

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

TESIS

DETERMINACIÓN DE LA EDAD EN
LA MOJARRA BLANCA *Gerres
simillimus*, MEDIANTE EL USO DE
OTOLITOS SAGITTA.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA MARINA Y
MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS.

PRESENTA

DIANA CECILIA LON LAGUNA

Tonalá, Chiapas

Noviembre de 2017



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

T E S I S

DETERMINACIÓN DE LA EDAD EN
LA MOJARRA BLANCA *Gerres
simillimus*, MEDIANTE EL USO DE
OTOLITOS SAGITTA.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA Y
MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS.

PRESENTA

DIANA CECILIA LON LAGUNA

Director

M.C. Jesús Manuel López Vila

Asesores

M.C. Manuel de Jesús Anzueto Calvo

Dr. Francisco Javier López Rasgado

Tonalá, Chiapas

Noviembre de 2017





DEDICATORIA

Dedicado a mis padres el **Sr. Ricardo Antonio Lon Sánchez** y a la **Sra. Aide Laguna Antonio** quienes durante el proceso de la realización de este trabajo estuvieron pendientes de mi apoyándome de todas las maneras posibles en las que se puede apoyar a un hijo.

A mi Madre quien se preocupó durante mi etapa de estudiante y tesista demostrándolo en la mejor manera que ella podía hacerlo, siempre realizando un esfuerzo para evitar que me traspasara en las comidas procurando despensas para su hija. A mi Papá quien a pesar de no entendernos del todo bien siempre estuvo pendiente de mi apoyándome económicamente durante mi etapa de universitaria y aun después de ella. Al final del día espero que este trabajo sirva para dar seguridad a la duda que siempre le ataco en gran parte por mi manera tan despreocupada de ser (según usted), y que no quede duda alguna que cada proyecto que emprendo hago un esfuerzo por concluirlo. No existe fecha que no llegue ni plazo que no se cumpla por lo tanto este trabajo no es mío es de ustedes.

A mi hermano menor **Ricardo Lon Laguna** quien a pesar de su corta edad siempre entendió la importancia que este trabajo represento para mi y mostro interés en el mismo buscando la manera de ayudarme aun siendo un niño. **Ricardo** que este trabajo sirva de ejemplo de superación y te motive a culminar todos tus proyectos.

A **Gabriel Yosef Oliva Macías** quien siempre busco la manera de apoyarme aunque nuestras carreras universitarias fueran de un enfoque distinto, demostró curiosidad en el tema ofreciéndome una lluvia de alternativas. Fueron días en que las citas se transformaron en visitas al laboratorio para procesar muestras y salidas a campo.

A mi tía la **Sra. Carmen Gisela Lon Sánchez Q.P.D.** un ángel que nos dejó en este año un 8/Julio/2017, estarás siempre en nuestros corazones por ser un ser



amoroso, fuerte y luchador; tu fortaleza es un ejemplo de que a pesar del dolor por el que pasabas, procurabas sonreír; Dios te reciba con los brazos abiertos, te amamos.

A mis abuelos el **Sr. Enrique Lon Ruiz** quien es recordado como una persona afectuosa y para nada preferencial con sus nietos, a mi abuela la **Sra. Clara Luz Sánchez Hernández** que de igual forma muy a su manera mostro preocupación por mi persona; por ustedes me atrevo a decir que tuve una excelente niñez **Q.P.D.** A mi abuela la **Sra. Obdulia Caballero Antonio Q.P.D.** y a mi abuelo el **Sr. Joel Laguna** padres de una afectuosa mujer (mi mami).

A **Legolas** mi mascota quien cada vez que llegaba a casa, después de dedicar horas al laboratorio en el procesamiento de datos y muestras siempre estaba feliz de verme; siempre ayudándome a calmar mi estrés y haciendo mis días más agradables; fue una compañía importante durante mi etapa de tesista. A **Sidra, Hitler y Vanessa** que cada vez que llegaba a casa de mis padres me recibían de una manera emotiva.



AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a las personas que me apoyaron durante la realización de este trabajo: Gracias al **M. en C. Jesús Manuel López Vila** próximo Doctor en Ciencias por haberme introducido en mis primeras clases de Ictiología y Taxonomía, por haber confiado en mí al dirigir mi tesis; por sus observaciones y consejos en el proceso.*

*Al **M. en C. Manuel de Jesús Anzueto Calvo** por ayudarme en los procesos estadísticos, sus sugerencias y sobre todo paciencia al asesorar mi proyecto. Estoy muy agradecida con ustedes.*

*Al **Dr. Francisco Javier López Rasgado** por sus sugerencias y apoyo en los análisis de edad durante la realización de este proyecto.*

*Al **M. en C. Emilio Ismael Romero Berny** próximo Doctor en Ciencias por ser un profesor de confianza y participar como suplente del comité revisor.*

*A mi comité revisor integrado por el **M. en C. Jesús Manuel López Vila**, el **Dr. Francisco Javier López Rasgado** y el **M. en C. Delmar Cancino Hernández**.*

*A la **Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas**, que a través del Centro de Investigaciones Costeras, tuve la oportunidad de iniciar mi formación como bióloga marina, por facilitar las instalaciones y los equipos necesarios para llevar a cabo esta investigación.*



AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Primeramente a mis padres por darme la vida, aconsejarme y llevarme por el camino de la superación; por darme un ejemplo en donde el trabajo es primordial para alcanzar todo objetivo, gracias por inculcarme que sin sacrificios no existen recompensas; gracias por todo su apoyo a lo largo de estos años ustedes han sido parte fundamental en mis logros.

A Dios por llenarme de bendiciones durante mi camino a la superación y de igual manera por los obstáculos impuestos durante el trayecto, gracias debido a que todo eso influyo en mi formación como ser humano.

*A mi amiga **Anabel Marroquín Pérez** quien en más de una ocasión me apoyo con mis muestras de laboratorio. A mi amigo **Jhovani de Jesús Cruz Pérez** quien fuera mi compañero de laboratorio y con quien entable una linda amistad, cuando las horas del laboratorio en el procesamiento de muestras se volvían tediosas no había nada que una plática y un buen café no aliviaran.*

*A **Gabriel Yosef Oliva Macías** quien estuvo presente en toda la realización de este proyecto y por más de una ocasión estar dispuesto a brindarme su apoyo en las salidas de campo y en laboratorio, aunque eso implicara pasar horas extrayendo otolitos y procesando peces. Gracias por darme una mano en los momentos difíciles.*

Gracias al grupo de amigos que en años universitarios se formó en donde las salidas que organizábamos, las tardes de películas, comidas grupales nunca se hicieron esperar, gracias: Jhovani, Citlalli, Zitlalli, Adriana, Anabel, Adilene, Saúl, Miguel, Bety y Cesar.

Gracias a las amigas que a pesar de su ausencia siempre que nos reencontrábamos era como si jamás nos hubiésemos dejado de ver. A pesar de la distancia ocuparon un lugar muy importante en mi corazón por ser con quienes



compartí mis primeras etapas de universitaria, gracias por su amistad: Georgina Larissa y Jacqueline Oliva.

Gracias a todas esas amistades que continúan en contacto y a las que no tanto de igual manera gracias me llevo lindos recuerdos de ustedes.

Gracias a todas las personas que confiaron en mí, a los que me dieron ánimos, los que se preocuparon por mí y se expresaron de la mejor manera de mi persona. De igual manera gracias a los que no confiaron tanto en mí, a los que buscaron desanimarme con su negatividad y a los que buscaron dejarme en mal; gracias a todos ustedes, los resultados se ven al final...! ☺

Gracias a todas esas personas por darme un pedacito de sí mismas, por ser tan auténticos y por haberme permitido formar parte de su vida.

PD. Si olvide mencionar tu nombre recibe una humilde disculpa☺ ☺ ☺.



ÍNDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	i
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
II. MARCO TEORICO	2
2.1 Determinación de la edad	2
a) Métodos directos	3
b) Métodos indirectos	3
2.2 Descripción de la especie <i>Gerres simillimus</i> (Regan, 1907).....	4
2.3 Distribución	5
2.4 Nombres comunes	6
2.5 Alimentación.....	7
2.6 Reproducción	7
2.7 Hábitat.....	7
2.8 Pesquería e importancia económica	8
2.9 Crecimiento y tallas	9
III. ANTECEDENTES	10
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
V. JUSTIFICACIÓN	14
VI. OBJETIVOS.....	15
6.1 Objetivo general.....	15
6.2 Objetivos específicos.	15
VII. ZONA DE ESTUDIO	16
VIII. MÉTODOS.....	18
8.1 Trabajo de campo	18
8.2 Trabajo de laboratorio	18
8.2.1 Extracción de Otolitos:	19



8.2.2 Preparación de estructuras duras:	22
8.3 Estructura de tallas	23
8.4 Estimación de la edad	23
8.4.1 Precisión de la estimación de la edad.....	24
8.5 Relación talla-edad	26
8.6 Relación peso-longitud.....	27
8.7 Factor de condición Fulton (K):	28
IX. RESULTADOS.....	29
9. 1 Estructura de tallas.....	29
9.2 Estimación de la edad.....	31
9.2.1 Precisión de la estimación de la edad.....	32
9.3 Relación talla-edad	32
9.4 Relación peso-longitud.....	35
9.5 Factor de condición Fulton <i>Gerres simillimus</i>	38
X. DISCUSION	40
10.1 Estructura de tallas	40
10.2 Estimación de la edad.....	41
10.3 Relación talla-edad	42
10.4 Relación peso-longitud.....	42
10.5 Factor de condición de Fulton.....	43
XI. CONCLUSIONES	45
XII. RECOMENDACIONES	46
XIII. REFERENCIAS	47
XIV. ANEXOS.....	56



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de los organismos capturados de <i>Gerres simillimus</i>	29
Tabla 2 Representación de las marcas de crecimiento en <i>Gerres simillimus</i>	31
Tabla 3 Presentación de los parametros de crecimiento para <i>Gerres simillimus</i> ...	33
Tabla 4 Presentación de la clave talla-edad para <i>Gerres simillimus</i>	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mojarrilla blanca <i>Gerres simillimus</i>	4
Figura 2 Distribución de la Mojarrilla blanca <i>Gerres simillimus</i>	6
Figura 3 Área de estudio	17
Figura 4 Descripción de las tallas encontradas en este estudio	19
Figura 5 Localización de los otolitos sagitta, asteriscus y lapillus para <i>Gerres simillimus</i>	20
Figura 6 Método de extracción del otolito sagitta en <i>Gerres simillimus</i>	20
Figura 7 Presentación de los otolitos de la mojarrilla <i>Gerres simillimus</i>	21
Figura 8 Presentación de la cara interna y externa del otolito sagitta..	22
Figura 9 Presentación de los anillos de crecimiento en el otolito Sagitta.	24
Figura 10 Estructura de tallas en sexos combinados para <i>Gerres simillimus</i>	30
Figura 11 Estructura de tallas para machos y hembras en <i>Gerres simillimus</i>	31
Figura 12 Modelo de crecimiento para <i>Gerres simillimus</i>	33
Figura 13 Frecuencia relativa de los grupos de edad en <i>Gerres simillimus</i>	35
Figura 14 Relación peso-longitud para sexos combinados en <i>Gerres simillimus</i> ...	36
Figura 15 Relación peso-longitud para machos de <i>Gerres simillimus</i>	37
Figura 16 Relación peso-longitud para hembras de <i>Gerres simillimus</i>	37
Figura 17 Factor de condición de Fulton para sexos combinados en <i>Gerres simillimus</i>	39



Figura 18 Factor de condición de fulton para sexos separados en *Gerres simillimus*.....39

Figura 19 Presentación de *Gerres simillimus* previo a la obtención de datos.....56

Figura 20 Toma de tallas necesarias para el estudio en *Gerres simillimus*.....56

Figura 21 Toma de datos de peso en *Gerres simillimus*.....57

Figura 22 Corte sobre el proceso supra-occipital previo a la obtención de otolitos en *Gerres simillimus*.....57

Figura 23 Corte sobre la branquia para obtener el otolito en *Gerres simillimus*58

Figura 24 Obtención del otolito en *Gerres simillimus*.....58

Figura 25 Preparación del otolito para su observación.....59

Figura 26 Sexado de *Gerres simillimus*.....59



RESUMEN

En este estudio se analizaron especímenes de *Gerres simillimus* colectados en la Laguna Mar muerto, perteneciente al Golfo de Tehuantepec entre los estados de Oaxaca y Chiapas. De septiembre 2015 a febrero 2016 se colectaron de la pesca comercial un total de 310 organismos de *Gerres simillimus*, de los cuales se analizó una submuestra de 78 especímenes que fueron usados para la determinación de la edad. Se realizó la lectura de los anillos de crecimiento en los otolitos sagitta, en donde fue posible determinar cuatro grupos de edad, donde el grupo de edad dominante fue el dos. Con el modelo de Von-Bertalanffy y los parámetros de crecimiento proporcionados por Espino-Barr para esta especie ($L_{\infty}=56.4$ cm, $K=0.208$ y $t_0=-.669$) fue posible determinar las tallas alcanzadas a cierta edad, en donde a la edad 1=16 cm; edad 2= 24 cm; edad 3= 30 cm y edad 4= 35 cm en su LT. El intervalo de tallas estuvo conformado entre 16.3 a 31.6 cm de longitud total y un promedio de 20 cm \pm 2.03, por otro lado el peso estuvo conformado entre 49 y 379 gramos, con un promedio de 94.86 gramos \pm 34.6. La ecuación talla-peso para *Gerres simillimus* $W = 0.087Lt^{2.59}$, mostro un crecimiento alométrico negativo para sexos combinados, machos $W = 0.079Lt^{2.62}$ y hembras $W = 0.083Lt^{2.6}$ es decir, la mojarra blanca crece más en longitud que en su peso. Para determinar el grado de bienestar de la población muestreada se utilizó el Factor de condición de fulton en donde los resultados no mostraron diferencias significativas entre sexos y el valor del factor de condición, con un índice cercano a $K= 1$ durante todos los meses de muestreo con una alza en el mes de febrero $K= 1.20$.

Palabras clave: *Gerres simillimus*, edad, peso-longitud, Fulton, frecuencias de tallas, otolito, sagitta.



I. INTRODUCCIÓN:

Los sistemas estuarino-lagunares ubicados en el sureste del país entre los estados de Oaxaca y Chiapas poseen una importancia económica y ecológica para los habitantes de la región del Golfo de Tehuantepec (Chávez, 1979; Tapia-García, 1997). Esta región alberga un gran número de lagunas costeras que lo ubican como una de las principales áreas pesqueras de México, ocupando así el cuarto lugar en explotación pesquera nacional (CONAPESCA; 2014). La laguna Mar muerto sobresale dentro de los sistemas lagunares del Golfo de Tehuantepec debido a su creciente desarrollo en la pesca artesanal, así como por sus sobresalientes pesquerías de camarón y algunas especies de peces, tal es el caso de la mojarra blanca *Gerres simillimus* (Romero y Castro, 1983; Tapia-García, 1997; Tapia-García *et al*, 1998).

