



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

**“CARACTERÍSTICAS DE LOS OTOLITOS SAGITALES DE PECES
PELÁGICOS PEQUEÑOS DE INTERÉS COMERCIAL EN LAS COSTAS
DE SANTA ELENA, PACÍFICO ECUATORIANO, JULIO 2011 -
ENERO 2012”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO MARINO

HENRY JOFFRE MUÑOZ QUIMÍ

LA LIBERTAD – ECUADOR

2012

UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

**“CARACTERÍSTICAS DE LOS OTOLITOS SAGITALES DE PECES
PELÁGICOS PEQUEÑOS DE INTERÉS COMERCIAL EN LAS COSTAS
DE SANTA ELENA, PACÍFICO ECUATORIANO, JULIO 2011 -
ENERO 2012”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO MARINO

HENRY JOFFRE MUÑOZ QUIMÍ

LA LIBERTAD – ECUADOR

2012

DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor por ser mi guía.

A mi hijo, Benjamín por ser mi razón de vida.

A mi esposa, Angélica por su ayuda incondicional y comprensión.

A mis padres, Santos y Rosa por ser mis pilares durante mi carrera.

A mis hermanos y hermanas por su ayuda.

Sin ustedes este trabajo no sería realidad.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad, mi *Alma matter*, por haberme brindado la oportunidad de estudiar la carrera de Biología Marina, por la formación profesional y académica de gran nivel. Más aún por facilitar el uso de las instalaciones de laboratorio para analizar las muestras.

A las autoridades y personal Académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por liderar el proceso de mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros de promoción quienes me apoyaron con sus ideas y sugerencias.

A los coordinadores de la Unidad de Prácticas de Ciencias del Mar de la UPSE, Carlos y Daniel por brindarme su atención con los equipos y materiales.

En particular al Blgo. Carlos Gonzabay, tutor de tesis porque con sus criterios científicos profesionales orientó este trabajo.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gonzalo Tamayo C.
Decano Facultad Ciencias del Mar

Blgo. Richard Duque M.
Director Escuela Biología M.

Blgo. Carlos Gonzabay
Tutor de Tesis

Blga. Tanya González
Docente del Área

Ab. Milton Zambrano Coronado.
Secretario General-Procurador

ÍNDICE GENERAL

	Págs.
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FOTOS.....	xiv
GLOSARIO.....	xv
ABREVIATURA.....	xx
RESUMEN.....	xxi
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. OBJETIVO PRINCIPAL.....	8
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
6. HIPÓTESIS.....	9
CAPÍTULO II	
7. MARCO TEÓRICO.....	10
7.1. PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS COMO RECURSO PESQUERO EN ECUADOR.....	10
7.1.1. <u>Familias de interés comercial</u>	11
7.1.1.1. Clupeidae.....	11
7.1.1.2. Scombridae	11
7.1.1.3. Engraulidae.....	12
7.1.1.4. Carangidae.....	12
7.1.1.5. Mugilidae.....	13

7.1.1.7. Sphyaenidae.....	13
7.1.2. <u>Pesquería de peces pelágicos pequeños</u>	14
7.1.3. <u>Zonas de pesca</u>	14
7.1.4. <u>Artes de pesca utilizado en su captura</u>	15
7.2. <u>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL OTOLITO</u>	17
7.2.1. Estructura y funciones.....	17
7.2.2. Crecimiento.....	18
7.2.3. Composición	18
7.2.4. Aplicaciones y usos.....	19

CAPÍTULO III

8. MARCO METODOLÓGICO.....	20
8.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	20
8.1.1. <u>Caleta pesquera de Chanduy</u>	21
8.1.2. <u>Caleta pesquera de Anconcito</u>	21
8.1.3. <u>Caleta pesquera de La Libertad</u>	22
8.1.4. <u>Condiciones climáticas del área</u>	22
8.2. METODOLOGÍA A APLICAR.....	24
8.2.1. <u>Fase de campo</u>	24
8.2.2. <u>Fase de laboratorio</u>	25
8.2.2.1. Métodos de extracción de otolitos.....	26
8.2.2.2. Limpieza, preservación y rotulado del otolito.....	27
8.2.2.3. Descripción morfológica.....	28
8.2.3. <u>Análisis de datos</u>	35
8.2.3.1. Proporción de sexo.-.....	35
8.2.3.2. Análisis morfométrico del otolito.....	36

CAPÍTULO IV

9. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	39
9.1. ESPECIES IDENTIFICADAS.....	39

9.2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LOS OTOLITOS.....	40
9.3. MORFOMETRÍA DE LOS OTOLITOS POR ESPECIE.....	41
9.4. FICHAS DESCRIPTIVAS Y RESUMEN DE MORFOMETRÍA DE LOS OTOLITOS SAGITALES.....	102
10. DISCUSIONES.....	118
11. CONCLUSIONES.....	120
12. RECOMENDACIONES.....	122
13. BIBLIOGRAFÍA.....	123
14. ANEXOS.....	130

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
Figura 1. Zonas de pesca de la flota cerquera costera el año 2005. (INP)....	16
Figura 2. Diagrama del cráneo de un pez.....	17
Figura 3. Ubicación de las tres áreas de estudio, La Libertad, Anconcito y Chanduy (Google earth).....	21
Figura 4. Morfología de un tipo de otolito (Aloisis, 1990).....	29
Figura 5. Esquema ilustrando las diferentes formas de los otolitos.....	30
Figura 6. Ilustración de los posibles tipos de bordes presentes en otolitos...	31
Figura 7. Forma de los sulcos de los otolitos.....	33
Figura 8. Tipos de abertura de los sulcos de los otolitos.....	33
Figura 9. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Chloroscombrus orqueta</i> “Hojita”, machos y hembras.....	42
Figura 10. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Chloroscombrus orqueta</i> “Hojita”.....	43
Figura 11. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Chloroscombrus orqueta</i> “Hojita”.....	43
Figura 12. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Chloroscombrus orqueta</i> versus longitud-ancho del otolito.....	44
Figura 13. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Chloroscombrus orqueta</i> “Hojita” versus masa del otolito.....	44
Figura 14. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Decapterus macrosoma</i> “Picudillo”, machos y hembras.....	46
Figura 15. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Decapterus macrosoma</i> “Picudillo”.....	47
Figura 16. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Decapterus macrosoma</i> “Picudillo”.....	47

Figura 17. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Decapterus macrosoma</i> versus longitud-ancho del otolito.....	48
Figura 18. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Decapterus macrosoma</i> “Picudillo” versus masa del otolito.....	48
Figura 19. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Oligoplites refulgens</i> “Voladora”, machos y hembras.....	50
Figura 20. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Oligoplites refulgens</i> “Voladora”.....	51
Figura 21. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Oligoplites refulgens</i> “Voladora”.....	51
Figura 22. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Oligoplites refulgens</i> versus longitud-ancho del otolito.....	52
Figura 23. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Oligoplites refulgens</i> “Voladora” versus masa del otolito.....	52
Figura 24. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Ophistonema bulleri</i> “Pinchagua fina”, machos y hembras.....	54
Figura 25. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Ophistonema bulleri</i> “Pinchagua fina”.....	55
Figura 26. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Ophistonema bulleri</i> “Pinchagua fina”.....	55
Figura 27. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Ophistonema bulleri</i> versus longitud-ancho del otolito.....	56
Figura 28. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Ophistonema bulleri</i> “Pinchagua fina” versus masa del otolito.....	56
Figura 29. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Ophistonema libertate</i> “Pinchagua Redonda”, machos y hembras.....	58
Figura 30. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Ophistonema libertate</i> “Pinchagua Redonda”.....	59
Figura 31. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Ophistonema libértate</i> “Pinchagua Redonda”.....	59

Figura 32. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Ophistonema libértate</i> versus longitud-ancho.....	60
Figura 33. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Ophistonema libértate</i> versus masa del otolito.....	60
Figura 34. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Ophistonema medirrastre</i> "Pinchagua mediana", machos y hembras.....	62
Figura 35. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Ophistonema medirrastre</i> "Pinchagua mediana".....	63
Figura 36. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Ophistonema medirrastre</i> "Pinchagua mediana".....	63
Figura 37. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Ophistonema medirrastre</i> versus longitud-ancho.....	64
Figura 38. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Ophistonema medirrastre</i> "Pinchagua mediana" versus masa	64
Figura 39. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Anchoa argentivitatta</i> "Anchoa plateada" machos y hembras.....	66
Figura 40. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Anchoa argentivitatta</i> "Anchoa plateada".....	67
Figura 41. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Anchoa argentivitatta</i> "Anchoa plateada".....	67
Figura 42. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Anchoa argentivitatta</i> "Anchoa plateada" versus longitud-ancho.....	68
Figura 43. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Anchoa argentivitatta</i> "Anchoa plateada" versus masa del otolito.....	68
Figura 44. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Anchoa exigua</i> "Anchoa fina", machos y hembras.....	70
Figura 45. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Anchoa exigua</i> "Anchoa fina".....	71
Figura 46. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Anchoa exigua</i> "Anchoa fina".....	71

Figura 47. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Anchoa exigua</i> “Anchoa fina” versus longitud-ancho del otolito.....	72
Figura 48. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Anchoa exigua</i> “Anchoa fina” versus masa del otolito.....	72
Figura 49. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Anchoa ischana</i> " Anchoa chicotera ", machos y hembras.....	74
Figura 50. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Anchoa ischana</i> "Anchoa chicotera".....	75
Figura 51. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Anchoa ischana</i> “Anchoa chicotera ”.....	75
Figura 52. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Anchoa ischana</i> "Anchoa chicotera"versus longitud-ancho del otolito....	76
Figura 53. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Anchoa ischana</i> "Anchoa chicotera"versus masa del otolito.....	76
Figura 54.. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Anchoa nasus</i> “Anchoa trompuda”, machos y hembras.....	78
Figura 55. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Anchoa nasus</i> “Anchoa trompuda”.....	79
Figura 56. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Anchoa nasus</i> “Anchoa trompuda”.....	79
Figura 57. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Anchoa nasus</i> “Anchoa trompuda” versus longitud-ancho del otolito....	80
Figura 58. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Anchoa nasus</i> “Anchoa trompuda” versus masa del otolito.....	80
Figura 59. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Mugil cephalus</i> “Lisa, machos y hembras.....	82
Figura 60. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Mugil cephalus</i> “Lisa”.....	83
Figura 61. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Mugil cephalus</i> “Lisa”.....	83

Figura 62. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Mugil cephalus</i> “Lisa” versus longitud-ancho del otolito.....	84
Figura 63. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Mugil cephalus</i> “Lisa” versus masa del otolito.....	84
Figura 64. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Auxi rochei</i> “Botella”, machos y hembras.....	86
Figura 65. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Auxi rochei</i> Botella”.....	87
Figura 65. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Auxi rochei</i> “Botella”.....	87
Figura 67. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Auxi rochei</i> “Botella” versus longitud-ancho del otolito.....	88
Figura 68. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Auxi rochei</i> “Botella” versus masa del otolito.....	88
Figura 69. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Scomber japonicus</i> ”Macarela”, machos y hembras.....	90
Figura 70. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Scomber japonicus</i> ”Macarela”.....	91
Figura 71. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Scomber japonicus</i> ”Macarela”.....	91
Figura 72. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Scomber japonicus</i> ”Macarela” versus longitud-ancho del otolito.....	92
Figura 73. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Scomber japonicus</i> ”Macarela” versus masa del otolito.....	92
Figura 74. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Scomberomorus sierra</i> “Sierra”, machos y hembras.....	94
Figura 75. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Scomberomorus sierra</i> “Sierra”.....	95
Figura 76. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Scomberomorus sierra</i> “Sierra”.....	95

Figura 77. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Scomberomorus sierra</i> "Sierra" versus longitud-ancho del otolito.....	96
Figura 78. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Scomberomorus sierra</i> "Sierra" versus masa del otolito.....	96
Figura 79. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Sphyraena ensis</i> "Picuda" machos y hembras.....	98
Figura 80. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del <i>Sphyraena ensis</i> "Picuda".....	99
Figura 81. Relación entre la longitud estándar y masa del <i>Sphyraena ensis</i> "Picuda".....	99
Figura 82. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Sphyraena ensis</i> "Picuda" versus longitud-ancho del otolito.....	100
Figura 82. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del <i>Sphyraena ensis</i> "Picuda versus masa del otolito.....	100

ÍNDICE DE CUADROS

	Págs.
Tabla 1. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de <i>Chloroscombrus orqueta</i> “Hojita”	41
Tabla 2. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de <i>Chloroscombrus orqueta</i> “Hojita”	42
Tabla 3. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de <i>Chloroscombrus orqueta</i> “Hojita”	45
Tabla 4. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de <i>Decapterus macrosoma</i> ”Picudillo”	45
Tabla 5. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de <i>Decapterus macrosoma</i> ”Picudillo”	46
Tabla 6. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Decapterus macrosoma</i> ”Picudillo”	49
Tabla 7. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de <i>Oligoplites refulgens</i> “Voladora”	49
Tabla 8. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de <i>Oligoplites refulgens</i> “Voladora”	50
Tabla 9. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Oligoplites refulgens</i> “Voladora”	53
Tabla 10. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de <i>Ophistonema bulleri</i> “Pinchagua fina”	53
Tabla 11. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de <i>Ophistonema bulleri</i> “Pinchagua fina”	54
Tabla 12. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Ophistonema bulleri</i> “Pinchagua fina”	57
Tabla 13. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de <i>Ophistonema libertate</i> “Pinchagua Redonda”	57

Tabla 14. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de <i>Ophistonema libertate</i> “Pinchagua Redonda”	58
Tabla 15. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Ophistonema libertate</i> “Pinchagua Redonda”	61
Tabla 16. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de <i>Ophistonema medirrastre</i> “Pinchagua mediana”	61
Tabla 17. . Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de <i>Ophistonema medirrastre</i> “Pinchagua mediana.....	62
Tabla 18. . Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Ophistonema medirrastre</i> “Pinchagua mediana.....	65
Tabla 19. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de la <i>Anchoa argentivitatta</i> “Anchoa plateada”	65
Tabla 20. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de la <i>Anchoa argentivitatta</i> “Anchoa plateada”	66
Tabla 21. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de la <i>Anchoa argentivitatta</i> “Anchoa plateada”	69
Tabla 22. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de la <i>Anchoa exigua</i> “Anchoa fina”	69
Tabla 23. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de la <i>Anchoa exigua</i> “Anchoa fina”	70
Tabla 24. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de la <i>Anchoa exigua</i> “Anchoa fina”	73
Tabla 25. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de la <i>Anchoa ischana</i> “Anchoa chicotera”	73
Tabla 26. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de la <i>Anchoa ischana</i> “Anchoa chicotera”	74
Tabla 27. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de la <i>Anchoa ischana</i> “Anchoa chicotera”	77
Tabla 28. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de la <i>Anchoa nasus</i> “Anchoa trompuda”	77

Tabla 29. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de la <i>Anchoa nasus</i> “Anchoa trompuda”.....	78
Tabla 30. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de la <i>Anchoa nasus</i> “Anchoa trompuda”.....	81
Tabla 31. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del <i>Mugil cephalus</i> “Lisa”.....	81
Tabla 32. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del <i>Mugil cephalus</i> “Lisa”.....	82
Tabla 33. . Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Mugil cephalus</i> “Lisa”.....	85
Tabla 34. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del <i>Auxi rochei</i> “Botella”.....	85
Tabla 35. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del <i>Auxi rochei</i> “Botella”.....	86
Tabla 36. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Auxi rochei</i> “Botella”.....	89
Tabla 37. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del <i>Scomber japonicus</i> “Macarela”.....	89
Tabla 38. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del <i>Scomber japonicus</i> “Macarela”.....	90
Tabla 39. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Scomber japonicus</i> “Macarela”.....	93
Tabla 40. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del <i>Scomberomorus sierra</i> “Sierra”.....	93
Tabla 41. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del <i>Scomberomorus sierra</i> “Sierra”.....	94
Tabla 42. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Scomberomorus sierra</i> “Sierra”.....	97
Tabla 43. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del <i>Sphyaena ensis</i> “Picuda”.....	97

Tabla 44. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del <i>Sphyraena ensis</i> “Picuda”	98
Tabla 45. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del <i>Sphyraena ensis</i> “Picuda”	101
Tabla 46. Registro de campo para estudio de obtención de los ejemplares en el estudio de otolitos de peces pelágicos pequeño.....	131
Tabla 47. Hoja de registro de datos morfométricos del otolito sagita en el estudio de los otolitos en peces pelágicos pequeños.....	132
Tabla 48. Hoja de registro de parámetros morfológicos en el estudio de los otolitos en peces pelágicos pequeños de la Costa de Santa Elena.....	133
Tabla 49. Datos biológicos de la especie en el estudio de características de los otolitos sagitales.....	134
Tabla 50. Datos de los peces pelágicos por familia utilizados en el muestreo.....	139
Tabla 51. Proporción de sexo de las especies estudiadas de peces pelágicos pequeños.....	140

ÍNDICE DE FOTOS

	Págs.
Foto 1. Puerto pesquero de Chanduy. Provincia de Santa Elena.....	141
Foto 2. Puerto pesquero de Anconcito. Provincia de Santa Elena.....	141
Foto 3. Puerto pesquero de La Libertad. Provincia de Santa Elena.....	142
Foto 4. Ejemplares de peces pelágicos pequeños.....	142
Foto 5. Medidas del pez, longitud total y longitud estándar.....	143
Foto 6. Determinación de datos biológicos de los peces.....	143
Foto 7. Identificación de sexo y madurez.....	144
Foto 8. Corte transversal de una pinchagua redonda en región de la cabeza.	144
Foto 9. Corte ventral de la cámara ótica de una pinchagua redonda.....	145
Foto 10. Extracción de un otolito izquierdo de una pinchagua redonda.....	145
Foto 11. Rotulación preliminar de los otolitos extraídos.....	146
Foto 12. Limpieza del otolito en la caja petri.....	147
Foto 13. Preparación de las cajas una con cloro y otra con alcohol.....	148
Foto 14. Blanqueo del otolito y remoción de tejido con cloro.....	148
Foto 15. Limpieza con alcohol para antes de su preservación.....	149
Foto 16. Rotulación de <i>Sphyræna ensis</i> -1ºejemplar-otolito derecho.....	149
Foto 17. Preservación de otolitos grandes y gruesos.....	150
Foto 18. Preservación de otolitos pequeños y delgados.....	150
Foto 19. Obtención de la longitud del otolito LO.....	151
Foto 20. Obtención del ancho del otolito AO.....	151
Foto 21. Obtención de la masa del otolito MO.....	152
Foto 22. Descripción y fotografía de los otolitos en CCMM-UPSE.....	152

GLOSARIO

Actinopterigios: Son una clase de peces óseos que han desarrollado estrategias adaptativas que les han capacitado para colonizar toda clase de ambientes acuáticos, tanto marinos como dulceacuícolas y salobres. Las especies más conocidas de peces pertenecen a este grupo: truchas, salmones, sardinas, lucios, percas, arenques, atunes, cíclidos, peces planos, carpas, anguilas, etc.

Antirrostro: Es una prolongación del borde dorsal del otolito, que se proyecta desde el extremo anterior y que sobresale de la masa principal del cuerpo del mismo, siguiendo la dirección del eje mayor.

Apatita: Es un mineral con cristales hexagonales. El color es variable aunque predominan los cristales incoloros, de color parduzco o verdoso. La apatita se encuentra en vetas hidrotermales, pegmatitas y caliza metamórfica además de sedimentos donde se produce a partir de depósitos orgánicos

Aragonita: Es una de las formas cristalinas del carbonato de calcio (CaCO_3), junto con la calcita. Puede encontrarse en forma de estalactitas, y también en la concha de casi todos los moluscos y en el esqueleto de los corales.

Asterisco: estructura de carbonato de calcio que se forma en la lagena (cavidad ótica)

Borde dorsal: Se extiende desde el antirrostro hasta el extremo posterior.

Borde ventral: Se extiende desde el extremo del rostro hasta el nivel de la finalización del *sulcus*, donde un accidente situado en la parte superior o inferior, marca su terminación. Es generalmente mas curvado que el borde dorsal.

Calcita: Es un mineral del grupo de los Carbonatos. A veces se usa como sinónimo caliza, aunque es incorrecto pues ésta es una roca más que un mineral. Su nombre viene del latín *Calx*, que significa *cal viva*.

Cara interna: Superficie de la sagita que posee la identificación específica: Generalmente es convexa, raramente plana.

Cara externa: Superficie de la sagita que posee variabilidad dentro de cada especie, generalmente cóncava, raramente plana.

Cauda: Región posterior del sulco (*Sulcus*), posterior al cola (*Collum*).

Cigoto: Huevo o célula resultante de la unión del gameto masculino con el femenino en la reproducción sexual de los organismos (animales, plantas, hongos y algunos eucariotas unicelulares).

Cisura: Escotadura profunda en borde ostial, delimitada por dos salientes, una dorsal (antirrostro) y uno ventral (rostro).

Clavícula: Aparece por primera vez como parte del esqueleto de peces primitivos, donde se asociaba con el pecho y con un hueso vertical llamado cleithrum, aunque en los peces cartilagosos y la gran mayoría de peces modernos se encuentra ausente.

Cleithrum: Hueso vertical asociado con la clavícula.

Cóncavo, va: Dicho de una curva o de una superficie: Que se asemeja al interior de una circunferencia o una esfera.

Convexo, xa: Dicho de una curva o de una superficie: Que se asemeja al exterior de una circunferencia o de una esfera.

Cuello (*Collum*): Parte angosta que estrecha al *sulcus*, normalmente situada en la región media del mismo.

Crinado: Tipo de borde que presenta regulares, compactas y pequeñas cúspides.

Dentado: Tipo de borde con proyecciones regulares, separadas una de otras, con crestas aplanadas.

Depresiones areales: Son zonas deprimidas de límites imprecisos que se encuentran en posición ventral o dorsal del sulco, puede ser uno surco, canal o depresión.

Embriogénesis: De embrión más génesis, es el complejo proceso generativo que conduce a la formación de un organismo pluricelular, vegetal o animal, a partir del cigoto.

Estenotermos: Se dice de los animales que solo pueden soportar una variación pequeña de temperatura ambiental, viven en climas muy estables.

Estrías radiales: Son líneas profundas y hendiduras que se orientan en forma radial en la cara externa de la sagita.

Euritermos: Aquellos organismos que resisten grandes o bruscos cambios de temperatura y se adaptan perfectamente.

Extremo anterior del otolito: Extremo del otolito cuya dirección coincide con el extremo anterior del pez, generalmente presenta rostro y antirrostro.

Extremo posterior del otolito: Extremo del otolito cuya dirección coincide con el extremo posterior del pez.

Factores exógenos, factores externos que influyen en un determinado comportamiento o desarrollo, tales como temperatura, luz, salinidad, etc.

Lagena: Cavidad ótica del sistema acústico lateral de los peces que contiene al otolito asterisco.

Lapilo: Estructura formada dentro de la cavidad tica llamada utrículo.

Mácula: Células mecano receptoras especialidad que se encuentran dentro del oído interno de los peces. Conforman el epitelio sensorial donde reposa el otolito.

Membrana ótica: Es el epitelio sensorial alojado en el interior de la cámara ótica. Por el laberinto membranoso corre un líquido, la endolinfa.

Ontogénico: Deriva de ontogenia (también llamada morfogénesis u ontogénesis) describe el desarrollo de un organismo, desde el óvulo fertilizado hasta su forma adulta. La ontogenia es estudiada por la biología del desarrollo.

Ostio (*Ostium*): porción anterior del *sulcus*.

Parasfenoides: Son estructuras óseas que conforman ventralmente y mayormente el neurocráneo.

Ritmos circadianos: O ritmos biológicos, son oscilaciones de las variables biológicas en intervalos regulares de tiempo.

Rostro: Prolongación del borde ventral del otolito que se proyecta desde el extremo anterior y que sobresale de la masa principal del cuerpo del mismo, siguiendo la dirección del eje mayor.

Sáculo: Cavidad ótica del sistema acústico lateral de los peces que contiene el otolito sagita.

Sarcopterigios: Son los peces de aletas carnosas o de aletas lobuladas. Poseen esqueleto óseo, de origen endocondral. Poseen mandíbulas y dientes con esmalte. La piel está recubierta por escamas. En las especies actuales la aleta caudal es díficercas, es decir, la columna vertebral llega hasta el extremo de ésta y la membrana se desarrolla simétricamente hacia arriba y abajo de la misma.

Sagita (*Sagittae*): En el aparato vestibular, las células sensoriales que recubren las cámaras óticas (*Mácula*) secretan carbonato de calcio formando a los otolitos. El otolito que se encuentra en el sáculo es conocido como sagita. En la mayoría de los casos es el de mayor tamaño.

Stock pesquero: Conjunto de peces de una determinada especie y talla potencialmente capturables.

Sulco (*Sulcus*): Depresión longitudinal situada en la parte media de la cara interna de la sagita y orientado en forma paralela al eje mayor de la misma. Se puede dividir en una región posterior con aspecto de canaleta que constituye la cauda, y en la región anterior denominado ostio. El *sulcus* tiene una profundidad variable en las diferentes especies.

Taxonomía: El estudio teórico de las clasificaciones biológicas en el presente contexto.

Utrículo: Cavidad ótica del sistema acústico de los peces en donde se aloja el otolito lapilo.

ABREVIATURAS

AO: Ancho del otolito

B: Boro

Ba: Bario

bz.: Braza

C: Carbono

Cd: Cadmio

Co: Cobalto

Cu: Cobre

HP: Horse power

K: Potasio

LO: Longitud del otolito

LS: Longitud estándar del pez

LT: Longitud total del pez

Mg: Magnesio

MO: Masa del otolito

MP: Masa del pez

N: Nitrógeno

Na: Sodio

P: Fósforo

PA: Poliamida

pH: Potencial hidrógeno

PP: Polipropileno

Pulg.: Pulgada

S: Azufre

Si: Silicio

Sr: Estroncio

t: Toneladas

TM: Toneladas métricas

Zn: Zinc

RESUMEN

Este estudio determinó características de los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños de interés comercial en las costas de Santa Elena. Se colectaron muestras durante 7 meses que correspondieron de Julio 2011 a Febrero 2012 en los puertos de Chanduy, Anconcito y La Libertad. Las muestras fueron identificadas a nivel de especie. Los otolitos fueron extraídos por corte ventral de la cámara ótica donde se alojan los otolitos; fueron limpiados, blanqueados, secados y almacenados. Se adquirieron un total de 300 pares de otolitos (derecho e izquierdo= 600), todos extraídos de especímenes en fresco, pertenecientes a 15 especies distribuidas en 6 familias. Se describieron características morfológicas de los otolitos que diferencia a cada especie, y se determinaron homogeneidad de su forma por familia. Se obtuvieron datos de longitud estándar (LS) y masa del Pez (MP), para la respectivos análisis estadísticos con la morfometría de los otolitos, con variables longitud del otolito (LO), ancho del otolito (AO) y masa del otolito (MO). Mediante la prueba estadística de significancia (t Student) se determinó que existen diferencias entre los otolitos derecho e izquierdo y entre sexos, pero que no representan mayor significancia para las especies estudiadas. Además se analizó el crecimiento del otolito versus el del pez, mediante regresión lineal, siendo valorizada con la prueba de significancia hallando el valor estadístico t, que de acuerdo a los resultados se determinó como bueno la relación con la longitud del otolito, aceptable para la masa y de regular para el ancho. Rechazándose así la $H_0: b=0$ (pendiente paralela) y aceptándose la $H_a: b \neq 0$ (pendiente progresiva), es decir que las dimensiones del otolito son directamente proporcional al tamaño del pez.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los peces son los vertebrados mas abundantes del planeta, constituyen alrededor del 50% de entre otros animales y representan una gran importancia comercial, alimenticia, cultural y científica (Lagler, 1984).

En Ecuador los peces pelágicos pequeños forman parte de los recursos pesqueros de mayor importancia económica y social (González *et al.*, 2006). Los peces pelágicos se caracterizan por presentar baja diversidad de especies, formar cardúmenes, tasa de reproducción muy elevada y efectuar migraciones de mayor o menor amplitud. Desempeñan un papel importante en la cadena trófica, ya que sirven de alimento a los ictiófagos y se alimentan de organismos planctónicos (Cifuentes *et al.*, 1995).

Los peces teleósteos como los peces pelágicos pequeños poseen un aparato vestibular u oído interno que es un órgano pareado relacionado con el equilibrio que forma parte del sistema sensorial de los mismos. Ésta estructura contiene tres canales semicirculares, los cuales permiten mantener informado al sistema nervioso central acerca de la posición espacial del individuo. En estas estructuras se forma el otolito que empieza con una secreción de base orgánica (carbonato de calcio), producida por las células sensoriales que recubren las cámaras óticas (mácula o vestíbulo) (Popper *et al.*, 2005).

Los otolitos son los primeros tejidos calcificados que se forman durante la embriogénesis, siendo una estructura que registra constantemente los eventos diarios en los estadios larvarios y los eventos anuales durante toda la vida del pez (Morales, 1987). Éstas estructuras son exclusivas de los peces óseos y se alojan en

el oído medio, a diferencia de los tiburones y las rayas que son cartilagosos (Tombari, 2004). Cada individuo posee tres pares y se clasifican de acuerdo al lugar donde se forman como son: lapilos, sagitales y asteriscos ubicados en su respectiva cámara ótica (Leta y Keim, 1982).

El otolito sagita se encuentra dentro del sáculo, el asterisco dentro de la lagena y el lapilo dentro del utrículo. El lapilo ubicado en la parte superior, más cerca de los canales semicirculares, desempeña funciones de equilibrio y en la recepción de la gravedad; mientras que la sagita junto con el asterisco, situados en la parte más posterior de los canales semicirculares, se relacionan más con la recepción del sonido (Mascareñas, 2002; Campana, 1985). En la mayoría de las especies los otolitos sagitales son los de mayor tamaño, por ello han sido los más utilizados para diversos estudios (Harvey *et al.*, 2000).

Los otolitos tienen diferentes casos de estudios y aplicaciones como son: análisis de estructura y función de los otolitos en embriones y adultos; estimación de edad y crecimiento y validación de edad en peces; determinación de edad en mares profundos y ambientes tropicales; composición química y aplicaciones para el clima, ecología y bioindicadores; estadística y modelos de base de datos de edad de peces, valoración de stock y manejo pesquero; control de calidad en medios deteriorados; permite la identificación de presas en el contenido estomacal o en las heces de animales que se alimentan de peces (ictiófagos); también utilizados en paleontología para la identificación de especies a partir de otolitos fósiles (Volpedo *et al.*, 2000; Begg y Brown, 2001).

