



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

**“RELACIÓN: LONGITUD vs. EDAD DE *MERLUCCIUS GAYI* DURANTE
OCTUBRE 2013 – MARZO 2014”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO MARINO

AUTOR:

JORGE LUIS TELLO MACAS

TUTOR:

BLGA. TANYA GONZÁLEZ B.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2014

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

**“RELACIÓN: LONGITUD vs. EDAD DE *MERLUCCIUS GAYI* DURANTE
OCTUBRE 2013 – MARZO 2014”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO MARINO

AUTOR:

JORGE LUIS TELLO MACAS

TUTOR:

BLGA. TANYA GONZÁLEZ B.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2014

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido, ideas y resultados expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente, y al patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Jorge Luis Tello M.

C.I. # 1712997913

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a Dios, el que me ha otorgado fortaleza para continuar cuanto he estado a punto de caer; por eso, con toda la humildad que mi corazón puede emanar, dedico principalmente mi trabajo a él.

A mis padres, Jorge y Edith quienes siempre estuvieron apoyándome con sus consejos y su esfuerzo diario, enseñándome excelentes sentimientos, hábitos y valores para hacer de mí una mejor persona, infinitamente que Dios les pague por todo.

A mis hermanos Paty, Miguel, Mary, Edna, Claudia y familia en general, que gracias a sus visitas o llamadas telefónicas a la distancia me hacían sentir en casa, durante esta etapa de mi vida fuera de mi hogar.

A Gema, persona especial, quien se ha convertido en mi mejor compañía y apoyo durante mi vida estudiantil.

A la memoria de mi sobrina Kamilita, quien me enseñó que la vida es frágil y que cada momento en la vida hay que saber disfrutarlo como si fuese el último, y quien desde el cielo me motivó y me dio el coraje para culminar este documento.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento singular le debo a mi profesor y amigo Blgo. Richard Duque quien me acogió con gran cariño desde mis inicios en la carrera demostrando ser una persona admirable y sobre todo un amigo incondicional.

A la Blga. Tanya González, mil gracias a quién fungió como tutor de esta tesis, me ha orientado, apoyado y corregido en mi labor científica con un interés y una entrega que han sobrepasado, con mucho, todas las expectativas que como alumno deposité desde un inicio en su persona.

Al Instituto Nacional de Pesca, quien abrió sus puertas y otorgó total respaldo en la ejecución de esta tesis, en especial al Blgo. Manuel Díaz funcionario del INP y Co-Tutor de Tesis, quien ayudó a fortalecer con sus ideas y consejos este documento, además de gestionar la adquisición de las muestras y el uso del laboratorio del Instituto para el procesamiento de los organismos.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a: Blga. Mayra Cuenca, Ing. Jimmy Villón, Blga. Yadira Solano, Blgo. Xavier Ávalos por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

A todos ellos, Gracias infinitas.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gonzalo Tamayo Castañeda. Blgo. Richard Duque Marín. MSc.

Decano Facultad Ciencias del Mar Director Escuela Biología M.

Blga. Tanya González Banchón.

Ing. Jimmy Villón Moreno.

Docente Tutor

Docente de Área

Blgo. Manuel Díaz

Ab. Milton Zambrano C. MSc.

Co-Tutor Instituto Nacional de Pesca

Secretario General-Procurador

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE FOTOS	vii
GLOSARIO DE TÉRMINOS	x
ABREVIATURAS	xiii
1. RESUMEN	xiv
2. INTRODUCCIÓN	xvi
3. JUSTIFICACIÓN	xix
4. OBJETIVO GENERAL	xxii
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xxii
6. HIPÓTESIS	xxiii
7. MARCO TEÓRICO	1
7.1 Características biológicas de la especie.....	1
7.2 Relación Talla vs. Peso en <i>Merluccius gayi</i>	6
7.3 La edad en peces y su determinación en <i>Merluccius gayi</i>	7
7.4 Características generales del Otolito.....	8
7.4.1 Estructura, ubicación y funciones.....	8
7.5 Crecimiento de los otolitos.....	11
7.6 Determinación morfológica de los otolitos de merluza.....	13
7.7 Extracción de otolitos.....	15
7.8 Composición y formación de los otolitos.....	18
7.9 Errores en la determinación de la edad a través de otolitos de merluza.....	22
7.9.1 Anillo Falso.....	23
7.9.2 Anillo Doble.....	23
7.10 Tratamiento de otolitos.....	25

7.11 Técnicas utilizadas en la validación de anillos concéntricos en otolitos...	27
7.11.1 Ficha técnica del Xilol	27
7.11.2 Ficha técnica de la Glicerina.....	29
7.11.3 Ficha técnica del Peróxido de hidrogeno	30
7.12 Técnicas Físicas.....	33
7.12.1 Pulido de otolitos	33
7.13 Importancia de los modelos estadísticos para el análisis de la edad del pez.....	34
7.13.1 Von Bertalanffy	34
7.13.2 Coeficiente de correlación de Pearson.....	35
8. MARCO METODOLÓGICO	37
8.1 Descripción del área de estudio	37
8.2 MATERIALES.....	39
8.2.1 Fase de campo.....	39
8.2.2 Fase de laboratorio.....	40
8.2.3 Sustancias.....	41
8.3 METODOLOGÍA.....	42
8.3.1 FASE DE CAMPO	42
8.3.1.1 Regularidad del muestreo	42
8.3.1.2 Conservación de los organismos.....	43
8.3.2 FASE DE LABORATORIO	44
8.3.2.1 Biometría del organismo: Talla, peso y sexo.....	44
8.3.2.2 Obtención de otolitos	46
8.3.2.3 Tratamiento de otolitos con sustancias químicas.....	47
8.3.2.4 Identificación morfológica de otolitos	49
8.3.2.5 Interpretación de anillos concéntricos	55
8.4 Análisis de datos.....	56
8.4.1 Análisis Morfométrico del otolito: Correlación de Pearson	56
8.4.2.1 El Ploteo de Ford-Walford.....	58
8.4.2.2 Ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy	60

9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	61
9.1 Fase de campo y laboratorio.....	61
9.2 Resultados de la similitud entre otolitos <i>sagitta</i> derecho e izquierdo	62
9.3 Resultados del análisis morfométrico del otolito.	66
9.4 Resultados de la relación entre longitud y peso de <i>Merluccius gayi</i>	70
9.5 Resultados tratamiento de otolitos con sustancias químicas	71
9.5.1 Xilol:	71
9.5.2 Glicerina:	72
9.5.3 Agua:.....	73
9.5.4 Peróxido de Hidrógeno:	74
9.5.5 Blanco:	75
9.6 Conteo de anillos de crecimiento	76
9.7 Determinación de los grupos de edad y frecuencia	77
9.8 Resultados relación de la longitud vs. La edad de <i>Merluccius gayi</i>	78
10. CONCLUSIONES	83
11. RECOMENDACIONES	85
12. BIBLIOGRAFÍA	87
12.1 Bibliografía digital.....	96
13. ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1. Información sobre largo-edad de “Merluza” (<i>Merluccius gayi</i>), del Pto. Anconcito a fin de ser utilizada en el “Ploteo de Ford-Walford”	79
Tabla. 2. Información de valores obtenidos para la pendiente b , L_{∞} y K	80
Tabla. 3. Clave edad-talla del pez, <i>Merluccius gayi</i> , del Puerto Anconcito, Santa Elena-Ecuador.	99
Tabla. 4. Longitud y Peso total de Machos y Hembras mostrando el promedio, longitud máxima y mínima, además del peso promedio, peso máximo y mínimo.....	100
Tabla. 5. Ficha de Monitoreo	101
Tabla. 6. Pesca acompañante en el monitoreo de <i>Merluccius gayi</i>	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Representación de la especie Merluza. Merluzas del Mundo. Fuente: Mascareñas 2003. FAO.	5
Fig. 2. Ubicación de los tres tipos de otolitos en el cráneo del pez. (Fuente: Desarrollo de Herramientas de análisis de contornos basados en Phyton, Castillo A. 2007).	10
Fig. 3. Oído interno del pez en detalle am: ampolla, as: asteriscus, cs: canales semicirculares, l: lagena, lp: lapillus, ml: mácula lagenar, ms: mácula sacular, mu: mácula utricular, no: nervio octavo, pi: pars inferior, ps: pars superior, s: sáculo, sg: <i>sagitta</i> , u: utriculus. (Morales-Nin, 1992).....	11
Fig. 4. Otolitos de <i>Merluccius gayi</i> (Lloris et al., 2003 - Merluzas del Mundo.).....	15
Fig. 5. Dibujos que ilustran las diferentes formas de los otolitos (Smale et al., 1995; Mascareñas et al., 2003).....	50
Fig. 6. Partes de un otolito <i>sagitta</i> (Basado en Volpedo y Echeverría, 2000; Aloisis, 1990).....	51
Fig. 7 Dibujos de los tipos de bordes que caracterizan a los otolitos. (Smale et al., 1995; Mascareñas et al., 2003).....	52
Fig. 8 Dibujos con las formas de los surcos en otolitos. (Smale et al., 1995; Mascareñas et al., 2003)	54
Fig. 9 Tipos de abertura del surco en otolitos. (Smale et al., 1995; Mascareñas et al., 2003).....	55
Fig. 10. Correlación entre la longitud total del otolito derecho y la longitud total del otolito izquierdo de <i>Merluccius gayi</i>	63
Fig. 11. Correlación entre la longitud media del otolito derecho y la longitud media del otolito izquierdo de <i>Merluccius gayi</i>	64
Fig. 12. Correlación entre la longitud del ancho del otolito derecho y la longitud del ancho del otolito izquierdo de <i>Merluccius gayi</i>	65
Fig. 13. Correlación entre el peso total del otolito derecho y peso total del otolito izquierdo de <i>Merluccius gayi</i>	65
Fig. 14 Relación de variables de longitud y peso para establecer la existencia de un crecimiento alométrico en <i>Merluccius gayi</i>	71
Fig. 15 Gráfica en pastel representando los porcentajes obtenidos en el estudio para los Grupos de edad de 1 a 5 años.	77

Fig. 16 Frecuencia de edades por mes.....	78
Fig. 17. Ploteo de Ford-Walford, que representa la correlación existen entre la longitud promedio (x) y la tasa de crecimiento (y).....	80
Fig. 18. Curva de Crecimiento basado en la Ecuación de Von Bertalanffy para <i>Merluccius gayi</i>	82
Fig. 19. Frecuencias de sexos para machos por mes	98
Fig. 20. Frecuencias de sexos para hembras por mes	98

ÍNDICE DE FOTOS

Foto. 1. Otolito derecho de merluza de 3 años de edad. N: núcleo; A1, A2 y A3 anillos anuales (hialinos).	20
Foto. 2. Otolito derecho de merluza de tres años de edad. N: núcleo; A1; A2 y A3 anillos anuales (hialinos) AF: anillo falso AD: anillo doble.	24
Foto. 3. Otolito izquierdo de merluza, cubierto de los restos del material dejado por el pulidor.....	25
Foto. 4. Imagen Satelital Puerto Pesquero Anconcito: 02°19'44,26" SUR y 80°53'21,26" ESTE. Google Earth 2013.	37
Foto. 5. Puerto Anconcito: 1: Entrada al puerto; 2: Zona de desembarque de lanchas; 3: Parqueo camiones para transporte de pesca; 4: Zona de anclaje barcos pesqueros de merluza. (2,3 y 4 son las zonas de muestreo) Fuente: Google 2013	37
Foto. 6. Morfología del otolito de <i>Merluccius gayi</i>	66
Foto. 7. Margen posterior de un otolito izquierdo.....	66
Foto. 8. Borde dorsal crinado del otolito.....	67
Foto. 9. Borde ventral liso y crinado del otolito.....	67
Foto. 10. Surco del otolito homosulcoidal	67
Foto. 11. Sulco ostial del otolito.	68
Foto. 12. Rostro prominente del otolito	68
Foto. 13. Antirrostro evidente del otolito.....	69
Foto. 14. Cara externa cóncava del otolito.....	69
Foto. 15. Cara interna convexa del otolito y grosor moderado.....	69
Foto. 16. Otolito derecho con un año de edad expuesto a Xilol y posteriormente pulido.	72
Foto. 17. Otolito sometido a Glicerina aparentemente con 2 años de edad, el brillo imposibilita la lectura.....	73
Foto. 18. Otolito derecho correspondiente a la muestra hidratada posiblemente con 4 años de edad, por la opacidad no se definen bien los anillos.	74
Foto. 19. Otolito con 4 años de edad sometido Peróxido de Hidrógeno y posteriormente pulido.....	75
Foto. 20. Otolito izquierdo hidratado solamente para la observación, sin definir edad. ...	76

Foto. 21. Merluza fresca, a bordo de un barco de pesca de arrastre.	108
Foto. 22. Descongelamiento de organismos para análisis.	108
Foto. 23. Ubicación de organismos en el mesón de trabajo con la cabeza hacia arriba. .	109
Foto. 24. Obtención del parámetro de longitud con ictiómetro.	109
Foto. 25. Determinación de longitud desde la parte anterior de la cabeza hasta la aleta caudal (longitud total), lectura al centímetro inferior.	110
Foto. 26. Obtención de parámetro peso (W) en gramos con ayuda de una balanza electrónica.	110
Foto. 27. Registro de los parámetros obtenidos de longitud, peso, sexo y estadio gonadal.	111
Foto. 28. Corte ventral del organismo para obtención de gónadas y observación de sexo.	111
Foto. 29. Revisión de gónadas para conocer el sexo del individuo.	112
Foto. 30. Separación cabeza-cuerpo aplicando la metodología de Leta y Keim 1982 para obtención de otolitos <i>sagitta</i> , realizando el corte ventral.	112
Foto. 31. Obtención de otolitos <i>sagitta</i> luego del corte en la parte ventral de la cabeza, usando pinzas.	113
Foto. 32. Corte de la cabeza en posición dorsal para obtener otolitos, realizado con tijeras. Aplicando metodología de Leta y Keim 1982.	113
Foto. 33. Corte de la cabeza en posición dorsal para obtener otolitos, realizado con cuchillo. Aplicando metodología de Leta y Keim 1982.	114
Foto. 34. Obtención de otolitos con pinzas realizando corte en la parte dorsal de la cabeza, correspondiente para corte con cuchillo o tijeras.	114
Foto. 35. Corte recto a la altura del opérculo en la cabeza con organismo.	115
Foto. 36. Obtención de otolitos con corte recto. Otolitos fracturados, metodología rechazada.	115
Foto. 37. Corte oblicuo en el neurocráneo del organismo fácil acceso a otolitos <i>sagitta</i>	116
Foto. 38. Obtención de otolitos en perfecto estado. Metodología aplicada hasta culminar el proceso de obtención de piezas óticas.	116
Foto. 39. Lavado de otolitos en agua corriente.	117
Foto. 40. Enjuague de otolitos en Hipoclorito de Sodio al 10% para desprender membrana ótica.	117

Foto. 41. Delimitación y rotulado de toalla absorbente de cocina para colocar otolitos.	118
Foto. 42. Otolitos limpios y secos.	118
Foto. 43. Almacenamiento de otolitos donde permanecerán hasta ser ubicados en tubos eppendorf con la sustancia clarificadora.	119
Foto. 44. Tubos preparados para colocar los otolitos y la sustancia a tratar.	119
Foto. 45. Tubos con las piezas óticas y sustancias listos para análisis.	120
Foto. 46. Preparación de las muestras para ser colocadas en la cápsula de fondo negro con agua corriente.	120
Foto. 47. Observación de otolitos derecho e izquierdo con estereomicroscópio y cámara enlazada al computador.	121
Foto. 48. Materiales de laboratorio para análisis de muestras	121
Foto. 49. Obtención del parámetro peso (W) del otolito en gramos.	122
Foto. 50. Obtención de parámetro de longitud total, longitud media y longitud del ancho del otolito en centímetros.	122
Foto. 51. Aplicación de técnica del Pulido sobre los otolitos.	123
Foto. 52. Almacenamiento de otolitos en sobre una vez se concluyó con la biometría.	123
Foto. 53. Almacenamiento en fundas individuales rotuladas correctamente luego de culminar con la investigación.	124
Foto. 54. Parásito encontrado dentro del opérculo de merluza.	124

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Achatada: Que posee características sin punta, aplastado o romo.

Actinopterigios: Denominación de los peces con aletas radiales, que son capaces de colonizar todo tipo de ambientes. Ejemplos: peces planos, truchas, percas, arenques, salmones, sardinas.

Acuidad: Grado de agudeza o sutileza.

Antirroostro: Prolongación del borde dorsal de las piezas óticas, proyectadas desde el extremo anterior, sobresaliendo la masa principal del cuerpo del otolito.

Aragonita: Forma cristalina del carbonato de calcio, encontrándose comúnmente en forma de estalactitas, además del esqueleto de los corales y conchas de moluscos.

Calcita: Llamado también carbonato de calcio o espato calizo, es un mineral muy abundante en la naturaleza.

Cauda: Región posterior del sulco o surco del otolito, posterior al cuello.

Clarificación: Método que sirve para dar nitidez, provocando precipitación de proteínas.

Depresión areal: Zona deprimida con límites imprecisos, en forma de canal o depresión ubicada en la zona ventral o dorsal del surco o sulco del otolito.

Dinámica poblacional: Área de la ecología encargada del estudio de los cambios que ocurren en las poblaciones biológicas, haciendo énfasis en el tamaño, edad o sexo, así como aquellos factores y mecanismos que causan o producen esos cambios.

Eco-morfología: Es el estudio de las relaciones existentes entre las formas de los cuerpos y sus estilos de vida.

Endodoncia: Se entiende por endodoncia al tratamiento de los nervios de los dientes que han sido afectados por caries dentales no tratadas a tiempo que eventualmente llegan hasta la pulpa o nervio provocando inflamaciones, infecciones y/o necrosis.

Éter: Compuesto químico orgánico que se presenta en tres estados, líquido, sólido o gaseoso, con la característica principal que su molécula está enlazada por un átomo de oxígeno y dos radicales hidrocarburos.

Filogenético: Trata sobre la historia del desarrollo evolutivo en un grupo determinado de organismos biológicos.

Fotoperíodo: Se considera al tiempo de exposición a la luz solar diaria.

Glicerina: Líquido de características viscosas, incoloras, higroscópicas y dulces; comúnmente utilizado en cosméticos de belleza.

Gutapercha: Exudado del látex de un árbol sapotáceo de la India en forma de goma translúcida, sólida y muy flexible que no se disuelve en el agua, que se aplica en odontología como impermeabilizante y aislante de los conductos radiculares de los dientes.

Higroscópico: Dícese del compuesto que posee la propiedad de absorción o exhalación la humedad en el aire.

Lagena: Cavidad ótica en los peces ubicada en sistema acústico lateral, contenedor del otolito llamado asterisco.

Merluccidae: Familia de peces marinos del Orden Gadiformes, que incluyen las merluzas.

Migración: Se llama así al desplazamiento humano o animal producido de un lugar de origen hacia otro de destino.

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

Ontogénico: Descripción del desarrollo de un organismo biológico, desde su etapa de fecundación hasta su forma adulta.

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

Peróxido de hidrógeno: También conocido como agua oxigenada, único agente germicida que contiene agua y oxígeno.

Policristalino: Es un agregado de cristales muy pequeños de una sustancia cualquiera, que debido a su forma irregular se les denomina cristalitas o granos de cristal.

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

Pulido: Dar tersura o lustre a alguna cosa.

Ritmo circadiano: Ritmos biológicos, oscilaciones de variables biológicas o reloj interno de organismos biológicos.

Rostro: Es una 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.

Sarcopterigios: Peces son aletas carnosas o lobuladas, con esqueleto óseo y mandíbulas con dientes con esmalte.

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

Untuoso: Posee características pegajosas o grasosas.

Utrículo: Es una cavidad del sistema acústico en peces, donde comúnmente se aloja el otolito *lapillus*.

Xilol: De la familia de los Xilenos o compuestos aromáticos que es ampliamente utilizado en laboratorio para disolver estructuras.

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

ASTDR: Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.

Ca: Calcio

CaCO₃: Carbonato de Calcio

cm: Centímetros

g: Gramos

HP: Horse Power (Caballos de fuerza)

INP: Instituto Nacional de Pesca

K: Coeficiente de crecimiento

L_∞: Longitud asintótica

Labs.: Laboratorios

LAO: Longitud Ancho del Otolito

LMO: Longitud Media del Otolito

LT: Longitud Total

LTO: Longitud Total del Otolito

SRP: Subsecretaria de Recursos Pesqueros

t: Toneladas

WO: Peso del Otolito

WT: Peso Total

1. RESUMEN

La edad y el crecimiento de *Merluccius gayi* se determinó a partir de otolitos *sagitta* con interpretación de anillos de crecimiento y pulido de piezas (método directo), mientras que la distribución de las frecuencias de longitudes o tallas fue determinada por análisis estadísticos (método indirecto). Un total de 536 individuos fueron procesados, obtenidos de los desembarques de la flota con red de arrastre para captura de Merluza, entre octubre 2013 - marzo 2014. Se estableció la relación talla-peso y se estimaron los parámetros de crecimiento de las curvas en longitud y edad con la ecuación de crecimiento dispuesta por Von Bertalanffy. La interpretación anillos concéntricos anuales en otolitos *sagitta*, permitió establecer cinco grupos de edad, siendo el Grupo 3 (con tres años de edad) el más representativo, con un 34.9% de la población muestreada. El cálculo de los incrementos marginales del crecimiento mensual de los otolitos, sugirió la formación de un anillo hialino anual en el mes de octubre. Se observó una diferencia significativa en la recta formada por las variables de longitud y peso lo que indicó un crecimiento alométrico. Los parámetros de crecimiento quedaron establecidos en: $t_0 = -2,45234288$, $L_{\infty} = 44,0007513\text{cm}$, $K = 0,30951877$ por año, lo que sugiere que se trata de una especie de vida larga con un crecimiento moderadamente rápido. En base a la presente investigación se confirma que el uso de Peróxido de Hidrógeno para la clarificación de otolitos es efectiva y se concluye que el método empleado es práctico, demanda menor inversión y debiera aplicarse a otras especies y estudios de determinación de edades.

Abstract

Age and growth of Merluccius gayi was determined from sagittal otoliths interpretation of growth rings and polish parts (direct method), while the frequency distribution of lengths or sizes was determined by statistical analysis (indirect method) . A total of 536 individuals were prosecuted, obtained from the landings of the trawl fleet to catch hake, between October 2013 - March 2014 the length-weight relationship was established and the growth parameters of the curves were estimated length and age with the growth equation provided by Von Bertalanffy. The annual concentric rings interpretation Sagitta otoliths highlighted five age groups, with Group 3 (three years) the most representative, with 34.9% of the sampled population. The calculation of marginal monthly growth increments of otoliths, suggested the formation of an annual hyaline ring in October. A significant difference was observed in the line formed by the variable length and weight which indicated an allometric growth. Growth parameters were set at: $t_0 = -2,45234288$, $L_\infty = 44,0007513\text{cm}$, $K = 0,30951877$ by year, suggesting that it is a long-lived species with a moderately rapid growth. Based on this research confirms that the use of Hydrogen Peroxide for the clarification of otoliths is effective and it is concluded that the method is practical, lower investment demand and should be applied to other species and age determination studies.

