



UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**ECO-MORFOMETRÍA DE LOS OTOLITOS *SAGITTA* COMO
HERRAMIENTA PARA LA DETERMINACIÓN DE EDAD EN ESPECIES
DE LA FAMILIA HAEMULIDAE PROVENIENTES DEL MERCADO DE
LA LIBERTAD EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:
BIÓLOGO

Autor

DOMÉNICA SALOMÉ BOZANO RIVADENEIRA

Tutor

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ Ph.D

Co – tutor

BLGA. NATALIA GONZÁLEZ CARVAJAL

LA LIBERTAD – ECUADOR 2023

UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**ECO-MORFOMETRÍA DE LOS OTOLITOS *SAGITTA* COMO
HERRAMIENTA PARA LA DETERMINACIÓN DE EDAD EN ESPECIES
DE LA FAMILIA HAEMULIDAE PROVENIENTE DEL MERCADO DE
LA LIBERTAD EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:
BIÓLOGO

Autor

DOMÉNICA SALOMÉ BOZANO RIVADENEIRA

Tutor

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ Ph.D

Co – tutor

BLGA. NATALIA GONZÁLEZ CARVAJAL

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

DEDICATORIA

A Dios que me ha permitido tener oportunidades y aprovecharlas en el momento dado.

A mis padres Doris y Rafael que con afecto y asertividad han sabido apoyarme y guiarme por el camino de la responsabilidad y me han enseñado a luchar por lo que se quiere.

A mis hermanos, en especial a Karina que sin su apoyo y ayuda no hubiese logrado alcanzar este sueño.

A mi esposo Yixon y a mis hijas Angie y Anikka, que son el motor de mi vida y la razón más importante para seguir avanzando con paso firme

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), a sus autoridades Blgo. Richard Duque e Ing. Jimmy Villón y al Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), por el apoyo brindado para la realización de las actividades de este trabajo de titulación.

A la Blga. María Herminia Cornejo PhD., quien fungió como tutora de este trabajo, agradezco la cariñosa acogida sabiendo ser guía y apoyo en mi labor científica.

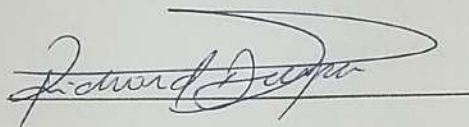
A la Blga. Natalia González por su guía y ayuda en la redacción del documento.

Al Blgo. Yixon Vélez por ser mentor y demostrar un interés y una entrega que ha sobrepasado, por mucho, mis expectativas.

Al Blgo. Jorge Luis Tello, quien a pesar de estar lejos me extendió su mano ayuda en el ámbito estadístico.

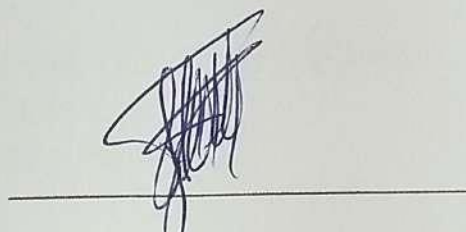
Por último, un agradecimiento a los profesores que formaron parte de mi vida universitaria, aportando conocimientos para tener una buena formación profesional.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



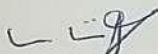
Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.

DECANO (a)



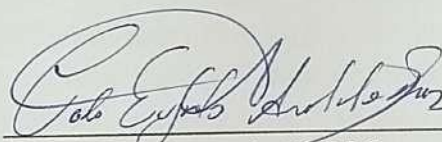
Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

DIRECTOR (a)



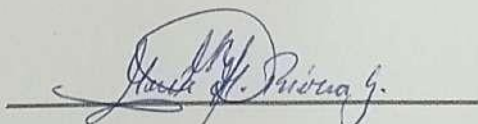
Blga. Maria Herminia Cornejo PhD.

DOCENTE TUTOR



Blgo. Carlos Andrade, M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

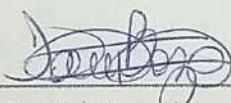


Abg. María Rivera González, Mgtr.

SECRETARIA GENERAL - PROCURADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por las ideas, contenido y análisis de los resultados expuestos en este trabajo de titulación pertenece exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la misma, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE).



Bozano Rivadeneira Doménica Salomé

CC:1750661009

ÍNDICE GENERAL

2.	INTRODUCCIÓN	1
3.	JUSTIFICACIÓN	4
4.	OBJETIVO PRINCIPAL.....	7
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
6.	HIPÓTESIS.....	8
7.	MARCO TEÓRICO	9
	7.1 Características de la familia.....	9
	7.2 Características biológicas de las especies.....	10
	7.3 Edad en peces y su determinación.....	14
	7.4 Características de los Otolitos.....	14
	7.5 Composición de los otolitos	16
8.	MARCO METODOLÓGICO	17
	8.1 Zona de estudio y colecta de especímenes.....	17
	8.2 Identificación y biometría de individuos.....	18
	8.3 Obtención de los otolitos.....	20
	8.4 Análisis de edad mediante conteo de anillos	21
	8.5 Morfometría y morfología de los otolitos.....	22
	8.5.1 Morfometría de los otolitos	22
	8.5.2 Morfología	26
	8.5.4 Análisis biológico.....	34
	8.5.5 Análisis estadístico basado en morfometría.....	36
9.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	41
	9.1 Identificación morfológica de especies y otolitos sagitta.....	41
	9.2 Análisis de resultados estadísticos	50
10.	DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
	10.1 Discusión	64
	10.2 Conclusiones	66
	10.3 Recomendaciones	69
11.	BIBLIOGRAFÍA	70
12.	ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del otolito sagitta en la caosula ótica del pez. Modificado de Assis (2004).....	15
Figura 2 Mapa identificativo del sitio de muestreo mercado de la Libertad en la provincia de Santa Elena. Fuente: Google maps 2023 (modificado por Bozano, 2023).	18
Figura 3 Caracteres morfométricos del pez	19
Figura 4 Obtención de otolitos sagitta de <i>Genyatremus dovii</i> . (A) biometría de longitud total del. (B) vista ventral del neurocráneo cerrado. (C) corte para abrir la cámara otica. (D) extracción de los otolitos.	20
Figura 5 Otolito derecho de roncador de 2 años. N: núcleo; A1 y A2 anillos anuales hialinos.	21
Figura 6 otolito izquierdo de roncador bajo el tratamiento a base de cristal violeta para observación de estructuras.....	22
Figura 7: Caracteres morfológicos de otolito sagitta.....	23
Figura 8 Clasificación de la forma de los otolitos. 1: reloj de arena, 2: lobado, 3: piriforme, 4: alto, 5: cuneiforme, 6: irregular, 7: cuadrado, 8: triangular, 9: discoidal, 10: elíptico, 11: oval, 12: semicircular, 13: romboidal, 14: pentagonal, 15: hexagonal, 16: fusiforme, 17: sagital, 18: lanceolado, 19: rectangular, 20: forma de bala, 21: trapezoidal, 22: forma de lanza, 23: reniforme, 24: oblongo	27
Figura 9 Clasificación de la región anterior y posterior de los otolitos. 1: puntiagudo, 2: angular, 3: enmarcada, 4: partida, 5: punta doble, 6: redonda, 7: aplanada, 8: oblicua, 9 y 10: lanceolada, 11: irregular	28
Figura 10 Clasificación de los bordes de los otolitos. 1: liso, 2: irregular, 3: lobado, 4: dentado, 5: sinuoso, 6: serrado, 7: crenulado.....	29
Figura 11 Clasificación de la posición del sulcus acusticus. 1: inframedial, 2: medial, 3: supramedial.	29
Figura 12 Clasificación de las orientaciones del sulcus acusticus. A. horizontal (<i>Decapterus punctatus</i>); B. descendente (<i>Selene vomer</i>) y C. ascendente (<i>Menticirrhus americanus</i>).	30
Figura 13 Clasificación de la morfología del sulcus acusticus. A. archeosulcoide (<i>Urophycis mystacea</i>); B. pseudo-archeosulcoide (<i>Pellona harroweri</i>); C. homosulcoide (<i>Malacocephalus laevis</i>) e D. heterosulcoide (<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i>	31
Figura 14 Clasificación de la abertura del sulcus acusticus. 1: ostial, 2: caudal, 3: pseudo-ostiocaudal, 4: mesial, 5: pseudo-ostial, 6: para-ostial, 7: ostiocaudal.....	31
Figura 15 Caracterización del ostium. 1: doblado-cóncavo, 2: doblado, 3: tubular, 4: lateral, 5: discoidal, 6: en forma de embudo, 7: rectangular, 8: ovalcircular, 9: elíptica... ..	32
Figura 16 . Clasificación de la cauda. 1: tubular, 2: elíptica, 3. oval-circular, 4: recta, 5: curva, 6: sinuosa, 7: levemente curva, 8: moderadamente curva, 9: fuertemente curva, 10: doblada.	33

Figura 17 Gráficos que detallan los diferentes perfiles de los otolitos. A: plano; B: biconvexo; C: plano-convexo; D: concavo-convexo.....	34
Figura 18. Análisis de intervalos de medias de índices E pertenecientes a las 4 especies selectas de la familia Haemulidae.....	51
Figura 19. Análisis de intervalos de medias de índices R de las especies estudiadas	51
Figura 20. Análisis de proporción sexual entre las especies selectas de la familia Haemulidae	52
Figura 21. Análisis de medias correspondientes a talla entre las especies estudiadas....	53
Figura 22. Análisis de medias correspondiente a peso de las especies objeto de estudio.	54
Figura 23. Correlación longitud total vs peso del pez correspondiente a las especies estudiadas.	55
Figura 24. Relación alométrica longitud del pez vs Longitud del otolito correspondiente a las especies estudiadas de la familia Haemulidae.	56
Figura 25. Relación alométrica longitud del pez vs peso del otolito de las especies como objeto de estudio	57
Figura 26. Análisis de tendencias geométricas del otolito sagitta perteneciente a las especies estudiadas de la familia Haemulidae.....	58
Figura 27. Análisis de datos métricos del otolito sagitta de las especies estudiadas.....	59
Figura 28. Análisis de datos métricos del sulcus acusticus de los otolitos sagitta estudiados.....	59
Figura 29. Análisis de parámetro de edad correspondiente a las especies estudiadas ...	60
Figura 30. Análisis de comparación de medias entre especies tomadas como objeto de estudio	61
Figura 31. Obtención de curvas de crecimiento de las Especies estudiadas.....	63
Figura 32 Determinación de la longitud total y longitud furcal de los organismos.....	74
Figura 33 Determinación de la altura de los organismos.....	75
Figura 34 Obtención del peso en gramos mediante el uso de balanza electrónica	75
Figura 35. Corte ventral para la visualización de gónadas e identificación sexual.	76
Figura 36. Corte longitudinal en la abertura opercular e identificación de la cámara ótica.	76
Figura 37. Abertura de la cámara ótica y extracción de otolitos.....	77
Figura 38. Lavado de otolitos en cloro comercial siendo tallados con un pincel de cerdas suaves para eliminar restos de epitelio.....	77
Figura 39. Otolitos lavados, secados y almacenados en tubos Ependorff rotulados	78
Figura 40. Obtención el parametro peso del otolito (W) en gramos	78
Figura 41. Obtención de medidas del otolito correspondientes a longitud total (OL); longitud media (OLM); altura (OH).	79

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1 Identificación morfológica de especies selectas de la familia Haemulidae y sus respectivos otolitos sagitta	42
Tabla 2 Correlación de Pearson en base a la longitud total del pez vs longitud del otolito y a la longitud total del pez vs peso del otolito	56
Tabla 3. Resultado de ANOVA para los principales descriptores de los otolitos de las especies selectas.	58
Tabla 4. Variables necesarias en la ecuación de Von Bertalanffy obtenidas a través del ploteo de Ford-Walfrod	62

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

Achatada: Posee características sin punta, aplastado o romo.

Antirrostro: Es una protuberancia redondeada angulosa o cónico, generalmente más pequeña que el rostrum, situada como prolongación del borde dorsal de los otolitos.

Aragonita: Forma cristalina de carbonato de calcio.

Cauda: Estructura situada después del *collum*, en la región posterior del *sulcus*.

Cristal violeta: Compuesto químico empleado como indicador de pH y colorante.

Eco-morfología: Estudio de relaciones entre la forma de los cuerpos y los estilos de vida.

Glicerina: Compuesto orgánico a base de alcohol de azúcar de consistencia viscosa y carente de color.

Lagena: Cavidad ótica en los peces que se ubica en el sistema acústico lateral.

Neurocráneo: Cubierta ósea que cubre las meninges craneales y sus cubiertas membranosas adyacentes.

Otolina: Matriz orgánica de tipo proteica, fibrosa que unen a los cristales de aragonita ubicándolos concéntricamente sobre un núcleo central.

Otolito: En peces, se denomina a los cuerpos calcáreos que se hallan en el interior del aparato vestibular o también llamado oído interno en los peces teleósteos.

Primordium: Lugar de inicio del crecimiento de los otolitos o llamado núcleo central, el cual está compuesto de materia orgánica.

Red agallera: Arte de pesca que consiste en una malla tejida, usada para la captura de peces pelágicos

Rostrum: Prolongación que se encuentra en borde ventral del otolito, proyectado desde el extremo anterior.

Sagitta: En el aparato vestibular las células sensoriales que recubre las cámaras óticas o mácula secretan carbonato de calcio formando al otolito sagita.

Sulcus acusticus: Es una depresión longitudinal que se halla en el medio de la cara interna del otolito.

Zona hialina: Zonas de crecimiento del otolito que contiene grandes cantidades de carbonato de calcio. Relacionada con el crecimiento en época de invierno.

Zona opaca: Zona de crecimiento del otolito que no contiene mucha cantidad de carbonato de calcio. Relacionada con el crecimiento en época de verano.

ABREVIATURAS

Ca: Calcio

CaCO₃: Carbonato de calcio

cm: Centímetros

g: Gramos

IPIAP: Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca

K: Coeficiente de crecimiento

L_∞: Longitud asintótica

LMO: Longitud Media del Otolito

LT: Longitud Total

LTO: Longitud Total del Otolito

OH: Altura del otolito

W: Peso

1. RESUMEN

Las investigaciones realizadas en base al estudio de otolitos *sagitta* para análisis morfométricos y determinación de edades resultan de gran importancia al querer valorar el stock pesquero de ciertas familias o especies de peces. En este estudio se procedió a caracterizar la eco-morfometría de los otolitos *sagitta* de 4 especies pertenecientes a la familia Haemulidae, la cual se determinó a partir del análisis de parámetros morfológicos y la lectura e interpretación de edades mediante el conteo de anillos concéntricos, visualizados a partir de la sumersión de la estructura en glicerina. Se analizaron un total de 120 organismos, obtenidos mediante muestreo directo en el mercado de La Libertad en un periodo de tiempo comprendido entre marzo – mayo 2023. Se estableció relación talla - peso mediante análisis estadísticos y se estimaron las curvas de crecimiento en base a la edad y la longitud con la ecuación de crecimiento establecida por Von Bertalanffy. La interpretación de anillos permitió establecer 4 grupos de edades donde los organismos que poseen 1 año son los más representativos. Por otro lado, el análisis de ANOVA nos dio como resultado que el único parámetro que no posee diferencias significativas con un valor p de $0.08 > \alpha$ es la abertura del sulcus. Las curvas de crecimiento obtenidas de la aplicación de Von Bertalanffy nos indican que las especies pertenecientes a la familia Haemulidae poseen un crecimiento acelerado en los primeros años, mismo que se va reduciendo conforme va alcanzando su talla máxima asintótica. En base a la presente investigación se concluye que entre los parámetros analizados de los organismos estudiados existe una variación estadísticamente significativa, siendo así útil para futuros estudios de identificación.

