010; Jordán y Chirinos, 1965); las especies pertenecientes a esta familia forman grandes cardúmenes; se conocen comúnmente como anchoas, anchovetas o boquerones. Se caracterizan por tener un cuerpo ligeramente comprimido, y por la presencia de numerosos rastrillos branquiales, junto con una mandíbula superior corta (Loeb, 2012); son de aguas tropicales, neríticas y estuarinas, comúnmente encontrados en zonas cercanas a la costa, y manglares; suelen soportar cambios en la salinidad y de temperatura (Santos *et al.*, 1998). Dentro de la familia *Engraulidae* se encuentra la especie *Anchoa hepsetus* (Linnaeus 1758), la cual tiene una amplia distribución en México desde Tampico hasta el mar Caribe (Castro-Aguirre, 1978). Debido a su alto valor nutrimental se considera como uno de los recursos pesqueros con mayor potencial, puesto que estos son aprovechados desde el estadio larval con el mercado de productos secos, así como en la elaboración de aceites, producto fresco y seco (Olvera-Limas y Cid del Prado, 1983) y aunque no se tienen registros de su captura como especie principal, si se tienen registros de captura como especie incidental dentro de la pesquería del camarón (Chávez- López y Morán-Silva, 2019) y de la lebrancha (*Mugil curema*) (Lorán-Núñez *et al.*, 2008).

La pesca en el estado de Veracruz representa una de las principales actividades económicas, por lo que es importante el conocer el estado en que se encuentran las poblaciones, así como las condiciones en que se lleva la captura, la calidad del hábitat y la dinámica poblacional que presenta la especie. De lo anterior se deriva el potencial de la pesquería y su captura, la cual debería de estar manejada de manera sustentable, pues actualmente la pesquería enfrenta problemáticas tanto

biológicas como socioeconómicas, lo que repercute en la pérdida de productividad, ya que al sobre explotar a esta especie se impide la regeneración de biomasa, así como el mantenimiento de los niveles de reclutamiento óptimos, así mismo se vive la pérdida de la biodiversidad, agotamiento de especies junto con la destrucción de sus hábitats, desencadenando conflictos sociales y políticos entre las comunidades que viven de la actividad pesquera (Morán-Angulo y Cifuentes-Lemus, 2010).

## ANTECEDENTES.

Se han realizado diversos estudios en el golfo de México, tal es el caso de las zonas que abarcan de Veracruz al estado de Campeche, en donde se estimó la abundancia de tres especies de la familia Engraulidae a partir de sus estadios larvales (Flores *et al.*, 1986). En 1988 León y Rosas llevaron a cabo su estudio ecológico sobre la distribución y abundancia espacio-temporal de *Anchoa mitchilli* y en la zona de Campeche se reportaron las características poblacionales de dos especies dominantes *Anchoa mitchilli* y *Petenia splendida* (Günther, 1862) en el sistema estuarino de Palizada (Ayala-Perez *et al.*, 1989).

En Tecolutla se realizó un estudio sobre la histología gonadal de la especie *Anchoa mitchilli*, en el que menciona que, conforme a la maduración de los órganos sexuales, se puede tener una serie de cambios morfológicos, siguiendo un patrón en el que se tiene a la mayoría de los peces, así mismo se determina que los gránulos del vitelo, la posición del núcleo y la presencia de la membrana indican el estadio en el que se encuentra la gónada (Bautista, 2001). En otro estudio se realizó una investigación que abarco desde conteo de huevos junto con la biomasa, la abundancia y variabilidad temporal de *Anchoa mitchilli* en Pueblo Viejo Veracruz (Sánchez-Ramírez y Ocaña-Luna, 2002). En 2004 Vega-Cendejas en su artículo "Ictiofauna de la Reserva de la Biosfera Celestún, Yucatán; una contribución al conocimiento de su biodiversidad" registra que *Anchoa hepsetus* se encuentra como una especie sobresaliente debido a su abundancia dentro de la reserva.

Morales Aranda (2007), realizó un estudio titulado "Aspectos biológicos del charal *Anchoa hepsetus* (LINNAEUS, 1758; PISCES: ENGRAULIDAE) de la playa Villa Rica, Veracruz" donde se presenta una descripción detallada de estructuras tales como los otolitos, gónadas, vejiga, aletas y escamas; se determinó el sexo de los organismos, así como su madurez, se realizó un análisis tanto macro como microscópico de las gónadas, a su vez se determinó la relación peso-longitud. El

tamaño de la muestra fue de 163 organismos en presentando tallas en un intervalo de 44.6 mm a 86.7mm, y su peso entre 0.6917 a 4.8783 g; en cuanto al cálculo de  $b$  se determinó en 3.5727, presentando un crecimiento de tipo alométrico. En la descripción de la especie incluyeron el tipo de escama la cual fue de tipo cicloidea. En madurez sexual se registró que la mayor parte de la población se encontraba en un estadio III, teniendo una relación 1:1.8 machos-hembras.

Nuevamente en Pueblo Viejo se realizó un estudio sobre biología reproductiva de *Anchoa mitchilli* (Castillo-Rivera *et al.*, 2011). En 2012 Amador-Del Ángel y colaboradores en su estudio “Relaciones peso-longitud de peces asociados al manglar en el suroeste de la Laguna de Términos, Campeche” realizaron los cálculos para 981 peces, los cuales fueron colectados en un plazo de septiembre a agosto de 2004 en frente del manglar, registrando 13 familias y 22 especies. Determinaron la longitud máxima y mínima, para la relación peso-longitud realizaron un ajuste para que su ecuación se expresara de manera lineal, entre las especies reportadas se encuentra *Anchoa hepsetus* con un número de 30 individuos, la longitud mínima fue de 3.6 cm, mientras que la longitud máxima fue estimada en 14.8 cm, en cuanto al tipo de crecimiento se obtuvo una pendiente ( $b$ ) de 3.1013, determinando que el tipo de crecimiento de la especie era alométrico positivo.

Galindo-Cortes y colaboradores (2015) en su trabajo “ Relaciones de longitu-peso para 30 especies de peces capturadas en aguas costeras de Veracruz, Oeste del Golfo de México” analizan el crecimiento de *Anchoa hepsetus* con un total de 177 organismos, en donde la pendiente del crecimiento es de 3.22 concluyendo que el tipo de crecimiento de la especie es alométrico positivo, sin embargo hacen mención de que la valoración sobre la pendiente es variable en cuanto al tipo de cuerpo del pez, así como su historia de vida, talla máxima, y factores del hábitat. Hernández-Parras (2016) en su tesis doctoral Ecología de la anchoa europea (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) en el Golfo de Vizcaya probó diferentes modelos para la representación de la biología poblacional, evaluó aspectos como peso, madurez, actividad reproductora, en donde se aplicaron variabilidades interanuales. En el estudio se concluye que la temporada de puesta para esta especie es entre junio y julio, así mismo la probabilidad de supervivencia de los juveniles es mayor para los individuos con rápido crecimiento, esto de acuerdo a que en 2009 obtuvieron organismos con una rapidez de crecimiento mayor con respecto a los datos obtenidos en 2006. Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez en 2016 realizaron un estudio de la estructura de la comunidad ictioplanctónica en la laguna de Tamiahua, en encuentran huevos provenientes de *Anchoa hepsetus* y *Anchoa mitchilli*, en el estudio mencionan que durante el mes de Mayo se tiene un mayor número de huevos y larvas para *Anchoa hepsetus*, mientras que para *Anchoa mitchilli* esto ocurre en el mes de febrero.

## JUSTIFICACIÓN

Se han realizado diversas investigaciones sobre *Anchoa hepsetus* a lo largo del continente y en el golfo de México, sin embargo estas investigaciones han estado enfocadas principalmente a aspectos particulares sobre la especie como lo es su morfología o etapas larvales junto con su funcionamiento como especie intermediaria en la pesca de especies de mayor tamaño, dejando a un lado los aspectos poblacionales y ecológicos, del mismo modo, los datos obtenidos para su evaluación no son recientes, lo cual no permite determinar el estado actual en el que se encuentra la pesquería de esta especie. Es por ello que es importante el actualizar y ampliar la información que se tiene sobre los datos poblacionales de la especie.



## OBJETIVOS

### **General**

Evaluación de *Anchoa hepsetus*, a través de su dinámica poblacional en la localidad de las Barrancas, municipio de Alvarado, Veracruz.

### **Particulares**

- Estimación del tipo de crecimiento a través de la relación talla-peso.
- Estimación de la proporción de sexos.
- Determinación de parámetros poblacionales (crecimiento, longevidad y mortalidad).
- Estimación de talla y edad a primera madurez.
- Análisis de la dinámica trófica y su relación con la talla.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Área de estudio.

La localidad de las Barrancas se localizan en el estado de Veracruz, pertenece al municipio de Alvarado, con coordenadas de 95°57'45.77" O y 18°59'07.15" N, ubicándose al sur del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) y al suroeste del golfo de México. El tipo de clima se clasifica como tropical Aw, con una temperatura promedio anual de 25°C (Figura 1).



Figura 1. Localidad de estudio, ubicada en Las Barrancas, Alvarado, Veracruz.

### Trabajo de campo

Los organismos fueron obtenidos de la pesca ribereña realizada en la localidad de Las Barrancas, municipio de Alvarado, Veracruz, en el mes de marzo de 2019, correspondiente a la temporada climática de secas. El arte de pesca utilizado fue un chinchorro playero estandarizado de 750 m de relinga superior, por 4 m de caída; con tramos laterales de la red de monofilamento con una luz de malla de 4", y en la parte central con un copo de hilo alquitranado con una luz de malla de 5/8". Se tomó una muestra de la captura, la cual fue preservada en bolsas de

polietileno, etiquetadas y preservadas con una solución de formaldehído y trasladada a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Se registró para cada uno de los organismos obtenidos la longitud total (LT) con un ictiómetro convencional con +/- 0.1mm de precisión y peso (W) con una balanza analítica, con dos dígitos después del punto decimal, todos los organismos fueron etiquetados, y preservados en formaldehído.

#### *Determinación de sexo.*

La determinación sexual se realizó mediante la observación de las gónadas, con el uso de un microscopio estereoscópico a un aumento de 10x, esto de acuerdo con lo reportado por Morales (2007), en donde se muestra los contrastes que tiene una gónada masculina a una femenina. En cuanto la madurez de la gónada se les realizó una pequeña incisión para visualizar su coloración, y clasificarla mediante la escala de Nikoslky (1963) (Tabla I).

Tabla I. Escala de madurez sexual, propuesta por Nikoslky (1963).

<b>Escala de madurez</b>	<b>Machos</b>	<b>Hembras</b>
1 Juvenil.	Testículos filiformes.	Ovario reducido de tamaño y translucido
2. Maduración.	Testículos blanquecinos sin espermas	Ovarios con ovocitos vitelados.
3. Maduración total	Testículos blanquecinos con abundantes espermas	Ovarios amarillos con ovocitos vitelados.
4. Post evacuado	Testículos amarillentos con espermas residuales	Ovarios amarillentos o rojizos con ovocitos residuales.
5. Reposo	Testículos de poco volumen amarillentos sin esperma.	Ovarios grisáceos con la túnica albugínea engrosada.

#### *Proporción de sexos*

La determinación de la proporción de sexos se realizó mediante la división del número total de organismos machos, entre el número de hembras; en donde

también se agregaron los organismos indeterminados tanto a machos y hembras (Espino *et al.*, 2008).

#### *Contenido estomacal.*

Para el análisis de contenido estomacal se seleccionaron 40 individuos, estos repartidos en cada clase de talla que se determinó, posteriormente se obtuvieron los tractos digestivos para ser almacenados en frascos de plástico de 5 ml. Los estómagos fueron resguardados en alcohol al 90% y etiquetados, para su posterior revisión al microscopio. En todos los estómagos seleccionados fue utilizado el Principio de Arquímedes; en el cual mediante una probeta de cristal de 10 ml se llenó de agua hasta 3 ml, en el volumen conocido fue colocado el estómago lleno, registrando el volumen desplazado; por último se abrieron los estómagos, sacando el contenido estomacal, para su posterior revisión, volviendo a llenar la probeta a los 3 ml, colocando cada uno de los estómagos vacíos para registrar el volumen desplazado (Silva *et al.*, 2014).

#### *Revisión de estómagos*

Con los estómagos guardados en frascos de plástico, se abrieron para la revisión del contenido estomacal. Mediante el uso de la gravimetría de una probeta de 5 ml, en donde se utilizó agua a un volumen conocido (2 ml), posteriormente se colocó el estómago lleno, para su revisión con la ayuda de agujas de disección se obtuvo el contenido total de los estómagos, se volvió a anotar el volumen desplazado al momento de colocar el estómago vacío con el mismo volumen de agua de un inicio. El contenido estomacal se observó mediante el uso de cajas Petri y un microscopio estereoscópico marca Zeiss con un aumento del 4x. Los organismos identificados encontrados en los estómagos en el menor grupo taxonómico fueron contabilizados, anotando las repeticiones encontradas dentro de un mismo organismo (Lagler *et al.*, 1977).

### *Relaciones biométricas.*

Se analizaron la relación talla-peso, por sexo y de organismos no determinados; con los datos de longitud total (LT) y peso (W) se ajustaron en un modelo exponencial para la descripción de los datos. La explicación del modelo, junto con la linealización se determinó mediante el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) (Le Cren, 1951), utilizando la siguiente ecuación:

$$W = aLt^b$$

Dónde:

W= Peso

a= Punto de intersección (Factor inicial o coeficiente de crecimiento)

LT= Longitud total

b= Pendiente (Tasa de crecimiento relativo)

### *Prueba de isometría.*

Al aplicar la ecuación de relación de talla-peso se obtiene el tipo de crecimiento proveniente del pendiente; resultado que fue comprobado con una prueba de  $t$  de student mediante el uso de la siguiente ecuación.

$$t = \left( \frac{s_{\log(L)}}{s_{\log(P)}} \right) \left( \frac{b - 3}{\sqrt{1 - r^2}} \right) (\sqrt{n} - 2)$$

Dónde:

$s_{\log(L)}$  = Logaritmo de longitud.

$s_{\log(P)}$  = Logaritmo de peso.

n= población total.

b= Pendiente (Tasa de crecimiento relativo)

### *Hipótesis*

*H0: No existe diferencias, la relación es isométrica.*

*Ha: Si existen diferencias, la relación es alométrica.*

### *Histograma de frecuencias de tallas*

Se obtuvieron los histogramas de frecuencia de tallas con la totalidad de los datos (general), hembras y machos, esto mediante el uso de la estadística descriptiva se determinó la amplitud de los límites superiores e inferiores, posteriormente se aplicó un método de conteo de frecuencias de los límites superiores, los cuales se graficaron (Sparre y Venema, 1997).