Keywords: *age, growth, length, sagitta otoliths, Merluccius gayi, Anconcito.*

2. INTRODUCCIÓN

Las merluzas constituyen uno de los grupos de peces demersales más intensamente explotados. Se capturan especialmente con artes de arrastre de fondo, aunque también con redes de enmalle y palangres. (FAO, 2003).

Se trata de una especie propia de aguas templadas o frías, entre 200 y 800 m de profundidad, aunque también puede estar presente entre 30 y 40 m. Es capturada con trasmallos y arrastres de fondo ejemplares juveniles y, sobre todo, desde la zona costera (0,5m de profundidad) hasta 110 m. Es muy voraz, alimentándose principalmente de peces (sardinas, anchoas) y crustáceos (Misidáceos, Eufausiáceos, Anfípodos) en proporciones similares, aunque en su dieta también entran los Cefalópodos. Con similar talla, y cuando el estado de las gónadas no lo permite, las hembras pueden diferenciarse de los machos porque su hígado alcanza un peso superior que el de ellos. (Mascareñas, 2003).

En el Ecuador el recurso merluza está siendo investigado por organismos dependientes del estado, dando resultado excelente en materia de explotación de este recurso, por lo tanto el siguiente estudio es una aportación destinada al estudio de la dinámica de población para *Merluccius gayi* referente a la relación

existente entre la longitud del organismo y su edad, determinada en la interpretación de anillos concéntricos de sus otolitos *sagitta*.

Este documento consta de un objetivo principal clave para el inicio del estudio en el cual se determina las relaciones existentes entre la longitud y la edad, con objetivos específicos dedicados a la consecución del objetivo original, determinando la morfología, relaciones entre peso y talla, los mismo que han reflejado resultados favorables en el proceso.

De la misma manera podremos encontrar las metodologías aplicadas en cada una de las variables en desarrollo, las mismas que han otorgado datos fidedignos en el análisis de resultados.

Los resultados han favorecido en la consecución de una tabla que contiene las claves de las variables de longitud y talla, para que en futuras investigaciones se la pueda utilizar haciendo uso exclusivo de la longitud y conocer en que rango o grupos de edad está el individuo de *Merluccius gayi* en cuestión. También encontramos la ecuación determinada a partir de los muestreos, empleados en la ecuación de crecimiento, donde se podrá determinar la edad de un organismo de esta especie en función de la longitud que esta posea.

La Merluza (*Merluccius gayi*), es uno de los más importantes recursos pesqueros del mar ecuatoriano, que actualmente está siendo sometido a un creciente esfuerzo extractivo implementando diferentes artes de pesca, como consecuencia de las nuevas perspectivas de comercialización. Por lo tanto se hace necesario realizar estudios e investigaciones acordes a la temática, con los cuales se puedan asentar las bases para el estudio, y de la misma manera poder asegurar una explotación racional del recurso Merluza en el Ecuador.

3. JUSTIFICACIÓN

Los estudios realizados, en el Ecuador para merluza (*Merluccius gayi*), es casi nulo, debido que es un recurso totalmente nuevo en materia de explotación comercial ecuatoriano, por ende se hace imprescindible, generar información valiosa tal como: el conocimiento de los aspectos reproductivos, ciclo de desove, talla y edad de primera madurez sexual, fecundidad y potencial de desove, aspectos de importancia relevante tanto para el conocimiento de la biología básica del recurso, como para el empleo de métodos de evaluación de stocks.

La pesquería de Merluza en el Ecuador está regulada bajo el Acuerdo Ministerial N.018, emitido el 16 de abril del 2013 por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (MAGAP, 2013). Por tal razón es importante realizar estudios que permitan conocer la edad de los organismos en referencia.

Los únicos trabajos realizados para el recurso merluza en Ecuador están a cargo de organismos e instituciones gubernamentales tales como el Instituto Nacional de Pesca y La Subsecretaría de Recurso Pesqueros (B/O Miguel Oliver). Estos han generado información importante para el desarrollo de investigaciones futuras, creando líneas base para dichos fines, entre estas investigaciones en relación al

recurso merluza consta: La Distribución de Áreas y Abundancia de los Recursos Demersales con Énfasis en el Recurso Merluza (*Merluccius gayi*), en la Plataforma continental del Ecuador en el año 1991, obteniendo datos para Merluza de 18.046 t, en un área de 19602 km², comprendido entre 19 y 223 m de profundidad, catalogada como abundante, (Martínez J, 1991). Por otra parte no se hace mención alguna sobre estudios de edades en esta especie, por lo que es necesario crear una línea base de investigación acerca del tema.

Para tal efecto el análisis de la edad permite estimar el crecimiento, mortalidad, edad de maduración y longevidad. Inclusive analizando talla y masa corporal, la edad puede ser asociada en modelos poblacionales, dando lugar a la evaluación del estado de una población, además de predecir cambios en el tiempo, viabilizando el desarrollo de estrategias de manejos eficaces en tema de pesquería, según los estudios realizador por (Cailliet *et al.*, 1986; Cailliet y Goldman, 2004) citados en el estudio de análisis de edad por Mondragón L, 2011.

La edad en muchas de las especies puede establecerse a través de las marcas concéntricas presentes en varias estructuras duras, tales como: escamas, otolitos (*saggita*), vértebras, espinas y radios (Holden & Raitt 1975, Tavares 2001, Araya & Cubillos 2002), que toman forma mediante factores intrínsecos, tales como: el desove, metabolismo, cambios de residencia, inclusive cambios en el ambiente como; temperatura, salinidad, luz y alimento. (González 1977, 1979).

Por lo tanto, el presente trabajo permite obtener datos de tres variables; talla, peso y edad de *Merluccius gayi* provenientes de los barcos dedicados a la captura de Merluza a través de red de arrastre, los mismos que posteriormente son desembarcados en la Caleta Pesquera de Anconcito – Provincia de Santa Elena. Vale mencionar que la entrega de los organismos para este estudio es por el convenio existente entre la flota pesquera de arrastre y el Instituto Nacional de Pesca, sólo con fines investigativos, los mismas que serán sometidas a análisis estadísticos.

Para analizar la edad del organismo, es importante considerar la función simple de crecimiento de Von Bertalanffy, la misma que permite determinar el tamaño corporal del organismo en función de la edad, este aspecto a la vez se relaciona con la regresión lineal de Pearson cuyos datos servirán como herramientas para determinar la dinámica poblacional de organismos ícticos con énfasis en el recurso Merluza.

4. OBJETIVO GENERAL

Contrastar la longitud vs. edad de *Merluccius gayi* capturados por red de arrastre que desembarcan en el Pto. Pesquero de Anconcito, mediante lectura de otolitos *sagitta* y biometría externa del organismo, demostrando su estrecha dependencia en el desarrollo de la especie.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la similitud de otolitos derecho e izquierdo, además de la morfología de los otolitos *sagitta* para la especie *Merluccius gayi*.
- Analizar la relación talla-peso y sus variaciones de edad a nivel temporal.
- Aplicar sustancias químicas para el tratamiento de otolitos, que ayuden a una mejor clarificación de los anillos para la interpretación de edades.
- Relacionar los datos obtenidos con modelos estadísticos como: el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy y regresión lineal de Pearson para la definición de los resultados.

- Elaborar un muestrario de otolitos de *Merluccius gayi*, registrados durante la investigación para fines educativos.

6. HIPÓTESIS

La edad de la especie *Merluccius gayi*, está ligada estrechamente con su longitud.

El presente estudio sostiene la hipótesis de que la edad que es determinada mediante la interpretación de anillos concéntricos en otolitos *sagitta*, está estrechamente correlacionada con la longitud total de la especie *Merluccius gayi* en el Pto. Anconcito – Sta. Elena – Ecuador.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Características biológicas de la especie

Vásquez, 1974 y Castro J, 2011, describen a *Merluccius gayi*, con un cuerpo alargado, subcilindrico, fácilmente deformable con cabeza achatada, hocico claramente alargado, depreso; boca grande, moderadamente oblicua, con dientes grandes puntiagudos, los cuales están presentes en dos series irregulares en las mandíbulas y en el vómer. Con escamas cicloideas y una talla máxima de 100 cm, mientras que las más comunes oscilan entre 30 a 50 cm de longitud, lo que contrasta con las muestras obtenidas, ya que son los parámetros utilizados para el monitoreo de los organismos, los mismos que han sido sometidos a análisis para realizar este documento. Fig. 1.

Lloris *et al.*, en 2003, mediante investigaciones sostiene que las merluzas presentan las siguientes características: Están dotadas de una línea lateral con 106 a 144 escamas, posee una cabeza que representa del 26,0 al 33,5% la longitud estándar y el rostro que va del 29,3 al 34,1% de la longitud de la cabeza. Presentan membrana nasal, membrana lacrimal, en la parte inferior de la mejilla el preopérculo e interopérculo, estos organismos no presentan escamas. Los diámetros oculares representan del 16,9 al 22,0% y el diámetro interorbitario del 24,3 al 28,3% de la longitud del cráneo. En el primer arco branquial vamos a

encontrar de 17 a 25 branquiespinas, (en la parte superior de 3 a 6 y la parte inferior de 13 a 19). La primera aleta dorsal posee de 10 a 13 radios, mientras que la segunda aleta dorsal posee de 34 a 42 radios; inferiormente encontramos una aleta anal con radios de 35 a 42. Las aletas pectorales, poseen de 15 a 18 radios, las mismas que representan del 19,0 al 23,5% de la longitud total. En cuanto a las aletas ventrales oscilan del 12,3 al 15,5% de la longitud total. El margen de la aleta caudal es cóncavo.

En la merluza es posible reconocer de 48 a 53 vértebras, 5 a 6 son vértebras cervicales, además de 3 a 4 costillas. El color de la merluza es gris negruzco ubicado en la parte superior del cuerpo, pero con mayor acuidad en la cabeza y aletas; posee una banda longitudinal anaranjada la cual se encuentra en la parte central de los flancos, además de un color blancuzco en el vientre. Según estudios realizados por (Lloris, 2003).

Varios autores como Castillo et al, 1989 y Orrego H, 2012, quienes han estudiado los patrones dietarios y el comportamiento alimenticio de la merluza, sostienen que estos organismos muestran una marcada preferencia por: sardina para individuos mayores a 20 cm de longitud.

Álamo y Blaskovic, 1994, concluyen que los individuos más pequeños tienen un favoritismo al consumir crustáceos y peces pequeños, mientras que otros estudios realizados por Álamo y Espinoza en 1996 y 1997, sostienen que individuos más grandes consumen peces más grandes (tales como: falso volador y la propia merluza).

Estudios dietarios en *Merluccius gayi* realizados por la Universidad de Concepción de Chile en 2002, exponen que la alimentación de la merluza está regida especialmente por: crustáceos moluscos y peces. Dentro de los crustáceos constan langostinos, camarones, estomatópodos; entre moluscos constan caracoles de pequeño tamaño y dentro de los peces están las anchovetas y sardinas.

En cuanto a la distribución de la merluza encontramos que las distintas especies y subespecies pertenecientes a la familia Merlucciidae se van a encontrar distribuidas en el Océano Atlántico en la parte oriental y occidental; (Mediterráneo y Mar Rojo). En el Océano Índico (Sudáfrica y Madagascar). En el Océano Pacífico en la parte occidental y oriental (Costas de Japón, y Nueva Zelanda), además a lo largo de las costas occidentales del continente Americano.

Taxonomía

Filo: Vertebrata

Subfilo: Craniata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Teleostomi

Superorden: Paracanthopterygii

Orden: Gadiformes

Suborden: Gadoidea

Familia: Merlucciidae

Género: *Merluccius*

Especie:

Merluccius gayi

(Ghinchenot, 1848;

Castro J, 2011).

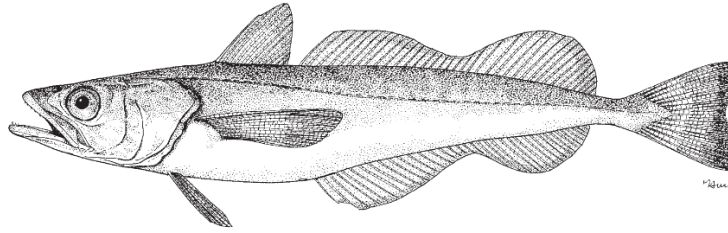


Fig. 1. Representación de la especie Merluza. Merluzas del Mundo. Fuente: Mascareñas 2003. FAO.

Sinónimos

El siguiente listado de nombres pertenece a la especie *Merluccius*; y se describen los nombres sinónimos para reconocer a esta especie en costas americanas (Fuente: Morales-Nin, 1992):

- *Merluccius angustimanus*, Garman, 1899 (Golfo de Panamá)
- *Merluccius gayi*: Kaup, 1858.
- South Pacific Hake. Mascareñas, 2003
- *Merluccius gayi gayi*: Ginsburg, 1954, (costas de Chile). Chilensis HAKE.
- *Merluccius gayi peruanus*: Ginsburg, 1954, (Paita y Callao, Perú). Peruvian HAKE.

7.2 Relación Talla vs. Peso en *Merluccius gayi*

Los estudios de longitud y peso en peces, es de gran interés, debido a que aporta información determinante sobre las estrategias de crecimiento, estado nutricional y reproducción, así lo han determinado diferentes estudios donde se hace hincapié de la relevancia de estos, para luego ser usados en modelos predictivos del comportamiento o la dinámica poblacional. (Granado 1996; Arismendi *et al.*, 2011; McCallum 2000).

Las relaciones talla-peso sirven para modelar el crecimiento relativo entre la talla y el peso, además de moldear la tendencia de la biomasa basados en la talla y son usados inclusive para identificar poblaciones de una sola especie y en el manejo de poblaciones de gran interés económico. (Treer *et al.*, 2008; Agboola & Anetekhai 2008).

De la misma manera autores (Carlander 1969; Froese 2006), han realizado estudios de dinámica poblacional demostrando que las especies (>90%) tienen crecimiento isométrico, lo cual es evidenciado por la tendencia al aumento del grosor del organismo, la misma que es proporcional a la talla, durante su ciclo de crecimiento.

Lo que permite realizar estudios comparativos de Edad vs. Longitud para deducir si existen parámetros ligados mutuamente que regulen, mermen, adicionen o incidan en el desarrollo del pez a lo largo de su ciclo de vida.

En general, conocer acerca de las edades de los peces y su relación con la longitud, nos otorga información de línea base, la cual es selecta para entender acerca de los cambios o efectos en poblaciones de peces y que puede ser utilizada a futuro para estudios relacionados con la dinámica poblacional.

7.3 La edad en peces y su determinación en *Merluccius gayi*

Al hablar de la edad de los peces hacemos referencia al ciclo de tiempo que involucra a el nacimiento y un momento dado (Leta y Keim, 1982), de esta manera cuando utilizamos otolitos (*sagitta*) para la determinación de edades en peces, vamos a notar la existencia de anillos concéntricos denominados anillos de crecimiento, los mismos que nos harán saber acerca de la edad del pez al contar cada uno de los anillos, considerando que cada anillo posee la periodicidad de un año calendario.

7.4 Características generales del Otolito

7.4.1 Estructura, ubicación y funciones

Gaulie en el año 1988, mediante estudios de edades en peces de diferentes organismos determina que los otolitos de los peces teleósteos son cuerpos policristalinos, los cuales se encuentran localizados en el oído interno del pez y cuya función es intervenir en la apreciación del sonido y en el equilibrio.

Tuset 2000 y Morales-Nin 2002, sostienen que estos cuerpos policristalinos por un lado van detectar las vibraciones de las masas de agua y por otro van a ser sensibles a los movimientos que posee la cabeza haciendo relación con la atracción gravitatoria.

Smale *et al.*, 1995. Sustentan que los otolitos son estructuras duras policristalinas especializadas que están situados en los laberintos membranosos del neurocráneo, uno a cada lado y forman parte del sistema acústico-lateral de los peces actinopterigios y sarcopterigios.

Morales, 1987, describe a los otolitos como los primeros tejidos formados de calcio, los cuales se van formando durante la embriogénesis y considerándola

como una estructura que va registrando constantemente los eventos externos diarios desde el estadio larvario hasta los eventos anuales a lo largo de la vida del pez.

En forma general, basándose en lo expuesto anteriormente por los cuatro diferentes autores, se puede sostener que los otolitos están compuestos principalmente por cristales de carbonato de calcio (CaCO₃), los mismos que a medida que se concentran adquieren una forma de aragonita. Estos cristales de aragonita se ubican concéntricamente sobre un núcleo central y se encuentran unidos por una matriz orgánica de tipo proteica, fibrosa que se denomina otolina.

Los peces óseos poseen tres pares de otolitos y se clasifican dependiendo de la zona donde se alojen, así tenemos: *lapillus*, *asteriscus* y *sagitta*, ubicados en la cavidad craneal en su respectiva cápsula ótica formando parte del sistema laberíntico de los teleósteos, cumpliendo la función de estatolitos. (Leta y Keim, 1982; Tuset, 2001; Morales-Nin 2002; González N; et al. 2011). Fig. 2.

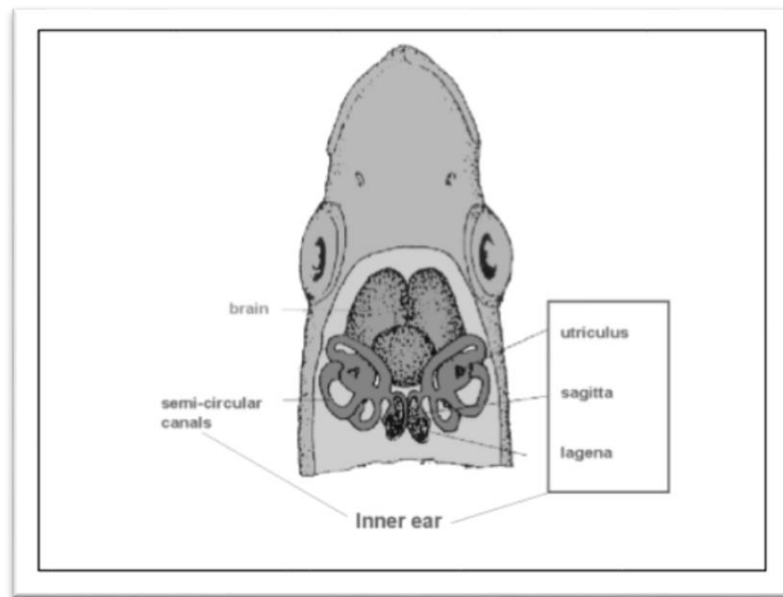


Fig. 2. Ubicación de los tres tipos de otolitos en el cráneo del pez. (Fuente: *Desarrollo de Herramientas de análisis de contornos basados en Python*, Castillo A. 2007).

Los otolitos se encuentran diferenciados en sus cavidades óticas, de esta manera el otolito *sagitta* se va hallar en el sáculo, el *asteriscus* se encuentra dentro de la lagena y el otolito *lapillus* se encuentra alojado en el utrículo, este último cumple funciones de equilibrio y recepta datos de la gravedad debido a que su posición es en la parte más anterior de los canales semicirculares, mientras que los *sagitta* y *asteriscus*, están asociados de mayor manera con la percepción del sonido, debido a que su posición se encuentra en la parte más posterior de los canales semicirculares. (Mascareñas, 2002; Campana, 1985). Fig. 3

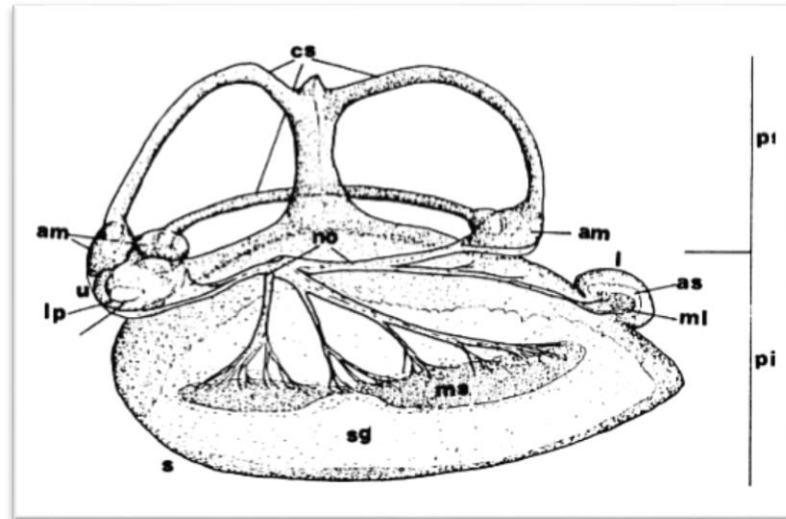


Fig. 3. Oído interno del pez en detalle *am: ampolla, as: asteriscus, cs: canales semicirculares, l: lagena, lp: lapillus, ml: mácula lagenar, ms: mácula sacular, mu: mácula utricular, no: nervio octavo, pi: pars inferior, ps: pars superior, s: sáculo, sg: sagitta, u: utriculus.* (Morales-Nin, 1992).

7.5 Crecimiento de los otolitos

Estudios demuestran que el crecimiento de los otolitos inicia en el primordium, o también llamado núcleo central, el cual está compuesto de materia orgánica. Este crecimiento es cíclico o concéntrico y está ligado a ritmos circadianos los mismos que están relacionados con el metabolismo de los organismos y sincronizados con factores ambientales externos. (Campaña y Neilson, 1985). Lo que se evidencia en el momento de efectuar las lecturas de los anillos de crecimiento, ya que estas líneas siguen un patrón concéntrico y están estrechamente ligados al núcleo central.

Diferentes autores han comprobado que las variaciones de condiciones en el medio tales como: cambios de temperatura, migraciones, alimentación, etc.,

además de cambios ontogénicos, en el proceso de crecimiento citando también a las primeras fases de desarrollo larvario, el estrés fisiológico y ambiental que han ocurrido a lo largo del ciclo de vida de un pez, modifican la microestructura de los anillos, y que quedan como evidencia la formación de anillos cíclicos compuestos por zonas continuas (bandas claras) y zonas discontinuas (bandas oscuras) (Harvey *et al.*, 2000; Mascareñas, 2002; Campaña *et al.*, 1985). De la misma manera esto se corrobora al analizar las muestras, debido que es posible encontrar en cada otolito líneas concéntricas marcadas hialinas y opacas determinando un lapso de tiempo, que es marcado o grabado en él.

En consecuencia, al realizar estudios sobre edades y los distintos rangos de tallas vamos a apreciar marcadas diferencias en la anatomía de estas estructuras. Trabajos sobre otras especies (Tombari *et al.*, 2005) revelaron diferencias en la anatomía de otolitos *sagitta* de individuos adultos y juveniles. Especialmente, en trabajos realizados por (Volpedo & Echeverría, 1999), sostienen que el otolito *sagitta* durante el ciclo vital del pez, este experimenta determinantes variaciones morfológicas durante toda la ontogenia. Sin lugar a duda, algunos caracteres de marcada importancia aparecen en etapas muy tempranas del desarrollo ontogenético y hasta pueden llegar a mantenerse durante toda la vida, así lo demuestran (Tuset 2000; Volpedo 2001; Waeslle *et al.* 2003; Tombari *et al.* 2005).

Debido a lo citado se considera de vital importancia el estudio de la morfología de los otolitos para determinar las edades y tallas en peces, de esta manera se corrobora la existencia de diferencias anatómicas en los otolitos *sagitta* en una misma especie durante el ciclo de vida o a la vez según su rango de tallas.