Al sureste del país la mojarra blanca es extraída de forma abundante en la pesca artesanal, por lo que la pesca de este organismo representa una actividad sobresaliente de gran importancia económica para la región y es considerada importante por su valor comercial en la laguna costera Mar muerto (Romero y Castro, 1983). Sin embargo, a pesar de la demanda que la mojarra blanca tiene en el mercado y del impacto que la pesca artesanal ejerce sobre ésta, no cuenta con una explotación racional debido en gran parte a la falta de estudios que aporten información a la situación biológica-pesquera de la misma (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia, 1986). Las investigaciones que implican conocer datos sobre edad y crecimiento son útiles en biología pesquera y nos permiten conocer la dinámica de las pesquerías así como la estructura de la población (Vallejos, 2010). En los estudios se requiere del uso de estructuras duras de los organismos recolectados para los respectivos análisis (Maroñas, 2006; Panfili *et al.*, 2002); una de estas estructuras duras son los otolitos, los cuales son importantes en el estudio de la dinámica de poblaciones y esenciales cuando se pretende entender las características de la historia de vida en las especies (Maroñas, 2006).



Determinar la edad exacta de los peces es posible debido a las discontinuidades presentes en la estructura del otolito, causadas por cambios ambientales (e.g. temporada de lluvia o secas) y fisiológicos (e.g. temporada de desove) (Morales-Nin, 1991). Existen tres pares de otolitos en cada especie de peces óseos: el sagitta (saculus), lapillus (utriculus) y asteriscus (lagena), que aparecen a edad temprana en la vida del pez y constituyen parte importante del oído interno de estos organismos. Se ubican en el cráneo del pez en la zona adyacente al neurocráneo, cerca de la línea central dentro de las capsulas óticas (Leta y Kein, 1982; Maroñas, 2006; Panfili *et al.*, 2002).

La realización de estudios de edad y crecimiento que involucran estructuras duras pueden ser llevados a cabo por métodos directos e indirectos de validación, lo cual nos proporciona información sobre parámetros poblacionales tales como crecimiento, edad de reclutamiento, mortalidad causada por la explotación pesquera, edad de primera madurez sexual, frecuencia de freza, respuestas individuales frente a estímulos ambientales y poblacionales, el éxito del reclutamiento y la estructura de edad de la población; los cuales sirven de base para futuras medidas de ordenación pesquera (Morales-Nin, 1991).

II. MARCO TEORICO

2.1 Determinación de la edad

La edad de un pez se refiere al período de tiempo comprendido entre el nacimiento y un momento dado después de este. En los teleósteos la determinación de la edad puede efectuarse gracias a las discontinuidades presentes en las estructuras duras (otolitos, vertebra, espinas y escamas) formadas como consecuencia de factores intrínsecos (desove, metabolismo y cambios de residencia) y ambientales (temperatura, salinidad, luz, alimento). En el otolito es posible observar periodos de crecimiento lento (otoño-invierno) correspondiente a la banda hialina (translúcida) y periodos de crecimiento rápido (primavera-verano) correspondiente a la banda opaca; el conjunto de una banda hialina y una banda



opaca representan un año de vida del organismo (Leta y Kein, 1982; Maroñas, 2006).

Las bandas hialinas se caracterizan por ser capas delgadas, mientras que las bandas opacas se caracterizan por ser capas gruesas. La opacidad es atribuida a la cantidad de calcio y proteína depositada en la estructura, por lo que la zona hialina contiene mayor cantidad de carbonato de calcio en comparación a la zona opaca, lo que aumenta la opacidad y le otorga al otolito su naturaleza calcárea (Leta y Kein, 1982). Por otro lado la determinación de la estructura de edades de una población de peces está fundamentada en la periodicidad de la formación de una marca de crecimiento y en el intervalo de tiempo en que se deposita una nueva marca. Los métodos de validación de la estimación de estructura de edad se basan en métodos directos e indirectos (Morales-Nin, 1991).

a) Métodos directos

En los métodos directos el intervalo de tiempo transcurrido entre dos sucesos determinados es conocido, lo cual permite determinar la periodicidad de los incrementos formados. Dentro de este método destacan la crianza y sacrificio secuencial, marcado de otolitos y la formación sincrónica de los incrementos (Morales-Nin, 1991; Cadima, 2003).

b) Métodos indirectos

Los métodos indirectos son métodos usados en especies no cultivables o que no pueden mantenerse en cautividad y de las que se dispone datos obtenidos de la pesquería. En los métodos indirectos, las tallas medias de cada clase de edad son determinadas a partir de los incrementos formados en la estructura dura (otolito, vertebra, escama o espina), posteriormente las lecturas obtenidas se comparan con las obtenidas con otros métodos; entre los métodos indirectos destacan los patrones de crecimiento de otolitos y la comparación de tallas medias (Morales-Nin, 1991; Cadima, 2003).



2.2 Descripción de la especie *Gerres simillimus* (Regan, 1907).

La mojarra *Gerres simillimus* se ubica en el reino Animalia dentro del filo Chordata, en la clase Actinopterygii, dentro del orden de los perciformes, pertenece a la familia Gerreidae y al género *Gerres* (Nelson, 1994).

La familia Gerreidae se encuentra constituida por ocho géneros y 54 especies, de los cuales los géneros *Eucinostomus*, *Eugerres*, *Diapterus*, *Gerres* y *Ulaema*, se encuentran en ambos litorales de México (Nelson, 1994; Froese y Pauly., 2017). Este grupo se caracteriza por estar conformado por peces pequeños, plateados de cuerpos comprimidos, altos y delgados los cuales poseen de 7 a 8 franjas verticales oscuras desvanecidas en el costado (Figura 1).



Figura 1 Representación de *Gerres simillimus*. Imagen tomada del Insituto smithsonian de investigaciones Tropicales; 2017.

Posee una boca protráctil; los dientes de la mandíbula son pequeños como las cerdas de un cepillo, no poseen dientes en el paladar, las escamas son grandes y finamente ctenoides con alrededor de 39-44 escamas en la línea lateral. La membrana de las branquias no se encuentra unida al istmo, posee 24 vertebras y



una cabeza escamosa pero de suave superficie superior (James, 1985; Nelson, 1994; Fisher *et al.*, 1995; Allen y Robertson, 1998).

Presentan una sola aleta dorsal la cual es escotada y posee alrededor de 10 radios dorsales, de la segunda a cuarta espina dorsal son mucho más largas que las demás; la aleta dorsal y anal se doblan dentro de un surco rodeado de escamas en la base de las mismas; la cola es profundamente ahorquillada (Fisher *et al.*, 1995).

De acuerdo con Bussing (1995), en la mojarra *Gerres simillimus* la aleta anal cuenta con un total de 10 espinas y 7 radios blandos, la segunda espina es de mayor tamaño y grosor al resto. Las aletas pectorales son largas, extendiéndose más allá del ano y casi hasta el origen de la aleta anal. Las aletas pélvicas y anal son de un tono amarillento posee el borde preorbital y del preopérculo liso, carácter que comparte con el género *Eucinostomus* (Fisher *et al.*, 1995). La talla máxima registrada en longitud estándar es de 28 cm; la altura del cuerpo se encuentra entre 2.3-2.7 en longitud estándar (Fisher *et al.*, 1995; Allen y Robertson, 1998).

2.3 Distribución

El Género *Gerres* es de distribución circumtropical, con 30 especies válidas en este género (Picciolo, 1960; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; De la Cruz-Agüero, 2001 Froese y Pauly; 2015).

Gerres simillimus se encuentra de forma abundante en ambientes estuarino-lagunares de México (Aguirre-León y Yañez-Arancibia, 1986; Nelson, 1994; Froese y Pauly, 2015). Posee una amplia distribución oceánica en regiones tropicales y subtropicales del Pacífico Oriental Tropical (Figura 2) desde México (Baja California sur y por el Golfo de California) hasta Perú y Galápagos (Froese y Pauly, 2017).



Figura 2 Distribución de la Mojarra blanca *Gerres simillimus*. Imagen tomada del Instituto Smithsonian de investigaciones Tropicales., 2017.

2.4 Nombres comunes

A la mojarra *Gerres simillimus* se le conoce con una variedad de nombres vernáculos, estos son denominados por la población local debido a características físicas que presenta la especie. En México se le conoce como mojarra plateada, chihua, chabela, muñama, mojarra rayada, mojarra blanca o mojarra trompetera. Al sur de América, en Perú, es denominada como chavea o mojarra; en Ecuador se le conoce como mojarra rayada, rayada o mojarra (Fisher *et al.*, 1995; Allen y Robertson, 1998; Espino-Barr., *et al.*, 2003; González-Acosta *et al.*, 2014; Froese y Pauly., 2017).



2.5 Alimentación

Estos peces pueden llegar a formar cardúmenes de tamaño considerable para alimentarse (Chávez-Comparán y Hammann, 1989; De La Cruz- Agüero *et al*, 1997). Son consumidores primarios del tipo omnívoro; se alimentan desenterrando invertebrados bentónicos de la arena hundiendo su boca protráctil en el sedimento, luego botan la arena a través de las aberturas branquiales (Nelson, 1994; Allen y Robertson, 1998). Su dieta incluye material vegetal y algas, invertebrados de fondo (poliquetos, pequeños crustáceos, moluscos) e insectos (Fisher *et al.*, 1995; Allen y Robertson, 1998; Espino-Barr *et al.*, 2003).

2.6 Reproducción

Presentan sexos separados, alcanzan la madurez sexual entre el primer y segundo año de edad con una longitud promedio de reproducción de 16.40 cm para machos y de 20.20 cm para las hembras (Schmitter-Soto, 1998; McEachran y Fechhelm, 2005; Espino-Barr *et al*, 2015). Por otro lado en las costas del pacifico se reporta que en esta especie las hembras presentan madurez gonadal durante todo el año con máximos desoves entre julio-octubre (Espino-Barr *et al.*, 2015).

2.7 Hábitat

Esta especie pertenece al componente marino eurihalino y habita en aguas continentales y marinas. En México son muy abundantes en esteros y lagunas costeras; los cuales son utilizados como áreas naturales de crianza. Es común encontrarlo en bahías, áreas de pastos marinos, praderas de *Thalassia*, manglares, arrecifes de coral y cenotes anquihalinos (zona de encuentro de aguas epicontinentales dulces y marinas, con gradientes de salinidad en sus conductos debido a su cercanía a la costa). Utilizan estos sistemas en diferentes etapas de su



vida por su riqueza y abundancia ecológica. Los juveniles se localizan con frecuencia en ambientes mixohalinos asociados como fauna acompañante del camarón en los lances de pesca (Schmitter-Soto, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Álvarez *et al.*, 2000; Espino-Barr *et al.*, 2003).

Habitán aguas costeras, principalmente en áreas de poca profundidad (Fisher *et al.*, 1995; Espino-Barr *et al.*, 2003). Viven en fondos de arena o lodo adyacentes a arrecifes aunque suelen penetrar la parte baja de los ríos, migran durante el día entre estos biotopos e incursionan hacia aguas continentales y salobres (Allen y Robertson, 1998; Burnes-Romo, 2009).

2.8 Pesquería e importancia económica

La importancia de la mojarrilla blanca radica en el mercado local (Espino-Barr *et al.*, 2003). Son pescados como fuente de alimento, aunque también se usan como carnada para la pesca en muchas partes del Caribe y Sudamérica (Nelson, 1994; Espino-Barr *et al.*, 2003). En la laguna Mar Muerto, ubicada en los estados de Oaxaca-Chiapas, se observó que los especímenes de menor tamaño son utilizados como cebo en la pesca de jaiba.

En México las mojarras representan uno de los recursos pesqueros artesanales de importancia por su abundancia, reportándose una producción anual de 1,159 toneladas a nivel nacional, con un valor aproximado de 18 millones de pesos (CONAPESCA, 2014). Esta importancia es similar en todas las áreas de su distribución global, reportándose capturas anuales medias cercanas a las 9,000 toneladas métricas en los últimos años (FAO, 2011). La mojarrilla blanca es extraída con una variedad de artes de pesca como la línea de mano, atarraya, red agallera y chinchorro (Romero y Castro, 1983; Espino-Barr *et al.*, 2003).

En la localidad de Paredón ubicada en el municipio de Tonalá; Chiapas fue posible observar que en el mercado local los peces eran clasificados conforme a su importancia comercial. Siguiendo el criterio de Espino-Barr (2003) los peces se



clasifican por su calidad y demanda en especies de primera, segunda y tercer categoría. Las especies de segunda y tercera categoría tienen demanda local. Los colores vivos de los peces y la carne blanca es un carácter a tomar en cuenta para clasificar los peces en primera o segunda categoría (los cuales tienen un valor inferior a los de primera categoría); sin embargo, su contenido proteico no es menor.

Los productos de primera son eviscerados antes de ser descargados o al descargarlos; el de segunda y tercera se entrega entero. La venta del producto se realiza en las zonas de descarga, una vez que el producto ha sido desembarcado se conserva con hielo para ser vendido pues tan pronto llega al embarcadero es adquirido por los compradores (Espino-Barr *et al.*, 2003).

La mojarrilla blanca está catalogada dentro de la segunda y tercer categoría debido a que el producto es vendido entero, fresco y enhielado en el mercado ubicado en la misma zona de descarga. En campo fue posible observar que la mojarrilla blanca es comercializada en filete a \$60.00 kg; entero de \$13.00 a \$50.00 por cada Kg dependiendo del tamaño del pez.

2.9 Crecimiento y tallas

Dentro de la familia Gerreidae la mojarrilla *Gerres similimus* presenta cierta alometría en su crecimiento, así como una tasa más elevada de este en comparación con otras especies de la misma familia. El tamaño máximo reportado hasta ahora en el Pacífico es de 47.5 cm de longitud total; de modo que dicha talla es considerada como la máxima longitud para la especie y para cualquier miembro de la familia Gerreidae (Bussing, 1995; McEachran y Fechhelm, 2005; Miller, 2005; Rodríguez-Romero *et al.*, 2008); sin embargo la FishBase reporta a esta especie en una longitud máxima de 41 cm en su longitud total (Froese y Pauly, 2017).



III. ANTECEDENTES

Díaz-Murillo (2010), en su tesis menciona la aplicación taxonómica de los otolitos en especies selectas de la familia Gerreidae del Pacífico Oriental y concluyó que no es un método adecuado debido a las influencias generadas por factores externos e internos en la configuración de los organismos (ontogenia).

Ramos-Lozano (2010), analizó aspectos biológicos en ejemplares de la familia Gerreidae. Descubrió que la mayoría de las especies estudiadas presentaron un crecimiento tipo alométrico, en donde la mayoría de los Gerreidos analizados fueron de talla pequeña con dos periodos de reclutamiento a lo largo del año.

Rivera-Félix *et al.* (2013), describieron la morfología y morfometría del par de los otolitos sagitta en *Diapterus auratus* con fines taxonómicos. Estos autores determinaron que las dimensiones de los otolitos examinados tuvieron una relación con el peso y la longitud, sin diferencias significativas entre sexos. Concluyeron que la especie presentó un crecimiento alométrico positivo en relación con la longitud del otolito y el peso de los organismos.