La caracterización precisa de éstas estructuras permite discernir entre las diferentes especies, aún entre aquellas muy cercanas su identificación y así individualizar en la taxonomía (Mascareñas, 2003). Justamente la descripción de los otolitos se ha tornado muy objetiva y la terminología asociada muy técnica. Es por ello que la mayoría de las caracterizaciones utilizan consistentemente caracteres como la relación entre el largo y ancho del otolito, la forma del rostro,

antirostro, la cisura, destacando la presencia o no de ornamentaciones en los bordes, forma del otolito, ostio y cauda, forma y tipo del sulco acústico y la presencia de depresiones areales, entre otros (Smale *et al.*, 1995; Volpedo y Echeverría, 2000).

La importancia de la pesquería de peces pelágicos pequeños radica desde el inicio de su actividad por los años 60 a fin de producir harina de pescado, enlatados, congelado y seco salado (French y Menz, 1983; Aguilar *et al.*, 2001); y su actividad extractiva, desembarques y exportaciones genera un rubro importante de divisas para el país (González *et al.*, 2006).

Debido a que no existen los suficientes estudios de otolitos en peces pelágicos pequeños de la costa ecuatoriana, información que es vital para el desarrollo de una estrategia administrativa a largo plazo, en nuestro país solo se conoce un estudio donde se examinaron estas estructuras para la estimación de edad y crecimiento de algunos peces pelágicos (Dawson, 1986). Actualmente el Instituto Nacional de Pesca (INP) mediante el Programa de Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA) se encuentra monitoreando la pesquería de este grupo en la costa ecuatoriana extrayendo los otolitos de algunos ejemplares de peces pelágicos comerciales.

Por lo tanto se buscó caracterizar a los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños de interés comercial presentes en el desembarque de los puertos pesqueros de Chanduy, Anconcito y La Libertad de la Provincia de Santa Elena, información que se utilizará para estudios de ecología trófica y de antecedentes para futuros trabajos científicos u otras aplicaciones de los otolitos sagitales.

2. ANTECEDENTES

Yáñez *et al.* (1976) en México, resaltaron la importancia de la morfometría de los otolitos donde analizaron el desarrollo del otolito embrionario, patrón de su crecimiento y comparación morfológica con otolitos juveniles y adultos en el bagre marino (*Galeichthys caerulescens*), concluyendo que la forma del otolito está determinada básicamente por la formación de su núcleo, y el mayor crecimiento se manifiesta en longitud y en espesor (grosor), pero es más lento en altura (ancho).

Harvey *et al.* (2000) en México, en costas del Océano Pacífico describieron a los otolitos sagitales de 63 especies de peces del Noroeste del Pacífico Oriental, se incluyen fotografías de ambas caras (externa e interna) de los otolitos para cada especie para facilitar la identificación de las mismas.

Mascareñas (2003) en México, en la Bahía de la Paz, Baja California Sur recolectó otolitos de peces arrecifales describiendo e ilustrando los otolitos de 112 especies de peces.

Díaz (2006) en México, realizó un Catálogo de otolitos de peces marinos de las Costas adyacentes a Baja California Sur, donde se obtuvo 397 pares de otolitos, extraídos de especímenes en fresco pertenecientes a 124 especies distribuidas en 42 familias, y se conformó un acervo fotográfico de 1,050 imágenes de otolitos.

En Argentina la descripción de otolitos de 19 especies fue realizada por Aldo Torno en los años 70, a partir de los '90 el grupo de investigación de Vertebrados, a cargo de la doctora Diana Echeverría, retomó el tema y amplió el número de especies descriptas. De este trabajo surgieron publicaciones sobre especies marinas y de agua dulce como un catálogo para especies de valor comercial (Tombari, 2004).

Volpedo y Echeverría (2000) en Argentina, realizaron un estudio en las Costas del Atlántico, elaborando un catálogo de otolitos de 42 especies representantes de 21 familias para la identificación de peces marinos de importancia comercial.

Leopold *et al.* (2001) en Argentina, mediante su estudio incluyeron una terminología para la descripción de los otolitos, donde realizaron una Clave de identificación de otolitos para peces del Mar del Norte para 100 especies.

Campana (2004) en Argentina en las costas del Atlántico noroccidental, elaboró un atlas para la identificación de especies ícticas basado principalmente en los otolitos sagitales, incluyendo imágenes digitales en varias vistas de la estructura.

Tombari *et al.* (2005) en Argentina provincia de Buenos Aires detalló diferencias morfológicas halladas entre pares de sagita de un mismo individuo en cuanto a la forma del ostium, presencia de cisura y rostro, aunque no se halló significancia morfométrica, en el estudio de Desarrollo de la sagita en juveniles y adultos de *Odontesthes argentinensis* y *Odontesthes bonariensis*.

García (2001) en Perú, dentro del área del Pacífico Sudeste determinó patrones morfológicos del otolito sagita de algunos peces óseos, donde se describe la morfología del otolito sagita de 50 especies de peces teleósteos, por medio de fotografías y descripciones detalladas de las estructuras de la cara interna y márgenes del otolito. Los otolitos descritos pertenecen a especies registradas como presas frecuentes de depredadores marinos ictiófagos (peces, aves y mamíferos).

Angeles y Mendo (2005) en Perú realizaron un estudio de edad y crecimiento, fecundidad y diferenciación sexual del lenguado *Paralichthys adspersus*, donde lograron obtener la relación de la longitud del pez y las diferentes medidas realizadas en los otolitos extraídos correlacionados con herramientas estadísticas.

En Ecuador existen pocos estudios que refieren a los otolitos de los peces y mucho menos de los pelágicos pequeños, solo se ha registrado una investigación donde se analizaron estas estructuras en algunos peces pelágicos pequeños y comerciales de la costa , y que actualmente se sigue en estudio por parte del INP.

Dawson (1986) en Ecuador, realizó un estudio a nivel de toda la costa ecuatoriana basado en la extracción de otolitos de algunos peces pelágicos pequeños como son, la macarela (*Scomber iaponicus*), la sardina (*Sardinops sagax*), las pinchaguas (*Opisthonema medirastre* y *O. bulleri*) y la sardina redonda (*Etrumeus tares*), donde estimó la longitud promedio para cada especie con la cual se calcularon parámetros de crecimiento del formulario de crecimiento "Von Bertalanffy" .

3. JUSTIFICACIÓN

La pesquería de peces pelágicos pequeños sustenta una importante actividad artesanal e industrial (French y Menz, 1983). En consecuencia el INP ha establecido y mantiene actualmente un programa de muestreo de las especies pelágicas comerciales para obtener la información pertinente (González, 2010)

Considerando que existe poco conocimiento de las tasas de crecimiento y mortalidad de los peces pelágicos pequeños de la costa ecuatoriana, información que es vital para el desarrollo de una estrategia administrativa a largo plazo. En nuestro país solo existe un estudio de otolitos en donde se examinaron estas estructuras para la estimación de edad y crecimiento de algunos peces pelágicos (Dawson, 1986).

Los peces pelágicos pequeños son componentes importantes de la dieta de numerosos ictiófagos, donde se recuperan una gran cantidad de otolitos, los mismos que resisten en cierto grado los procesos digestivos por lo que la descripción de su morfología es utilizada para determinar el tipo de presas que están consumiendo, su frecuencia, abundancia relativa, la longitud y biomasa consumida (Aurióles, 1991; Hecht, 1987; Volpedo y Echeverría, 2000). Además existen ecuaciones publicadas para varias especies que permiten determinar la longitud del pez a partir de la longitud del otolito (Mascareñas, 2003).

Pese a la importancia de estas estructuras son pocos los estudios relacionados sobre este tipo de tema en nuestro país. Por lo tanto el presente trabajo determinará aspectos morfológicos y morfométricos de los otolitos sagitales con el objeto de caracterizar dichas estructuras referentes a las comunidades ícticas (peces pelágicos pequeños) desembarcadas en los puertos de Chanduy, Anconcito y La Libertad, para su posible uso como herramienta de identificación en los estudios de ecología trófica de los depredadores topes del ecosistema marino.

4. OBJETIVO PRINCIPAL

Caracterizar los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños de interés comercial de las costas de Santa Elena, Pacífico ecuatoriano mediante el análisis morfológico y morfométrico del otolito para la elaboración de un catálogo de estudio de ecología trófica.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la taxonomía de los peces pelágicos pequeños de interés comercial mediante el uso de claves y guías.
- Describir la morfología del otolito sagita de cada especie en estudio, basado en la nomenclatura específica de sus estructuras.
- Analizar la morfometría del otolito sagita por especie, aplicando regresión y prueba estadística (t Student)
- Elaborar una ficha descriptiva (catálogo) de otolitos sagitales para cada especie estudiada, detallando morfología y morfometría del otolito.

6. HIPÓTESIS

El presente estudio sostiene la hipótesis de que los otolitos sagitales presentan características propias para cada especie, y son proporcionales en el crecimiento corporal de los peces, lo que define que la caracterización de los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños de interés comercial de las costas de Santa Elena, Pacífico ecuatoriano, constituyen una guía para estudios de ecología trófica.

CAPÍTULO II

7. MARCO TEÓRICO

7.1 PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS COMO RECURSO PESQUERO EN ECUADOR

Las poblaciones de peces pelágicos pequeños de la costa ecuatoriana han experimentado cambios sustanciales en lo referente a su distribución y abundancia durante los últimos años, los mismos que estarían probablemente relacionados con el incremento de la explotación pesquera que se viene desarrollando desde la década de los 90's, ocasionando que haya poca disponibilidad de las especies objetivas, lo que ha originado que se aumente el esfuerzo hacia otras especies no objetivas (Jurado y Prado, 2007).

Durante la última década, la dinámica de los peces pelágicos pequeños ha cambiado drásticamente, el stock de sardina que sostuvieron una industria emergente de harina de pescado disminuyó a tal punto de no reportar valores en los desembarques de la flota cerquera sardinera, mientras que se observaba el ingreso del rollizo (*Anchoa nasus*), especies que han sostenido en gran medida a la industria harinera del país. Por otro lado la captura total estimada de peces pelágicos pequeños para el 2009 fue de 226 453 t; dicha captura resultó ser ligeramente inferior en 12% a la captura total estimada para 1999 (256 280 t) (González y Jurado, 2010).

7.1.1. Familias peces de interés comercial

A continuación se describe de forma general varias familias muy importantes pertenecientes a los peces pelágicos pequeños:

7.1.1.1. Clupeidae

Están incluidas pinchaguas, son peces pequeños, plateados, generalmente entre 10 y 20 cm de longitud, cuerpo casi siempre fusiforme, subcilíndrico, pero a veces fuertemente comprimido. Línea lateral ausente. Color: dorso generalmente azul oscuro o azul-verdoso (a veces crema), flancos y vientre plateados; a veces con marcas oscuras que pueden ser como una mancha detrás del opérculo, pigmento oscuro en las aletas (especialmente bordes de la dorsal y anal y extremos de la caudal) (Fischer *et al.*, 1995).

A nivel de familia se ha registrado como parte de la dieta de tiburones (Compagno, 1984) y concretamente de los tiburones *Sphyrna lewini* en México (Aguilar, 2003; Torres, 2006), *Squatina californica* en México (Escobar, 2004), *Rhizoprionodon longurio* en México (Conde, 2009), *Carcharhinus falciformis* en México (Andrade, 2005), *Alopias pelagicus* y *Alopias superciliosus* en Ecuador (Polo *et al.*, 2007; Polo, 2008;), *Sphyrna zygaena* en Ecuador (Bolaño, 2009).

7.1.1.2. Scombridae

Se incluyen las macarelas, botellitas y otros, se caracterizan por su cuerpo alargado y fusiforme, moderadamente comprimido en algunos géneros. Hocico puntiagudo, ojos a veces con párpados adiposos (Scomber). Cuerpo uniformemente cubierto de escamas pequeñas a medianas, pudiendo el resto del cuerpo ser desnudo. Color: dorso generalmente oscuro y vientre blanquecino a plateado (Fischer *et al.*, *op cit.*).

A nivel de familia se ha registrado como parte de la dieta de tiburones (Compagno, 1984) y concretamente de los tiburones *Sphyrna lewini* en México (Aguilar, 2003; Torres, 2006), *Rhizoprionodon longurio* en México (Conde, 2009), *Isurus oxyrinchus* en México (Velasco, 2005), *Carcharhinus falciformis* en México (Andrade, 2005), *Isurus oxyrinchus* en Chile (López *et al.*, 2009), *Alopias pelagicus* en Ecuador (Calle, 2006), *Alopias pelagicus* y *Alopias superciliosus* en Ecuador (Polo, 2008; Polo *et al.*, 2007), *Sphyrna zygaena* en Ecuador (Bolaño, 2009), *Sphyrna lewini* en Ecuador (Estupiñán *et al.*, 2009).

7.1.1.3. Engraulidae

Se encuentran especies como las anchoas, se identifican por ser pequeños peces plateados, casi todos entre 10 y 15 cm de longitud, de cuerpo fusiforme, subcilíndrico, pero en algunas especies, fuertemente comprimido. Línea lateral ausente. Color: dorso azul oscuro a verde-azulado o café claro transparente (Fischer *et al.*, 1995).

A nivel de familia se ha registrado como parte de la dieta de tiburones (Compagno, 1984) y concretamente de los tiburones *Sphyrna lewini* en México (Torres, 2006), *Prionace glauca* en México (Hernández, 2004), *Carcharhinus falciformis* en México (Andrade, 2005), *Sphyrna zygaena* en Ecuador (Bolaño, 2009), *Sphyrna lewini* en Ecuador (Estupiñán *et al.*, 2009).

7.1.1.4. Carangidae

Se caracterizan por tener cuerpos de forma muy variadas, desde alargado y fusiforme hasta muy alto y fuertemente comprimido. Color: generalmente, dorso más oscuro (verde o azulado a negrozco) y vientre más claro. Los juveniles a menudo poseen franjas (Fischer *et al.*, *op cit.*).

A nivel de familia se ha registrado como parte de la dieta de tiburones (Compagno, 1984) y concretamente de los tiburones *Sphyrna lewini* en México (Aguilar, 2003; Torres, 2006), *Rhizoprionodon longurio* en México (Conde, 2009), *Carcharhinus falciformis* en México (Andrade, 2005), *Isurus oxyrinchus en Chile* (Lopez *et al.*, 2009), *Sphyrna zygaena* en Ecuador (Bolaño, 2009).

7.1.1.5. Mugilidae

Incluyen las lisas, son peces alargados y de cuerpo subcilíndrico, con cabeza a menudo ancha y achatada dorsalmente, línea lateral ausente. Son de color dorso azul o aceitunado oscuro, verdoso o grisáceo; flancos plateados (Fischer *et al.*, 1995).

A nivel de familia se ha registrado como parte de la dieta de los tiburones *Squatina californica* en México (Escobar, 2004), *Sphyrna lewini* en México (Torres, 2006), *Sphyrna zygaena* en Ecuador (Bolaño, 2009).

7.1.1.6. Sphyraenidae

Incluyen las picudas, son peces de cuerpo alargado y subcilíndrico. Cabeza grande, hocico largo y puntiagudo, boca grande, horizontal, la mandíbula inferior prolongada netamente más allá de la superior; mandíbulas y huesos palatinos (techo en la boca). Dos aletas dorsales cortas y ampliamente separadas. Color: dorso generalmente café, con reflejos plateados y a veces, azulados; vientre más claro a blanco (Fischer *et al.*, *op cit.*).

A nivel de familia se ha registrado como parte de la dieta del Tiburón *Sphyrna lewini* en México (Torres, *op cit.*).

7.1.2. Pesquería de peces pelágicos pequeños

El sector marítimo de interés para el Ecuador sustentó pesquerías importantes de carácter pelágico y demersales, particularmente el sector estuarino ofrece un ambiente favorable para la actividad acuícola. Ambas se constituyen en un grupo industrial para el Ecuador en el cual se emplean alrededor de 120.000 personas.

Esta actividad se orienta a la pesca de poblaciones de peces transzonales y altamente migratorias (atunes principalmente), a las poblaciones de peces pelágicos pequeños (enlatados y harina de pescado) (FAO, 2005).

Casi la totalidad de la actividad de captura se realiza sin ayuda de equipos electrónicos para la detección de cardúmenes y navegación; la faena se realiza principalmente en el periodo denominado "obscura" de acuerdo al ciclo lunar va aproximadamente desde 1/4 menguante en 1/4 creciente (French y Menz, 1983).

7.1.3. Zonas de pesca.

Durante el 2005, se registró un desembarque total de peces pelágicos pequeños de 234 703 t, cifra superior en un 33% con relación a los registrados durante el año anterior. En las zonas de Salinas y Machalilla se registraron los mayores desembarques de la flota cerquera-sardinera (50,4 y 22,3%, respectivamente) (González, 2005).

Según los reportes de los capitanes de pesca, durante el año 2005, la flota cerquera-sardinera concentró sus faenas de pesca en el área del Golfo de Guayaquil, en donde se presenta mayor variedad de especies. Frente a la costa centro-sur de la provincia de Manabí y en áreas más costeras se registró en menor escala esta actividad, siendo la pinchagua (*Opisthonema spp.*), la especie mayormente capturada (González, *op cit.*).

Las áreas tradicionales de captura de estas especies se encuentran en el Golfo de Guayaquil, la Puntilla de Santa Elena y costa de la provincia de Manabí (Peña, 2009).

La zona de pesca se extiende desde la línea de costa hasta unas 70 u 80 millas náuticas, donde las áreas de pesca van desde la frontera del Perú hasta la de Colombia (French y Menz, 1983) (**Figura 1**).

7.1.4. Artes de pesca utilizado en su captura

Las redes de cerco (red de cerco de jareta y anillas, con o sin ayuda de “pantalla” o luz) que usa la flota sardinera, dependiendo de la capacidad de la embarcación, van desde los 400 m de longitud por 19 m altura hasta los 1.000 m de longitud por 36 a 46 m de altura (Castro y Muñoz, 2006).

Cerco de Jareta de material PA 210/42 - PA 210/90 PA # 120 – PA # 220 trenzado, Jareta: PP Ø 1 ¾ a 2 pulg. Anillas: Acero con broche laterales, Tirantes: PA Ø 7/8 a 1 pulg., de dimensiones Longitud: 180 a 550 bz, Altura: 15 a 55 bz, con ojo de malla de Cuerpo: ¾ a 1 ¼ pulg. Antecabecero: ¾ a 1 ¼ pulg. Cenefa: 2 a 5 pulg. y copo 5/8 a 1 ¼ pulg. cuyas especies objetivas son anchoveta, macarela pinchagua, chuhueco, y pesca acompañante b.juma, huayaipe, corvina, carita, (Castro y Muñoz, *op cit.*).

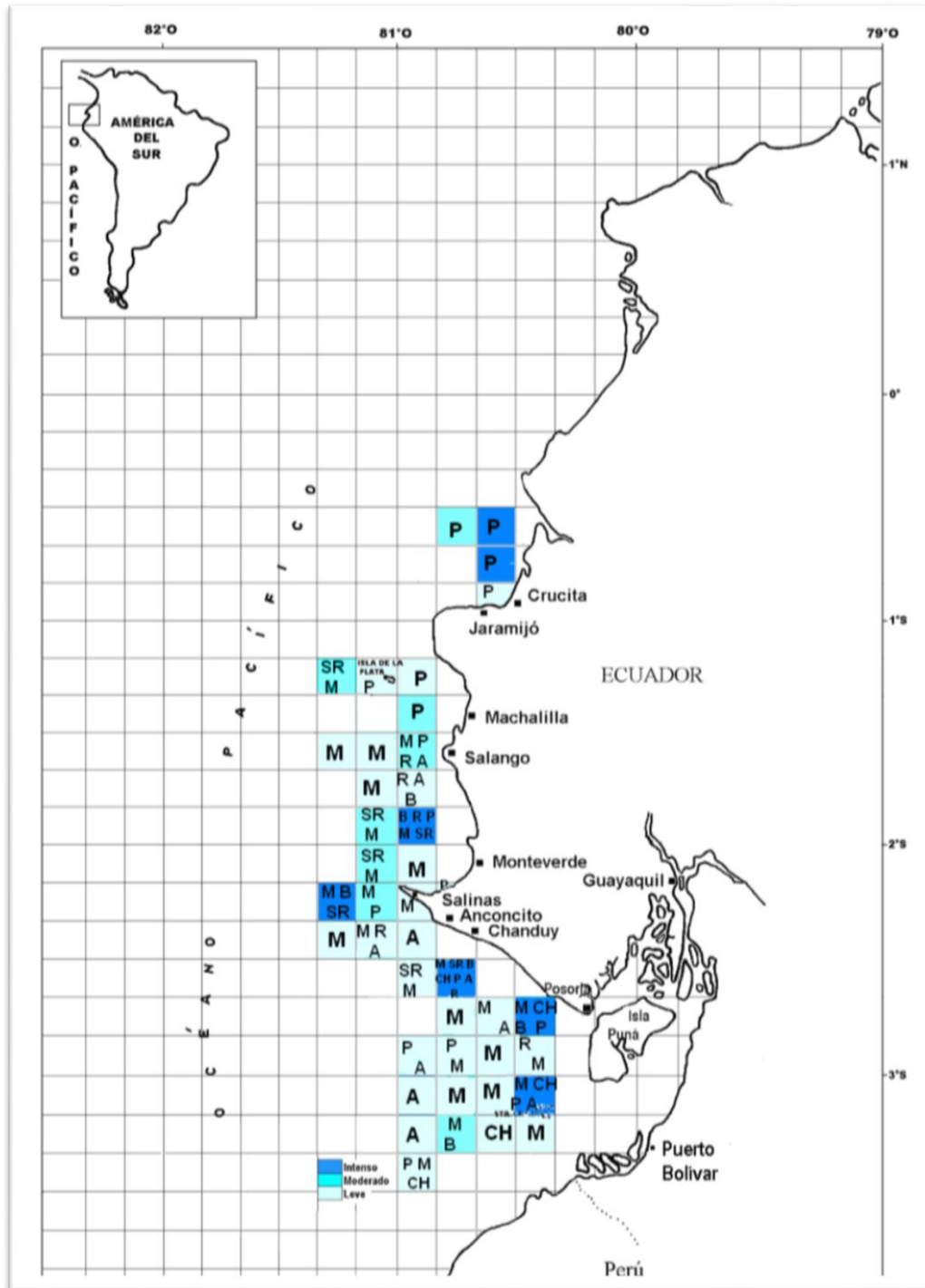


Figura 1. Zonas de pesca de la flota cerquera costera el año 2005 (INP).

M: Macarela; P: Pinchagua; Sr: Sardina redonda; B: Botellita

(Jurado y Prado, 2007).

7.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL OTOLITO

7.2.1. Estructura y funciones

Son estructuras duras policristalinas especializadas, que forman parte del sistema acústico-lateral de los peces actinoptergios y sarcopterigios. Se sitúan en los laberintos membranosos a cada lado del neurocráneo (Smale *et al.*, 1995).

La anatomía del aparato vestibular y de los otolitos que contiene en su interior muestra una simetría bilateral, exceptuando algunos peces planos. El aparato vestibular está dividido en un saco dorsal (parte superior) y saco ventral (parte inferior), estando los otolitos lapilos situados anteriormente en la parte superior y los sagitales y asteriscos suelen estar situados muy próximos entre sí en la parte inferior (Leta y Keim, 1982) (**Figura 2**)

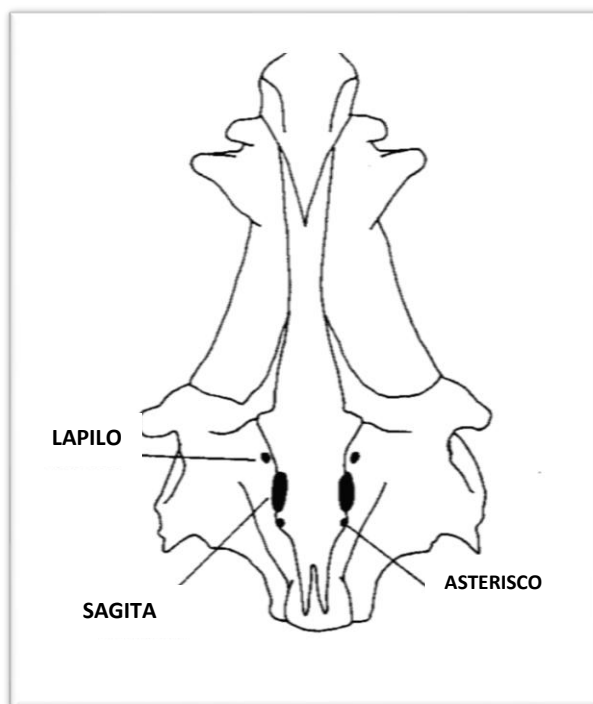


Figura 2. Diagrama del cráneo de un pez, ilustrando la posición de los otolitos (Smale *et al.*, 1995).

7.2.2. Crecimiento

El otolito crece a partir de un núcleo central de materia orgánica denominado primordium. El crecimiento del otolito es cíclico y está sujeto a ritmos circadianos relacionados con el metabolismo y sincronizados con factores ambientales externos. Numerosos autores han comprobado que la variación de las condiciones del medio (cambios de temperatura, alimentación, migraciones, etc.), así como los cambios ontogénicos, durante las primeras fases de desarrollo, estrés fisiológico y ambiental que han ocurrido a lo largo de la vida del pez, modifican la microestructura de los anillos del otolito, que dan como resultado la formación de anillos de crecimiento compuestos por zonas continuas (bandas claras) y discontinuas (bandas oscuras) (Harvey *et al.*, 2000; Mascareñas, 2002; Campana *et al.*, 1985).

7.2.3. Composición

Los otolitos presentan una composición prácticamente pura de carbonato de calcio en más del 90%, cristalizado en forma de aragonita o de fosfato de calcio en forma de calcita y apatita, dentro de una matriz de proteína conocida como otolina que constituye alrededor del 0.2 al 10% total de otolito (Campana, 1999; Harvey *et al.*, 2000; Begg y Brown, 2001; Mascareñas, 2003; Popper *et al.*, 2005).

Acompañando al calcio, existen en los otolitos elementos metálicos en cantidades traza (Sr, Ba, Mg, Cd, Co, Cu, Zn, Na, K, etc...) y otros no metálicos (Si, P, S, B). La incorporación de estos elementos químicos en el otolito está en estrecha relación con los cambios fisiológicos en las distintas fases de desarrollo y con el medio ambiente que rodea al pez (cambios de temperatura, alimentación, niveles de nutrientes y contaminantes disueltos en agua de mar (Campana y Neilson, 1985).

7.2.4. Aplicaciones y usos

La asociación específica que existe entre la forma de estas estructuras, la especie y el ambiente al que pertenecen, permite, a partir de su identificación, determinar la dieta de un ictiófago y dónde se alimenta, es decir, se emplean en la identificación de presas en el contenido estomacal o en las heces de animales que se alimentan de peces (ictiófagos) como los pingüinos, los delfines, los tiburones, entre otros, ya que son estructuras de difícil digestión (Volpedo *et al.*, 2000).

También, son utilizados en paleontología para la identificación de especies a partir de otolitos fósiles. Además, al existir una relación directa entre el crecimiento en largo del cuerpo y el del otolito, se puede calcular el tamaño del animal, lo que permite establecer, en sus predadores, la cantidad de alimento ingerido (Volpedo *et al.*, *op cit.*).

Son considerados como indicadores de la influencia ambiental, porque su crecimiento, forma y composición están sujetos a las variaciones ambientales. Por lo tanto, se puede saber si los peces siempre vivieron en determinada zona, en qué profundidad, si pertenecen o no al estuario, si han migrado, si se han reproducido e incluso si sufrieron estrés fisiológico por falta de alimento o por cambios abruptos de temperatura (Volpedo *et al.*, 2000).

Los otolitos se han convertido, en una pieza clave en el estudio del reclutamiento y la dinámica de poblaciones, permitiendo estimar el grado de crecimiento, la mortalidad, la distribución de edades y el comportamiento migratorio de una población para la diferenciación de "*stocks*". También se han utilizados como bioindicadores de la calidad del ambiente que frecuentan los peces debido a que, junto con el carbonato de calcio, se depositan otros elementos, como por ejemplo, metales pesados (Tombari, 2004).

CAPÍTULO III

8. MARCO METODOLÓGICO

8.1. ÁREA DE ESTUDIO

Santa Elena es una provincia considerada como la zona costera central del Ecuador, cuenta con una superficie de 3.762,80 Km². La provincia ocupa la mayor parte de la Península del mismo nombre, accidente geográfico más destacado de la costa sur del Océano Pacífico y el más importante del territorio continental ecuatoriano (UPSE, 2008). Sus límites son:

Norte: Provincia de Manabí.

Sur: Océano Pacífico y Provincia del Guayas (Cantón Playas).

Este: Provincia de Manabí y Prov. Del Guayas.

Oeste: Océano Pacífico

Una de las principales actividades es la pesquería, conjunto con la agricultura y comercio. El sector pesquero opera en tres niveles: la pesca artesanal que funciona con bajos capitales, la mayoría de las veces comprometidos con un comerciante que espera el producto al filo de la playa; la de barcos de tamaño medio que alcanzan mayores de especialización en pesca y buen mercado; y la pesca con alta tecnología y mayor calado que se orienta a la industria pesquera, a las fábricas enlatadoras y al gran mercado (UPSE, *op cit.*)

Los puertos pesqueros de Chanduy, Anconcito y La Libertad se destacan por presentar grandes desembarques y comercialización, por lo que para el efecto de este estudio se tomó en cuenta tres caletas pesqueras de la Provincia: **Chanduy, Anconcito y La Libertad (Figura 3)**.



Figura 3. Ubicación de las tres áreas de estudio, La Libertad, Anconcito y Chanduy (Google earth).

8.1.1. Caleta pesquera de Chanduy

Chanduy es un puerto pesquero artesanal ubicado en la provincia de Santa Elena, su posición geográfica es $02^{\circ}24'17,81''$ Sur y $80^{\circ}41'32,23''$ Oeste. La economía de Chanduy se basa principalmente de la pesca logrando un importante desarrollo ya que tiene como anexo su puerto pesquero industrial, donde tienen sus asentamientos varias industrias procesadoras de pescado (portal enciclopedia del Ecuador) (ANEXO: Foto 1).

8.1.2. Caleta pesquera de Anconcito

Anconcito es un puerto pesquero artesanal ubicado en la provincia de Santa Elena, su posición geográfica es $02^{\circ}19'44,26''$ Sur y $80^{\circ}53'21,63''$ Oeste. Su localización se encuentra en el cantón Salinas, provincia de Santa Elena, su economía se basa en la pesca (ANEXO: Foto 2).