Palabras clave: *anillos concéntricos, otolitos sagitta, Von Bertalanffy, Haemulidae.*

ABSTRACT

The investigations carried out based on the study of *sagitta* otoliths for morphometric analyzes and determinations of resulting ages of great importance when wanting to assess the fishing stock of certain families or species of fish. In this study we proceeded to characterize the echo-morphometry of the *sagitta* otoliths of 4 species belonging to the Haemulidae family, which will be extended from the analysis of morphological parameters and the reading and interpretation of ages by counting concentric rings, visualized from the submersion of the structure in glycerin. A total of 120 organisms were analyzed, obtained by direct test in the La Libertad market in a period of time between March - May 2023. The size-weight relationship was determined through statistical analysis and the growth curves were estimated based on the age and length with the growth equation established by Von Bertalanffy. The interpretation of rings allowed to establish 4 age groups where organisms that are 1 year old are the most representative. On the other hand, the ANOVA analysis gave us the result that the only parameter that does not have significant differences with a p value of $0.08 > \alpha$ is the sulcus opening. The growth curves obtained from the application of Von Bertalanffy indicate that the species belonging to the Haemulidae family have an acceleration in the first years, which decreases as it reaches its maximum asymptotic size. Based on the present investigation, it is concluded that among the analyzed parameters of the studied organisms there is a statistically significant variation, thus being useful for future identification studies.

Keywords: *concentric rings, sagitta otoliths, Von Bertalanffy, Haemulidae.*

2. INTRODUCCIÓN

Los roncadores, como comúnmente se les conoce a los organismos pertenecientes a la familia Haemulidae por el particular sonido que realizan al ser sacados del agua, son de gran interés comercial por lo que son explotados de manera regular. Se capturan principalmente con red agallera de fondo o trasmallo (Bjordan, 2002). Las especies pertenecientes a esta familia se caracterizan por ser de carácter demersal, aunque se los puede encontrar en zonas estuarinas en etapas juveniles. Habita en fondos arenosos, con grava o arena. Su distribución es amplia, abarca el territorio comprendido desde Baja California hasta Perú. (Fisher et al. 1995). Tiene un apetito voraz, alimentándose de cefalópodos (pulpos, calamares y sepias), crustáceos móviles (cangrejos y camarones), gusanos bentónicos y gasterópodos bivalvos, aunque los especímenes jóvenes pueden alimentarse en su mayoría de plancton (Allen., & Robertson, 2015).

Presenta su cuerpo ligeramente comprimido lateralmente, además es muy característica su boca pequeña con labios gruesos. Poseen colores en tonalidades grisáceas con toques vividos como celeste, turquesa o amarillo dependiendo de la especie, con escamas rugosas cubriendo todo su cuerpo y cabeza a excepción del hocico, labios y mentón. Los tamaños de las especies de esta familia oscilan entre 20 – 75 cm.

En el Ecuador se ha identificado la presencia de 27 especies de la familia Haemulidae (Bearez,1996). De manera local, en el mercado de La Libertad ubicado en el cantón del mismo nombre perteneciente a la provincia de Santa Elena, según Vera et al, (2018) se comercializan 7 especies entre las cuales están *Anisotremus interruptus*, *Genyatremus dovii*, *Hemulon maculicauda*, *Haemulopsis axilliaris*, destacando la importancia comercial de esta familia. Los estudios de su dinámica poblacional, tallas, edades, y madurez sexual cobran relevancia al momento de la evaluación del stock pesquero.

De esta manera mediante la esclerocronología, cuyo principal objetivo es el estudio de la edad y dimensión temporal a través de estructuras duras sean estas escamas, vertebras u otolitos (Panfili et al., 2002; Gómez et al., 2020), se evalúa los individuos del recurso pesquero. Tomando en cuenta que los otolitos están formados de carbonato de calcio precipitado en forma de aragonita y pequeñas cantidades de otros minerales (Campana, 1999), los hace estructuras resistentes e idóneas para el estudio en teleósteos; además las características específicas que presentan estos otolitos para cada grupo taxonómico como la forma, las ornamentaciones de la cara interna y su mayor resistencia ante factores de degradación lo hacen un componente básico para la identificación de especies (Popper, 1976; Gauldie, 1988).

De este modo el estudio de los otolitos cobra valor, no solo al permitir diferenciar entre especies cuando no se pueda utilizar las metodologías sistemáticas y morfológicas tradicionales, sino que también brinda la posibilidad de determinar las edades de los individuos de las especies de la familia Haemulidae que están siendo comercializados en el mercado local.

3. JUSTIFICACIÓN

Los burros o roncadore, pertenecientes a la familia Haemulidae, son un grupo de peces marinos de gran importancia, tanto por su valor para la pesca como por su valor ecológico, debido a que es uno de los más diversos y habita en gran cantidad de microhábitats marino-costeros (Jiménez Prado, 2015); sin embargo, tanto a nivel nacional como local, la información referente al reconocimiento de estas especies y su la pesquería es escasa y limitada.

Cepeda et al., (2018), menciona en su estudio que los individuos desembarcados de la especie *Haemulopsis axillaris*, en la caleta pesquera de La Libertad se encontraban en periodo de maduración reproductiva inadecuada, al presentar gónadas pequeñas y con gametos en período de desarrollo.

A nivel mundial se han identificado 371 especies para esta familia, no obstante, solo 132 son válidas (Van Der Laan. et al, 2014); de estas, 30 especies están presentes en el Ecuador continental (Jiménez-Prado & Béarez, 2003) denotando así, el inmenso vacío que existe de información biológica pesquera para las especies de la familia Haemulidae.

En Ecuador estos organismos forman parte importante de la pesca, por lo que representan una alternativa sustentable para generar recursos económicos en base a actividades pesqueras, gastronómicas, comerciales e industriales (López, 2012). No obstante, al ser especies cuyo tamaño es variado (de medio a pequeño), presentan un valor monetario poco valorado, por esta razón los estudios que ayuden a evaluar las características ecológicas, biológicas y pesqueras de estas especies se consideran importantes para crear herramientas que ayuden a la preservación de este recurso.

Por lo tanto, el presente trabajo permite obtener datos de las variables: talla, peso y edad de 4 especies pertenecientes a la familia Haemulidae, provenientes del

mercado de La Libertad. Para el análisis de la edad del organismo, resulta importante considerar la función de crecimiento de Von Bertalanffy, la cual permite determinar el tamaño corporal del organismo en relación con la edad, estos datos servirán como herramienta para la determinación de la dinámica poblacional de estos organismos.

4. OBJETIVO PRINCIPAL

Caracterizar los otolitos *sagitta* de las especies seleccionadas de la familia Haemulidae mediante estudios eco-morfométricos, contribuyendo a la determinación de la edad de este recurso demersal explotado actualmente en el país.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los individuos selectos pertenecientes a la familia Haemulidae presentes en el mercado de La Libertad de la provincia de Santa Elena mediante claves dicotómicas y guías de identificación.
- Describir la morfología de los otolitos extraídos, analizando su morfometría en base al registro de sus estructuras.

- Determinar la edad de los especímenes identificados mediante la lectura de anillos de los otolitos *sagitta*.

6. HIPÓTESIS

H0 = Existe un patrón general morfométrico dentro de las formas de los otolitos de la familia Hemulidae comercializados en el mercado de La Libertad de la provincia de Santa Elena

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Características de la familia

La familia Haemulidae descrita por primera vez por Jordan y Evermann (1986), en su trabajo “Fishes of North America”, designa 13 géneros, de los cuales actualmente nueve son válidos: *Haemulon*, *Brachygenys*, *Bathystoma*, *Lythrulon*, *Orthostaechus*, *Anisotremus*, *Conodon*, *Brachydeuterus*, *Pomadasis*, *Orthopristis*, *Isacia*, *Microlepidotus*, *Genyatremus*. En el Ecuador se han identificado 27 especies pertenecientes a esta familia.

En el mercado de La Libertad, ubicado en la península de Santa Elena, se ha llegado a identificar la comercialización de 7 especies, entre las cuales están *Anisotremus interruptus*, *Genyatremus dovii*, *Hemulon maculicauda*, *Haemulopsis axilliaris* (Vera. et al, 2018).

7.2 Características biológicas de las especies

Anisotremus interruptus

Gill (1982), describe el cuerpo de esta especie como profundo y comprimido, con el dorso alto, cabeza corta y como es característico de esta familia es su boca pequeña, baja y horizontal, con dientes ubicados en forma de bandas en la mandíbula, siendo los exteriores más grandes y cónicos; preopérculo finamente serrado; aletas pectorales largas alcanzando el origen de la aleta anal; aleta caudal bifurcada; escamas grandes y ásperas cubren todo el cuerpo. Poseen un color más oscuro en la base por lo que da la impresión de tener manchas. Poseen una talla máxima de 90 cm.

Es un depredador nocturno y se alimenta de anémonas, anélidos, moluscos, crustáceos y pequeños peces (Hobson, 1968). En cuanto a hábitat es común encontrarlos en arrecifes rocosos (Allen & Robertson, 1998). Según Ruiz Ramírez.,

et al, (2012) indican que la longitud media para la maduración sexual en esta especie en hembras es 31,0 cm y en machos 29,7 cm

Genyatremus dovii

Su cuerpo es comprimido con dorso alto, posee la cabeza corta y roma; boca pequeña baja con labios carnosos, dientes ubicados en forma de bandas en sus mandíbulas, los exteriores son más grandes y cónicos; preopérculo finamente serrado; aleta dorsal continua sin embargo posee una hendidura profunda, aletas pectorales cortas, no alcanzan el origen de la aleta anal; aleta caudal bifurcada; escamas ásperas recubren todo su cuerpo y cabeza a excepción del hocico, los labios y el mentón.

Su alimentación es carnívora, basada en pequeños moluscos, crustáceos y poliquetos. Es una especie marina de hábito demersal que vive en fondos blandos (Allen & Robertson 1998).

Haemulon maculicauda

Cuerpo oblongo y comprimido, posee una boca oblicua con la mandíbula inferior saliente y labios no carnosos; aleta caudal bifurcada. El centro de las escamas es blanco con tonalidades grises, lo que forma franjas blancas orientadas longitudinalmente en los costados; posee un tamaño máximo de 30 cm.

Es un pez demersal que habita arrecifes rocosos formando agregaciones grandes en profundidades comprendidas entre 1 – 33 m. Sus hábitos alimenticios, al ser una especie carnívora se basan en gasterópodos, octópodos, gusanos bentónicos y crustáceos (Allen & Robertson, 1998).

Haemulopsis axilaris

Posee un cuerpo alargado, ovalado y ancho entre los ojos; boca pequeña, levemente oblicua; aletas pectorales largas, alcanzan el nivel del ano. Generalmente de color plateado; la región superior del preopérculo es angostamente negra, a veces

se logra divisar una mancha oscura grande justo detrás del borde de la abertura branquial.

Esta especie logra alcanzar unos 30 cm; al ser una especie demersal habita en fondos blandos costeros a una profundidad de 0 - 60 m. Especie carnívora con dieta basada en gusanos, crustáceos, pulpos, calamares y gasterópodos (Allen & Robertson, 1998).

7.3 Distribución

De manera global, las especies que conforman la familia Haemulidae tienen una amplia distribución abarcando desde el Golfo de California hasta Perú incluidas las Islas Galápagos (Allen & Robertson, 1998). En el territorio ecuatoriano se encuentran distribuidas entre las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, Santa Elena y El Oro (Herrera et al., 2017). A nivel provincial, se puede encontrar a estas especies en diversos puertos pesqueros donde se conoce que la captura de estas se realiza en ambientes rocosos hasta las 8 millas náuticas (Alejandro, comunicación personal, 7 de agosto de 2023).

7.4 Edad en peces y su determinación

Al mencionar la edad en peces se hace una referencia al tiempo correspondiente entre el nacimiento y un momento dado (Leta & Keim, 1982), de esta manera al utilizar los otolitos *sagitta* para la determinación de edades en peces, se va a visualizar los anillos de crecimiento, que al ser completos y concéntricos se pueden contabilizar y nos permitirán conocer la edad del organismo, tomando en cuenta que cada anillo tiene un lapso de un año calendario.

7.5 Características de los Otolitos

Los otolitos forman una parte importante en el laberinto del oído interno de los peces óseos. Son estructuras calcáreas ubicadas en dos cámaras adyacentes al neurocráneo llamadas capsulas óticas (Figura 1). Estas estructuras ayudan al mantenimiento del equilibrio del pez y actúan como sensor de profundidad (Cárdenas & Luque, 1996). Se pueden distinguir 3 pares de otolitos: *sagitta*, *lapillus* y *asteriscus*, cada uno de ellos se puede diferenciar por su estructura, localización, tamaño, forma y función.

Aunque son consideradas como huesos, estas son estructuras formadas de carbonato de calcio cristalizado en aragonita, lo que le proporciona la dureza necesaria para ser difícilmente degradado, a esto se le suma una capa de otolina que es una proteína fibrosa. El otolito crece a partir de un núcleo de materia orgánica llamado primordium que se forma en edad embrionaria. Este crecimiento es periódico y está afín a los ritmos circadianos relacionado con el metabolismo y a su vez se sincronizan con factores ambientales externos.

El otolito *sagitta* resulta ser el de mayor tamaño y el más utilizado en cuanto a estudios de identificación de especies y análisis de edades. Como indican los estudios de Macas (2014) y Cepeda et al (2018), estas estructuras son de gran ayuda al intentar establecer correlaciones entre maduración gonadal, edad y tamaño en diferentes especies de peces; además brindan datos importantes al realizarse estudios de dietas en animales ictiófagos debido a su resistencia a la digestión.

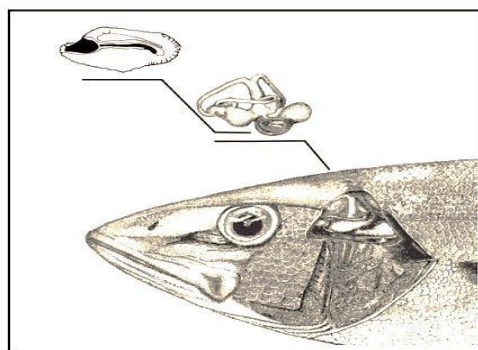


Figura 1. Localización del otolito sagitta en la cápsula ótica del pez. Modificado de Assis (2004)

7.6 Composición de los otolitos

En algunos estudios como el realizado por Harvey (2000), menciona que en la mayoría de las especies de peces óseos es posible encontrar otolitos *sagitta* por su gran tamaño en comparación al de los otros otolitos antes referidos y por esta razón es el más utilizado en estudios e investigaciones de edad en peces. Cada uno de estos otolitos *sagitta* tiene 2 zonas bien marcadas: una zona hialina que contiene grandes cantidades de carbonato de calcio (CaCO_3) y una zona opaca con CaCO_3 en poca cantidad (Tello, 2014). Por lo tanto, al encontrarnos con una zona opaca o de escasa acumulación de carbonato de calcio, estos cristales son de pequeño tamaño, dando lugar a que se acumulen proteínas “conquiolina” (Dannevig, 1956), lo que determina el aumento de la opacidad. Así los otolitos van aumentando su tamaño formando nuevas zonas alternadas de diferente cantidad de carbonato de calcio y de esta manera se deduce que al hallar dos anillos sucesivos (hialino y opaco) va a representar un año de vida, por ende, la suma de estos anillos nos va a permitir estimar la edad del individuo (Ordines; et al, 2012).

Habitualmente estos términos “hialino y opaco” están referidos a dos zonas: “invierno y verano” respectivamente, pero estudios realizados por Takaaki (1957), afirman que ambos tipos de anillos pueden constituirse en cualquier estación del año, por lo tanto, para evitar confusiones debe referirse a zona hialina y zona opaca. (Tello, 2014).