Megha-Aziz *et al.* (2013), en su estudio sobre edad y crecimiento de *Gerres filamentosus*, determinaron que los parámetros corporales crecieron simétricamente, la relación peso-longitud no tuvo diferencias significativas entre sexos y sexos combinados. En su estudio descubrieron que el crecimiento fue del tipo isométrico con diferencias significativas en las fluctuaciones debido a cambios fisiológicos en la especie.

Valle-López (2014), relacionó la longitud del otolito sagitta con la longitud y peso corporal en especies de la familia Gerreidae. Descubrió que existe una relación entre la longitud de los otolitos y la longitud y peso de los organismos en 15 especies de Gerreidos analizados.

Gallardo-Cabello *et al.* (2014a), realizaron un estudio morfométrico de los otolitos en la mojarra *Diapterus brevirostris* en donde encontraron seis grupos de edad en los otolitos sagitta y asteriscus. Descubrieron que los otolitos sagitta y



asteriscus en los organismos macho analizados son de mayor tamaño que en las hembras y una correlación entre la longitud de los peces y la longitud-ancho de otolitos, por lo que pueden ser utilizadas para determinar la edad de las especies.

Gallardo-Cabello *et al.* (2014b), mediante el análisis de otolitos en la especie *Diapterus brevirostris*, descubrieron que los organismos presentaron un crecimiento isométrico y una relación existente entre altura, peso y longitud total sin variaciones significativas entre sexos. Se describieron seis grupos de edad en donde la longitud máxima total correspondió a 28.6 cm y la longitud mínima a 9.1 cm.

Espino-Barr *et al.* (2014), declararon que la lectura de anillos de crecimiento en los otolitos sagitta y asteriscos son el mejor método para la determinación de la edad en *Gerres simillimus*. En su estudio realizaron la lectura de otolitos sagitta y asteriscos de una submuestra de 179 mojarra. Agruparon a los organismos en siete grupos de edad en donde la longitud máxima fue de 49 cm y la mínima fue de 14 cm; determinaron que la relación entre la longitud y el peso total mostró una relación alométrica positiva.

Van-Thiep *et al.* (2014), en el análisis de la mojarra *Gerres filamentosus* en la zona costera de la provincia Quang Bing en Vietnam, observaron un crecimiento isométrico. De las relaciones entre la longitud total y la altura del cuerpo encontraron una tendencia a la alometría positiva (el crecimiento se da en diferente proporción) presentando mayor tendencia a la alometría positiva en los machos que en las hembras. El crecimiento fue isométricos para ambos sexos en la relación longitud total- peso total.

Espino-Barr *et al.* (2015), Realizarón un análisis en los otolitos sagitta, asteriscus y lapillus en *Gerres simillimus* donde se descubrieron siete anillos de crecimiento visibles en dos de los otolitos (sagitta y asteriscus) como número máximo; se determinó que el crecimiento del otolito asterisco es mayor en los machos que en las hembras y la estructura se mostró como adecuada para describir el crecimiento del organismo y la edad. La relación entre la longitud del pez y el



ancho del otolito sagitta muestra una tendencia a un crecimiento alométrico negativo.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Históricamente la pesca ha constituido una fuente de alimento, empleo, recreación, comercio y bienestar económico en diversas partes del mundo. Con el tiempo las pesquerías se transformaron en un sector de la industria alimentaria que se mantiene en constante desarrollo, por lo que los estados ribereños aumentaron las flotas pesqueras para cubrir la demanda de productos pesqueros. Este desarrollo se volvió preocupante a finales de los años ochenta cuando fue evidente que los recursos pesqueros no podrían sostener una explotación y desarrollo tan acelerado, por lo que implementar medidas para conservar el recurso y el medio ambiente fueron dos puntos indispensables (FAO; 1995).

Con el fin de fomentar una pesca sostenible a largo plazo, en 1995 la Conferencia de la FAO aprobó el Código de Conducta para la Pesca Responsable; con el cual se pretendía obtener un recurso pesquero a largo plazo tomando en cuenta las características biológicas y su entorno, así como los intereses de los consumidores y de otros usuarios (FAO; 1995).

Tomando en cuenta lo anterior, cabe resaltar que la mojarra *Gerres simillimus* es un pez explotado comercialmente en la laguna costera de Mar muerto, su explotación es común en la pesca ribereña como consumo local. Además, a causa de sus hábitos alimenticios se encuentra ligado a la pesca de arrastre (pesquería de camarón) formando parte del descartes en ella (López-Vila., 2010).

Para un buen manejo a largo plazo del recurso pesquero se debe realizar actividades de investigación a fin de mejorar los conocimientos científicos y técnicos sobre la pesca y su interacción con el ecosistema. Este organismo, así como otras especies marinas, se encuentra sometida a una regulación natural promovida por



cambios ambientales, sin embargo eso no resulta suficiente para obtener un manejo adecuado de la pesquería (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia, 1986; FAO; 1995).

En biología pesquera los estudios sobre edad y crecimiento proporcionan información sobre parámetros poblacionales, los cuales brindan bases para futuras medidas de ordenación pesquera. Estas investigaciones son de importancia en la dinámica de poblaciones pues ayudarán a determinar los cambios biológicos que sufren los recursos como consecuencia de las variaciones ambientales o intensidad de pesca; lo que permitirá evaluar las poblaciones de peces y como consecuencia tener un manejo adecuado de la misma (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia., 1986; Morales-Nin., 1991; FAO., 1995).



V. JUSTIFICACIÓN

La mojarrilla blanca desempeña un papel ecológico fundamental en la estructura de algunos ecosistemas acuáticos, marinos y dulceacuícolas de las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Participa como intermediario en la conducción, intercambio, transferencia y almacenamiento de energía dentro y fuera de los sistemas costeros; cumple una función definida en la red trófica al alimentarse de los componentes de la macrofauna bentónica. Por lo tanto, preservar a esta especie es primordial para mantener la continuidad de la red trófica y evitar que la condición de flujo de energía se vea afectada (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977; Cyrus y Blaber, 1982; Kerschner *et al.*, 1985; Ramírez-Torres, 2007; Rodríguez da Costa *et al.*, 2012).

Si un eslabón de la red trófica desapareciera traería consigo una serie de desequilibrios ecológicos, por ejemplo colapsarían drásticamente los eslabones siguientes a consecuencia de la falta de alimento; se superpoblaría el nivel inmediato anterior debido a la ausencia de un predador y se desequilibrarían los niveles más bajos de la red trófica (Odum, 1972).

Por lo tanto los estudios que nos permitan evaluar parámetros poblacionales son necesarios para poder tener un manejo adecuado de la especie. De modo que se tenga un antecedente que permita entender cómo cambia la estructura de la población a causa de la continua explotación a través del tiempo (Jennings y Kaiser, 1998). Uno de estos estudios es la determinación de la edad y crecimiento mediante el uso de estructuras duras.

El presente trabajo pretende determinar la situación actual de la población comercial de la mojarrilla blanca *Gerres simillimus* mediante un estudio de edad y crecimiento utilizando estructuras duras, particularmente los otolitos sagitta. Se busca que el estudio sea un diagnóstico de la condición actual como referencia para comparaciones futuras de investigación y para la toma de decisiones de las autoridades correspondientes para implementar medidas de manejo del recurso que promuevan la evaluación y protección de esta pesquería.



VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general.

Determinar la edad comercial de la mojarra blanca *Gerres simillimus*.

6.2 Objetivos específicos.

- I.** Utilizar el otolito sagitta para estimar la edad de *Gerres simillimus*.

- II.** Establecer la relación peso-longitud en *Gerres simillimus*.

- III.** Estimar el factor de condición de Fulton en *Gerres simillimus*.



VII. ZONA DE ESTUDIO

La laguna Mar Muerto se localiza en la parte norte del golfo de Tehuantepec, entre los estados de Oaxaca y Chiapas, albergada dentro del polígono que se localiza entre los 16°18'36" a 15°55'48" de latitud norte y entre los 94°28'48" a 93°48' de longitud oeste (Figura 3). Su extensión es de 68,310 ha de las cuales 21,310 ha se encuentran en Chiapas. La comunicación del cuerpo lagunar con el mar es permanente y se realiza a través de la boca Tonalá, la cual tiene una extensión aproximadamente de 1,600 metros y una profundidad de 3.6 m (Ayala-Castañares y Phleger, 1967; CONABIO, 2016).

La zona de estudio está sometida a una variedad de surgencias estacionales, predomina la corriente Norecuatorial y la corriente Costera de Costa Rica en donde se presenta un alto oleaje y aportes dulceacuícolas por parte de los ríos. En ciertas temporadas la laguna presenta floraciones de marea roja y es susceptible al fenómeno del niño (Tovilla-Hernández y Vázquez-Lule; 2009).

La zona presenta clima cálido húmedo con lluvias en verano. La temporada de lluvias inicia en el mes de mayo y se extiende hasta el mes de octubre presentándose la sequía intraestival entre los meses de noviembre a abril, con algunas ligeras precipitaciones en enero y febrero. La temperatura media anual es mayor a 26° C y a lo largo del año ocurren tormentas tropicales, huracanes y nortes (Tovilla-Hernández y Vázquez-Lule, 2009; CONABIO, 2016).

La vegetación que predomina en el sitio es el manglar conformado por cinco especies: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle madresal) *Laguncularia racemosa* (mangle bobo) *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y se reporta la presencia de *Avicennia bicolor*. También es posible encontrar Pastizal halófilo, Pastizal inducido, Selva baja caducifolia, Selva baja espinosa caducifolia y Selva mediana subperennifolia (Tovilla-Hernández y Vázquez-Lule; 2009).



Los organismos fueron recolectados de la pesca comercial que desembarca en la localidad de Paredón, municipio de Tonalá, Chiapas. Por medio de conversaciones personales con los pescadores de la zona fue posible determinar que la recolecta de organismos provino de los sitios de pesca conocidos como el Arenal (15°59'14.97'' de latitud Norte y 93°50'46.94'' de longitud Oeste) y punta Mónica (16°1'40.53'' y 93°54'0.29'' de longitud Oeste) dentro de la laguna de Mar Muerto (Figura 3).



Figura 3 Área de estudio donde se ubica la Laguna Mar Muerto (Elaboró: A. Oliva-Macías).



VIII. MÉTODOS

8.1 Trabajo de campo

Los muestreos se realizaron de manera mensual en un periodo de seis meses (septiembre del 2015 a febrero del 2016), en donde se recolectaron un total de 310 organismos. La identificación de los especímenes fue realizada en campo mediante características externas con ayuda de la clave dicotómica propuesta por Bussing (1995) en la guías de la FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Posteriormente los individuos recolectados fueron llevados al laboratorio de Ecología Pesquera del Centro de Investigaciones costeras (CEICO) de la UNICACH.

8.2 Trabajo de laboratorio

A cada uno de los organismos capturados se le tomó la siguiente información:

- 1) Longitud total (LT), que es la distancia en línea recta (tomada en cm), comprendida desde la punta de la boca hasta la punta del lóbulo superior de la aleta caudal sin seguir el contorno del espécimen (figura 4); la toma de datos fue posible con ayuda de un ictiómetro.
- 2) Longitud patrón o estándar (LP), la cual es la distancia en cm, que va desde la punta de la boca hasta la base del pedúnculo caudal sin seguir el contorno del espécimen (figura 4), la toma de datos fue posible con ayuda de un ictiómetro.
- 3) Peso total (PT) esto fue posible registrarlo con la ayuda de una báscula digital marca OHAUS con capacidad de 5000 gramos y exactitud de 1 gramo.
- 4) Sexo. Determinado por medio de las gónadas.

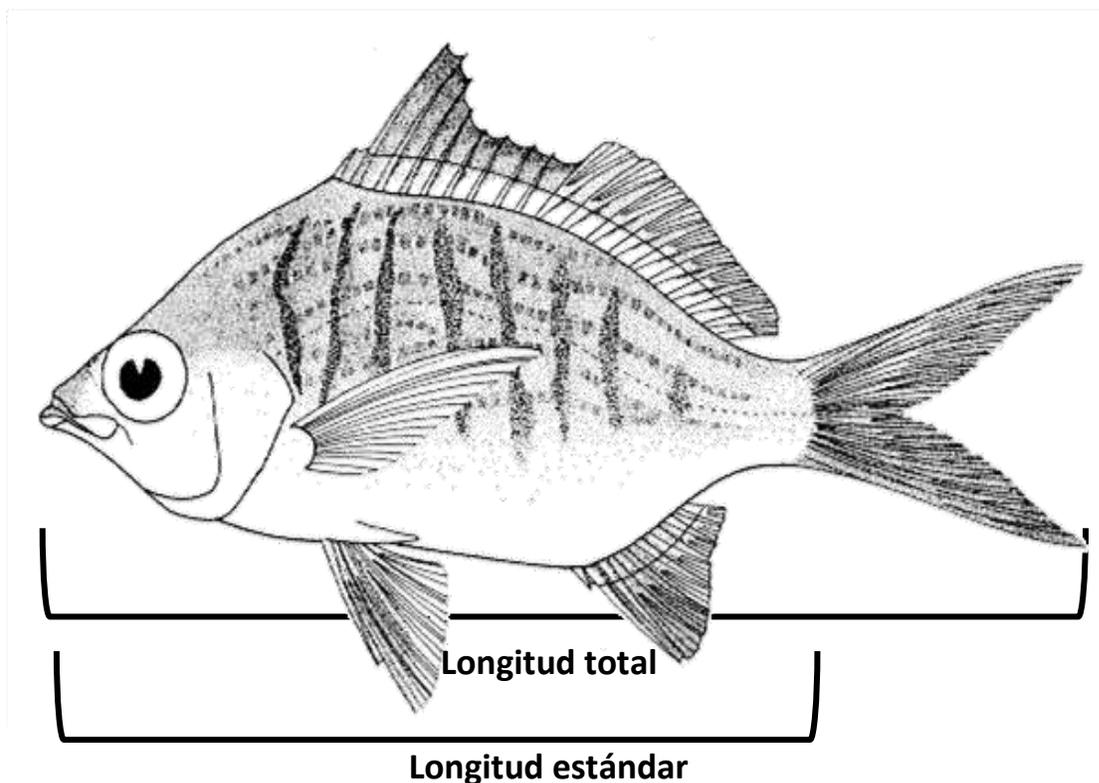


Figura 4 Descripción de la medición de las tallas de *Gerres simillimus* tomadas en este estudio (Imagen tomada de la guía de la FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Vol. 2. FAO; 1995).

8.2.1 Extracción de Otolitos:

Los otolitos fueron extraídos con ayuda de tijeras y bisturí haciendo una incisión por medio de un corte vertical que va desde la boca, perforando parte del cráneo, hasta el proceso supraoccipital cortando las aberturas branquiales. Las branquias se removieron con extremo cuidado para llegar a la cámara ótica (Figura 5), lugar donde se alojan los otolitos, la masa cefálica fue extraída para dejar libre de tejido la capsula que alberga a los otolitos.