7.6 Determinación morfológica de los otolitos de merluza

Nolf y Steurbaut en 1989, mediante estudios sostienen que el perfil de un otolito *sagitta* es específico y para muchos es calificada como “la huella dactilar de los peces”, lo que ha conllevado a permitir que las especies sean identificadas correctamente.

De la misma manera Tuset et al. En 2008 expresa que tanto la anatomía, como la estructura y ciertos caracteres, son indispensables para identificar una especie y/o describirla correctamente.

En concordancia, en la cara interna del otolito ya sea derecho o izquierdo logramos encontrar un relieve muy característico, la misma que es utilizada para su caracterización. Estos poseen caracteres principales que son:

- Sulcus acusticus (ostio y cauda)
- Depresión areal dorsal
- Depresión areal ventral
- Rostro
- Antirrostro
- Punto culminante
- Cristas (Tombari et al., 2005; Tuset et al., 2008).

Castillo en el 2007, previo a estudios de eco-morfología en otolitos muestran primeramente que la morfología otolítica eran basados en varias descripciones anatómicas del otolito con dibujos. De la misma manera en los años ochenta se amplió una nomenclatura común para las diferentes partes del otolito inclusive para determinar la anatomía. Actualmente los otolitos son todavía caracterizados a través de dibujos que están en blanco y negro, aunque también las hay en fotos digitales tomadas con un microscopio, para tales efectos se ha considerado los dibujos que se detallan más adelante en los aspectos metodológicos.

La caracterización precisa de los otolitos en peces nos va a permitir comprender cuales son los rasgos específicos para una determinada especie, obteniendo así, hasta su taxonomía (Mascareñas, 2003).

Si bien la descripción precisa de estas estructuras policristalinas se ha tornado muy objetiva y técnica, las caracterizaciones se han logrado realizar en base a su relación entre el largo y ancho de los otolitos, forma del rostro y del antirrostro, la cisura, enfatizando mucho en la presencia de ornamentaciones alrededor del borde la estructura, la forma del otolito, ostio y cauda, forma y tipo del surco acústico, entre otros (Smale *et al.*, 1995; Volpedo y Echeverría, 2000). Por lo que en general, el uso de estos patrones citados es de radical importancia en el momento de caracterizar un otolito y de diferenciar una especie, para de esta manera poder comprobar con exactitud en base a sus caracteres morfológicos a que especie pertenecen. Fig. 4.

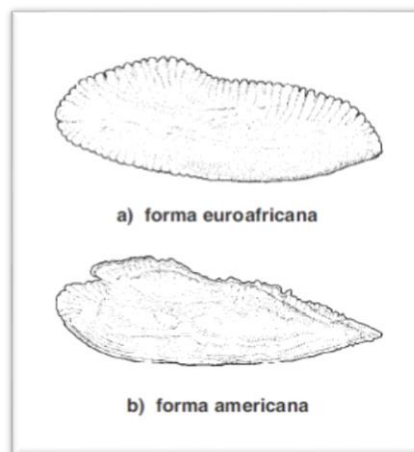


Fig. 4. Otolitos de *Merluccius gayi* (Lloris et al., 2003 - *Merluzas del Mundo.*)

7.7 Extracción de otolitos

Morales-Nin, B. en 1991 recomienda que los otolitos preferentemente deben extraerse de su sitio inmediatamente después de la muerte del pez, pero cuando no

sea posible por las circunstancias de muestreo, los peces deben congelarse o bien, fijarse debidamente para de esta manera evitar la pérdida de los otolitos.

Sparre, 1989, sostiene que durante lo largo del ciclo de vida de un pez, el tamaño de su otolito puede variar; por ende al entender que a simple vista los otolitos *sagitta* son el de mayor tamaño en muchas especies, se debe tener el mayor cuidado en diferenciarse a estos únicamente por su tamaño.

Una segunda recomendación de (Morales-Nin, en 1991) es que al momento de iniciar estudios de una u otra especie deben tomarse muy en cuenta la posición y orientación *in situ* de los diferentes otolitos que se encuentran en el pez (asteriscus, lapillus, sagitta), de manera que en su anatomía y orientación se vean determinados por su posición en el sáculo ótico; lo que implica tener mayor pericia al realizar la caracterización de los otolitos para no confundirlas y posteriormente obtener errores en la interpretación de edades.

Estudios relacionados con la determinación de edades en otolitos realizados por Hecht en 1987, sostiene que el par de otolitos *sagitta* (derecho, izquierdo), deben recolectarse y mantenerse por separado, esto hasta que sea posible diferenciarlos por su morfología y se familiaricen al reconocer las estructuras de cada lado. Así mismo que los anillos de crecimiento en ambos otolitos suelen ser idénticos, entonces si por a o b circunstancia un otolito resulta dañado durante la

manipulación e interpretación de edades a su vez, este es cristalino, puede emplearse su respectiva pareja.

Para obtener los otolitos debe seccionarse el cráneo para de esta manera poder acceder de mejor manera a las cámaras óticas. Sin lugar a dudas la morfología del cráneo una característica filogenética, de cada especie, por lo tanto cualquier técnica de extracción de otolitos debe modificarse y adaptarse a los requerimientos del investigador según la especie a estudiar (Holden y Raitt, 1975). Debido a esto las técnicas de extracción de otolitos usadas en este estudio parten de este principio, por lo tanto las técnicas han sido modificadas para un mejor provecho de estos huesecillos.

De esta manera existen varios métodos para extracción de los otolitos en merluza, como por ejemplo, haciendo un corte transversal en la cabeza un poco detrás de los ojos, pero con sumo cuidado de no dañar los otolitos, por lo que el corte debe ser suficientemente profundo como para abrir el cráneo y no perjudicar la muestra.

A su vez si el sáculo está expuesto y los otolitos se observan a simple vista se extraen los otolitos con pinzas, pero siempre tomando la precaución de no apretar mucho la muestra para no romperlos ya que es fácil que una persona inexperta corte muy profundo el cráneo y dañe los otolitos, pero si se tiene la mayor

precaución la mayoría de técnicas de extracción de otolitos se aprenden fácilmente durante la puesta en práctica.

De la misma manera otro de los métodos usados por los investigadores es el que consiste en levantar la tapa del cráneo; pero no es muy usado ya que este es un tanto más complicado, porque usualmente se lo utiliza con peces grandes, aunque se corre menos peligro de dañar las muestras.

Existen casos en que la muestra es requerida para el comercio, y la apariencia del pescado es importante al consumidor, en estos casos para extraer los otolitos, se evitará, cercenarles la cabeza o perforando el cráneo, y se puede tener acceso a los otolitos por debajo de las branquias o por el paladar, lo cual no daña mayormente al organismo.

7.8 Composición y formación de los otolitos

Las estructuras esqueléticas presentes en los peces y que ayudan a obtener datos acerca de la edad son: escamas, vértebras y otolitos (*sagitta*). (Mascareñas, 2003), además que son estructuras que se pueden almacenar rápidamente sin ocupar mucho espacio y en especial que fáciles de obtener.

Estudios realizados por Harvey et al., 2000, demuestran que en la mayoría de especies de peces óseos es posible encontrar a los otolitos sagita, los cuales son de mayor tamaño en comparación con los otros otolitos referidos anteriormente, y por ende son los que mayormente se utilizan para diversos estudios de determinación de edades en peces.

Cada otolito (*sagitta*) posee dos zonas bien demarcadas: Una zona hialina que contiene cristales de carbonato de calcio (CaCO_3) en grandes cantidades y una zona opaca donde se encuentra poca cantidad CaCO_3 . 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 X; et al, 2011). Foto 1.

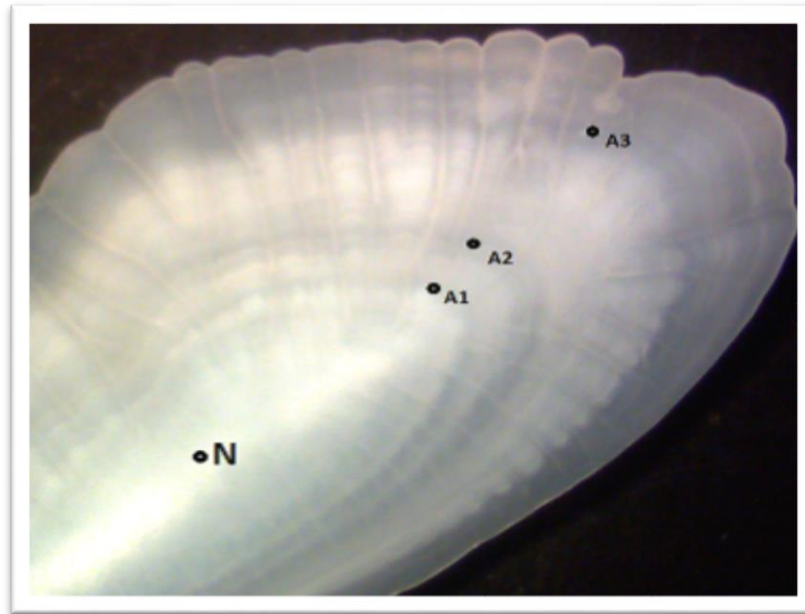


Foto. 1. Otolito derecho de merluza de 3 años de edad. N: núcleo; A1, A2 y A3 anillos anuales (hialinos).

Morales-Nin 2002, agrega que el calcio que se concentra en estas áreas del otolito responden a un proceso extracelular, los mismos que se encuentran regulados hormonalmente y están fuertemente influenciados por las variaciones ambientales además que las tasas de incremento de carbonato de calcio, observables a través de la forma del otolito, varían a lo largo de la ontogenia. Estas variaciones propias del interior del otolito según Campana & Nelson 1985; Begg & Waldman 1999; son atribuidas a las diferencias en el longitud del cráneo así también como a las diferencias en las tasas metabólicas que se encuentran ligadas a variaciones ambientales y físicas, como la profundidad, el fotoperiodo, la alimentación, la temperatura, el crecimiento y relaciones filogenéticas. Lo que conlleva a comprender sobre las determinantes influencias que poseen estos organismos

durante su crecimiento y desarrollo, y que lo hacen importante para la consecución de parámetros al realizar los diferentes estudios de dinámica poblacional.

Habitualmente estos términos “hialino y opaco” están referidos a dos zonas: “invierno y verano” respectivamente, pero estudios realizados por Irie en 1957, afirma 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.

Adicionalmente Morales-Nin 2002; Volpedo & Echeverría 2003, soportan que tanto la forma como los patrones de crecimiento de los tres pares de otolitos ya antes mencionados son propios de cada especie, lo cual es de vital importancia para posibilitar la diferenciación en base a la morfología de las piezas óticas.

Factores tales como: profundidad, sustrato, temperatura o hábitos tróficos influyen directamente en el tamaño y forma de los otolitos, según autores como Tuset et al. 2010; Volpedo & Echeverría 2002; Volpedo & Fuchs 2010, además sostienen, que las diferencias en la forma de estas estructuras estarían estrechamente relacionadas con factores ambientales, y son conocidas como diferencias eco-

morfológicas y a su vez se utilizan frecuentemente para estudiar las divergencias entre especies y entre grupos ecológicos.

El crecimiento del cuerpo y del otolito están estrechamente relacionados, en función de la tasa de crecimiento se lograra observar un aumento del grosor de los mismos, y se registrarán períodos de estrés fisiológico y ambiental, inclusive un registro de las fluctuaciones en el crecimiento que son causadas por una disminución del metabolismo la cual está estrechamente unida a la edad (Gutiérrez y Morales-Nin, 1986). Aunque autores como Wright *et al.*, 1990 sostiene que en ciertos casos el crecimiento somático y del otolito aparentan ser independientes.

7.9 Errores en la determinación de la edad a través de otolitos de merluza

Como ya se mencionó anteriormente, los anillos de crecimiento en los otolitos se ven influenciados o están sujetos a los cambios en el ambiente en el que habita el pez, por ende es de fácil entendimiento que cada anillo va a representar el lapso de un año, pero sin embargo existen casos en que los anillos no han terminado de formarse hasta el momento de haberlos capturado, pero que sin embargo aparecen en la estructura, así lo demuestran estos casos de anillos dobles y falsos anillos

En varias circunstancias el patrón estacional (tiempo de verano o invierno) que normalmente rige la formación de las zonas hialinas u opacas puede verse

alterada, por el hecho de que durante el verano ocasionalmente en los otolitos es posible encontrar zonas hialinas estrechas, (relacionadas al crecimiento lento en dicha fase estacional). Al contrario de lo que ocurre en invierno donde es posible encontrar ocasionalmente zonas opacas estrechas, donde lo que se distingue como normal serían hallar zonas hialinas amplias correspondientes a crecimiento lento.

7.9.1 Anillo Falso

Un anillo falso es cuando en el otolito es posible reconocer una zona hialina en el medio de una zona opaca, que generalmente esta zona no es continua alrededor del otolito. Donde, se corta en un extremo o bien posee intersecciones entre cortadas. Foto 2.

7.9.2 Anillo Doble

El anillo doble se denomina a la zona hialina donde es posible encontrar dos o más zonas hialinas, las mismas que siguen un mismo patrón de distribución formando un anillo, estos se encuentran muy unidos entre sí, por lo que considera que en conjunto ambas zonas comprenden un año en total. Foto 2.

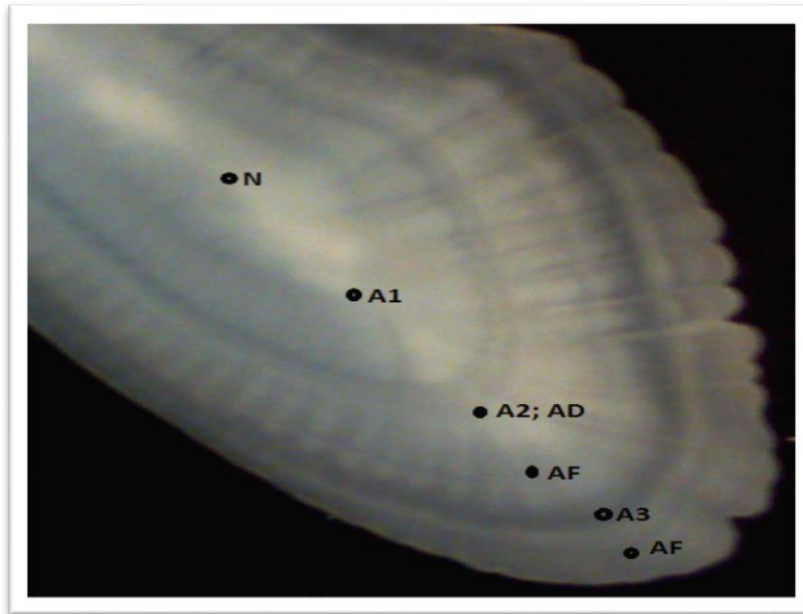


Foto. 2. Otolito derecho de merluza de tres años de edad. N: núcleo; A1; A2 y A3 anillos anuales (hialinos) AF: anillo falso AD: anillo doble.

Por otra parte existen errores del tipo metodológico, al usar uno u otro tratamiento sobre los otolitos previo a la identificación de anillos de crecimiento, que por lo general son el resultado de daños mecánicos, y que posteriormente incurren en un interpretación errónea en el cálculo de edades. Foto 3.



Foto. 3. Otolito izquierdo de merluza, cubierto de los restos del material dejado por el pulidor.

7.10 Tratamiento de otolitos

Durante la determinación de la edad en peces de la especie *Merluccius gayi*, es imprescindible que exista un riguroso protocolo para llevar a cabo la interpretación de los anillos en los otolitos, esto incurre en obtener lecturas de edad veraces sin sospecha de errores, este proceso es determinante por que la técnica empleada en su momento hará más legible la lectura de los anillos de crecimiento.

Estudios previos realizados por Campaña y Jones en 1992, sustentan que una apropiada preparación de los otolitos para extraer información sobre la edad de un pez, es el primer paso para la interpretación de los anillos; y las técnicas empleadas para dichos efectos se vinculan estrechamente con las dificultades en el inspección de los anillos y por ende con la duración de la investigación, lo que se corrobora con ésta investigación.

La técnica del contando los anillos de crecimiento de los otolitos de los peces para determinar edades es ampliamente utilizado (Brothers 1982, 1984; Secor et al 1991; Morales-Nin, 1992). Pero sin embargo, muy a menudo estos otolitos son extremadamente opacos y en consecuencia es imposible obtener el valor de la edad y prácticamente no se pueden utilizar, inclusive si el material es abundante estos otolitos se descartan, lo que no sucede cuando el material es escaso, y cada otolito se convierte en una pieza invaluable. Entonces para evitar la pérdida de muestras por ser ilegibles, se han diseñado una serie de técnicas beneficiosas para la interpretación de anillos concéntricos, usando sustancias químicas, que poseen una acción clarificadora en contacto con estas estructuras tales como: xilol, glicerina, alcohol; además de métodos físicos, que implican el pulido o desgaste de la pieza, haciendo uso desde piedras de pulir de grano fino hasta pulidoras con motor eléctrico, tal como lo describe en su publicación Morales-Nin, 1992.

El estudio de los otolitos para muchos investigadores es una pieza clave y eficiente para desarrollar proyectos de investigación sobre el reclutamiento y

dinámica de poblaciones, canalizando las estimaciones del grado de crecimiento, distribución de edades, mortalidad y el comportamiento migratorio de una especie en especial o de una población para la diferenciación de "*stocks*".

7.11 Técnicas utilizadas en la validación de anillos concéntricos en otolitos

7.11.1 Ficha técnica del Xilol

Nombre químico: Xileno

Fórmula química: $C_6H_4(CH_3)_2$

Sinónimos: Xilol; Dimetil -benceno; Metil-tolueno

Familia química: Hidrocarburos aromáticos.

La ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades), manifiesta que el xilol es un líquido incoloro, de aroma dulce, que posee la facultad de inflamarse fácilmente. Se encuentra de forma natural en el petróleo, alquitrán y suele formarse cuando ocurren incendios forestales. El xileno puede ser olfateado a niveles de 0.08 a 3.7 ppm y en contacto con el agua se puede empezar a detectar su sabor a niveles de 0.53 a 1.8 ppm.

Otras bibliografías (Labs. Eufar, 2011) sostienen que el xilol se usa como un disolvente y que en odontología, el Xilol disuelve la gutapercha en la limpieza de conductos radiculares, proporcionando un ablandamiento rápido, además, en procedimientos endodónticos o restaurativos.

Según la ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades), en histología es usual utilizar el xilol para el preparado de muestras histológicas tornando transparentes los tejidos que son expuestos al reactivo para ser observados posteriormente en un microscopio, estas muestras o preparados se puedan observar con claridad, de ahí su importancia y se corrobora en este documento; mediante esta propiedad de aclarado es posible utilizarlo en los otolitos porque facilita la observación e interpretación de líneas de crecimiento adelgazando las estructuras.

En un estudio sobre la evaluación de los riesgos asociados con el uso de Xilol en laboratorios de patología y citología, realizado por Nuñez K., *et al*, Brasil, 2005, sostienen que el xileno se clasifica en el grupo B, enmarcado a los productos químicos que presentarían riesgos para la salud pública o el medio ambiente de ese país, por lo tanto se deduce que el uso frecuente de Xilol en laboratorios

dedicados a investigación o enseñanza pueden causar riesgos para la salud de los investigador o personal expuesto al químico.

Otros estudios realizados por Moraes *et al*, 2005.; Langman, 1994, sostienen que el Xilol compuesto orgánico volátil que ocasiona tos, dificultad para respirar, irritación en los ojos, dermatitis, pérdida de memoria, dolores de cabeza, inclusive depresión a corto plazo en el sistema nervioso central.

7.11.2 Ficha técnica de la Glicerina

Nombre Químico: Glicerina USP.

Formula Química: $C_3H_5(OH)_3$

Sinónimos: Glicerol - Alcohol glicílico 1, 2, 3-propanotriol

Labs. Merck, 2001 considera que la Glicerina es un líquido que aparenta tener las características de un jarabe en cuanto a su consistencia, al tocarlo se muestra un tanto untuoso, es casi incoloro, translúcido y muy higroscópico. De fácil mezcla con agua o etanol al 96% de concentración. Se obtiene especialmente de aceites y grasas y se le da un uso como producto intermedio para elaboración de jabones y ácidos grasos. A su vez se obtiene también por medio de la fermentación.

Estudios demuestran que la glicerina es un agente deshidratante osmótico que posee ciertas propiedades absorbentes y lubricantes. Actúa como un emoliente, dando protección y ablandando la piel. Inclusive es un buen disolvente de sustancias orgánicas y minerales. (Martindale, 2003). Por lo que se le utiliza como tratamiento alternativo a la clarificación otolitos, en estudios de determinación de edades, así lo han realizado varios autores tales como: Martínez, 1984; Morales-Nin, 1991; Gómez-Márquez J. L., 1994; Svoboda 2012. Obteniendo resultados favorables, pero que en comparación con otras técnicas no ha sido una técnica considerada como “ideal” para la clarificación de otolitos.

En consecuencia, debido a que muchas de las técnicas que han sido descritas a lo largo de las investigaciones para la determinación de edades mediante el conteo de anillos en otolitos de peces no son determinantes y/o a su vez no existe una técnica que sea fehaciente, pero que por otro lado tampoco son descartadas.

7.11.3 Ficha técnica del Peróxido de hidrogeno

Nombre Químico: Peróxido de Hidrógeno

Fórmula Química: H₂O₂

Sinónimos: Dióxido de hidrógeno

Cisproquim, 2005 considera que el Peróxido de hidrógeno es un líquido incoloro muy estable, que se comercializa a manera de soluciones acuosas con concentraciones que oscilan entre el 3% y el 90%. El contenido de peróxido de hidrógeno puede expresarse en porcentajes o volúmenes. Como característica principal es que este compuesto es soluble en agua y en éter. La exposición al peróxido de hidrógeno puede producir irritación de los ojos, la garganta, las vías respiratorias y la piel. Lo que nos indica que se debe manipular con suma delicadeza al trabajar con concentraciones altas por que podría ser perjudicial.

La ATSDR en 2002, señala que el peróxido de hidrógeno se localiza en muchos de los productos de uso doméstico, tanto para uso medicinal como para usos como blanqueador de ropa (detergentes) y el cabello. Un dato importante es que en la industria telar y papelera, el peróxido de hidrógeno suele usarse en altas concentraciones para blanquear.

Estudios realizados por Pacheco L., 2004. Verifica que el peróxido de hidrógeno se utiliza en la cosmética, esencialmente como un decolorante en productos de uso odontológico, tal como los blanqueadores dentales y algunos productos para el pelo.

Margeas, 2008. Sostiene que los blanqueadores dentales y los ciertos productos de higiene bucal (dentífricos y enjuagues bucales) utilizan peróxido de hidrógeno o para blanquear o desinfectar, además que el peróxido blanquea los dientes al instante en que penetra en el diente y reacciona con las moléculas que provocan cambios de color.

Amengual J. 2004, de igual manera determino en sus estudios que el peróxido de hidrógeno eficazmente atraviesa el esmalte de los dientes y no daña el esmalte si este se usa en bajas concentraciones.

Sin embargo, GreenFacts en su página digital en internet última revisión 23-12-2013 determina que los dientes están compuestos por tejidos mineralizados tales como: el calcio, el fósforo y el magnesio; lo que le otorgan la dureza y que unos pocos estudios señalan que el uso de peróxido de hidrogeno en el blanqueamiento puede dañar la superficie de la pieza dental, debido que provoca que la pieza se torne más porosa, quite el esmalte y lo descalcifique, por lo que puede provocar muescas, arañazos y pérdida de minerales.