### *Edad y crecimiento*

Se aplicó el método de Battacharya (1967), bajo el supuesto de que cada componente del gráfico representa una cohorte, relacionado con una edad; posteriormente con el modelo de Ford Warlford se obtuvo la longitud asintótica de los organismos. La determinación de la edad y crecimiento se realizó mediante el uso del modelo de Von Bertalanffy (Gulland, 1992; Bertalanffy, 1938) con el siguiente modelo:

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

Dónde

$L_{\infty}$  = Longitud asintótica

$K$  = parámetro de curva que determina la rapidez con la que alcanza la  $L_{\infty}$ .

$t$  = Edad del pez

$t_0$  = Condición inicial a la edad 0

### *Talla y edad a primera madurez*

Se estimó la talla y edad de primera madurez,  $L_{50}$  y  $L_{95}$  cuando el 50% y 95% de la población, respectivamente, se encuentre sexualmente madura, para lo cual se aplicaron modelos matemáticos que explican ambos, incluyendo a los organismos indeterminados (Gompertz, 1825) a través del siguiente modelo:

$$P_i = \exp^{-\exp^{-\Theta*(LT_i - Lt_{50})}}$$

Dónde:

$\Theta$ : tasa a la que se alcanza la madurez sexual

$L_{50}$  y  $L_{95}$ : longitud a la que el 50% y el 95% son sexualmente maduros

$L_{ti}$ : longitud total dentro de la clase de tallas

### *Modelo de verosimilitud*

Mediante el uso de un modelo inverso de Von Bertalanffy se realizaron los ajustes del modelo, a través del uso de mínimos cuadrados (Sparre y Venema, 1997):

$$T_{50} = -\frac{1}{k} * \ln\left(1 - \left(\frac{L_{50}}{L_{\infty}}\right) + T_0\right)$$

Dónde:

$L_{50}$  y  $L_{95}$ : longitud a la que el 50% y el 95% son sexualmente maduros.

$L_{\infty}$ : crecimiento asintótico.

$K$ : Determinación de la rapidez con la que se alcanza la  $L_{\infty}$

$t_0$ : condición inicial a la edad 0

### *Longevidad*

La longevidad se estimó de manera indirecta, empleando el modelo de Von Bertalanffy (Taylor, 1958), donde se reemplazó la Longitud total por la Longitud asintótica.

$$\text{Longevidad} = \left(\frac{1}{k}\right) \ln \left[\frac{L_{\infty} - l_0}{L_{\infty}(1-x)}\right]$$

Dónde:

$L_{\infty}$  = Longitud asintótica.

$k$  = parámetro de curva que determina la rapidez con la que alcanza la  $L_{\infty}$ .

$x$  = constante igual a 0.95

$l_0$  = Longitud a la edad 0

### *Mortalidad natural*

La mortalidad natural se estimó mediante el uso del modelo matemático de Jensen (1996):

$$M = 1.5 * k$$

Dónde:

K= tasa de crecimiento anual.

### *Coefficiente de determinación*

La determinación del bienestar de los organismos se calculó mediante el coeficiente de Fulton (1904):

$$K = \frac{Pt}{Lt^b} * 100$$

Dónde:

Pt= Peso total.

Lt= Longitud total.

b= Coeficiente de alometría (El valor se estimará previamente en la relación talla-peso)

### *Contenido estomacal*

Para el análisis del contenido estomacal se utilizaron los siguientes métodos:

Método volumétrico

El cual mide el volumen de las presas por el desplazamiento de agua (Lagler *et al.*, 1977).

$$V_{cr} = v_t - v_p$$

Dónde:

V<sub>cr</sub>= Volumen de capacidad real

V<sub>t</sub>= Volumen total que desplaza el estómago lleno.

V<sub>p</sub>= Volumen desplazado por el estómago vacío.



### Método de frecuencia

Indica el porcentaje de estómagos en los que aparece el grupo taxonómico de la presa determinada (Tabla 2) (Lagler *et al*, 1977).

$$F = \left( \frac{n}{NE} \right) * 100$$

Dónde:

F= frecuencia de ocurrencia o periodicidad

N= número de estómagos que contienen una determinada especie

NE= total de estómagos analizados

Tabla II. Escala del método de frecuencia de ocurrencia del contenido estomacal (Langler *et al.*, 1977).

<b>Frecuencias de ocurrencia</b>	<b>Tipo de alimento</b>
>50%	Primario
≤ 50% - ≥ 10%	Secundario.
< 10%	Incidental

## Resultados

Como resultado de la captura de *Anchoa hepsetus* realizada en Las Barrancas, Veracruz, se obtuvo una muestra que comprendió un total de 1446 organismos; los cuales estuvieron distribuidos de la siguiente forma: 812 hembras, 592 machos y 42 organismos indeterminados (Tabla III). La proporción de sexos (H:M) fue de 1.37:1, la cual no presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Tabla III. Datos de longitud total (cm), peso total (g), ecuación del modelo,  $R^2$  y  $b$  de los organismos, separados por su sexo y en conjunto. (LT= longitud total, WT= peso total, D.E= Desviación estándar).

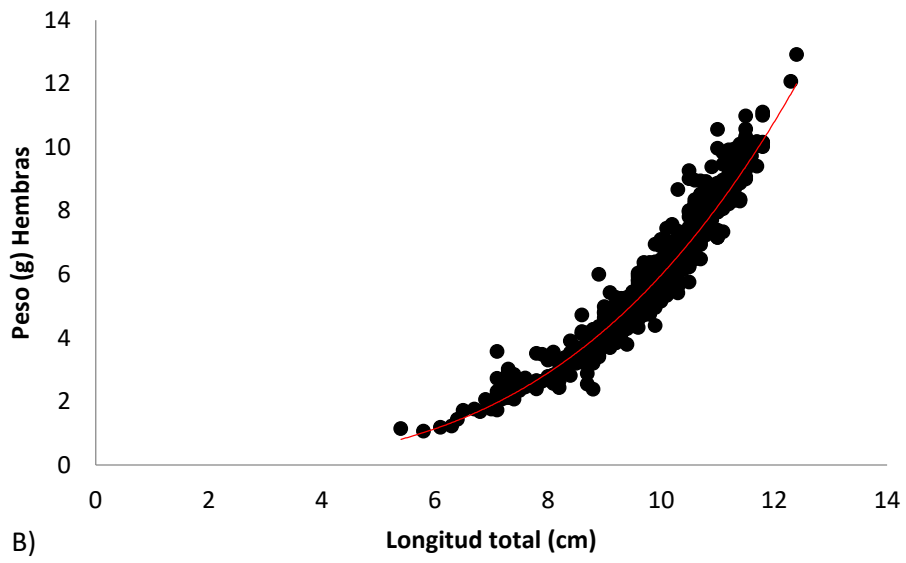
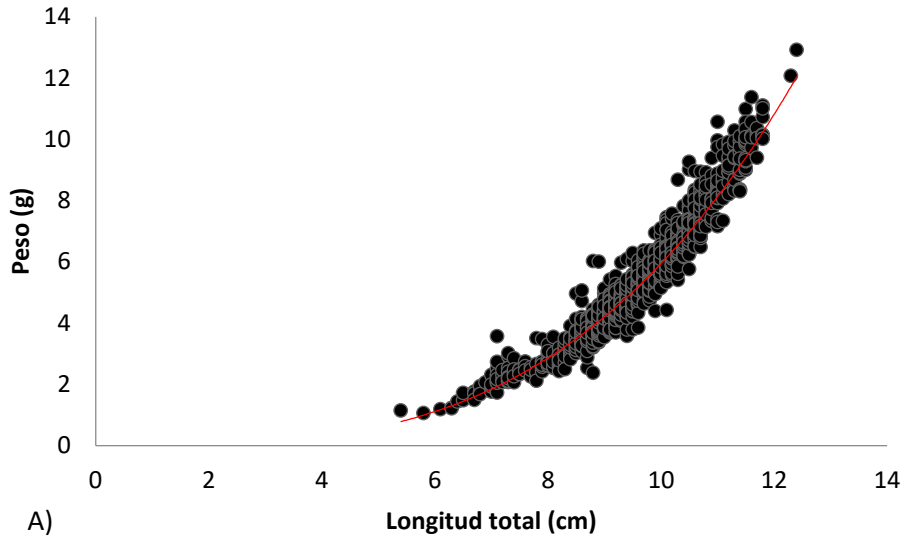
	N° Org.	LT			WT			Modelo	$R^2$	b
		Max	Min	D.E	Max	Min	D.E			
<b>General</b>	1446	12.4	5.4	0.95	12.91	1.06	1.8	$y = 0.0031x^{3.2777}$	<b>0.939</b>	<b>3.2777</b>
<b>Hembras</b>	812	12.4	6.7	0.94	12.91	1.68	1.9	$y = 0.0034x^{3.2419}$	<b>0.943</b>	<b>3.2419</b>
<b>Machos</b>	592	11.8	6.3	0.78	11.37	1.22	1.5	$y = 0.0036x^{3.2108}$	<b>0.931</b>	<b>3.2108</b>

En la Tabla III se puede observar que la longitud total de los organismos en conjunto se encuentra en 12.4 cm, mientras que la longitud menor observada fue de 5.4 cm, en cuanto a la media de los datos generales en longitud esta se encontró en  $9.5 \pm 0.95$  cm. En cuanto a las hembras al igual que en la muestra general la longitud máxima es de 12.4 cm, y la mínima en 6.7 cm; mientras que la media se encontró en  $9.7 \pm 0.94$  cm; para los machos la longitud máxima fue de 11.8 cm, y una mínima de 6.3 cm, en cuanto a su media se calculó en  $9.2 \pm 0.78$  cm. En lo que respecta al peso total se muestra que en la población general el máximo es de 12.91 g, y en el mínimo de 1.06 g, con una media de  $5.3g \pm 1.8$  g; para la hembras el peso máximo de 12.9 g y un mínimo de 1.68 g y una media de 5.37 g con una desviación estándar de  $\pm 1.9$  g; mientras que en los machos el peso máximo encontrado fue de 11.37 g, y en el peso mínimo 1.22 g con una media de  $4.7 g \pm 1.5$  g.

En la Figura 2 se presentan las relaciones peso-talla por sexo, y para datos generales, a la cual a la división de los datos de ambos sexos se incluyó los datos de los organismos indeterminados, para tener los datos de aquellos organismos que se encuentran con menor longitud. En la Figura 2 A) se observa un modelo del tipo exponencial, en el cual se puede visualizar la pendiente de la ecuación que explica la relación, esta con un valor de 3.2777, lo cual indica que el tipo de crecimiento de la especie es alométrico, que fue comprobado mediante una prueba de  $t$ , el cual se encarga de mostrarnos si existe una diferencia significativa entre la hipótesis nula y la alternativa, en la que se rechaza  $H_0$ , y se acepta  $H_a$ , puesto que existen diferencias, esto con una confiabilidad del 95% ( $p < 0.05$ ), en cuanto a la  $r^2$  de los datos fue de 0.939 (Tabla. III), indicando que el modelo obtenido presentó una buena relación entre los datos.

En la Figura 2 B) se muestra la relación LT vs W para hembras, en la cual se incluyeron aquellos organismos con falta de madurez sexual, en esta se puede observar la ecuación que explica al gráfico (Tabla III) donde se obtuvo una pendiente de 3.2419, lo que significa un tipo de crecimiento alométrico, lo cual fue corroborado por el uso de una prueba de  $t$  de student con una confiabilidad del 95%. En la  $r^2$  calculada nos muestra un valor de 0.9433, lo que indica un buen ajuste de los datos al modelo.

La relación de longitud total y peso de machos (Figura 2 C) muestra una nube de datos menos densa, esto es debido que al número de organismos que lo componen es menor tal como se muestra en la tabla III. Los machos están compuestos por 634 organismos incluyendo aquellos que son juveniles o inmaduros. De esta forma se presenta un gráfico de tipo exponencial (Figura 2C). Se observó que la pendiente es similar al de las hembras, con crecimiento de tipo alométrico siendo explicada por la pendiente de la ecuación (b) la cual fue de 3.2108, teniendo un crecimiento del tipo alométrico ( $p < 0.05$ ) esto con una confianza del 95%.



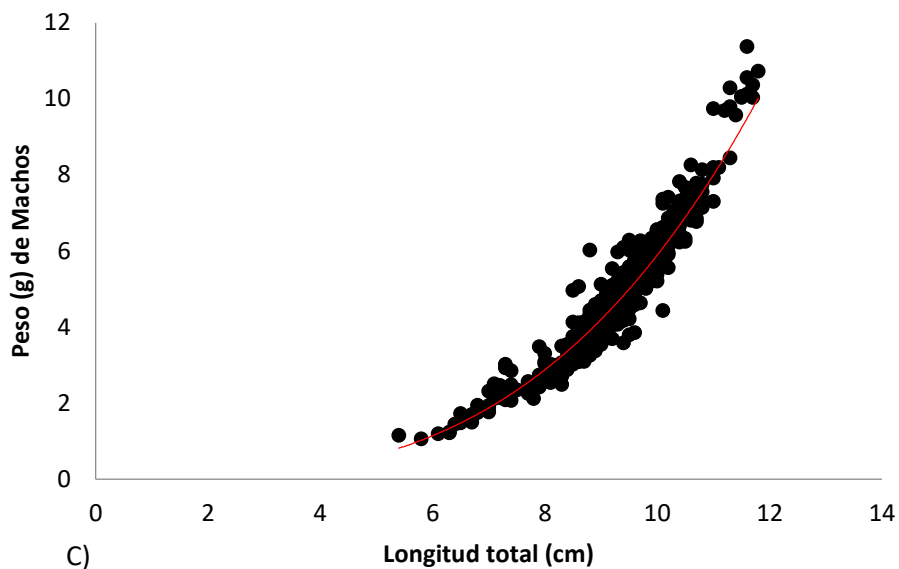


Figura 2. A) Relación peso-talla de todos los organismos recolectados. B) Relación peso-talla correspondiente a hembras, incluyendo organismos inmaduros. C) Relación peso-talla para machos, incluyendo inmaduros.