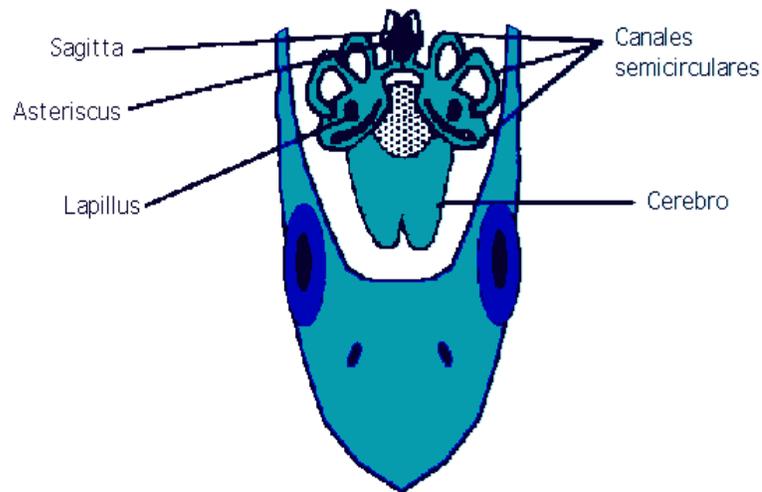


Figura 5 Localización de los otolitos sagitta, asteriscus y lapillus en el aparato vestibular. Imagen tomada de encuentros en la biología sitio web: <http://www.encuentros.uma.es/encuentros32/otolit.html>, 2017.

La cámara ótica fue abierta cuidando de no romper los otolitos (en especial en especímenes de menor tamaño), extrayéndolos finalmente con unas pinzas de relojero (Figura 6). Una vez extraídos los otolitos fueron lavados en una solución diluida de agua y detergente, para remover todo residuo orgánico en algunos casos fueron tallados con un cepillo de cerdas suaves cortas, posteriormente los otolitos fueron lavados con agua, una vez limpios fueron puestos a secar en papel adsorbente (Díaz-Murillo, 2010).

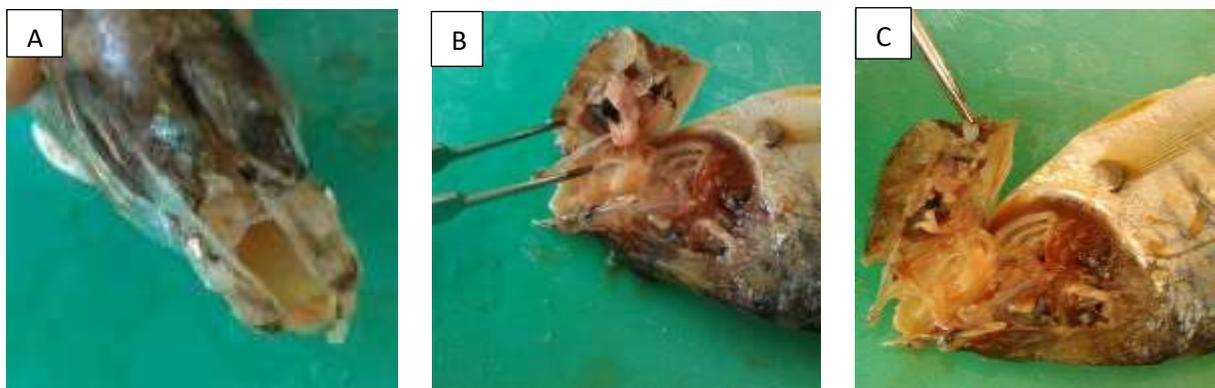


Figura 6 Método de extracción de otolito sagitta en la mojarra blanca (*Gerres simillimus*). (A) Abertura superior, (B) separación de la branquia para extracción del otolito de la cámara ótica, (C) extracción del otolito.



Los otolitos fueron colocados en tubos Eppendorf de 1.5 y 2 ml previamente etiquetados con su respectivo código. Los tubos fueron llenados con una solución de glicerina natural en un 60% del recipiente y alcohol al 10% cubriendo un total del 70% del contenido total de los tubos viales, con el fin de preservar los otolitos y evitar que se tornaran opacos al momento de su observación lo cual dificultaría su lectura (Díaz-Murillo, 2010). En la Figura 7 se observa la representación de los tres pares de otolitos presentes en la mojarra *Gerres simillimus* (sagitta, asteriscus y lapillus).

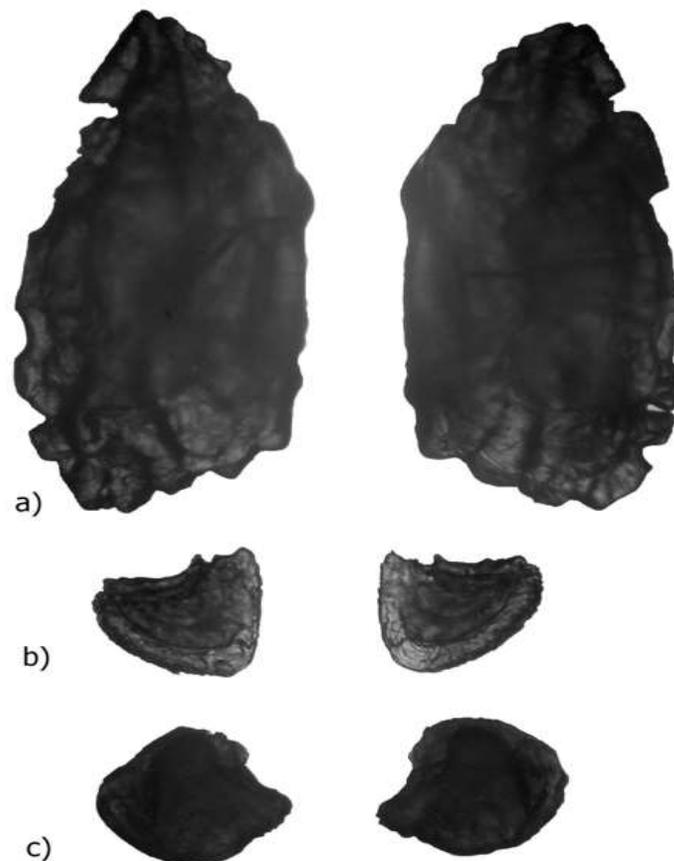


Figura 7 Representación de los tres pares de otolitos de la mojarra *Gerres simillimus*: a) Sagitta, b) asteriscus y c) lapillus (imagen tomada de Espino-Barr et al., 2015).



8.2.2 Preparación de estructuras duras:

En la lectura de anillos de crecimiento en los otolitos sagitta fue necesaria la selección de una submuestra; para proceder con la lectura de anillos fue preciso que el otolito se encontrara bien conservado. Para su observación al microscopio estereoscópico los otolitos fueron colocados en una caja petri y sumergidos en glicerina natural hasta cubrir por completo la estructura para una mejor observación. Para los otolitos en donde no fue posible distinguir los anillos de crecimiento, se utilizó el método de pulido de otolitos empleando una pulidora eléctrica que consta de una piedra de pulir de grano fino, con el objetivo de mejorar la lectura de los otolitos.

Previo al pulido de los otolitos, estos fueron fijados sobre un porta objetos con ayuda de una cinta adhesiva doble cara para evitar que se movieran durante el pulido. En el proceso los otolitos fueron pulidos de manera circular por la cara interna del otolito (Figura 8) desgastándolo de manera uniforme, monitoreando con el estereoscopio cuidando la profundidad del pulido, ya que durante el mismo se pueden borrar uno o más anillos causando la subestimación de la edad (FAO., 1995; Leta y Kein., 1982).

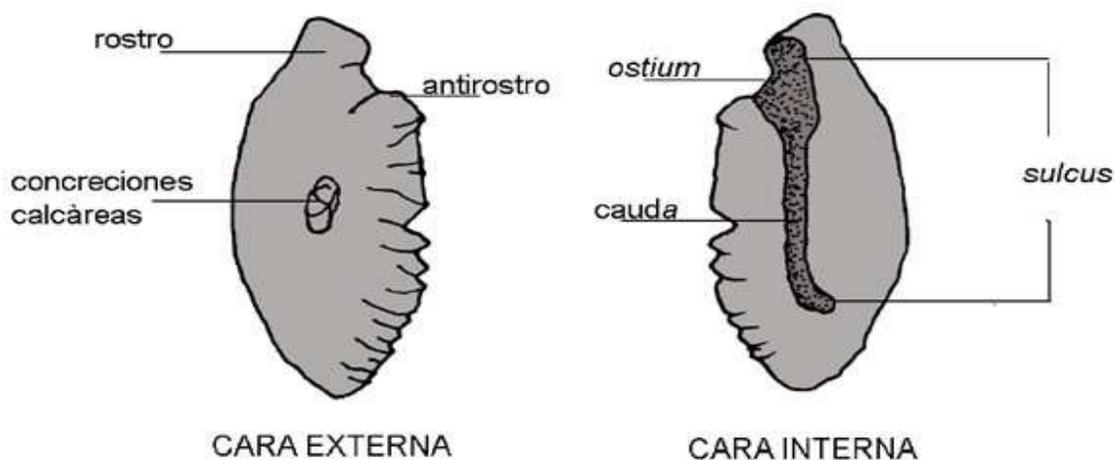


Figura 8 Representación de la cara interna y externa del otolito sagitta. Imagen tomada de Svoboda., 2013.



Para el análisis de talla-peso y la relación edad-talla fue necesaria la toma de la longitud estándar y la longitud total del pez con ayuda de un ictiómetro; posteriormente los datos fueron registrados en una hoja de datos utilizando el programa de cómputo MS Excel, Versión 2010, en donde se incluyó los siguientes datos: Número, Clave especie-espécimen, talla (longitud total y patrón), fecha, peso total y sexo.

8.3 Estructura de tallas

Para la estructura de tallas se utilizó la longitud total (LT) debido a que ha sido muy utilizada en otros trabajos, lo cual permite realizar comparaciones. La estructura de tallas se analizó agrupando LT en nueve intervalos de clase con un rango de amplitud de 2 cm cada uno, en donde se graficó la frecuencia relativa para cada intervalo de la población total (Flores-Hernández *et al.*, 2007).

8.4 Estimación de la edad

Para el análisis de las estructuras duras, los otolitos fueron montados en el microscopio estereoscopio marca ZEISS modelo Primo star iled, equipado con una cámara digital Axioncam ERC 5S y con la ayuda del programa AxioVision SE64 Rel. 4.9.1 fueron fotografiados para su respectivo análisis. Para validar la lectura de los anillos de crecimiento se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

1. Bandas visibles bien definidas con claridad
2. Bandas visibles bien definidas pero con poca claridad.
3. No se pueden contar las bandas, se descarta del análisis.

La lectura de los anillos de crecimiento fue realizada por dos lectores de manera independiente, partir de la marca de nacimiento; la cual se identificó como el primer



cambio de pendiente desde el foco o núcleo hacia el exterior de la estructura (Figura 9). Una marca de crecimiento se define por el conjunto de una zona opaca y una hialina, en donde se tomó válida a un año cuando posterior a la zona hialina (banda delgada y oscura) se observó una zona opaca (banda gruesa y opaca). En las lecturas donde los lectores no llegaron a un acuerdo en la estimación de la edad, los otolitos fueron revisados nuevamente por los lectores hasta llegar a un acuerdo en la edad estimada.

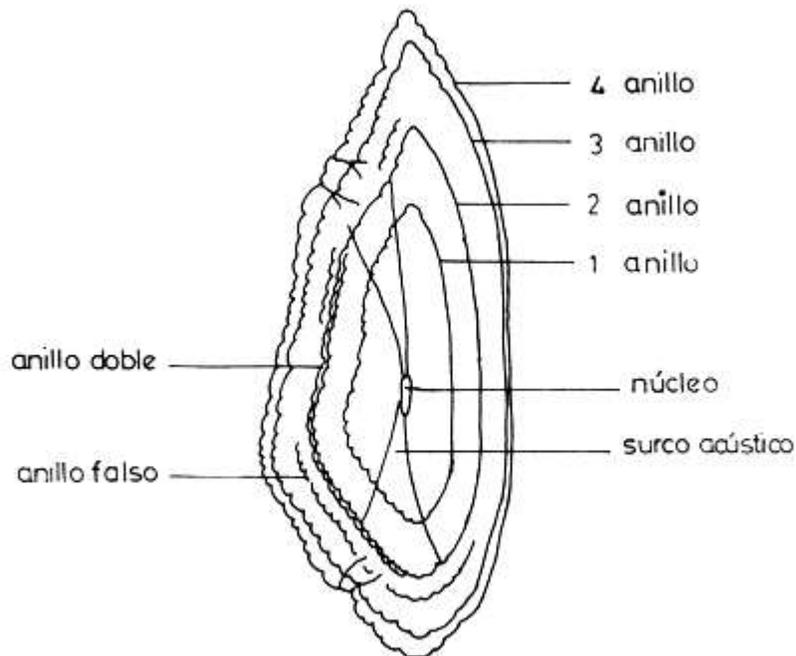


Figura 9 Representación de los anillos de crecimiento en el otolito Sagitta. Imagen tomada de Morales-Nin., 1991.

8.4.1 Precisión de la estimación de la edad

La precisión se define como la reproductibilidad de la estimación de la edad de un individuo, en donde se toma en cuenta la variación de las diferentes asignaciones de edad propuesta por los lectores (Alcaraz-García, 2012). Para el análisis estadístico se tomó a consideración que las lecturas de cada lector fueron independientes y ninguno conoce los resultados del otro. Para determinar el grado



de precisión en la estimación de la edad en *Gerres simillimus* se realizó la estimación por medio de tres descriptores estadísticos:

- Porcentaje de acuerdo entre lectores PA,

$$PA = \left(\frac{Ll}{LT} \right) X100$$

El porcentaje de acuerdo entre lectores (PA), fue usado para evaluar la variación en la lectura de la edad estimada entre lectores.

En donde:

Ll representa al número de lecturas iguales, LT el total de lecturas hechas para cada muestra y posteriormente al multiplicar por 100 obtenemos el valor porcentual del intervalo de confianza en las lecturas (Alcaraz-García, 2012).

- Porcentaje de error promedio PEP, (Beamish y Fourier, 1981):

$$PEP = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[\frac{1}{R} \sum_{j=1}^R \frac{|x_{ij} - x_j|}{x_j} \right] X100$$

Por otro lado el índice de porcentaje de error promedio (PEP), fue usado para estimar la precisión de las lecturas entre los dos lectores.

En donde:

N representa el número total de organismos analizados, X_{ij} es la i ésima lectura para el individuo j , X_j representa el promedio de la edad calculada del individuo j y R representa el número de veces que se determinó la edad y posteriormente al multiplicar por 100 obtenemos el valor porcentual del intervalo de confianza en las lecturas (Beamish y Fourier, 1981).

- Coeficiente de variación promedio CV, (Chang, 1982):



$$CV = 100X \frac{1}{n} \sum_{j=1}^N \sqrt{\sum_{j=1}^R \frac{(x_{ij} - x_j)^2}{R - 1}} \frac{1}{x_j}$$

El coeficiente de variación promedio (CV), es útil cuando se trata de medir la precisión de las lecturas entre lectores.

En donde:

X_{ij} es la i ésima lectura para el individuo j , X_j representa el promedio de la edad calculada, R el número de veces que se determinó la edad y N (n) el número de organismos analizados (Chang, 1982).