Es un puerto de gran importancia para la economía pesquera de nuestra Región, y por consecuente de nuestro país. Por poseer una playa con características de ensenada le permite recibir un sin número de embarcaciones tanto de pesca artesanal e industrial debido a presencia de pocas olas en la orilla, determinándose como un desembarcadero adecuado para las embarcaciones pesqueras.

En la localidad se encuentran en funcionamiento aproximadamente 800 embarcaciones artesanales de Fibra y de madera cada una con un motor fuera de borda tanto de 48 y 75 HP (Cooperativa de producción de pesca artesanal “25 de marzo”, 2008). Además de embarcaciones Industriales como es el caso de flota pesquera de la empresa procesadora de sardinas DEMARCO S.A. en número de 3, 2 chinchorreros, y 1 atunero.

8.1.3. Caleta pesquera de La Libertad

La Libertad es un puerto pesquero artesanal ubicado en la provincia de Santa Elena, su posición geográfica es 02°13'14,2" Sur y 80°54'52,5" Oeste. Es una zona reducida por la construcción del malecón de la Libertad, el desembarque se realiza en la zona denominada “La Caleta”, donde los pescadores artesanales se encargan de transportar la pesca de los barcos cerqueros hacia la playa, mediante fibras de vidrio para su comercialización y envío hacia las empacadoras y harineras de nuestra región y exportación (ANEXO: Foto 3).

8.1.4. Condiciones climáticas del área

La Península de Santa Elena se encuentra dentro de la categoría de clima de Estepa o Clima Árido Continental, considerada de tipo seco, por cuanto la evaporación excede a la precipitación durante todo el año, existiendo por lo tanto un déficit hídrico constante (Velasco, 2008). El clima se caracteriza por la existencia de dos estaciones bien definidas, la primera cálida y lluviosa, que se

presenta entre Diciembre y Mayo; y la segunda fría y seca que se presenta durante Junio a Noviembre (SRP, 2008). Entre los factores que pueden alterar el clima de la Península de Santa Elena se pueden mencionar los siguientes.

- La ocurrencia del Evento de El Niño-Oscilación SUR (ENOS), anomalía oceanometeorológica de gran escala, que tiene dos extremos, el primero es El Niño, caracterizado por la presencia de aguas más calientes que lo normal y por lo tanto un aumento de las precipitaciones, humedad relativa, nivel del mar y cambios en las direcciones de los vientos. El segundo extremo de ENOS es La Niña, caracterizado por la presencia de aguas más frías que lo normal y por lo tanto una disminución en los totales de precipitación (SRP, *op cit.*).
- Los cambios en la posición e intensidad del Centro de Alta Presión del Pacífico Sur, el cual puede provocar anomalías de vientos y cambios en la cobertura de nubes (SRP, *op cit.*).
- El Efecto de Föhn, provocado por la circulación de los vientos Alisios al atravesar la cordillera de los Andes en dirección hacia el litoral, lo cual provoca el encuentro de masas de aire de diferentes temperaturas que causan ligeras lluvias (lloviznas) y cambios bruscos en la temperatura del aire (SRP, *op cit.*).

El clima de la Península de Santa Elena no presenta cambios bruscos, la temperatura promedio anual durante los últimos 10 años es del orden de 23 °C; y las precipitaciones son escasas, incluso durante varios años consecutivos éstas han sido prácticamente nulas. A pesar de ello, han existido periodos de lluvias torrenciales, causantes de inundaciones que han provocado grandes daños materiales en el sector. La precipitación media anual oscila entre 62.5 y 125 mm, concentrada básicamente en la época lluviosa. La velocidad promedio de los vientos es moderada (2.8 m/s) (INOCAR, 2001).

8.2. METODOLOGÍA A APLICADA

8.2.1. Fase de campo

Los muestreos se realizaron en la mañana (08:00 AM – 11:00 AM) los días miércoles y sábados de cada semana correspondiendo a una caleta pesquera, el monitoreo se realizó durante 7 meses comprendidos desde Julio de 2011 a Enero de 2012, para de esta forma abarcar la mayor cantidad de ejemplares que según tengan su apogeo de captura o desembarque a las dos estaciones de la Costa ecuatoriana como lo es época seca y lluviosa.

El monitoreo se realizó durante la fase de oscura (cuarta menguante-luna nueva) que según la tabla de marea y calendario lunar corresponde aproximadamente 22 días consecutivos por mes, lapso determinado por presentar mayor captura, por ende mayor desembarque y diversidad de peces pelágicos pequeños. La semana restante del mes se destinó a procesos de laboratorio y analíticos. Los datos se registraron en una hoja de campo elaborado para este tipo de estudio (**ANEXO: Tabla 46**).

Cada monitoreo se realizó en la zona de desembarque tanto para artesanales e industriales, mercado, en la playa y bodegas adyacentes al puerto. Se seleccionó a los ejemplares de importancia comercial para Ecuador según INP y SRP, como son: morenillo (*Scomber japonicus*), pinchagua (*Ophistonema spp.*), botellita (*Auxis spp.*), rollizo (*Anchoa spp.*), picudillo (*Decapterus macrosoma*) y lisa (*Mugil cephalus*).

Se obtuvo un mínimo de muestra por día de 20 individuos entre las especies en estudio, cuya distribución por especie dependió según el lugar de muestreo, captura, condiciones económicas y disponibilidad del pescador o comerciante al donar los peces. De esta forma se obtuvo de 50 a 60 muestras (peces) por mes,

obteniendo un total de 480 muestras ícticas y que según descarte por su estado y no extracción del otolito se procesaron 300 ejemplares (**ANEXO: Foto 4**). Una vez colectado los organismos (material íctico) se procedió a la identificación taxonómica empleando los siguientes soportes:

- GUÍA ILUSTRADA. PECES DEMERSALES Y PELÁGICOS COSTEROS DEL PACÍFICO DE CENTRO AMERICA MERIDIONAL. Autores: Bussing, W. y López, M. Escuela de Biología y CIMAR, Universidad de Costa Rica.
- CLAVE PARA IDENTIFICAR LOS PECES MARINOS DEL PERÚ. (2º Edición). Autor: Chirichigno, N. 1998. Instituto de Mar del Perú. Callao, Perú.
- GUÍA FAO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES PARA LOS FINES DE LA PESCA . PACÍFICO CENTRO-RIENTAL VOLUMEN II. VERTEBRADOS – PARTE 1 y 2. Redactores técnicos: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma
- Software. PECES COSTEROS DEL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL. Version: 2.0. (2006). Citación: D R Robertson y G R Allen, 2002. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.

8.2.2. Fase de laboratorio

Se determinó la masa del pez (**MP**) en gramos (g) mediante una balanza digital marca BOECO, luego se registró la longitud total (**LT**) y longitud estándar (**LS**) del los peces con precisión de 1 mm sobre una recta entre perpendiculares

mediante la regla metálica del ictiómetro. Longitud Total es la distancia en línea recta del morro del animal hasta la parte distal del lóbulo superior de la aleta caudal. Longitud Estándar es la distancia en línea recta del morro del animal hasta la base de la aleta caudal (**ANEXO: Foto 5**). Además se determinó el sexo y estado de madurez en dos niveles (maduros e inmaduros) (**ANEXO: Foto 6 y 7**).

8.2.2.1. Métodos de extracción de otolitos

En los primeros ejemplares se aplicaron los 3 métodos de extracción (Leta y Keim, 1982), como son:

1° El corte oblicuo del neurocráneo, corte en la región dorsal de la cabeza del pez.

2° Corte ventral de las cápsulas óticas, a través de la extracción de las branquias y abertura de la cámara ótica por la parte ventral del pez.

3° Corte en el extremo dorsal del arco branquial anterior, extracción hacia los lados de cada branquia derecha e izquierda.

Por lo que debido al reducido tamaño de los peces pelágicos se empleó para este estudio el 2° método de extracción de los otolitos denominado **Corte ventral de las cápsulas óticas**. Asumiéndose en la totalidad de los ejemplares, el mismo que se detalla:

Se colocó al ejemplar con el abdomen hacia arriba y se efectuó un corte transversal denominado Corte ventral de las cápsulas óticas en la región yugular inmediatamente delante del cleithrum, haciendo el uso de un cuchillo, luego se introdujo la mano en la cámara branquial a través de la zona seccionada, se sujetaron las branquias y se tiró de ellas hacia arriba y adelante de modo de extraerlas y exponer las cápsulas óticas. Éstas se hallan en la base del neurocráneo y constituyen gran parte del techo de la cámara branquial. Se reconocen

fácilmente debido a su característica forma bulbosa. Luego se efectuó un corte longitudinal que se inicia en el borde posterior de la cápsula ótica y se dirige hacia adelante en dirección al parasfenoide, mediante el uso de un bisturí. Para exponer los otolitos, se hace palanca hacia afuera con el instrumento de corte de modo de quebrar la pared de la cápsula ótica y se exponen los otolitos (**ANEXO: Foto 8, 9 y 10**).

Durante esta última operación se tomaron los recaudos para determinar la ubicación espacial de los otolitos en el neurocráneo, así como para definir cuál es derecho y cuál izquierdo. Luego removi6 con extremo cuidado mediante el uso de alfileres y pinzas desde la cámara ótica donde se alojan los otolitos (en especial con los especímenes de menor tamaño).

8.2.2.2. Limpieza, preservación y rotulado del otolito

Una vez extraídos los otolitos, estos se colocaron en frascos pequeños para diferenciarlos por derecho e izquierdo y así rotularlos de manera temporal (**ANEXO: Foto 11**). Luego se limpiaron con agua para eliminar restos orgánicos (tejidos), en los casos que estuvieron fuertemente adheridos, en donde fueron colocados en una caja petri y mediante un cepillo de cerdas suaves se removi6 restos de tejidos grandes (Díaz, 2006).

Posteriormente se colocó cada otolito en una caja petri con hipoclorito de sodio (10%) durante unos minutos para el efecto de blanqueo y remoción de la membrana ótica y cualquier otro tejido adherido no visible; luego se enjuagó con alcohol para eliminar la humedad y almacenarlo (Baker, 2006) (**ANEXO: Fotos: 12, 13, 14 y 15**).

Consecuentemente se rotuló cada otolito, mediante el uso de un código único que consistió en 2 letras (Inicial del género e inicial de la especie) - 2 números enteros

(número de ejemplar 01 a 99) - otra letra (**D** si es derecho e **I** izquierdo), luego se colocaron en fundas de 2 x 8" (Díaz, *op cit.*) (**ANEXO: Fotos: 16, 17 y 18**).

Se registraron los siguientes caracteres: largo máximo de la sagita (**LO**), ancho máximo de la sagita (**AO**) expresados en mm, mediante el uso del calibrador vernier y una lupa en otolitos medianos y grandes, en los de tamaño reducido el calibrador y el estero microscopio, próximamente se determinó la masa del otolito (**MO**) tanto derecho e izquierdo, mediante el uso de la balanza analítica con precisión de 0,001 g. Información que se anotó en la hoja de registro (**ANEXO: Tabla 47; Fotos: 19, 20 y 21**).

Finalmente se elaboró una base de datos de todos los otolitos por especie.

8.2.2.3. Descripción morfológica.

La descripción de los otolitos por especie, se llevó a cabo en la Unidad de Practicas de Ciencias del Mar – UPSE, mediante observación en el estereo microscopio trinocular BOECO con una aumento de 10 a 50 X según el tamaño del otolito, se manejó una base muestral de 5 ejemplares de diferentes tallas (**ANEXO: Foto 22**).

Para la descripción de las características específicas de cada otolito se utilizó la terminología utilizada en la bibliografía especializada (Morrow, 1979; Smale *et al.*, 1995; Volpedo y Echeverría, 2000 y Mascareñas *et al.*, 2003) (**Figura 4; ANEXO: Tabla 48**).

Se utilizaron 13 características para describir los otolitos y el orden de las estructuras que se presentan es de acuerdo a la importancia de éstas:

Forma del otolito: Son los límites estructurales del otolito y corresponde a la silueta del mismo (**Figura 5**).

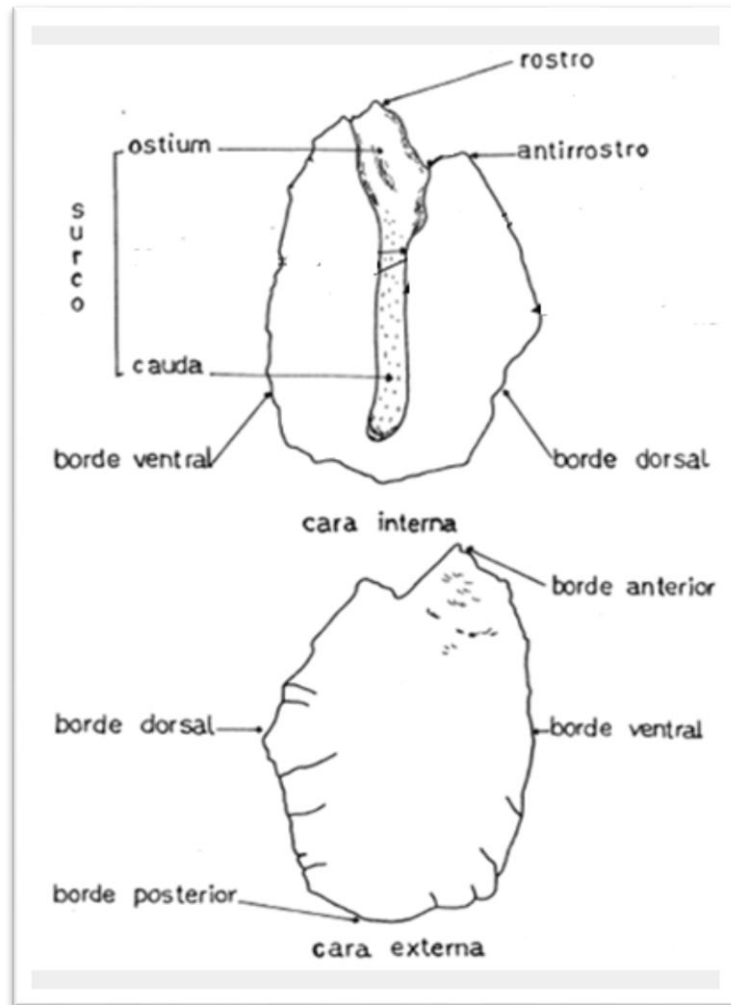


Figura 4. Morfología de un tipo de otolito (Aloisis, 1990)

Ornamentación de los bordes: es el diseño de los bordes, éste varía dependiendo de la especie. Se puede dividir en:

1. **Borde dorsal:** se extiende desde el extremo anterior del antirrostro hasta el extremo posterior del otolito.
2. **Borde ventral:** se extiende desde el extremo anterior del rostro hasta el nivel de la finalización del sulco, donde un accidente situado en la parte superior o inferior marca su terminación.


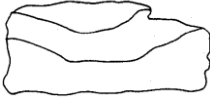
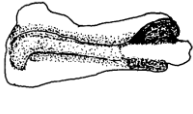
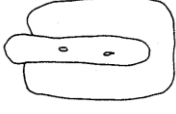





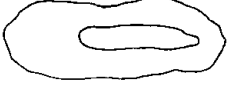

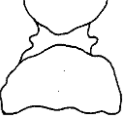









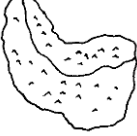






Oblonga 	Rectangular 	Femur 	Grano de maíz 
Punta de flecha 	Punta de arpón 	Globosa 	Circular 
Ovulado-aovado 	Elongada 	Discoidal 	Reloj de arena 
Cuadrado 	Fusiforme 	Semilunar 	Huso o faja 
Bilobulada 	Oval 	Romboidal 	Piriforme 
Triangular 	Asterisco 	Riñón 	Eliptica 
Yunque 	Triangulo escaleno 	Gota de lágrima 	Irregular 

Figura 5. Esquema ilustrando las diferentes formas de los otolitos
(Mascareñas *et al.*, 2003; Smale *et al.*, 1995).

Forma de los márgenes: los diferentes términos para describir la forma de los márgenes son: **(Figura 6)**

1. Liso: no presenta hendiduras, cúspides y crestas.
2. Lobulado: presenta grandes y redondeadas cúspides en el borde.
3. Sinuado: presenta regulares y redondeadas cúspides.
4. Crinado: presenta regulares, compactas y pequeñas cúspides, generalmente con crestas redondeadas.
5. Dentado: presenta proyecciones regulares con crestas aplanadas.
6. Aserrado: presenta proyecciones regulares puntiagudas.
7. Irregular: presenta muescas, cúspides y crestas irregulares.

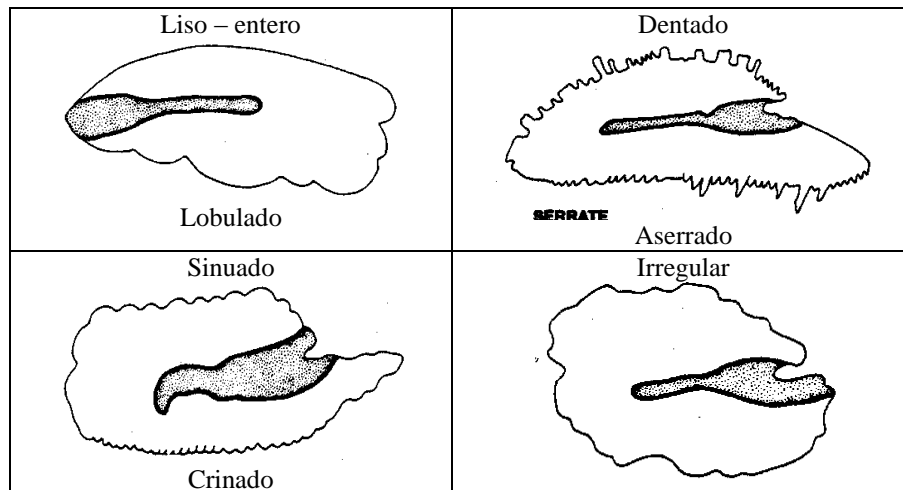


Figura 6. Ilustración de los tipos de bordes presentes en otolitos
(Mascareñas *et al.*, 2003; Smale, *et al.*, 1995).

Surco o Sulco acústico: es un canal o depresión longitudinal, localizado en la cara interna del otolito, se divide en ostio y cauda. Por la forma del sulco pueden clasificarse en: **(Figuras 7)**.

1. Arqueosulcoidal: no hay una clara diferenciación entre el ostio y la cauda, ambos tienen más o menos la misma altura. No hay constricciones visibles en el piso del sulco o en la crista.
2. Pseudo arqueosulcoidal: el sulco es indiferenciado en ostio y cauda por constricciones de la crista. Ambos tienen aproximadamente la misma altura, pero el ostio y la cauda se diferencian por diferentes características en el piso del sulco.
3. Heterosulcoidal: el ostio y la cauda están claramente diferenciados en cuanto a su forma.
4. Homosulcoidal: el ostio y la cauda están claramente diferenciados (por una constricción), pero son casi de la misma forma y altura.

Por la abertura del sulco pueden clasificarse en: **(Figuras 8)**

1. Mesial: el sulco no está abierto por ninguno de los extremos (anterior y posterior)
2. Ostial: el sulco está abierto en el extremo (ostio) y cerrado por el extremo posterior (cauda)
3. Pseudo ostial: el ostio está muy cerca del extremo anterior o dorsal, pero no está abierto
4. Ostiocaldal: el sulco está abierto en los dos extremos anterior y posterior
5. Caudal: el sulco está abierto en el extremo posterior o ventral (cauda) y el ostio está cerrado.
6. Pseudo ostiocaldal: el sulco está indistintamente muy cerca de los extremos anterior y posterior, pero en ninguno de los extremos está abierto.

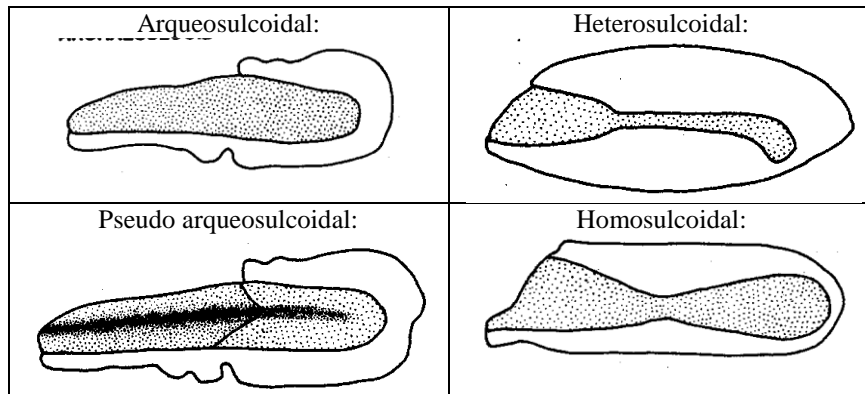


Figura 7. Forma de los sulcos de los otolitos
(Mascareñas *et al.*, 2003; Smale, *et al.*, 1995).

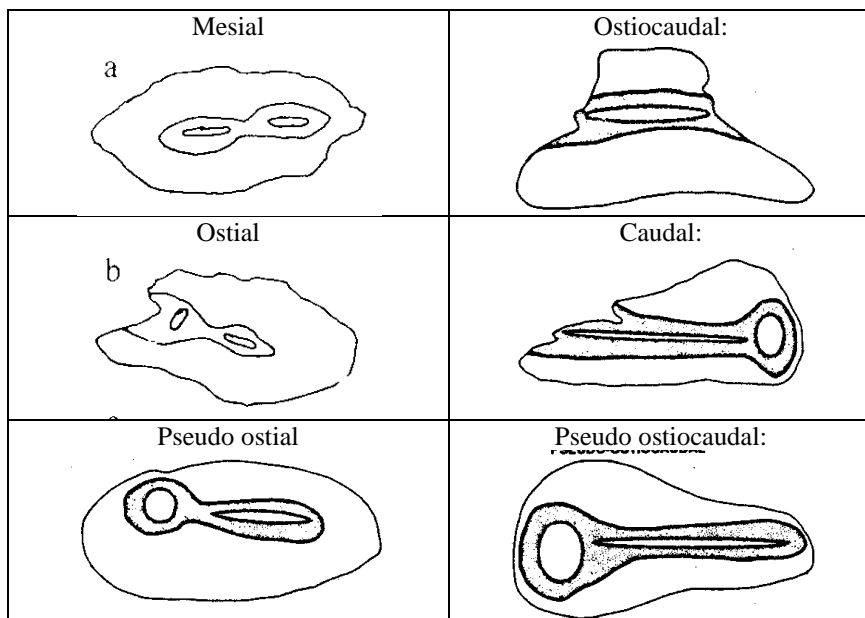


Figura 8. Tipos de abertura de los sulcos de los otolitos
(Mascareñas *et al.*, *op cit.*; Smale *et al.*, *op cit.*).

Ostio o ostium: es la parte anterior del sulco.

Cauda: es la parte posterior del sulco.

Colum: o cuello, es una constricción del sulco acústico o de la crista, el cual diferencia la parte anterior (ostio) de la posterior (cauda), aunque generalmente está ausente.

Rostro: prolongación del borde ventral que se proyecta desde el extremo anterior y que sobresale de la masa principal del otolito.

Antirrostro: es una prolongación dorsal que se proyecta desde el extremo anterior, sobresaliendo de la masa principal del cuerpo del otolito.

Cisura o escotadura profunda, puede estar delimitada por dos salientes, el rostro y el antirrostro.

Grosor: se describe como muy grueso, grueso, moderadamente grueso y delgado.

Perfil de las caras: Esto es, si son cóncavas, convexas o planas de las caras externa e interna.

8.2.2.4. Elaboración de ficha descriptiva

Cada otolito se fotografió la cara interna y externa, tanto derecho como izquierdo, mediante el uso del estéreo trinocular BOECO y una cámara marca BOECO de conexión a PC.

La descripción de los otolitos sagita se estandarizó mediante la elaboración de una ficha descriptiva para cada especie con los siguientes datos (Mascareñas *et al.*, 2003):

1. Nombre de la especie, autoría y año
2. Número de ficha y número de ejemplares

3. Figura de la cara interna (izquierda) y de la cara externa (derecha) del otolito, tratando en lo posible de representar la profundidad o elevación.
4. Muestras de otolitos utilizados en la descripción morfológica, así la cantidad para la morfometría.
5. Descripción de los otolitos con sus respectivas características específicas, empleando la terminología utilizada en la bibliografía especializada (Smale *et al.*, 1995; Volpedo y Echeverría, 2000).

8.2.3. Análisis de datos

8.2.3.1. Proporción de sexo.

Para determinar la proporción de sexos se contaron el total de organismos de cada sexo y se dividió el número de hembras entre el número de machos. Una vez obtenidas las proporciones se analizaron bajo la hipótesis nula de que existe una proporción de 1:1, la prueba estadística utilizada fue la de X^2 (Chi cuadrado). La regla de decisión se realizó con una confianza del 95% (Sokal & Rohlf, 1995; Daniel, 2002), se realizó esto para viabilizar adecuadamente los datos de homogeneidad de sexos. Basado en la ecuación:

$$x^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$$

En donde,

O = Proporción de hembras observadas

E = Proporción de hembras y machos esperados

8.2.3.2. Análisis morfométrico del otolito

El análisis morfométrico en este estudio consta de seis pasos:

1º) Con el fin de establecer las posibles diferencias significativas de medidas de los otolitos (sea en tanto de longitud, ancho y masa), se comparó los tres pares de medidas consideradas (LO, AO y MO) tanto para el derecho e izquierdo aplicando un test estadístico (t Student) con un nivel de significancia del 5% y grados de libertad n-1 función de la herramienta de análisis de datos de Excel, para así hallar el valor de **t** y comparar con el **t** tabla (Sokal & Rohlf, 1995; Zar, 1999), valor que se corroboró con el análisis estadístico del software MINITAB Professional Versión 16.1.0.0. Basado en la ecuación:

$$t_{n-1} = \frac{x_1 - x_2}{S \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

En donde,

n = número de muestras

n-1 = grados de libertad

x₁ = media de grupo 1

x₂ = media del grupo 2

S = Desviación estándar combinada

n₁ = número de muestras del grupo 1

n₂ = número de muestras del grupo 2

2º) Una vez descartados las diferencias significativas se calcularon para cada sexo las regresiones lineales que corresponden las relaciones de Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS). El modelo utilizado relaciona linealmente cada par de variables. Basado en la ecuación:

$$Y = a + bX$$

En donde,

Y = longitud estándar del pez

X = Longitud y ancho del otolito

3º) Se determino las diferencias significativas entre sexo correspondiente a la longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras, mediante el análisis t Student con nivel de significancia del 5%, y grados de libertad n-2 por ser muestras heterogéneas, para así hallar **t** y comparar con **t** tabla (Sokal & Rohlf, 1995.).

4º) Si no existen diferencias significativas se determina la regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total.

5º) Una vez aceptada las muestras se obtiene la regresión de tipo potencial, donde se relaciona la longitud estándar del pez / masa del pez (LS / MP). Basado en la ecuación:

$$Y = a X^b$$

En donde,

Y = Masa del otolito

X = Longitud estándar del pez.

6º) Para verificar que el crecimiento del otolito esta relacionado con el del pez, se crearon las regresiones conformadas por la relación entre la Longitud estándar del pez (LS) versus la Longitud del otolito (LO), Ancho del otolito (AO) y masa del

otolito (MO), para luego realizar la prueba de significancia del coeficiente de regresión, para así valorizar si existe o no una buena regresión, mediante el calculo del estadístico **t** y compararlo con el **t** tabla con nivel de significancia del 5% (Sokal & Rohlf, 1995). Basado en la ecuación:

$$t = \frac{R\sqrt{n} - 2}{\sqrt{1 - R^2}}$$

En donde,

R = coeficiente de determinación

n = número de muestras

R² = coeficiente de correlación

CAPÍTULO IV

9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

9.1. ESPECIES IDENTIFICADAS.

Se obtuvieron muestras de peces de los puertos de Chanduy, Anconcito y La libertad, adquiriendo 480 ejemplares, el cual se analizaron un total de 300 individuos, que corresponden a 300 pares de otolitos extraídos de especímenes en fresco pertenecientes a 15 especies distribuidas en 6 familias: **Carangidae:** *Chloroscombrus orqueta* “Hojita”, *Decapterus macrosoma* “Picudillo” y *Oligoplites refulgens* “Voladora”. **Clupeidae:** *Ophistonema libértate* “Pinchagua redonda”, *Ophistonema medirraastre* “Pinchagua mediana” y *Ophistonema bulleri* “Pinchagua delgada”. **Engraulidae:** *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada”, *Anchoa exigua* “Anchoa fina”, *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera”, *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda”. **Mugilidae:** *Mugil cephalus* “Lisa”. **Scombridae:** *Auxi rochei* “Botella”, *Scomber japonicus* “Macarela”, *Scomberomorus sierra* “Sierra”. **Sphyraeinidae:** *Sphyraena ensis* “Picuda” (ANEXO: Tabla 49 y 50).

La proporción de sexo en todas las especies presentaron homogeneidad, mediante la prueba de chi cuadrado se acepto la hipótesis nula $H_0=1:1$ (H:M) con nivel de confianza del 95 %, siendo los valores hallados de X^2 menores al valor X^2 tabla, como son: *Chloroscombrus orqueta* ($X^2=1,32$), *Decapterus macrosoma* ($X^2=0,33$), *Oligoplites refulgens* ($X^2=1,13$), *Ophistonema libértate* ($X^2=0,12$), *Ophistonema medirraastre* ($X^2=0,12$), *Ophistonema bulleri* ($X^2=0,8$), *Anchoa argentivitatta* ($X^2=0,14$), *Anchoa exigua* ($X^2=0,05$), *Anchoa ischana* ($X^2=1$), *Anchoa nasus* ($X^2=0,82$), *Mugil cephalus* ($X^2=1,47$), *Auxi rochei* ($X^2=0,07$), *Scomber japonicus* ($X^2=0$), *Scomberomorus sierra* “Sierra” ($X^2=0,33$) y *Sphyraena ensis* ($X^2=0,69$) (ANEXO: Tabla 51).

La extracción del otolito se realizó mediante el 2º método descrito por Leta y Keim, (1982), consistente en el Corte ventral de las cápsulas óticas a través de la extracción de las branquias y abertura de la cámara ótica por la parte ventral del pez, siendo el más indicado y práctico para este tipo de peces pequeños, el mismo que se realizó a la totalidad de las muestras, obteniéndose un total de 600 otolitos.