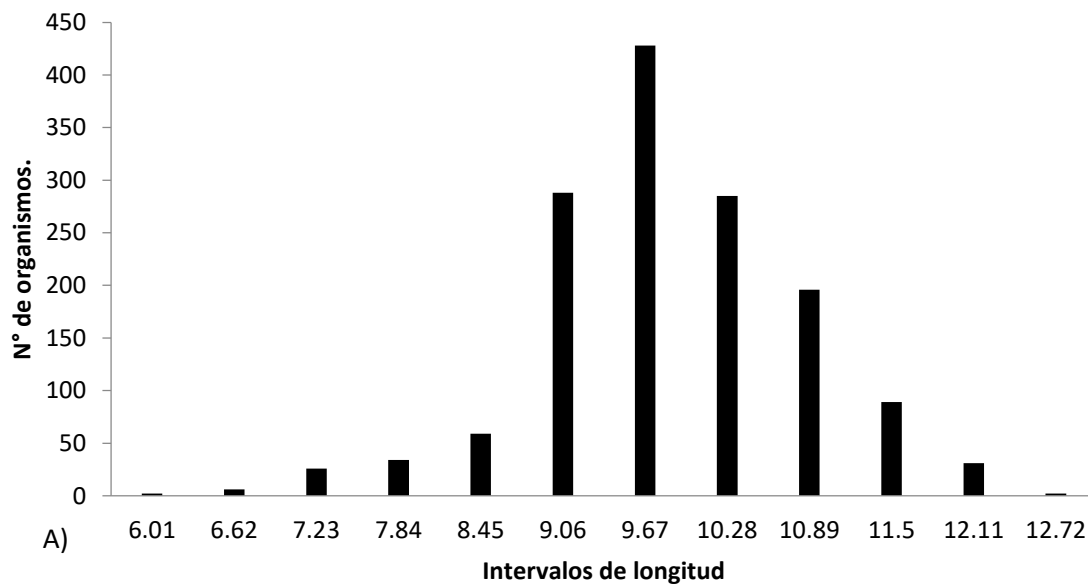
En la Figura 3 se pueden observar las frecuencias de talla que corresponden a cada sexo, y general, para los datos por sexo se incluyeron los organismos indeterminados para un intervalo de datos de longitud amplio, al incluir aquellos organismos con la menor longitud total. En la Figura 3A se presenta el número de organismos totales (1446 individuos), ubicados en 12 clases de talla, para lo cual se determinó una amplitud de clase 0.61 cm. La talla con mayor número de organismos para los datos generales fue de 9.67 cm con 428 individuos, seguido del intervalo de tallas 9.06 cm con 288 organismos, los intervalos con menor número de organismos fueron las tallas 6.01 y 12.72 cm, respectivamente, con dos individuos cada uno, mientras que la mediana de los datos se encontró en 9.7 cm (Figura 3A).

En el histograma de frecuencia de tallas obtenido para las hembras (Figura 3 B) presentó 12 intervalos de talla, en donde el intervalo de talla con mayor número de individuos fue de 10.2 cm con 203 organismos, seguidos por los intervalos de talla de 9.6 cm con 201 individuos; siendo los intervalos de tallas de 6 cm y 12.6cm con el menor número de individuos reportados, en la cual se encuentran dos

organismos por talla; para la amplitud utilizada fue de 0.6, en cuanto a su mediana se encontró en 9.3 cm; al igual que en las hembras para los machos (Figura 3C), la amplitud determinada fue de 0.6.

En los machos se tuvo una población de 634 organismos al incluir 42 organismos indeterminados, los cuales se dividieron en 11 intervalos de longitud, en donde se observó que el intervalo con mayor número de organismos fue el de 9.6 cm con 223 individuos, el segundo intervalo fue el de 9 cm con 144 individuos, las tallas con menor número de organismos fueron 6 cm con dos individuos, y 6.6 cm con tres individuos, la mediana se encontró en 9.3 cm.

*Histogramas de frecuencia por talla.*



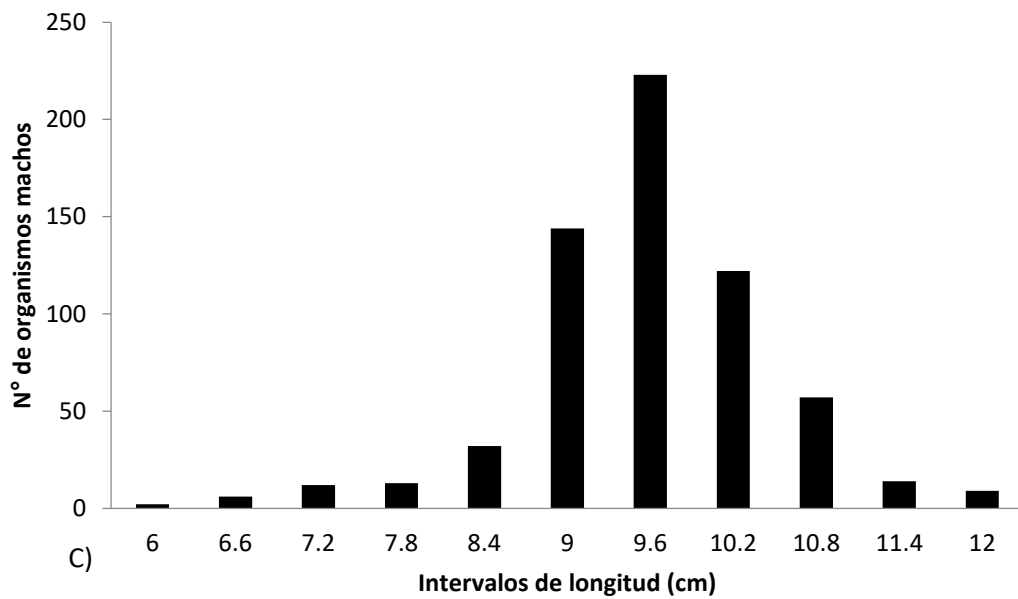
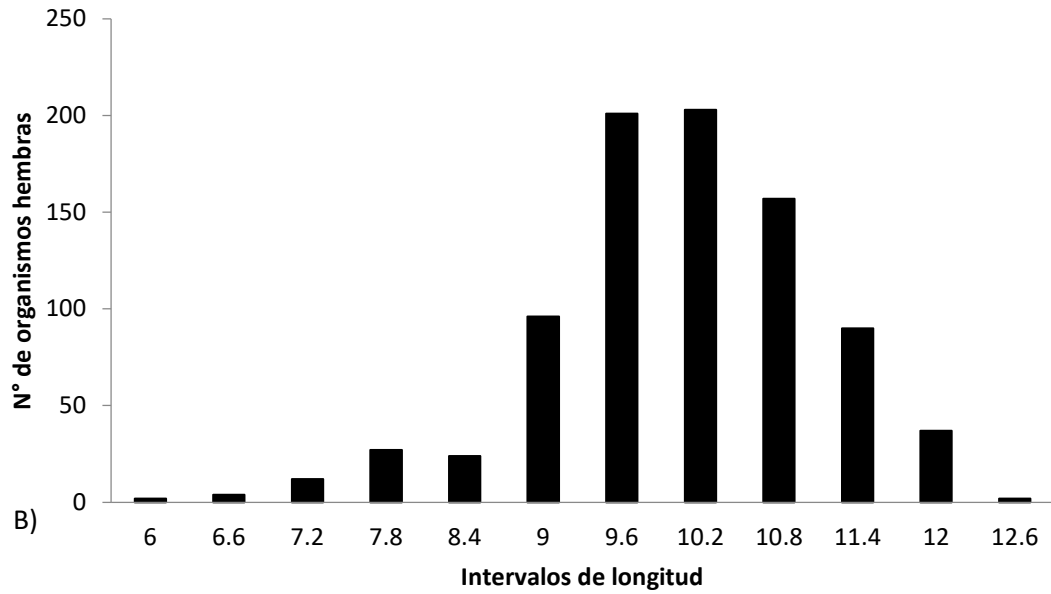


Figura 3. Frecuencia de Peterson de los organismos por intervalos de tallas, separadas por sexos, incluyendo los organismos inmaduros. A) Datos de la muestra total, B) Datos de hembras, C) Datos de machos.

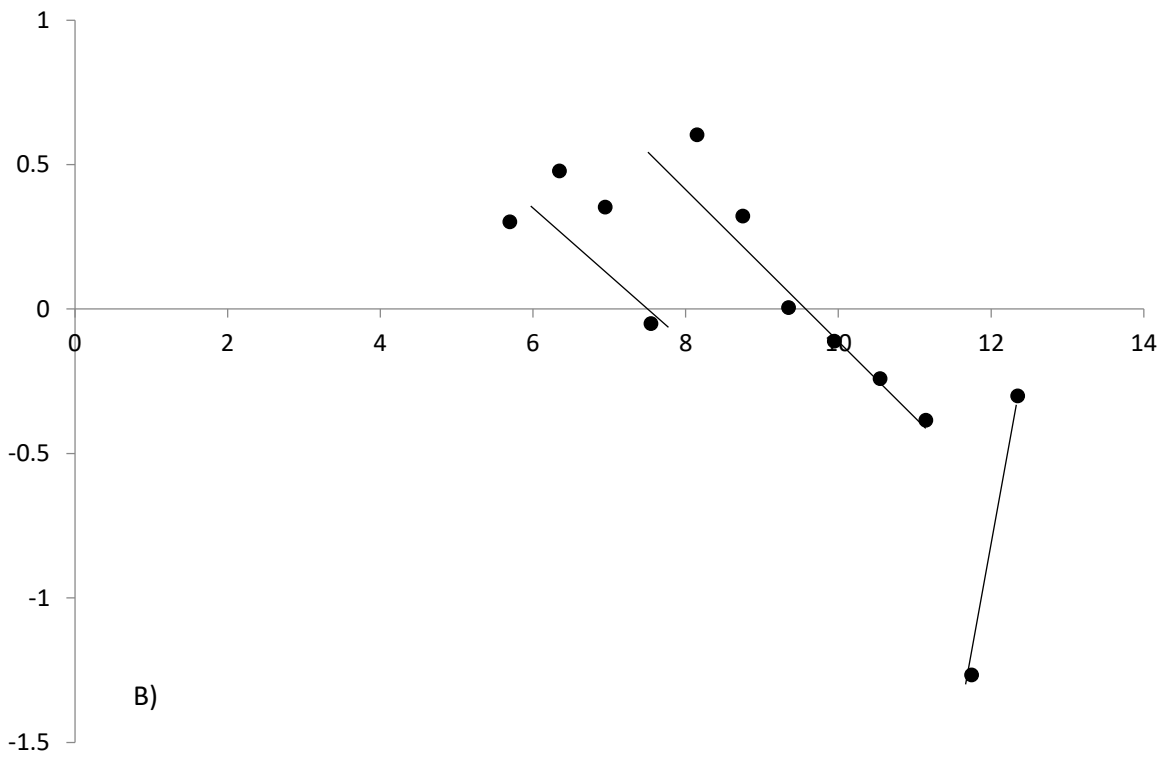
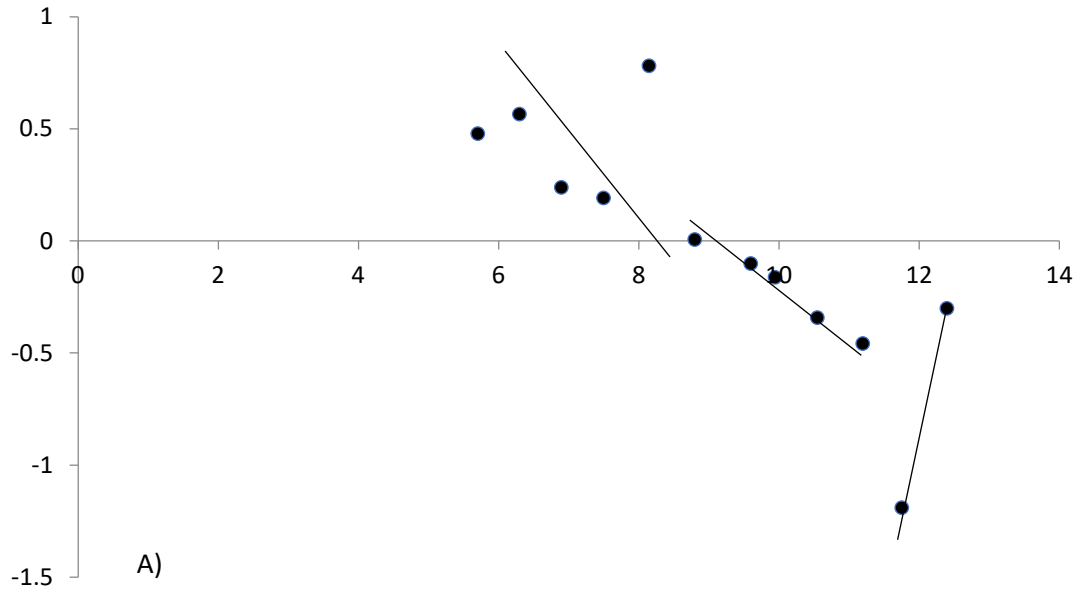
### *Battacharya*

Los resultados que se muestran (Figura 4 A,B,C) presentan las cohortes en las que se encuentran distribuidos los organismos, estos resultados son dados de manera indirecta mediante el uso de las tallas de los organismos, en el cual a partir de éstas se determina la clasificación de edades aproximadas de la muestra.

En lo referente a los datos generales (Figura 4A) se puede observar que la dispersión de los datos se divide en tres cohortes, siendo la segunda edad la que presentó el mayor número de organismos con un total de 1286; estos teniendo una longitud de 8.8 cm hasta 11.2 cm; la primera clase de edad la cual se encuentra en un intervalo de los 5.4 a los 8.4 cm de longitud con 127 organismos, mientras que la última cohorte se encuentra representada por 33 organismos de 10.9 a los 12.4 cm,

Para el caso de las hembras (Figura 4B), la dispersión muestra una división de tres cohortes de edad, en donde la talla de la primera cohorte se encuentra representada de 5.4 cm a 6.6 cm con 6 organismos; siendo la segunda talla la mejor representada con un total de 810 individuos, de 6.7 a 11.4cm .En lo referente a los machos (Figura 4C) se muestra que las cohortes se encuentran divididas en cuatro edades, en donde la edad con mayor número de organismos corresponde a la talla de 7.3 cm a 10.2 cm de longitud con 412 organismos; y en la edad con menor número de organismos es la primera, en donde se encuentra representada por 20 individuos con una longitud de 5.4 a 7.2 cm.