8. MARCO METODOLÓGICO

8.1 Zona de estudio y colecta de especímenes

La etapa de muestreo se llevó a cabo durante 3 meses en la provincia de Santa Elena (Figura 2). Dado a que esta especie es comercial, se visitó de manera constante el mercado de La Libertad ($2^{\circ}13'36.48''S$ - $80^{\circ}54'25.65''O$) hasta conseguir una colecta directa total de 30 individuos por especie *Anisotremus interruptus*, *Genyatremus dovii*, *Haemulon maculicauda*, *Haemulopsis axilliaris* pertenecientes a la familia Haemulidae, antes mencionada. Una vez obtenida la muestra se colocó en una hielera en bolsas herméticas rotuladas, para su traslado a las instalaciones del Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), sede Salinas.



Figura 2 Mapa identificativo del sitio de muestreo mercado de la Libertad en la provincia de Santa Elena. Fuente: Google maps 2023 (modificado por Bozano, 2023).

8.2 Identificación y biometría de individuos

La identificación taxonómica de los individuos se realizó mediante el uso de claves dicotómicas especializadas según Hoesse (1997) y Mc Echrann et al. (2005) y guías de identificación taxonómica según Chirichigno & Velez (1998). De cada individuo se registró datos merísticos y morfométricos como: Longitud Total (LT), Longitud Furcal (LF), Altura (A) y Peso (P), así como se observa en la Figura 3, además de sexo; con los cuales se construyó una base de datos en hoja de cálculo.

Para la longitud total (LT) se tomó medidas desde el inicio del hocico hasta el final de la aleta caudal; longitud furcal (LF) comprende desde la punta del hocico

hasta la base de la aleta caudal y la altura (A) se midió desde la base de la aleta pectoral hasta la base de la aleta dorsal, a nivel de la abertura opercular. La unidad de medida usada para estos parámetros fue en centímetros (cm).

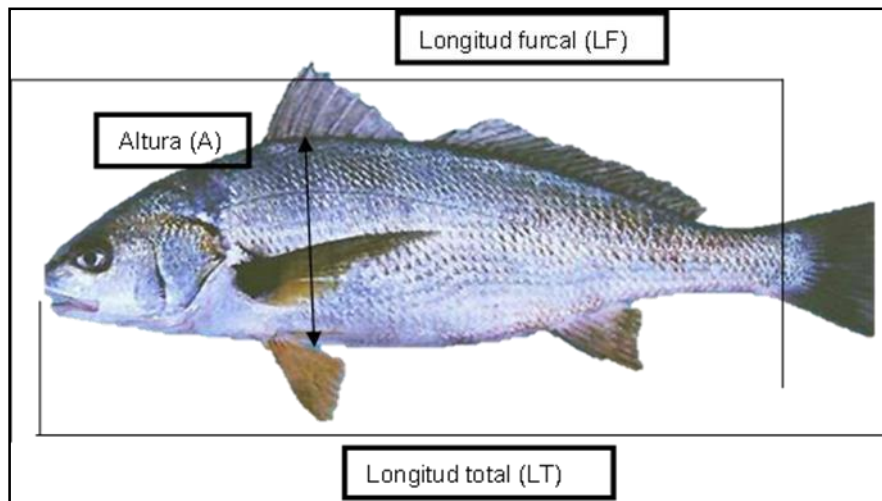


Figura 3 Caracteres morfométricos del pez.

Fuente: Bozano, modificado de Robertson, D. R. & Allen, G. R. (2015).

Posteriormente los organismos fueron pesados en una balanza electrónica, la unidad de medida utilizada para este parámetro fue en gramos (g). Para obtener la información del sexo de los organismos, se realizó la identificación gonadal, mediante un corte longitudinal en la zona ventral comprendida desde la cloaca hasta la aleta ventral, con la ayuda de un bisturí, teniendo cuidado de no dañar la estructura interna.

8.3 Obtención de los otolitos

Para la extracción de los otolitos se realizó un corte longitudinal desde la abertura opercular llegando de esta manera a la cámara ótica ubicada en el neurocráneo, la cual se abrió realizando un ligero corte transversal exponiendo de manera ordenada los pares *sagitta* (figura 4), tal como menciona la metodología descrita en el manual de lectura de edades en otolitos de peces teleósteos (FAO, 1982). Posteriormente se procedió a limpiarlos, sumergiendo la estructura en cloro comercial durante un minuto, siendo delicadamente tallados con un pincel de cerdas suaves para eliminar cualquier resto de epitelio; se enjuagó con agua destilada y se procedió a secarlos y guardarlos en tubos Ependorff rotulados.



Figura 4 Obtención de otolitos sagitta de *Genyatremus dovii*. (A) biometría de longitud total del. (B) vista ventral del neurocráneo cerrado. (C) corte para abrir la cámara ótica. (D) extracción de los otolitos. Fuente: Bozano, (2023)

8.4 Análisis de edad mediante conteo de anillos

Una vez obtenidos los otolitos, se observó en fresco todos los pares *sagitta* siguiendo la metodología de Morales & González (2010) modificado de Pascual (1996), la que indica sumergir los mismos en una capsula Petri con glicerina para aumentar la claridad de anillos. Se procedió con la lectura de estos utilizando un estereomicroscopio marca LEIKA EZ4 en aumento de 10x, con luz transmitida para tener un mejor resultado (figura 5).

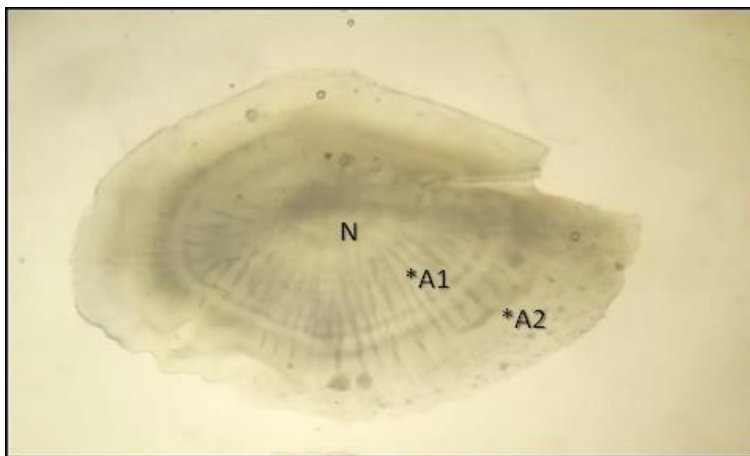


Figura 5 Otolito derecho de roncador de 2 años. N: núcleo; A1 y A2 anillos anuales hialinos.
Fuente: Bozano, (2023)

8.5 Morfometría y morfología de los otolitos

8.5.1 Morfometría de los otolitos

Para el estudio morfológico de los otolitos se tomó en consideración las siguientes variables: perfil del otolito, forma del otolito, región anterior, región posterior, borde del otolito, posición, orientación y abertura del *sulcus acusticus*, forma del ostium, forma de la cauda y orientación del *rostrum* (Figura 7), siguiendo la metodología descrita por Volpedo & Vaz (2015). Para su visualización se utilizó tinción a base de cristal violeta en concentración al 1% (Velez. Y, 2021), sumergiendo la estructura durante 30 segundos y posteriormente enjuagada con agua destilada para eliminar el exceso de tinción, a continuación, la estructura fue observada mediante un estereomicroscopio de marca LEIKA EZ4, con un aumento de 10x y luz reflejada con fondo negro. (Garcia-Godos, 2001) (Figura 6).



Figura 6 otolito izquierdo de roncador bajo el tratamiento a base de cristal violeta para observación de estructuras.

Fuente: Bozano, (2023).

El análisis de las diferentes variables morfométricas antes mencionadas comprende de las siguientes fases:

- Medición de la longitud total del otolito (OL): es la distancia de mayor tamaño a lo largo del eje longitudinal del otolito;
- Medición del ancho de los otolitos (OH): es la distancia más grande, perpendicular del otolito dorso – ventral;
- Medición del espesor de los otolitos (OT): es la distancia máxima entre dos tangentes paralelas a los puntos internos y externos de los otolitos;
- Peso de los otolitos (W);
- Cálculo de índices biométricos de la forma: área, perímetro, circularidad, rectangularidad, elipsidad.

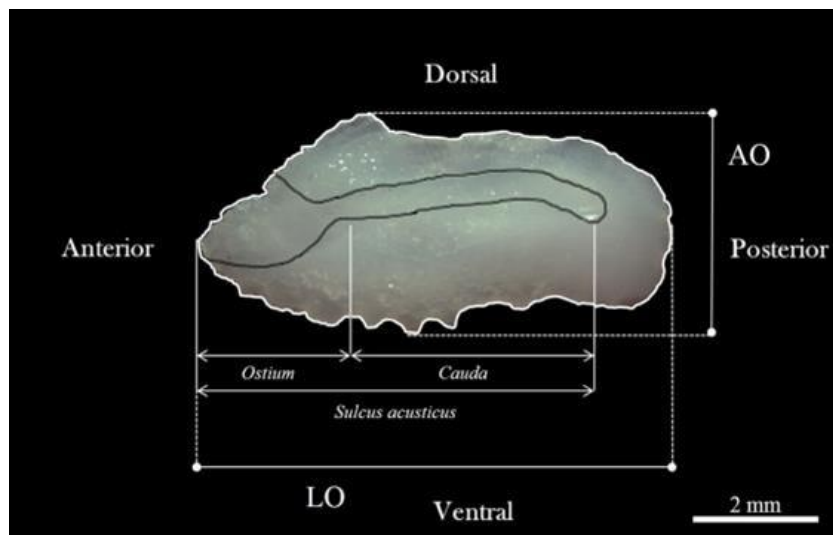


Figura 7: Caracteres morfológicos de otolito sagitta.
Fuente: Callicó Fortunato, R. G. (2017).

Cabe recalcar que, para el análisis de datos biométricos como área, perímetro, representación del contorno del sulcus, longitud del otolito (LO), altura del otolito (OH), longitud del rostrum (RL), perímetro del otolito (OP), área del otolito (OA), longitud del sulcus (SL), altura del sulcus (SH), longitud del ostium (Lostium), longitud de la cauda (Lcauda), perímetro del sulcus (SP), área del sulcus (SA), área del ostium (Aostium) y área de la cauda (Acauda) se utilizó el software Photoshop para obtener medidas confiables. Por otro lado, para medir el peso de los otolitos se utilizó una microgramera de marca CAMRY con capacidad máxima de 200g.

Para el análisis de las variables restantes se utilizó las fórmulas obtenidas del Libro de Métodos de Estudios con Otolitos (Volpedo & Vaz, 2015).

Rectangularidad

$$Re = \frac{OA}{OL \times OH}$$

Donde:

Re = rectangularidad

OA = área del otolito

OL = longitud total del otolito

OH = ancho máximo del otolito

Circularidad

$$Ci = \frac{OP^2}{OA}$$

Donde:

Ci = circularidad

OP = perímetro del otolito

OA = área del otolito

Factor de forma

$$Ff = \frac{4\pi \times OA}{OP^2}$$

Donde:

Ff = factor forma

OA = área del otolito

OP = perímetro del otolito

Elipsidad

$$El = \frac{OL - OH}{OL + OH}$$

Donde:

El = elipsidad

OL = longitud total del otolito

OH = ancho del otolito

8.5.2 Morfología

Los otolitos fueron caracterizados morfológicamente según la guía de Volpedo & Vaz (2015).

Forma del otolito

Es la forma que adquiere la estructura sin considerar pequeños detalles ni muescas en los bordes, define el formato general del otolito. Existen 24 formas diferentes como se observa en la Figura 8.

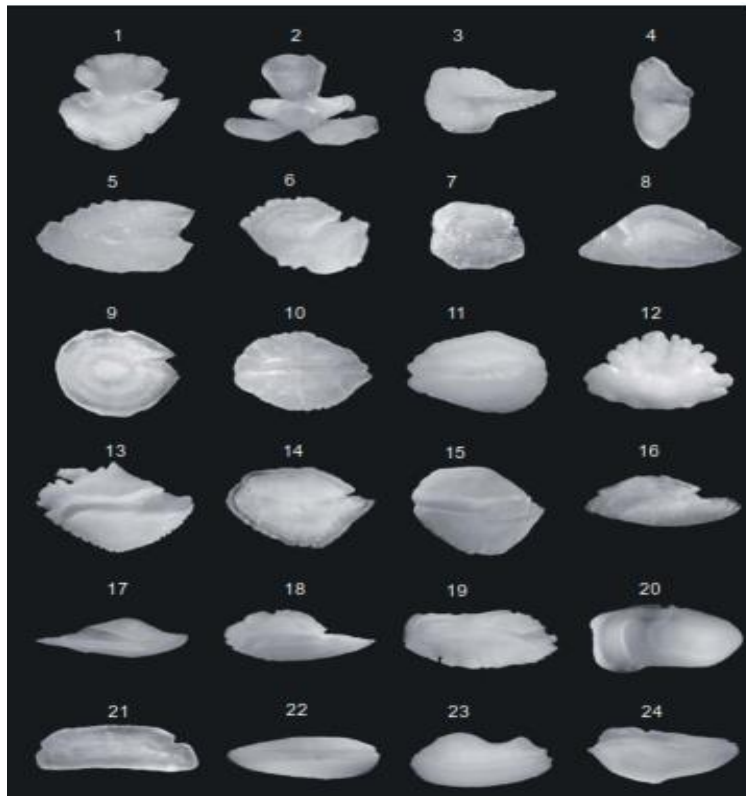


Figura 8 Clasificación de la forma de los otolitos. 1: reloj de arena, 2: lobado, 3: piriforme, 4: alto, 5: cuneiforme, 6: irregular, 7: cuadrado, 8: triangular, 9: discoidal, 10: elíptico, 11: oval, 12: semicircular, 13: romboidal, 14: pentagonal, 15: hexagonal, 16: fusiforme, 17: sagital, 18: lanceolado, 19: rectangular, 20: forma de bala, 21: trapezoidal, 22: forma de lanza, 23: reniforme, 24: oblongo. Fuente: Volpedo & Vaz (2015).

Región anterior y posterior

La parte anterior de los otolitos es la porción que va desde el centro de los otolitos hacia adelante, mientras que la región posterior es la porción que va desde el centro del otolito hacia el borde posterior.

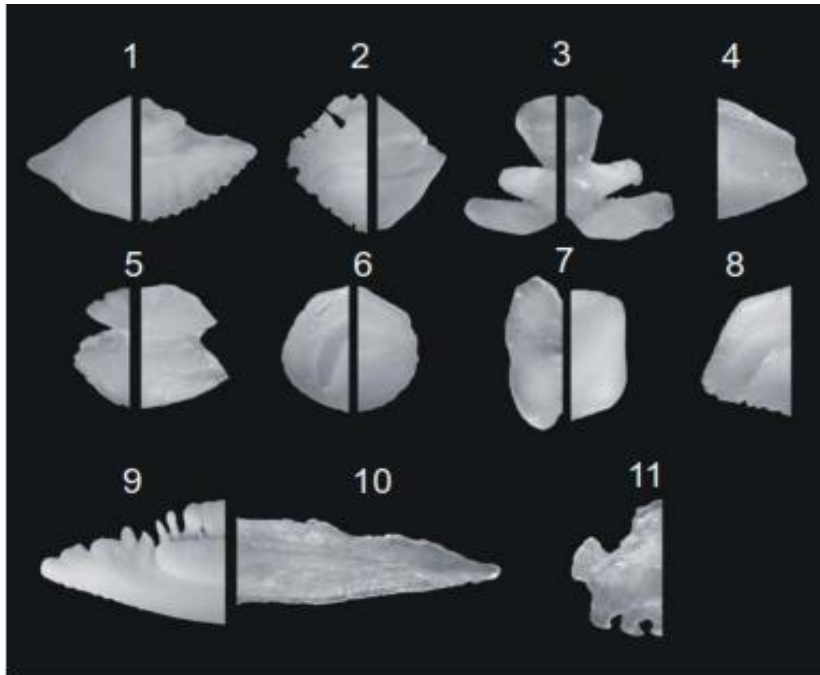


Figura 9 Clasificación de la región anterior y posterior de los otolitos. 1: puntiagudo, 2: angular, 3: enmarcada, 4: partida, 5: punta doble, 6: redonda, 7: aplanada, 8: oblicua, 9 y 10: lanceolada, 11: irregular. Fuente: Volpedo & Vaz (2015)

Borde del otolito

El tipo de bordes que presenta cada otolito varía dependiendo de la especie, existiendo la posibilidad de encontrar 2 o más, como se muestra en la figura 10.