9.2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LOS OTOLITOS SAGITALES.

Cada especie presenta características propias para su identificación, empezando por la forma, margen posterior, borde dorsal, borde ventral y sulco (compuesta por cauda y ostio) consideradas como principales caracteres de diferenciación según éste estudio. Lo que permitió diferenciar a nivel de familia, como son: **Carangidae**, con otolitos de forma fusiforme, margen posterior puntiagudo, borde ventral irregular, borde dorsal lobulado y sulco arqueosulcoidal ostiocaldal. **Clupeidae**, con otolitos rectangulares y punta de arpón, margen posterior lobulado, borde dorsal liso, sulco heterosulcoidal ostial, cauda ensanchada con inclinación al borde ventral y ostio elongado que se extiende al rostro y antirostro. **Engraulidae**, con otolitos de forma oblonga, margen posterior lobulado, borde ventral aserrado o crinado, sulco heterosulcoidal ostial, cauda ensanchada a ovala con inclinación al borde ventral, ostio elongado y ancho que se extiende al rostro y antirostro, **Mugilidae**, con otolito de forma rectangular, margen posterior lobulado, borde dorsal liso, borde ventral irregular, sulco heterosulcoidal ostial, cauda elongado con ligera inclinación al borde ventral. Ostio ensanchado que se extiende hasta el rostro. **Scombridae**, con otolito de borde ventral crinado, sulco homosulcoidal ostiocaldal, presencia de cuello, en esta familia no compartieron mayor caracteres. **Sphyraenidae**, con otolito de forma punta de flecha, margen posterior lobulado, borde dorsal liso, borde ventral crinado, sulco arqueosulcoidal ostial, cauda elongado con ligera inclinación al borde ventral y ostio elongado hasta el rostro. Describiendo así 14 características detalladas por especie, las mismas que se compilan en las fichas.

9.3. MORFOMETRÍA DE LOS OTOLITOS POR ESPECIE

Se realizó el análisis morfométrico y estadístico para cada especie, la cual se detalla a continuación:

Chloroscombrus orqueta “Hojita”

Se analizaron 19 ejemplares con una media de LS de 156,47 mm, en un rango de 132 -195 mm, una media de MP de 68,34 g y rango de 42,52 a 133,24 g.

A juzgar por los resultados, no existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-1, -1 y -0,7 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 1**).

Tabla 1. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de *Chloroscombrus orqueta* “Hojita”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	19	4,08	0,134	18	-1,00	2,1009
LO Izquierdo	19	4,08	0,135			
AO Derecho	19	1,81	0,027	18	-1,00	
AO Izquierdo	19	1,81	0,030			
MO Derecho	19	0,00307	$6,2 \times 10^{-07}$	18	-0,70	
MO Izquierdo	19	0,00308	$6,17 \times 10^{-07}$			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R (coeficiente de correlación) = 0,84 en machos y R=0,87 en hembras (**Figura 9**).

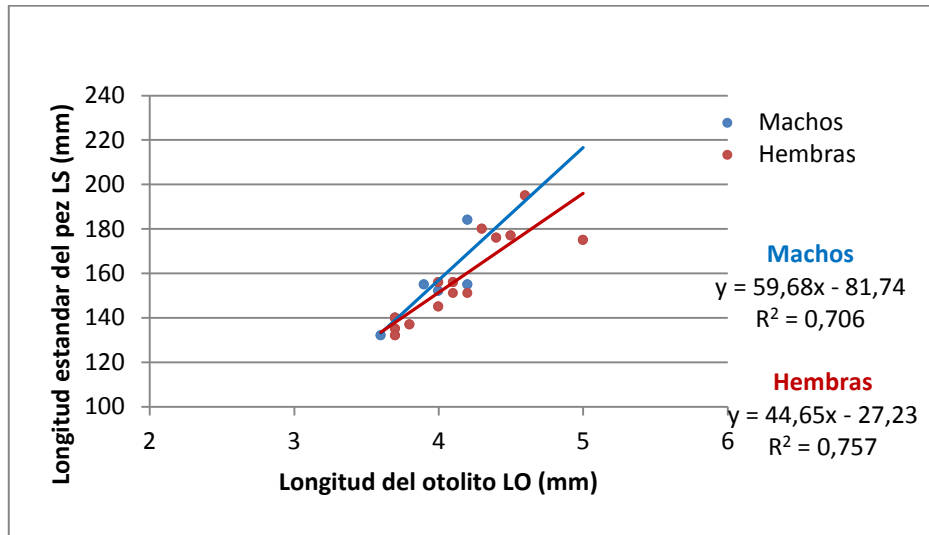


Figura 9. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Chloroscombrus orqueta* “Hojita”, machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = -1,77$; y LS en machos y hembras un $t = -0,76$ menores a t tabla (**Tabla 2**).

Tabla 2. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de *Chloroscombrus orqueta* “Hojita”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	3,6 - 4,2	12	3,93	0,06	36	-1,77	2,042
LO Hembras	3,7 - 5	26	4,15	0,15			
LS Machos	132 - 184	12	153,00	287,27	36	-0,76	
LS Hembras	132 - 195	26	158,08	401,83			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 44,9 LO - 26,82$; $R=0,85$ (Figura 10).

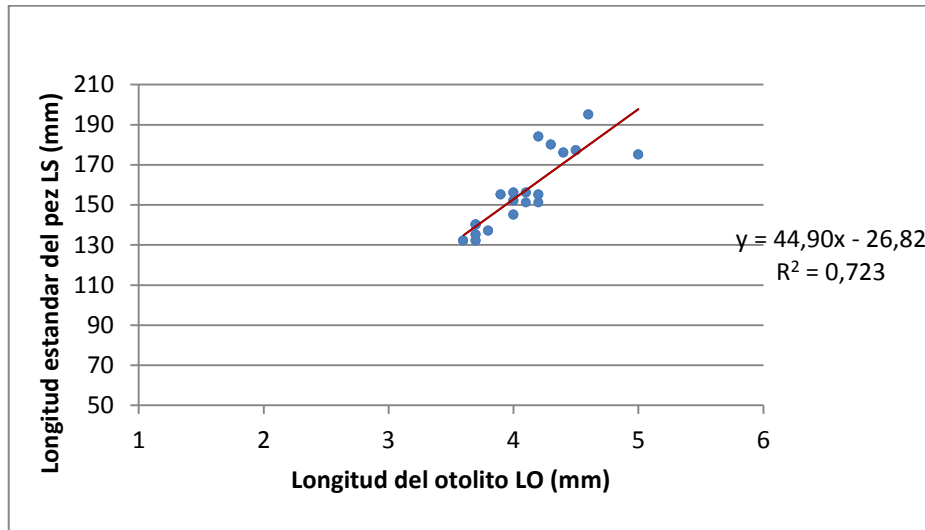


Figura 10. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Chloroscombrus orqueta* "Hojita".

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez / masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,0001 LS^{2,659}$, $R=0,95$ (Figura 11).

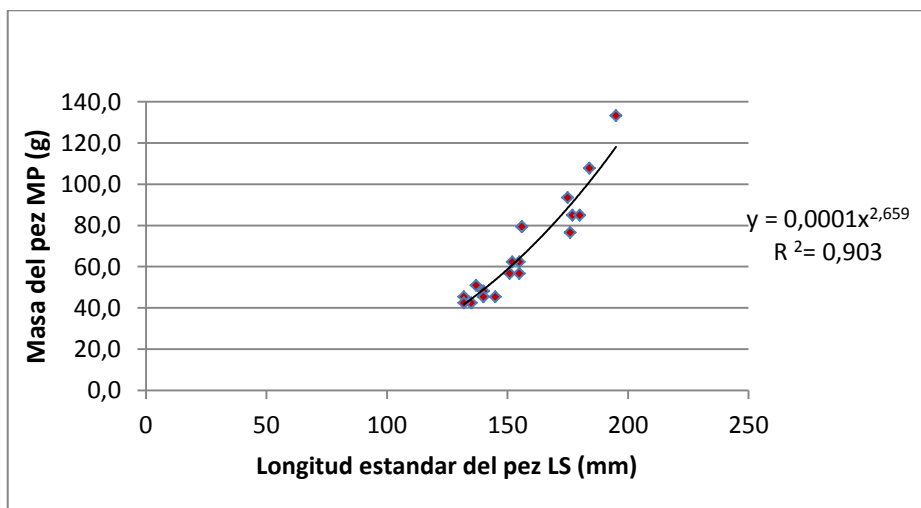


Figura 11. Relación entre la longitud estándar y masa del *Chloroscombrus orqueta* "Hojita".

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue $R=0,85$; $t=9,79$; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue $R=0,82$; $t=8,51$; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue $R=0,9$; $t=12,65$; valorizándose como bueno las regresiones con nivel de confianza del 95%, rechazándose la H_0 : $b=0$ (pendiente paralela) y aceptándose H_a : $b \neq 0$ (pendiente progresiva). Es decir que las medidas del otolito son directamente proporcionales a la longitud del pez (**Figura 12 y 13; Tabla 3**).

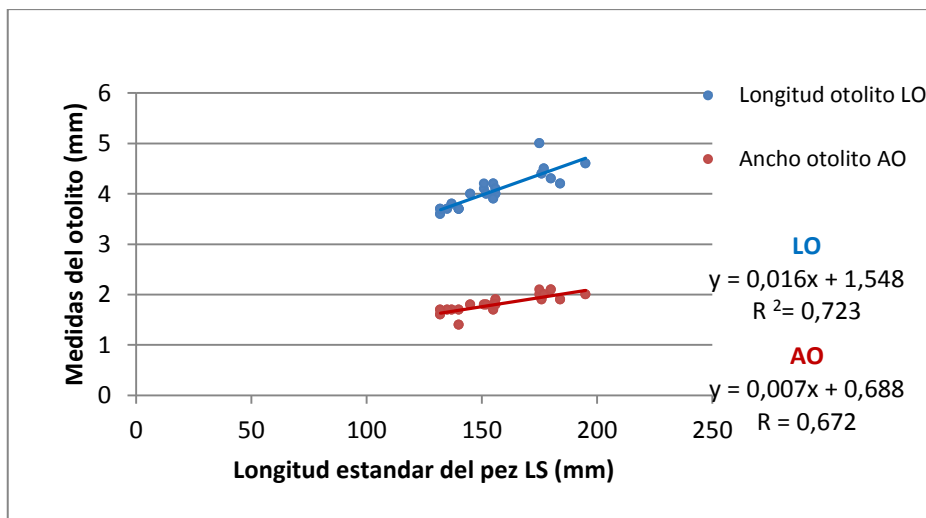


Figura 12. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Chloroscombrus orqueta* "Hojita" versus longitud-ancho del otolito

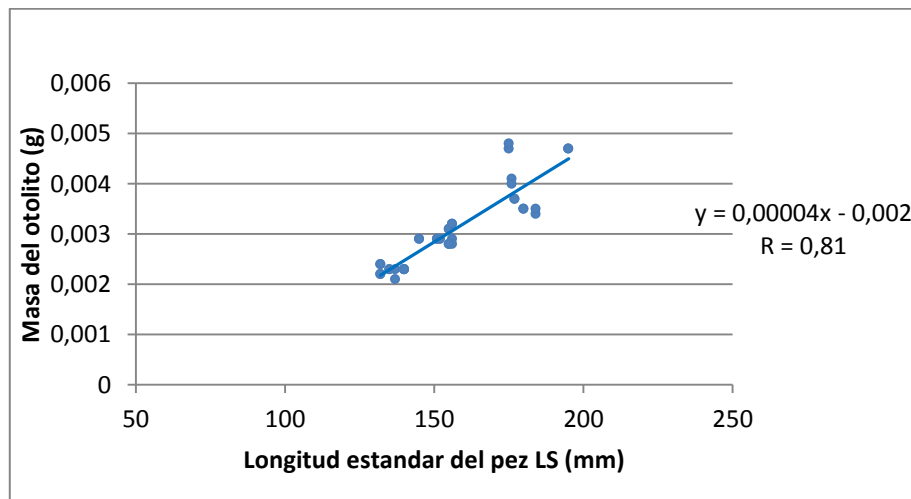


Figura 13. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Chloroscombrus orqueta* "Hojita" versus masa del otolito.

Tabla 3. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de *Chloroscombrus orqueta* “Hojita”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	38	1,548	0,016	0,85	9,79	2,021
Longitud estándar pez	Ancho otolito	38	0,688	0,007	0,82	8,51	
Longitud estándar pez	Masa otolito	38	-0,002	0,00005	0,9	12,65	

Decapterus macrosoma “Picudillo”

Se analizaron 27 ejemplares con una media de LS de 208,07 mm, en un rango de 185 -226 mm, una media de MP de 119,57 g y rango de 62,5 a 155,9 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-0,6, -1 y -1,4 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 4**).

Tabla 4. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de *Decapterus macrosoma* “Picudillo”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	27	4,82	0,257	26	-0,6	2,055
LO Izquierdo	27	4,82	0,248			
AO Derecho	27	2,00	0,019	26	-1	
AO Izquierdo	27	2,01	0,019			
MO Derecho	27	0,0041	$7,7 \times 10^{-07}$	26	-1,4	
MO Izquierdo	27	0,0041	$7,6 \times 10^{-07}$			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un $R=0,87$ en machos y $R=0,87$ en hembras (**Figura 14**).

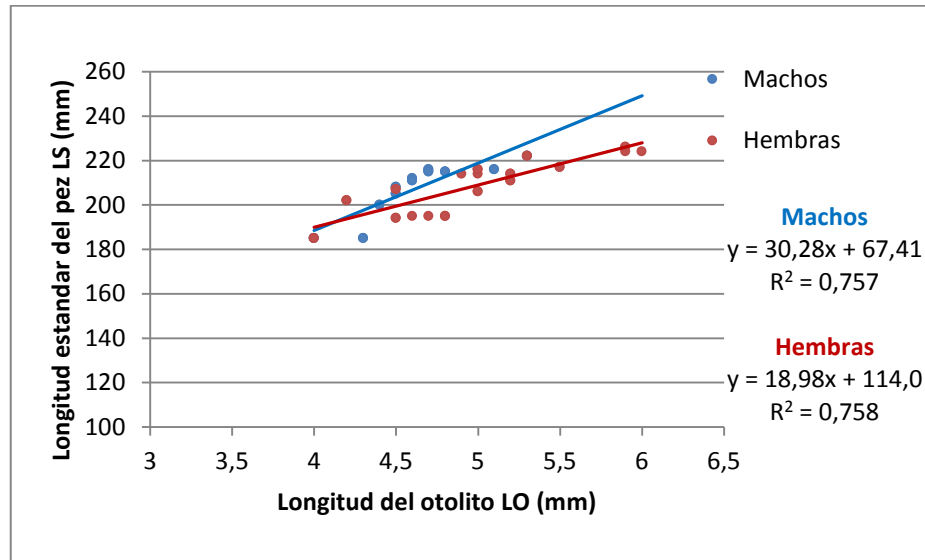


Figura 14. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Decapterus macrosoma* “Picudillo”, machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t= -2,733$; y LS en machos y hembras un $t= -0,317$ menores a t tabla (**Tabla 5**).

Tabla 5. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de *Decapterus macrosoma* ”Picudillo”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	4 - 5,3	24	4,63	0,11	52	-2,733	2,009
LO Hembras	4 - 6,0	30	4,98	0,31			
LS Machos	185 - 222	24	207,50	136,96	52	-0,317	
LS Hembras	185 - 226	30	208,53	144,95			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 19,21 LO + 115,4$; $R=0,84$ (Figura 15).

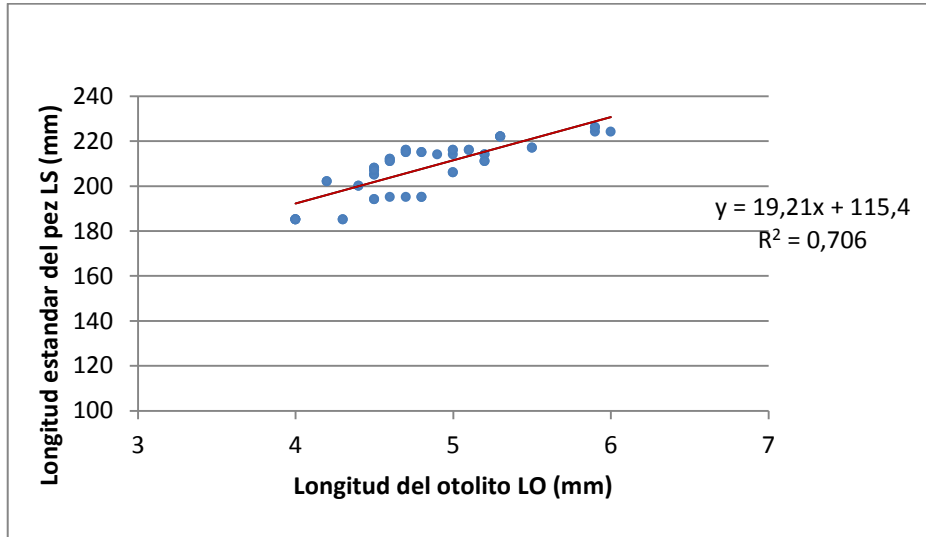


Figura 15. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Decapterus macrosoma* “Picudillo”.

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez / masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,00002 LS^{2,950}$, $R=0,84$. (Figura 16).

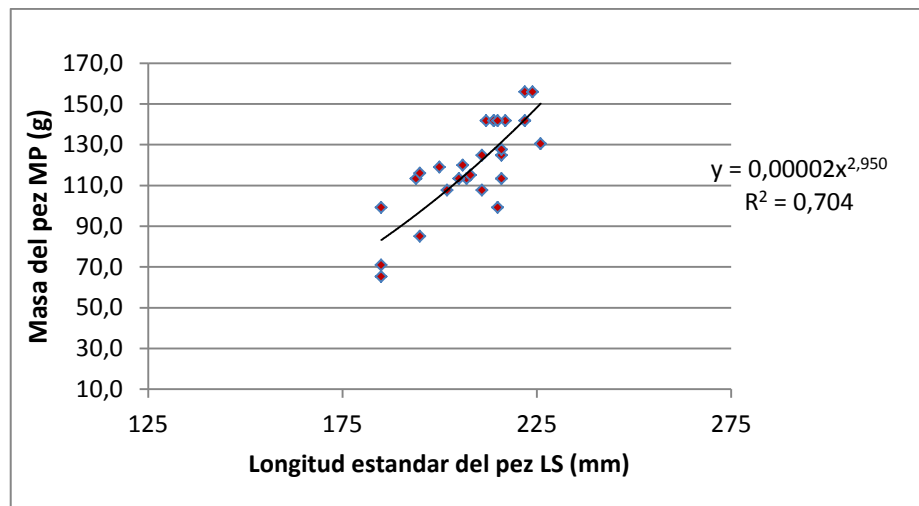


Figura 16. Relación entre la longitud estándar y masa del *Decapterus macrosoma* “Picudillo”.

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue $R=0,81$; $t=9,99$; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue $R=0,47$; $t=3,8$; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue $R=0,77$; $t=8,76$; valorizándose como bueno las regresiones, rechazándose la H_0 : $b=0$ (pendiente paralela) y aceptándose H_a : $b \neq 0$ (pendiente progresiva). Es decir que las medidas del otolito son directamente proporcionales a la longitud del pez, pero en el ancho es de valor regular (**Figura 17 y 18; Tabla 6**).

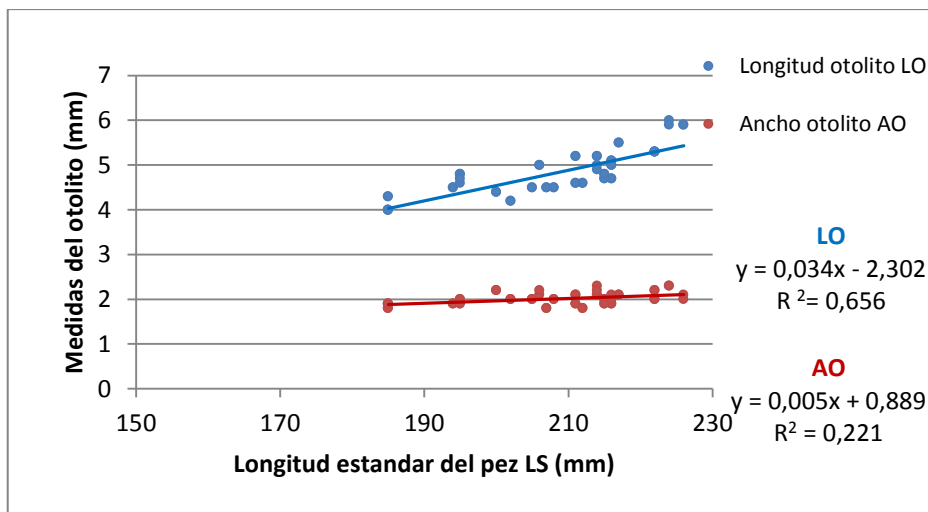


Figura 17. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Decapterus macrosoma* “Picudillo” versus longitud-ancho del otolito

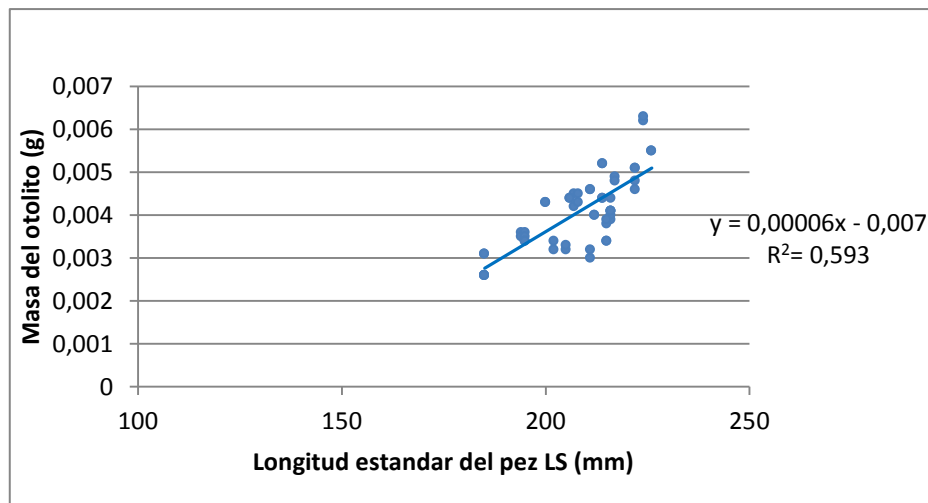


Figura 18. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Decapterus macrosoma* “Picudillo” versus masa del otolito.

Tabla 6. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Decapterus macrosoma* "Picudillo"

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	54	-2,302	0,034	0,81	9,99	2,009
Longitud estándar pez	Ancho otolito	54	0,889	0,005	0,47	3,80	
Longitud estándar pez	Masa otolito	54	-0,007	0,00006	0,77	8,76	

***Oligoplites refulgens* "Voladora"**

Se analizaron 32 ejemplares con una media de LS 229,56 mm, en un rango de 207 -257 mm, una media de MP de 114,37 g y rango de 85,05 a 133,2 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (1,72; 0,44 y -1,8 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 7**).

Tabla 7. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de *Oligoplites refulgens* "Voladora"

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	32	2,644	0,0509	31	1,72	2,042
LO Izquierdo	32	2,628	0,0543			
AO Derecho	32	1,403	0,0158	31	0,44	
AO Izquierdo	32	1,400	0,0200			
MO Derecho	32	0,00117	$6,1 \times 10^{-08}$	31	-1,8	
MO Izquierdo	32	0,00120	$7,1 \times 10^{-08}$			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un $R=0,77$ en machos y $R=0,93$ en hembras (**Figura 19**).

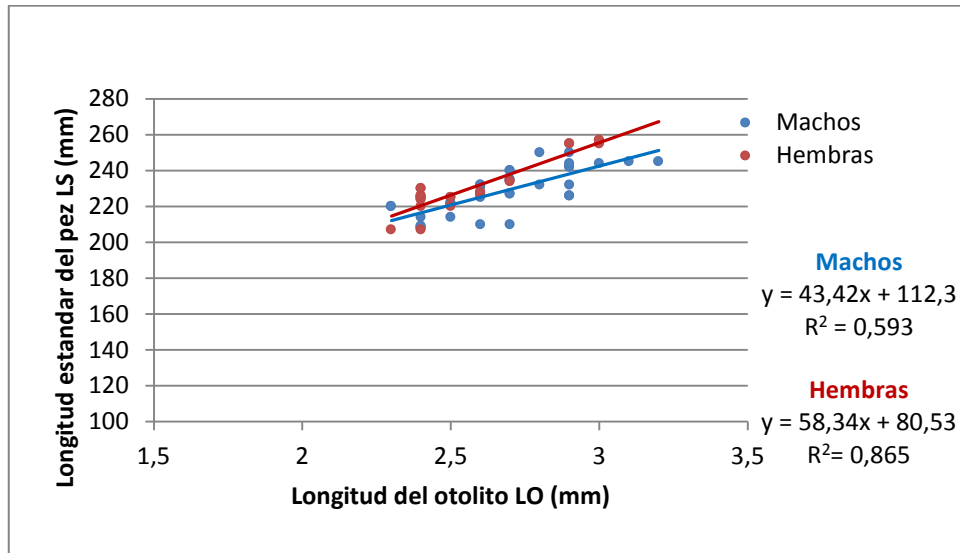


Figura 19. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Oligoplites refulgens* “Voladora”, machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t=1,27$; y LS en machos y hembras un $t=-1,09$ menores a t tabla (**Tabla 8**).

Tabla 8. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de *Oligoplites refulgens* “Voladora”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	2,3 - 3,2	38	2,67	0,049	62	1,27	2,0003
LO Hembras	2,3 - 3	26	2,59	0,054			
LS Machos	208 - 250	38	228,05	156,916	62	-1,09	
LS Hembras	207 - 257	26	231,77	215,865			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 47,22 LO + 105$; $R=0,81$ (Figura 20).

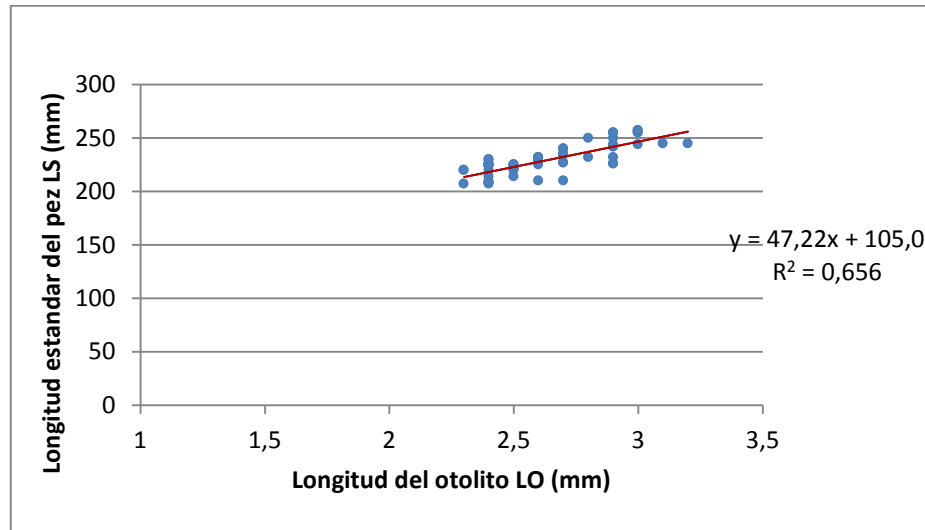


Figura 20. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Oligoplites refulgens* “Voladora”.

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez / masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,195 LS^{1,175}$, $R=0,88$. (Figura 21).

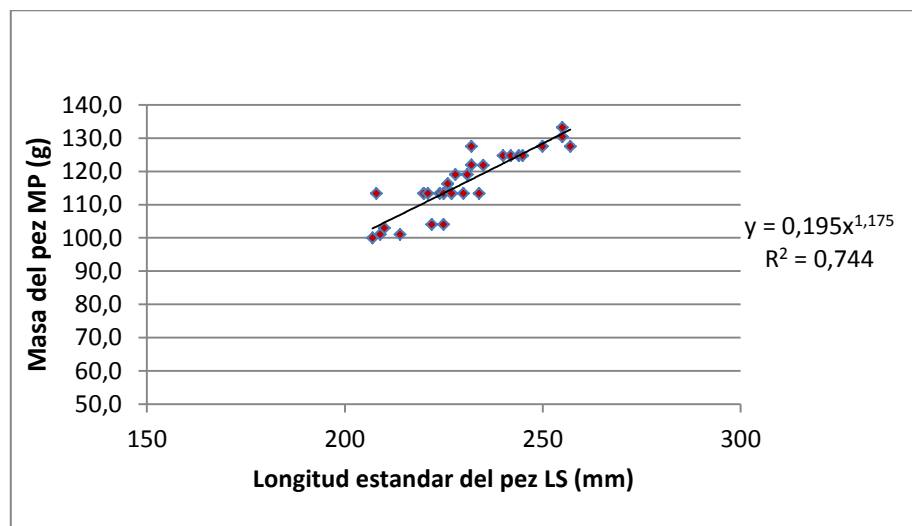


Figura 21. Relación entre la longitud estándar y masa del *Oligoplites refulgens* “Voladora”.

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,93; t=10,46; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,81; t=6,8; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,63; t=6,42 valorizándose como aceptable la regresión de longitud y ancho y masa del otolito la regresión como aceptable (**Figura 22 y 23; Tabla 9**).