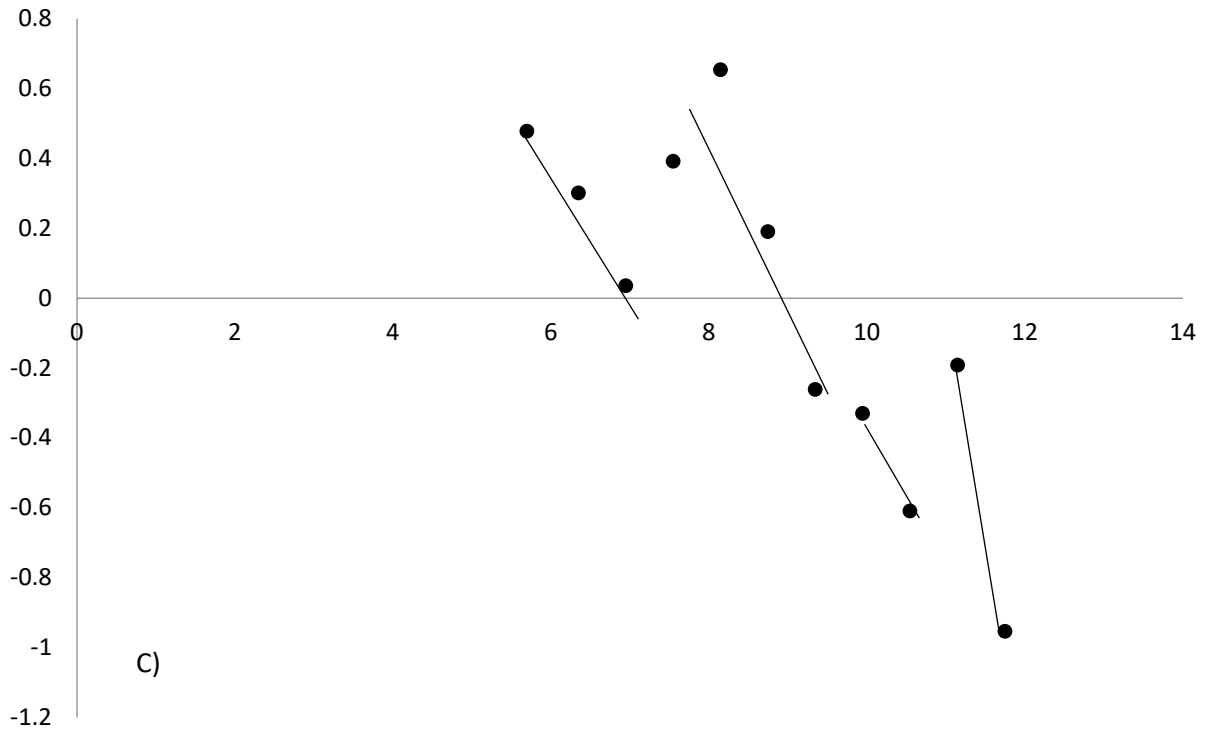
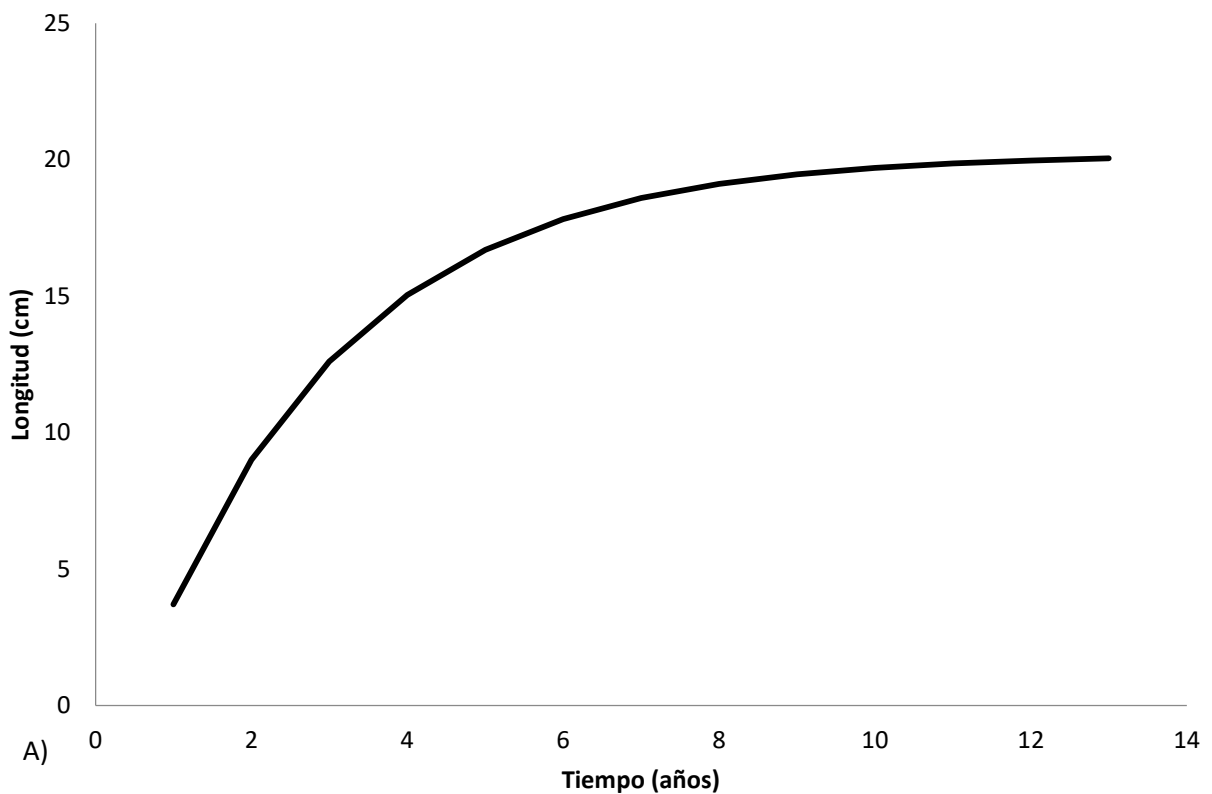
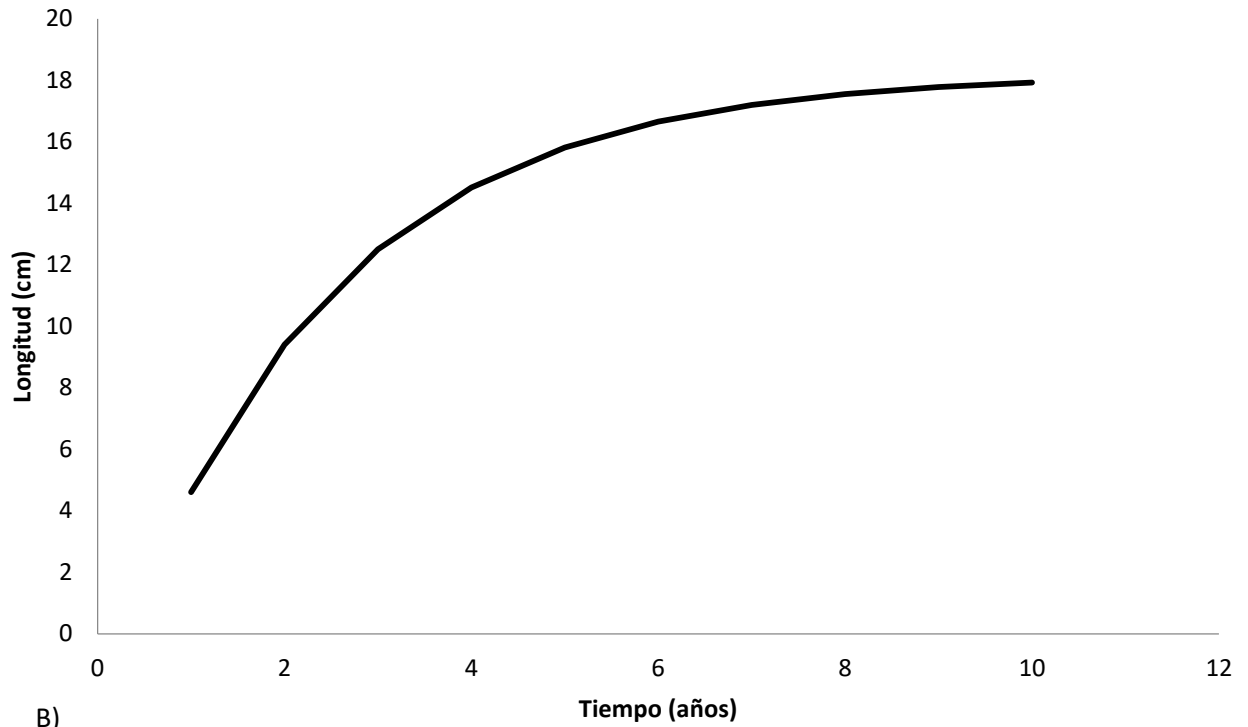


Figura 4. Modelo de Bhattacharya para la determinación de cohortes de edad. A) Datos de los organismos en general, B) Modelo de los organismos hembras. C) Modelo de los organismos machos.

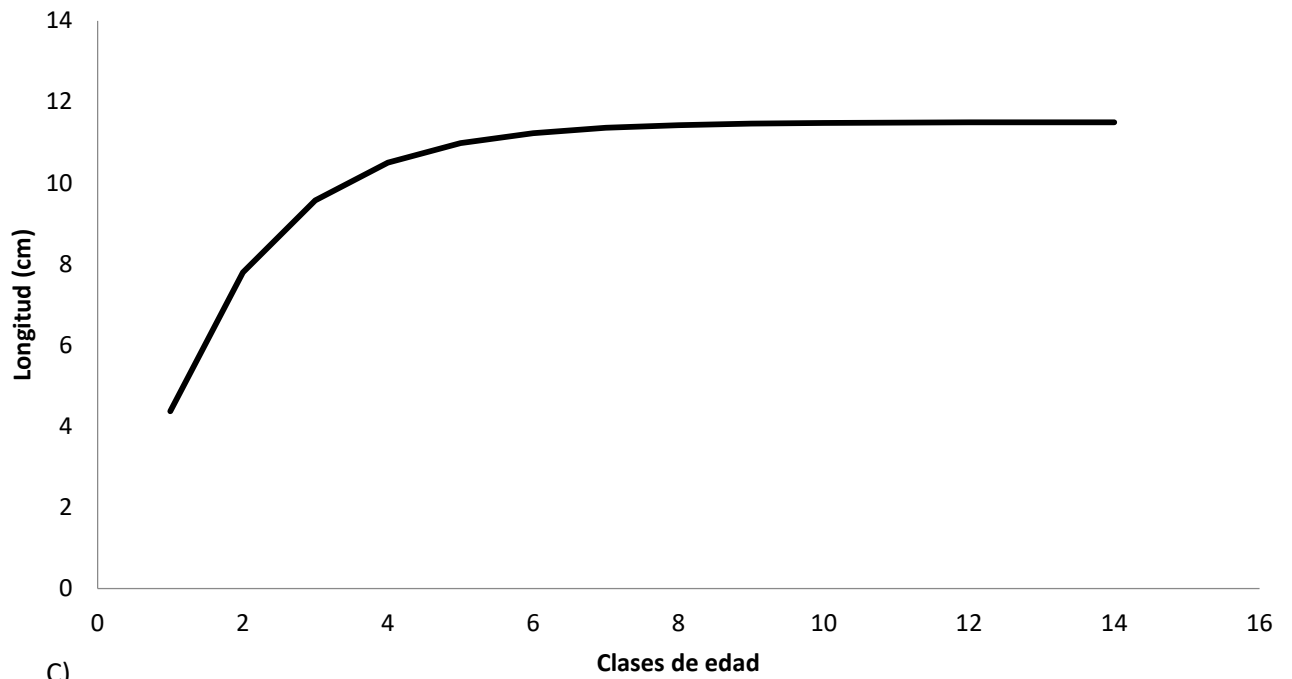
### *Crecimiento de la especie*

El modelo de crecimiento indica el tiempo en el que le toma a la especie llegar a la longitud asintótica, como se observa en la Figura 5 (A,B,C), en cada sección, la línea de tendencia se mantiene, para llegar a la longitud máxima que puede alcanzar la especie en un lapso de tiempo determinado. En el eje de las ordenadas se presenta la longitud que puede alcanzar la especie, mientras que en el eje de las abscisas se observa el tiempo en años, en este sentido en la Figura 5 (A,B,C), se muestra el modelo de crecimiento que explica la longitud al paso del tiempo de la especie *Anchoa hepsetus*, la cual es una especie pelágica de talla pequeña.





B)



C)

Figura 5. Modelo de crecimiento Von Bertalanffy para el crecimiento de la especie. A) Datos de la población general, B) Datos de los organismos hembras incluyendo los organismos indeterminados. C) Datos de machos junto con los datos de los organismos indeterminados.

Tabla IV. Ecuaciones del modelo del modelo de Von Bertalanffy junto con la longitud máxima para cada sexo.

<b>Figura.</b>	<b>Longitud máxima</b>	<b>Ecuaciones <math>LT=Loo(1-e(-k(t-to)))</math></b>
<b>General</b>	20.2	$LT = 20.2*(1-(EXP(-0.3876*(t-0.4781))))$
<b>Hembras</b>	18.2	$LT = 18.2*(1-(EXP(-0.4348*(t-0.3295))))$
<b>Machos</b>	11.5	$LT = 11.5*(1-(EXP(-0.6541*(t-0.2691))))$

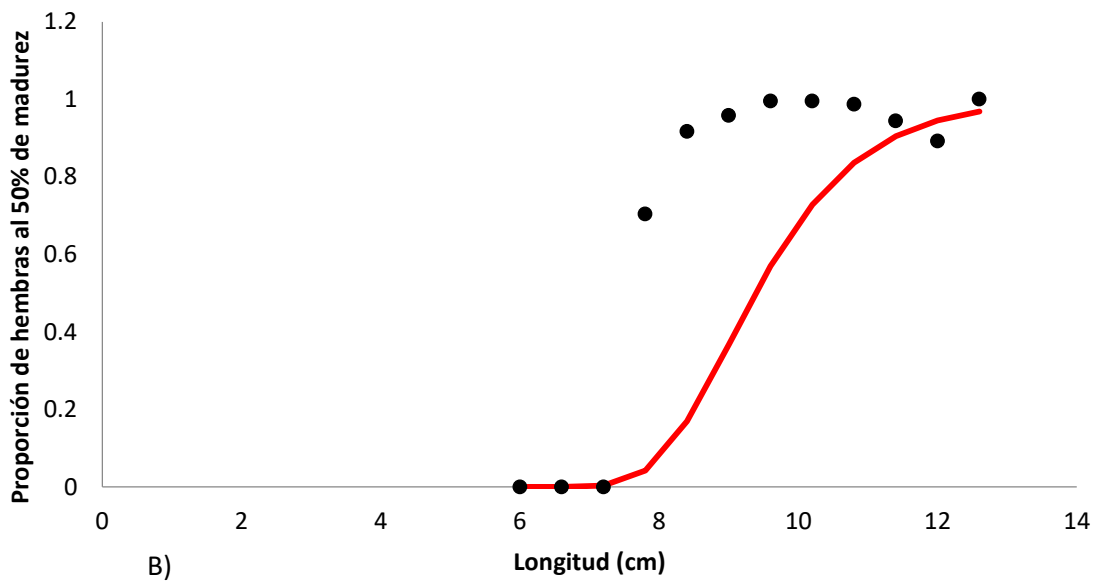
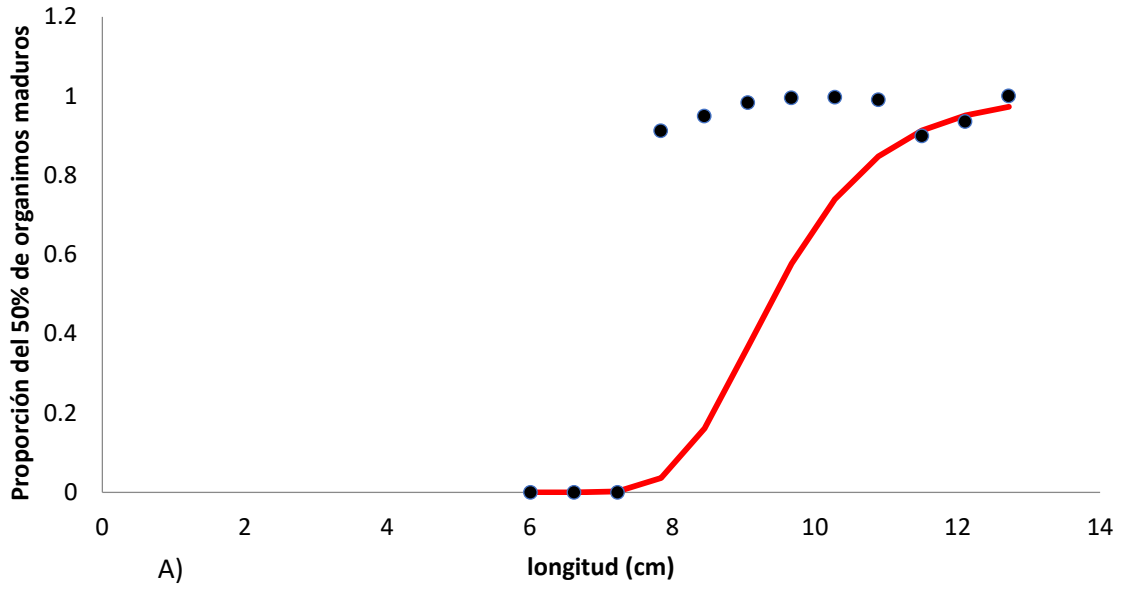
Las predicciones de crecimiento permiten conocer el desarrollo de la especie conforme al tiempo, como se observa en la Figura 5A, donde se observa que a partir del segundo año de vida la especie comienza a alcanzar su talla asintótica, que para el conjunto de datos generales se estimó una longitud máxima de 20.2 cm de longitud (Tabla IV), la cual es superior a la que se encontró en la muestra, ya que longitud máxima de la muestra fue de 12.4 cm (Tabla III).