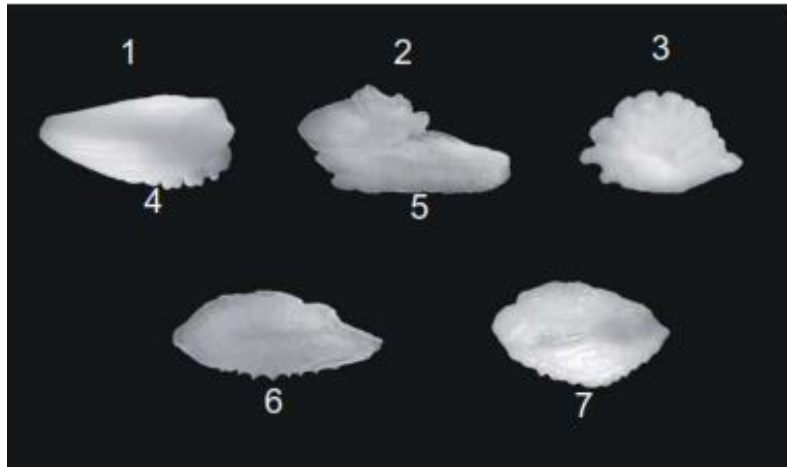


Figura 10 Clasificación de los bordes de los otolitos. 1: liso, 2: irregular, 3: lobado, 4: dentado, 5: sinuoso, 6: serrado, 7: crenulado.

Fuente: Volpedo & Vaz (2015).

Posición del *sulcus acusticus*

El *sulcus* es una estructura de profundidad variable que divide al otolito en región ventral y región dorsal. Según la posición se clasifican de 3 maneras como indica la figura 11.



Figura 11 Clasificación de la posición del *sulcus acusticus*. 1: inframedial, 2: medial, 3: supramedial.

Fuente: Volpedo & Vaz (2015).

Orientación del sulcus acusticus

Se denomina a la tendencia o dirección que presenta el sulcus, se puede presentar en 3 formas como detalla la figura 12.

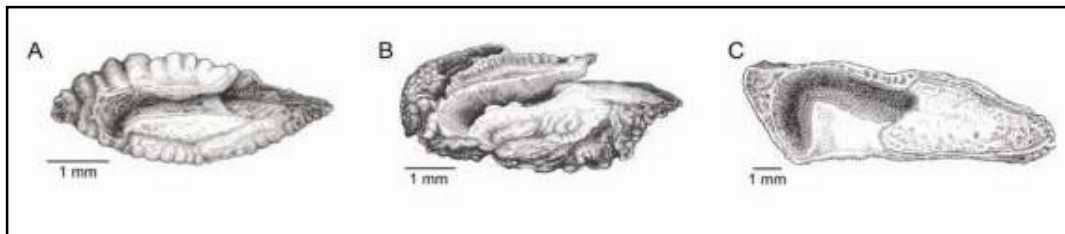


Figura 12 Clasificación de las orientaciones del sulcus acusticus. A. horizontal (*Decapterus punctatus*); B. descendente (*Selene vomer*) y C. ascendente (*Menticirrhus americanus*).
Fuente Volpedo & Vaz (2015).

Forma del Sulcus acusticus

El sulcus puede presentarse en 4 diferentes formas en las que se toma en cuenta la forma del ostium y la cauda, como se indica en la figura 13.

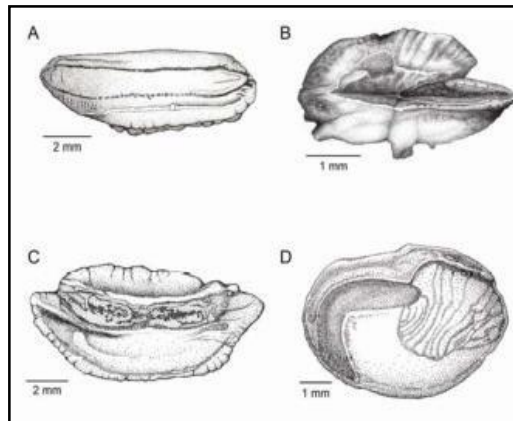


Figura 13 Clasificación de la morfología del sulcus acusticus. A. archeosulcoide (*Urophycis mystacea*); B. pseudo-archeosulcoide (*Pellona harroweri*); C. homosulcoide (*Malacocephalus laevis*) e D. heterosulcoide (*Ctenosciaena gracilicirrus*).
Fuente: Volpedo & Vaz (2015).

Abertura del sulcus

Los otolitos se clasifican de acuerdo con la abertura del sulcus, tal como muestra la figura 14.

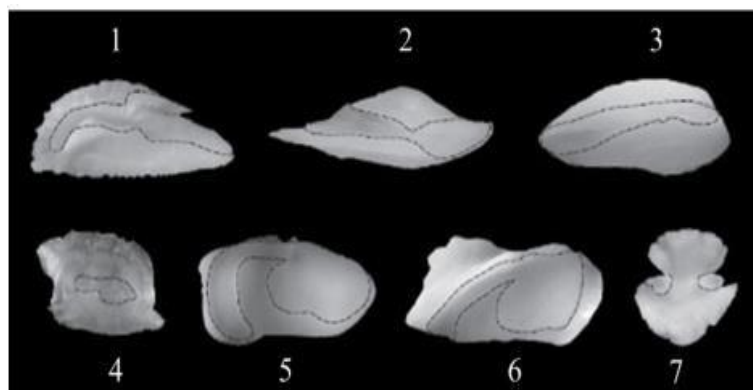
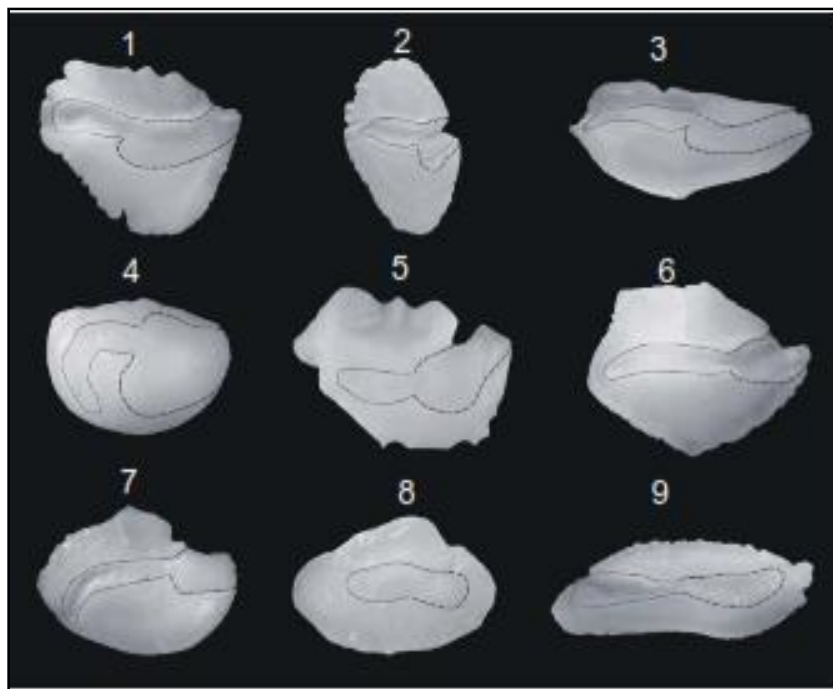


Figura 14 Clasificación de la abertura del sulcus acusticus. 1: ostial, 2: caudal, 3: pseudo-ostiocaudal, 4: mesial, 5: pseudo-ostial, 6: para-ostial, 7: ostiicaudal.
Fuente: Volpedo & Vaz (2015).

Ostium

Es la parte posterior del sulcus, es posible clasificarlo en nueve diferentes tipos como indica la figura 15.



*Figura 15 Caracterización del ostium. 1: doblado-cóncavo, 2: doblado, 3: tubular, 4: lateral, 5: discoidal, 6: en forma de embudo, 7: rectangular, 8: ovalcircular, 9: elíptica.
Fuente: Volpedo & Vaz (2015).*

Cauda

Esta estructura puede clasificarse en 10 diferentes formas. Figura 16

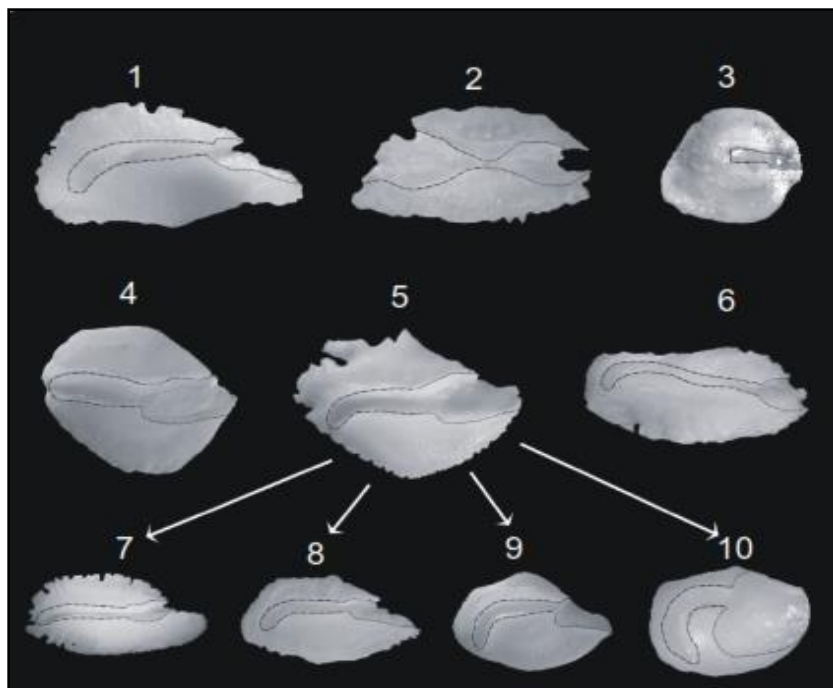


Figura 16 . Clasificación de la cauda. 1: tubular, 2: elíptica, 3: oval-circular, 4: recta, 5: curva, 6: sinuosa, 7: levemente curva, 8: moderadamente curva, 9: fuertemente curva, 10: doblada. Fuente: Volpedo & Vaz (2015).

Perfil del otolito

El análisis del perfil del otolito se realiza a través de la relación de la cara interna y externa. (figura 17)

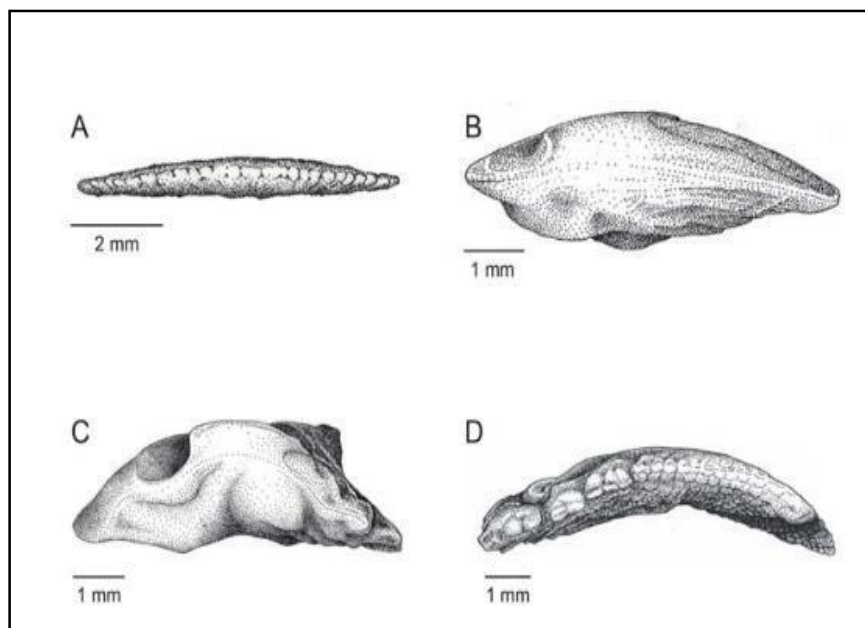


Figura 17 Gráficos que detallan los diferentes perfiles de los otolitos. A: plano; B: biconvexo; C: plano-convexo; D: concavo-convexo.
Fuente: Volpedo & Vaz (2015).

8.5.4 Análisis biológico

Posterior a la obtención de las medidas, se establecieron los parámetros de las relaciones potenciales de las siguientes variables por medio de análisis de

regresión: largo del otolito (LO) vs. longitud total (LT), para evaluar el tipo de crecimiento del otolito respecto del tamaño del pez.

Se obtendrán los índices E y R para los organismos:

$$E = AO / LO \times 100$$

$$R = LR / LO \times 100$$

Donde:

AO = ancho del otolito

LR = longitud rostral

LO = largo del otolito

Los valores de los índices E y R se emplean para caracterizar la *sagitta* de peces marinos y se pueden utilizar otros índices en estudios de ecología de peces. El índice E ($E = AO/LO\%$) expresa la tendencia de la forma de la *sagitta* (circular o elongado). El índice R ($R = LR/LO\%$) expresa el porcentaje de la longitud de la *sagitta* que corresponde al rostro. El índice E se puede utilizar para discriminar entre las *sagitta* de los peces asociada al sustrato y las *sagittas* de peces epipelágicos. El índice R se puede manejar para discriminar entre las *sagitta* de los diferentes ecotipos: Índices de más de 30 se encuentran en peces epipelágicos y los índices más bajos que 30 se encuentran en todos los peces que tienen alguna relación con sustratos blandos (Volpedo & Echeverria, 2003).

8.5.5 Análisis estadístico basado en morfometría

Coefficiente de Correlación de Pearson

Para medir el coeficiente de correlación se tomó en cuenta dos variables que dependiendo el caso son: longitud total-peso del pez; longitud total del pez-longitud del otolito; longitud total del pez – peso del otolito. Para lo que se utilizó la siguiente formula.

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{n - 1}$$

Donde:

X = variable número uno,
Y = variable número dos,
Zx = desviación estándar de la variable uno
Zy = desviación estándar de la variable dos
N = número de datos.

El rango de relación lineal que se obtiene de este modelo indica cuan coligadas se encuentran estas dos variables y expresando el resultado mediante un número que oscila entre los rangos de +1 a -1.

Si la correlación es menor a cero, quiere decir que es negativa, las variables se relacionan inversamente; si la correlación es mayor a cero significa que las variables se correlacionan directamente; cuando esta correlación es igual a cero significa que no es posible encontrar un sentido de covariación. Este análisis se realizó con la finalidad de encontrar varianzas significativas en las medidas haciendo uso del software de Microsoft Excel.