Zerón, en 2003. En sus estudios determina que el O₂ liberado del peróxido de hidrógeno en su descomposición tiene forma de burbujas y es efervescente, por lo

tato esto va a favorecer la eliminación de detritus celulares y tejidos desvitalizados.

Fundamentados en las investigaciones anteriormente mencionadas, acerca de estudios odontológicos donde se utiliza al peróxido de hidrógeno como un agente blanqueador de dientes; basándonos en la similitud de los compuestos de los otolitos con los dientes, y a sabiendas que esta sustancia puede dañar las estructuras descalcificándolas o a su vez perforándolas como parte innovadora probamos el uso del Peróxido de Hidrógeno al 30% de concentración para el aclaramiento de los otolitos y de esta manera aportar mediante este estudio una nueva técnica que puede ser usada en futuras investigaciones.

7.12 Técnicas Físicas

7.12.1 Pulido de otolitos

Para la observación de anillos de crecimiento en otolitos existen varias técnicas (síntesis en Morales-Nin 1991). Que principalmente, están divididas en observar un otolito entero y la preparación de secciones, o que a su vez aplicando cierta clase elementos pulidores, se logra hacer un desgaste en las piezas, lo que conlleva a obtener una mejor observación bajo la luz del estéreo-microscopio los

anillos de crecimiento, y estas técnicas pueden ir de la mano ayudando así a la determinación adecuada de las edades en peces.

El pulido de otolitos es un procedimiento que se puede utilizar con varios tipos de pulidoras, las mismas que están equipadas en su mayoría de un motor eléctrico con un eje directo y una piedra de grano fino para realizar el pulido. Si se requiere se puede agregar agua, siempre y cuando la pulidora que se utilice no disponga de un circuito de agua circulante, la cual es requerida en repetidas ocasiones, para la limpieza de la estructura y mejor pulida del otolito. (Leta y Keim, 1982).

Gracias a esta técnica del pulido podemos obtener una observación mejorada de las líneas de crecimiento, pero se debe prestar mucha atención en el momento del pulidos a la profundidad y la fuerza con que se realiza, debido que es posible que se puedan borrar los anillos y a su vez por la fuerza ejercida durante el mismo se pueden romper los otolitos. Ver Foto 49.

7.13 Importancia de los modelos estadísticos para el análisis de la edad del pez

7.13.1 Von Bertalanffy

La determinación del crecimiento de los peces, mediante el modelo de Von Bertalanffy, permite determinar el tamaño corporal en función de su edad, de esta

manera podemos realizar predicciones de cálculos en la edad con relación a la talla del organismo en épocas de captura. De manera que todos los métodos de evaluación de poblaciones de peces tratan esencialmente con los datos de composición por edades. Y por lo general, estos datos se pueden obtener mediante el recuento de los anillos que representan edad en las partes duras, como escamas y otolitos (huesos del oído situados en la base del cráneo). Debido a que los anillos se forman por las fuertes fluctuaciones que ocurren en las condiciones ambientales de verano a invierno y viceversa, de tal manera que el estudio de peces de ambientes tropicales es más difícil detectar su edad, pero en la actualidad se han desarrollado técnicas que emplean estructuras mucho más exactas, que permiten calcular la edad del pez en número de días. De modo que técnicamente el determinar la edad de un pez sea factible aunque con un alto costo.

7.13.2 Coeficiente de correlación de Pearson

El concepto de la correlación dice que con este método se puede evaluar el grado de relación entre variables cuantitativas, siempre y cuando estas se encuentren relacionadas linealmente.

Para tales efectos mediante este coeficiente se somete a pruebas de correlación a los dos otolitos Derecho e Izquierdo, con la única finalidad de que al existir una

buen porcentaje en la correlación, es posible tomar solamente un otolito y así determinar la edad, lo que se traduce en ahorro de tiempo en el momento de ser sometidos a análisis en el estereomicroscópio y obviamente se demuestra que ambas estructuras poseen las mismas características, lo que simplifica el estudio de determinación de edades en otolitos.

8. MARCO METODOLÓGICO

8.1 Descripción del área de estudio

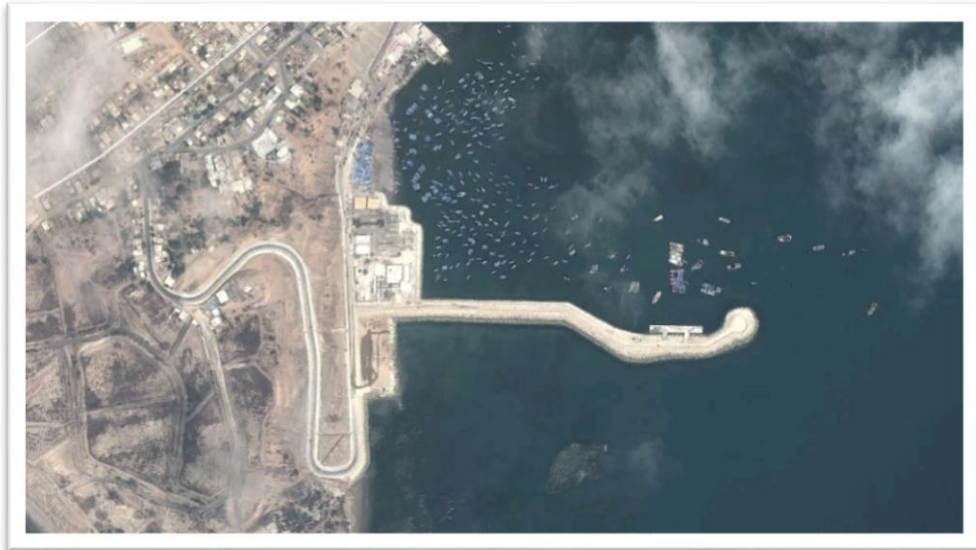


Foto. 4. Imagen Satelital Puerto Pesquero Anconcito: 02°19'44,26" SUR y 80°53'21,26" ESTE. Fuente: Google Earth 2013.

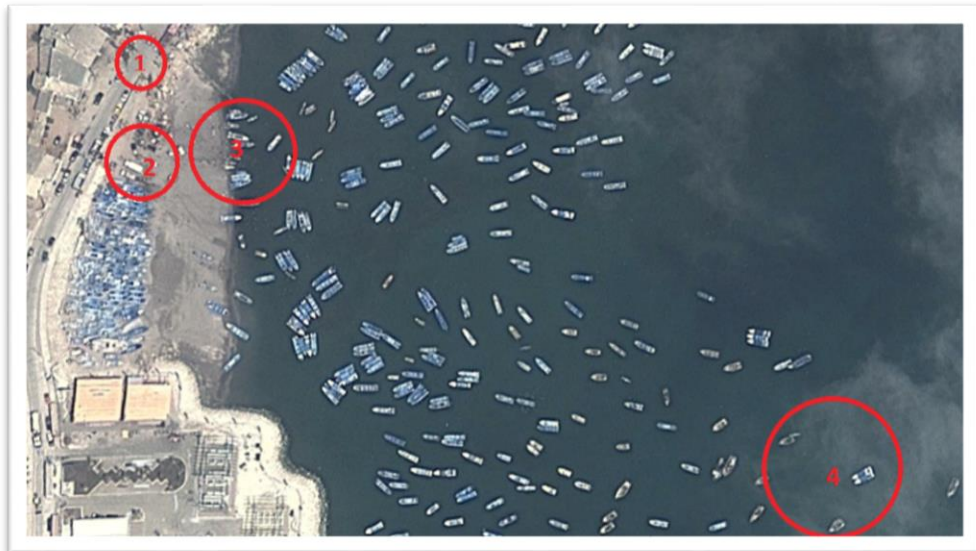


Foto. 5. Puerto Anconcito: 1: Entrada al puerto; 2: Zona de desembarque de lanchas; 3: Parqueo camiones para transporte de pesca; 4: Zona de anclaje barcos pesqueros de merluza. (2,3 y 4 son las zonas de muestreo). Fuente: Google Earth 2013.

Anconcito es un puerto pesquero artesanal situado en el Cantón Salinas con una posición geográfica; 02°19'44,26" SUR y 80°53'21,26" ESTE, y una extensión de playa de 9,74 Km². Su economía se encuentra basada en la pesca, la misma que es considerada de gran importancia a nivel nacional para la economía de nuestra Región y del País.

Anconcito dejó hace mucho tiempo de ser un pequeño pueblo de pescadores para convertirse en un emporio de trabajo artesanal e industrial, con gente bien organizada que trabaja y se preocupa por impulsar el desarrollo social y económico de su comunidad, poseedora de una playa con características de ensenada, lo cual es un plus que le ha permitido alojar grandes cantidades de embarcaciones de alto y bajo calado, gracias a la presencia de muy pocas olas en sus orillas, de esta manera es un sitio adecuado para desembarcar los productos de la pesca en el sector. Este desembarque en el puerto tiene un volumen anual de 3000 a 3500 t. (Gobierno Parroquial de Anconcito, 2013).

En este puerto se encuentran en funcionamiento aproximadamente de 400 a 600 fibras (Dreher D, 2009), de fibra y madera consideradas como artesanales anexas alrededor de 33 embarcaciones nodrizas; cada una de estas fibras consta de un motor fuera de borda entre 48 y 75 HP, además de embarcaciones Industriales como la flota pesquera DEMARCO S.A. que consta de 2 embarcaciones chinchorreras y 1 barco atunero. (Mencionado por: Muñoz H, 2012).

El puerto de Anconcito es poseedor de 11800 habitantes (CENSO 2010) de los cuales 1800 son pescadores artesanales, los mismos que utilizan varios artes de pesca como: espinel de fondo, trasmallo de fondo, red de enmalle de superficie, línea de mano de fondo y media agua. En este mismo lugar se han identificado tres tipos de pesquerías entre estos los de peces pelágicos (picudos, dorados, atunes); peces demersales (corvina de roca, perela, merluza); y crustáceos (langostinos, langostas). (SRP, 1991). Mencionado por: Marín S. *et al*, 2010.

8.2 MATERIALES

8.2.1 Fase de campo

- Libreta de apuntes
- Fundas de plástico
- Hielo
- Lápiz
- Hielera
- Camioneta (traslado de organismos)
- Cámara fotográfica marca Nikon D3100
- Claves de identificación de especies

8.2.2 Fase de laboratorio

- Ictiómetro
- Balanza
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva
- Recipientes pequeños
- Computador marca Sony VAIO equipado con Windows 7 y Microsoft 2013.
- Marcadores (rotuladores)
- Pinzas
- Tijeras
- Cuchillo
- Fundas plásticas
- Tubos eppendorf
- Fundas de basura
- Hojas de registro
- Lápiz
- Estéreo microscopio marca BOECO
- Capsula fondo negro
- Pipeta
- Cámara para Estéreo microscopio marca AmScope
- Computadora portátil

- Vaso de precipitación de 50ml
- Pulidora marca RotoSmart
- Lijas de agua
- Jeringas
- Aguja de disección
- Toallas de papel absorbentes
- Caja petri
- Mascarilla
- Guantes
- Caja organizadora de plástico
- Sobres de papel
- Fundas plásticas 21cm x 4cm
- Congelador

8.2.3 Sustancias

- Xilol
- Glicerina
- Agua
- Peróxido de hidrógeno al 30 % (H₂O₂)
- Hipoclorito de sodio 10%
- Hielo

8.3 METODOLOGÍA

Metodológicamente el estudio se desarrolló en dos fases, la misma que se describen a continuación.

8.3.1 FASE DE CAMPO

Para la obtención de muestra fue indispensable acudir a la caleta pesquera de Anconcito (sitio de monitoreo), con una regularidad de dos veces al mes (cada quince días), preferentemente a inicios y fines de mes.

Las muestras obtenidas fueron solicitadas a los pescadores de merluza con red de arrastre a través de los funcionarios del INP, para agilizar la adquisición de las mismas, también en dos ocasiones se abordó los barcos con ayuda de una lancha, debido a que se encontraban ancladas fuera de la orilla $\frac{1}{4}$ de milla, asimismo se obtenían los organismos contactando directamente al comprador de la pesca en la orilla u obteniéndolas de los camiones de reparto hacia otras provincias. Ver Foto 21.

8.3.1.1 Regularidad del muestreo

Se obtuvieron 50 merluzas frescas cada quince días durante 6 meses de monitoreo, dando lugar a 100 muestras por mes, cabe recalcar que los meses de octubre y marzo el número de muestras obtenidas fue menor, porque se realizaron descartes

de muestras cuyas características no eran las apropiadas para el estudio; generalmente se obtenían los organismos pasadas las 15h00 debido a que es la hora de arribo de los barcos al Puerto.

Adicionalmente obtenida ya la muestra del primer muestreo, se procedió también a la identificación taxonómica empleando las siguientes claves de identificación:

- Claves para identificar los peces marinos del Perú. 2da Edición. Chirichigno, N. 1998. IMARPE. Callao-Perú.
- Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen II. Vertebrados. Autores: W. Fisher, F Krupp, W Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. FAO. Roma.

8.3.1.2 Conservación de los organismos

Estos organismos se colocaban en hieleras, acompañados con hielo para conservar su frescura en el traslado y así evitar la pérdida o el estropeo de las mismas. Seguidamente eran llevadas al laboratorio del INP en Salinas, quienes con agrado nos brindaron todas las facilidades, para poder procesar las muestras en sus instalaciones; cabe señalar que los organismos permanecían toda la noche en un

congelador, debido a que el horario de atención del laboratorio es de 08h00 a 18h00 p.m.

Radtke, en 1989; Kruse y Dalley, en 1990, mediante estudios sostienen que al preservar los organismos, estos indiscutiblemente producen una cierta disminución en cuanto al tamaño del cuerpo. Por lo tanto los análisis estadísticos deberán calcularse midiendo y pesando, antes y después de la preservación, una muestra significativa que logre cubrir el rango de tallas a estudiar. En tanto (Kruse y Dalley, 1990), refieren que el tamaño del cuerpo es proporcional a la talla del pez, y se halla en función del tiempo desde que fue preservado y del obviamente de preservante utilizado. Aspectos que se cumplieron durante todas las observaciones.

8.3.2 FASE DE LABORATORIO

8.3.2.1 Biometría del organismo: Talla, peso y sexo.

Las jornadas de procesamiento y/o toma de parámetros se iniciaban a las 08h00, hora en que las muestras eran removidas del congelador para que se descongelen y no trabajar con un organismo tan rígido. Ver Foto 22.

Las merluzas descongeladas se colocaban sobre el mesón de trabajo, ordenadas del 1 al 50 con la cabeza hacia arriba que posteriormente, para evitar confusiones, se colocaban con la cabeza hacia abajo al terminar de tomar los parámetros de talla. Ver Foto 23.

Para la medición del organismo se considera un centímetro inferior a la aleta caudal lo que corresponde a la longitud total, la unidad de medida fue en centímetros (cm), comprendidos desde la cabeza hasta la aleta caudal, haciendo uso del ictiómetro. Ver Foto 24 y 25.

Posteriormente los organismos fueron pesados en una balanza, para obtener de esta manera el parámetro del peso y su unidad de medida fue en gramos (g). Ver Foto 26.

De igual manera se procedió a obtener parámetros del sexo en los organismos, mediante el reconocimiento de sus gónadas, a través de un corte en la zona ventral del pez con ayuda de una tijera, siempre cuidando de no ocasionar daños a los órganos internos. Ver Foto 28.

8.3.2.2 Obtención de otolitos

Estas piezas se extrajeron de cada uno de los organismos, los mismos que estaban ubicados en las cápsulas auditivas del pez, procedimos en su mayoría a realizar un corte oblicuo del neurocráneo, en la región dorsal de la cabeza del organismo, practicado desde la línea posterior del opérculo hasta antes de llegar a las cavidades orbitarias. Ver Foto 37.

Se aplicaron 3 métodos de extracción, los mismos que fueron evaluados, para obtener un mejor resultado en la extracción sin estropear estas piezas. (Leta y Keim, 1982):

- 1.- En la parte dorsal de la cabeza del pez se realiza un corte oblicuo. Ver Foto 37.
- 2.- Se realiza un corte ventral de la cápsula ótica, para ello se extraen las branquias y se abre cámara ótica por la parte ventral del pez. Ver Foto 31.
- 3.- Se realiza un corte en el extremo dorsal del arco branquial anterior, extracción hacia los lados de cada branquia derecha e izquierda. Ver Foto 32.

Se determinó la ubicación espacial de los otolitos en el neurocráneo, con la única finalidad de discernir que otolito es derecho o izquierdo.

Una vez extraídos los otolitos con ayuda de pinzas, son lavados con agua corriente en una fuente, posteriormente son colocados en una toalla de cocina absorbente, adecuadamente delimitados, numerados y rotulados en cuadros, con la finalidad de no confundir las muestras hasta culminar el proceso de extracción, inmediatamente fueron colocados en fundas de plástico debidamente etiquetadas, con marcador impermeable. Ver Foto 39, 41 y 42.

8.3.2.3 Tratamiento de otolitos con sustancias químicas

Se utilizó una caja petri con hipoclorito de sodio al 10%, con la finalidad de eliminar los tejidos blandos (membrana ótica) que recubren al otolito durante 1 minuto, posteriormente son lavados en alcohol para eliminar la humedad en las piezas ya limpias mejorando su almacenamiento en las fundas plásticas o recipientes plásticos con el único fin de que no se peguen, sin causar daño. Ver Foto 40.

Posteriormente, las muestras eran trasladadas a tubos eppendorf con la sustancia a tratar, y finalmente una vez procesados todos los datos en estas piezas (longitud, peso y conteo de anillos), fueron guardados en sobres de papel, debidamente rotulados para su almacenamiento. Ver Foto 44 y 52.

Se somete a pruebas de aclaramiento a la primera muestra obtenida, la misma que contenía 50 pares de otolitos *sagitta*, sin embargo solo se utilizaron 46 debido a que 4 muestras fueron descartadas por presentar ilegibilidad y fracturas. Ver Foto 45.

La muestra fue dividida en 5 porciones:

- 1-10 muestras sometidas a Xilol
- 11-20 muestras sometidas a Glicerina
- 21-30 muestras sometidas a peróxido de sodio
- 31-40 muestras con agua corriente
- 41-46 muestras tipo BLANCO

Con la finalidad de encontrar un mejor resultado, a todas las sustancias se aplicó la “noción de prueba circunstancial” que fue descrita por Peabody en 1961, que a

su vez es citada por Meunir, Pascal y Loubens (1979), esta prueba establece que: cuando se tenga la falta de pruebas rigurosas es posible emplear un gran número de métodos con la única finalidad de comparar resultados, de esta manera no existirán contradicciones entre los diferentes métodos, del mismo modo se pueden admitir como válidas las lecturas efectuadas sobre los otolitos.

8.3.2.4 Identificación morfológica de otolitos

Las características del otolito se determinaron haciendo uso de terminología especializada (Morrow, 1979; Smale *et al.*, 1995; Volpedo y Echeverría, 2000 y Mascareñas *et al.*, 2003).

Para describir estas peculiaridades se tomó en cuenta 13 características, que se presenta a continuación: Ver Fotos del 6-15.

Perfil de otolito: Se caracterizan los límites estructurales del otolito, involucra todo el contorno del otolito. Fig. 5

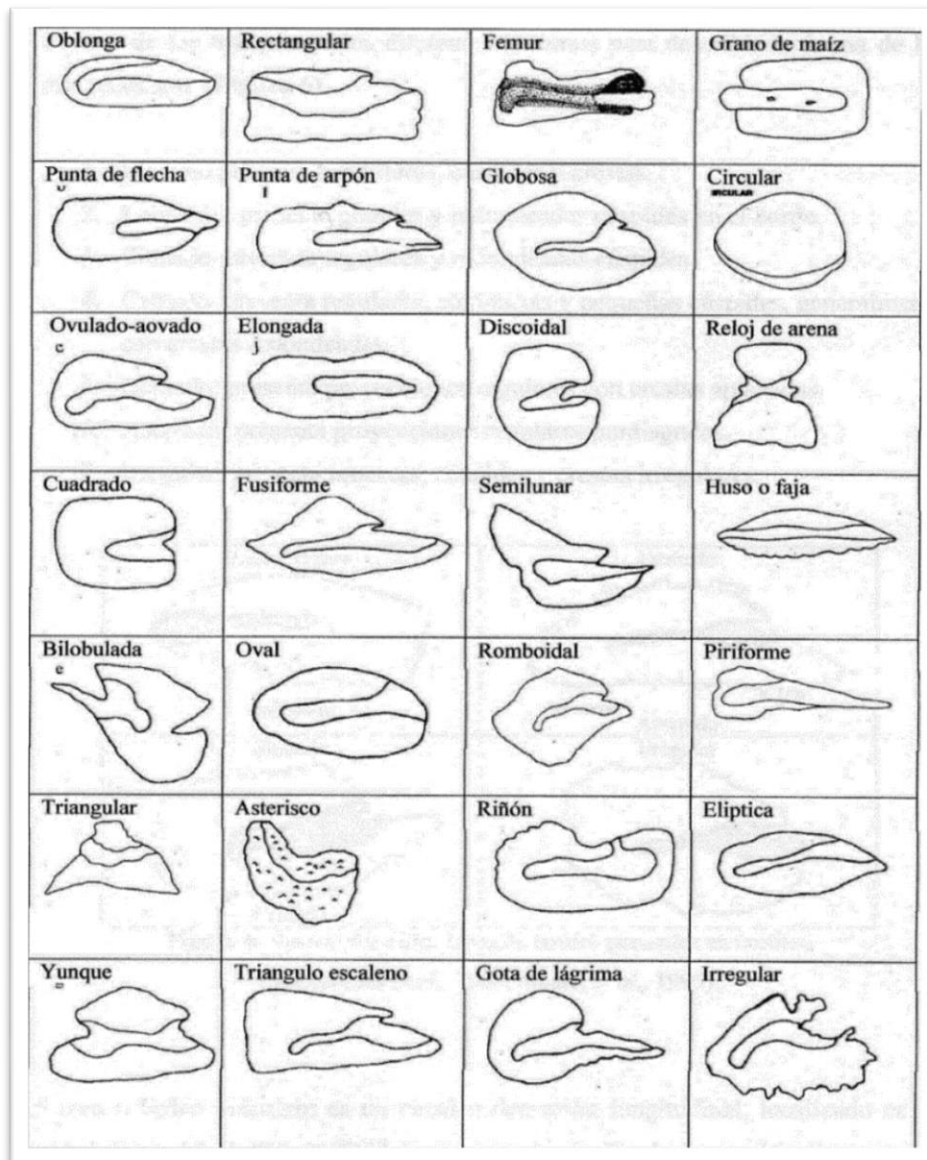


Fig. 5. Dibujos que ilustran las diferentes formas de los otolitos (Smale et al., 1995; Mascareñas et al., 2003)

Ornamentación de los bordes: Implica observar la delineación de los bordes del otolito. Se divide dependiendo de las especies en: Fig. 6.

Borde dorsal: Tiene lugar desde el extremo anterior del antirrostro, hasta el extremo posterior del otolito.

Borde ventral: Tiene lugar desde el extremo anterior del rostro, hasta donde termina el surco.