8.5 Relación talla-edad

Para la relación talla-edad de la mojarra blanca (*Gerres simillimus*) una vez obtenidas las estimaciones de la edad, se presentaron los datos con base a la frecuencia de aparición de cada grupo de edad del total de la muestra analizada.

Posteriormente se elaboró una clave edad-longitud, la cual consistirá en dividir las muestras en estratos de talla iguales que dependerán del ritmo de crecimiento de la especie. Si es lento los estratos serán más pequeños que si el crecimiento es rápido (Holden-Raitt; 1975). Para ello fue necesario determinar el crecimiento de la mojarra blanca con la aplicación del modelo de Von Bertalanffy, ya que el modelo posee un significado fisiológico que se ajusta a patrones de crecimiento.

$$L_t = L(1 - e^{-k(t - t_0)})$$

En donde:

L_t es la longitud a determinado tiempo, L es igual a la longitud asintótica, K es coeficiente de crecimiento y t_0 es una constante del modelo.



Para la obtención de los valores de la L infinita, K y t_0 se recurrió al estudio realizado por Espino-Barr *et al.*, (2014).

8.6 Relación peso-longitud

Para el análisis de la relación peso-longitud se consideró al peso total en gramos y la longitud estándar o patrón en centímetros. El peso total fue considerado en el estudio debido a que permite la comparación con otras investigaciones que tomaron el mismo parámetro. Para analizar la relación mencionada se realizó una regresión lineal en donde se utilizó la siguiente ecuación con ayuda del programa *R Versión 2.12.2* (Development Core Team; 2009):

$$W = aL^b$$

La relación peso-longitud nos permite conocer el tipo de crecimiento que presenta la especie, en donde W es la relación peso-longitud, L representa la longitud del pez (cm), a es la intersección o factor de condición y b es la pendiente de la curva o parámetro de alometría (coeficiente de la ecuación).

Respecto al tipo de crecimiento en los análisis de relación peso-longitud se consideró lo siguiente: si un individuo crece proporcionalmente en todas sus dimensiones el valor de b será igual a 3 (crecimiento isométrico). Cuando $b > 3$, los individuos habrán incrementado su peso en mayor proporción que su longitud es decir, se hacen menos alargados y más robustos a medida que crecen (crecimiento alométrico positivo). Cuando $b < 3$ los individuos incrementan preferencialmente su longitud en mayor proporción que su peso es decir se hacen más alargados (alométrico negativo); por lo tanto cuando $b > 3$ el crecimiento es del tipo alométrico positivo y si $b < 3$ corresponde a un crecimiento del tipo alométrico negativo (Froese, 2006).

Posteriormente para determinar si existían diferencias significativas entre la longitud, peso y sexos se realizó una prueba de normalidad con ayuda del programa



R Versión 2.12.2 (Development Core Team; 2009) en donde se corrió el análisis de **Kolmogórov-Smirnov** la cual nos permite conocer la concordancia en la distribución de un conjunto de datos y determinar si los datos presentan una distribución normal. Posteriormente al determinar que los datos no presentaban una distribución normal se realizó la prueba no paramétrica de **U de Mann-Whitney o Wilcoxon** la cual es aplicada a pruebas con datos independientes para determinar diferencias significativas en los datos (García-Bellido *et al.*, 2010).

8.7 Factor de condición Fulton (*K*):

El factor de condición de Fulton permite determinar el grado de bienestar de la población comercial de *Gerres simillimus*. Este factor nos permite conocer el periodo en que la especie alcanza su grado máximo de robustez y bienestar; lo cual dependerá de la disponibilidad de alimento, estacionalidad y factores fisiológicos de la especie. De este modo, se considera que el valor de *K* está vinculado con la relación peso-longitud (Ricker, 1975). Este índice se encuentra representado por la siguiente formula:

$$K = 100 \left(\frac{P}{L^3} \right)$$

En donde:

K es el factor de condición, *P* es el peso húmedo en gramos, *L* es la longitud total en cm.

Durante el análisis de factor de condición se obtuvo el valor de *K* por cada individuo y un promedio de los datos separándolos por mes de muestreo y sexos. Para su posterior presentación en gráficas. Para el análisis de factor de condición se realizó un análisis estadístico con ayuda del programa *R Versión 2.12.2* (2009), para determinar si existían diferencias el valor individual de *K* de la población analizada se realizó la prueba de normalidad de **Shapiro-Wilk** la cual nos permitirá conocer



la distribución de la muestra. Posteriormente se realizó la prueba no paramétrica de **Kruskal-Wallis** la cual comúnmente se utiliza para determinar si los datos provienen de una misma población y cuando no se cumplen las condiciones de normalidad; para determinar si existían diferencias entre el valor de *K* por sexos se realizó la prueba de Wilcoxon (García-Bellido *et al.*, 2010).

IX. RESULTADOS

Los organismos analizados corresponden a peces que representan un valor comercial dentro de la población de *Gerres simillimus*, es decir son peces objetivo en la pesca comercial. De estos fueron recolectados un total de 310 organismos en seis meses de muestreo entre septiembre de 2015 y febrero de 2016. Los organismos fueron obtenidos de la pesca artesanal de la laguna Mar Muerto en la localidad de Paredón.

Tabla 1 Descripción de los organismos capturados en el presente estudio.

Mes	Hembras	Machos	Total
Septiembre	28	35	63
Octubre	22	28	50
Noviembre	23	28	51
Diciembre	33	21	54
Enero	38	16	54
Febrero	24	8	32
Indiferenciados	0	0	6
Total	168	136	310

9. 1 Estructura de tallas

Para la estructura de tallas de la población comercial de *Gerres simillimus* en la laguna Mar muerto se recolectaron un total de 310 organismos, los cuales conforman una muestra de lo que se suele obtener en la actividad pesquera de Paredón. Las tallas variaron de 16.3 cm LT a 31.6 cm de LT, la mayor parte de los



datos muestreados se ubicó en el rango de 17.6 cm a 21.5 cm en su LT, mientras que la longitud promedio de la población fue de 20 cm LT y una desviación estándar de ± 2.03 (Figura 10).

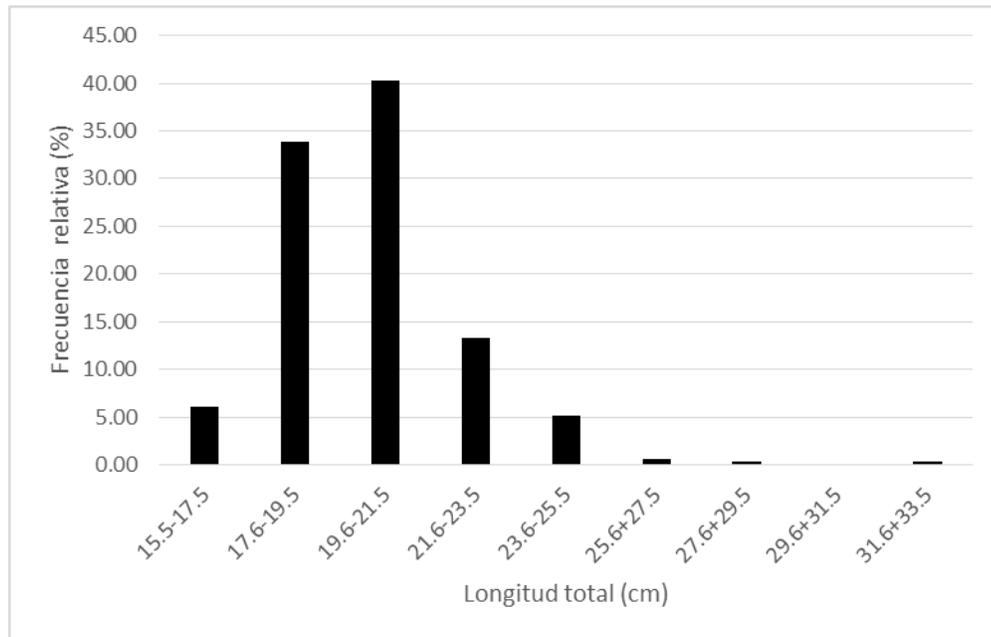


Figura 10 estructura de tallas de toda la muestra de *Gerres simillimus*.

Es importante mencionar que la estructura de tallas de la población comercial estuvo conformada por 136 machos, 168 hembras y 6 organismos in diferenciados, debido a que sus gónadas eran demasiado inmaduras para determinar su sexo.

Para las hembras la longitud osciló en un rango de 16.4 cm a 31.6 cm de LT, para los machos las tallas variaron de 16.3 cm a 26 cm de LT, mientras que la longitud promedio para machos y hembras fue aproximadamente de 20 cm de LT; una desviación estándar de ± 2.08 en hembras y de ± 1.75 para machos (Figura 11), sin presentar diferencias significativas entre tallas y sexos. Como podemos observar en la Figura 11 la mayor parte de los datos se ubicó dentro del rango de 17.6 cm a 21.5 cm en su LT para machos y hembras, dominando en ambos casos las muestras de machos.

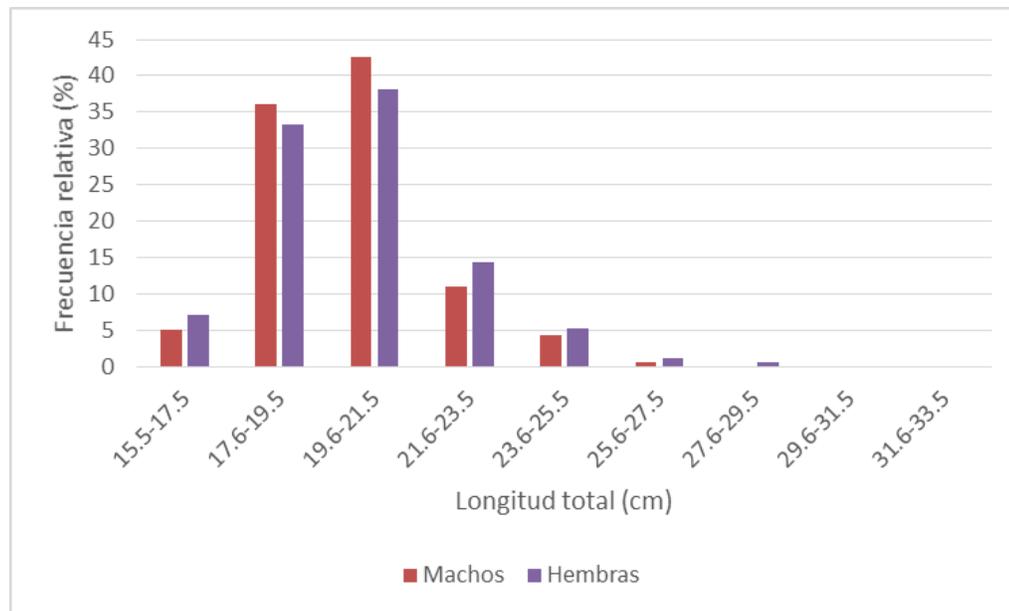


Figura 11 Estructura de tallas machos y hembras para *Gerres simillimus*.

9.2 Estimación de la edad

Para el análisis de determinación de edad se realizó mediante el supuesto en donde el conjunto de una banda hialina y una opaca equivalían a un año de vida del individuo (Holden y Raitt; 1975). Siguiendo el criterio de Espino-Bar (2014) del total de las muestras obtenidas se seleccionó una sub-muestra conformada por un total de 78 pares de otolitos, con la cual se determinaron 4 grupos de edad, en la cual la población estuvo representada por el grupo de edad 2, seguido del grupo de edad 3; mientras que el grupo de edad 1 y 4 fueron muy escasos (Tabla 2).

Tabla 2 Representación de las marcas de crecimiento encontradas en *Gerres simillimus* considerando la edad estimada.

Marcas	Frecuencia	Porcentaje
1	4	5%
2	56	72%
3	17	22%
4	1	1%
n	78	100%



9.2.1 Precisión de la estimación de la edad

Para determinar la precisión de la estimación de la edad fueron analizadas un total de 78 pares de otolitos sagitta, procurando que en la muestra todas las tallas de la pesca comercial fueran representadas, se evaluó un total 39 machos y 39 hembras.

Para PA se tomó en cuenta la lectura final proporcionada por los lectores, el porcentaje de error promedio (PA) indico que en un 77% las lecturas fueron iguales presentando 0 años de diferencia (± 0) equivalente a 60 muestras. El mayor número de lecturas diferentes se encontró cuando la diferencia en las lecturas fue de 1 año de edad (± 1) lo que representa un 21% de las lecturas, equivalente a 16 muestras; por otro lado las lecturas se mostraron con 2 años de diferencia (± 2) en un 3% la cual fue equivalente a 2 muestras.

El porcentaje de error promedio (PEP) tiene como fin estimar la precisión de la lectura a través de las muestras, el valor obtenido fue de 7.5% y un valor de 5.8% para el lector 1 y 2, de acuerdo a Beamish y Fournier (1981) el lector con el índice más bajo es el lector más preciso.

El valor del coeficiente de variación (CV) fue de 10.6%, con este coeficiente se evaluó la reproductibilidad de las lecturas realizadas por los lectores.

9.3 Relación talla-edad

A continuación se presentan los parámetros de crecimiento proporcionados por Espino-Barr *et al* (2014) para *Gerres simillimus* (Tabla 3).



Tabla 3. Presentación de los datos necesarios para la estimación del crecimiento con la ecuación de Von Bertalanffy para *Gerres simillimus*.

Parámetros de crecimiento	
L infinita	56.4
K(año $-t$)	-0.208
T ₀ (año)	0.669

La curva de crecimiento de la población analizada para la población total comercial de *Gerres simillimus* demuestra que en el primer año de vida del pez se presenta una tasa de crecimiento elevada hasta el año cinco. Posteriormente conforme aumenta la edad la tasa de crecimiento disminuye (Figura 12). Se observó que *Gerres simillimus* es de crecimiento rápido, creciendo en promedio de 2.5 centímetros por año y a partir del año 6 el crecimiento se estabiliza creciendo menos de 1 cm por año.

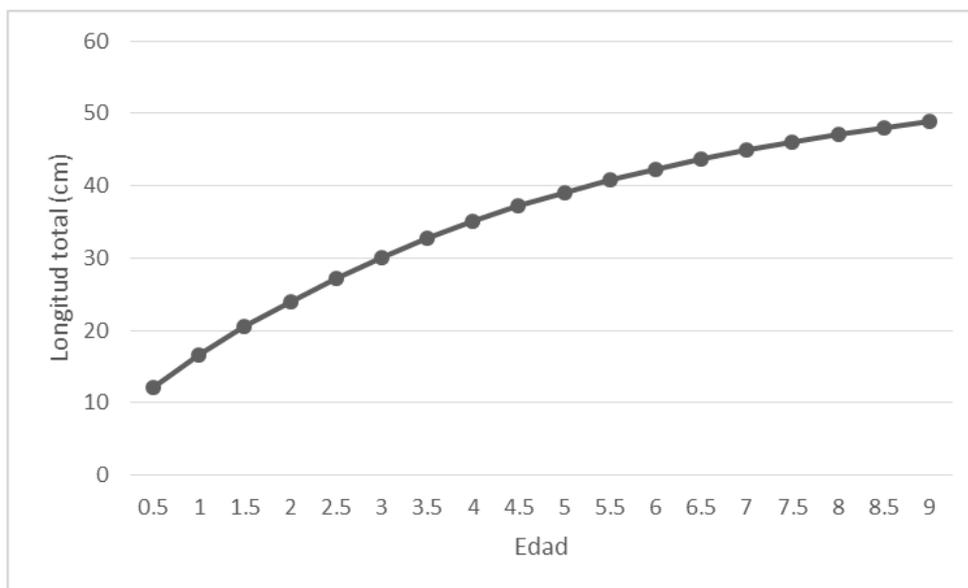


Figura 12 Representación del modelo de crecimiento propuesto por Espino-Barr., (2014) en *Gerres simillimus*.