La Figura 5B explica el crecimiento de la hembras, en el cual se puede observar que las hembras presentan una longitud mayor a la que se estima para los datos generales, y los de machos (Tabla IV), la longitud asintótica de las hembras se determinó en 18.2 cm, siendo menor a lo que se estimó para la población general y a la longitud máxima encontrada dentro de las muestras para las hembras, la cual fue de 12.4 cm. En la Figura 5C se observa las predicciones de crecimiento de los machos, teniendo una longitud máxima de 11.5 cm (Tabla IV), siendo la longitud menor obtenida y en la longitud encontrada en la muestra que fue de 11.8 cm, siendo está menor por 3 milímetros; en la Figura 5, C) se muestra que el tiempo de crecimiento para alcanzar la longitud asintótica es un periodo corto, por lo cual la especie crece a un ritmo acelerado lo cual es confirmado por su tasa de crecimiento ( $K \geq 0.5$ ).

*Modelo de madurez sexual de la especie.*

En la Figura 6 (A, B, C) se muestra el modelo de Gompertz que explica la madurez sexual de la especie a diferentes tallas el cual está representado de color rojo en todos los modelos, de color negro se encuentra proporción de madurez sexual observada. En los datos generales (Figura 6A) se muestra que a partir de los 8 cm el modelo comienza a subir, sin embargo la edad estima a la que el 50% de la población se encuentre en madurez sexual fue de 9.06 cm conforme la especie crece de acuerdo con el modelo alcanza su madurez sexual; de los 1446 organismos revisados, solo 1385 se encontraban en maduración total.

Para el caso de las hembras (Figura 6B) se observa que el modelo comienza a crecer a partir de 7 cm de longitud, pudiéndose encontrar hembras maduras a partir de esta talla, mientras que la longitud en la cual el 50% de la población de hembras se encuentran maduras es a partir de los 9 cm; de las 855 hembras revisadas se encontraron que 810 organismos se encuentran de acuerdo con la escala en madurez total. En lo referente a los machos (Figura 6.C) la longitud a la cual se encuentra el 50% de la población madura fue 8.7 cm; el total de organismos machos es de 634 de los cuales 589 organismos son maduros, los que nos dejaría una proporción de 1.07:1 de organismos maduros (hembras:machos).



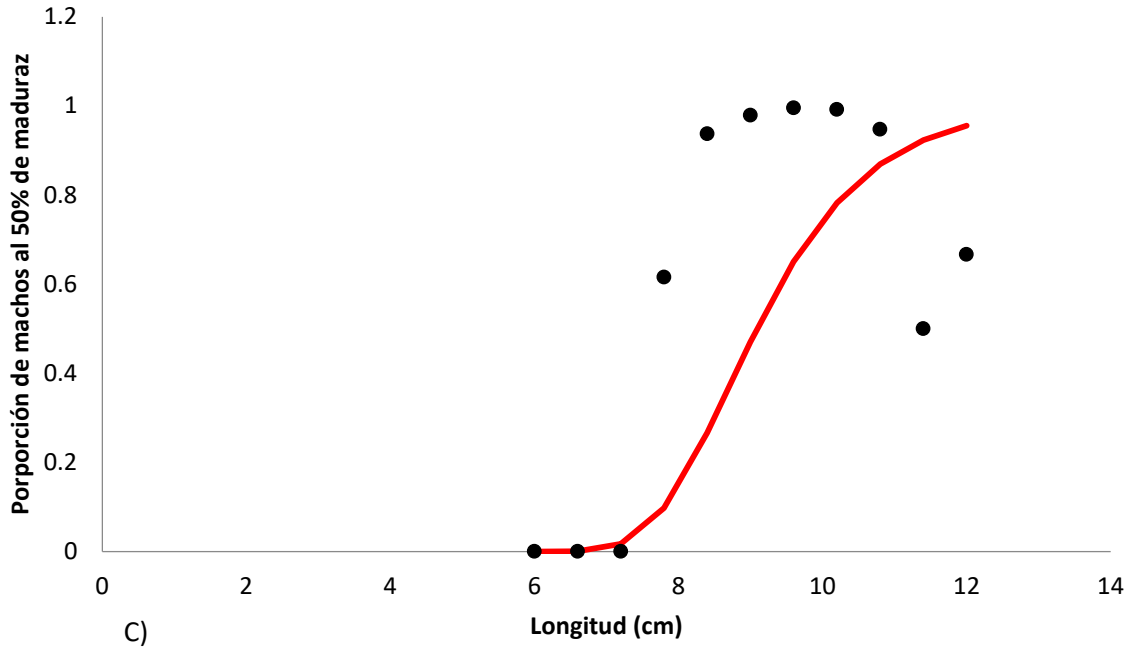


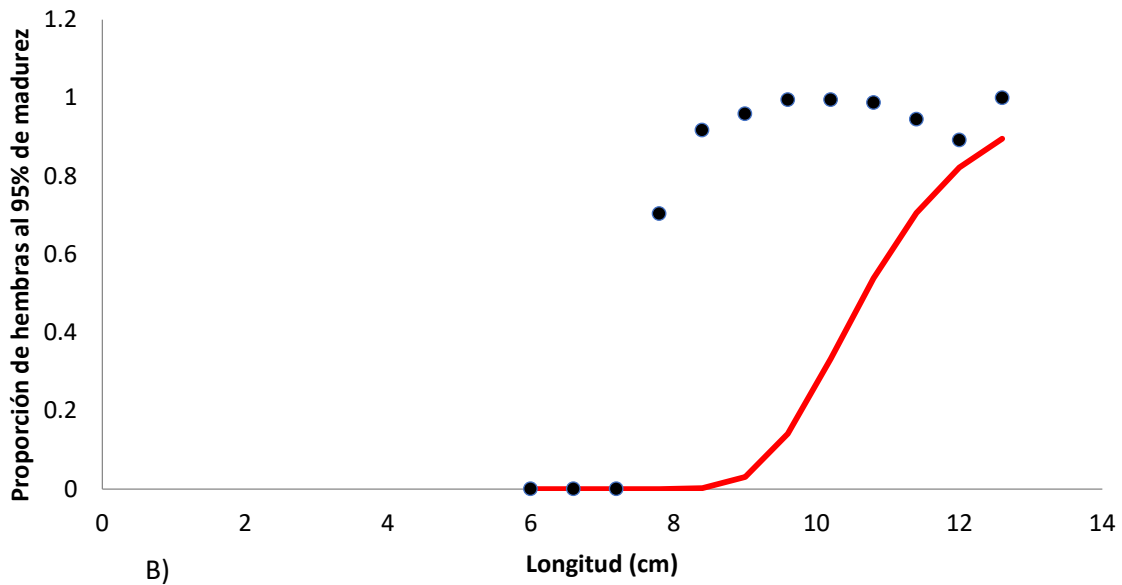
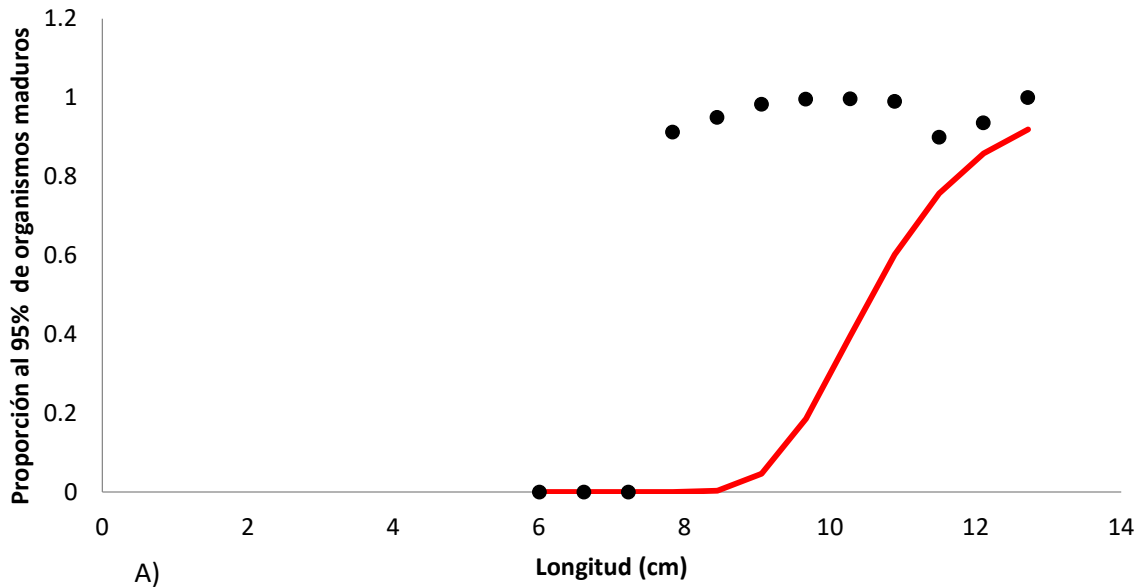
Figura 6. Modelo que explica la madurez sexual de la especie con el 50% de la población madura. A) Stock total, B) Datos de hembras, C) Datos de Machos.

*Proporción de organismos maduros al 95%*

En la Figura 7 se presenta el modelo logarítmico para la proporción de organismos maduros, en el que se observa que el 95% de la población se encuentra en un estado de madurez total, representado por la línea de color rojo, mientras que los puntos en color negro muestran la proporción de organismos maduros observados. En la Figura 7A se observa que los organismos comienzan a alcanzar la madurez después de haber pasado los 8 cm de longitud, sin embargo aunque la línea de tendencia muestra que la madurez comienza a partir de esta talla, y de acuerdo con lo observado en laboratorio, los organismos menores a esta talla presentaron madurez, lo cual difiere a lo estimado (Figura 6A) para la longitud estimada para machos en la que el 95% de la población se encuentra en madurez total a la talla de 10.2 cm, 1.14 cm más con respecto a lo estimado para el 50% en el que la población se encuentra madura.



En cuanto a las hembras (Figura 7B) se estimó que la longitud en la cual el 95% de la población se encuentra madura es de 10.3 cm, en el modelo se observa que después de la longitud de 9 cm la madurez sexual comienza al igual que en el modelo de los machos (Figura 7C); en donde la longitud fue de 10.3 cm.



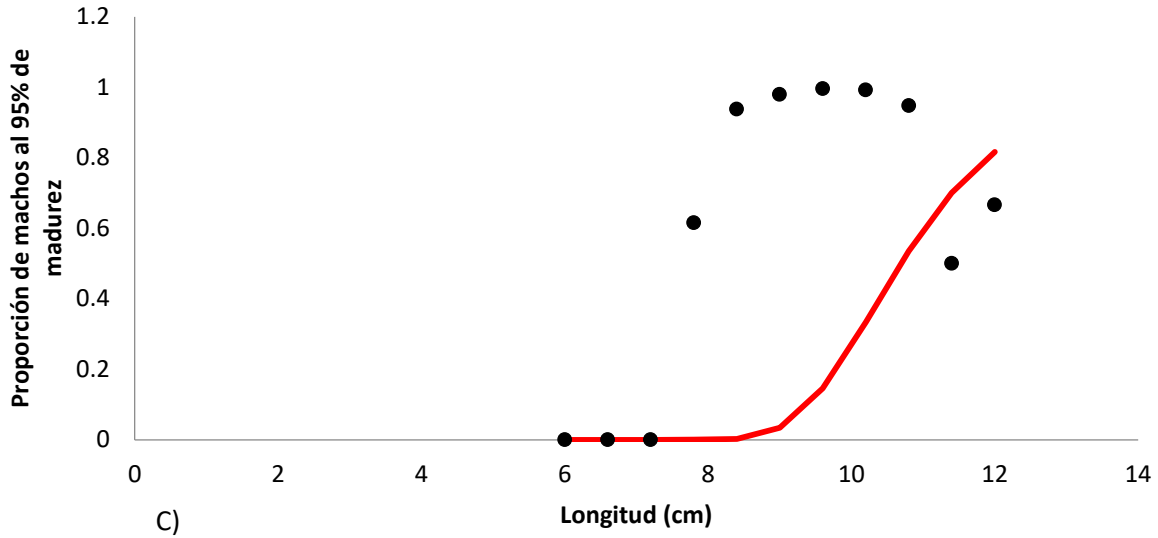


Figura 7. Modelo logarítmico que explica la proporción de organismos maduros con el 95% de la población; A) Datos del stock total, B) Datos de hembras, C) datos de machos.

Tabla V. Longevidad estimada para cada apartado de la población.

Grupo	Longevidad
General	7.2 años
Hembras	6.2 años
Machos	3.8 años

*Anchoa hepsetus* es una especie de tamaño pequeño con un crecimiento acelerado, lo cual está determinado por el valor de  $K$ , el cual es la tasa de crecimiento de la especie, como se muestra en la Figura 5, en donde mediante al modelo de Von Bertalanffy, se pudieron hacer las predicciones de crecimiento de la especie, y como se observa en la Tabla IV la especie alcanza una longitud asintótica de manera rápida tanto en machos como hembras, en los que la medida se encuentra en un intervalo de 12 - 12.9 cm, sin embargo como se muestra en la Tabla V la longevidad de la especie se encuentra en un intervalo de  $3.8 \pm 7$  años.