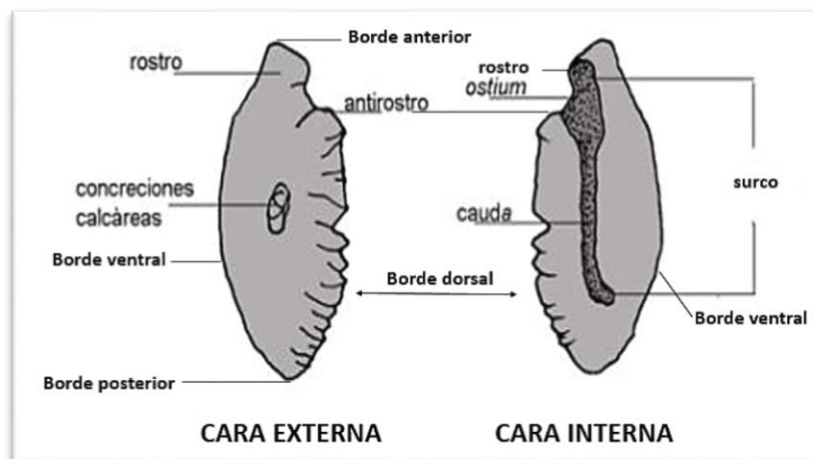


Fig. 6. Partes de un otolito sagitta (Basado en Volpedo y Echeverría, 2000; Aloisis, 1990).

Caracteres de los lados del otolito: Varias terminologías describen la forma de los otolitos y son: Fig. 7.

Liso.- sin crestas, hendiduras o cúspides.

Lobulado.- cúspides grandes y redondeadas en el borde.

Sinuado.- cúspides regulares y redondas.

Crinado.- cúspides regulares, compactas y pequeñas.

Dentado.- crestas aplanadas con proyecciones regulares.

Aserrado.- proyecciones regulares puntiagudas.

Irregular.- con muescas, crestas irregulares y cúspides.

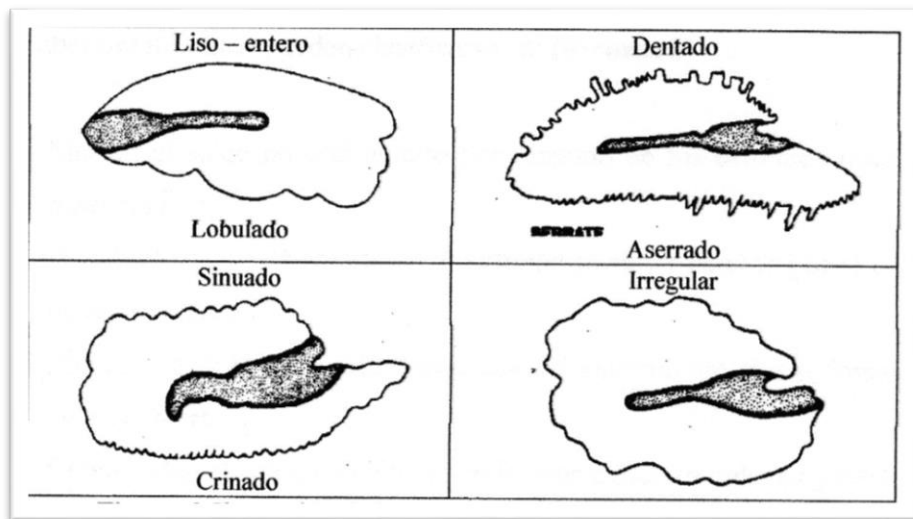


Fig. 7. Dibujos de los tipos de bordes que caracterizan a los otolitos. (Smale et al., 1995; Mascareñas et al., 2003)

Surco o sulco acústico: Depresión longitudinal a manera de canal, ubicado en la cara interna del otolito, se encuentra dividido en ostio y cauda.

Debido al surco se pueden dividir en: Fig. 8

- **Arqueosulcoidal.-** Ostio y cauda a la misma altura sin claras diferencias, sin constricciones en el piso del surco.

- **Psuedo arqueosulcoidal.-** Surco diferenciado entre ostio y cauda con constricciones en el piso del surco.
- **Heterosulcoidal.-** Ostio y cauda claramente diferenciados en forma.
- **Homosuicoidal.-** Ostio y cauda claramente diferenciados por una constricción, pero casi en una misma altura y forma.

Debido a la abertura del surco se dividen en: Fig 9.

- **Mesial.-** Surco cerrado en ambos extremos (anterior y posterior).
- **Ostial.-** Surco abierto en un solo extremo: abierto en el extremo anterior (ostio) y cerrado en el extremo posterior (cauda).
- **Pseudo ostial.-** Ostio ubicado cerca del extremo anterior o dorsal, pero cerrado.
- **Ostiocaudal.-** Surco abierto en ambos extremos, ostial y caudal.
- **Caudal.-** Surco abierto en un solo extremo: abierto en el extremo posterior (cauda) y cerrado en el extremo anterior (ostio).
- **Pseudo ostiocaudal.-** Surco indistintamente cerca de los extremos ostial y caudal, pero cerrado en ambos extremos.
- **Ostio u ostium:** Extremo anterior del surco.
- **Cauda:** Extremo posterior del surco.
- **Cuello o colum:** Constricción del surco acústico, generalmente ausente.

- **Rostro:** Es una continuación del borde ventral proyectado en el extremo ostial, que sobresale de la masa principal del cuerpo del otolito.
- **Antirrostro:** Es una continuación dorsal proyectada desde el extremo ostial, que sobresale de masa principal del otolito.
- **Cisura o escotadura:** Delimitado por dos salientes: rostro y antirrostro muy profunda.
- **Grosor:** Descrito como delgado, moderadamente grueso, grueso y muy grueso.
- **Perfil de las caras:** Pueden ser cóncavas, convexas o planas en ambas caras del otolito.

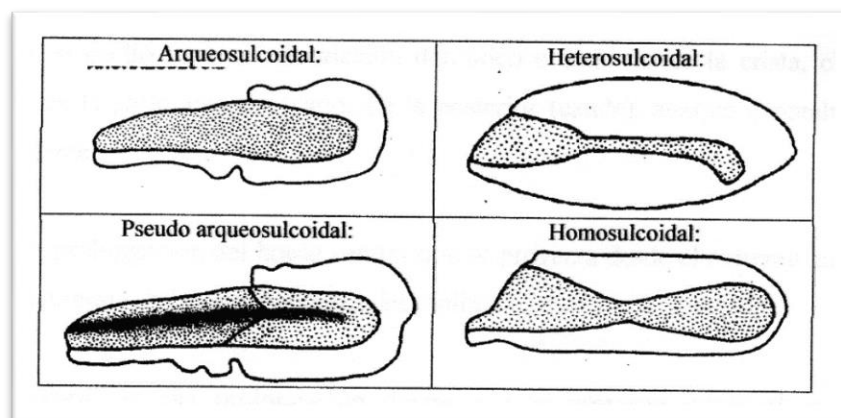


Fig. 8. Dibujos con las formas de los surcos en otolitos. (Smale et al., 1995; Mascareñas et al., 2003)

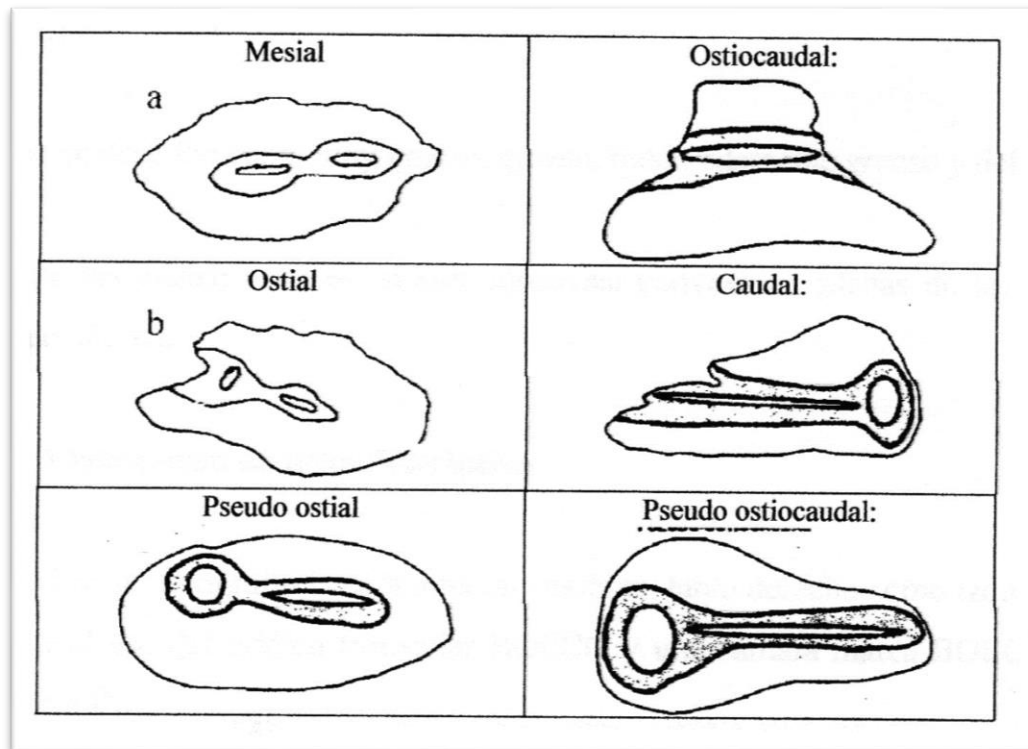


Fig. 9. Tipos de abertura del surco en otolitos. (Smale et al., 1995; Mascareñas et al., 2003)

8.3.2.5 Interpretación de anillos concéntricos

La edad en los otolitos *sagitta* se determinó mediante la interpretación de las líneas concéntricas que quedan impresas debido a los cambios del ambiente en que habita el pez o a su vez de la propia fisiología del organismo, en caso del Ecuador con dos estaciones climáticas definidas: Verano e Invierno.

Como se mencionó anteriormente para la determinación de la edad de *Merluccius gayi* se utilizaron otolitos *sagitta*, y al someterlos a análisis se fueron sumando el número de anillos concéntricos, tomando en consideración como intervalo anual

al tiempo cumplido transcurrido entre los dos anillos (hialino y opaco), tal como lo describe Mascareñas en 1982.

De esta manera si hacemos relación de los anillos de crecimiento de los otolitos con el crecimiento del pez, lograremos observar zonas opacas las cuales están asociadas con períodos de crecimiento rápido (verano) con más horas de luz y disponibilidad alimenticia y las zonas hialinas estarán asociadas a períodos de crecimiento lento (invierno). Por ende, en el transcurso de un año, va a ser posible notar en el otolito que se ha formado una nueva zona opaca y una nueva zona hialina a las ya existentes y si se define a esta formación de ambas zonas como un modelo de tiempo definido, entonces nos va a ser posible determinar la edad de un pez; dicho de otra forma, una zona opaca seguida de una hialina al cabo de un año significa que el pez ha adquirido un año más de vida, y si todas estas zonas hialinas representan años, entonces la sumatoria de estas puede considerarse como la edad total del pez. (Leta & Keim, 1982).

8.4 Análisis de datos

8.4.1 Análisis Morfométrico del otolito: Correlación de Pearson

Es una correlación lineal que hace uso de dos variables cuantitativas, que van a reflejar el grado de relación o asociación que poseen.

$$r_{xy} = \frac{\hat{S}_{xy}}{\hat{S}_x \hat{S}_y} = \frac{\sum_{i=1}^n z_{x_i} z_{y_i}}{n-1}$$

- Primero se resuelve la primera expresión haciendo uso de la covarianza y las desviaciones típicas que se encuentran entre las dos variables.
- Segundo se toma la siguiente expresión siempre y cuando partimos de las puntuaciones típicas empíricas.

El grado de relación lineal de este modelo estadístico se ve reflejado entre las dos variables, dando un resultado numérico que fluctúa entre los rangos de +1 a -1.

- +1 significa que existe una relación lineal directa perfecta (positiva) entre las dos variables.
- -1 significa que existe una relación lineal inversa perfecta (negativa) entre las dos variables.
- Del mismo modo si existiese una correlación con valor de 0 se interpreta como: No existe correlación lineal en las variables estudiadas.

Este estudio se realizó con la única finalidad de encontrar diferencias significativas en las medidas de los otolitos de *Merluccius gayi*, tomando en

consideración la longitud total, longitud media, longitud del ancho de los otolitos derecho e izquierdo (LTO, LMO, LAO) y el peso de estas estructuras, haciendo uso de la herramienta de cálculo de datos y análisis de EXCEL 2013.

8.4.2 Análisis relación talla y edad: Ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy

Los datos obtenidos nos ayudarán a estimar los valores de los parámetros de crecimiento, partiendo de la información obtenida sobre longitud y edad.

8.4.2.1 El Ploteo de Ford-Walford

Es un método que generalmente es usado para obtener la estimación de los parámetros con que se trabajará en la ecuación de Von Bertalanffy como son L_{∞} y K , la misma que consiste en una versión reordena de esa ecuación de la siguiente manera.

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

donde:

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

Así 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 es constante; años en este caso.

Posteriormente aplicamos la técnica de regresión a partir de estos valores y se obtiene que: Nota: Valores ficticios usados como ejemplo no son datos obtenidos en este estudio.

$$a = 23,19$$

$$b = 0,865$$

De los valores anteriores se puede estimar en base a las ecuaciones de obtención de L_∞ y K , que:

$$L_\infty = 182$$

$$K = 0,163$$

La metodología utilizada no es eficaz cuando requerimos la estimación del tercer parámetro para ser aplicada en la ecuación de Von Bertalanffy, es decir de “ t_0 ”. Este parámetro se utiliza siempre y 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 ha sido derivada por el investigador Pauly en 1979, en base a estudios de 153 ternas de “ t_0 ”, “ L_∞ ” (longitud total, en cm) y “ K ” (en base anual,

que representa el crecimiento), lo 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.

8.4.2.2 Ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy

Putter en 1920, elaboró un modelo de crecimiento que se puede considerar la base de la mayoría de los otros modelos de crecimiento, incluido el desarrollado por Von Bertalanffy (1934) que es un modelo matemático para el crecimiento individual, que ha demostrado ser ajustable al crecimiento observado en la mayoría de peces. El modelo matemático, expresa la talla o longitud, como una función de la edad del pez, de esta manera:

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

Donde:

L_{∞} = (léase L_{infinito}). 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 t_{subcero}). “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”.

9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

9.1 Fase de campo y laboratorio

Se obtuvieron una total de 600 merluzas (100 muestras por mes), que dependiendo del descarte por su estado de descomposición, no extracción del otolito u otolitos fracturados y pruebas con sustancias químicas para conteo de anillos concéntricos, solamente se procesaron 586 ejemplares, debido a:

- Las primeras 50 muestras correspondientes al mes de octubre fueron sometidas a análisis de sustancias.
- Los descartes fueron de: 4 organismos en el mes de octubre, debido al mal uso de la técnica de extracción de otolitos (fracturas en las piezas óticas); 2 muestras en el mes de marzo, por presentar alta descomposición y 12 muestras descartas por la ilegibilidad de anillos concéntricos en la piezas óticas.

Obteniendo de esta manera un total de 586 pares de otolitos de *Merluccius gayi*, de los cuales únicamente se usaron 536 pares para el análisis de datos.

Todos los otolitos fueron retirados de sus contenedores justamente al momento de ser analizados en el estereomicroscópio, usando las precauciones de seguridad de uso de sustancias químicas (guantes, mandil, mascarilla, pinzas, pipetas, etc); tal es el caso del Xilol que desprende un fuerte aroma, el Peróxido de Hidrógeno que causa irritaciones en la piel y en la mucosa olfativa y la Glicerina que por sus características aceitosas hacía difícil el manejo de las piezas.

Para la observación se usó un estereomicroscópio adaptada a una cámara de video enlazada a un ordenador además de una cápsula de fondo negro, la misma que contenía agua corriente para hidratar al otolito y evitar que se reseque por el calor generado por la lámpara del estereomicroscópio, posteriormente se fotografiaron cada uno de los otolitos usados en la determinación de la edad, debidamente etiquetas y respaldadas en el ordenador. Ver Foto 46.

9.2 Resultados de la similitud entre otolitos *sagitta* derecho e izquierdo

Las correlaciones representadas en las figuras a continuación determinan la similitud entre los otolitos *sagitta* de *Merluccius gayi*, con la única finalidad de establecer diferencias entre ambas para de esta manera realizar el análisis o interpretación de anillos concéntricos en la lectura de edades de las zonas de

crecimiento en una sola pieza, lo mismo que implica el ahorro de tiempo en el procesamiento de los datos en referencia.

En la Fig. 10, es posible observar una correlación entre las variables de longitud total del otolito derecho y la longitud total del otolito izquierdo, dando como resultado un nivel de confianza del 0,86, llegando casi al 1 positivo o 100% que recomienda la bibliografía, lo que demuestra una correlación aceptable entre las variables, la misma que se determinó multiplicando el valor por 100 dando como resultado el porcentaje de correlación del 86%.

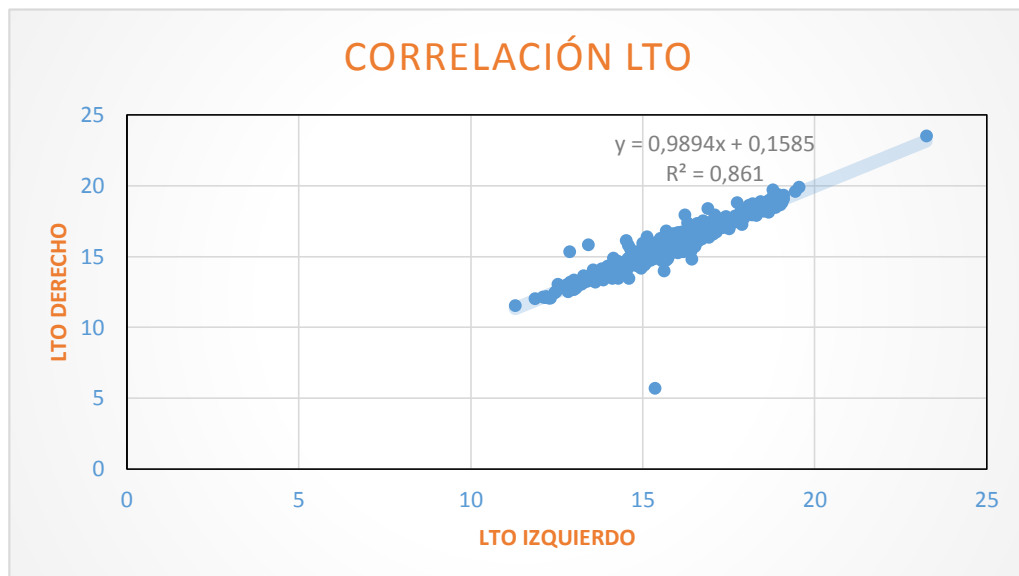


Fig. 10. Correlación entre la longitud total del otolito derecho y la longitud total del otolito izquierdo de *Merluccius gayi*.

En la Fig.11, se representa la correlación existente entre las variables de longitud media del otolito con un nivel de confianza del 99%, demostrando una correlación casi perfecta entre estos dos tipos de variables tomadas en consideración.

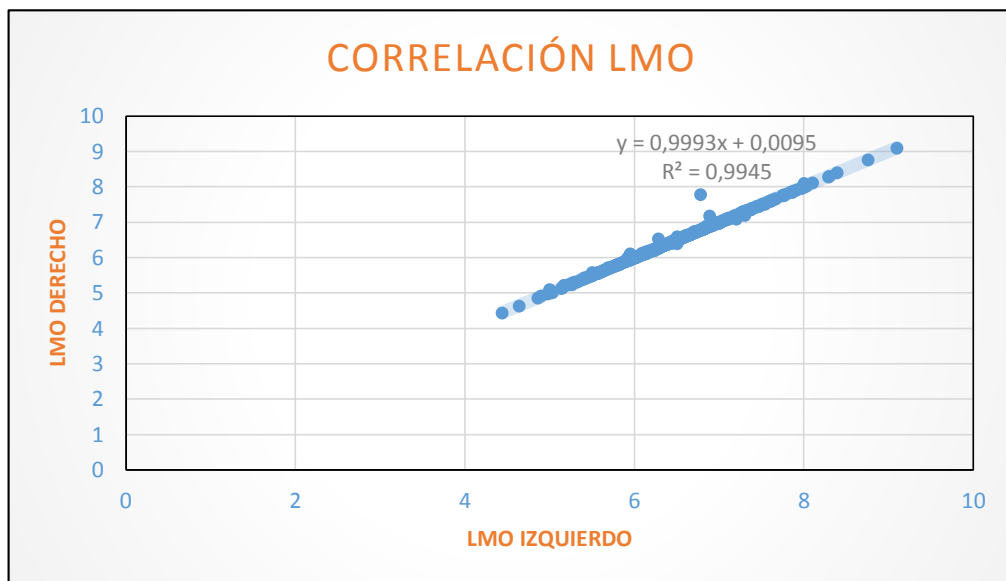


Fig. 11. Correlación entre la longitud media del otolito derecho y la longitud media del otolito izquierdo de *Merluccius gayi*.

Para la Fig. 12, observamos la representación de las variables del ancho total del otolito tanto para izquierdo como para derecho, otorgándole un valor del 84% de confianza, dando como resultado una aceptable correlación entre estas variables.

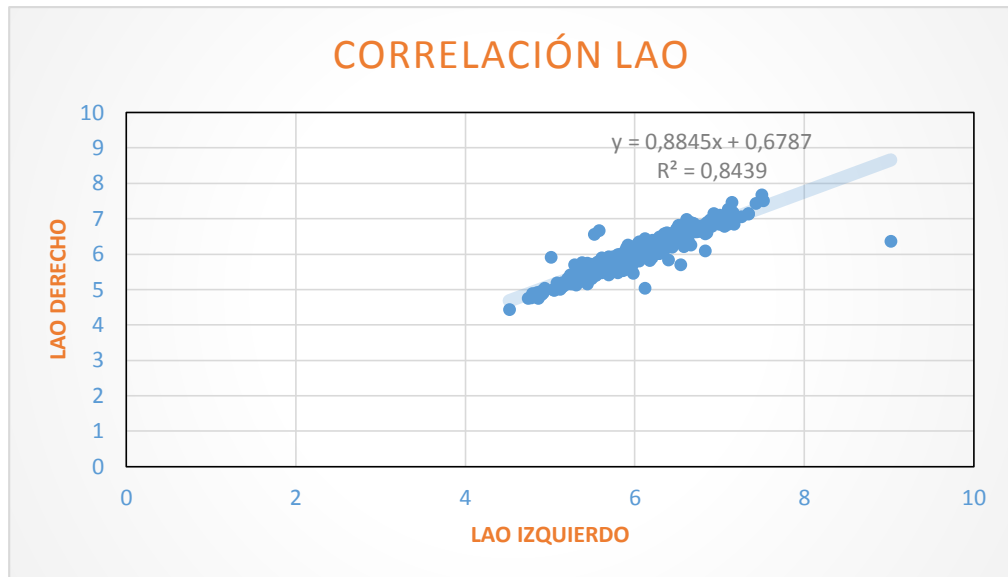


Fig. 12. *Correlación entre la longitud del ancho del otolito derecho y la longitud del ancho del otolito izquierdo de Merluccius gayi.*

Al observar la Fig. 13, nos damos cuenta de la casi perfecta relación existente entre las variables del peso de los otolitos derecho e izquierdo con una correlación del 99% de confianza.