Se presentaron cuatro clases de edad, las tallas de la muestra analizada fueron agrupadas en intervalos de 2 cm (tabla 4) tomando como referencia el modelo de Von Bertalanffy, en donde se pudo observar que la mojarra blanca *Gerres simillimus* presenta un crecimiento rápido y de acuerdo a las recomendaciones de Holden y Raitt (1975) en donde mencionan que los estratos de tallas deben ser divididos en estratos iguales dependiendo de crecimiento de la especie.

Tabla 4 Clave Talla-edad para *Gerres simillimus* de acuerdo a lo propuesto por Espino-Bar.

Longitud total (cm)	Grupo de edad 1	Grupo de edad 2	Grupo de edad 3	Grupo de edad 4
14-16				
16-18	2	8		
18-20	2	22	3	
20-22		15	4	
22-24		9	3	
24-26		2	4	
26-28			2	
28-30			1	
30-32				1
N	4	56	17	1

Lo anterior se puede observar a continuación a detalle (Figura13) en donde se puede observar que los datos referentes al grupo de edad 2 son de mayor presencia en la muestra analizada.

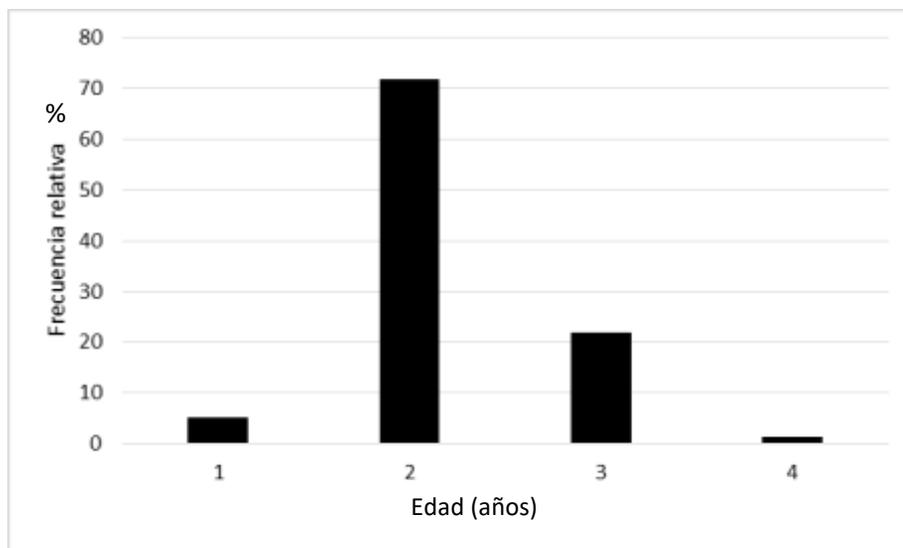


Figura 13 Frecuencia de los grupos de edad de *Gerres simillimus*.

9.4 Relación peso-longitud

Para el análisis de relación peso-longitud los datos obtenidos por el modelo (PT-LP) para la población total analizada y entre sexos fueron muy similares; es decir, el análisis de la relación peso-sexo y la relación sexo-longitud; la cual nos permitiría conocer si existían diferencias significativas y si además el sexo influenciaba al peso, así como también si la longitud presentaba variaciones significativas de acuerdo al sexo de los organismos analizados, dieron a conocer como resultado que no existen diferencias significativas entre las relaciones para ambos casos (Mann-Whitney, $P > 0.05$).

Es importante señalar que el peso de los organismos se mantuvo en un rango de 49 y 379 gramos, con un promedio de 94.86 gramos en el peso total de la población y una desviación estándar ± 34.6 para sexos combinados. Para el caso de las hembras el peso oscilo entre 379 y 51 gramos, con un promedio de 97.19 gramos y una desviación estándar de ± 34.6 ; para los machos el peso oscilo entre 209 y 49 gramos con un promedio de 91.96 gramos y una desviación estándar de ± 33.9 .



La relación de talla-peso para *Gerres simillimus* en la población total obtuvo un valor de **b** igual a 2.59 (Figura 14) mostrando que la especie presenta un crecimiento del tipo alométrico negativo (incrementa su longitud en mayor proporción que su peso) Esto se comprueba con lo reportado por Froese (2006) en donde menciona que si $b < 3$ los individuos han incrementado su longitud relativa más que su peso, son especímenes más alargados. El valor de la constante **a** fue de 0.087 el cual se refiere a la intersección y el coeficiente de determinación r^2 fue de **0.88**; en donde si r^2 es cercano a 0 no existe relación lineal y cuando r^2 es cercano a 1 la relación lineal es creciente o negativa por lo tanto tenemos una relación lineal creciente.

Por otro lado para el caso de los machos la relación peso-longitud se tuvo un valor de **b** igual a 2.62 y para las hembras el valor fue de **b** igual a 2.6 (Figura 15 y Figura 16) de acuerdo a Froese (2006) cuando $b < 3$ denota un crecimiento del tipo alométrico negativo para machos y hembras es decir; la población analizada tiende a incrementar su longitud más que su peso. El valor de la constante **a** fue de 0.079 para machos y 0.083 para hembras, el coeficiente de determinación r^2 fue de **0.88**

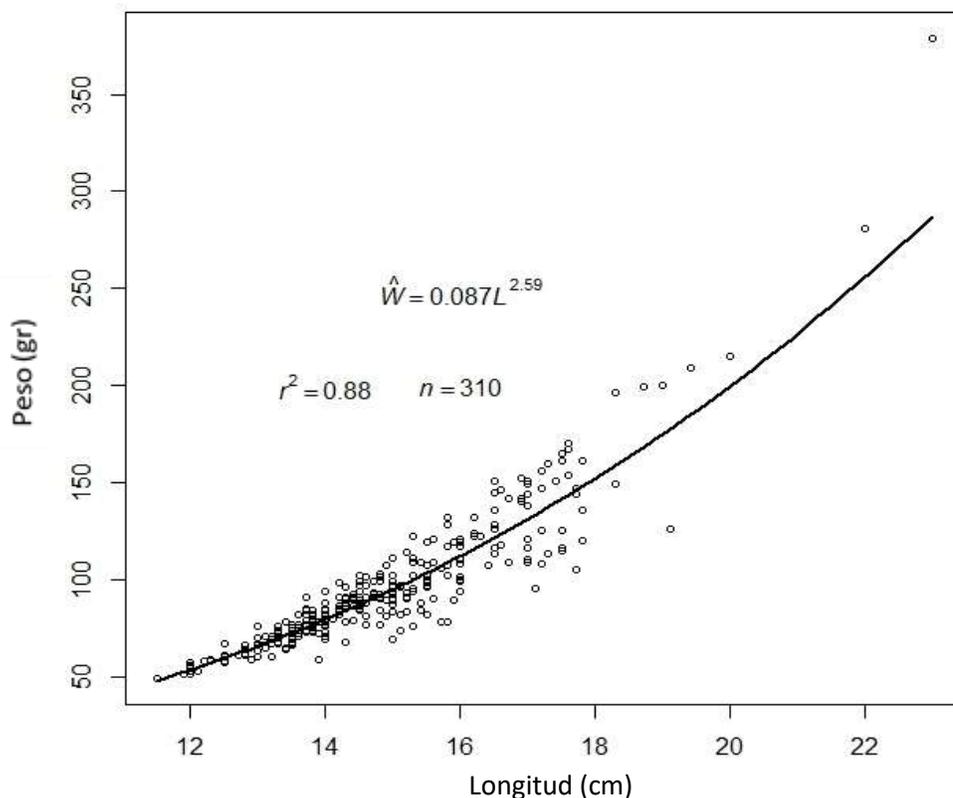


Figura 14 relación peso-longitud en *Gerres simillimus* en sexos combinados.

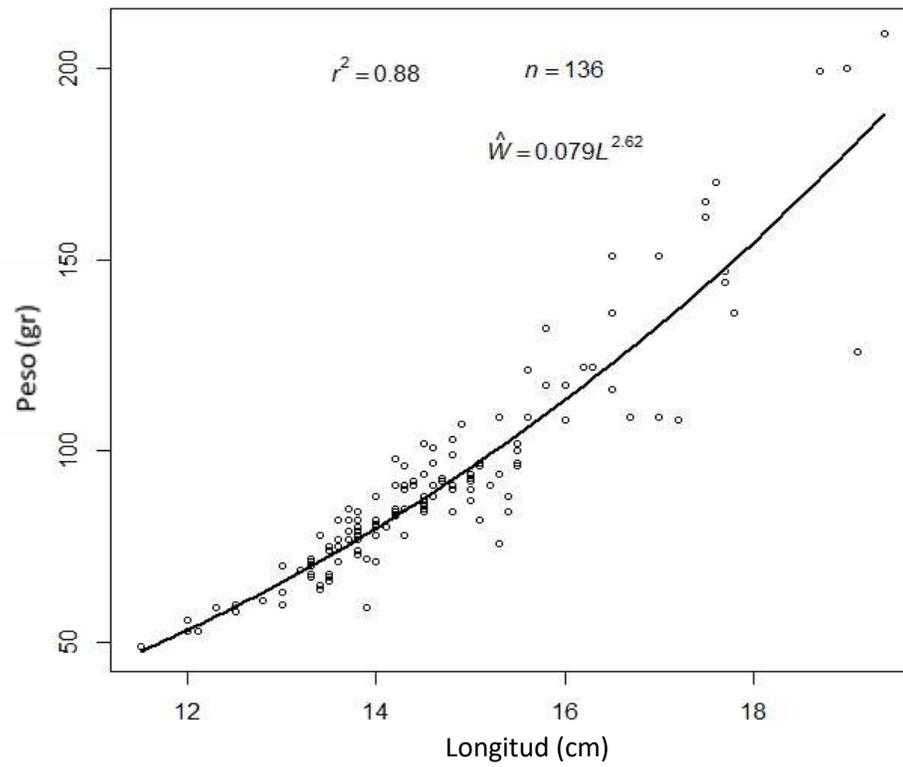


Figura 15 relación peso-longitud en machos de *Gerres simillimus*.

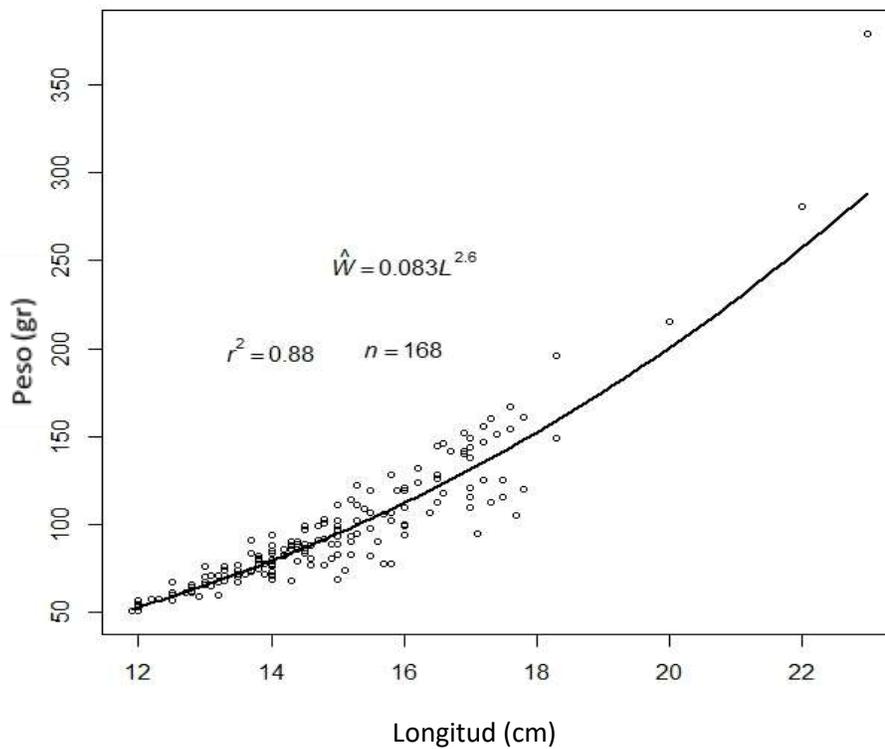


Figura 16 relación peso-longitud en hembras de *Gerres simillimus*.



9.5 Factor de condición Fulton *Gerres simillimus*.

Debido a que los datos no mostraron una distribución normal (Shapiro-Wilk **W = 0.88728** y **P=3.347e-14**) se realizó una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis) con la cual se obtuvo una **P= 0.8016**, **Chi-square= 0.06315**, **df= 1** (H0: P>0.05) obteniendo como resultado que no existen diferencias significativas en el factor de condición de fulton del total de la muestra. Por otro lado para determinar si existían diferencias entre sexos se aplicó la prueba Wilcoxon con la cual se obtuvo una **W=11232**, **P-Value= 0.8021** (H0 P>0.05) demostrando que no existen diferencias significativas entre sexos.

El valor del factor de condición de fulton (k) se encuentra relacionado con el peso y la longitud, los datos de la población fueron analizados de manera individual en sexos combinados y posteriormente para machos y hembras.

En el análisis los datos para sexos combinados fluctuaron entre 0.82 y 1.99 con un promedio de 1.16 y una desviación estándar de ± 0.10 ; para el caso de las hembras los datos se mantuvieron entre 0.85 y 1.99, con un promedio de 1.11 y una desviación estándar de ± 0.10 ; para el caso de los machos los datos se mantuvieron entre 0.82 y 1.38, con un promedio de 1.11 y una desviación estándar de ± 0.09 .

A partir de los datos de factor de condición de fulton (k) tomados de manera individual, para una mejor representación de los datos se realizaron gráficas en donde se presentan los promedios por mes de septiembre 2015 – febrero 2016 para sexos combinados (Figura 17) y sexos separados (machos y hembras, Figura 18). En las gráficas para sexos combinados es posible observar que los datos para el factor de condición de fulton tuvieron un pico en el mes de febrero; Para el caso de los machos estos estuvieron mayormente representados en el mes de diciembre y febrero; por otro lado para las hembras se logra observar que existe una variación en los datos por un aumento en el mes de febrero.