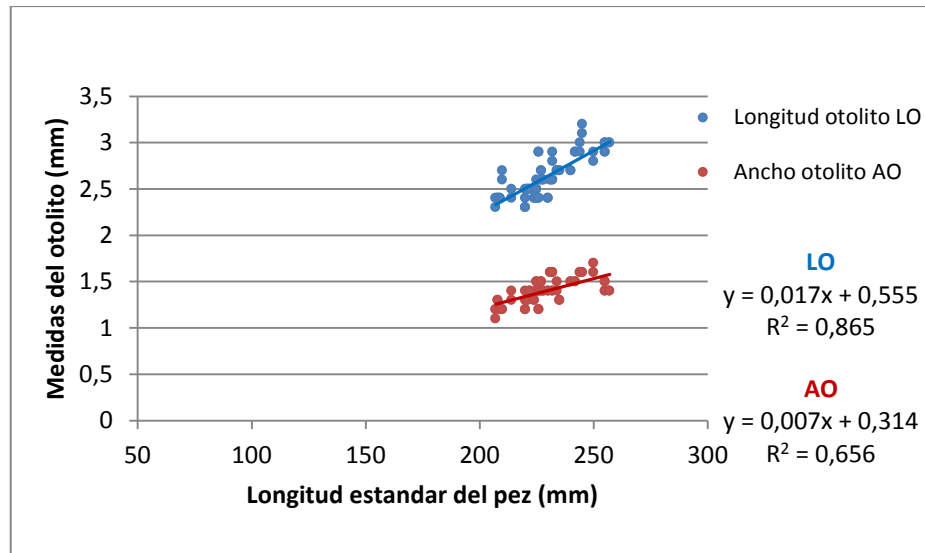


Figura 22. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Oligoplites refulgens* “Voladora” versus longitud-ancho del otolito

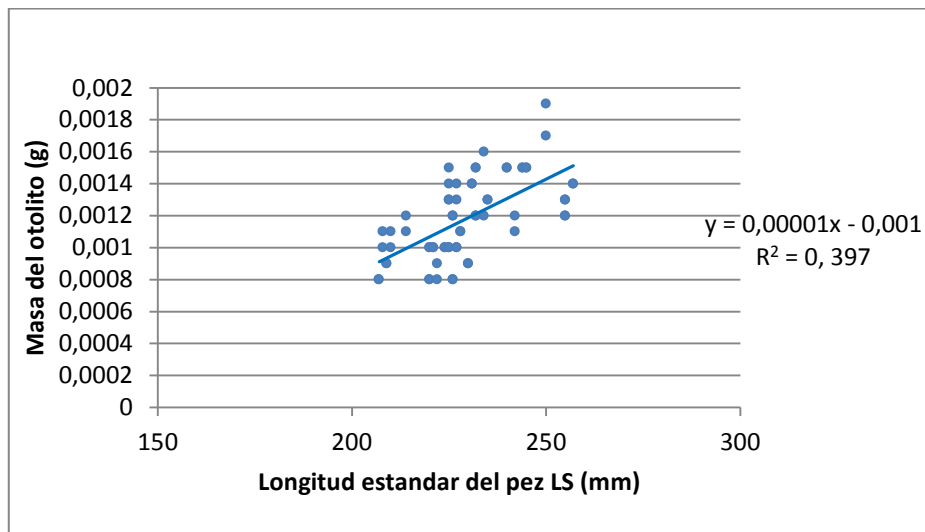


Figura 23. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Oligoplites refulgens* “Voladora” versus masa del otolito.

Tabla 9. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Oligoplites refulgens* “Voladora”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	64	-1,09	0,016	0,93	10,46	2,0003
Longitud estándar pez	Ancho otolito	64	0,34	0,004	0,81	6,80	
Longitud estándar pez	Masa otolito	64	-0,001	0,00001	0,63	6,42	

***Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina”**

Se analizaron 20 ejemplares con una media de LS de 165,73 mm, en un rango de 134 -216 mm, una media de MP de 82,6 g y rango de 42,5 a 184,3 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (0,57; -1,5 y -1,7 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 10**).

Tabla 10. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de *Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	20	3,36	0,113	19	0,57	2,093
LO Izquierdo	20	3,35	0,123			
AO Derecho	20	1,48	0,028	19	-1,5	
AO Izquierdo	20	1,49	0,035			
MO Derecho	20	0,0022	$6,7 \times 10^{-07}$	19	-1,7	
MO Izquierdo	20	0,0023	$7,7 \times 10^{-07}$			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un $R=0,97$ en machos y $R=0,86$ en hembras (**Figura 24**).

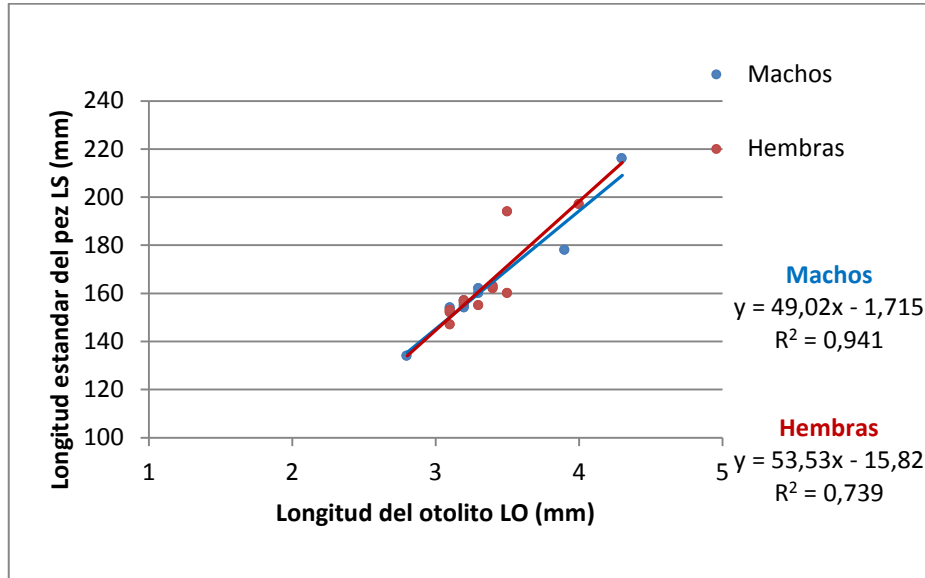


Figura 24. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina”, machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t= 0,19$; y LS en machos y hembras un $t= 0,01$ menores a t tabla (**Tabla 11**).

Tabla 11. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de *Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	2,8 - 4,3	18	3,37	0,193	38	0,19	2,021
LO Hembras	3,1 - 4	22	3,35	0,067			
LS Machos	134 - 216	18	163,33	487,765	38	0,01	
LS Hembras	147 - 197	22	163,27	262,113			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 50,33 LO - 5,585$; $R=0,93$ (Figura 25).

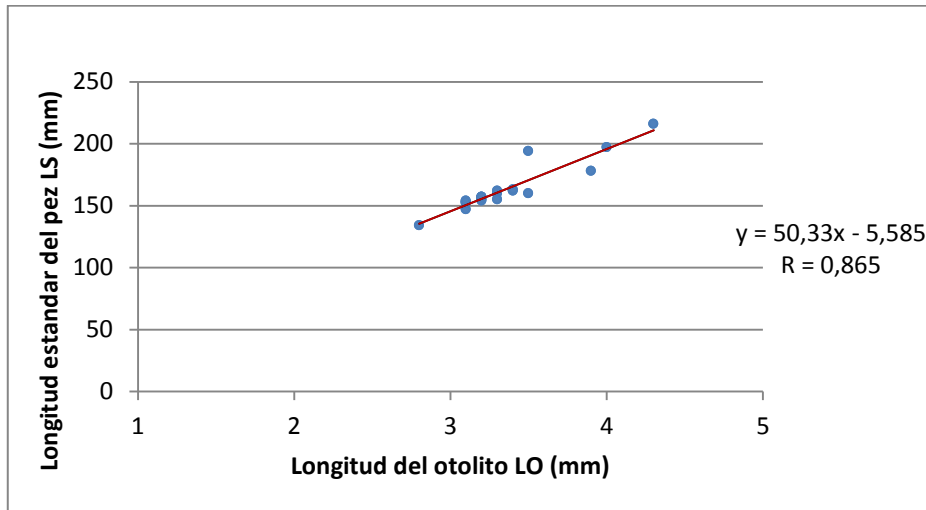


Figura 25. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez / masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,0001 LS^{2,665}$, $R = 0,87$ (Figura 26).

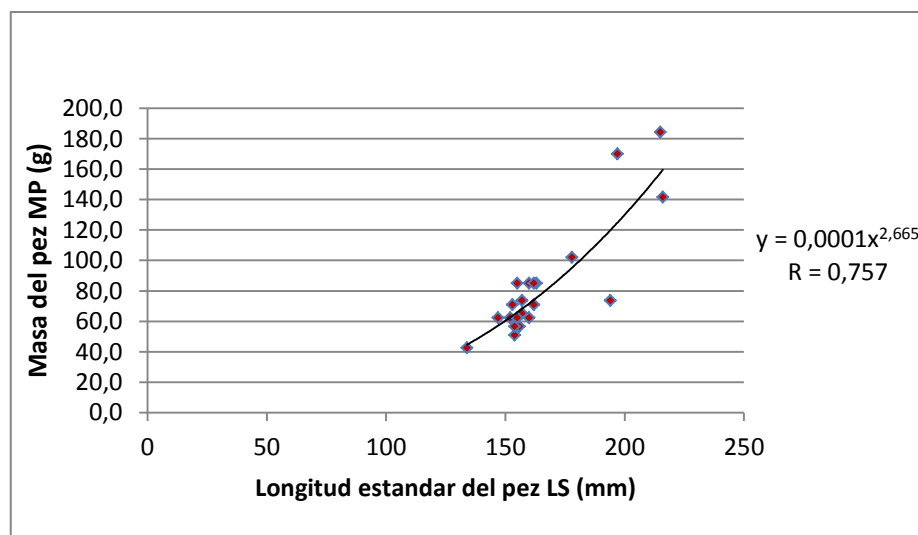


Figura 26. Relación entre la longitud estándar y masa del *Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina”.

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,93; t=16,266; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,81; t=8,85; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,88; t=11,4 valorizándose como bueno las regresiones (**Figura 27 y 28; Tabla 12**).

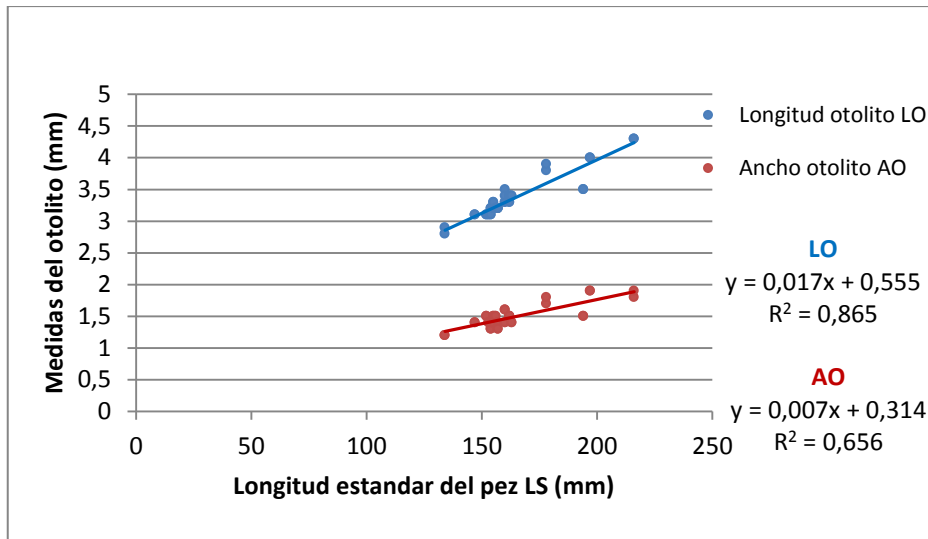


Figura 27. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina” versus longitud-ancho del otolito

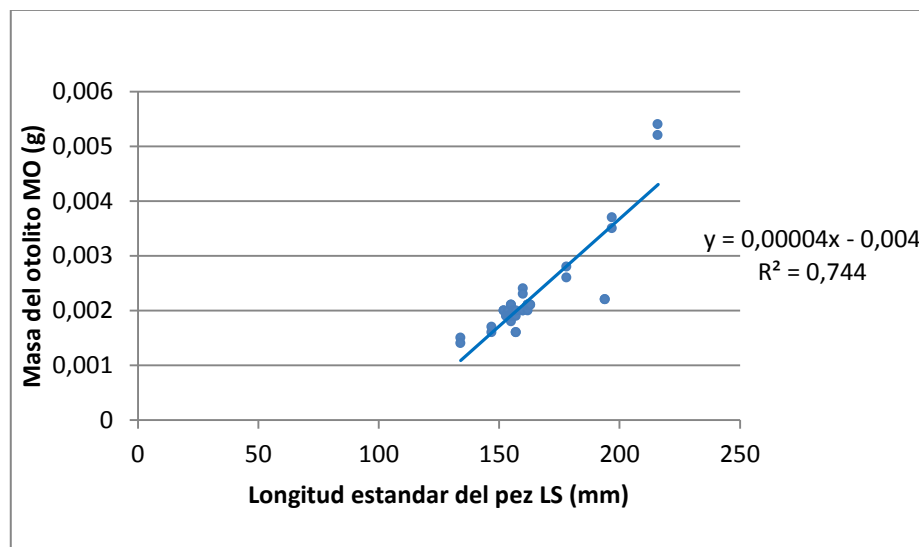


Figura 28. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina” versus masa del otolito.

Tabla 12. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Ophistonema bulleri* “Pinchagua fina”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	40	0,555	0,017	0,93	16,27	2,021
Longitud estándar pez	Ancho otolito	40	0,314	0,007	0,81	8,85	
Longitud estándar pez	Masa otolito	40	-0,004	0,00004	0,88	11,40	

***Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda”**

Se analizaron 34 ejemplares con una media de LS de 159,12 mm, en un rango de 50 -222 mm, una media de MP de 98,41 g y rango de 15,01 a 255,14 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-1,2; -1,3 y -1,9 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 13**).

Tabla 13. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de *Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	34	3,121	0,870	33	-1,2	2,042
LO Izquierdo	34	3,132	0,882			
AO Derecho	34	1,368	0,119	33	-1,3	
AO Izquierdo	34	1,379	0,127			
MO Derecho	34	0,00223	1,95x10-06	33	-1,9	
MO Izquierdo	34	0,00226	1,99x10-06			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R=0,99 en machos y R=0,97 en hembras (**Figura 29**).

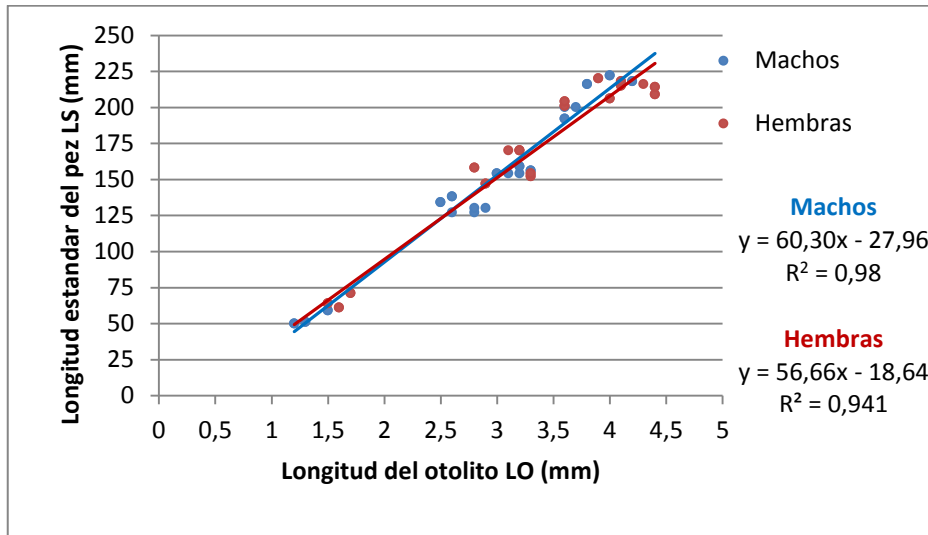


Figura 29. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda”, machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = -1,85$; y LS en machos y hembras un $t = -1,66$ menores a t tabla (**Tabla 14**).

Tabla 14. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de *Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	1,2 - 4,2	32	2,91	0,826	66	-1,85	1,99
LO Hembras	1,5 - 4,4	36	3,32	0,839			
LS Machos	50 - 222	32	147,50	3089,548	66	-1,66	
LS Hembras	61 - 220	36	169,44	2856,025			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 58,12 LO - 22,6$; $R=0,98$ (Figura 30).

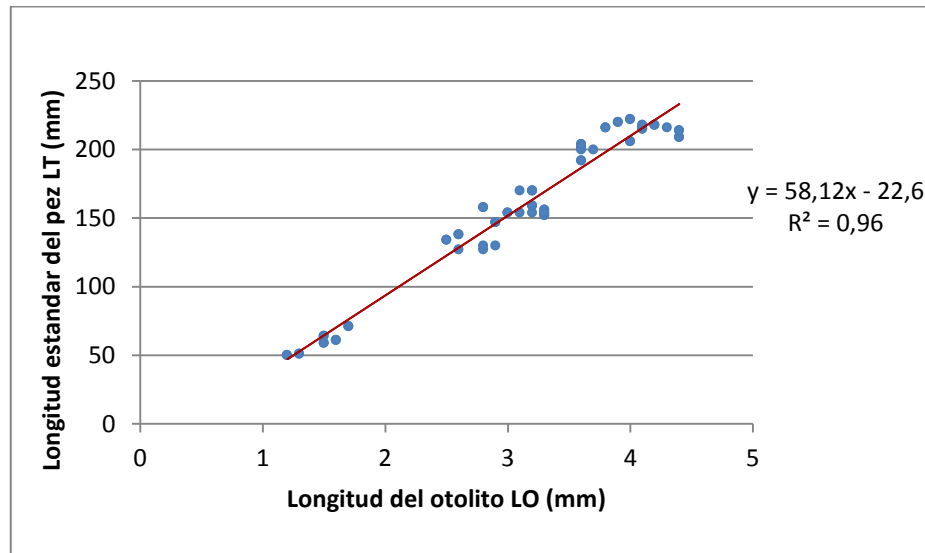


Figura 30. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,000002 LS^{3,379}$, $R=0,95$ (Figura 31).

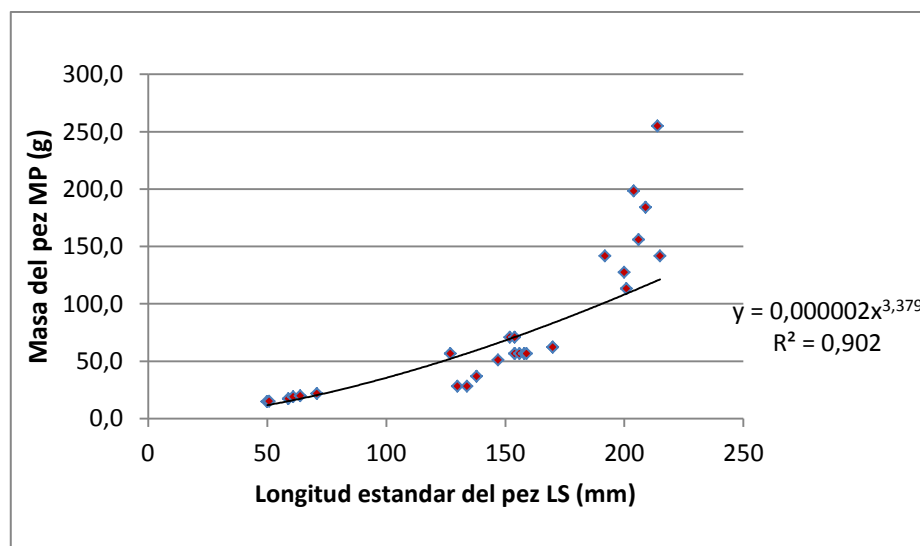


Figura 31. Relación entre la longitud estándar y masa del *Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,98; t=38,73; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,93; t=20,69; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,93; t=20,005 valorizándose como bueno las regresiones (**Figura 32 y 33; Tabla 15**).

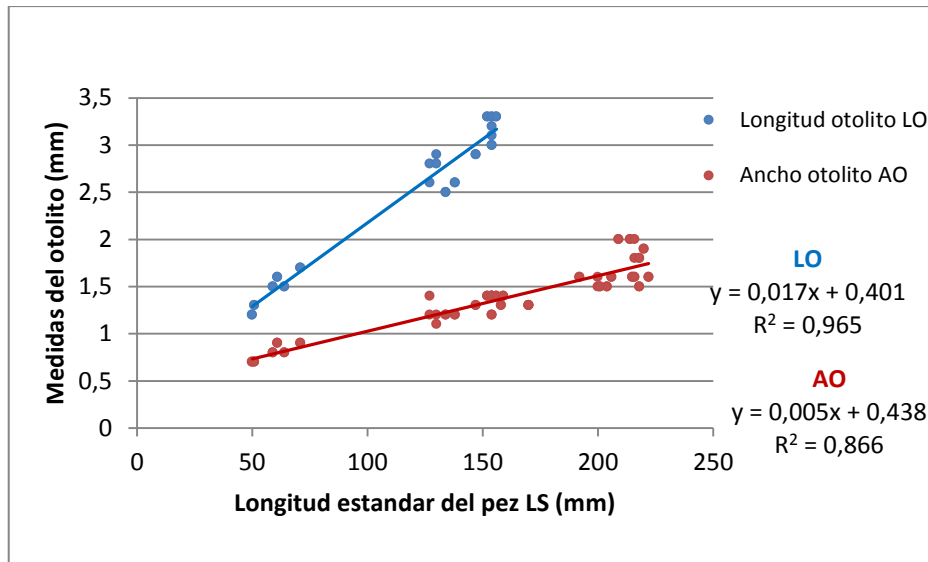


Figura 32. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda” versus longitud-ancho del otolito

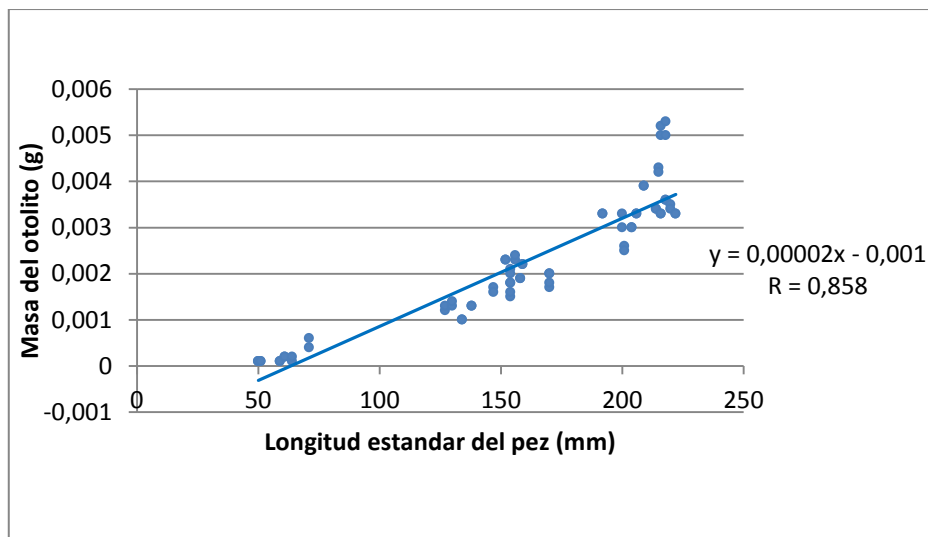


Figura 33. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda” versus masa del otolito.

Tabla 15. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Ophistonema libertate* “Pinchagua Redonda”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	68	0,401	0,017	0,98	38,730	1,99
Longitud estándar pez	Ancho otolito	68	0,866	0,005	0,93	20,691	
Longitud estándar pez	Masa otolito	68	-0,001	0,00002	0,93	20,005	

***Ophistonema medirrastre* “Pinchagua mediana”**

Se analizaron 20 ejemplares con una media de LS de 173,15 mm, en un rango de 154 -220 mm, una media de MP de 98,51 g y rango de 62,4 a 212,6 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-1,37; -1,83 y -1,79 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 16**).

Tabla 16. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de *Ophistonema medirrastre* “Pinchagua mediana”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	20	3,45	0,134	19	-1,37	2,093
LO Izquierdo	20	3,46	0,133			
AO Derecho	20	1,56	0,023	19	-1,83	
AO Izquierdo	20	1,58	0,022			
MO Derecho	20	0,00240	$4,5 \times 10^{-07}$	19	-1,79	
MO Izquierdo	20	0,00243	$4,5 \times 10^{-07}$			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un $R=0,92$ en machos y $R=0,87$ en hembras (**Figura 34**).

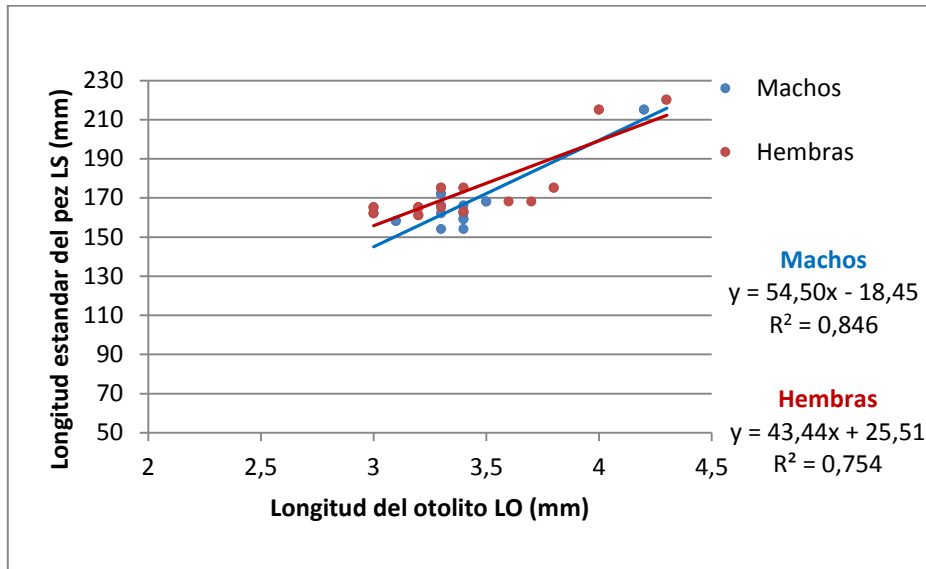


Figura 34. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Ophistonema medirraastre* “Pinchagua mediana” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = 0,21$; y LS en machos y hembras un $t = -1,04$ menores a t tabla (**Tabla 17**).

Tabla 17. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de *Ophistonema medirraastre* “Pinchagua mediana”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	3,1 - 4,2	16	3,425	0,103	38	-0,21	2,021
LO Hembras	3 - 4,3	24	3,45	0,156			
LS Machos	154 - 215	16	169,25	350,60	38	-1,04	
LS Hembras	161 - 220	24	175,75	389,24			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 46,86 LO + 11,33$; $R=0,87$ (Figura 35).

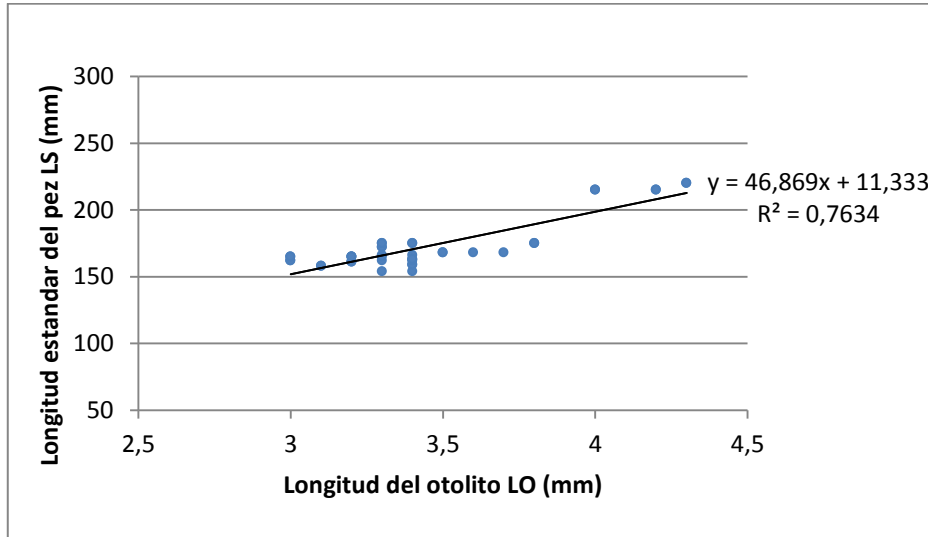


Figura 35. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Ophistonema medirrastrae* “Pinchagua mediana”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,000007 LS^{3,181}$, $R=0,95$ (Figura 36).

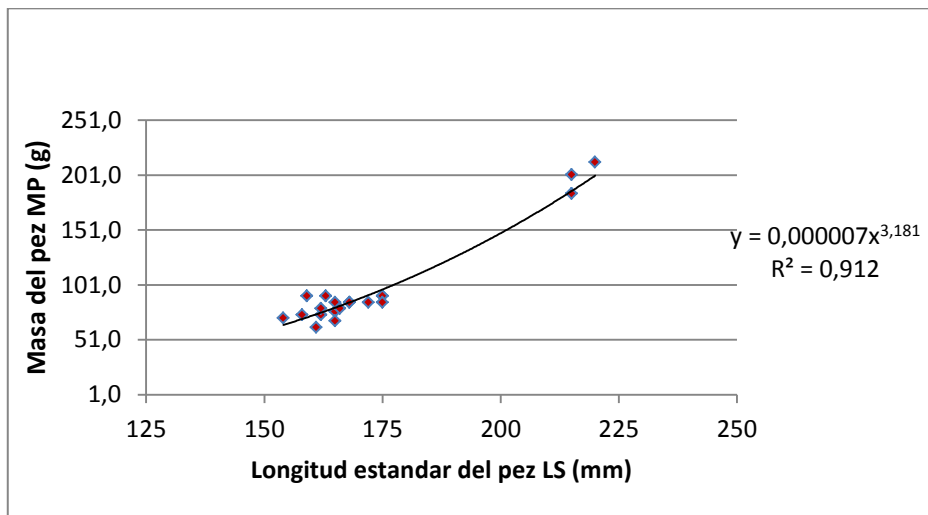


Figura 36. Relación entre la longitud estándar y masa del *Ophistonema medirrastrae* “Pinchagua mediana”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue $R=0,87$; $t=38,73$; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue $R=0,89$; $t=20,69$; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue $R=0,94$; $t=20,005$; valorizándose como bueno las tres regresiones (**Figura 37 y 38; Tabla 18**).