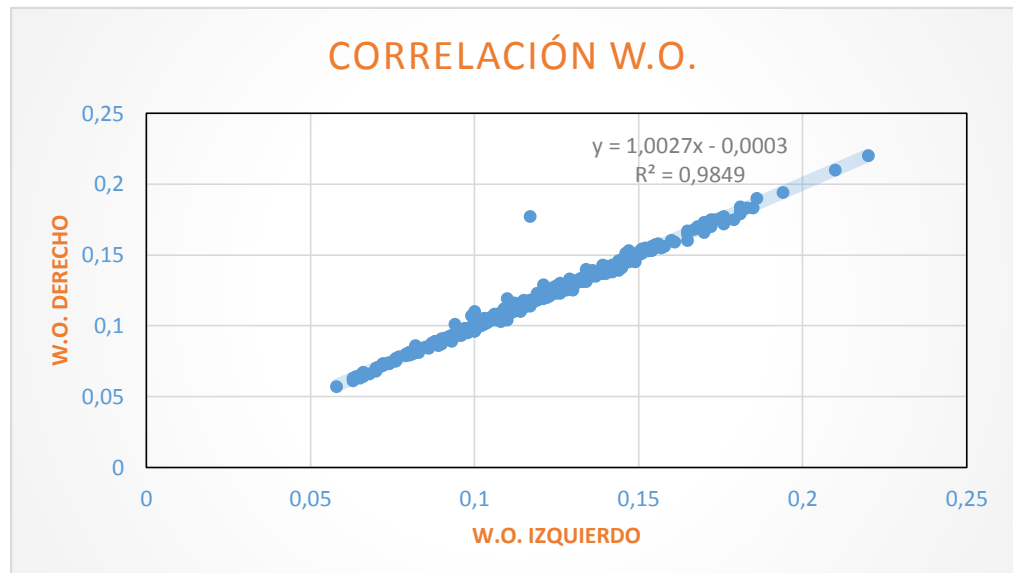


Fig. 13. *Correlación entre el peso total del otolito derecho y peso total del otolito izquierdo de Merluccius gayi.*

9.3 Resultados del análisis morfométrico del otolito.

La descripción de los otolitos, se llevó a cabo en la Unidad de Prácticas de Ciencias del Mar de la UPSE, haciendo uso de un Estéreo microscopio trinocular, marca BOECO, con un aumento de 10x a 50x, según el tamaño del otolito, adaptando una cámara de video marca AmScope de 9MP, enlazada al computador para una observación más definida, dando como resultado las siguientes características:

1. **Forma de otolito:** Piriforme (forma de pera). Foto 6.



Foto. 6. Morfología del otolito de Merluccius gayi.

2. **Margen posterior:** Crinado, puesto que presenta cúspides regulares, compactas y pequeñas. Foto 7.



Foto. 7. Margen posterior de un otolito izquierdo

3. **Borde dorsal:** Crinado con protuberancia en la región anterior. Foto 8.



Foto. 8. Borde dorsal crinado del otolito

4. **Borde ventral:** Liso en el extremo anterior y crinado en el extremo posterior. Foto 9.

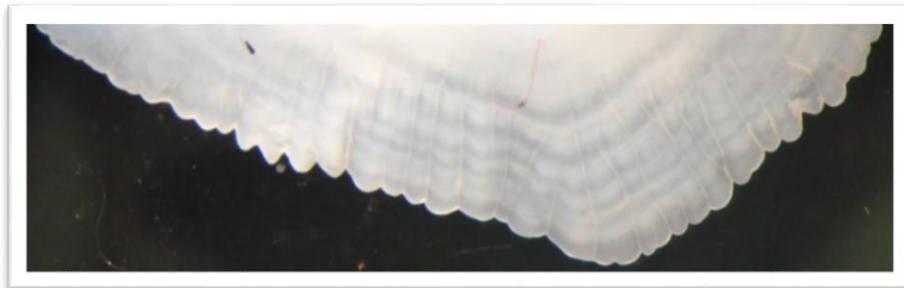


Foto. 9. Borde ventral liso y crinado del otolito

5. **Sulco o Surco:** Homosulcoidal, debido a que el ostio y cauda son claramente diferenciados por una constricción, pero casi en una misma altura y forma. Foto 10.

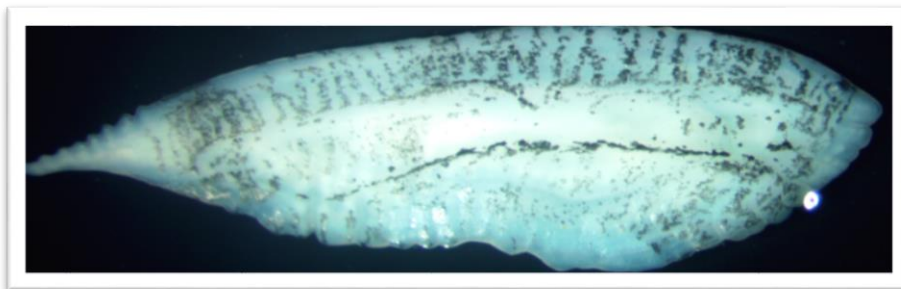


Foto. 10. Surco del otolito homosulcoidal

6. **Abertura del sulco o surco:** Ostial, el surco está abierto en el extremo anterior (ostio) y cerrado en el extremo posterior (cauda). Foto 11.

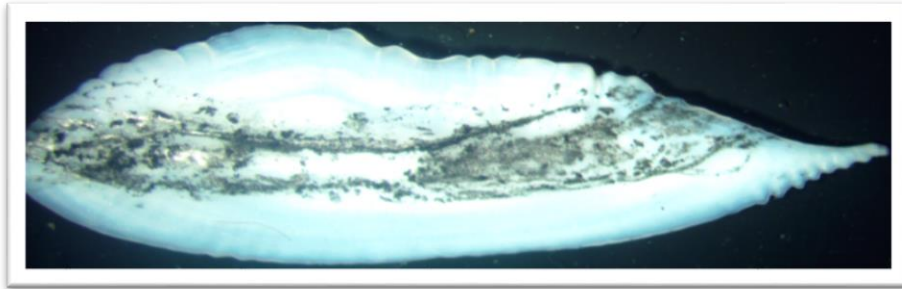


Foto. 11. Sulco ostial del otolito.

7. **Cuello:** Ausente
8. **Rostro:** Prominente y puntiagudo. Foto 12.



Foto. 12. Rostro prominente del otolito

9. Antirrostro: Evidente y triangular. Foto 13.

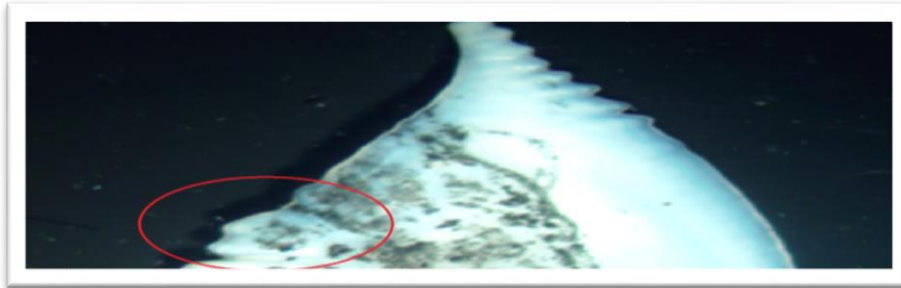


Foto. 13. Antirrostro evidente del otolito.

10. Cisura o escotadura: No formada

11. Perfil de cara externa: Cóncava. Foto 14.



Foto. 14. Cara externa cóncava del otolito.

12. Perfil de cara interna: Convexa

13. Grosor: Moderadamente Grueso. Foto 15.

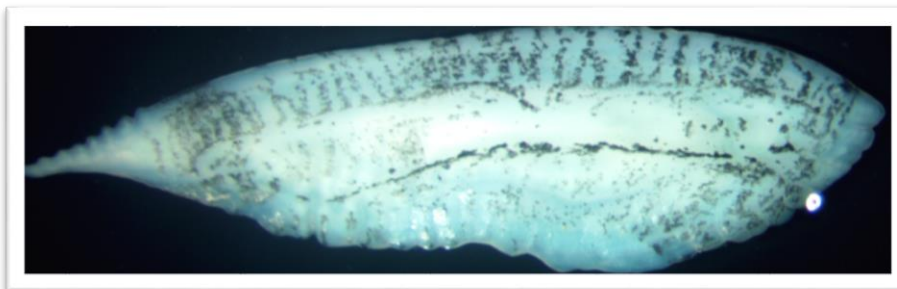


Foto. 15. Cara interna convexa del otolito y grosor moderado.

9.4 Resultados de la relación entre longitud y peso de *Merluccius gayi*.

Las pruebas de correlación entre longitud y peso, demostraron que no existe un crecimiento alométrico entre ellas, es decir no existe una correlación confiable para este estudio y su resultado fue de 0,58 es decir el 58% de correlación.

Debido a que se intentó usar esta expresión para obtener una relación exclusiva de la especie con el ambiente donde habita, los datos obtenidos en los muestreos no fueron representativos dentro la población.

Granado C., en 1996 en sus estudios sobre Ecología de Peces sostiene que muchas veces la falta de clases o grupos de edad, es un factor determinante para que la expresión no se ajuste a la población de muestreada, sino solamente a ciertas cohortes de estudio, para esto se sugiere convenientemente colocar el tramo correspondiente a la muestra poblacional utilizada, anexo a la línea de puntos el resto de la recta.

Por lo que en la Fig. 14. Se representa este tramo con la dispersión de puntos, donde se puede observar que la dispersión no se ajusta a la recta trazada, pero en ciertos puntos si existen relaciones entre ambas variables, por lo que se deduce que *Merluccius gayi* si podría poseer una relación isométrica entre longitud y peso

en ciertas edades pero se debería ingresar una mayor cantidad de datos para obtener una mayor relación entre estas dos variables.

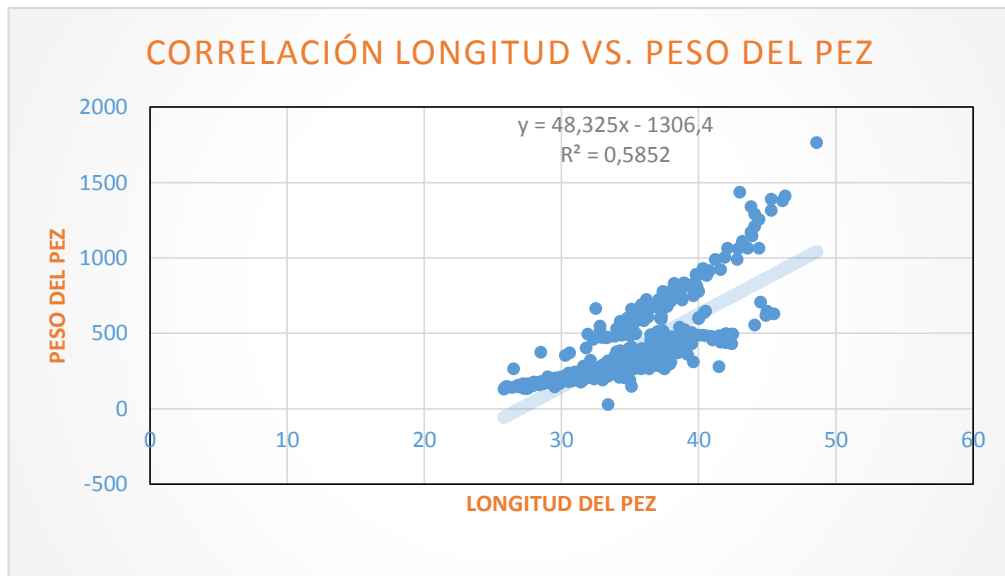


Fig. 14. *Relación de variables de longitud y peso para establecer la existencia de un crecimiento alométrico en Merluccius gayi.*

9.5 Resultados tratamiento de otolitos con sustancias químicas

9.5.1 Xilol:

De 10 muestras sometidas a pruebas con Xilol, las 10 obtuvieron un buen aclaramiento para la lectura de anillos concéntricos. Las mismas que fueron colocadas en tubos eppendorf junto al Xilol, una noche antes de someter a

análisis. Cabe señalar que los otolitos adquirieron una claridad evidente en ciertas piezas a simple vista, lo cual se corroboró bajo la luz del estereomicroscópio, pero para las otras piezas que no se aclaraban con las misma calidad se sometió a pulir los otolitos, ayudando a clarificarlos y obteniendo una buena lectura de los anillos concéntricos.



Foto. 16. Otolito derecho con un año de edad expuesto a Xilol y posteriormente pulido.

9.5.2 Glicerina:

De 10 muestras sometidas a la glicerina, 3 solamente obtuvieron calidad en la aclaración de lo otolitos, debido a que esta sustancia por presentar características sinuosas, provocaba que la luz incidente se refleje y los anillos no se puedan leer u observar con facilidad. No se practicó la técnica del pulido en estas estructuras

debido a que creaba una masa aceitosa de color blanco en la pieza, imposibilitando la lectura correcta.



Foto. 17. Otolito sometido a Glicerina aparentemente con 2 años de edad, el brillo imposibilita la lectura.

9.5.3 Agua:

De 10 muestras sometidas al agua, solamente 1 presentaban características nítidas de lectura, pero por características propias de la pieza, por lo tanto se deduce que el agua no aclara estas piezas solamente las hidrata.



Foto. 18. Otolito derecho correspondiente a la muestra hidratada posiblemente con 4 años de edad, por la opacidad no se definen bien los anillos.

9.5.4 Peróxido de Hidrógeno:

Las 10 muestras sometidas a esta sustancia se pudieron observar con buena nitidez ya que adquirieron gran calidad en el aclaramiento, pero de la misma manera que ocurrió con las muestras sometidas a Xilol algunas no se diferenciaron claramente por lo que fue necesario pulir las piezas, dando una mejor clarificación en el conteo de anillos.

Debido a las características señaladas con anterioridad con respecto a las propiedades del Peróxido de Hidrogeno, se utilizó esta sustancia para continuar con la observación de los otolitos, debido a que en comparación con el Xilol que

nocivo para la salud, es mayormente saludable y no tóxico al usar el Peróxido, siempre y cuando se utilicen las precauciones del caso, como es el usos de guantes, ya que causa afecciones a la piel.



Foto. 19. Otolito con 4 años de edad sometido Peróxido de Hidrogeno y posteriormente pulido.

9.5.5 Blanco:

En cuanto a las muestras que servían de blanco se sometieron a lectura y una de ellas presentaba nitidez al hidratarlas para llevar a cabo la lectura en cápsula de fondo negro, debido a que permanecieron secas en sobres de papel las zonas hialinas se opacaron impidiendo la lectura correcta de los anillos.



Foto. 20. Otolito izquierdo hidratado solamente para la observación, sin definir edad.

9.6 Conteo de anillos de crecimiento

Los anillos de crecimiento anuales se distinguieron con claridad cuando se observaron bajo luz reflejada sobre la cápsula de fondo negro; los anillos opacos tenían un aspecto blanquecino y los translúcidos eran relativamente transparentes.

El número máximo de anillos o edades observadas en los otolitos de *Merluccius gayi*, fue 5, tanto para machos como para hembras con un promedio de talla de 39,5. El mínimo de anillos observados fue 1 con un promedio de talla de 28,9cm. Ver Tabla 3.

9.7 Determinación de los grupos de edad y frecuencia

La población de estudio estuvo constituida por 5 grupos de edad: 1 año (8.4%), 2 años (30.97%), 3 años (34.89%), 4 años (19.03%) y 5 años (6.72%), representados por igual número de anillos hialinos; con longitudes promedio comprendidas de: 28,5cm (Grupo 1 año), 32,79cm (Grupo 2 años), 35,95cm (Grupo 3 años), 38,05cm (Grupo 4 años) y 39,52cm (Grupo 5 años). Fig. 15.

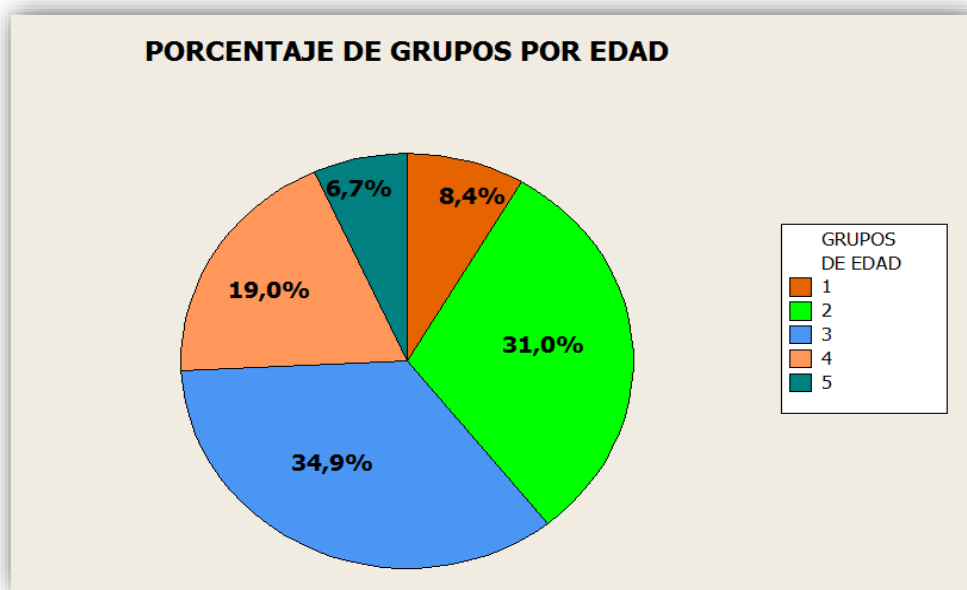


Fig. 15. Gráfica en pastel representando los porcentajes obtenidos en el estudio para los Grupos de edad de 1 a 5 años.

La representación de la Fig. 16, indica la frecuencia de edades por mes, donde se aprecia para la edad de 1 año mayor frecuencia en el mes de enero y para la edad de 5 años la mayor frecuencia en el mes de febrero. Fig. 16.

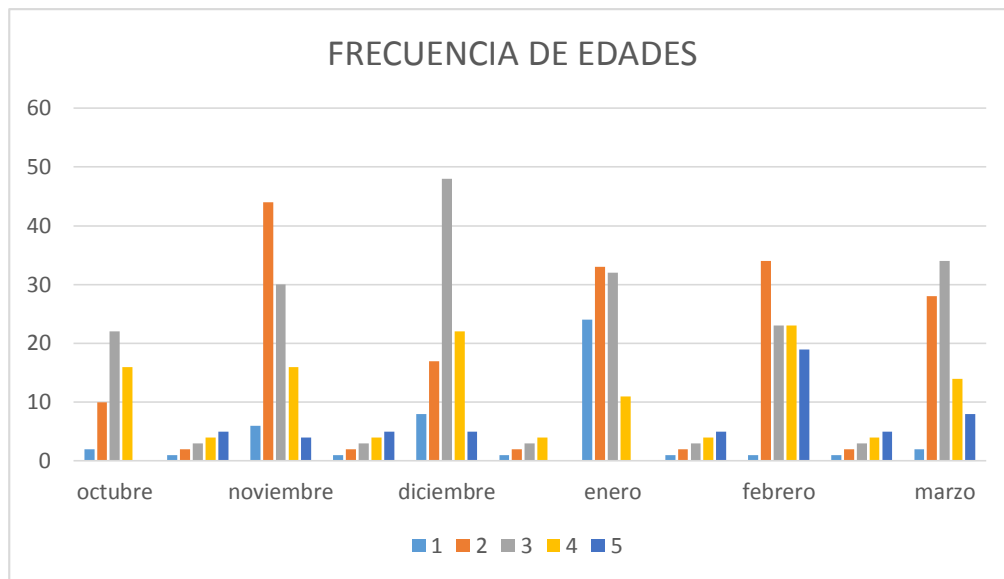


Fig. 16 Frecuencia de edades por mes.

9.8 Resultados relación de la longitud vs. La edad de *Merluccius gayi*.

Para el estudio de longitudes y edades, se tomó en consideración el total de la muestra, registrando los promedios de edades por Grupos de Edades, elaborándose así una tabla de frecuencias, donde se aprecia la longitud ganada del pez en un año de vida. Siendo así que la menor longitud obtenida corresponde a un organismo de 25cm de longitud, el mismo que represento 1 año de edad, es decir que en su otolito solamente se encontró un anillo concéntrico, lo que representa un año de edad.

La mayor longitud recayó sobre un individuo de 47cm de longitud, que poseía 4 anillos concéntricos en sus otolitos, representando 4 años de edad.

Los datos obtenidos fueron sometidos a las pruebas de regresión lineal obteniendo resultados favorables en cuanto a la relación existente entre las variables de longitud y edad en otolitos de Merluza. Tabla 1.

Tabla. 1. Información sobre largo-edad de “Merluza” (*Merluccius gayi*), del Pto. Anconcito a fin de ser utilizada en el “Ploteo de Ford-Walford”

Edad (y)	L (cm)	Reordenamiento para el “Ploteo de Ford-Walford”	
1	28,9	$L_t(x)$	$L_{t+1}(y)$
2	32,8	3,9	30,9
3	36,0	3,2	34,4
4	38,1	2,1	37,1
5	39,5	1,5	38,9

En cuanto a la aplicación del Ploteo de Ford-Walfrod los análisis dieron como resultado a una recta positiva, la misma que fue elaborada con las variables de tasa de crecimiento, es decir el incremento en longitud, con la longitud promedio de los organismos observados. Además que posee una correlación casi perfecta de 0,9974, lo que representa en porcentaje el 99,74% de correlación. Fig. 16.

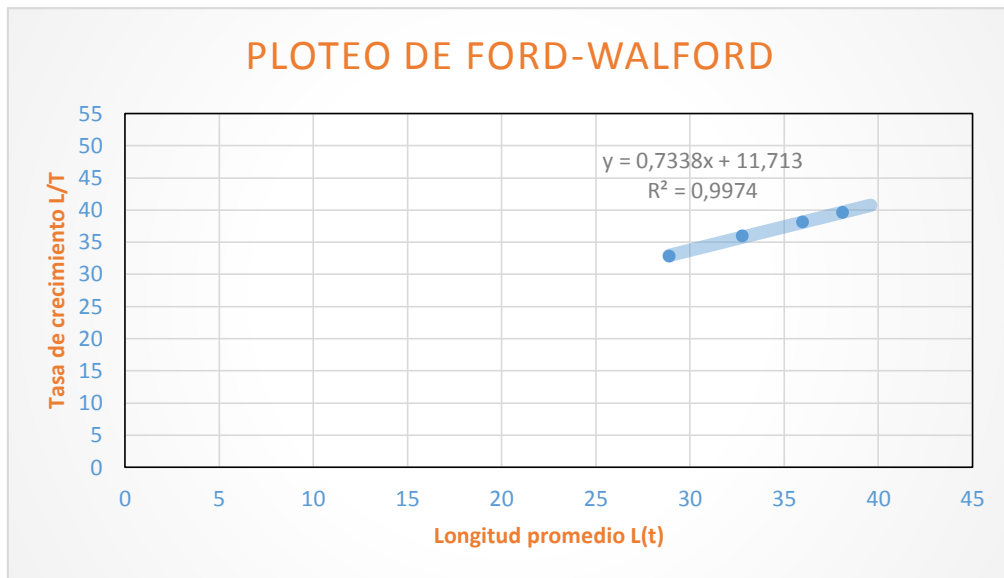


Fig. 17. Ploteo de Ford-Walford, que representa la correlación existente entre la longitud promedio (x) y la tasa de crecimiento (y).