Análisis de la relación talla – edad mediante la ecuación de Von Bertalanffy

Mediante la data obtenida anteriormente se analizó los valores correspondientes a los parámetros de crecimiento iniciando por la información de longitud y edad. Para esto, se tomó en cuenta la metodología utilizada por Tello, (2014), se inició con el ploteo de Ford – Walford, método estadístico que generalmente es usado para la estimación de los parámetros de L_{∞} y K con que se trabajará la ecuación de Von Bertalanffy, la cual radica en una versión reordenada de la ecuación de la siguiente manera:

$$L_{t+1} = a + bL_t$$

Donde:

$$L_{\infty} = a / (1 - b) \quad \text{y} \quad K = -\log_e b$$

De esta manera, L_t y L_{t+1} representan a las longitudes correspondientes a las edades consecutivas que se encuentran separadas por un intervalo de tiempo, el mismo que resulta ser constante; en este caso sería en años.

Posteriormente se aplica la técnica de regresión partiendo de esos valores, y se obtiene las variables a y b. De los valores anteriores se puede estimar en base a las ecuaciones de obtención de L_∞ y K.

La metodología utilizada pierde efectividad cuando se requiere la estimación del tercer parámetro para ser aplicada en la ecuación de Von Bertalanffy, es decir de “ t_0 ”. Este parámetro se utiliza únicamente cuando sea necesario, como es el caso cuando una cierta edad se desea atribuir a una longitud dada, donde “ t_0 ” puede ser obtenido a partir de la relación práctica:

$$\log_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log_{10} L_\infty - 1.038 \log_{10} K$$

Esta ecuación fue derivada por el investigador Pauly en 1979, en base a estudios de ternas de “ t_0 ”, “ L_∞ ” (longitud total, en cm) y “K” (en base anual, que representa el crecimiento) los mismo que han sido seleccionadas a partir de su

investigación acerca de los parámetros de crecimiento en longitud con la finalidad de cubrir una amplia variedad de especies con sus respectivos tamaños.

Ecuación de Von Bertalanffy

En 1920, Putter elaboró un modelo de crecimiento que se puede considerar como base de la mayoría de los otros modelos. Este modelo matemático, expresa la longitud del pez como una función de la edad:

$$L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))]$$

Donde:

L_{∞} = (léase Linfinito). La longitud media en la que los peces podrían llegar a alcanzar en caso de crecer hasta una cierta edad muy avanzada (infinita);

K = Coeficiente de crecimiento;

t_0 = (léase tsubcero). “Edad” hipotética en que el pez debiera haber tenido con una longitud de cero, generalmente t_0 tiene un valor negativo;

L_t = Longitud en la unidad de tiempo “t”.

ANOVA de un solo factor

Es una prueba de hipótesis que evalúa dos variables exclusivas acerca de dos o más medias de la población. En este caso, se usó para comparar las medias

de los caracteres morfométricos del otolito, antes mencionados. Para la interpretación, se utilizó el valor p indicado en la salida del ANOVA para determinar si las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas.

Valor $p \leq \alpha$: Las diferencias entre algunas de las medias son estadísticamente significativas

Si el valor p es menor que o igual al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y concluye que no todas las medias de población son iguales.

Valor $p > \alpha$: Las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas

Si el valor p es mayor que el nivel de significancia, usted no cuenta con suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de que las medias de población son todas iguales.


Para la elaboración de las gráficas y análisis estadísticos de los resultados se utilizó los softwares Minitab y Excel.

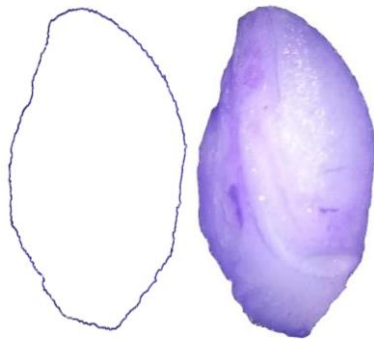
9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

9.1 Identificación morfológica de especies y otolitos *sagitta*

El análisis para la descripción de características morfológicas de las especies seleccionadas se realizó, mediante las claves descritas por Chirichigno & Velez (1998); la caracterización de los otolitos se llevó a cabo mediante el libro Métodos de estudios con otolitos: Principios y Aplicaciones de Volpedo & Vaz (2015), obteniendo los resultados descritos en la Tabla 1.

Tabla 1 Identificación morfológica de especies selectas de la familia Haemulidae y sus respectivos otolitos *sagitta*

<p><i>Anisotremus interruptus / zapata</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Espinas anales mucho más fuertes, la 2^da generalmente mucho más larga y más fuerte que la 3^{ra}; labios gruesos, hocico romo; pequeñas escamas en las membranas interradales de las porciones blandas de las aletas dorsal y anal. • Aleta anal con 3 espinas y 8 a 10 radios. • Las filas longitudinales de las escamas sobre la línea lateral no son paralelas con ella. • Con 4 a 5 filas de escamas entre la línea lateral y la base de la 1^a espina dorsal; con una mancha en la base de cada escama, principalmente de la parte anterior y superior del cuerpo.
	

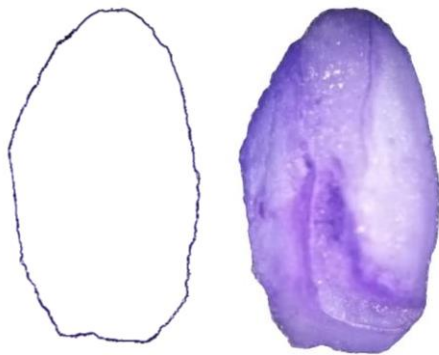


- **Perfil del otolito** Concavo-convexo
- **Forma del otolito:** Oval
- **Región anterior:** Partida
- **Región posterior:** Redonda
- **Borde del otolito:** Crenulado
- **Posición del *sulcus acusticus*:** Supramedial
- **Orientación del *sulcus acusticus*:** Descendente
- **Forma del *sulcus*:** Heterosulcoides
- **Abertura del *sulcus*:** Ostial
- **Forma del *ostium*:** Rectangular
- **Forma de la cauda:** Fuertemente curva
- **Orientación del *rostrum*:** Concordantes

***Genyatremus dovii* / Barcelona**



- Con 6 a 7 filas de escamas entre la línea lateral y la base de la 1ra espina dorsal; pocas escamas en las membranas interradales de las aletas dorsal y anal; 5 o menos bandas verticales; espina dorsal más larga menor que la mitad de la longitud de la cabeza; 2da espina anal aproximadamente la mitad de la longitud de la cabeza.
- Con 8 a 9 filas de escamas entre la línea lateral y la base de la 1ra espina dorsal; muchas escamas en las membranas interradales de las aletas dorsal y anal; con 4 a 5 bandas verticales oscuras en el cuerpo.

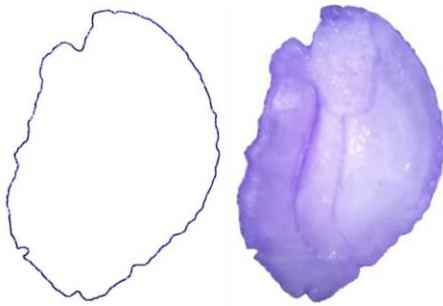


- **Perfil del otolito** Concavo-convexo
- **Forma del otolito:** Oval
- **Región anterior:** Partida
- **Región posterior:** Redonda
- **Borde del otolito:** Liso / Crenulado
- **Posición del *sulcus acusticus*:** Supramedial
- **Orientación del *sulcus acusticus*:** Horizontal
- **Forma del *sulcus*:** Heterosulcoides
- **Abertura del *sulcus*:** Ostial
- **Forma del *ostium*:** Rectangular
- **Forma de la cauda:** Fuertemente curva
- **Orientación del *rostrum*:** Concordantes

Haemulon maculicauda / roncador
esmeralda



- Aleta dorsal profundamente muesqueada o hendida entre las porciones espinosas y blanda, aparentemente separadas, pero están conectadas en su base; dientes muy pequeños a veces presentes en el vómer, poco apreciables; boca oblicua.
- Margen del preopérculo fuertemente aserrado, una o más espinas del ángulo muy alargadas, las espinas del margen inferior o de la rama horizontal dirigidas hacia adelante; cuerpo alargado
- Escamas situadas sobre la línea lateral arregladas en series longitudinales y paralelas con ella, aquéllas debajo de la línea lateral, horizontales; longitud del maxilar más de 2 veces en la cabeza; con 13 espinas dorsales; 15 a 17 branquias; cada escama con puntos oscuros que forman líneas de color amarillo (frescos), los jóvenes con mancha caudal.

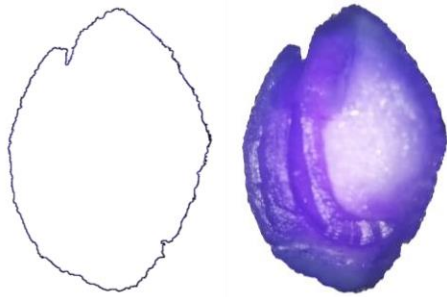


- **Perfil del otolito** Concavo-convexo
- **Forma del otolito:** Oval
- **Región anterior:** Angular
- **Región posterior:** Redonda
- **Borde del otolito:** Crenulado
- **Posición del *sulcus acusticus*:** Supramedial
- **Orientación del *sulcus acusticus*:** Descendente
- **Forma del *sulcus*:** Heterosulcoides
- **Abertura del *sulcus*:** Paraostial
- **Forma del *ostium*:** Rectangular
- **Forma de la cauda:** Levemente curva
- **Orientación del *rostrum*:** Concordantes

Haemulopsis axilaris / roncador estriado



- Boca pequeña, el maxilar generalmente no alcanza el margen anterior del ojo; una fila de pequeñas escamas o unas pocas en las membranas interradales de las porciones blandas de las aletas dorsal y anal; aleta caudal ahorquillada, generalmente el lóbulo superior más largo; 14 a 16 radios blandos en la aleta dorsal.
- 2da espina anal más larga que el diámetro del ojo
- Aletas pectorales más largas alcanzan el ano, la 2^a espina anal no alcanza la base del último radio anal; 14 a 17 branquiaspinas en la rama inferior del primer arco branquial; una mancha negra detrás del borde superior de la abertura branquial; una mancha negra triangular en la axila de la aleta pectoral.



- **Perfil del otolito** Concavo-convexo
- **Forma del otolito:** Elíptico
- **Región anterior:** Angular
- **Región posterior:** Redonda
- **Borde del otolito:** Crenulado
- **Posición del *sulcus acusticus*:** Supramedial
- **Orientación del *sulcus acusticus*:** Horizontal
- **Forma del *sulcus*:** Heterosulcoides
- **Abertura del *sulcus*:** Ostial
- **Forma del *ostium*:** Rectangular
- **Forma de la cauda:** Fuertemente curva
- **Orientación del *rostrum*:** Concordantes

Fuente: (Chirichigno & Velez, 1998; Volpedo & Vaz, 2015).

Como se puede observar los otolitos presentan caracteres morfológicos semejantes de perfil, forma y bordes al pertenecer a individuos de una misma familia, discriminando entre especies las características del sulcus acusticus tales como la orientación, abertura y las formas del ostium y cauda. Cabe mencionar que se tomó como patrón modelo para la determinación de las características el otolito izquierdo del pez.

9.2 Análisis de resultados estadísticos

En cuanto a los índices ecológicos E (Figura 18) y R (Figura 19), se realizó un análisis de comparación de medias a través del estadístico ANOVA de un solo factor, cuyo valor p de 0.00 y 0.015 respectivamente $< \alpha$ (0.05) indican que existe diferencia estadísticamente significativa entre algunas de las medias de las variables comparadas. El Índice E presentó valores por encima de 30, lo cual indica que las especies de la familia Haemulidae se encuentran asociadas al sustrato; de la misma manera el Índice R con valores bajos relaciona las especies estudiadas con eco tipos relacionados al sustrato marino.

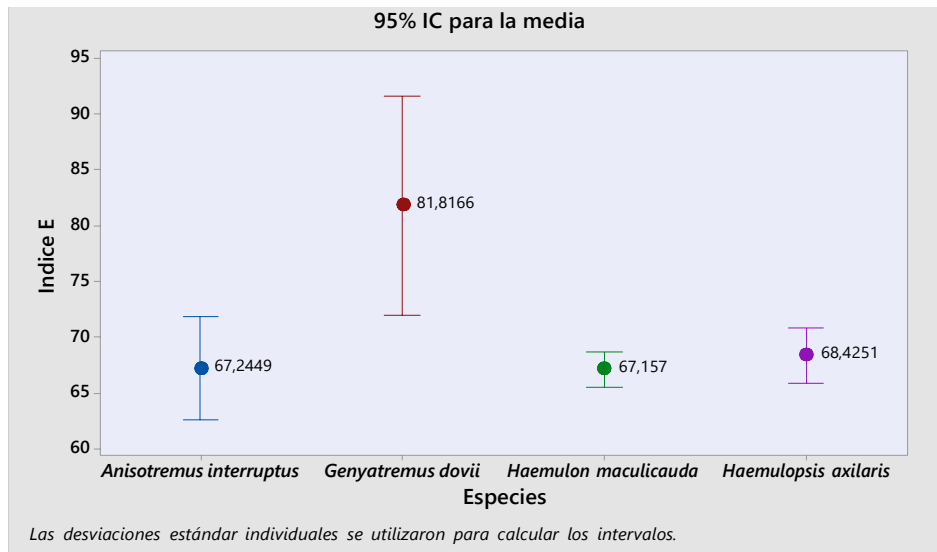


Figura 18. Análisis de intervalos de medias de índices E pertenecientes a las 4 especies selectas de la familia Haemulidae

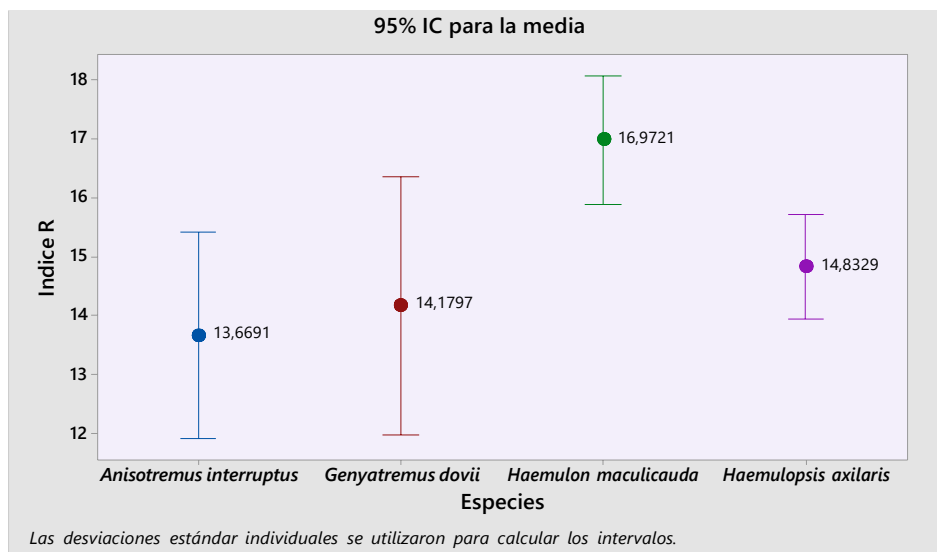


Figura 19. Análisis de intervalos de medias de índices R de las especies estudiadas

De las cuatro especies selectas de la familia Haemulidae (*Haemulopsis axilaris*, *Haemulon maculicauda*, *Genyatremus dovii* y *Anisotremus interruptus*) se

colectó 30 individuos por especie, cuya proporción de sexo general fue de 1H:1M, mientras que de manera intraespecífica *H. maculicauda* presenta la mayor diferencia con una proporción de 2H:1M tal cual se puede observar a continuación en la figura 20.