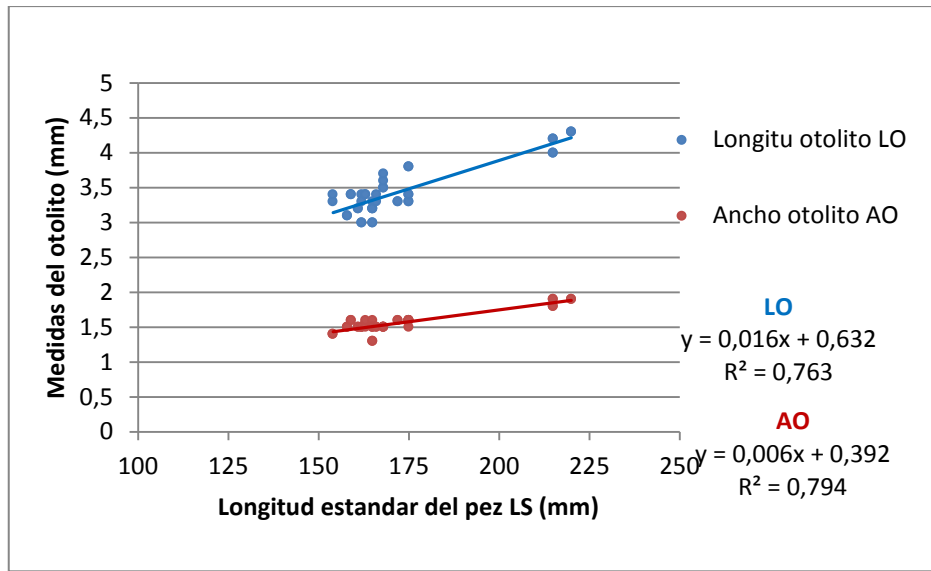


Figura 37. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Ophistonema medirrastre* “Pinchagua mediana” versus longitud-ancho del otolito

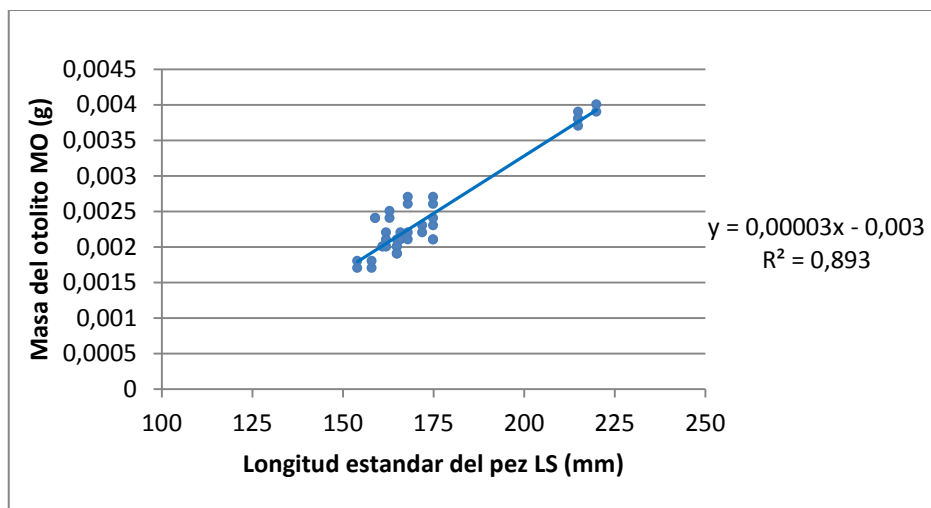


Figura 38. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Ophistonema medirrastre* “Pinchagua mediana” versus masa del otolito.

Tabla 18. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Ophistonema medirrastre* “Pinchagua mediana.

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	40	0,632	0,016	0,87	11,07	2,0211
Longitud estándar pez	Ancho otolito	40	0,392	0,006	0,89	12,10	
Longitud estándar pez	Masa otolito	40	-0,003	0,00003	0,94	17,87	

***Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada”**

Se analizaron 28 ejemplares con una media de LS de 113,48 mm, en un rango de 104 - 123 mm, una media de MP de 6,72 g y rango de 5,67 a 7,65 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-1,99; 1,44 y -1,30 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 19**).

Tabla 19. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de la *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	28	3,482	0,086	27	-1,99	2,0518
LO Izquierdo	28	3,500	0,090			
AO Derecho	28	1,543	0,014	27	1,44	
AO Izquierdo	28	1,536	0,015			
MO Derecho	28	0,00342	5,02x10-07	27	-1,30	
MO Izquierdo	28	0,00342	4,92x10-07			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R=0,86 en machos y R=0,91 en hembras (**Figura 39**).

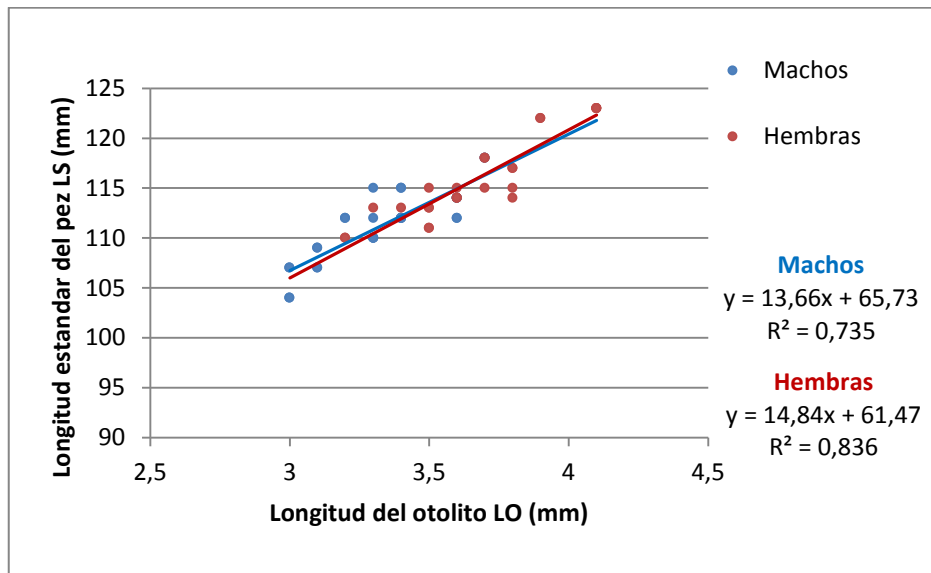


Figura 39. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar de la *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = -5,24$; y LS en machos y hembras un $t = -4,51$ menores a t tabla (**Tabla 20**).

Tabla 20. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de la *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	3 - 3,7	30	3,33	0,049	54	-5,24	2,008
LO Hembras	3,2 - 4,1	26	3,67	0,069			
LS Machos	104 - 118	30	111,30	12,493	54	-4,51	
LS Hembras	110 - 123	26	116,00	18,240			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 14,15 LO + 64,07$; $R=0,92$ (Figura 40).

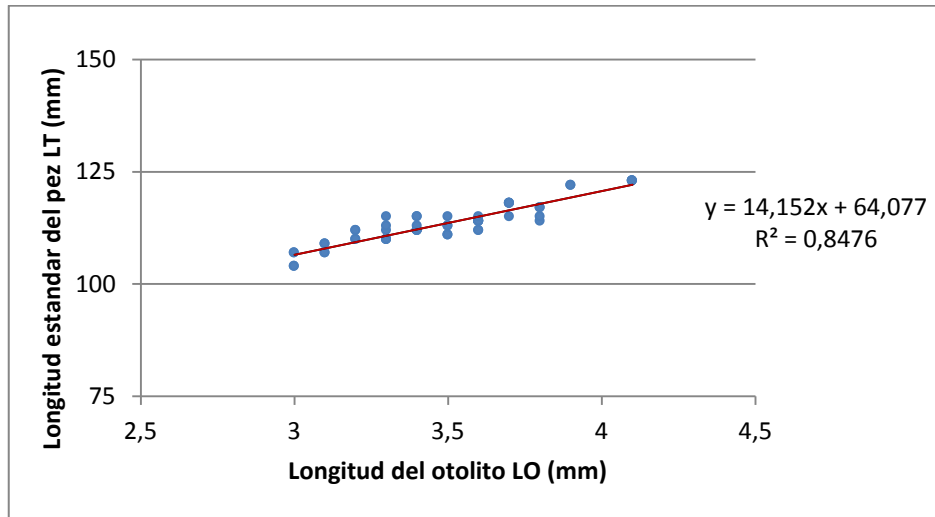


Figura 40. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar de la *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,0001 LS^{1,911}$, $R=0,9$ (Figura 41).

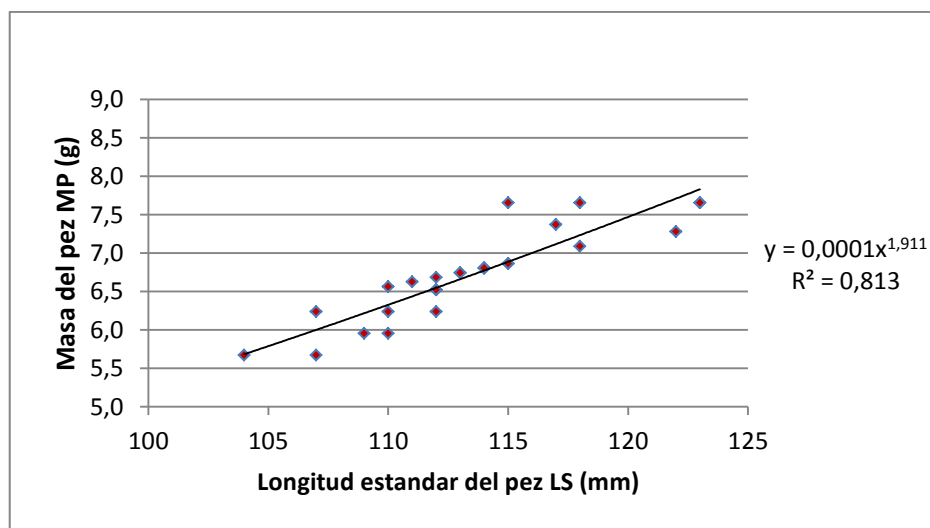


Figura 41. Relación entre la longitud estándar y masa de la *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue $R=0,92$; $t=17,33$; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue $R=0,61$; $t=5,61$; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue $R^2=0,74$; $t=8,62$; valorizándose como bueno las regresiones de longitud y masa, sin embargo en ancho es aceptable (**Figura 42 y 43; Tabla 21**).

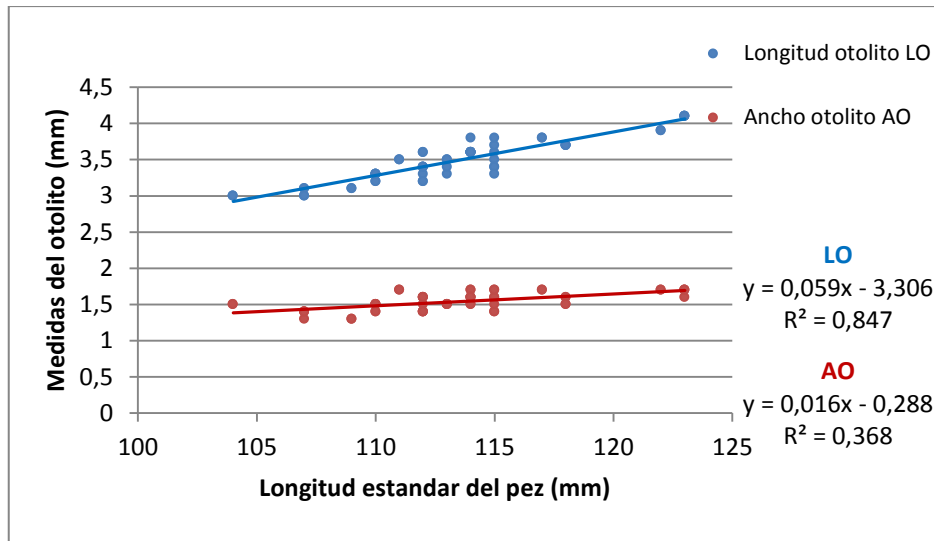


Figura 42. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar de la *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada” versus longitud-ancho del otolito

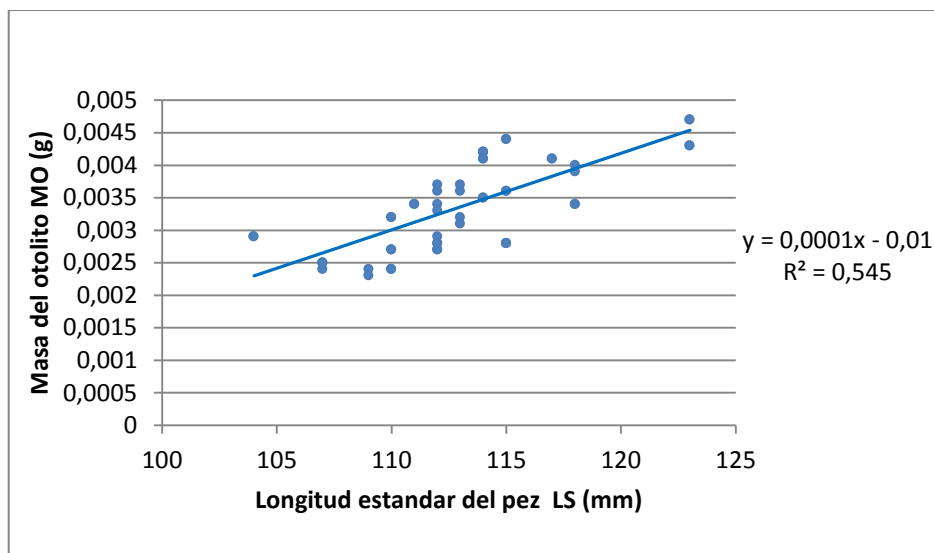


Figura 43. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar de la *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada” versus masa del otolito.

Tabla 21. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de la *Anchoa argentivitatta* “Anchoa plateada”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	56	-3,306	0,059	0,92	17,33	2,0003
Longitud estándar pez	Ancho otolito	56	-0,288	0,016	0,61	5,61	
Longitud estándar pez	Masa otolito	56	-0,01	0,0001	0,74	8,62	

***Anchoa exigua* “Anchoa fina”**

Se analizaron 19 ejemplares con una media de LS de 60,53 mm, en un rango de 51 - 71 mm, una media de MP de 3,29 g y rango de 2,4 – 5 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (1,37; 1,37 y 1,73 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 22**).

Tabla 22. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de la *Anchoa exigua* “Anchoa fina”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	19	2,05	0,083	18	1,37	2,1009
LO Izquierdo	19	2,03	0,069			
AO Derecho	19	1,21	0,012	18	1,37	
AO Izquierdo	19	1,19	0,008			
MO Derecho	19	0,00098	$1,01 \times 10^{-07}$	18	1,73	
MO Izquierdo	19	0,00096	$7,8 \times 10^{-08}$			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R = 0,84 en machos y R = 0,87 en hembras (**Figura 44**).

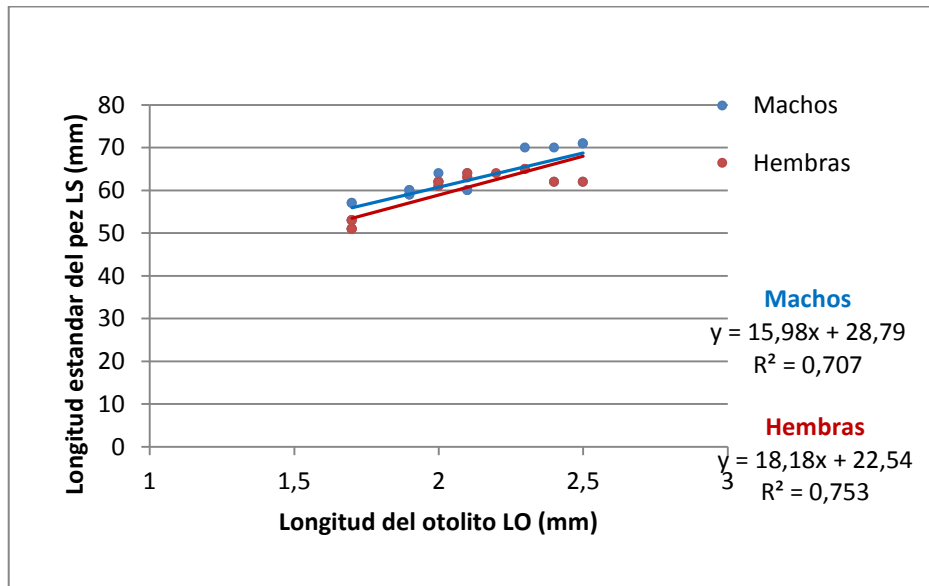


Figura 44. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar de la *Anchoa exigua* “Anchoa fina” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = 0,61$; y LS en machos y hembras un $t = 1,52$ menores a t tabla (**Tabla 23**).

Tabla 23. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de la *Anchoa exigua* “Anchoa fina”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	1,7 - 2,5	20	2,07	0,079	36	0,61	2,03
LO Hembras	1,7 - 2,5	18	2,01	0,070			
LS Machos	53 - 71	20	61,80	28,59	36	1,52	
LS Hembras	51 - 65	18	59,11	30,93			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 17,28 LO + 25,56$; $R=0,85$ (Figura 45).

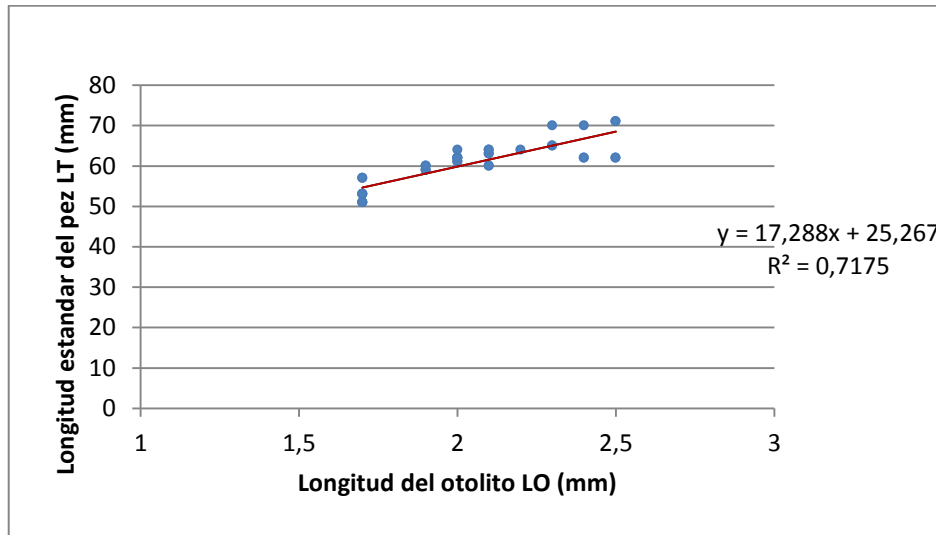


Figura 45. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar de la *Anchoa exigua* “Anchoa fina”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,0001 LS^{1,989}$, $R=0,82$ (Figura 46).

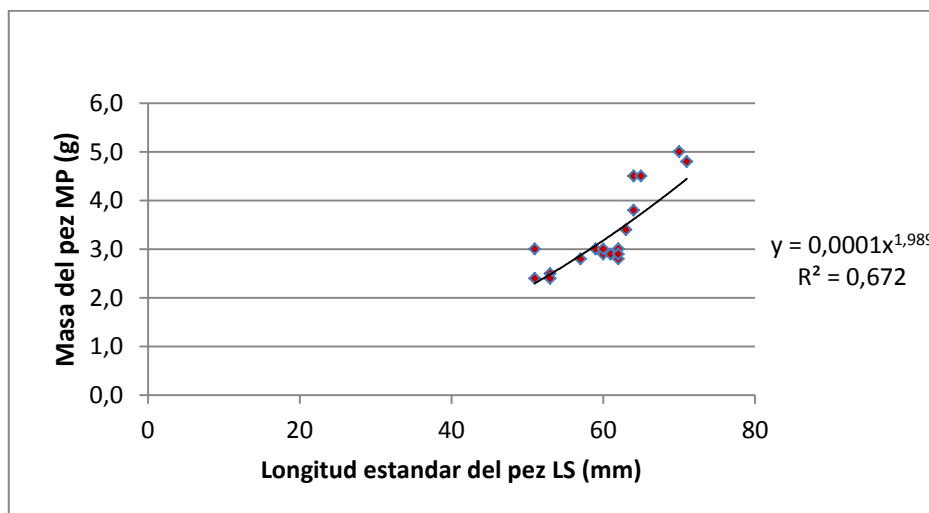


Figura 46. Relación entre la longitud estándar y masa de la *Anchoa exigua* “Anchoa fina”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,85; t=9,56; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,83; t=8,97; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,94; t=6,58 valorizándose como bueno las regresión (**Figura 47 y 48; Tabla 24**).

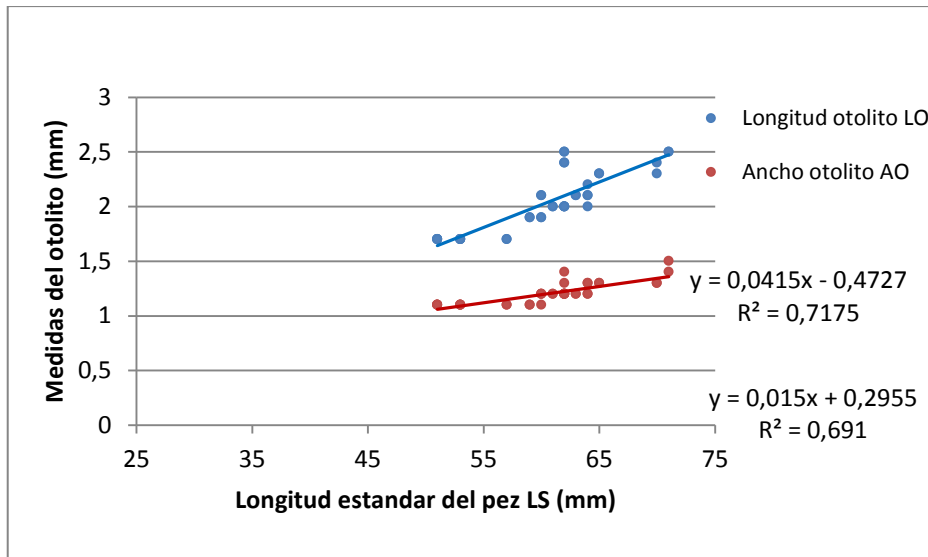


Figura 47. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar de la *Anchoa exigua* “Anchoa fina” versus longitud-ancho del otolito

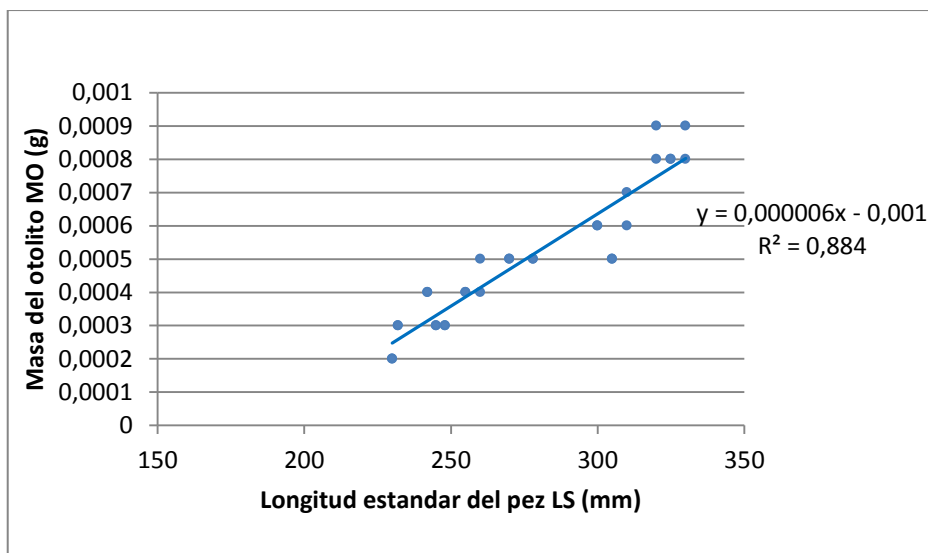


Figura 48. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar de la *Anchoa exigua* “Anchoa fina” versus masa del otolito.

Tabla 24. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de la *Anchoa exigua* “Anchoa fina”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	38	-0,472	0,041	0,85	9,56	2,021
Longitud estándar pez	Ancho otolito	38	0,295	0,015	0,83	8,97	
Longitud estándar pez	Masa otolito	38	-0,001	6×10^{-6}	0,94	6,58	

***Anchoa ischana* “Anchoa chicotera”**

Se analizaron 16 ejemplares con una media de LS de 57,75 mm, en un rango de 43 -73 mm, una media de MP de 3,36 g y rango de 2,8 a 4,3 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (0,44; 0,56 y -1 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 25**).

Tabla 25. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de la *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	16	2,39	0,1780	15	0,44	2,1314
LO Izquierdo	16	2,39	0,1686			
AO Derecho	16	1,35	0,0293	15	0,56	
AO Izquierdo	16	1,34	0,0293			
MO Derecho	16	0,00144	$4,3 \times 10^{-07}$	15	-1	
MO Izquierdo	16	0,00146	$4,2 \times 10^{-07}$			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R=0,93 en machos y R=0,92 en hembras (**Figura 49**).

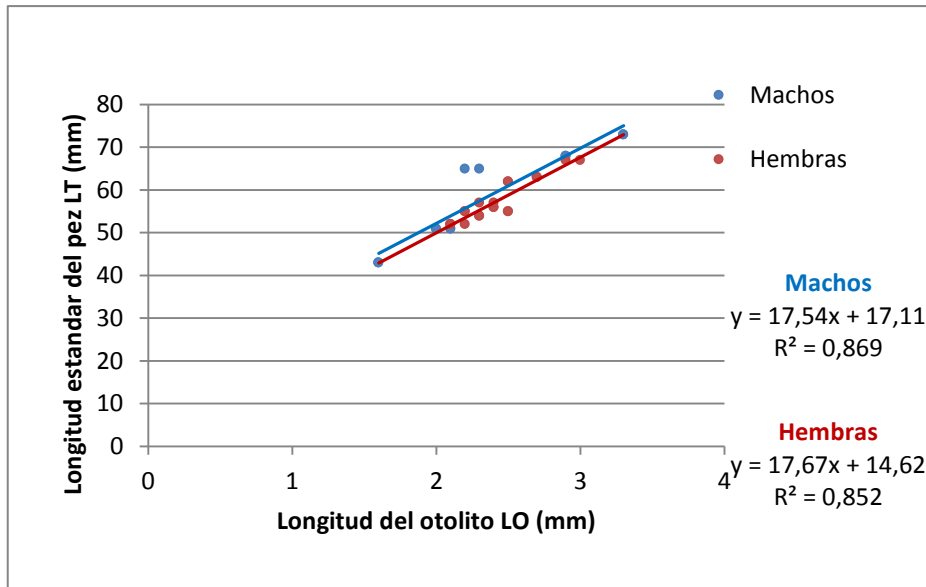


Figura 49. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar de la *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = 0,37$; y LS en machos y hembras un $t = 0,42$ menores a t tabla (**Tabla 26**).

Tabla 26. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de la *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	1,6 - 3,3	12	2,36	0,357	30	-0,37	2,0423
LO Hembras	2,1 - 3	20	2,42	0,066			
LS Machos	43 - 73	12	58,50	126,45	30	0,42	
LS Hembras	52 - 67	20	57,30	24,01			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 17,39 LO + 16,1$; $R=0,92$ (Figura 50).

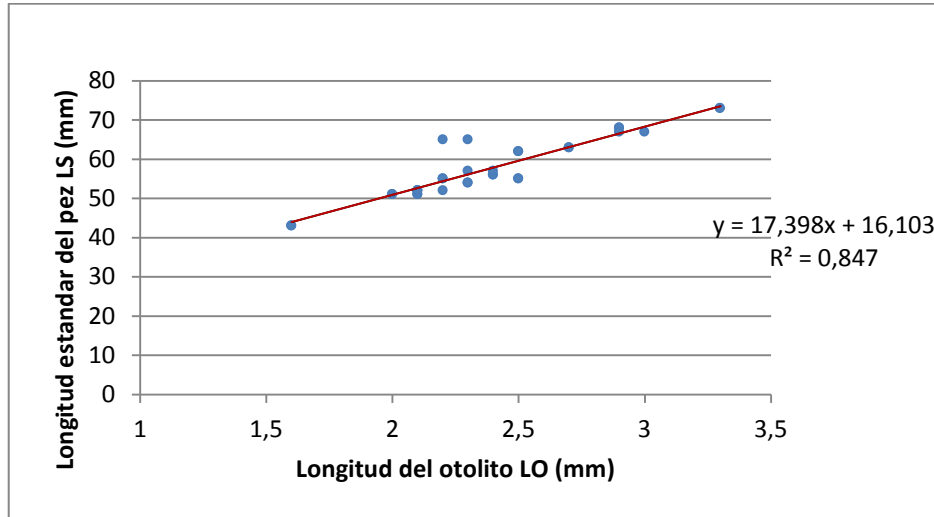


Figura 50. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar de la *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,001 LS^{1,819}$, $R=0,93$ (Figura 51).

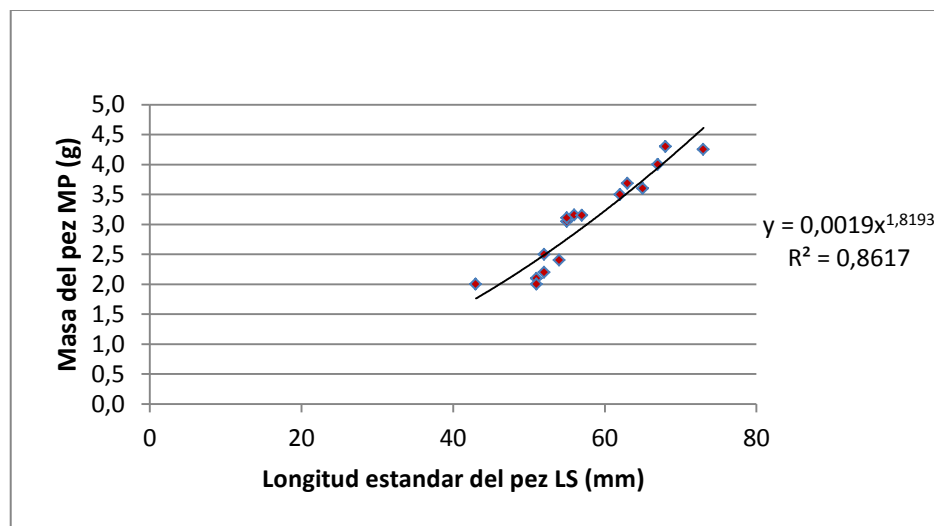


Figura 51. Relación entre la longitud estándar y masa de la *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue $R=0,92$; $t=12,89$; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue $R=0,95$; $t=16,97$; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue $R=0,87$; $t=9,86$ valorizándose como bueno las regresión (**Figura 52 y 53; Tabla 27**).