Posteriormente aplicando las ecuaciones para obtener las variables de L_{∞} y K , dieron como resultado valores que encajan perfectamente al ser reemplazados en la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy. Tabla 3.

Tabla. 2. Información de valores obtenidos para la pendiente b, L_{∞} y K .

B	0,734
A	11,713
$k = -1/\text{deltat} * \ln b$	0,30951877
$L_{\text{inf}} = a / 1 - b$	44,0007513

Dentro de los parámetros observados para la aplicación del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, se tomó en consideración, el despeje de la fórmula para obtener el “ t_0 ” o tiempo inicial, según el método de Gulland y Holt 1959, para

poder poner en práctica el modelo con los datos obtenidos en este estudio obtenido de esta manera un valor de: $t_0 = -a/b$

$$t_0 = -2,45234288$$

Por lo tanto la ecuación de crecimiento, para determinar la longitud conociendo la edad del organismo es la siguiente:

$$L(t) = 44,0007513 * [1 - \exp(-0,30951877 * (t - (-2,45234288)))]$$

Por otra parte, se estimó que el factor mayormente accesible dentro de un monitoreo es la talla del pez, y que por lo tanto la edad del organismo implica realizar interpretación de anillos concéntricos de otolitos, se decidió despejar la ecuación de Von Bertalanffy con la finalidad de encontrar la edad a cierta a cierta longitud evaluada. La misma que se expresa en la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\ln(1 - L/L_\infty)}{-K} + t_0$$

-K

Reemplazando obtenemos:

$$t = \frac{\ln(1 - L/44,0007513)}{-0,30951877} + (-2,45234288)$$

$$-0,30951877$$

Una vez obtenidos estos cálculos, graficamos la curva resultante basada en la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy, donde se puede apreciar: L_{∞} de 44, también conocida como la longitud de máximo crecimiento, además de la correlación existente entre las variables de edad y longitud con un 96% de confianza.

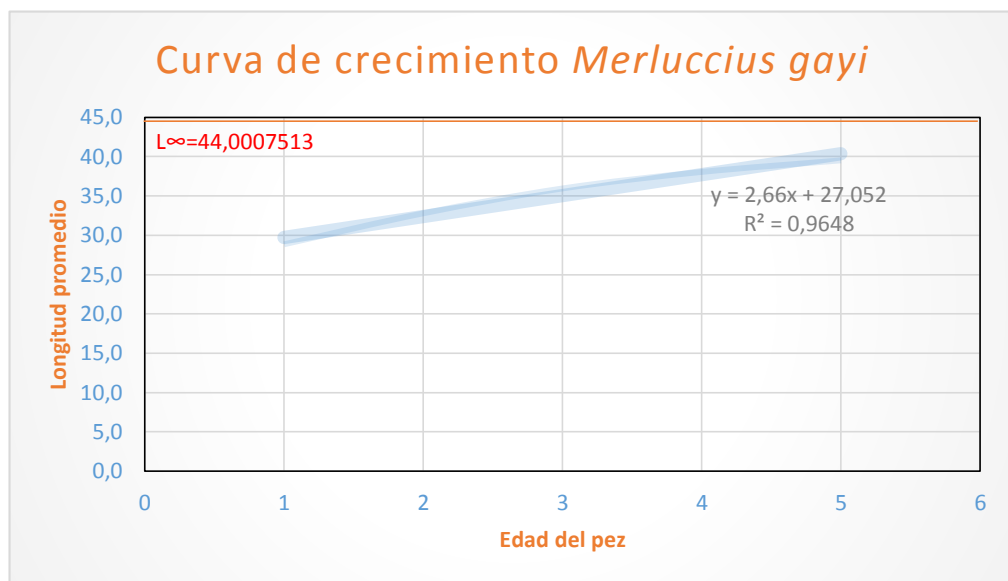


Fig. 18. Curva de Crecimiento basado en la Ecuación de Von Bertalanffy para *Merluccius gayi*.

10. CONCLUSIONES

Convenientemente las diferencias entre otolitos *sagitta* (derecho e izquierdo) de *Merluccius gayi* no presentaron incompatibilidad, es decir es posible encontrar una fuerte correlación entre ambas estructuras, lo que se deriva en la simplificación, interpretación y/o determinación de anillos de crecimiento en los otolitos, por lo que fue posible usar solamente una pieza de estas en el análisis de edades.

La determinación de la morfología de estas piezas demostró características claves presentes en los otolitos de *Merluccius gayi* que sin duda serán de gran ayuda en estudios referentes al recurso Merluza y que comprobarán una buena identificación para la especie en estudios futuros con estos organismos.

Para la relación longitud y peso se observó una marcada diferencia significativa en la recta formada por las variables de longitud y peso lo que indica un crecimiento alométrico. Los parámetros de crecimiento establecidos para la especie *Merluccius gayi* sugieren que se trata de una especie de vida larga con un crecimiento moderadamente rápido.

Cuando los otolitos son de un tamaño considerado (grandes) y cuando no es posible obtener el dato de la edad sólo añadiendo sustancias químicas como el caso del Peróxido o Xilol a la estructura, es posible realizar el pulido sobre el otolito para ayudar a obtener los datos con mayor certeza, concluyendo que la técnica del pulido de las piezas es efectiva para garantizar la lectura de edades ilegibles en otolitos.

Las sustancias suministradas a los otolitos de merluza cumplieron con el propósito planteado en el objetivo siendo de gran ayuda en el tema de clarificación de los mismos obteniendo anillos concéntricos bien definidos en la determinación de edades. En base a la presente investigación se confirma que el uso de Peróxido de Hidrogeno para la clarificación de otolitos es efectiva y se concluye que el método empleado es práctico, demanda menor inversión y debiera aplicarse a otras especies y estudios de determinación de edades.

El modelo de regresión lineal se ajustó a los registros muestreados convenientemente otorgando datos fiables destinados a formularse en la ecuación de Von Bertalanffy, donde se corrobora el incremento isométrico de la longitud con respecto a la edad de los organismos de *Merluccius gayi*, aceptando la hipótesis planteada en este estudio.

11. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar nuevos monitoreos para la especie *Merluccius gayi* en Anconcito, con la finalidad de incrementar la relación de la talla-peso en estos organismos y de esta manera realizar las relaciones de incremento en peso con respecto a la edad, en la ecuación propuesta por Von Bertalanffy, tomando en consideración estas dos variables, inclusive se puede obtener muestras en otros puertos de interés dentro de la Provincia, para establecer diferencias significativas en diferentes zonas de monitoreo.

Es necesario el uso de las fichas anexas a este estudio referentes a la proporción de sexos estableciendo parámetros de crecimiento con diferenciación de sexos estableciendo diferencias tanto para el crecimiento en longitud y crecimiento en peso de los individuos. Fig. 19 y 20, Tablas 4 y 6.

Con la finalidad de incrementar la base de datos para el recurso merluza es indispensable obtener registros que acompañen al estudio de dinámica de población tales como: los relacionados con aspectos reproductivos, entre ellos el ciclo de desove, la fecundidad de la especie, edad y longitud de la primera madurez sexual además del potencial de desove, aspectos que sin duda son de gran interés y relevante tanto para el conocimiento de la biología básica del recurso, como para el empleo de métodos de evaluación de stocks.

Se sugiere que durante el análisis de los otolitos en la interpretación de los anillos de crecimiento lo realicen dos o tres personas, con la finalidad de obtener un promedio de edades, corroborando de esta manera la lectura inicial o descartándola si es necesario.

Los registros en el monitoreo demuestran un determinado número de organismos que representan la pesca acompañante como: Gallineta, Corvina, etc., por lo que es necesario determinar en base a estudios cuales son las especies más representativas que acompañan a la captura de *Merluccius gayi*, inclusive podrían realizarse estudios de parásitos relacionados a esta especie, ya que en este estudio hubo un caso de hallazgo de parásitos en las agallas. Ver Tabla 6 y Foto 54.

Considerando que el estudio realizado tuvo una duración de seis meses es necesario continuar con la investigación de la relación talla-edad ingresando mayor cantidad de datos, con la finalidad de incrementar la confianza en la tabla de claves de relación de estas variables obteniendo de esta manera una curva de crecimiento mayormente definida.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 1995.
- Álamo y Blaskovic, 1994. Espectro alimentario y ración de alimentación de *Merluccius gayi peruanus* durante el invierno de 1994. Documento Interno IMARPE-DGIRH.
- Álamo y Blaskovic, 1995. Espectro alimentario y ración de alimentación de *Merluccius gayi peruanus* durante el invierno de 1995. Documento Interno IMARPE-DGIRH.
- Álamo y Espinoza (1997). Comportamiento alimentario de merluza peruana durante el invierno de 1996. Crucero BIC SNP-1 9607-08 Inf. Inst. Mar Perú N° 124:79-85.
- Álamo y Espinoza (1997). Espectro alimentario de la merluza peruana durante el otoño de 1997. Crucero BIC HUMBOLDT 9705-06, Callao. Pto. Pizarro.
- Angelescu V., Francisco S. Gneri, Alberto Nani. La Merluza del Mar Argentino
- Araya, M. & L. Cubillos. 2002. The retrospective analysis of the growth in fish and their associated problems. Gayana (Concepción) 66: 161-179.
- Bertalanffy, L. Von. 1938. A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol. 10 181-213.

- Campaña, S. & Nelson. 1985. Microstructure of fish otoliths. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 42:1014-1032 pp.
- Copenhague. 1957. Problemas y métodos de muestreo estadístico en la investigación sobre pesca. Bol. FAO, Roma.
- Érica Gouveia. Mestrando – Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Concentração em Endodontia – Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP – Araraquara – SP – Brasil.
- Erika Cabrera-Neri. Uso del microondas convencional para el horneado de otolitos del robalo prieto (*Centropomus nigrescens*). 2002.
- Mascareñas 1998, ESTIMATION OF GROWTH PARAMETERS. Introduction to tropical fish stock assessment. 47pp.
- Mascareñas 2003, MERLUZAS DEL MUNDO. Catálogo comentado e Ilustrado de las merluzas del mundo.
- FAO, 1981. Methods of Collecting and Analyzing size and Age Data for Fish Stock Formulación magistral de medicamentos, COF de Vizkaia, 5ª ed. (2004).
- Galli, O. 2002. Estudio de la dieta, preferida e incidencia del canibalismo en la población de merluza (*merluccius hubbsi*) en el frente oceánico de Río de la Plata. Argentina.
- González, L.W. 1977. Aspectos técnicos de preparación de otolitos para estudios de edad de algunas especies del género *Cynoscion* (Pisces: Sciaenidae). Laguna: 39-40: 43-48.

- González, L.W. 1979. Determinación de la edad del *Paralonchurus peruanus* (Steindachner, 1875) (Pisces: Sciaenidae) mediante el uso de los otolitos. Informe Museo Del Mar 22: 1-19.
- GULLAND, J. A. 1953. Vital statistics of fish populations. World Fishing, London, 316-319. 1956. on the selection of hake and whiting by the mesh of trawls. Cons.
- Handbook of Pharmaceutical Excipients, 6th ed., 2009. Gómez-Márquez J. L., 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. FES Zaragoza, UNAM. 89 pp.
- Harvey, J., T. Loughlin, M. Pérez, & D. Oxman. 2000. Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS 150. 31pp.
- Holden, M.J. & D.F.S. Raitt. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO Documento Técnico de Pesca No. 115. Roma, Italia.
- Javier V. Chong, Mario Aguayo e Ignacio Payá. Estimación de edad, crecimiento y mortalidad natural de la merluza de cola, *Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907 (Macruronidae, Gadiformes) en el Océano Pacífico Suroriental.
- JG Pajuelo, JM Lorenzo. Validación de la determinación de la edad y estudios del crecimiento del lenguado de arena *Pegusa lascaris* (Soleidae) del Atlántico centro-oriental. 2011 Departamento de Biología, Universidad

de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, 35017
Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

- Juliane Maria Guerreiro TANOMARU Mestre e Doutora em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP – Araraquara – SP – Brasil 2006 Cienc Odontol Bras 2006 jul.
- Karina Nunes Soares da Costa. Irapuan Oliveira Pinheiro. Glícia Torres Calazans³
- La Formulación Magistral en la Oficina de Farmacia, M. ^a José Llopis Clavijo y
- Vicent Baixauli Comes, 1^a, 3^a y 4^a parte. Formulario Magistral del C.O.F. de Murcia (1997).
- Leta, H. y A. Keim. 1982. Lectura de edades en otolitos de peces teleósteos. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Montevideo.
- Lönnberg, 1907. Determination of age, growth and natural mortality of Chilean hoki, *Macruronus magellanicus*. (Macruronidae, Gadiformes) from the Southeastern Pacific Ocean. *Universidad Católica de la Santísima Concepción, Casilla 297, Concepción, Chile. Instituto de Fomento Pesquero.*
- Márcia Silva do Nascimento. Avaliação dos riscos associados ao uso do xilol em laboratórios de anatomia patológica e citología.

- Marín S. et al 2010. Evaluación ambiental del terminal marítimo pesquero de Anconcito, Provincia de Santa Elena. ESPOL-CINCYT. Guayaquil, Ecuador
- Martindale, Guía completa de consulta farmacoterapéutica, 1ª ed. (2003).
- Martínez J., 1991. Áreas de Distribución y Abundancia de los Recursos Demersales con énfasis en el recurso merluza (*Merluccius gayi*) en la Plataforma Continental del Ecuador. Guayaquil-Ecuador.
- Miriam E. Maroñas (2006). Maroñas, M. E.; G. A. Darrigran; E. D. Sendra y G. Breckon. Crecimiento individual en peces 2003. Shell growth of golden mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), in the Río de la Plata, Argentina. *Hidrobiología* 495: 41-45.
- Misael Morales & Leo W. González. Edad y crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformis: Haemulidae) en el suroeste de la isla de Margarita, Venezuela. 2011 Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Venezuela; Área de Biología y Recursos Pesqueros, Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Venezuela.
- Mondragón L, 2011. Análisis y composición de tallas y edades de los tiburones capturados por la pesquería artesanal de Nayarit. Universidad del Mar.
- Monografías Farmacéuticas, C.O.F. de Alicante (1998).
- Montreuil V.; Tello J.S. Determinación de edad en “Boquichico” (*prochiodus nigricans* agassiz, Teleostei: characoidei) Mediante lectura de

- esclerites en escamas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía peruana 2011.
- Morales, M. 1991. Determinación del crecimiento de peces óseos en bases a la microestructura de los otolitos. FAO Documento Técnico de Pesca N° 322. Roma, Italia.
 - Morales, M. y L. Gonzalez. 2009. Edad y crecimiento del pez *HAemulon steindachneri* (Perciformis: Haemulidae) en el sureste de la isla Margarita, Venezuela. Universidad de Oriente. Venezuela.
 - Morales-Nin, B. 1991. Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 322. Roma.
 - Morales-Nin, B.1991. *Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos*. Documento Técnico de Pesca 322. FAO, Roma.
 - Orrego, H. y J. Mendo, 2012. Variación interanual de la dieta de la merluza *merluccius gayi* peruanus (guitchenot) en la costa peruana. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
 - Otero H. 1977. Edad y Crecimiento de la Merluza (*Merluccius merluccius hubbs*). Physis, Sec.A. Buenos Aires.
 - Pascual, A. 1996. Métodos para el cálculo de la edad y crecimiento de los peces. Program de Pesca, Guayaquil, Ecuador.

- Pauly D., J.F. Caddy Algunos Métodos Simples para la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales FAO, Roma Julio 1983 Científico Asociado del Centro Internacional para la Administración de Recursos Vivos Acuáticos Makati, Metro Manila, Filipinas.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recurso pesqueros tropicales. FAO Documento técnico de Pesca. N° 234. Roma, Italia.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8, 325p. International Center for Living Aquatic Resouces Managemente, Manila, Phlippines.
- Ramos A., Cervantes A. e Sobrino I., 1990. Estudios biologicos sobre la merluza europea (merluccius merluooius linnaeus, 1758) del area de cecaf. FAO.
- ReseZa Toxicológica de los Xilenos (edición actualizada)(en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.
- Rocha A. Olivares, Víctor M. Gómez Muñoz. Validación del uso de otolitos para determinar la edad del huachinango del Pacifico Lufjunus Perú (perciformes: lutjanidae), en la bahía de La Paz y aguas adyacentes, B.C.S., México Ciencias Marinas, vol. 19, núm. 3, 1993, pp. 321-331. Universidad Autónoma de Baja California. México.

- Santillán Cinthya, Antonio Martínez y Luis del Moral. Descripción de los otolitos sagittae de especies de la familia carangidae (perciformes: actinopterygii) de la costa centro del estado de Veracruz, México. Laboratorio de zoología de la FESI.
- Svoboda, Ariadna. 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. Revista de Jóvenes Investigadores en Arqueología: 145-153. Buenos Aires.
- Tanomaru M. Capacidade de ação solvente do eucaliptol e xilol sobre diferentes cimentos endodônticos alers Professor Adjunto – Disciplina de Endodontia – Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP – Araraquara – SP – Brasil.
- Tavares, R. 2001. Estudio sobre la biodiversidad de tiburones en el parque nacional Archipiélago Los Roques. Informe técnico final para la oficina de diversidad biológica del Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales. Fundación Científica Los Roques, Venezuela.
- Tombari A., Gosztonyi A., Echeverría D, Volpedo A. Morfología de los otolitos y las vértebras de especies de aterínidos marinos (Atheriniformes, Atherinopsidae) que coexisten en el Océano Atlántico sudoccidental *Ciencias Marinas* (2010), 36(3): 213–223 Universidad de Buenos Aires.
- Tombari AD, Volpedo AV, Echeverría DD. 2000. Patrones morfológicos de la sagitta de pejerreyes de la ictiofauna argentina. *Thalassas* 16:11–19.

- Tombari AD, Volpedo AV, Echeverría DD. 2005. Desarrollo de la *sagitta* en juveniles y adultos de *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes 1835) y *O. bonariensis* (Valenciennes 1835) de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Teleostei: Atheriniformes). Rev. Chil. Hist. Nat. 78: 623–633.
- Tombari AD. 2008. Sistemática de Atherinopsidae de la República Argentina utilizando caracteres morfológicos y morfométricos, con énfasis en el otolito *sagitta*. Ph.D. thesis, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Viera Martina. Características eco-morfométricas de los otolitos *sagitta* de *genypterus blacodes* y *genypterus brasiliensis* provenientes de la zona común de pesca argentino-uruguaya. Facultad de ciencias, Udelar. Octubre, 2011.
- Volpedo AV, Echeverría DD. 2000. Catálogo y claves de otolitos para la identificación de peces del Mar Argentino. 1. Peces de importancia comercial. Ed. Dunken, Buenos Aires.
- Volpedo, A. y D. Echeverría 2000. *Catálogo y claves de otolitos para la identificación de peces del Mar Argentino. I. Peces de importancia comercial*. Ed. Dunken, Buenos Aires. White BN. 1985. Evolutionary relationships of the Atherinopsinae.
- Zerón Agustín. Como Conservar Sus Dientes y Encías Toda la Vida: Odontología Para Pacientes, Colección Manuales de prevención. Ed. UNAM, 2003.

12.1 Bibliografía digital.

- agricultura.gob.ec/en-el-ecuador-inicio-oficialmente-pesqueria-de-merluza/. Publicación ONLINE, 16 de abril de 2013.
- andes.info.ec/es/sociedad/pesca-merluza-alternativa-repotenciar-mercado-pesquero-ecuatoriano.html. Publicación ONLINE, 02 de enero de 2013.
- es.wikipedia.org/wiki/Merluza. Última revisión ONLINE. 6 de abril de 2013.
- elcomercio.com/agromar/merluza-barcos-arrastreros-agromar-pezca-alternativa_0_845915408.html. Publicación ONLINE, 12 de enero de 2012.
- eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/256088-merluza-podra-ser-explotada/. Publicación ONLINE, 13 de marzo de 2013.
- eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/261008-la-merluza-se-comercializa-en-manta/. Publicación ONLINE, 22 de abril de 2013.
- eluniverso.com/2013/04/16/1/1356/gobierno-otorgara-30-cupos-pesca-merluza.html. Publicación ONLINE, 16 de abril de 2013.
- imarpe.pe/imarpe/index.php.
- magap.gob.ec. Publicaciones ONLINE, última revisión julio 2013.
- subpesca.cl/institucional/602/articles-9175_documento.pdf. Publicación ONLINE, noviembre de 2008.
- telegrafo.com.ec/economia/item/la-pesca-comercial-de-la-merluza-inicia-en-ecuador.html. Publicación ONLINE, 17 de abril de 2013.

- tecopesca.com/es/ieventos/ver/8/merluza_nueva_alternativa_de_pesca_en_ecuador/. Publicación ONLINE, 01 de agosto de 2012.
- viceministerioap.gob.ec/subpesca1517-se-aprueba-acuerdo-ministerial-para-la-nueva-pesqueria-de-merluza.html. Publicación ONLINE, 19 de abril de 2013.
- psico.uniovi.es/dpto_psicologia/metodos/tutor.6/fcope.html. Publicación ONLINE, 12 de junio de 2014.
- gobiernoparroquialanconcito.gob.ec/ubicaciongeografica.html. Publicación ONLINE 31 de mayo de 2014.
- The Merck Index, 13^a ed. (2001) Última revisión febrero 2014.