En los datos conjuntos (Machos, hembras e indeterminados) se muestra una longevidad de 7.8 años, siendo este el tiempo mayor estimado para la especie, mientras que para las hembras el tiempo de vida máximo estimado es de 6.2 años, siendo estas más longevas que los machos. En cuanto a los machos se determinó que el tiempo de longevidad es de 3.8 años (Tabla V).

Tabla VI. Longitud de la especie con respecto a su maduración sexual.

<b>Datos</b>	<b>Longitud a primera madurez</b>	<b>Longitud con la madurez al 50%</b>	<b>Longitud de madurez al 95%</b>
<b>General</b>	8.1 cm	9.06 cm	10.2 cm
<b>Hembras</b>	7.5 cm	9 cm	10.3 cm
<b>Machos</b>	7.3 cm	8.7 cm	10.3 cm

La longitud estimada para primera madurez muestra la talla a la cual la especie se encuentra madura sexualmente (Tabla VI). La estimación de primera madurez para los datos generales fue de 8.1 cm, mientras que la longitud a la cual se encuentra el 50% de la población objetivo se encuentra en 9.06 cm; y la longitud a la que el 95% de la población se encuentra madura fue de 10.2 cm (Figura 7A).

En las hembras la longitud a primera madurez estimada fue de 7.5 cm; en la Figura 6B se observa el modelo que explica la longitud con la que el 50% de la población de hembras se encuentra madura, esta se estimó en 9 cm, mientras que la longitud a la que el 95% de la población de hembras se encuentra madura es de 10.3 cm (Figura 7B). La longitud a primera madurez de los machos se estimó en 7.3 cm siendo menor con respecto a las hembras, para la longitud con la que el 50% de la población de machos se encuentra madura es 9 cm, y para el 95% de la población fue de 10.3 cm (Figura 7C).

Tabla VII. Datos de Mortalidad Natural de la especie.

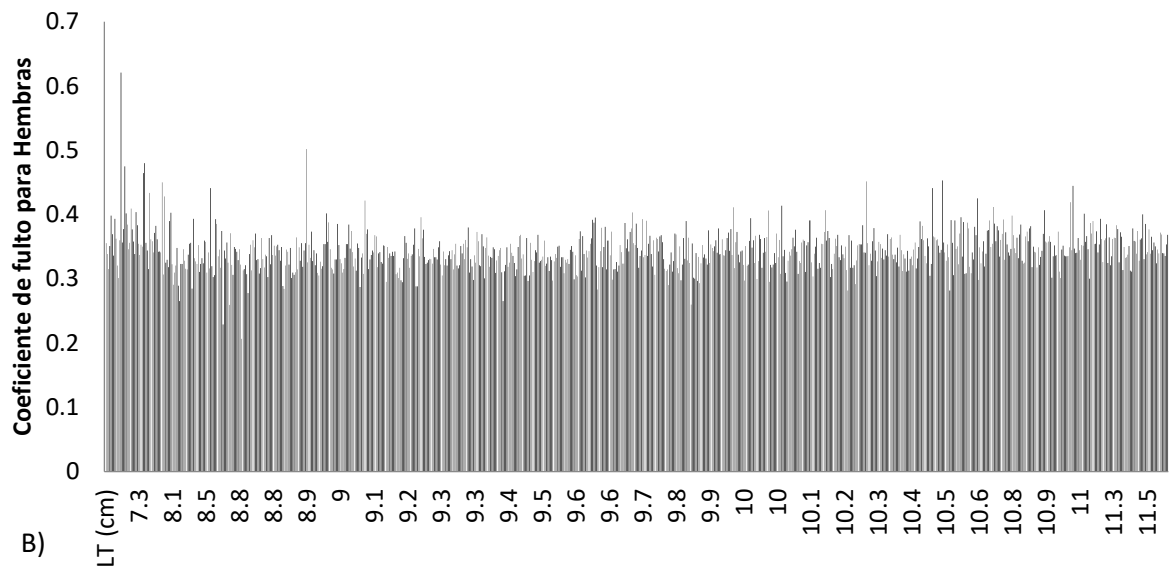
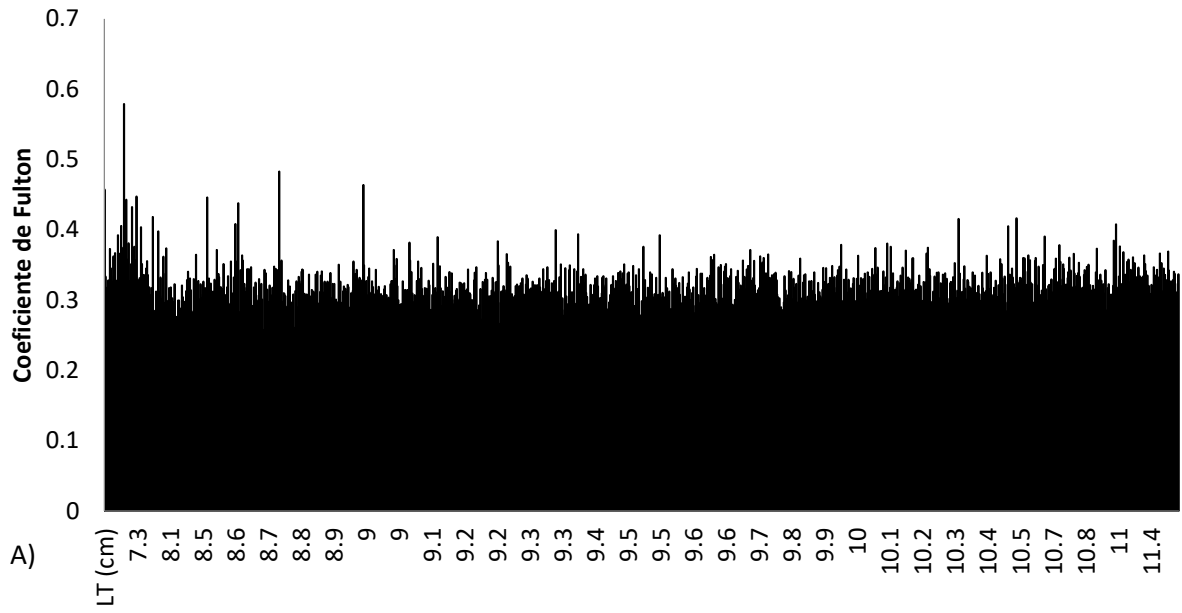
<b>Datos</b>	<b>Mortalidad Natural</b>
<b>General</b>	0.6 años
<b>Hembras</b>	0.7 años
<b>Machos</b>	1 año

La mortalidad natural es el tiempo estimado de defunción de un organismo, en la Tabla VI se observa la longevidad que puede alcanzar la especie en datos generales es de 7.2 años, mientras que los datos obtenidos para mortalidad natural (Tabla VII.) esta se encuentra estimada en 6 meses, Para el caso de las hembras, se puede observar una relación en la longevidad es de 6.2 años, la mortalidad natural se estimó en 7 meses. Los machos de acuerdo con los datos obtenidos se estimó que la mortalidad natural es de 1 año, mientras que su longevidad es de 3.8 años, teniendo una diferencia de 2.8 años.

### *Coeficiente de Fulton*

De acuerdo con el coeficiente de Fulton, el cual indica cuando una especie se encuentra sometida a estrés, tomando en cuenta que cuando un organismo no se encuentra en estrés el resultado es  $\geq 1$ , por lo que si el coeficiente obtenido es menor a este valor se considera que el organismo se encuentra en un estado de estrés.

En la Figura 8A se presentan los datos generales de la población en donde se observa que todos los valores del coeficiente se encuentran por debajo del valor de 1, siendo el valor más alto de 0.6208 el cual corresponde a la talla de 7.1 cm, mientras que el valor más bajo fue de 0.1909 el cual corresponde a la talla de 8.8 cm. En tanto que para las hembras (Figura 8B) ninguno de los valores del coeficiente de Fulton indica que la especie se encuentra sin estrés, siendo el valor más alto de 0.6208 el cual corresponde a la talla de 7.1cm, mientras que el valor más pequeño del coeficiente es 0.2063 que corresponde a la 8.8 cm. Para el caso de los machos (Figura 8C) la talla con el valor más bajo es de 10.1 cm con un coeficiente de 0.2640; mientras que el valor más alto corresponde a la talla 8.8 cm con un coeficiente de 0.5585.



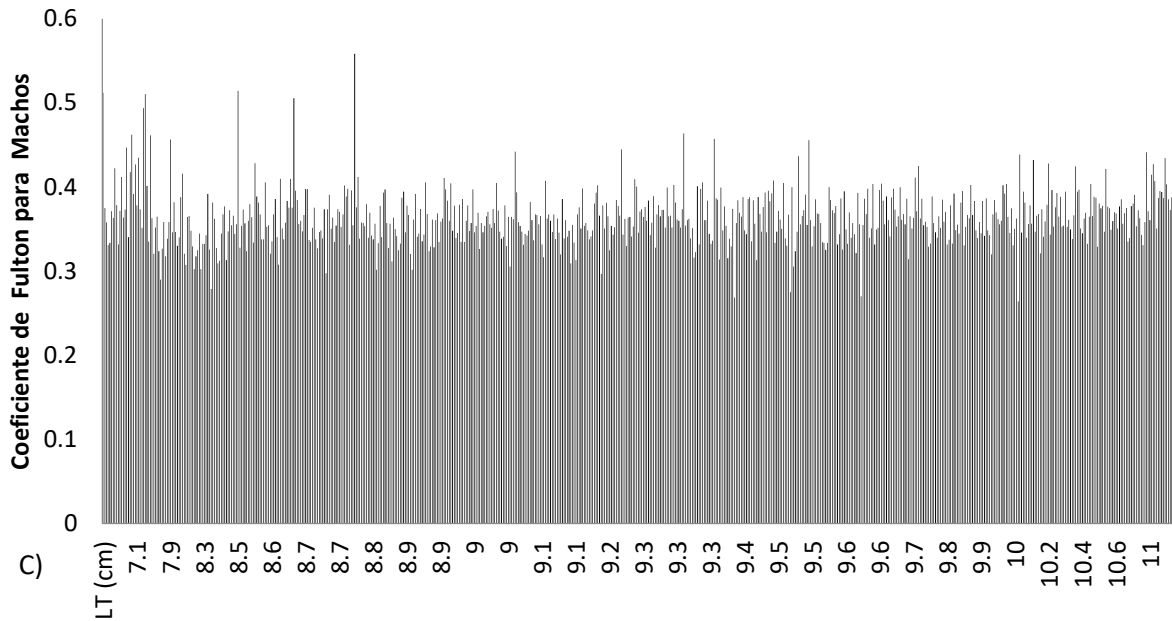


Figura 8. Coeficiente de bienestar de salud de la especie. A) Datos del total de organismo. B) Datos de hembras, C) Dato de machos.

### *Contenido estomacal*

En la Figura 9 se observa el volumen del contenido estomacal de los organismos donde el eje las ordenadas se presentan el volumen del contenido estomacal y en el eje de las abscisas el número de organismo. Así mismo, se aprecia pocos picos de cambio (Figura 9), lo que representa que en cuatro individuos del total que fueron revisados, el contenido estomacal que presentaron fue de 0.2 ml, en los cuales la longitud presentada de estos organismos era mayor a los 8 cm, que en lo que respecta a los demás organismos, en su mayoría tuvieron un contenido estomacal de 0.1 ml, con solo un organismo con el contenido estomacal vacío, como se muestra en la figura 9; este organismo era un macho con una longitud de 9 cm.

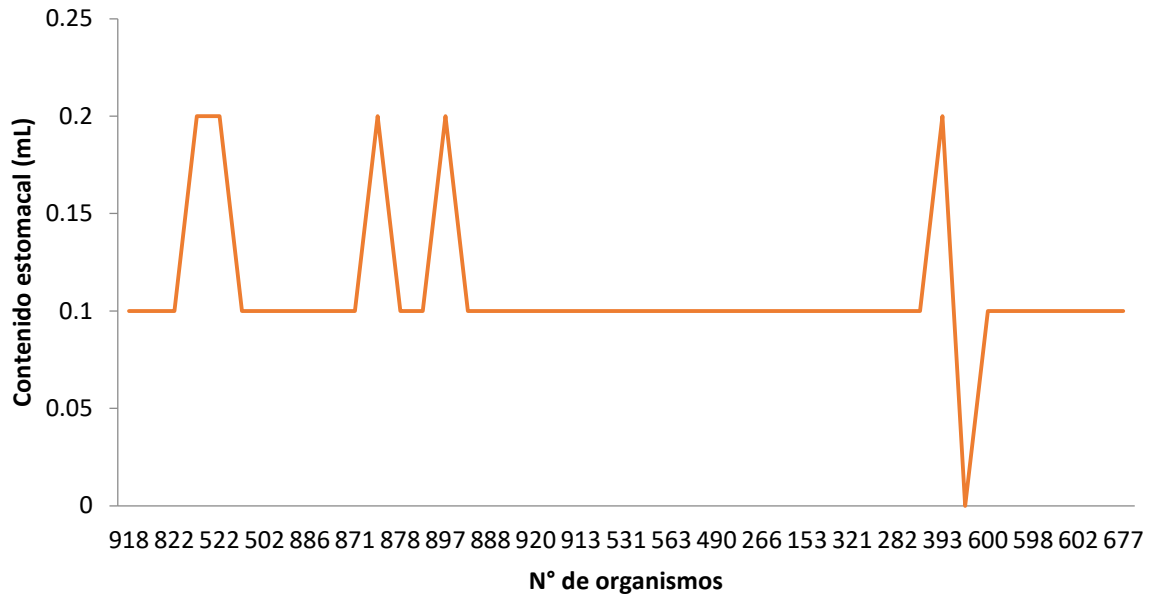


Figura 9. Contenido estomacal registrado para *A. hepsetus*.