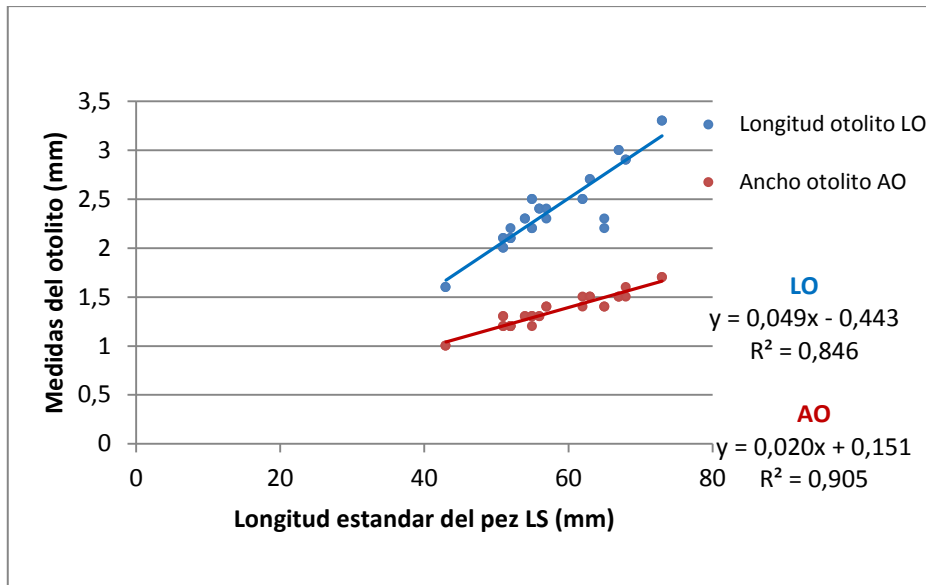


Figura 52. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar de la *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera” versus longitud-ancho del otolito

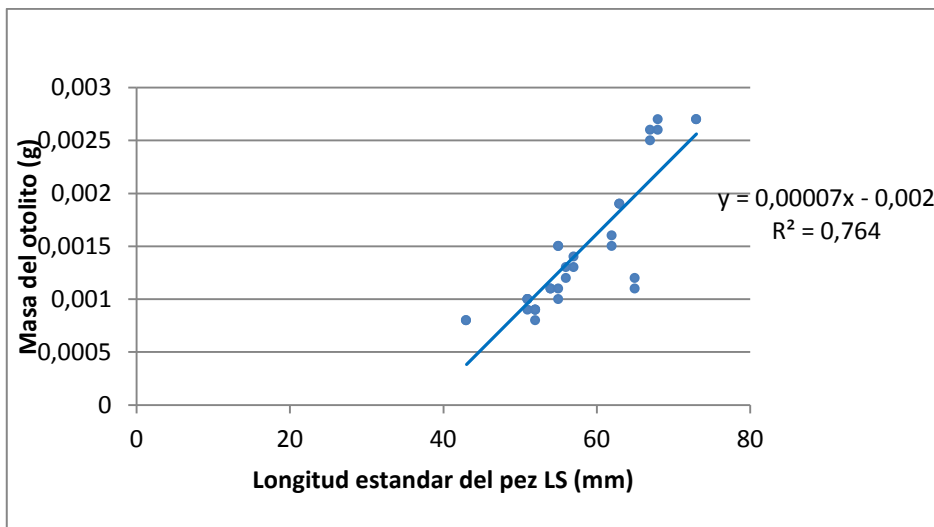


Figura 53. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar de la *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera” versus masa del otolito.

Tabla 27. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de la *Anchoa ischana* “Anchoa chicotera”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	32	-0,417	0,048	0,92	12,89	2,042
Longitud estándar pez	Ancho otolito	32	0,151	0,02	0,95	16,97	
Longitud estándar pez	Masa otolito	32	-0,002	0,00007	0,87	9,86	

***Anchoa nasus* “Anchoa trompuda**

Se analizaron 11 ejemplares con una media de LS de 120,64 mm, en un rango de 107 a 135 mm, una media de MP de 17,75 g y rango de 13 a 23 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (0,36; 1,17 y 0,49 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 28**).

Tabla 28. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos de la *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	11	3,78	0,0556	10	0,36	2,2281
LO Izquierdo	11	3,77	0,0562			
AO Derecho	11	1,81	0,0589	10	1,17	
AO Izquierdo	11	1,76	0,0525			
MO Derecho	11	0,00405	5,5x10-08	10	0,49	
MO Izquierdo	11	0,00403	4,02x10-08			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R=0,81 en machos y R=0,91 en hembras (**Figura 54**).

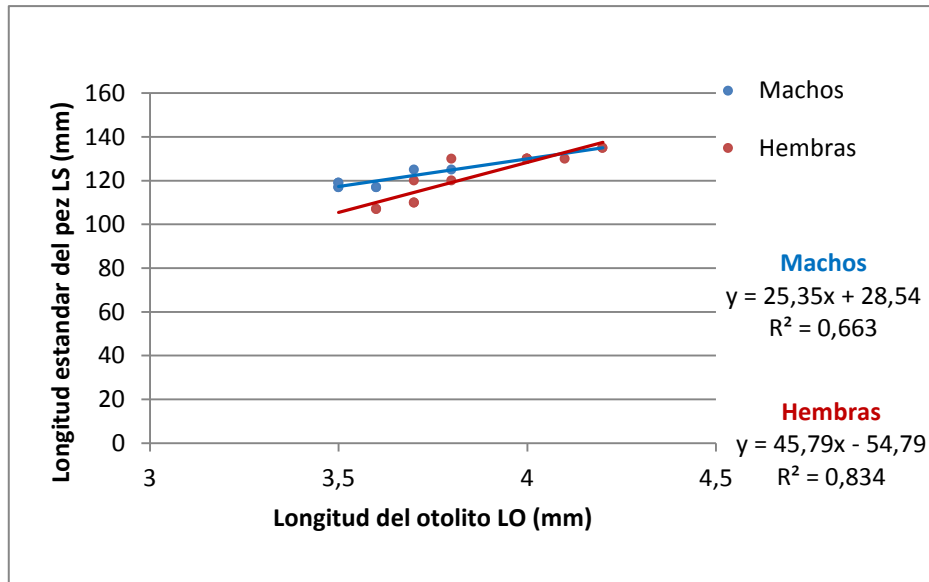


Figura 54. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar de la *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = -3,69$; y LS en machos y hembras un $t = 0,94$ menores a t tabla (**Tabla 29**).

Tabla 29. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras de la *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	3,5 - 3,8	8	3,59	0,01	20	-3,69	2,086
LO Hembras	3,6 - 4,2	14	3,89	0,04			
LS Machos	117 - 125	8	119,50	12,29	20	-0,94	
LS Hembras	107 - 135	14	123,14	111,52			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 30,58 LO + 6,305$; $R=0,81$ (Figura 55).

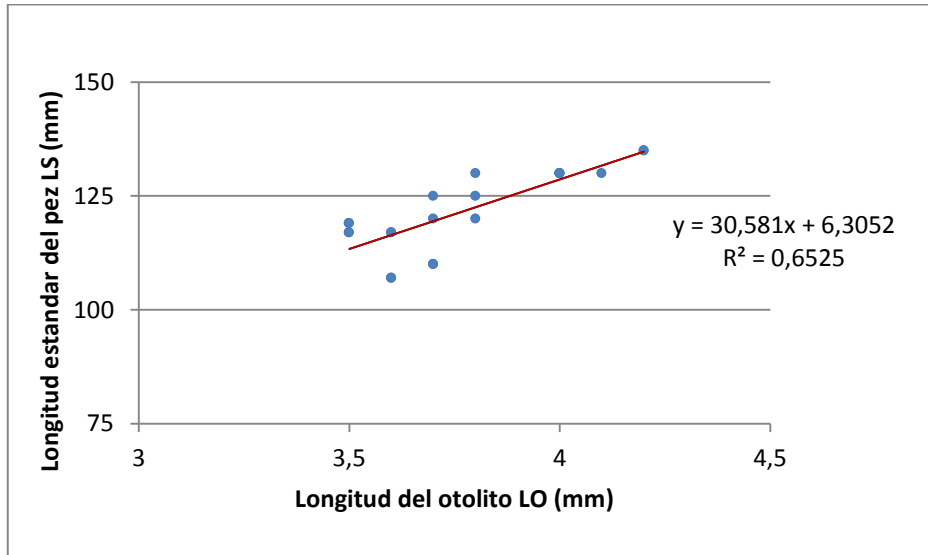


Figura 55. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar de la *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,00003 LS^{2,759}$, $R=0,91$ (Figura 56).

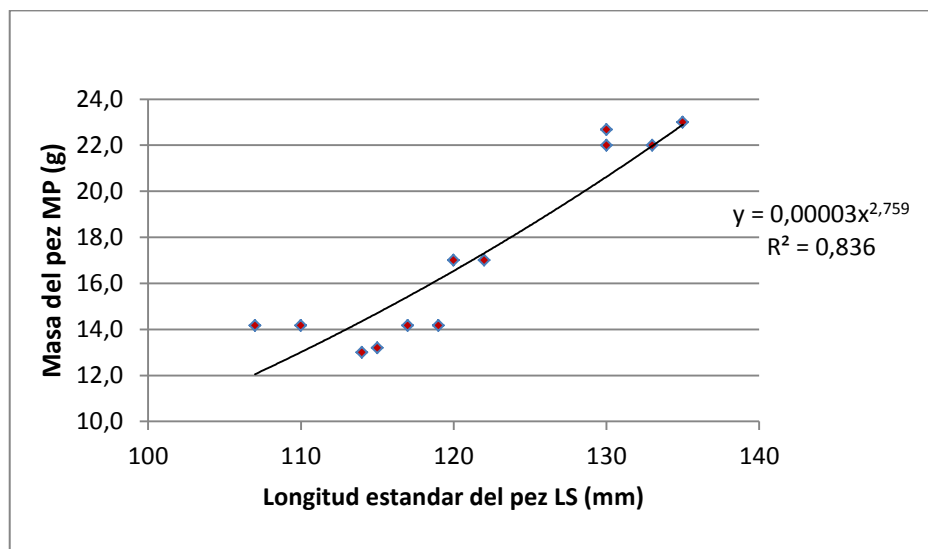


Figura 56. Relación entre la longitud estándar y masa de la *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,81; t=6,13; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,88; t=8,24; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,77; t=4,93 valorizándose como bueno las tres regresiones (**Figura 57 y 58; Tabla 30**).

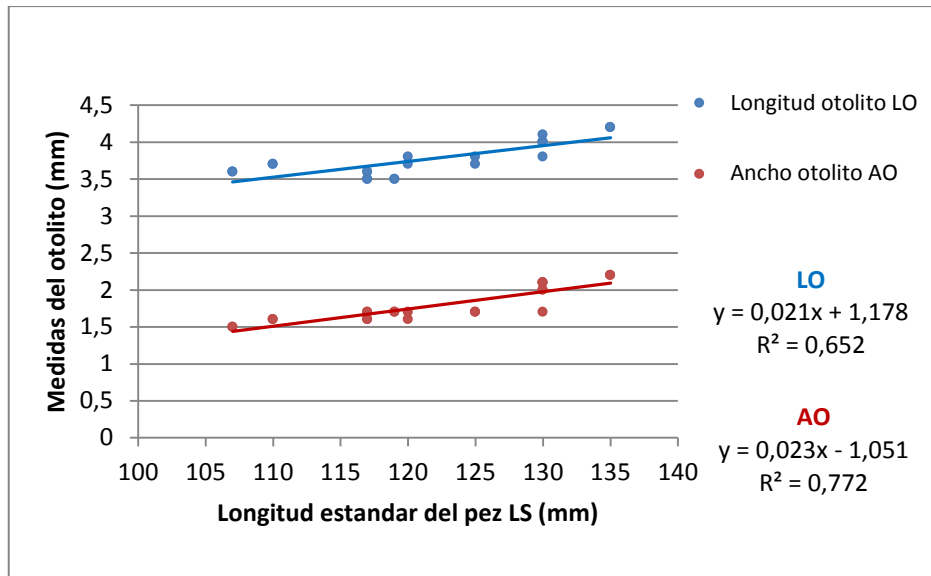


Figura 57. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar de la *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda” versus longitud-ancho del otolito

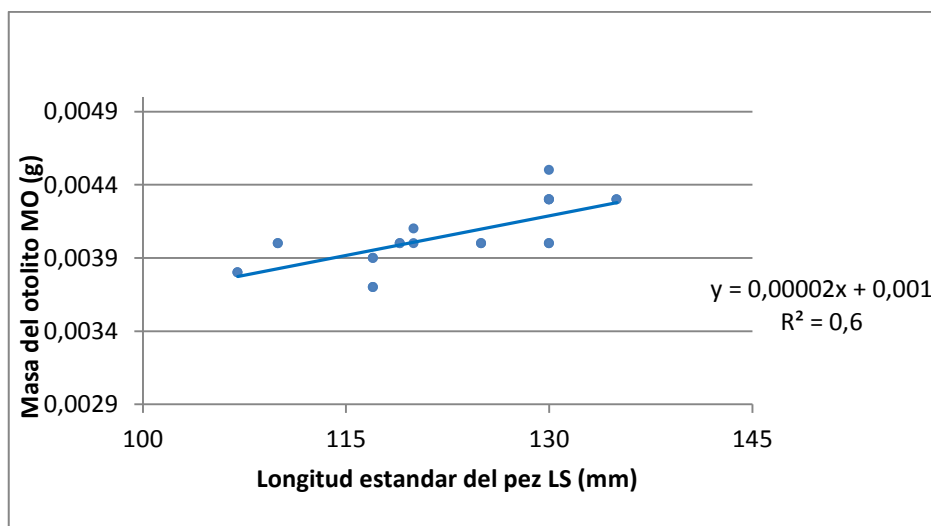


Figura 58. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar de la *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda” versus masa del otolito.

Tabla 30. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito de la *Anchoa nasus* “Anchoa trompuda”.

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	22	1,178	0,021	0,81	6,13	2,0796
Longitud estándar pez	Ancho otolito	22	-1,051	0,023	0,88	8,24	
Longitud estándar pez	Masa otolito	22	0,001	0,00002	0,77	4,93	

Mugil cephalus “Lisa”

Se analizaron 17 ejemplares con una media de LS de 135,41 mm, en un rango de 108 a 388 mm, una media de MP de 278,16 g y rango de 22,7 a 652,04 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-0,9; -6,9 y -6,1 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 31**).

Tabla 31. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del *Mugil cephalus* “Lisa”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	17	6,971	2,588	16	-0,9	2,1199
LO Izquierdo	17	7,000	2,531			
AO Derecho	17	2,047	0,023	16	-6,9	
AO Izquierdo	17	3,224	0,412			
MO Derecho	17	0,005	$4,9 \times 10^{-07}$	16	-6,1	
MO Izquierdo	17	0,037	$4,7 \times 10^{-04}$			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un $R=0,99$ en machos y $R=0,83$ en hembras (**Figura 59**).

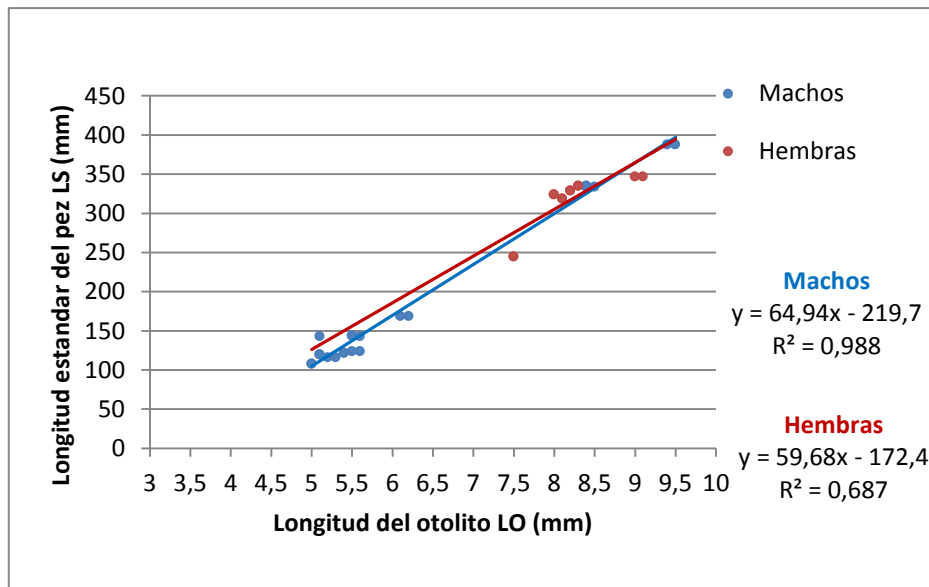


Figura 59. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Mugil cephalus* “Lisa” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = -3,97$; y LS en machos y hembras un $t = -4,06$ menores a t tabla (**Tabla 32**).

Tabla 32. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del *Mugil cephalus* “Lisa”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	5 - 9,5	22	6,327273	2,4944589	32	-3,97	2,042
LO Hembras	7,5 - 9,1	12	8,191667	0,2317424		-4,06	
LS Machos	108 - 388	22	191,1818	10647,203	32	-4,06	
LS Hembras	245 - 347	12	316,5	1200,6364		-4,06	

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 65,53 LO - 222,3$; $R=0,99$ (Figura 60).

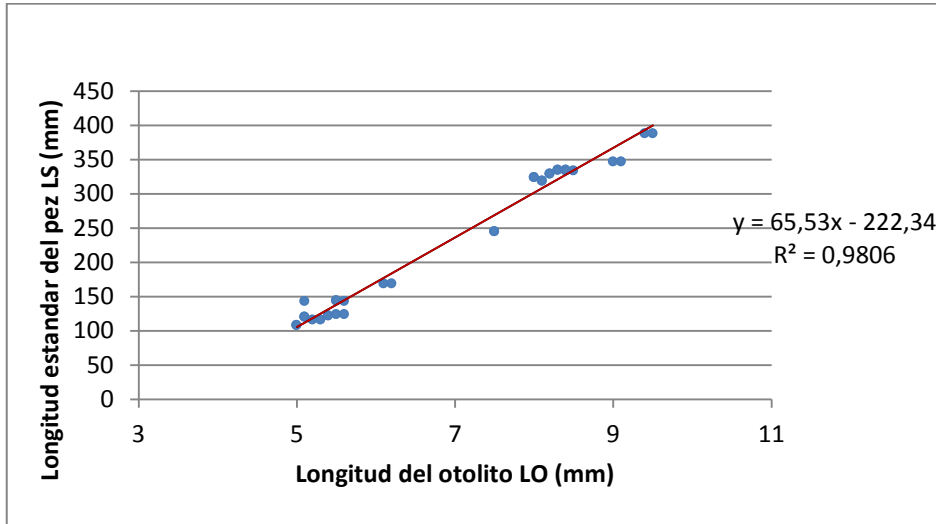


Figura 60. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Mugil cephalus* “Lisa”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,00003 LS^{2,842}$, $R=0,99$ (Figura 61).

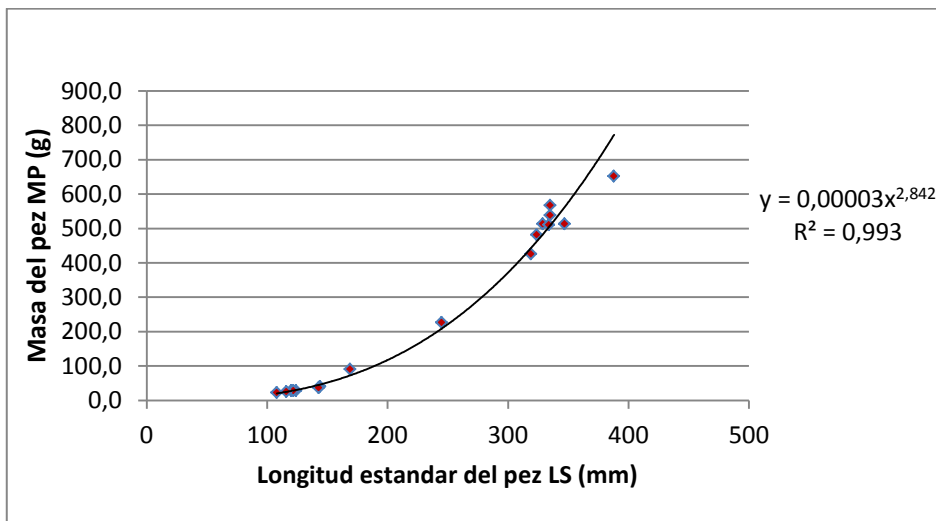


Figura 61. Relación entre la longitud estándar y masa del *Mugil cephalus* “Lisa”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,99; t=40,25; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,93; t=14,67; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,96; t=18,84 valorizándose como bueno las tres regresiones evaluadas (Figura 62 y 63; Tabla 33).

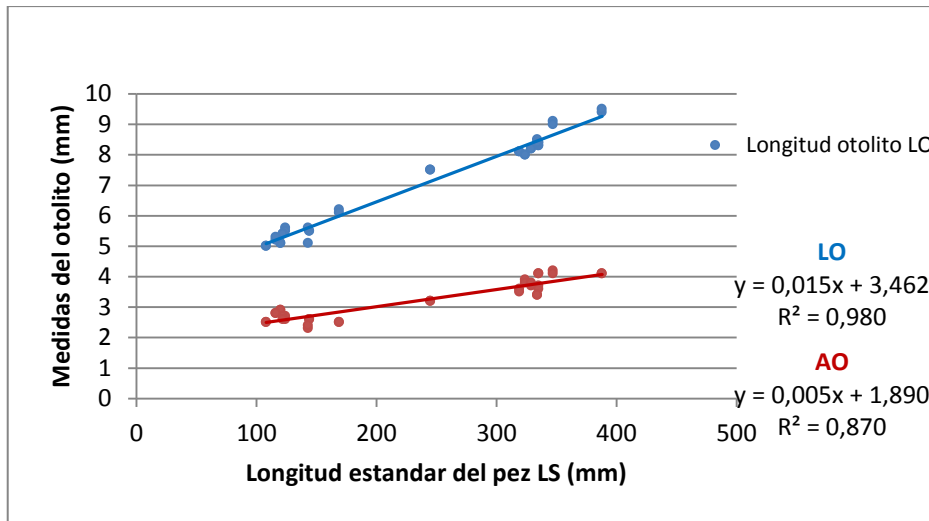


Figura 62. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Mugil cephalus* “Lisa” versus longitud-ancho del otolito

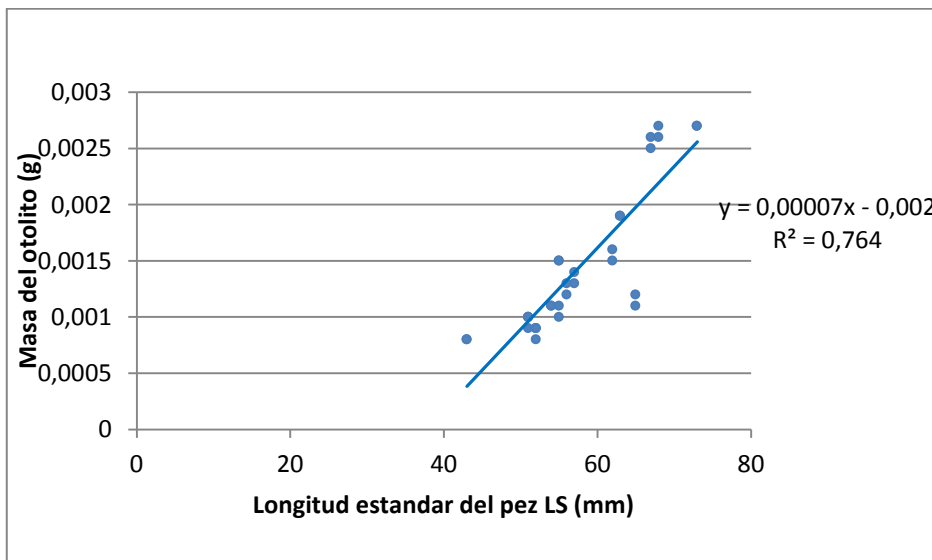


Figura 63. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Mugil cephalus* “Lisa” versus masa del otolito.

Tabla 33. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Mugil cephalus* “Lisa”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	34	3,462	0,015	0,99	40,25	2,042
Longitud estándar pez	Ancho otolito	34	1,89	0,005	0,93	14,67	
Longitud estándar pez	Masa otolito	34	-0,009	0,0001	0,96	18,84	

***Auxi rochei* “Botella”**

Se analizaron 15 ejemplares con una media de LS de 272,33 mm, en un rango de 241 a 311 mm, una media de MP de 369,3 g y rango de 209 a 567 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-0,56; -0,82 y -0,69 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 34**).

Tabla 34. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del *Auxi rochei* “Botella”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	15	2,63	0,178	14	-0,56	2,1448
LO Izquierdo	15	2,65	0,153			
AO Derecho	15	0,84	0,073	14	-0,82	
AO Izquierdo	15	0,86	0,060			
MO Derecho	15	0,00047	1,5x10-08	14	-0,69	
MO Izquierdo	15	0,00048	1,2x10-08			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R=0,98 en machos y R=0,95 en hembras (**Figura 64**).

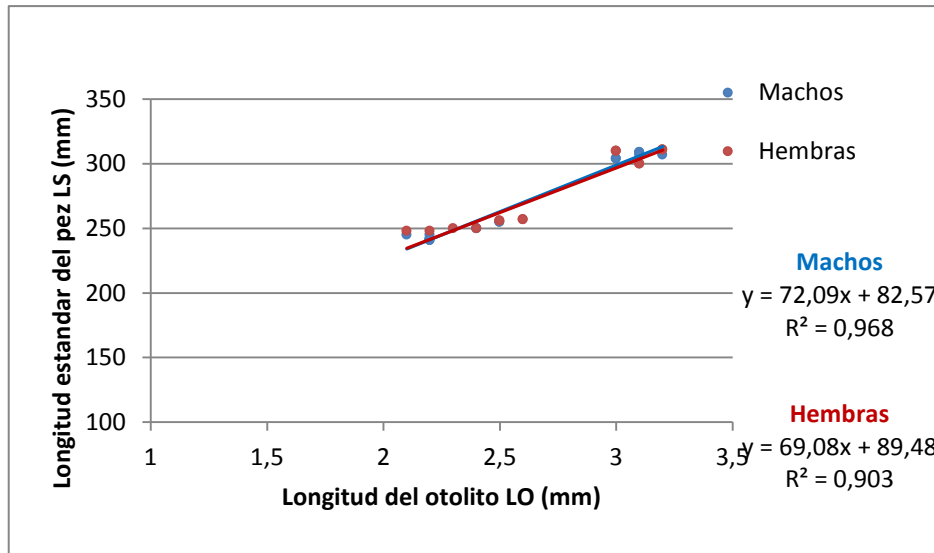


Figura 64. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Auxi rochei* “Botella” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = -0,76$; y LS en machos y hembras un $t = -0,64$ menores a t tabla (**Tabla 35**).

Tabla 35. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del *Auxi rochei* “Botella”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	2,1 - 3,2	16	2,59	0,17	28	-0,76	2,0484
LO Hembras	2,1 - 3,2	14	2,70	0,15			
LS Machos	241 - 309	16	269,13	921,98	28	-0,64	
LS Hembras	248 - 311	14	276,00	796,62			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 70,59 LO + 85,96$; $R=0,97$ (Figura 65).

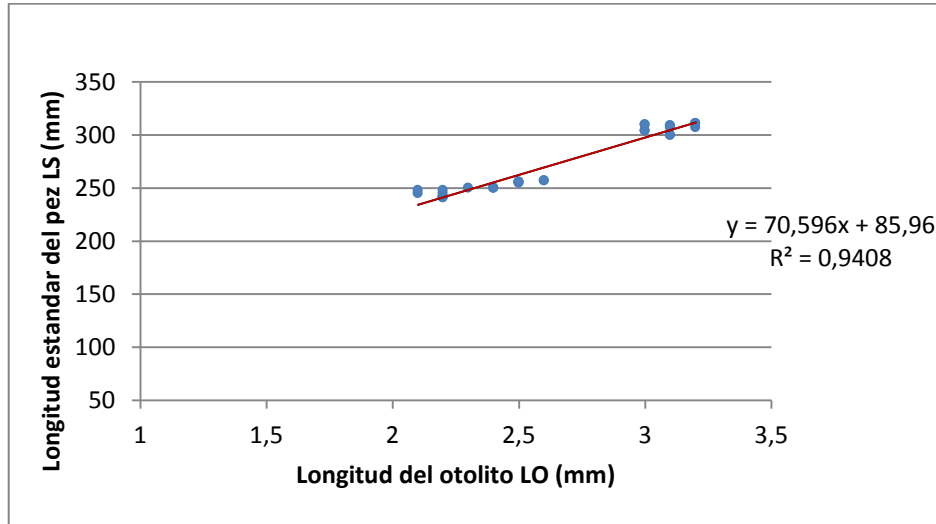


Figura 65. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Auxis rochei* “Botella”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,000002 LS^{3,429}$, $R=0,95$ (Figura 66).

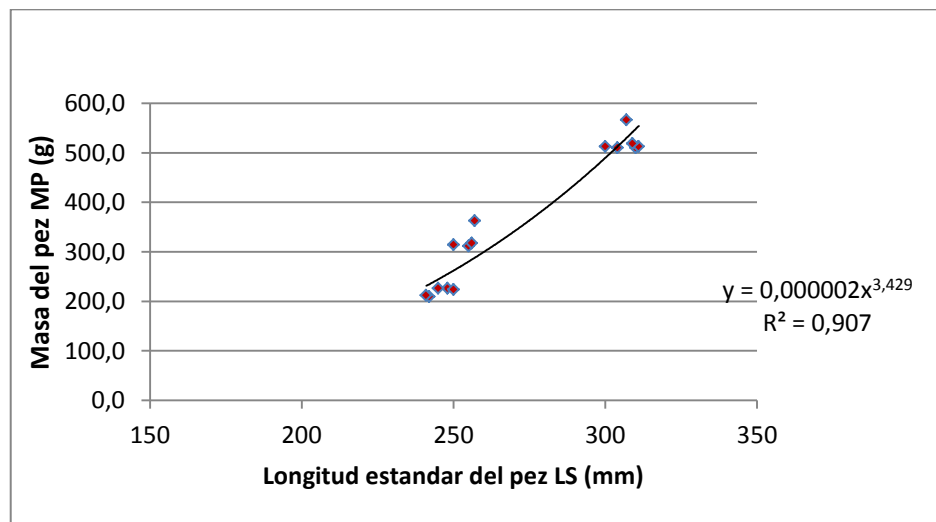


Figura 66. Relación entre la longitud estándar y masa del *Auxis rochei* “Botella”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue $R=0,97$; $t=21,09$; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue $R=0,84$; $t=8,35$; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue $R=0,75$; $t=6,03$ valorizándose como bueno las tres regresiones (**Figura 67 y 68; Tabla 36**).