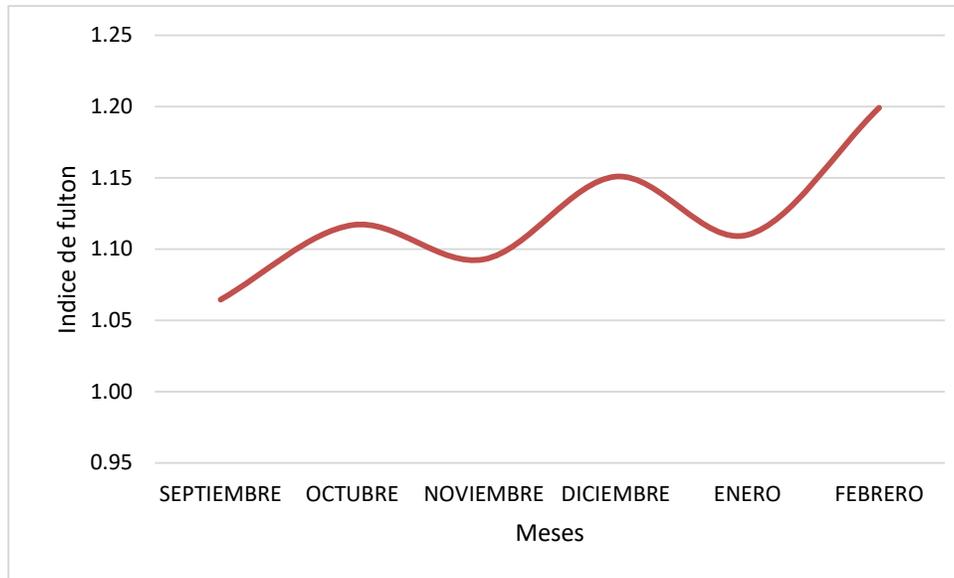


Figura 17 Representación del Factor de condición de Fulton K para sexos combinados en *Gerres simillimus*.

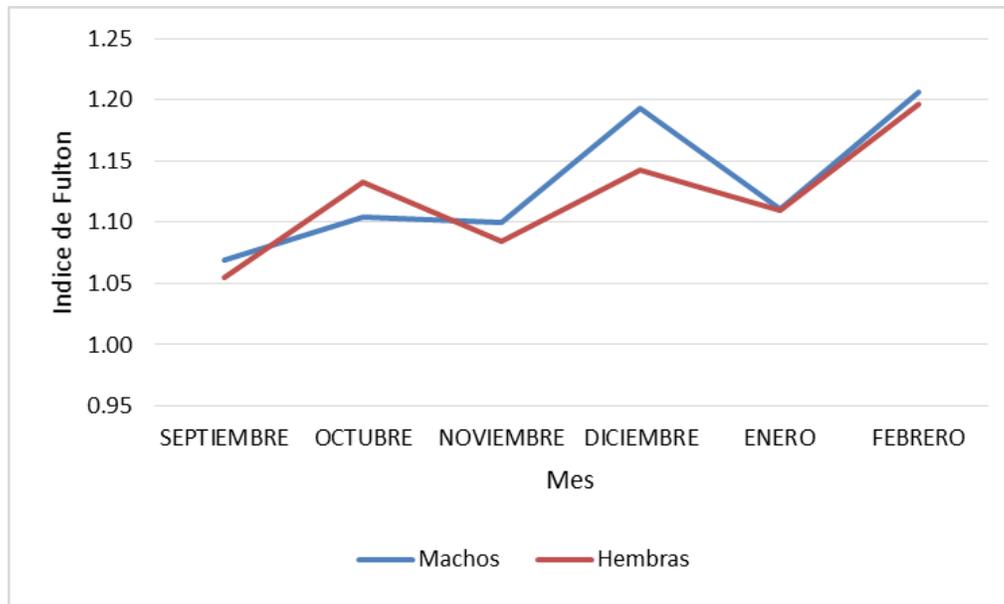


Figura 18 Representación del Factor de condición de Fulton K para machos y hembras de *Gerres simillimus*.



X. DISCUSION

10.1 Estructura de tallas

En algunos estudios sobre determinación de edad en especies de la familia *Gerreidae*, las tallas se encuentran muy bien representadas, por ejemplo en un estudio realizado en las Costas del Pacífico de Manzanillo, Colima para *Gerres cinereus* (ahora *Gerres simillimus*), se obtuvo una longitud máxima de 49 cm y una longitud mínima de 14 cm LT, además se menciona que en los meses de abril y noviembre se encontraron representados por los organismos de menor tamaño, y en el mes de junio por organismos de mayor tamaño (Espino-Barr., *et al* 2014). Por otro lado Gallardo-Cabello *et al.* (2014) reportaron en la mojarra *Diapterus brevirostris* una longitud mínima de 9.1 cm en su LT y una longitud máxima de 32 cm en su LT en la laguna Coyutlán ubicada en el estado de Colima, México; en donde mencionan que en los meses de mayo, junio y diciembre se encontraron a los individuos más pequeños, así como en el mes de junio se reportaron a los organismos de mayor tamaño.

En el presente trabajo el intervalo de tallas obtenido en la pesca comercial de la laguna Mar muerto para *Gerres simillimus* fue muy reducido, debido a que en esta actividad se analizó lo que normalmente es extraído en la pesca comercial, lo que nos proporcionó un número de tallas reducido. En los seis meses de muestreo los organismos mayores a una LT de 30 cm fueron escasos. En los muestreos la dominancia fue representada por las hembras en donde la longitud total osciló entre 16.4 cm LT a 31.6 cm LT y para los machos los datos se encontraron entre 16.3 LT a 26 cm LT; con lo cual se observa que las hembras resultaron ser de mayor talla que los machos en la muestras colectadas. Cabe mencionar que en el mes de febrero fue en donde se encontraron a organismos de mayor talla.

Las cifras anteriormente mencionadas nos muestran que la pesca comercial en *Gerres simillimus* se encuentra representada por organismos de talla promedio. La falta de variación en las tallas de los organismos muestreados puede que se



encuentre relacionado a factores ambientales así como al uso de hábitat de la especie sobre la laguna.

10.2 Estimación de la edad

Espino-Barr., *et al* (2014) estimaron la edad de para *G. cinereus* en las costas de Quintana Roo, México, ellos reportaron siete grupos de edad para esa especie. Gallardo-Cabello *et al.*, (2014) determinaron la longitud media para cada edad de *D. brevirostris* y reportaron seis grupos de edad. Por otro lado Espino-Barr., *et al* (2015) en su estudio sobre morfología, morfometría y anillos de crecimiento en los tres pares de otolitos de la mojarra *Gerres cinereus* (ahora *Gerres simillimus*) determinaron siete grupos de edad visibles en los primeros dos pares de otolitos (sagitta y lapillus). En el presente estudio con base a la lectura de otolitos fue posible determinar cuatro grupos de edad, se realizaron dos lecturas por lector tomando a consideración la última lectura para la estimación de los parámetros y así tener una mayor comparación.

El porcentaje de error promedio (PEP) obtenido fue de 7.5%; esto se contradice a lo mencionado por otros autores en donde mencionan que un error porcentual con esos índices no es del todo consistente debido a que se sobrepasa el límite aceptado para este tipo de estudios (5.5%) (Campana; 2001). Por otro lado el porcentaje de error promedio para el lector 1 fue de 5.8% de igual manera para el lector 2 lo que indica que ambos lectores tienen el mismo nivel de precisión en sus lecturas. Encontrar estudios en Gerreidos en donde se analice el índice de precisión es complicado, un estudio realizado en otolitos en donde se analizó el índice de PEP en *Helicolenus lengerichi* en una región de Chile estuvo valuado entre 0 a 8% de precisión, lo cual es considerado como aceptable para ser un estudio basado en otolitos (Törnvall-Nazal., 2004).

El valor del CV (Coeficiente de variación) obtenido fue de 10.6%, sin embargo de acuerdo a Campana (2001) se establece que la mayoría de los estudios son



llevados a cabo con un CV menor al 7.6% (Campana, 2001); lo cual indica que la reproductibilidad de las lecturas está por encima de los estándares recomendados de acuerdo al autor. Los valores del PA (porcentaje de acuerdo entre lectores) fue del 77% sin diferencias en las estimaciones de edad entre el lector 1 y 2, del 21% con variaciones equivalentes a un año de edad y del 3% con variaciones a dos años entre lecturas; lo cual se considera adecuado de acuerdo a Campana (2001).

10.3 Relación talla-edad

En la relación talla- edad del presente trabajo de acuerdo al modelo de crecimiento de Espino-Barr (2014) se representó de la siguiente manera con cuatro grupos de edad: de 1=16 cm; 2= 24 cm; 3= 30 cm; 4= 35 cm en su LT, en donde el grupo de edad que estuvo mejor representado fue el grupo de edad dos. Por otro lado, Espino-Barr., *et al* (2014) Reporta siete grupos de edad para *G. cinereus* donde a la edad de 1= 16.57 cm, 2= 24.07 cm, 3= 30.15 cm, 4= 35.09 cm, 5= 39.11 cm, 6= 42.36 cm y 7= 45.01 cm. Gallardo-Cabello *et al.*, (2014b) reportaron para *D. brevis* reporta seis grupos de edad en donde a la edad: 1= 9.97 cm; edad 2= 14.86 cm; edad 3= 19.13 cm; edad 4= 22.87 cm; edad 5= 26.12 cm y edad 6= 28.97 cm.

Retomando lo anterior en el Pacífico mexicano se menciona que la mojarra alcanza su madurez sexual en promedio para machos a la longitud de 16.40 cm y para hembras a una longitud de 20.20 cm. Ese es un aspecto a considerar debido a que la mayoría de los organismos colectados se encontraron en promedio en una talla de 20 cm de longitud total (Espino-Barr *et al.*, 2015).

10.4 Relación peso-longitud

Se han realizado diversos estudios en organismos del género *Gerres*, por ejemplo *MeghaAziz et al.*, (2013) determinaron un crecimiento isométrico en ambos



sexos en la relación entre la longitud total y la altura para *G. filamentosus* fue quienes indicaron que los parámetros corporales crecieron simétricamente, sin embargo presentaron diferencias significativas en las fluctuaciones debido a cambios fisiológicos de la especie. Otro estudio realizado por Van-Thiep *et al.* (2014) para la mojarrar *G. filamentosus* en la zona costera de la provincia Quang Bing, Vietnam, determinaron en la relación anterior, que esa especie presenta una tendencia alométrica positiva, con una mayor tendencia hacia los machos que en las hembras; sin embargo el crecimiento fue isométrico para ambos sexos en la relación longitud total-peso total. Por otro lado Espino-Barr *et al.*, (2014) determinaron en *G. cinereus* (ahora *Gerres simillimus*) una relación peso-longitud obteniendo un valor de $b=3.193$, lo cual indica un crecimiento del tipo isométrico.

Mientras que en el presente estudio la relación talla-peso para *G. simillimus* en los machos fue un poco menor que en las hembras; los análisis indican que la especie en general presenta un crecimiento alométrico negativo para machos, hembras y el total de la población muestreada es decir; incrementa su longitud en mayor proporción que su peso.

10.5 Factor de condición de Fulton.

El valor promedio del factor de condición estimado para la población y en sexos separados (macho/hembra) en la mojarrar *Gerres simillimus* se mantuvo cercano a 1. Datos similares fueron reportados para una especie de la Familia Gerreidae (*Eugerres mexicanus*) en el río Usumacinta, esta especie mostró valores del índice de Fulton entre los grupos de machos de $K_n=1.0015$, para hembras valores de $K_n=1.0013$ y en juveniles valores de $K_n= 1.012$, los cuales son cercanos a uno lo cual indica la excelente condición que presenta el pez en el ecosistema (Valdez-Zenil *et al.*, 2014).

Retomando lo anterior en el presente estudio para la mojarrar *G. simillimus* no se presentaron diferencias significativas entre sexos y el factor de condición de Fulton,



sin embargo se registraron fluctuaciones entre los meses de muestreos con una tendencia en aumento hasta alcanzar su valor máximo en el mes de febrero; alcanzando valores de K cercanos a 1.20, lo cual indica de acuerdo a Barnham y Baxter., (2003) que es un pez que en promedio cumple con las condiciones y características ecológicas y biológicas que favorecen su desarrollo en el ecosistema acuático; en donde valores cercanos y mayores a $K=1$ indican condiciones aceptables en el organismo y valores menores a $K=1$ indican organismos con condiciones no óptimas en su desarrollo.



XI. CONCLUSIONES

- El uso de otolitos como método para determinar la edad de la población pesquera comercial resulta ser un método adecuado para esta especie, debido a que en la submuestra seleccionada para el análisis de edad fue posible apreciar los anillos de crecimiento en los otolitos sagitta así como la determinación de la edad en los mismos; al relacionar los datos de edad con los resultados obtenidos de las fórmulas de validación de la edad los resultados se encontraron dentro del rango permitido para este tipo de estudios.
- La población comercial analizada en este estudio de acuerdo al índice de Fulton (K) se encontró dentro del estándar permitido para este tipo de estudios, por lo que se determinó que el sistema le proporciona recursos (alimento y espacio) y condiciones adecuadas para su desarrollo.
- El mes en el cual se encontraron organismos de mayor tamaño fue en el mes de Febrero, y en su mayoría la población comercial se encontró representada por hembras.
- Por medio de la lectura de otolitos sagitta se detectaron 4 grupos de edad predominando organismos de 2 años de edad en un 72% de la muestra analizada.
- El crecimiento detectado fue alométrico negativo ($b=2.59$) para el total de la población, para machos ($b= 2.62$) y hembras ($b=2.6$) es decir; aumentan en mayor proporción su talla que el peso.
- Se determinó que la población comercial de mojarras blancas (*Gerres simillimus*) dentro de los seis meses de muestreo estuvo representado en mayor parte por organismos de 20 centímetros.



XII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer uso de métodos de pesca más selectivos que permitan realizar la captura de organismos de mayor tamaño, lo cual permitirá obtener una pesca sostenible.
- Promover estudios que se enfoquen en el ciclo reproductivo de esta especie, para tener un mejor manejo de la misma.
- Que en los estudios de edad y crecimiento que implique el análisis de estructuras duras se recurra a otros análisis para tener lecturas más precisas.
- Entablar talleres de sensibilización a los pescadores sobre la sobrepesca de esta especie y la importancia de la misma en el sistema.



XIII. REFERENCIAS

Aguirre-León, A. y A. Yáñez-Arancibia. 1986. Mojarras de la Laguna de Términos: Biología, ecología y dinámica trófica. Pisces: Gerreidae. Instituto de ciencias del Mar y limnología. UNAM. México. 13 (1): 369-443.

Alcaraz-García., Z.T. 2012. Edad, crecimiento y mortalidad natural del bonito *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810) en el suroeste del Golfo de México. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesqueras. Boca del Rio Veracruz. 53 pp.

Allen, G.R. y D.R. Robertson 1998. Peces del Pacífico Oriental tropical. CONABIO, Agrupación Sierra Madre. México: CEMEX. 327p.

Álvarez, F., Escobar-Briones E. Y Alcocer J. 2000. Sistemas anquialinos en México. Ciencia y Desarrollo, XXVI (155): 36-45.

Ayala-Castañares, A. y F. B. Phleger. 1967. Estabilidad del acceso a la Laguna del Mar Muerto, Chiapas, México. Cervantes-Castro, D. Lagunas Costeras, un Simposio. M: em. Simp. Intern. Lagunas Costeras. Nov. 28-30 (1969). In: (Eds.) UNAM-UNESCO, 367-376. México, D. F.