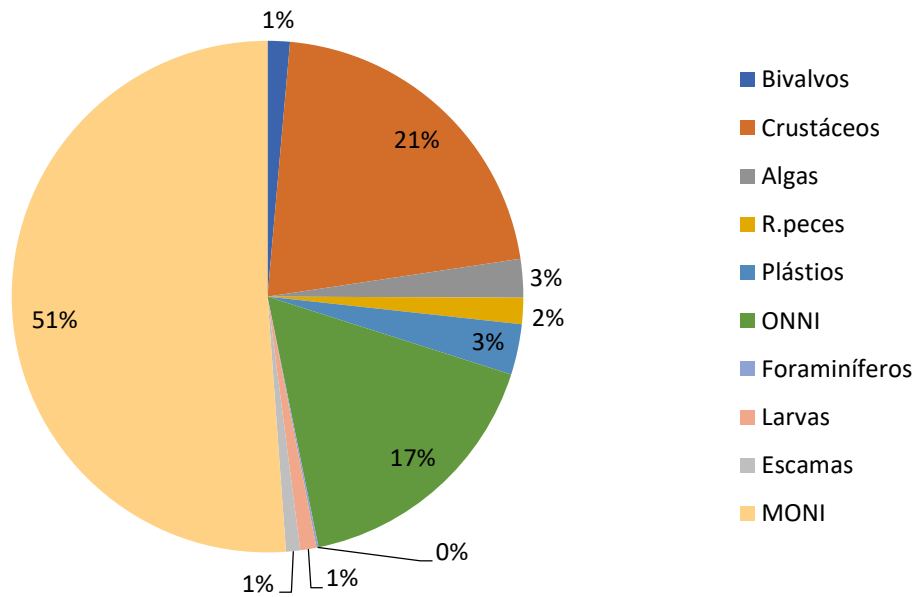


Figura 10. Frecuencia de especies, materia orgánica encontrada en los estómagos de la especie *Anchoa hepsetus*. (R. peces: restos de peces; ONNI: Objeto nadador no identificado, MONI: Materia orgánica no identificada)

Por otra parte, en la Figura 10 se presenta los organismos que componen el contenido estomacal de los peces procesados, la identificación de los ítems

alimenticios se identificó en el nivel taxonómico más general, identificándose 10 items alimenticios. En el 51% correspondió a materia orgánica no identificada, la cual predominó dentro de los estómagos revisados, en donde se podía observar la acumulación en estructuras duras, como lo eran rastros de crustáceos, el cual de acuerdo con la escala de método de frecuencia este es un tipo de alimento secundario con el 21% de representación dentro de los estómagos revisados, puesto que dentro de las muestras revisadas los crustáceos se contabilizaron 166 veces, en donde como se mencionó con anterioridad, las estructuras duras como trozos del exoesqueleto se podían identificar, junto con ONNI, el cual es un objeto nadador no identificado que al igual que los crustáceos entran en un tipo de alimento secundario, ya que se encontró 132 veces dentro de la muestra, representando el 17% de lo que consume *Anchoa hepsetus*.

En cuanto al alimento del tipo incidental este es representado por una frecuencia menor al 10%, en donde podemos encontrar a los restos de peces en el cual se visualizó en las muestras 13 veces quedando con una representación del 1.6%, larvas las cuales dentro de las muestras se contabilizó ocho ocasiones, con la representación de 1.02%, para las escamas que se encontraron dentro del contenido estomacal de los organismos revisados, estos se contabilizaron en siete ocasiones, con el 0.8% siendo uno de los ítem's alimenticios con menor representación dentro de la muestra junto con los foraminíferos, los cuales se pudieron observar en una ocasión dentro de la muestra con el 0.1%. En cuanto a los plásticos pequeños, como los son fibras, o pequeños pedazos, estos se contabilizaron 25 veces, con una representación en la muestra del 3.19%.



## DISCUSIÓN

Los estudios poblacionales han sido de gran importancia debido a que muestran el estado del stock pesquero de especies comerciales, así como aquellas que muestran un potencial como alimento, y no solo como uso de carnada; *Anchoa hepsetus* pese a ser una especie pequeña presenta diferentes usos y muestra el potencial de la especie dentro del mercado. En el estudio realizado se ocupó un total de 1446 organismos, teniendo una proporción de 1 macho por 1.37 hembras, sin embargo no muestra diferencia significativa entre las proporciones ( $p < 0.05$ ), pese a que hay un número mayor de hembras. En cuanto a la relación peso-talla se observa que existe una correlación (Tabla. III) de 0.939 para población general, 0.943 para hembras, y en machos de 0.931; lo anterior difiere de lo obtenido por Morales (2007), siendo una de las posibles razones el tamaño de muestra, ya que se utilizaron solo 163 organismos en tanto que en el presente estudio se utilizaron 1446 organismos, sumado a que los resultados obtenidos por el citado estudio comprendió el análisis entre la relación con longitud patrón, y longitud total; en este último su  $r^2$  resultó de 0.8751, sin sexos separados, mostrando en ambos estudios que existe una buena correlación entre el peso y longitud de la especie, puesto que los valores son cercanos a 1.

En la tabla III se observa el resultado de la pendiente (b) en población general, hembras y machos, representado en la Figura 2A, en donde se visualiza el modelo de la ecuación, y que de acuerdo con la prueba de *t* student, el crecimiento de la especie es del tipo alométrico, dividiéndose en dos tipos a su vez, positivo y negativo, es positivo cuando la pendiente es mayor a 3, como lo es el caso del presente estudio, coincidiendo con lo encontrado por Amador-Del Ángel *et al.* (2012) para peces asociados al manglar en el suroeste de la Isla del Carmen, Campeche, quienes estimaron una pendiente de 3.1013 con una  $r^2$  de 0.983, con una población de 30 organismos; lo anterior concuerda con Galindo-Cortes *et al.* (2015) en donde realizan un estudio de la relación longitud-peso de 30 especies

de peces de laguna costera de Veracruz en el Oeste del golfo de México, dentro de la investigación se analizaron 177 organismos de *A. hepsetus*, 87 eran hembras y 52 machos, en el que se determinó un tipo de crecimiento alométrico positivo, representado por una pendiente de 3.22 para la población general y para hembras y machos una pendiente de 3.23.

En la Figura 2A se observa al modelo que explica la relación peso-longitud de las hembras, en donde al igual que en la población general se presentó una fuerte correlación entre el peso y la longitud ( $r^2 = 0.943$ ); igualmente se tiene un crecimiento del tipo alométrico positivo, el cual fue demostrado por una prueba de *t* de student, pese a que no existen diferencias significativas entre machos y hembras, los machos (Figura 2C) presentando una  $r^2$  inferior a la de las hembras de 0.931; al igual que estas presentan un tipo de crecimiento alométrico positivo, el cual fue corroborado por una prueba *t* de student. Lo anterior cobra relevancia ya que de acuerdo con Lara *et al.* (1981) y Bedia *et al.* (2011) el tipo de crecimiento puede tener cambios debido a la disponibilidad de alimento, cambios por temporada como lo son ambientales; así como la edad y madurez sexual del organismo.

En el histograma de frecuencias por talla (Figura 3.) se observa el número de tallas que predominan dentro del stock capturado, se observó que la clase de talla de 9.7 cm es la de mayor predominio para el total de organismos (Figura 3A) y se presenta el mismo patrón en las hembras (Figura 3B) y machos (Figura 3C) en donde se visualiza que a partir de la talla 9.6 cm a 10.2 cm el número de organismos es mayor a diferencia de otras tallas, lo anterior indica, de acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, que la mayoría de los organismos se encuentran en un estadio de madurez avanzada, lo que concuerda con lo citado por Santos-Valencia *et al.* (1998) quien indica que la talla se encuentra relacionada a la época de reproducción de la especie la cual la clasifica en los meses de abril, mayo y junio.

En el modelo de Bhattacharya aplicado para el presente estudio (Figura 4) permitió establecer tres cohortes para los datos generales y hembras lo que coincide con el histograma de frecuencias, no así para los machos ya que se presentó un cambio la división de edades (Figura 4C), resultando en cuatro edades, esto se puede deber a que la primera talla de edad no se encuentra bien representada, ya que solo se cuenta solo con 20 organismos, ocurriendo lo mismo con la talla más grande representada por 23 organismos, lo anterior concuerda con Pasache-Medina *et al.* (2021) para la relación longitud-peso de *Anchoa nasus* en donde identifican tres cohortes para hembras, dividiendo a los juveniles en dos grupos, dejando a los peces mayores de un año como la cohorte de peces maduros; en lo que respecta a los machos, difiere puesto que en su análisis obtiene dos cohortes, estableciendo los grupos juveniles y peces adultos, en donde aquellos que no sobrepasaban el año eran los más jóvenes; sin embargo el análisis de la muestra estuvo conformado por 3,496 organismos, en donde 1830 eran machos y 1666 hembras, por lo que la estructura poblacional del análisis es diferente, así mismo la longitud de sus organismos machos se presentaron en un intervalo de 5 a 15 cm, por lo que las primeras edades se encuentran con una mejor representación en cuanto número de datos con respecto al presente estudio.

En el crecimiento de la especie que se encuentra explicado por la Figura 5, muestra el rápido crecimiento que presentan los organismos con respecto a la longitud en relación al tiempo transcurrido. Para el total de los organismos (Figura 5A) se observó que la asíntota se alcanza de manera rápido, sin embargo la tasa de crecimiento se encuentra por debajo de lo esperado, por lo que se podría ver influido por la variación de los datos en cuanto a la longitud. En la población general la longitud máxima fue de 12.8 cm, que debido a su crecimiento rápido se comienza a alcanzar en el segundo año de vida. En la figura 2 B) se observa que el crecimiento de las hembras es acelerado, y al igual que en la población general se observa que la tasa de crecimiento (K, tabla IV) indica que el crecimiento normal, aunque en un periodo corto de tiempo se puede observar el pronto

crecimiento de la especie, llegando a duplicar el tamaño en menos de un año, que podría explicarse de la misma manera que en la población general, en el cual debido a la falta de tallas debido a la apertura de luz de la malla, la cual limitó la captura de organismos de menor tamaño. La Figura 5C, que es la perteneciente a los machos, el tiempo de crecimiento para alcanzar la longitud asintótica es un periodo corto, confirmado por su tasa de crecimiento ( $K \geq 0.5$ ), puesto que en ellos encontramos tallas menores, coincidiendo con lo dicho por Hernández (2016) el cual concluye que cuando se presenta un crecimiento rápido de los individuos se tiene un mayor índice de reclutamiento, así mismo menciona que al tener este tipo de crecimiento podrían ser menos vulnerables ante la depredación; observando que cuando se tiene una densidad población alta, el crecimiento de la anchoa disminuye, lo que concuerda con lo obtenido en la presente investigación.

En la Figura 6 (A, B, C) se presenta el modelo que explica cuando el 50% de la población se encuentra madura en relación a su longitud, así como en la Figura 7 (A, B, C), la cual muestra cuando el 95% de la población se encuentra con madurez sexual. Para ambos modelos se estimó que después de los 8 cm de longitud incrementa el número de organismos sexualmente maduros; sin embargo al revisar las muestras se encontraron organismos de tallas menores que se presentaban madurez sexual, la diferencia en lo esperado por el modelo y lo observado en el laboratorio se podría atribuir a la disponibilidad de alimento y a las condiciones ambientales, lo cual provocó que una parte del stock alcanza la madurez sexual antes de lo predicho por el modelo. En este sentido, Ferreri *et al.* (2021) en su trabajo de variabilidad en tallas de madurez de la anchoa europea en el Mar Mediterráneo, mencionan que los machos alcanzan la madurez sexual a una menor longitud, lo cual coincide con el presente estudio, en donde a partir de una longitud de 7 cm se llegaron a encontrar organismos maduros, sin embargo y de acuerdo con los modelos concuerda con lo predicho por los autores para la población en general, en donde a partir de los 8 cm comienza la madurez sexual, Txurraka (2020) menciona que la madurez sexual de un pez puede estar determinada por la temperatura, disponibilidad de alimentos, así como el estrés de

la especie debido a los depredadores, por lo que la energía del organismo se centra en los principales procesos fisiológicos como lo es el crecimiento y desarrollo de gónadas, y debido a que la especie muestra una estrategia del tipo *r*, siendo uno de los principales objetivos la reproducción, la madurez gonadal se observó en algunos individuos de menor talla, lo cual como se menciona se puede determinar por factores extrínsecos.

En la Tabla VI muestra que los machos presentan la talla a primera madurez menor con respecto a las hembras, por lo que estos a una menor talla son capaces de reproducirse; las anchoas de mayor edad son las que alcanzan primero la madurez sexual, sin embargo, aquellas de menor tamaño al alcanzar la madurez sexual su etapa de reproducción se vuelve más corta en comparación con aquellos de mayor edad (Txrraka, 2020). Lo anterior se evidencia en la Tabla VI, cuando el 50% de la población alcanza la madurez, esto es, que se encuentra representado por una longitud mayor, en donde la etapa de reproducción será más larga a comparación de aquellos organismos que la alcanzaron a una longitud menor de los 8 cm, al respecto, Sánchez- Ramírez y Ocaña-Luna (2015) en su trabajo de "Estructura y variación estacional de la comunidad ictioplanctónica en la laguna Madre de Tamaulipas" mencionan que pese a ser una especie que puede desovar todo el año, el desove de mayor intensidad se da en los meses de abril a junio, debido a la longitud que presentó el stock que se capturó durante la época de secas (Marzo). Lo anterior concuerda con lo obtenido en el presente estudio, donde la longitud con el mayor número de organismos es de 9.67 cm, por lo que es posible que se encontrará en la preparación o inicios de la reproducción, puesto que se acercaría la época de desove, al ser una especie de talla pequeña con una estrategia de reproducción temprana. Por otra parte y para el caso de las hembras, Ayala-Pérez *et al.* (2015) reporta una talla mínima para reproducción de 8.5 cm, lo que contrasta con lo estimado para el presente estudio donde la talla de primera madurez es de 7.5 cm, lo cual puede ser explicado por las diferentes condiciones en que se encontraban los organismos al momento de ser capturados.

En la Tabla V se muestra que la longevidad de la especie se encuentra en el intervalo de 3.8 a 7.2 años, lo obtenido en el presente estudio puede estar determinado por el tamaño de luz de la red, lo que afecto a la captura de organismos de todas la tallas, lo cual podría explicar la variación entre la longevidad de machos, estos presentaron una longevidad menor a la de hembras y general. En lo referente a la mortalidad natural de la especie que se representa en la Tabla VII se observa un intervalo de 6 meses a 1 año, lo anterior difiere a lo reportado por Ayala-Pérez *et al.* (2015) para *Anchoa hepsetus*, ya que ellos presentan una longevidad calculada de 3 años y con mortalidad natural de 2.85 años, encontrándose por encima de lo estimando en el presente estudio. Una de las posibles razones de la diferencia con los resultados obtenidos podría deberse al número de organismos que se ocuparon en el estudio, así como las diferentes estaciones en las que se capturaron las muestras, el método utilizado al momento de la estimación y factores como los son depredadores o temperatura, los cuales pueden afectar a la densidad poblacional de especie.

En la Figura 8 se muestra el Coeficiente de Fulton, para la población general, hembras y machos; de manera general se observó que los organismos que se encontraron en Las barrancas, Veracruz estaban sometidos a estrés, los cuales pueden ser desde nutricional, oxidativo, térmico, metabólico, reproductivo y social, lo que provoca que el organismo actuara de diferente forma, desde la producción de hormonas, aumento de flujo sanguíneo para la respuesta de huida, y la forma en la que la fisiología va actuar como respuesta al estrés que se sometió la especie; entre los más comunes en las especies marinas es el traumático que es producido por los depredadores, parásitos o lesiones; otro es el social pues es aquel al que se enfrentan por la competencia de espacio, alimento, territorio, reproductividad y dominancia (Rodríguez, 2017).

Cabe señalar que los organismos revisados en laboratorio no presentaron lesiones debido a depredación, ni se registró la presencia de parásitos, sin embargo, una parte de la población objetivo presentaba lesiones en las aletas, aunque esto podría estar ocasionado por la arte de pesca o bien por traslado de la captura al laboratorio de la Facultad; en consecuencia es probable que el estrés se pueda deber a la disponibilidad de los recursos, depredadores, así como factores químico ambientales, los cuales pueden desembocar en un estrés oxidativo dentro de los organismos (Santos, 2017).