13. ANEXOS FIGURAS

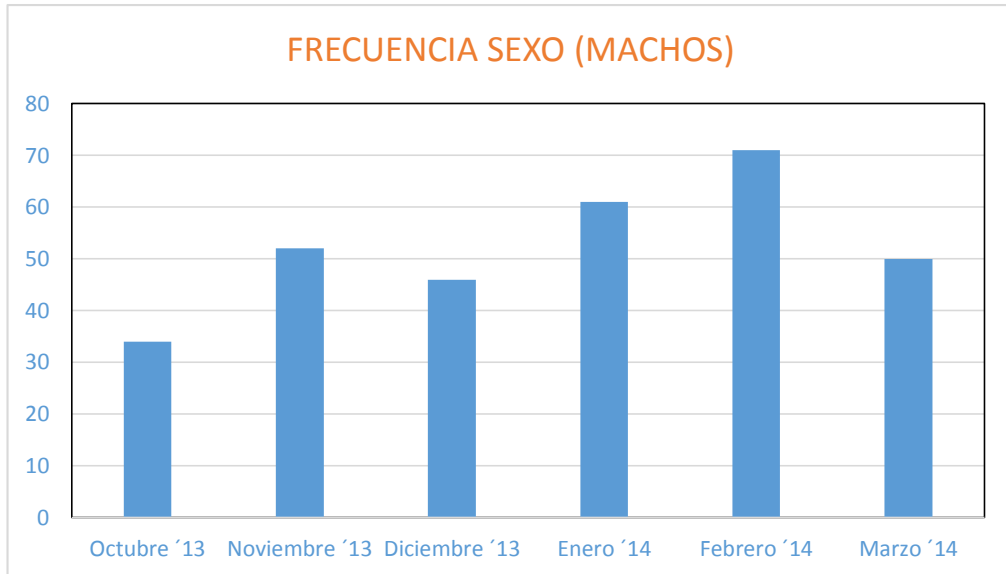


Fig. 19. Frecuencias de sexos para machos por mes

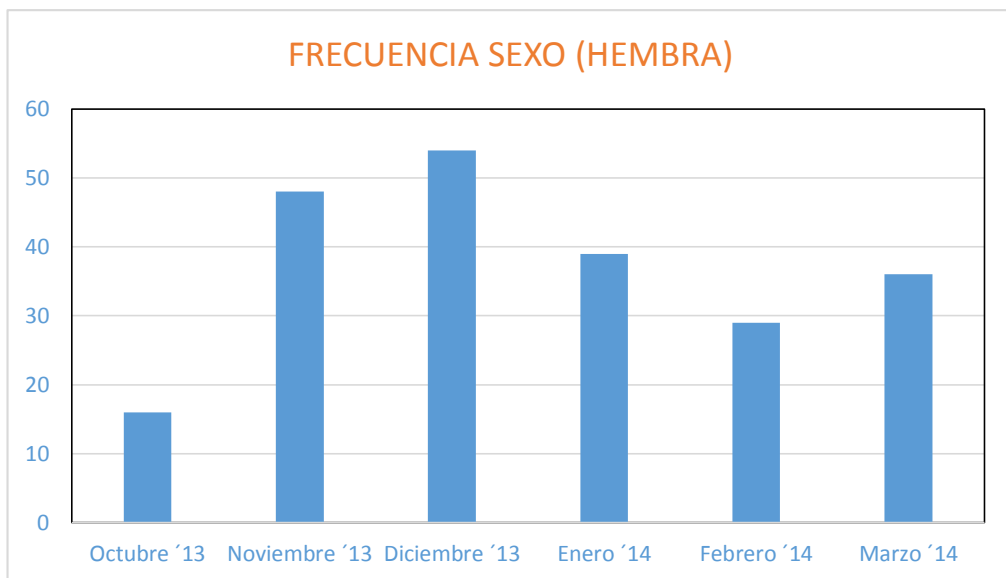


Fig. 20. Frecuencias de sexos para hembras por mes

13.1 ANEXOS TABLAS

Tabla. 3. Clave edad-talla del pez, *Merluccius gayi*, del Puerto Anconcito, Santa Elena-Ecuador.

TALLA (cm)	EDAD				
	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
25	2	-	-	-	-
26	5	-	-	-	-
27	9	-	-	-	-
28	10	-	-	-	-
29	6	13	-	-	-
30	11	14	-	-	-
31	-	18	-	-	-
32	-	37	4	-	-
33	-	35	28	1	-
34	-	32	38	12	-
35	-	13	44	20	-
36	-	3	23	11	-
37	-	1	21	21	2
38	-	-	15	6	8
39	-	-	8	5	5
40	-	-	2	6	6
41	-	-	1	5	3
42	-	-	1	4	4
43	-	-	1	3	2
44	-	-	2	4	2
45	-	-	1	2	2
46	-	-	-	1	-
47	-	-	-	1	-
MEDIA	28,9	32,9	36	38,1	39,5

Tabla. 4. Longitud y Peso total de Machos y Hembras mostrando el promedio, longitud máxima y mínima, además del peso promedio, peso máximo y mínimo.

Mes/Año	MACHOS							HEMBRAS						
	N	Long. Total(cm)			Peso Total(g)			N	Long. Total(cm)			Peso Total(g)		
		Min	Max	Media	Min	Max	Media		Min	Max	Media	Min	Max	Media
Octubre '13	34	32,2	42,2	35,92	254,6	486,3	332,11	16	32	40,9	30,04	263,2	479,8	340,91
Noviembre '13	52	27,5	44,5	32,77	165	706	266,23	48	27,5	45,5	34,51	134	630	305,04
Diciembre '13	46	26,5	48,6	36,13	265	1765	660,76	54	30,3	46,3	39,43	355	1410	855,64
Enero '14	61	25,8	41,6	31,86	140	443	228,09	39	26,8	37,6	31,8	134	319	226,31
Febrero '14	71	29,5	42,4	34,89	145	637	286,59	29	32,1	44,1	37,71	262	648	382,93
Marzo '14	50	31,2	39,5	35,18	208	666	342,18	36	34,1	42	36,63	265	780	406,14
	314			206,75			2115,96	222			210,12			2516,97

Tabla. 5. Ficha de Monitoreo

Monitoreo de Merluza

Anteproyecto de Tesis Determinación de Edad – Lectura de Otolitos

FECHA:	Nº DE REGISTRO:
PROFUNDIDAD DE CAPTURA:	NOMBRE DEL PUERTO:
NOMBRE EMBARCACIÓN:	POSICIONAMIENTO GEOGRAFICO:

Nº de Organismo	LT (cm)	Peso Total (g)	Sexo	Edad

Tabla. 6. Pesca acompañante en el monitoreo de *Merluccius gayi*.

PESCA ACOMPAÑANTE MONITOREO MERLUZA					
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
GALLINETA	CONGRIO	GALLINAZO	GALLINETA	GALLINETA	CHALACO
RABIJUNCO	GALLINETA	BRUJO	RABIJUNCO	CULON	COJO
CULON	CULON	LENGUADO	PAMPANO	RABIJUNCO	PAMPANO
CONGRIO	RABIJUNCO	GALLINETA	CORVINA	CONGRIO	CORVINA
CORVINA	CORVINA	RABIJUNCO	CULON	CORVINA	CABEZUDO
CABEZUDO	CABEZUDO	CAMOTILLO	CORVINA	PAMPANO	CULON
CAMOTILLO	CAMOTILLO	-	-	-	RABIJUNCO

13.2 ANEXO DOCUMENTOS

13.3 ANEXO DE FOTOS

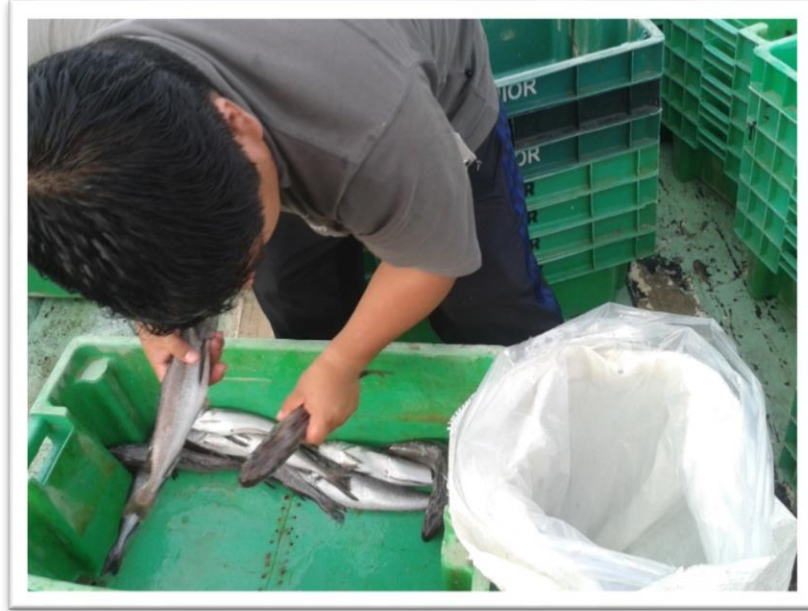


Foto. 21. Merluza fresca, a bordo de un barco de pesca de arrastre.



Foto. 22. Descongelamiento de organismos para análisis.



Foto. 23. Ubicación de organismos en el mesón de trabajo con la cabeza hacia arriba.



Foto. 24. Obtención del parámetro de longitud con ictiómetro.



Foto. 25. Determinación de longitud desde la parte anterior de la cabeza hasta la aleta caudal (longitud total), lectura al centímetro inferior.



Foto. 26. Obtención de parámetro peso (W) en gramos con ayuda de una balanza electrónica.

Tesis de Grado "Determinación de Edad - Lectura de Otolitos"													
Fecha: 10/02/2014										Nº de Registro: 9			
Profundidad: Max= Min=										Nombre del Puerto: Anconito			
Nombre de la Embarcación: <i>Sorbe Luis</i>										GPS:			
Nº de Organismo	LT (cm)	Peso Total (g)	Sexo	MS	Otolitos	Edad	Nº de Organismo	LT (cm)	Peso Total (g)	Sexo	MS	Otolitos	Edad
1	35.8	266	M	II			36	33.5	287	M	V		
2	33.5	251	M	IV			37	34.5	254	M	III		
3	32.6	387	M	IV			38	37	292	M	2R		
4	35.7	357	M	V			39	32.9	245	M	IV		
5	34.5	300	M	2R			40	41	455	M	IV		
6	35	280	M	III			41	31	377	M	2R		
7	29.5	145	M	III			42	34	288	M	2R		
8	31	217	M	V			43	33.2	260	M	V		
9	33.4	262	M	IV			44	31.4	176	M	2R		
10	28.3	267	M	III			45	42.5	724	H	IV		
11	35	251	M	2R			46	31.5	262	H	2R		
12	41.1	554	H	I			47	32.8	256	M	III		
13	36.6	297	H	II			48	32.4	215	M	2R		
14	34.1	312	M	V			49	56	1436	H	IV		
15	34.5	254	M	V			50	36	374	H	IV		
16	35.7	281	M	V									
17	32.6	240	M	VI									
18	32.3	208	M	V									
19	36.4	265	M	II									
20	30.5	211	M	III									
21	45	648	H	II									
22	33	190	M	VI									
23	34.4	271	M	IV									
24	34.9	291	M	IV									
25	37	313	M	V									
26	37.6	400	H	IV									
27	32.5	206	M	IV									
28	42.4	483	H	II									
29	38.9	261	M	V									
30	37.5	379	H	II									
31	33.8	272	M	V									
32	31	412	H	IV									
33	32	270	M	IV									
34	34.8	265	M	2R									
35	42	480	H	I									

Foto. 27. Registro de los parámetros obtenidos de longitud, peso, sexo y estadio gonadal.



Foto. 28. Corte ventral del organismo para obtención de gónadas y observación de sexo.



Foto. 29. Revisión de gónadas para conocer el sexo del individuo.



Foto. 30. Separación cabeza-cuerpo aplicando la metodología de Leta y Keim 1982 para obtención de otolitos sagitta, realizando el corte ventral.



Foto. 31. Obtención de otolitos sagitta luego del corte en la parte ventral de la cabeza, usando pinzas.



Foto. 32. Corte de la cabeza en posición dorsal para obtener otolitos, realizado con tijeras. Aplicando metodología de Leta y Keim 1982.



Foto. 33. Corte de la cabeza en posición dorsal para obtener otolitos, realizado con cuchillo. Aplicando metodología de Leta y Keim 1982.



Foto. 34. Obtención de otolitos con pinzas realizando corte en la parte dorsal de la cabeza, correspondiente para corte con cuchillo o tijeras.



Foto. 35. Corte recto a la altura del opérculo en la cabeza con organismo.



Foto. 36. Obtención de otolitos con corte recto. Otolitos fracturados, metodología rechazada.



Foto. 37. Corte oblicuo en el neurocráneo del organismo fácil acceso a otolitos sagitta.



Foto. 38. Obtención de otolitos en perfecto estado. Metodología aplicada hasta culminar el proceso de obtención de piezas óticas.



Foto. 39. Lavado de otolitos en agua corriente.



Foto. 40. Enjuague de otolitos en Hipoclorito de Sodio al 10% para desprender membrana ótica.

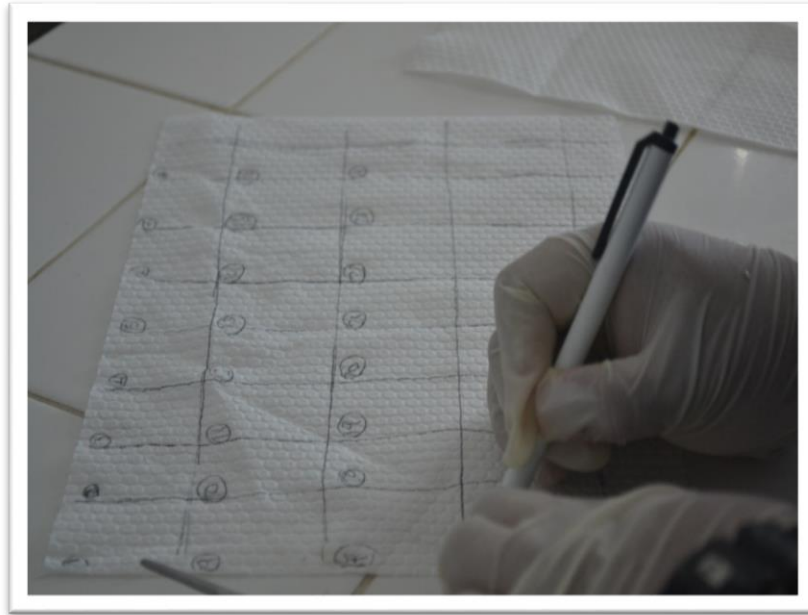


Foto. 41. Delimitación y rotulado de toalla absorbente de cocina para colocar otolitos.

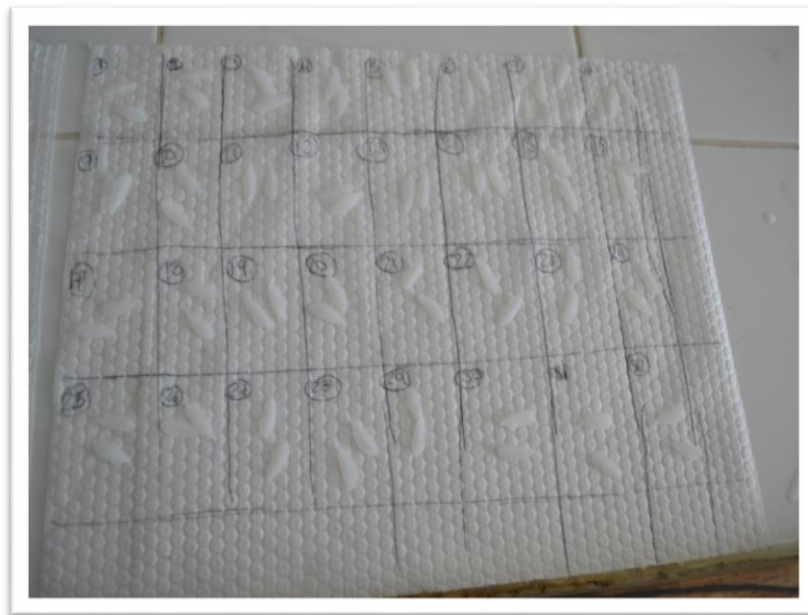


Foto. 42. Otolitos limpios y secos.



Foto. 43. Almacenamiento de otolitos donde permanecerán hasta ser ubicados en tubos eppendorf con la sustancia clarificadora.



Foto. 44. Tubos preparados para colocar los otolitos y la sustancia a tratar.

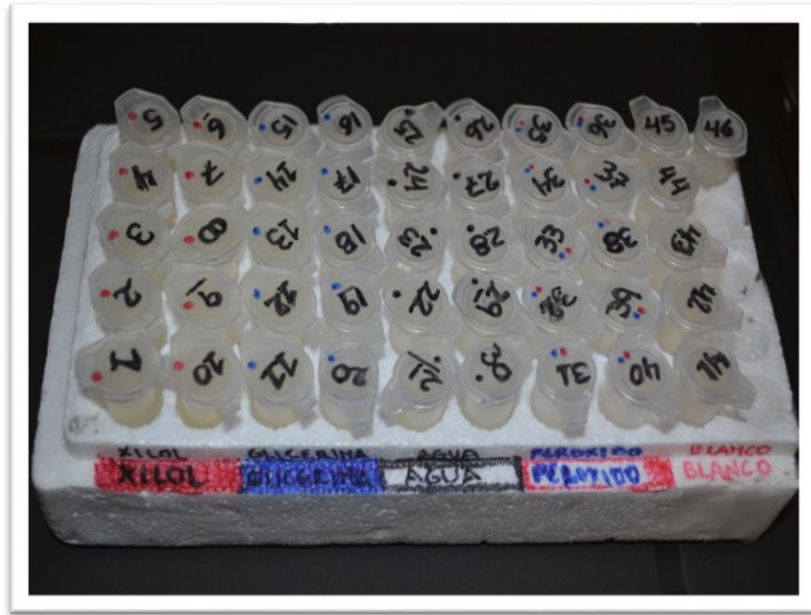


Foto. 45. Tubos con las piezas ópticas y sustancias listos para análisis.



Foto. 46. Preparación de las muestras para ser colocadas en la cápsula de fondo negro con agua corriente.

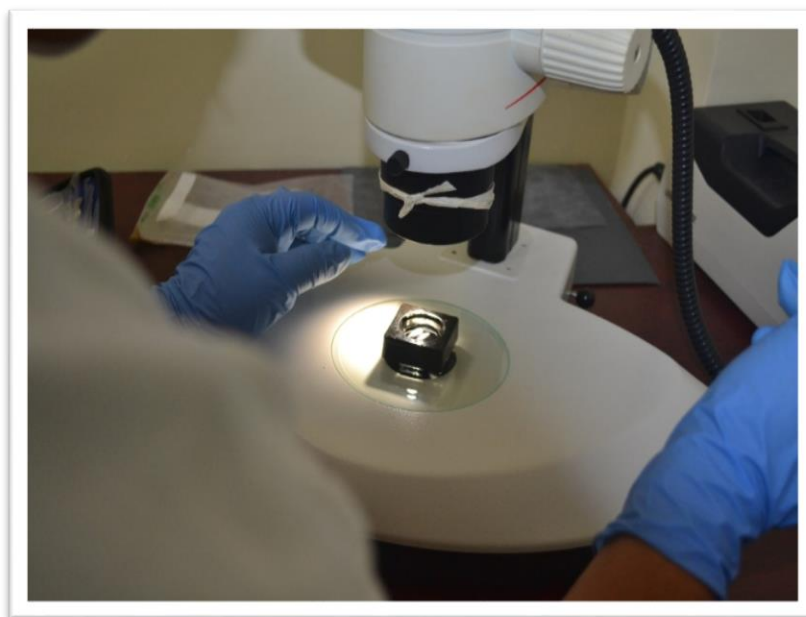


Foto. 47. Observación de otolitos derecho e izquierdo con estereomicroscópio y cámara enlazada al computador.



Foto. 48. Materiales de laboratorio para análisis de muestras

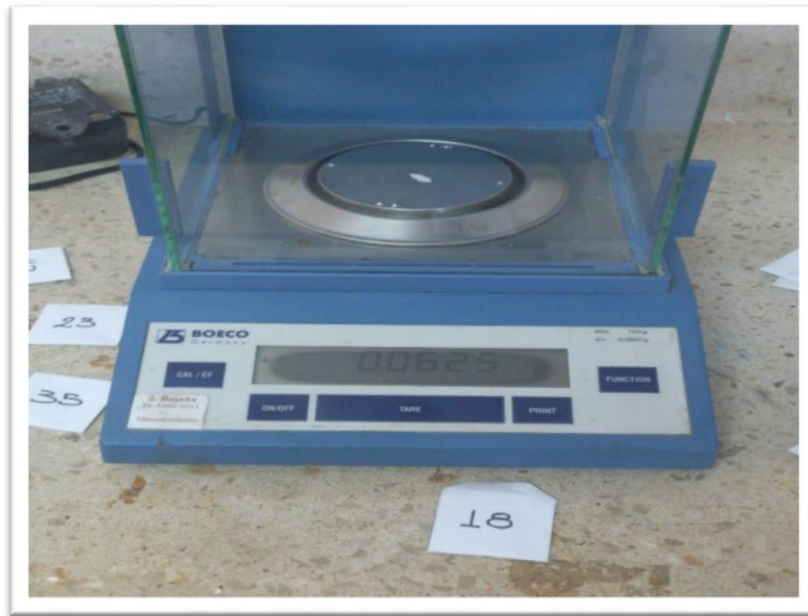


Foto. 49. Obtención del parámetro peso (W) del otolito en gramos.

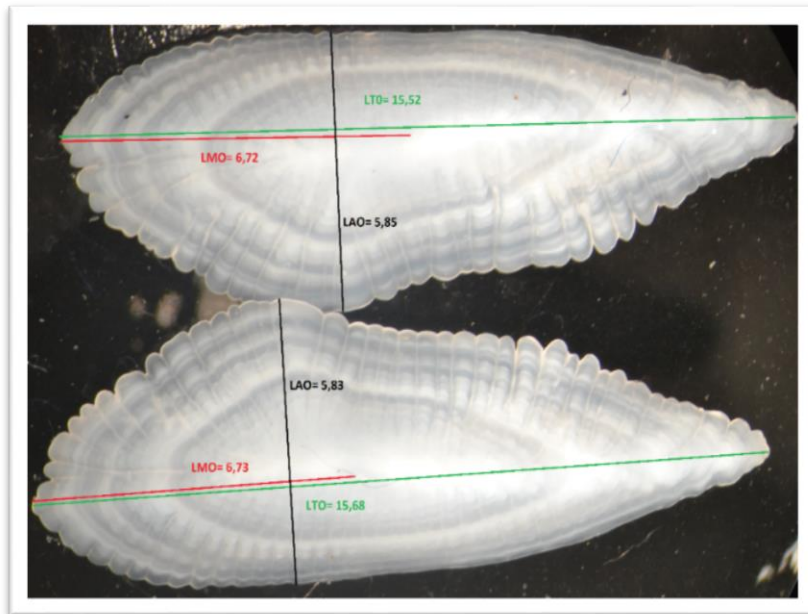


Foto. 50. Obtención de parámetro de longitud total, longitud media y longitud del ancho del otolito en centímetros.



Foto. 51. Aplicación de técnica del Pulido sobre los otolitos.

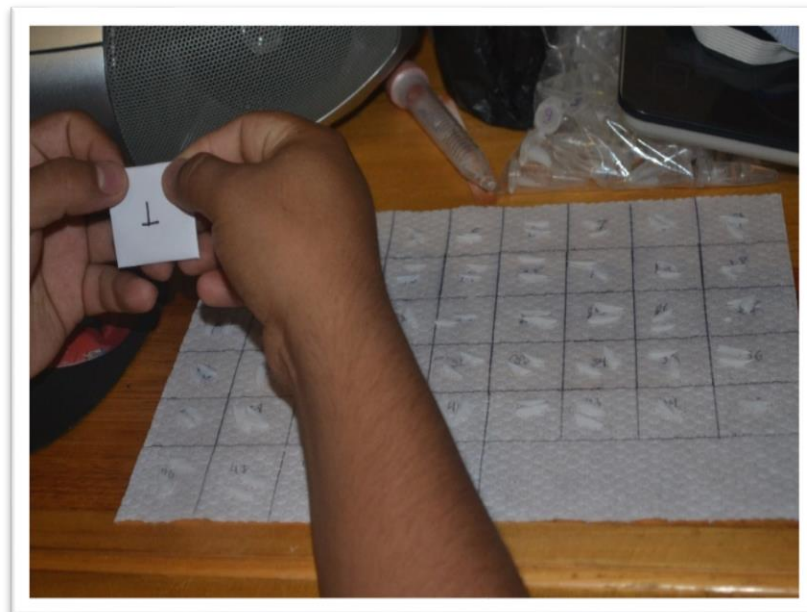


Foto. 52. Almacenamiento de otolitos en sobre una vez se concluyó con la biometría.



Foto. 53. Almacenamiento en fundas individuales rotuladas correctamente luego de culminar con la investigación.



Foto. 54. Parásito encontrado dentro del opérculo de merluza.