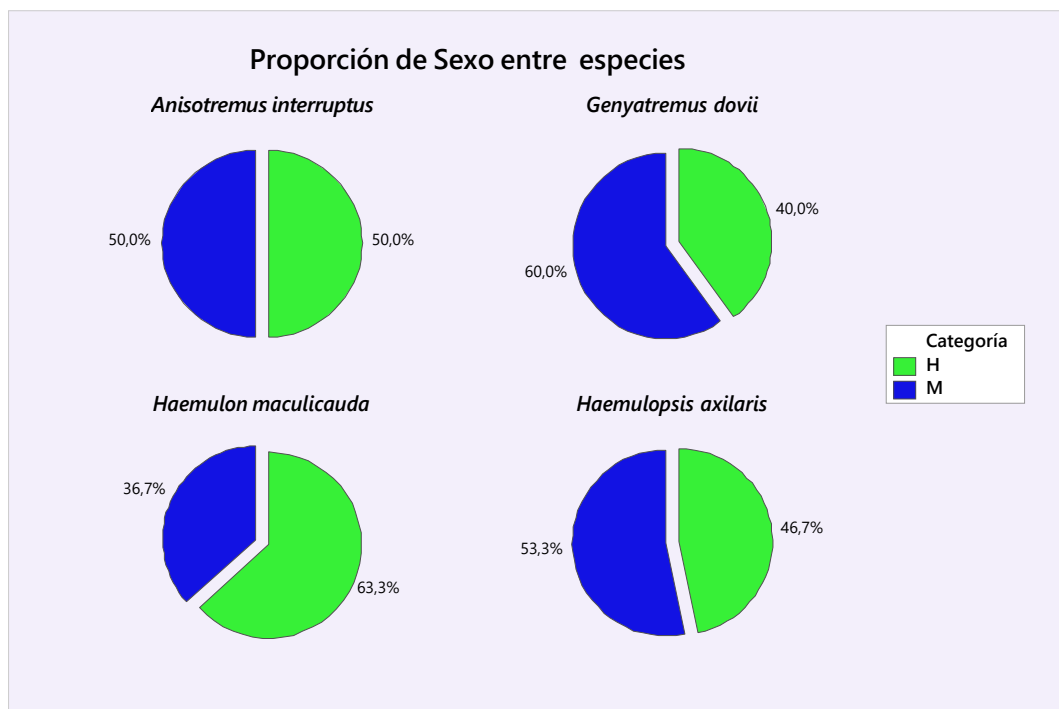


Figura 20. Análisis de proporción sexual entre las especies selectas de la familia Haemulidae

En cuanto a la longitud total de los peces colectados, se realizó un análisis de medias (Figura 21) dentro del cual se evidencia que *A. interruptus* posee valores de 21.93 cm destacándose como el de mayor talla media, mientras que los individuos de *G. dovii* poseen la menor talla media registrada con 20.56 cm, al realizar una comparación estadística de las medias entre las cuatro especies

estudiadas mediante Anova de un solo factor, se obtuvo un *valor-F* de 5 y cuyo p-valor (0.003) fue $< \alpha$ (0.05), lo cual indica que las medias entre las cuatro especies son significativamente diferentes.

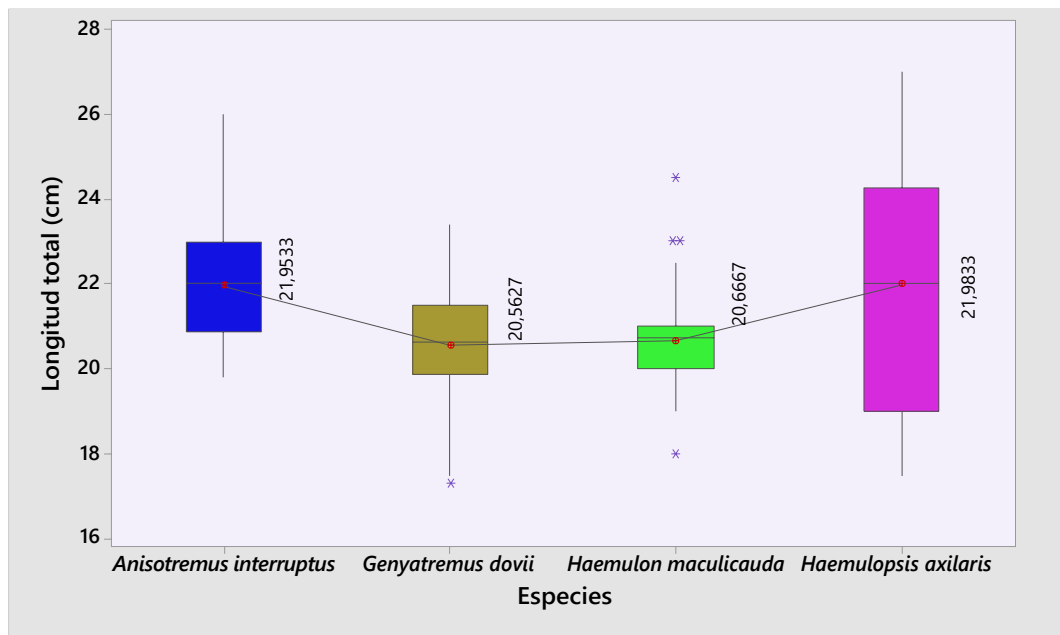


Figura 21. Análisis de medias correspondientes a talla entre las especies estudiadas.

De la misma manera, se comparó la media de los peces estudiados los cuales siguen una tendencia similar a la longitud total (Figura 22) siendo *A. interruptus* la especie con el mayor peso medio (160.9 g) y la de menor peso medio *H. maculicauda* con 115.6 g. Al comparar las medias entre especies reflejó un valor-F de 9.32 y cuyo p-valor (0.002) fue $< \alpha$ (0,05) demostrando que las medias de las diferentes especies con respecto al peso son significativamente diferentes entre sí.

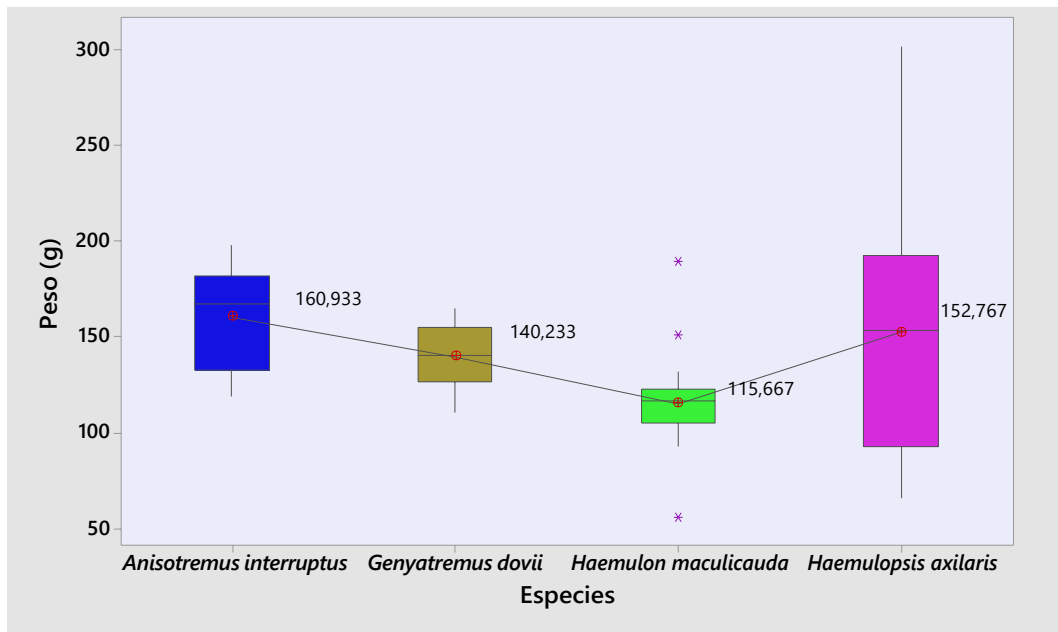


Figura 22. Análisis de medias correspondiente a peso de las especies objeto de estudio.

Al correlacionar la longitud total de las especies con su respectivo peso por el método de Pearson (Figura 23), es posible observar que la relación entre las medias es estadísticamente significativa en *H. maculicauda* y *H. axillaris* con un valor $p < \alpha$ (0.05), mientras que *A. interruptus* y *G. dovii* no presentan una correlación estadísticamente significativa a razón de contar con un valor $p > \alpha$. Prosiguiendo con el análisis, se puede apreciar que entre las especies estudiadas no crecen de forma alométrica, dado que R^2 más alto fue de 70 % por lo que no sería una relación confiable.

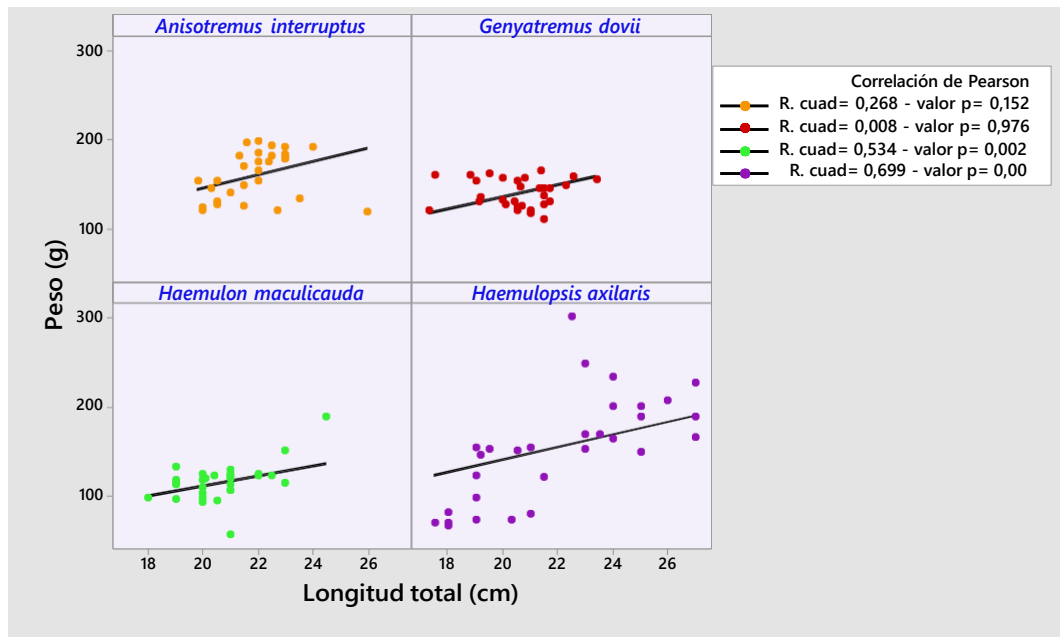


Figura 23. Correlación longitud total vs peso del pez correspondiente a las especies estudiadas.

Continuando con las relaciones alométricas entre la longitud total de los peces estudiados entre las dimensiones de sus otolitos (longitud y peso) encontramos que en este estudio solo el peso del otolito de *H. axillaris* se correlaciona con la longitud del pez, con un valor $p < \alpha$ (Tabla 2) y un coeficiente de relación de 41%; del mismo modo se puede observar (Figura 24 - 25) como los valores de la relación se encuentran dispersos alrededor de la línea de tendencia.

Tabla 2 Correlación de Pearson en base a la longitud total del pez vs longitud del otolito y a la longitud total del pez vs peso del otolito.

	Longitud total del pez (cm) vs longitud del otolito (mm)		Longitud total del pez (cm) vs peso del otolito(mm)	
	Correlación de Pearson	Valor p	Correlación de Pearson	Valor p
<i>A. interruptus</i>	0.254	0.175	0.054	0.777
<i>G. dovii</i>	-0.053	0.78	0.032	0.867
<i>H. maculicauda</i>	0.019	0.919	-0.055	0.772
<i>H. axilaris</i>	0.312	0.094	0.41	0.025

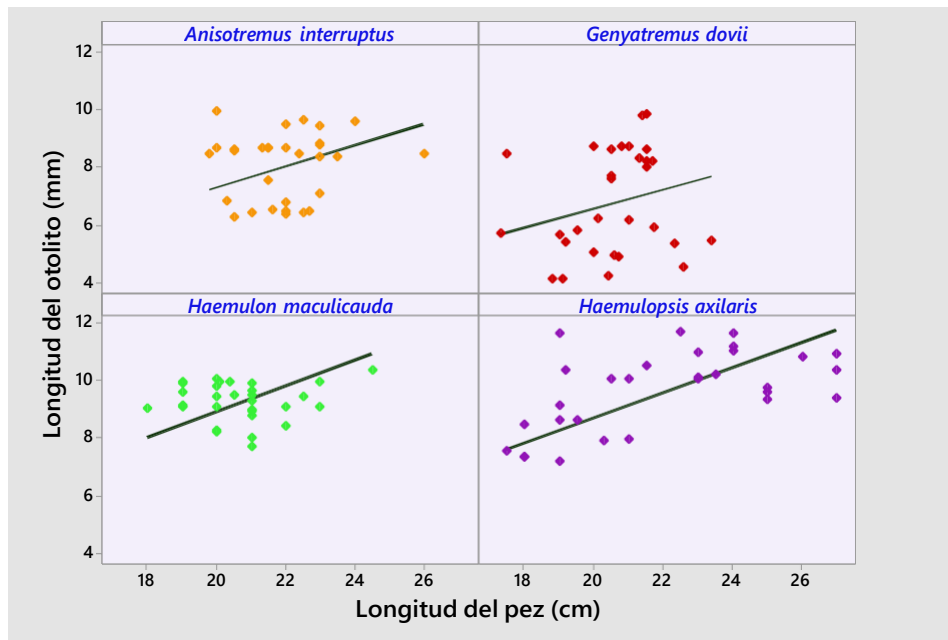


Figura 24. Relación alométrica longitud del pez vs Longitud del otolito correspondiente a las especies estudiadas de la familia Haemulidae.

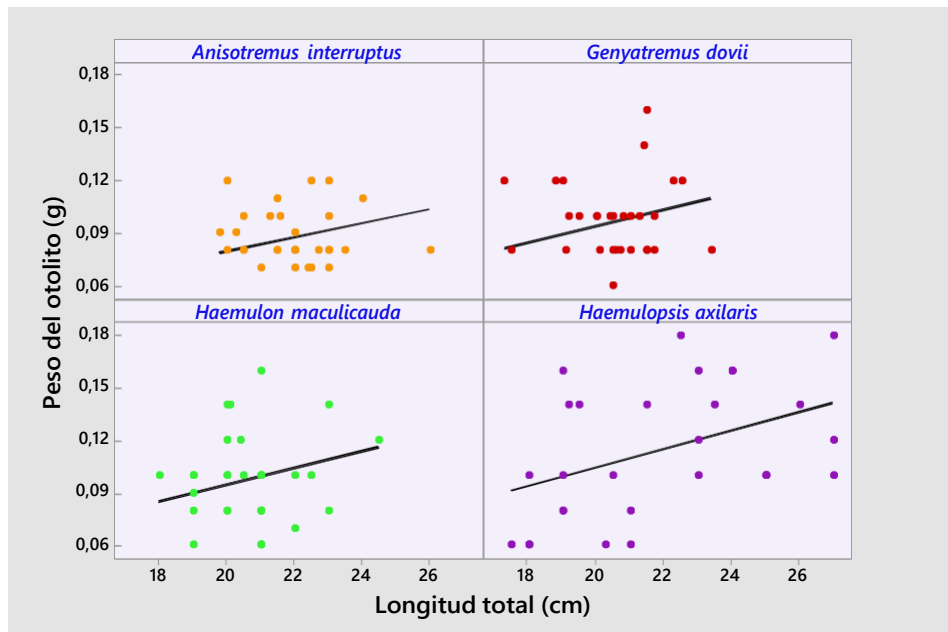


Figura 25. Relación alométrica longitud del pez vs peso del otolito de las especies como objeto de estudio.