De acuerdo con al análisis del contenido estomacal (Figura 9) se puede observar que habían consumido algún tipo de alimento horas antes de su captura, puesto que solo se encontró a un solo individuo que tenía el estómago vacío, el volumen del contenido estomacal fue de 0.1 ml. De manera general, el contenido estomacal registrado en el presente estudio (Figura 10) coincide con lo reportado por Ayalá-Perez *et al.* (2015) quienes mencionan que estos organismos mantienen una dieta a base de copépodos, gasterópodos, foraminíferos, ostrácodos y ocasionalmente anélidos; dentro de los estómagos revisados se encontraron restos de crustáceos, en donde los restos de exoesqueletos era lo más común, así como restos de artejos conformando el 21% del total revisando; siendo el contenido de materia orgánica no identificada el mayor, puesto que gran parte de las partes blandas de organismos ya habían comenzado el proceso de descomposición, lo que coincide con lo reportado por Morales (2007), en dónde la materia orgánica no identificada y restos de crustáceos fueron de los ítems que se encontraron con mayor frecuencia, y en menor cantidad restos peces, así mismo reportaron la presencia de cladóceros, copépodos, rotíferos, ostrácodos y larvas zoea.

En la presente investigación se encontraron ítems reportados por los diferentes autores, sin embargo no se han reportado bivalvos, que aunque debido a la frecuencia en la que se presentó, es considerado un alimento incidental; así mismo los reportes de contenido estomacal con plásticos para *Anchoa hepsetus* son nulos, aunque se tienen reportes que en otras especies de manera incidental

se tuvieron restos de diferentes plásticos dentro de los estómagos; Sosa-Mancera (2020) menciona que los microplásticos se han convertido en una de las preocupaciones principales para los ecosistemas marinos, pues debido a su composición química conformado por polímeros sintéticos, y sus características físicas son utilizados en la mayor parte de los envases de un solo uso, que debido a la gestión de los desechos de los mismos estos se han contribuido a la formación de basureros marinos.

Los microplásticos se encuentran en la columna de agua, así como en los sedimentos, por lo cual la presencia de estos dentro de órganos y tejidos de especies marinas, incluso de aquellos que son de importancia comercial, tales como los crustáceos, bivalvos, y peces (Santillo *et al.*, 2017). Al ser un contaminante que se encuentra dentro de los ítems alimenticios de la especie, es fácil que estos lleguen por medio de las branquias o al consumir algún alimento, puesto que al alimentarse de zooplancton en la búsqueda de su alimento en la columna de agua, y en sedimentos, estos pueden ingerirse; Moos *et al.* (2012) mencionan que la ingesta de microplásticos en los organismos se deben evaluar debido a su potencial toxicológico, y cuando estos se ingieren se pueden detonar estrés oxidativo.

La presencia de plásticos dentro de los estómagos de los peces marinos, y las posibles causas son ramas de investigación que necesitan un análisis a profundidad, así como las diversas afecciones y repercusiones en el crecimiento de las especies.



## CONCLUSIONES

- *Anchoa hepsetus* es una especie de crecimiento y reproducción rápido, por lo que es adecuada para su comercialización, ya sea como especie objetivo para su uso en la alimentación o como especie usada como carnada, se deben de tomar en cuenta sus épocas de apareamiento, aunque no se considera una especie que esté en peligro debido a la sobre pesca, se recomienda no sobre estimar el esfuerzo pesquero hacia la especie.
- Se encuentra en cardumen, por lo que es fácil visualizar la estructura de edades entre los organismos que la conforman, por lo que se tienen desde individuos con madurez sexual, así como aquellos que aún se encuentran en fase juvenil, debido que pueden desovar todo el año.
- El dimorfismo sexual en la especie no es externo; por lo que la diferenciación es a nivel gonadal, durante el estudio se observó que las hembras tenían mayor número de individuos, mas sin en cambio la diferencia no es significativa.
- La especie mantiene un crecimiento alométrico.

## REFERENCIAS

- Ayala-Pérez, L., Avilés-Alatraste, O y Rojas-Galaviz, J. (1997). Crecimiento, reproducción, y dinámica poblacional de *Anchoa mitchilli* (Pisces: Engraulidae) en el sistema Palizada-Del Este, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical* 44(3)145(1): 507-518
- Ayala-Pérez, L., Avilés-Alatraste, O., y Rojas-Galaviz, J. (1998). Estructura de la comunidad de peces en el sistema Candelaria-Panlau, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 46(3), 763-774. Recuperado Septiembre de 2019, de [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77441998000300030&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77441998000300030&lng=en&tlng=es).
- Ayala-Pérez, L.A., J.Ramos Miranda, D. Flores Hernández, A. Sosa López y G. E. Martínez Romero, (2015). Ictiofauna marina y costera de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilcp
- Amador-Del Ángel, L., Guevara-Carrió, E., Brito-Pérez, R., y Wakida-Kusunoki, A. (2012). Segundo congreso mexicano de ecosistemas de manglar. Relaciones peso-longitud de peces asociados al manglar en el suroeste de Laguna de Terminos, Campeche.
- Bautista, T. (2001). *Descripción macroscópica e histológica de las gónadas de Anchoa mitchilli (Pisces Engraulidae) en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz*. Tesis para obtener el título de Biólogo. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bhattacharya, C. (1967). A simple method of resolution of a distribution into components. *Biometrics*.23:115.
- Bertalanffy, L. (1938). A Quantitative Theory of Organic Growth ( Inquiries on Growth Laws II.). *Human Biology a Record of Research*. 10(2); 181-213.
- Bedia, C., López, J. y Barrera, H. (2011). Análisis de la relación peso-longitud, alimentación y aduración gonádica de *Sphyræna guachancho* Cuvier. 1829

(Sphyraenidae) en Playa Barrancas, Municipioped Alvarado Veracruz. *Revista de Zoología*. 22:23-32.

- Bouchon M., Ayón P., Mori J., Peña C., Espinoza P., Hutchings L., Buitron B., Perea A, Goicochea C., Messié M. (2010). Biología de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens* Jenyns. *Bol. Inst. Mar Perú* 25(1-2): 23-30
- Castillo-Rivera, M., Vélez-Jiménez, S., y Zárata-Hernández, R. (2011). Primer reporte de ovotestis en *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae) en una laguna costera de Veracruz. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 14(2), 120-123.
- Chávez-López, R, y Morán-Silva, Á. (2019). Revisión de la composición de especies de peces capturadas incidentalmente en la pesquería de camarón en el Golfo. *Ciencia Pesquera*. 27(1) 65-82.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. (2007). *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy Programa México, Pronatura, A.C. México.
- Contreras, F. (2002). Importancia de la pesca ribereña en México. Recuperado el 12 de abril de 2012 de [://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n46ne/pesca.pdf](http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n46ne/pesca.pdf)
- Escobar, J. (2001). El aporte del enfoque ecosistémico a la sostenibilidad pesquera. CEPAL, Naciones Unidas. Santiago de Chile. ISBN: 92-1-321967-9
- Espino, E., Gonzáles, A., Santana, H, y Gonzáles, H. (2008). Manual de biología pesquera. Instituto Nacional de la Pesca. Universidad Autónoma de Nayarit.
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. *La sostenibilidad en acción*. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229e>
- Ferreri, R., Genovese, S., Barra, M., Biagiotti, H., Bourdeix, H., De Felice, A., Gasparevic, D., Hattab, T, Iglesias, M., y Juretic, T. (2021). Variability in size at maturity of European anchovy(*Engraulis encrasicolus*) within the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 4, pp.858–870. 10.12681/mms.25995. hal-03456735
- Flores, C., Ocaña, A., Luna, A. y Zavala, F. (1986). Abundancia de algunas especies de Anchoas en la laguna de términos (México), estimada a través de la captura de huevos. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. A.P. 70-305
- Fulton, T.W. (1904). The rate of growth of fishes. *22 and Annual Report of the Fishery Board of Scotland*. (3):141-241
- Galindo-Cortes, G., Meiners, C., y Jiménez-Badillo.(2015). Relaciones de longitud-peso para 30 especies de peces capturadas en aguas costera de Veracruz, Oeste del Golfo de México. *Biología Marina y Oceanografía*. Boca de Río, Veracruz 5(1)141-147
- Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human Mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 115:513-583.

- Hernández, M. (2016). Ecología de la Anchoa Europea ( *Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) en el Golfo de Vizcaya. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Universidad de Cantabria.
- Lagler, K., Bardach, J., Miller, R., y May, D. (1977). Ichthyology. New York: Wiley. ISBN: 0471511668 9780471511663
- Lara-Domínguez AL., Yáñez-Arancibia, A., Amezcua-Linares, F. (1981). Biología y ecología del bagre *Arius Melanopus* Gunther (Pisces: Ariidae). Tesis para otorgar el grado en Maestro en Ciencias
- Lara-Lara, J., Díaz, V., Arenas, V., Bazán, C., y Castañeda, V. (2008). Los ecosistemas marinos, en capital natural de México. Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México. 135-159.
- Luch-Cota, D.B., S. Hernández Vázquez, E.F. Balart Páez, L.F. Beltrán Morales, P. del Monte Luna, A. González Becerril, S.E. Lluch- Cota, A.F. Navarrete del Proó, G. Ponce Díaz, C.A. Salinas Zavala, J. López Martínez, S. Ortega García. (2006). Desarrollo Sustentable de la Pesca en México: Orientaciones Estratégicas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste/ Comisión de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca del Senado de la República. 436
- León, E. (2006). La pesca en el Golfo de México frente a los usos y los abusos de mar. *Revista Ecología política*. 91-93
- León, F. y Rosas, R. (1988). Estudio de la biología, distribución y abundancia espacio-temporal de la especie *Anchoa mitchilli* (Pisces Engraulidae) en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. Tesis para obtener el título de Biólogo. Universidad Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, México
- Loeb, M.V. (2012). A new of ANchoviella Fowler, 1911 (Clupeiformes: Engraulidae) from the Amazon basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10(1) 13-18
- Narváez, M., Coteró, C., García, W., Jacob, M., Green, Y., Gluyas, G., Martínez, M., y Santos, J. (2006). Propuesta de plan de manejo para la pesquería de pelágicos menores (Sardinias, anchovetas, macarales y afines). INAPESCA. Recuperado en agosto de 2019, de [inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/pelagicos/PlanManejoPelMen.pdf](http://inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/pelagicos/PlanManejoPelMen.pdf)
- Nikolsky. (1963). The ecology of fishes. 1st ed. Academic Press, London, Great Britain. 352 p.
- Mavruk, S., Yükses, A., Saygu, I., y Avsar, D. (2022). Grow of larval anchovy ( Clupeiformes: Engraulis encrasicolus L.) in Iskenderun Bay, the Northeastern Mediterranean. *Acta Biologica Turcica*. ISSN:2458-7893
- Morales, A. (2007). *Aspectos biológicos del charal Anchoa hepsetus (Linnaeus, 1778) Pisces Engraulidae) de la playa Villa Rica, Veracruz*. (Tesis para obtener el título como Bióloga. Universidad Nacional Autónoma de México) Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México.
- Morán- Angulo, R., Téllez- López, J y Cifuentes- Lemus, J. (2010). La investigación pesquera: una reflexión epistemológica. *Theomai*. Red Internacional de Estudios sobre Sociedad, naturaleza y desarrollo. Buenos Aires, Argentina. 21. 97-112
- Monreal, M., Salas, D. y Gracia, A. (2004). Golfo de México, circulación y productividad. *Ciencia*.
- Moos, N., Burkhardt-Holm, P., y Köhler, A. (2012). *Uptake and Effects of Microplastics on Cells and Tissue of the Blue Mussel Mytilus edulis L. after an*

*Experimental Exposure. Environmental Science & Technology*, 46(20), 11327–11335. doi:10.1021/es302332w 10.1021/es302332w

- Olvera-Limas, R. y Cid Del Prado, A. (1983). Identificación de larvas y juveniles de las familias Engraulidae y Clupeidae, de las pesquerías de Puerto de Celestún, Yucatán. *Ciencia Pesquera*, 5:1-15
- Pasache-Medina, G., Tam-Málaga, J., Arones-Cahua, I., Roque-Sánchez, M., y Suarez-Valencia, S.(2021). Relacion longitud-peso y factor de condición de la samasa *Anchoa nasus* en la Bahía de Pisco (Ica, Perú). *Ciencia Pesquera*. México. 29(1-2):7ISSN: 0185-0334
- Reyna-Gonzales, P., Romero-Hernández, E. y Lorenzo-Rosas, J. (2019). Comportamiento espacial de la pesca artesanal en el litoral de Veracruz, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 54(2) 180-193. DOI: <https://doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.2.1889>
- Rickjter V.A y V.N Efanov. (1976). On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. International Commission for the Northwest Atlantic. *Fisheries Research Document*.76/VI/8:1-12
- Sánchez-Ramírez, M., y Ocaña-Luna, A. (2002). Temporal variability in the abundance of the bay anchovy *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1848) eggs and spawning biomass in Pueblo Viejo Lagoon, Veracruz, Mexico. *Hidrobiológica*, 12(2), 157-162
- Rodriguez, E. (2017). Respuestas fisiológicas de peces sometidos a estrés. Trabajo de fin de grado, Facultad de Ciencia. Universidad de la Laguna. Sección de biología.
- Sánchez-Ramírez, M., y Ocaña-Luna, A. (2015). Estructura y variación estacional de la comunidad ictioplanctónica en una laguna hipersalina del oeste del Golfo de México: Laguna Madre, Tamaulipas.
- Santillo, D., Miller, K., y Johnston, P. (2017). Microplastics as contaminants in commercially important seafood species. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 13(3), 516–521. doi:10.1002/ieam.1909
- Santos, E. (2017). *Respuestas fisiológicas de peces sometidos a estrés*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de la Laguna, Facultad de Ciencias]
- Santos, J., Ré-Regis, M., González, M., De la Rosa, Y., y Seca-Escalant, M. (1998). Características de la reproducción de *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758, Pisces: Engraulidae) en Seybaplaya, Campeche, México. *Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 50: 969-99
- Silva, M., Hernández, R. y Medina, M. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas*. México. 16 (2) 13-16.
- Seber, G. y Wild, C. (1989). *Nonlinear regression*, New York, 768 P.
- Sosa, C. (2020). Análisis del efecto de los microplásticos mediante biomarcadores de estrés oxidativo en *sparus aurata*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ecología Marina. Centro de Postgrado. Universitat de les ILLES BALEAR.
- Taylor, C. (1958). Cod growth and temperature. *Journal du Conseil International pour l' Exploration de la Mer*, 23: 70-366)
- Txrruka, E. (2020). Variabilidad de la composición bioquímica de la *Anchoa Engraulis encrasicolus* en el Golfo de Bizkaia durante su desarrollo y reproducción. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Nazioarteko Bikaintasun Campusa.