Barnham, C. y Baxter, A. 2003. Condition factor, K, for salmonid fish. Fisheries Notes, Victoria The Place To Be. FN0005:1-3.

Beamish, R. J. & Fournier, D. A. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determination. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 38, 982-983 pp.

Burnes-Romo, L. 2009. Estatus Taxonómico de *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792), (TELEOSTEI: GEREIDAE). Tesis de Maestría. Instituto politécnico Nacional, CICIMAR. La paz Baja California Sur; México. 82pp.



Bussing, W. 1995. Peces óseos: Gerreidae, mojarras. En Guía FAO para la identificación de especies para fines de pesca. Pacífico-Oriental (1114-1128p). Roma, Italia: FAO.

Cadima, E. L. 2003. Manual de Evaluación de Recursos Pesqueros. FAO Documento Técnico de pesca. N° 393. Roma, FAO. 162 p.

Campana, 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. Journal of Fish Biology 59: 197-242 pp.

Castro-Aguirre, J.L., Espinosa Pérez, H.S. y Schmitter-Soto J. J. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. En Colección de textos politécnicos (serie biotecnologías). México D.F: Limusa Editores.711p.

Chang, W. Y. B. 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39: 1208–1210 pp

Chávez, A. E. 1979. Análisis de la comunidad de una laguna costera en la costa sur occidental de México. Centro de ciencias del Mar y limnología. UNAM. México. 6 (2): 15-44.

Chávez-Comparán, J. C. y M. G. Hammann. 1989. Dieta de las mojarras, *Gerres cinereus* y *Diapterus peruvianus* (Pisces: Gerreidae) en la laguna de Cuyutlán, Colima, México, durante verano. Ciencias Marinas, 15 (3): 71-80.

CONABIO. 2016. Laguna mar muerto. 10/Nov/ 2016. De CONABIO. Sitio web:http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_038.htm

CONAPESCA. 2014. carta nacional pesquera. 15/Mayo/2016, de SAGARPA
Sitio web:
http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion.



Cyrus D.P. y Blaber, S.J.M. 1982. Mouthpart structure and function and the feeding mechanisms of Gerres (Teleostei). South african journal of zoology. 17, 117-121.

De La Cruz-Agüero J., M. Arellano-Martínez, G. y V. Cota- Gómez. 1997. Catálogo de peces marinos de Baja California Sur. IPNCICIMAR. México. 341 p.

De La Cruz-Agüero, J. 2001. Sistemática y Biogeografía de las especies del género *Eucinostomus* (Teleostei: Gerreidae). Tesis Doctoral. Con especialidad en Ciencias Marinas. CICIMAR-IPN. México. 181 p.

Development Core Team. 2009. R[A2] : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Díaz-Murillo B.P. 2010. Otolitos Sagitta de especies selectas de Gerreidae (TELEOSTEI: PERCIFORMES): Variación interespecífica y su aplicación taxonómica. Instituto politécnico nacional Centro interdisciplinario de ciencias Marinas; La Paz, B.C.S. 83p.

Espino-Barr, E., Cruz-Romero, M. y García-Boa, A. 2003. Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México. CONABIO, INP, CRIP, Manzanillo, México. 8:106p

Espino-Barr, E., Gallardo-Cabello M. Cabral-Solís, E.G., Puente-Gómez, M. y Garcia-Boa A. 2014. Growth of the Yellowfin Mojarra *Gerres cinereus* off the Pacific Coast of Mexico. Journal of Fisheries and Aquatic Science. 9 (1): 14-23.

Espino-Barr, E., Gallardo-Cabello, M., Cabral-Solis, E. Gpe., Garcia-Boa, A. y Puentes-Gómez M. 2015. Analysis of the otoliths sagitta, asteristus and lapillus of Yelowfin Mojarra *Gerres cinereus* (Perciformes: Gerreidae) in the coast of Colima and Jalisco, México. Open Journal of ocean and coastal sciences. 2 (1): 18-33.



Espino-Barr, E., Gallardo-Cabello, M., Cabral-Solís, E.G., Puente-Gómez, M. y Garcia-Boa, A. 2015. Reproduction of *Gerres cinereus* (Percoidei: Gerreidae) off the Mexican Pacific Coast. *Rev. Mar. Cost.* (7):83-98.

FAO. 1995. Códigos de conducta para la pesca responsable. Sitio web. Código de Conducta para la Pesca Responsable. FI Institutional Websites. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 13 March 2014. [Citado 9 February 2017]. <http://www.fao.org/fishery/c>

FAO. 2011. The state of world fisheries and aquaculture 2009. *Freshwater Research.* 56, 485-495.

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E. y Niem, V.H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico centro-oriental. Vertebrados-parte 1 (2). Roma: FAO. 647-1200p.

Flores-Hernández, D., Ramos-Miranda, J. y Sosa-López, A. (compiladores), 2007. Estadística Descriptiva, Probabilidad y Prueba de Hipótesis I. Universidad Autónoma de Campeche. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. 150p.

Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22: 241-253.

Frosen, R. y Pauly, D. Editores. 2015. *Gerres simillimus* (Walbaum, 1792) Yellow fin mojarra. 30/Junio/2015, de FishBase sitio web: <http://www.fishbase.se/summary/Gerres-simillimus.html>.

Frosen, R. y Pauly, D. Editores. 2017. *Gerres simillimus* (Walbaum, 1792) Yellow fin mojarra. 30/Ene/2017, de FishBase Sitio web: <http://www.fishbase.org/ComNames/CommonNameSummary.php?autoctr=48979>.

Gallardo-Cabello M., Espino-Bar E., Cabral-Solís E.G., Garcia-Boa A. y Puente-Gómez M. 2014b Growth of the Shortnose Mojarra *Diapterus brevirostris*



(Perciformes: Gerreidae) in Central Mexican Pacific. Rev. Avances en investigación agropecuaria. 18 (2): 27-40.

Gallardo-Cabello M., Espino-Barr E., Cabral-Solis E.Gpe., Puente-Gomez M. y Garcia-Boa A. 2014a. Morphometric analysis on sagitta, asteriscus and lapillus of Shortnose Mojarra *Diapterus brevirostris* (Teleostei: Gerreidae) in Cuyutlan coastal Lagoon, Colima, México. Rev: Biología Marina y Oceanografía. 49 (2): 209-223.

García-Bellido, R., Gonzalez-Such, J. y Jornet-Meliá, J.M. 2010. SPSS: Pruebas no paramétricas: Material elaborado en el marco de la convocatoria de innovación del Vicerectorat de convergencia. Grupo de innovación educativa (InnovaMIDE). Universitat de Valencia.

González-Acosta A.F., Ruiz-Campos G. y Rubio-Rodríguez U. 2014. El hueso urohial de los peces Gerreidae (Teleostei: Percoidei) de América y su aplicación taxonómica. International Journal of Morphology. 32(3): 923-929.

Holden, M.J y Raitt, D.F.S. 1975. Manual de ciencia pesquera: Parte 2 Metodos para investigar los recursos y su aplicación. 5/Julio/2017. Recuperado del sitio web: <http://www.fao.org/docrep/003/F0752S/F0752S04.htm#ch4.12>.

James, P.S.B.R. 1985. Comparative osteology of the fishes of the family Leiognathidae. Indian journal of Fisheries, 32 (3): 309-357.

Jennings, S., y Kaiser, M. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. Advances in Marine Biology, 34, 201-352.

Kerschner, B.A., Peterson, M.S., y Gilmore, R.G. 1985. Ecotopic and ontogenetic trophic variation in mojarras (Pisces: Gerreidae). ESTUARIES 8, 311-322.

Leta, H.R. y Kein, A. 1982. Lectura de edades en otolitos de peces Teleósteos. 9/Feb/2017, de Depósito de documentos de la FAO sitio web: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC567S/AC567S00.htm#TOC>.



López-Vila, J.M. 2010. El descarte en la pesca del camarón en un sistema lagunar de la reserva de la biosfera “La encrucijada”, Chiapas, México. Universidad de ciencias y artes de Chiapas, facultad de ciencias biológicas. Tesis de licenciatura. 51p.

Maroñas, M.E. 2006. Crecimiento individual en peces. 6/Dic/ 2015, de online Sitio web:
<http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecopoblaciones/TP/Maro%202006%20%20Crecimiento%20individual%20en%20peces.pdf>

McEachran, J. D. y J. D. Fechhelm. 2005. Fishes of the Gulf of Mexico. Scorpaeniformes to Tetraodontiformes. Texas, E.U.A.: University of Texas Press. 2, 1004 p.

Megha-Aziz, V., Ambily, V. y Bijoy-Nandan, S. 2013. Age and growth of *Gerres filamentosus* (Cuvier, 1829) from Kodungallur, Azhikode Estuary, Kerala. African Academic Journals. 8 (29): 4007-4014.

Miller, R. R. 2005. Freshwater fishes of Mexico. The University of Chicago Press. E.U.A. 490 p.

Morales-Nin, B. 1991 Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 322. Roma, FAO. 58p. 10/Nov/2016, de Depósito de documentos de la FAO sitio web: <http://www.fao.org/docrep/006/T0529S/T0529S00.htm#TOC>.

Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world. New York: Jhon Wiley & Sons, 3ª ed. 600p.

ODUM, E. (1972). Ecología. 640. Nueva Editorial Interamericana.

Panfili, J., De Pontual, J., Troadec, J. y Wright, P.J. 2002. Manual of Fish Sclerochronology. Brest, France. : Ifremer-IRD. 464p.

Picciolo, A. 1960. The development of the anterior interhemal cone of *Eucinostomus argenteus* Baird and Girard. Copeia, (1): 70-71.



Ramírez_Torres, A. 2007. Comparación de técnicas morfométricas aplicadas a la taxonomía de especies del género *Diapterus* RANZANI, 1842 (Teleostei: Gerreidae). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz B.C.S. 52 p.

Ramos-Lozano L.J. 2010. Aspectos biológicos de la familia Gerreidae (Teleostei:percoidei) en el estero el Conchalito, La Paz, B.C.S. México. Instituto politécnico nacional, centro interdisciplinario de ciencias Marinas. Tesis de maestría. Especialidad en manejo de recursos marinos. 98p.

Ricker W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of Environment, fisheries and marine service, Ottawa, ON. 382p.

Rivera-Félix V., Martínez-Pérez J.A., Rubio-Molina J., Quintanar-Zuñiga R.E. y Franco-Lopez J. 2013. Morphology and morphometric relationships of the sagitta of *Diapterus auratus* (Perciformes: Gerreidae) from Veracruz, Mexico. Rev. Biol. Trop. 6 (1): 139-147.

Rodríguez da Costa, M., Albieri, R.J., Neves, L.M., Santos, A.B.L. y Araujo, F.G. 2012. Distribution and size of the mojarrá *Diapterus rhombeus* (Cuvier) (Actinopterygii, Gerreidae) in a Southeastern Brazilian bay, Braz. J. Oceanog., 60 (2): 199-207.

Rodríguez-Romero, J., D. S. Palacios-Salgado, y E. E. de la Vega-Meza. 2008. Record size of yellowfin mojarrá *Gerres cinereus* (Percoidei: Gerreidae) off the west coast of the Baja California Peninsula. JMBA2-Biodiversity Records.

Romero, M.A.S. y J.L.Castro, A. 1983. Aspectos de la biología de la lisa (*Mugil cephalus Linnaeus*) en el Mar Muerto, Chiapas, México. Escuela Nacional de ciencias biológicas. México. 2 (7): 95 -112.

Schmitter-Soto, J.J. 1998. Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo. Guías científicas ECOSUR. El colegio de la frontera Sur. Chiapas, México. 239 p.



Svoboda, A. 2013. Método para determinar la estacionalidad de ocupación de sitios arqueológicos de ambientes fluviolacustres de Patagonia a partir de la observación de otolitos de percas. La Zaranda de Ideas. Buenos aires Argentina. 9:(2). 145-132 p.

Tapia-García, M. 1997 Estructura e interacciones ecológicas de las comunidades de peces de la plataforma continental y la laguna Mar Muerto, en el Golfo de Tehuantepec, al sur del Pacífico Mexicano. Tesis Doctoral. UNAM, México, 135 p.

Tapia-García, M., Ramos-Santiago E. Y Ayala-Cortés A. 1998. La actividad humana y su impacto en la zona costera, con énfasis en el Istmo de Tehuantepec, cap. 15, en M. Tapia-García (ed.) El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México, 209-228.

Törnvall-Nazal, G. 2004. Periodicidad en la formación de los anillos en otolito y estimación de los parámetros de crecimiento de *Helicolenus lengerichi* (Norman, 1937) en la X región, Chile. Tesis de licenciatura. Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias, Escuela de biología marina. Valdivia, Chile. 43p.

Tovilla-Hernández, C. y A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar Mar Muerto. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. En CONABIO sitio http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/PS29_Mar_Muerto_caracterizaci%C3%B3n.pdf.

Valdez-Zenil, J.V., Rodiles-Hernández, R., González-Acosta, A.F., Barba-Macías, E. y Mendoza-Carranza, M. 2015. Abundancia relativa, estructura de tallas y relación longitud-peso de la mojarra mexicana *Eugerres mexicanus*. Ecosistemas y recursos agropecuarios. UJAT. 2(6): 349:356.

Vallejos, A. 2010. Como calcular la edad de los peces métodos, edad y crecimiento en peces. 7/Dic/2015, de Mascota Domestica Sitio web:



<http://www.mascotadomestica.com/articulos-de-peces/como-calcular-la-edad-de-los-peces-metodos.html>.

Valle-Lopéz F.L. 2014 Relación de la longitud del otolito Sagitta Versus longitud y peso corporal en especies selectas de Mojarras (Perciformes: Gerreidae). Universidad Autónoma de Baja California sur. Tesis de licenciatura. La paz, Baja california sur, México. 48p.

Van-Thiep, Vo., Thi-Yen, Tran., Thi-Huong-Binh, Nguyen. Y Ngoc-Tam, Huynh. 2014 Growth characteristics of fish species *Gerres filamentosus* (Cuvier, 1829) in coastal Zone, Quang Binh province. Journal of Vietnamese Environment. 6 (3):184-187.

Yáñez-Arancibia, A. y Nugent, R.S. 1977. El papel ecológico de los peces estuuarios y lagunas costeras. Centro de ciencias del mar y limnología. UNAM. México. 4, 107-114.



XIV. ANEXOS



Figura 19 Presentación de la mojarra *Gerres similimus* previo a la obtención de datos.



Figura 20 Toma de tallas necerarias en *Gerres simillimus* para el estudio.



Figura 21 Toma de datos de peso en *Gerres simillimus*.



Figura 22 Corte sobre el proceso occipital para la obtención del otolito en *Gerres simillimus*.



Figura 23 Corte sobre la branquia para la obtención del Otolito en *Gerres simillimus*.



Figura 24 Obtención del otolito de las capsulas oticas en *Gerres simillimus*.



Figura 25 Preparación del otolito de la mojarra blanca (*Gerres simillimus*) para su observación



Figura 26 Sexado de *Gerres simillimus*.