Seguidamente, se analizó los descriptores métricos, geométricos del otolito y del sulcus, mediante el estadístico ANOVA, donde se evidenció que únicamente la anchura del sulcus no presentó diferencias significativas con relación a sus medias, con un valor p de $0.08 > \alpha$, las demás variables analizadas son significativamente diferentes entre las especies estudiadas (tabla 3). Del mismo modo en las gráficas de cajas (Figura 26 – 27 - 28), se pudo evidenciar las tendencias que sigue cada uno de los descriptores geométricos por especie con respecto a la media de los datos.

Tabla 3. Resultado de ANOVA para los principales descriptores de los otolitos de las especies selectas.

	VARIABLE	F-VALOR	P-VALOR	CONCLUSIÓN
Descriptores geométricos del sulcus	Longitud del sulcus	37.87	0.000	< 0.05
	Longitud del ostium	24.48	0.000	< 0.05
	Anchura del sulcus	2.24	0.087	> 0.05
	Longitud de la cauda	27.83	0.000	< 0.05
Descriptores métricos del otolito	Longitud del otolito	29.99	0.000	< 0.05
	Anchura del otolito	23.45	0.000	< 0.05
	Grosor del otolito	5.55	0.001	< 0.05
	Peso del otolito	5.29	0.002	< 0.05
Descriptores geométricos del otolito	Longitud rostral	29.04	0.000	< 0.05
	Área del otolito	16.85	0.000	< 0.05
	Perímetro	31.21	0.000	< 0.05
	Rectangularidad	12.73	0.000	< 0.05
	Circularidad	13.14	0.000	< 0.05
	Factor Forma	10.27	0.000	< 0.05
	Elipsidad	5.16	0.002	< 0.05

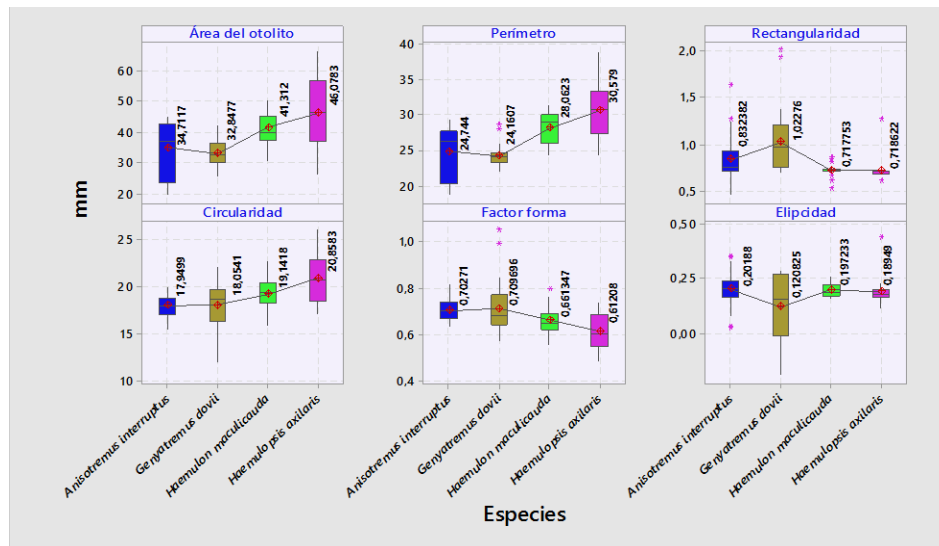


Figura 26. Análisis de tendencias geométricas del otolito sagitta perteneciente a las especies estudiadas de la familia Haemulidae

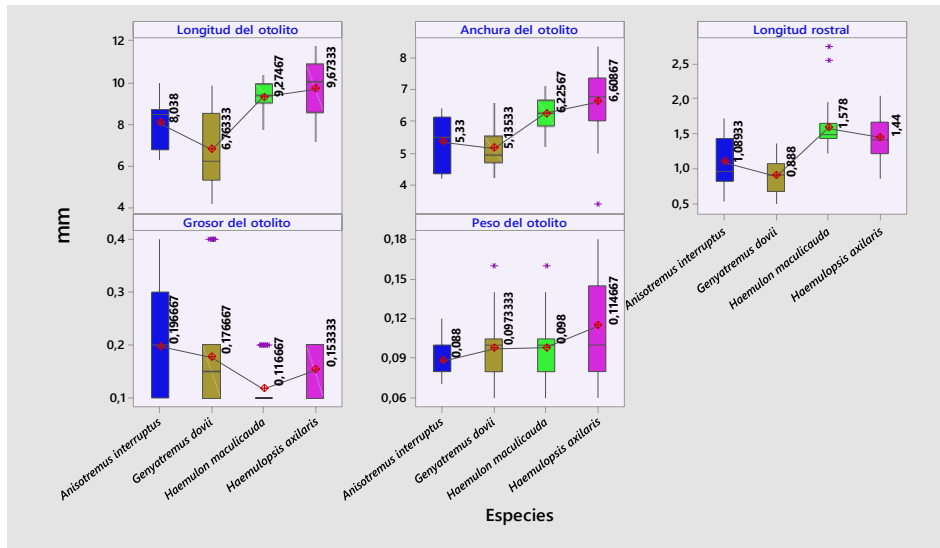


Figura 27. Análisis de datos métricos del otolito sagitta de las especies estudiadas

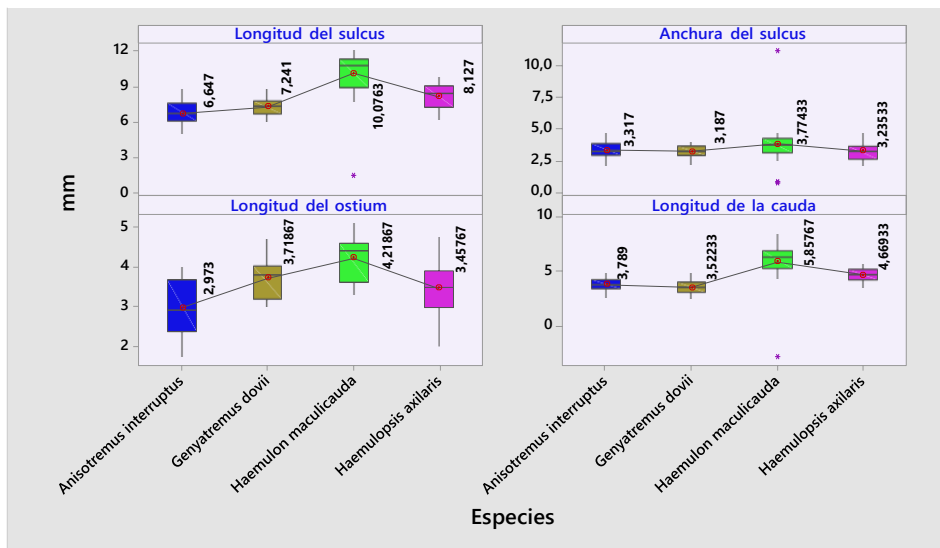


Figura 28. Análisis de datos métricos del sulcus acusticus de los otolitos sagitta estudiados.

Por otra parte, la población de las especies estudiadas en general se constituyó por cuatro clases de edad (0, 1, 2 y 4 años), en cuanto al porcentaje por especie (Figura 29), en *Anisotremus interruptus* el 50% de los individuos presentaron lecturas de anillos correspondientes a un año de edad, mientras que en *Haemulon maculicauda* y *Genyatremus dovii*, el 53.3 % de ejemplares no alcanzaron el primer año de edad; del mismo modo se evidencia que los especímenes de *Haemulopsis axillaris* fueron los únicos en alcanzar los 4 años de edad presentando modas de 1 y 2 años.

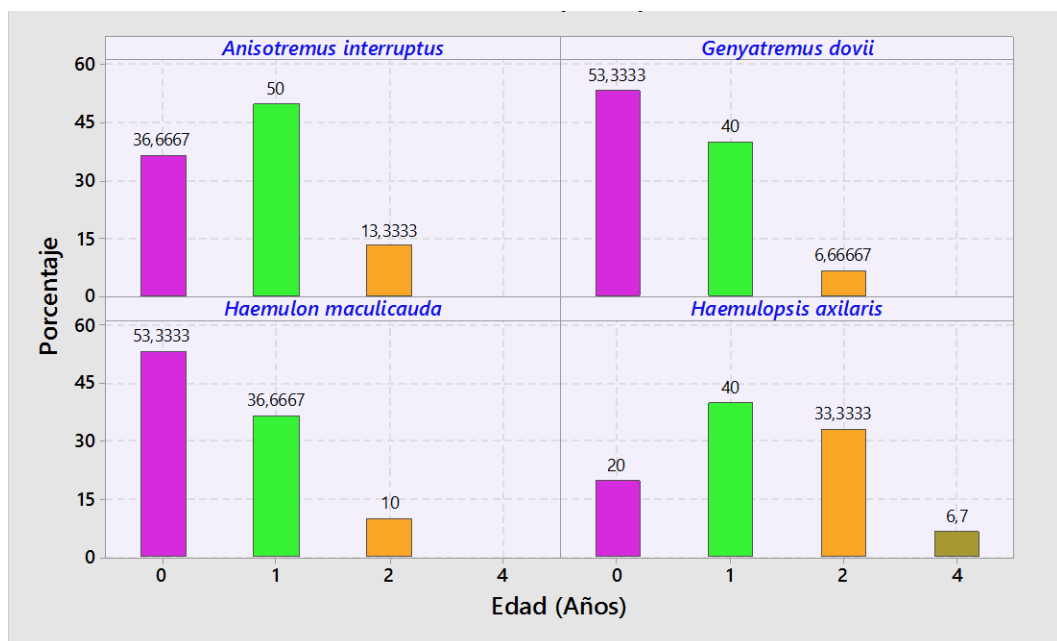


Figura 29. Análisis de parámetro de edad correspondiente a las especies estudiadas

Continuando con el análisis de las edades de las especies se realizó la prueba estadística ANOVA para comparar entre las medias de las edades de los grupos en estudio (Figura 30), donde se reflejó un valor-f de 6.92 con un valor-p de $0.001 < \alpha$ (0.005) lo que evidencia que las medias de las muestras son significativamente diferentes entre sí.

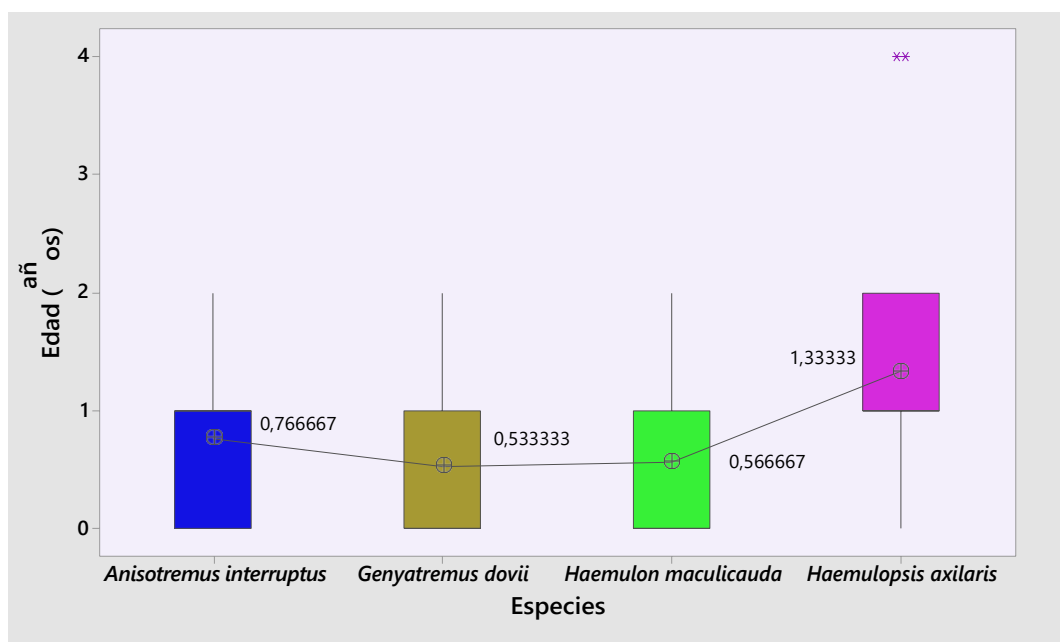


Figura 30. Análisis de comparación de medias entre especies tomadas como objeto de estudio.

Para el análisis de las curvas de crecimiento se tomaron en cuenta la totalidad de la información obtenida en la lectura de anillos concéntricos, promediadas por clase de edad, para la posterior aplicación del Ploteo con el método Ford-Walfrod y la futura obtención de las variables de longitud asintótica (L_{∞}),

coeficiente instantáneo de crecimiento (K) y la edad teórica en la cual el pez alcanza la edad cero (T_0), los resultados obtenidos para las variables en mención se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Variables necesarias en la ecuación de Von Bertalanffy obtenidas a través del ploteo de Ford-Walfrod

	A	B	L_{∞}	K	T_0
<i>Haemulopsis axillaris</i>	10.621	0.5825	25.439521	0.54042609	-0.05484418
<i>Haemulon maculicauda</i>	7.6232	0.7108	26.3596127	0.34136418	-0.09324168
<i>Genyatremus dovii</i>	12.912	0.4543	23.6613524	0.78899751	-0.03518432
<i>Anisotremus interruptus</i>	5.7129	0.8314	33.8843416	0.18464425	-0.14553029

Con los valores de los coeficientes obtenidos se remplazaron en la ecuación de Von Bertalanffy, dando como resultado las curvas de crecimiento (Figura 31) en las cuales se observa que las especies de la familia Haemulidae presentan un crecimiento acelerado en los primeros años de vida, el cual se va reduciendo conforme van alcanzando su longitud máxima asintótica, las curvas se ajustaron con coeficiente de relación superior al 95 % en todas las especies, sin embargo el no contar con individuos de todas las clases de edad sesga el coeficiente de longitud máxima teórica.

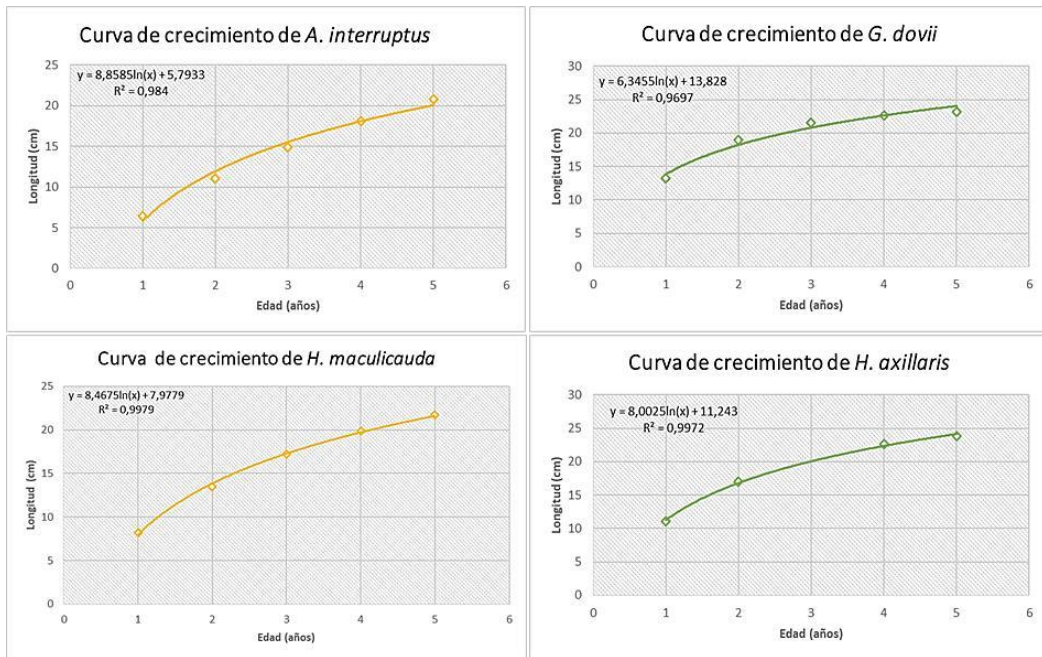


Figura 31. Obtención de curvas de crecimiento de las Especies estudiadas.

10. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Discusión

De acuerdo con la selección del sitio para la colecta de muestreo, Vera, Reyes y Guamán (2018), mencionan que dentro de la provincia de Santa Elena se comercializan 7 especies de la familia Haemulidae, tanto en los puertos, caletas y mercados de mariscos, entre las cuales se encuentran las 4 especies seleccionadas para este estudio (*Haemulon maculicauda*, *Haemulopsis axillaris*, *Genyatremus dovii* y *Anisotremus interruptus*) las que fueron colectadas dentro del Mercado de Marisco de La Libertad. Estas especies según los índices E y R obtenidos en el actual trabajo presentan relación con los fondos marinos, lo cual es corroborado en el estudio de Amezcua -Linares (1985), quien indica que la mayoría de las especies de la familia Haemulidae se aglomeran en cardúmenes y bien asociados a fondos rocosos durante el día, realizando migraciones horizontales durante la noche a fondos blandos para su alimentación.

En cuanto a la morfología de los otolitos se pueden evidenciar patrones generales característicos de la familia Haemulidae como lo es la forma ovoide de los otolitos, con surco heterosulcoide, cauda curva dirigida hacia el margen

ventral, con antirostrum poco pronunciado y bordes crenulados, concordando con el estudio de descripción morfológica de otolitos de García (2004). El presente trabajo es el primero en registrar descriptivos métricos en otolitos de las especies selectas; sin embargo, se han realizado estudios en peces de la plataforma continental de Argentina (Volpedo & Echeverría, 2003), en peces arrecifales como *Pterois volitans* en México (Rubio, 2018) y en la zona de pesca común entre Argentina y Uruguay de las especies *Genypterus blacodes* y *Genypterus brasiliensis* (Viera, 2011) donde se han relacionado los parámetros descriptivos de los otolitos para diferenciarlos de forma intra e interespecífica obteniendo resultados favorables.

La lectura de otolitos ha sido ampliamente usada por diversos investigadores para conocer la edad de los organismos analizados y estimar curvas de crecimiento para la evaluación de los stocks pesqueros juntamente con otras variables. De acuerdo con Cepeda (2018) en su estudio con otolitos de *H. axillaris* estableció 3 grupos de edad (0, 1 y 2 años) con moda de organismos de 0 años coincidiendo con los resultados del presente trabajo en donde la moda de los organismos estudiados se estableció en 1 año y el patrón de crecimiento acelerado durante los primeros años de vida de los organismos.

10.2 Conclusiones

Se describió morfológicamente las especies: *Haemulon maculicauda*, *Haemulopsis axillaris*, *Genyatremus dovii* y *Anisotremus interruptus*, pertenecientes a la familia Haemulidae mediante el uso de claves dicotómicas y sus respectivos otolitos basados en el trabajo de Volpedo y Vaz-dos-Santos realizado en el 2015, otorgando a la comunidad científica caracteres específicos que serán de gran ayuda en la identificación de estos especímenes en futuros estudios.

Las especies de la Familia Haemulidae se caracterizan por presentar relación con los fondos marinos, según lo indican los índices E y R, cuyas medias presentan diferencias estadísticamente significativas entre las especies estudiadas.

Se colectó un total de 120 ejemplares (30 ind. /esp.) cuya proporción de sexo de forma general fue 1H:1M, mientras que por especie *H. maculicauda* presentó la mayor diferencia 63% machos y el 37 % de hembras.

Las especies de *A. interruptus* y *H. axillaris*, presentaron las medias de longitud total y peso más elevadas con 22 cm y 160 g, sin embargo, estas medias presentan diferencias estadísticamente significativas entre las 4 especies estudiadas.

La correlación de Pearson para relacionar la longitud total con el peso de los individuos por especie, solo *H. maculicauda* y *H. axillaris* presentaron correlación con coeficientes de relación de 53 y 70 % respectivamente.

Continuando para la relación entre la longitud del pez y la longitud y peso de los otolitos por especie, en este estudio, únicamente *H. axillaris* mostró correlación entre el peso del otolito con la longitud de los peces estudiados con un coeficiente de relación del 41%.

Respecto a la relación de los descriptores morfométricos de los otolitos, únicamente la anchura del sulcus acústico no presentó diferencia estadística significativa con respecto a la comparación de medias, siendo la longitud del sulcus, seguida de la longitud rostral, las variables que presentaron mayor diferencia entre especies, lo cual refleja variables bases claves en futuros estudios referentes a estos recursos pesqueros.

La población estudiada se conformó por 4 clases de edades entre las cuales están 0, 1, 2 y 4, siendo el grupo de 1 año con el 42 % de los ejemplares seguidos de individuos con 0 años, el grupo de 4 años solo estuvo representado por 2 ejemplares de *H. axillaris*. En cuanto al análisis de ANOVA se comprobó que las medias son estadísticamente diferentes entre sí.

Las curvas de crecimiento presentaron un buen ajuste con regresión logarítmica, condescendiendo datos confiables a formularse en la ecuación de Von Bertalanffy, en la cual se comprobó el incremento isométrico de la longitud del pez con relación a la edad de los individuos estudiados de las diferentes especies, así como su rápido crecimiento en los primeros años de vida de los ejemplares.

10.3 Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones complementarias en base a maduración gonadal en las especies descritas en este estudio en el mercado de La Libertad, con la finalidad de incrementar la información en cuanto a relación edad y maduración gonadal de este recurso.

Con la finalidad de aumentar la veracidad de resultados se recomienda utilizar un muestreo de mayor tamaño, para así obtener una curva de crecimiento de Von Bertalanffy más definida y concisa.

Se recomienda realizar estudios comparativos intraespecíficos de otolitos, con el fin de minimizar el margen error al analizar morfológicamente estas estructuras.

Se sugiere probar el análisis de conteo de anillos concéntricos utilizando otro tipo de técnica y aclaramiento de las estructuras con el objetivo de aumentar la base bibliográfica de estudios de especies de la familia Haemulidae.

11. BIBLIOGRAFÍA

Akaishi, F. M., Silva de Assis, H. C., Jakobi, S. C. G., Eiras-Stofella, D. R., St-Jean, S. D., Courtenay, S. C., ... & Oliveira Ribeiro, C. A. (2004). Morphological and neurotoxicological findings in tropical freshwater fish (*Astyanax* sp.) after waterborne and acute exposure to water soluble fraction (WSF) of crude oil. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 46, 244-253.

Allen, G.R. & D.R. Robertson. 1998. Peces del pacífico oriental tropical. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Agrupación Sierra Madre, Ciudad de México, México.

Bearez, P. (1996). Lista de los peces marinos del Ecuador continental. *Revista de Biología Tropical*, 44(2B), 731-741.

Béarez, P., & Jiménez-Prado, P. (2003). New records of serranids (Perciformes) from the continental shelf of Ecuador with a key to the species, and comments on ENSO-associated fish dispersal. *Cybium*, 27(2), 107-115.

Bjordal, A. (2002). Uso de medidas técnicas en la pesca responsable: regulación de artes de pesca. *FAO, Documento Técnico de Pesca (FAO)*.

Campana, S. E. (1999). Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Marine ecology progress series*, 188, 263-297.

Cárdenas, T. R., & Luque, A. (1996). Otolitos: una introducción a su potencial uso para el estudio de la biología de los peces. *Encuentros en la Biología*, (32), 4.

Cepeda Chele, E. F., Rodríguez, A., González Banchón, T. A., & Duque Marín, R. G. (2018). Estimación de la edad y maduración gonadal de *Haemulopsis axillaris*, colectados en el sector pesquero La Caleta de La Libertad, provincia de Santa Elena-Ecuador.

Dannevig, A. (1956). The influence of temperature on the formation of zones in scales and otoliths of young cod.

Eschmeyer, William N., ed. 1998. Catalog of Fishes. Special Publication of the Center for Biodiversity Research and Information, no. 1, vol 1-3. 2905.

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C. & Carpenter, K.E. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Volúmenes 1-3. FAO.133

García-Godos., & Goya, E. (2006). Diet of Peruvian Diving Petrels *Pelecanoides garnotii* on La Vieja Island, central Peru, between 1997 and 2000, potential fishery interactions and conservation implications. *Marine Ornithology*, 34, 33-41.

Gauldie, R.W., Nelson, D.G.A., 1988. Aragonite twinning and neuro-protein secretion are the cause of daily growth rings in fish otoliths. 90: 501-509.

Gómez-Márquez, J. L., Peña-Mendoza, B., Guzmán-Santiago, J. L., Salgado-Ugarte, I. H., Cervantes-Sandoval, A., Bautista-Reyes, C., & Alejo-Plata, M. D. C. A. (2020). Determinación de la Edad y Crecimiento de Organismos Acuáticos con Énfasis en Peces. *Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Autónoma de México*.

Harvey, J. T., Loughlin, T. R., Perez, M. A., & Oxman, D. S. (2000). Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean.

Herrera, M., Saa I., Ferreyros, S., Coello, D., & Solís-Coello, P. 2017. Peces del perfil costero ecuatoriano: primera milla náutica. Instituto Nacional de Pesca, 453pp. Guayaquil – Ecuador.

Hobson, E. S. (1968). *Predatory behavior of some shore fishes in the Gulf of California* (No. 51-73). Bureau of Sport Fisheries and Wildlife.

Hoese H.D., R.H. Moore, 1977. Fishes of the Gulf of Mexico. Texas, Louisiana, and Adjacent Waters. Texas A&M University Press, College Station TX. 327 p.

Jiménez Prado, P. (2015). Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador.

Rubio Lancharos, D. K. (2018). Ecomorfología de los otolitos *Sagitta* mediante morfometría geométrica y análisis isotópicos de carbono ($\delta^{13}C$) del Pez León (*Pterois volitans*) en el Caribe colombiano.

Amezcu-Linares, F., & Yáñez-Arancibia, A. (1985). Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. A. Yáñez-Arancibia (comp.). Recursos potenciales de México: la pesca acompañante

del camarón. Programa Universitario de Alimentos, Instituto del Mar y Limnología, Instituto Nacional de la Pesca, UNAM, México, 34-94.

Viera, M. (2011). Características ecomorfológicas de los otolitos *sagitta* de *Genypterus Blacodes* y *Genypterus Brasiliensis* provenientes de la zona común de pesca Argentino-Uruguaya.

García, M. D. R. H., Pérez, J. A. M., López, T. A. B., & Rodríguez, J. M. R. (2004). Descripción morfológica de los otolitos de las familias Engraulidae, Haemulidae y Achiridae del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. *Revista de Zoología*, (15), 7-13.

Jordan, D. S., & Gilbert, C. H. (1882). *Synopsis of the fishes of North America* (No. 16). US Government Printing Office.

Leta, H. R., & Keim, A. (1982). Lectura de edades en otolitos de peces teleósteos.

Morales, M. & González, L. W. (2010). Edad y crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformis: Haemulidae) en el suroeste de la isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 299-310.

Ordines, F., Valls, M., & Gouraguine, A. (2012). Biology, feeding, and habitat preferences of Cadenat's rockfish, *Scorpaena loppei* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae), in the Balearic Islands (western Mediterranean). *Acta ichthyologica et Piscatoria*, 42(1), 21-30.

Panfili, J., de Pontual, H., Troadec, H., & Wright, P. J. (2002). *Manual of fish sclerochronology* (pp. 464-p+). Ifremer-IRD coedition.

Pascual, A. (1996). Métodos para el estudio de la edad y crecimiento en peces. Programa de Pesca VECEP ALA, 92, 43.

Pauly, D. (1979). Theory and management of tropical multispecies stocks: a review, with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries.

Popper, A. N., 1976, Ultrastructure of the auditory regions in the innerear of the lake whitefish. *Science* 192: 1020- 1023.

Takaaki, I. R. I. E. (1957). On the forming season of annual rings (opaque and translucent zones) in the otoliths of several marine teleosts. *J Fac Appl Biol Sci Hiroshima Univ*, 1(3), 311-317.

Tello Macas, J. L. (2014). Relación: longitud vs. edad de *Merluccius gayi* durante octubre 2013–marzo 2014 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad

Estatad Península de Santa Elena, 2014.).

Van Der Laan, R., Eschmeyer, W. N., & Fricke, R. (2014). Family-group names of recent fishes. *Zootaxa*, 3882(1), 1-230.

Vélez, Y. (2021). Espectro trófico del tiburón martillo, *Sphyrna zygaena*, desembarcado en el puerto pesquero de Santa Rosa, Ecuador (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021).

Vera Izurieta, D., Reyes Villao, G. & Guamán Asencio, J. (2018). Principales Recursos Pesqueros Comerciales de la Provincia de Santa Elena, Ecuador. 120pp.

Vildoso, A., Vélez, J., Chirichigno Fonseca, N., & Chirinos de Vildoso, A. (1998). Diversidad de los peces marinos del Perú.

Volpedo, A. V. & Vaz-dos-Santos, A. M. (2015). Métodos de estudios con otolitos: principios y aplicaciones. INPA CONICET UBA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 481 pp.

Volpedo, A., & Echeverría, D. D. (2003). Ecomorphological patterns of the *sagitta* in fish on the continental shelf off Argentina. *Fisheries Research*, 60(2-3), 551-560

12. ANEXOS



Figura 32 Determinación de la longitud total y longitud furcal de los organismos



Figura 33 Determinación de la altura de los organismos



Figura 34 Obtención del peso en gramos mediante el uso de balanza electrónica



Figura 35. Corte ventral para la visualización de gónadas e identificación sexual.



Figura 36. Corte longitudinal en la abertura opercular e identificación de la cámara óptica.



Figura 37. Abertura de la cámara ótica y extracción de otolitos.



Figura 38. Lavado de otolitos en cloro comercial siendo tallados con un pincel de cerdas suaves para eliminar restos de epitelio



Figura 39. Otolitos lavados, secados y almacenados en tubos Ependorff rotulados



Figura 40. Obtención el parametro peso del otolito (W) en gramos

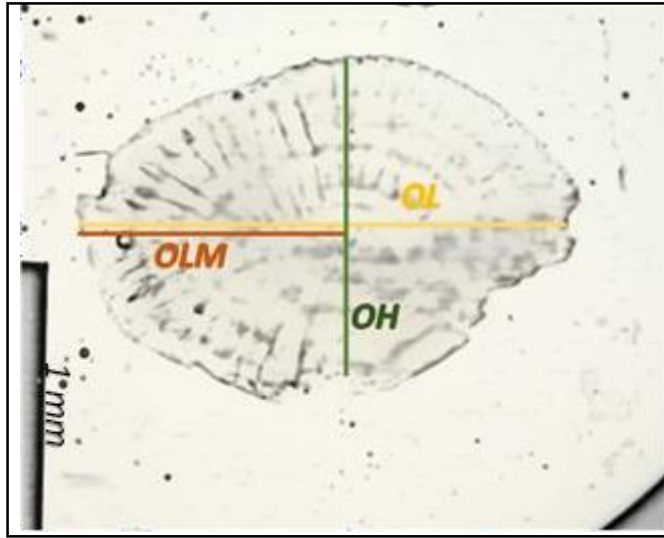


Figura 41. Obtención de medidas del otolito correspondientes a longitud total (OL); longitud media (OLM); altura (OH).