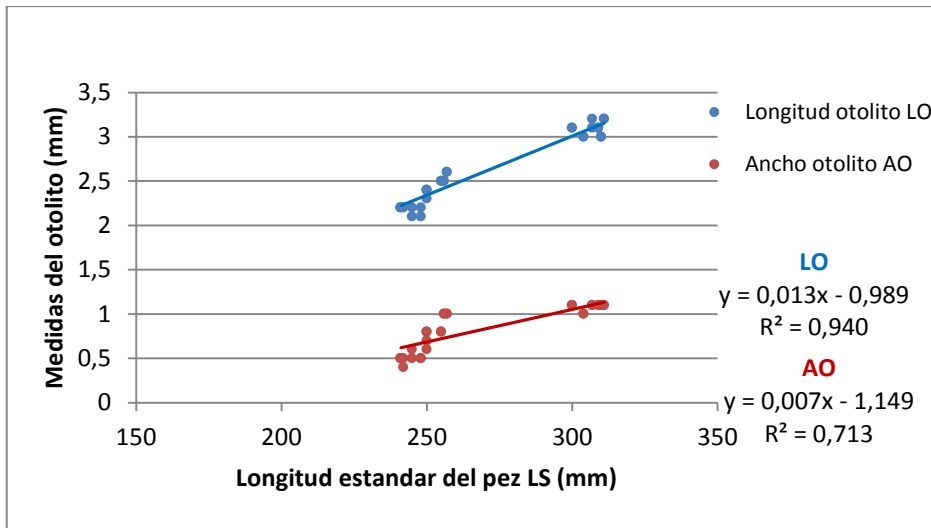


Figura 67. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Auxi rochei* “Botella” versus longitud-ancho del otolito

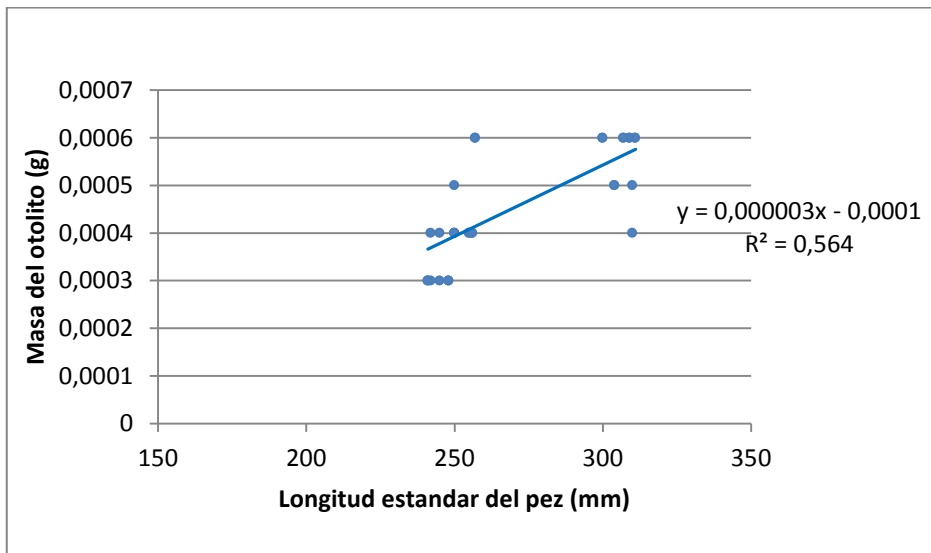


Figura 68. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Auxi rochei* “Botella” versus masa del otolito.

Tabla 36. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Auxi rochei* “Botella”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	30	-0,989	0,013	0,97	21,09	2,0452
Longitud estándar pez	Ancho otolito	30	-1,149	0,007	0,84	8,35	
Longitud estándar pez	Masa otolito	30	-0,0001	0,000003	0,75	6,03	

***Scomber japonicus* “Macarela”**

Se analizaron 18 ejemplares con una media de LS de 244 mm, en un rango de 194 a 294 mm, una media de MP de 217,03 g y rango de 107,8 a 368,5 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-0,72; -0,62 y 0,37 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 37**).

Tabla 37. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del *Scomber japonicus* “Macarela”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	18	4,356	0,2226	17	-0,72	2,1098
LO Izquierdo	18	4,372	0,2327			
AO Derecho	18	1,783	0,0321	17	-0,62	
AO Izquierdo	18	1,794	0,0335			
MO Derecho	18	3,28x10 ⁻³	0,0033	17	0,37	
MO Izquierdo	18	3,28x10 ⁻³	8,7x10 ⁻⁷			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R=0,89 en machos y R=0,89 en hembras (**Figura 69**).

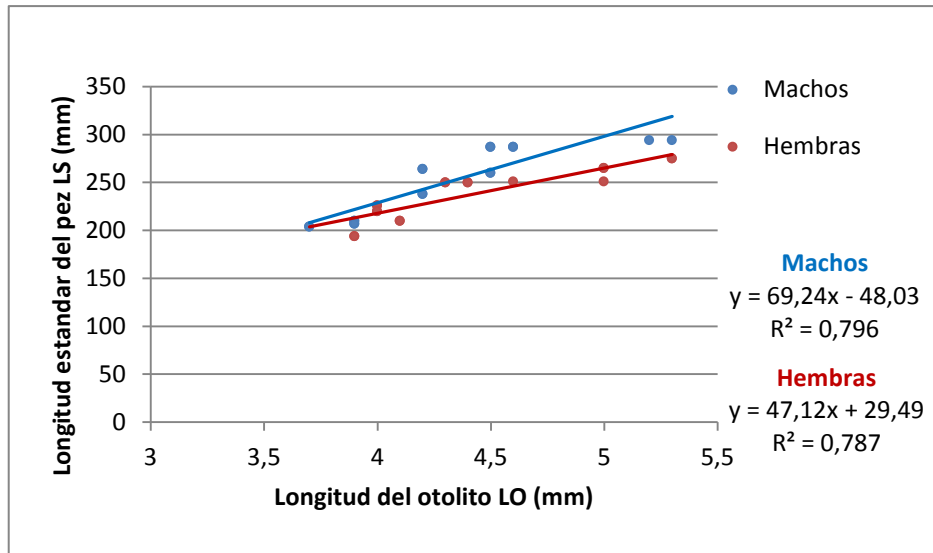


Figura 69. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Scomber japonicus* “Macarela” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = -0,74$; y LS en machos y hembras un $t = 1,18$ menores a t tabla (**Tabla 38**).

Tabla 38. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del *Scomber japonicus* “Macarela”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	3,7 - 5,3	18	4,31	0,21	34	-0,74	2,042
LO Hembras	3,3 - 5,3	18	4,42	0,24			
LS Machos	204 - 294	18	250,11	1256,34	34	1,18	
LS Hembras	194 - 275	18	237,89	675,63			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 65,53 LO - 222,3$; $R=0,99$ (Figura 70).

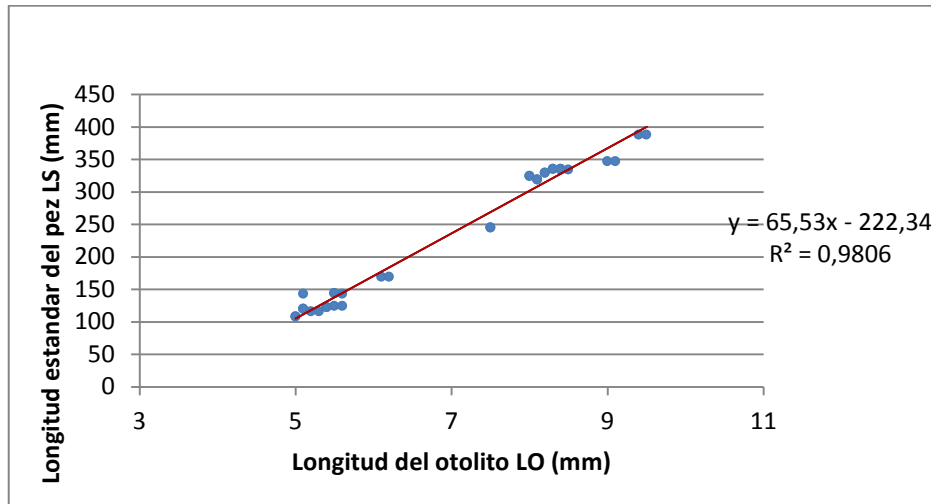


Figura 70. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Scomber japonicus* “Macarela”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,000004 LS^{3,238}$, $R=0,96$ (Figura 71).

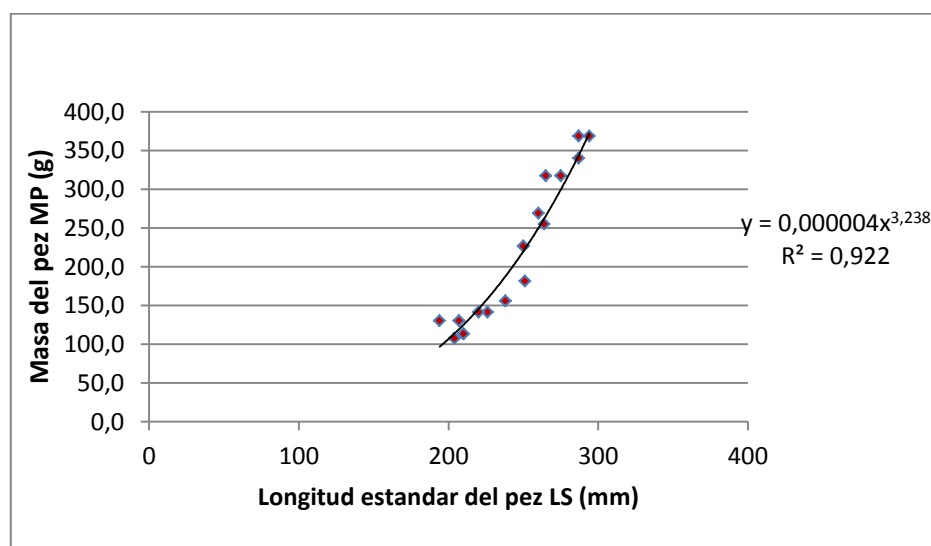


Figura 71. Relación entre la longitud estándar y masa del *Scomber japonicus* “Macarela”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,82; t=8,53; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,58; t=4,21; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,88; t=11,05; valorizándose como bueno las regresiones de longitud y masa, no obstante en el ancho considerándose aceptable (Figura 72 y 73; Tabla 39).

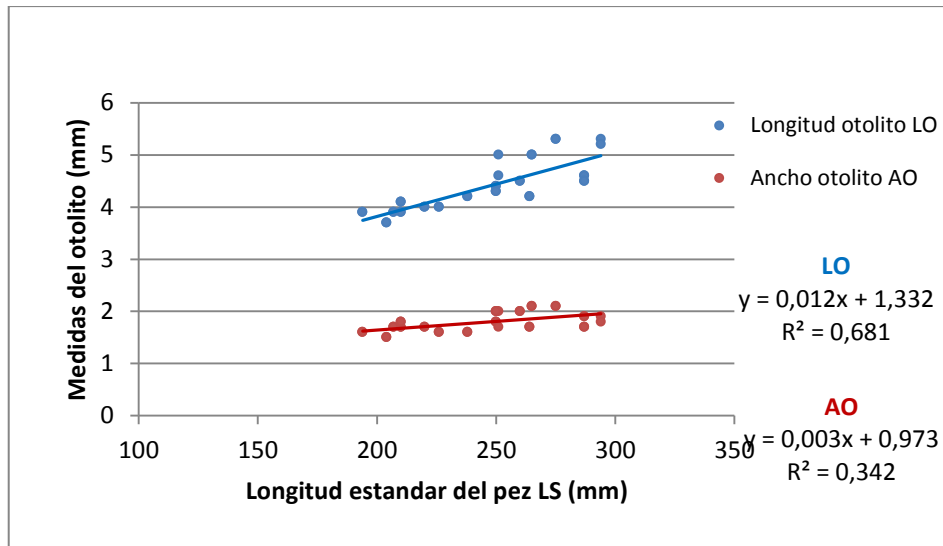


Figura 72. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Scomber japonicus* “Macarela” versus longitud-ancho del otolito

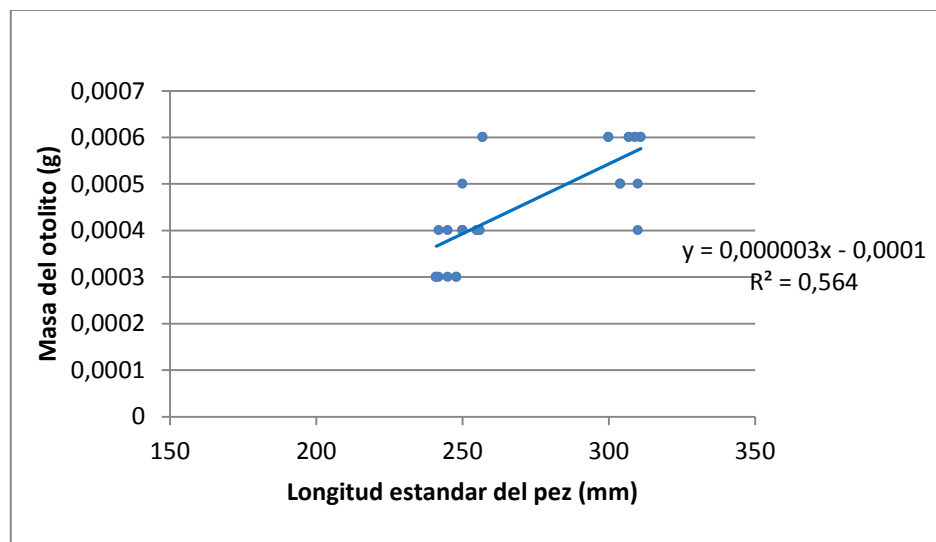


Figura 73. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Scomber japonicus* “Macarela” versus masa del otolito.

Tabla 39. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Scomber japonicus* “Macarela”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	36	1,332	0,012	0,82	8,53	2,03
Longitud estándar pez	Ancho otolito	36	0,973	0,003	0,58	4,21	
Longitud estándar pez	Masa otolito	36	-0,003	0,00003	0,88	11,05	

***Scomberomorus sierra* “Sierra”**

Se analizaron 12 ejemplares con una media de LS de 352,08 mm, en un rango de 300 a 400 mm, una media de MP de 309,21 g y rango de 283,5 a 340,2 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-0,72; -0,62 y 0,37 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 40**).

Tabla 40. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del *Scomberomorus sierra* “Sierra”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	12	6,492	0,052	17	-0,72	2,1098
LO Izquierdo	12	6,467	0,050			
AO Derecho	12	2,617	0,007	17	-0,62	
AO Izquierdo	12	2,608	0,008			
MO Derecho	12	0,0083	1,31x10 ⁻⁰⁷	17	0,37	
MO Izquierdo	12	0,0082	1,64x10 ⁻⁰⁷			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS) se obtuvo un R^2 (coeficiente de determinación) de $R=0,87$ en machos y $R=0,97$ en hembras (**Figura 74**).

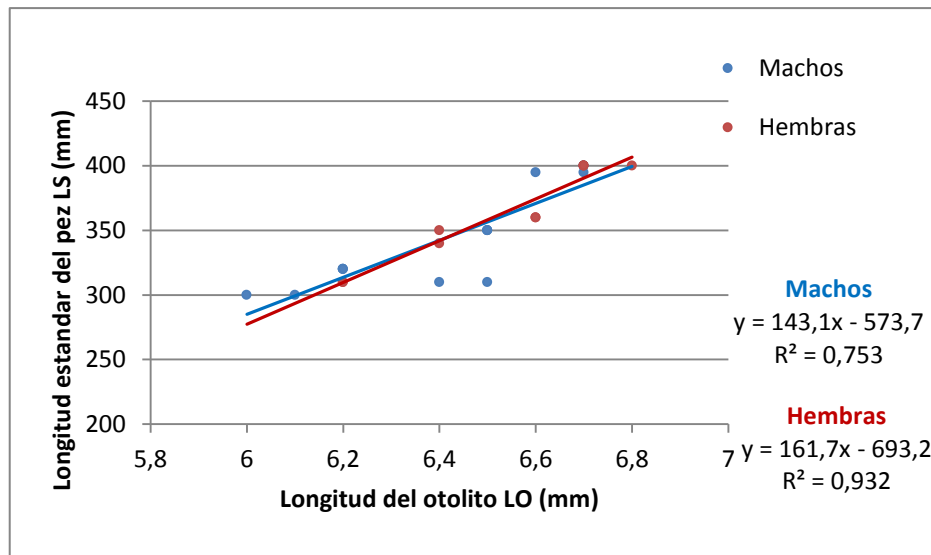


Figura 74. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Scomberomorus sierra* “Sierra” machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t=-1,23$; y LS en machos y hembras un $t=-1,2$ menores a t tabla (**Tabla 41**).

Tabla 41. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del *Scomberomorus sierra* “Sierra”

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	6 - 6,7	14	6,41	0,06	22	-1,23	2,0739
LO Hembras	6,2 - 6,8	10	6,53	0,05			
LS Machos	300 - 400	14	344,29	1499,45	22	-1,20	
LS Hembras	310 - 400	10	363,00	1312,22			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 150,7 LO - 622,2$; $R=0,91$ (Figura 75).

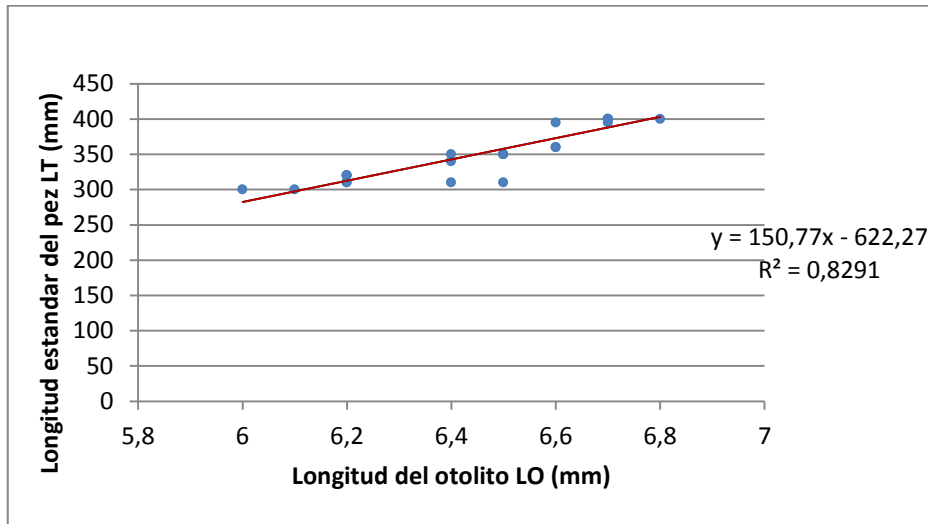


Figura 75. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Scomberomorus sierra* “Sierra”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,006 LS^{1,825}$, $R=0,94$ (Figura 76).

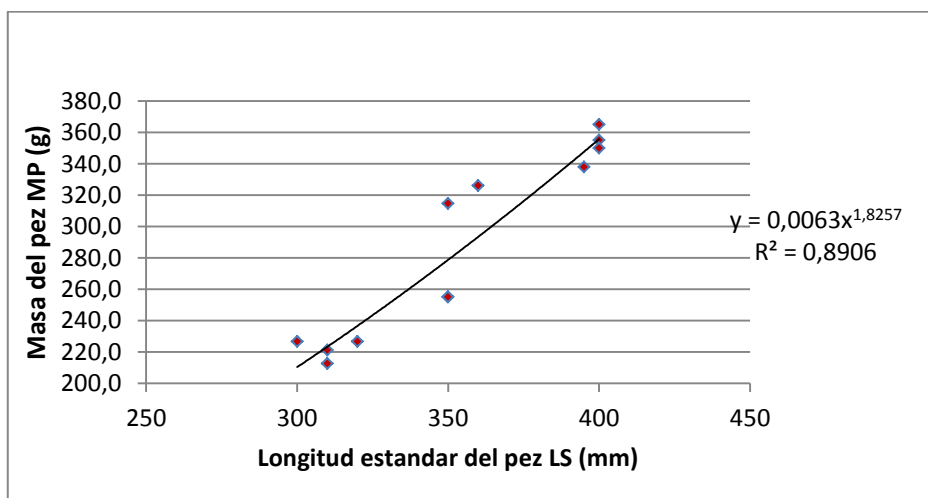


Figura 76. Relación entre la longitud estándar y masa del *Scomberomorus sierra* “Sierra”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,91; t=10,33; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,75; t=5,3; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,89; t=9,32 valorizándose como bueno las tres regresiones evaluadas (**Figura 77 y 78; Tabla 42**).

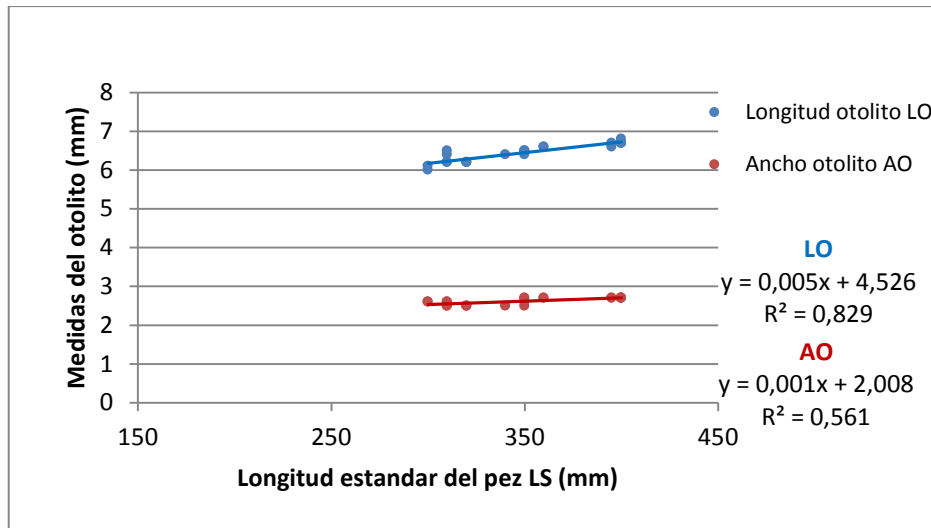


Figura 77. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Scomberomorus sierra* “Sierra” versus longitud-ancho del otolito

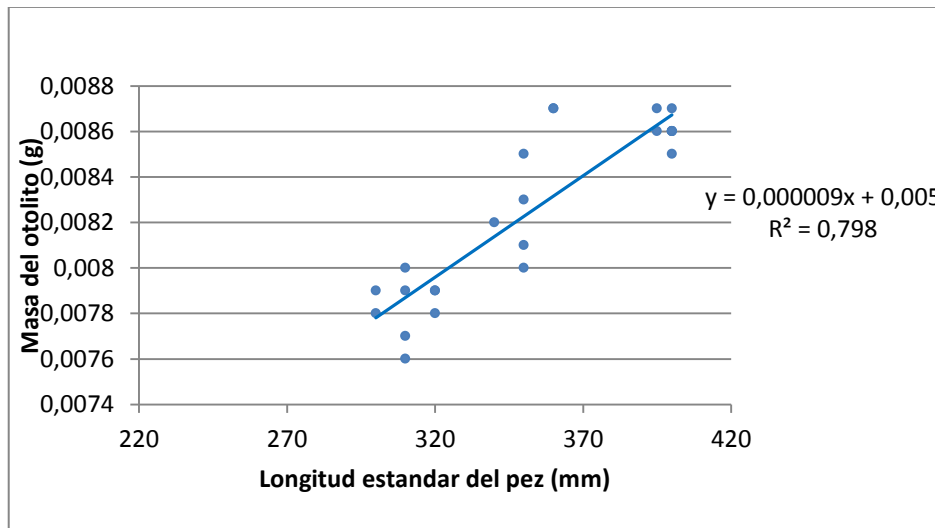


Figura 78. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Scomberomorus sierra* “Sierra” versus masa del otolito.

Tabla 42. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Scomberomorus sierra* “Sierra”

Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R ²	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	24	4,526	0,005	0,91	10,33	2,0687
Longitud estándar pez	Ancho otolito	24	2,008	0,001	0,75	5,30	
Longitud estándar pez	Masa otolito	24	0,005	0,000009	0,89	9,32	

Sphyraena ensis “Picuda”

Se analizaron 12 ejemplares con una media de LS de 317,67 mm, en un rango de 260 a 510 mm, una media de MP de 285,15 g y rango de 153,1 a 1020,6 g.

No existen diferencias significativas entre las variables de LO derecho y LO izquierdo, AO derecho y AO izquierdo y MO derecho e izquierdo de los otolitos, que mediante la prueba t Student con un nivel de significancia del 5% el valor de t (-1,8; -1,9 y 1,22 respectivamente) fue menor al compararlo a t tabla (**Tabla 43**).

Tabla 43. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos del *Sphyraena ensis* “Picuda”

Variable	n	Media	Varianza	GL (n-1)	t	t tabla
LO Derecho	12	9,292	0,986	11	-1,8	2,2010
LO Izquierdo	12	9,325	0,987			
AO Derecho	12	3,258	0,194	11	-1,9	
AO Izquierdo	12	3,283	0,187			
MO Derecho	12	0,0350	0,000122	11	1,22	
MO Izquierdo	12	0,0348	0,000114			

Las regresiones lineales para cada sexo correspondiente a la Longitud del otolito / Longitud estándar del pez (LO/LS), se obtuvo un R= 0,88 en machos y R= 0,99 en hembras (**Figura 79**).

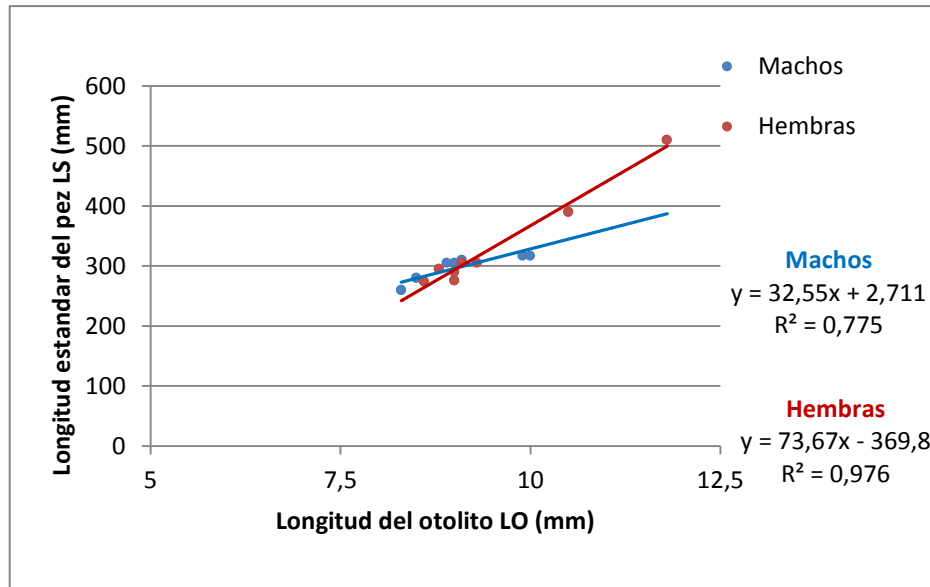


Figura 79. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Sphyraena ensis* "Picuda" machos y hembras

La longitud del otolito y longitud estándar entre machos y hembras no demostraron diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, siendo en LO en machos y hembras un $t = -1,53$; y LS en machos y hembras un $t = -1,46$ menores a t tabla (**Tabla 44**).

Tabla 44. Prueba de significancia (t Student) de los otolitos entre machos y hembras del *Sphyraena ensis* "Picuda"

Variable	Rango (mm)	n	Media	Varianza	GL (n-2)	t	t tabla
LO Machos	8,3 - 10	10	8,96	0,37	22	-1,53	2,0739
LO Hembras	8,6 - 11,8	14	9,56	1,26			
LS Machos	260 - 317	10	294,40	501,60	22	-1,46	
LS Hembras	274 - 510	14	334,29	6980,53			

La regresión lineal entre la longitud del otolito / longitud estándar del pez (LO/LS) para la muestra total resultó la ecuación $LS = 66,75 LO - 303,7$; $R=0,96$ (Figura 80).

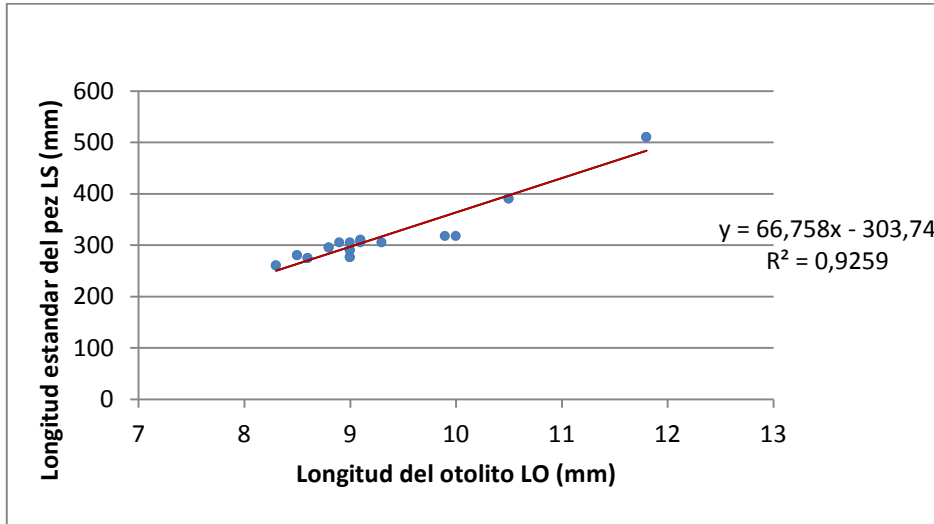


Figura 80. Relación entre la longitud del otolito y la longitud estándar del *Sphyraena ensis* “Picuda”

La regresión de tipo potencial entre la longitud estándar del pez/masa del pez (LS/MP) para la muestra total fue $MP = 0,00008 LS^{2,593}$, $R=0,97$ (Figura 81).

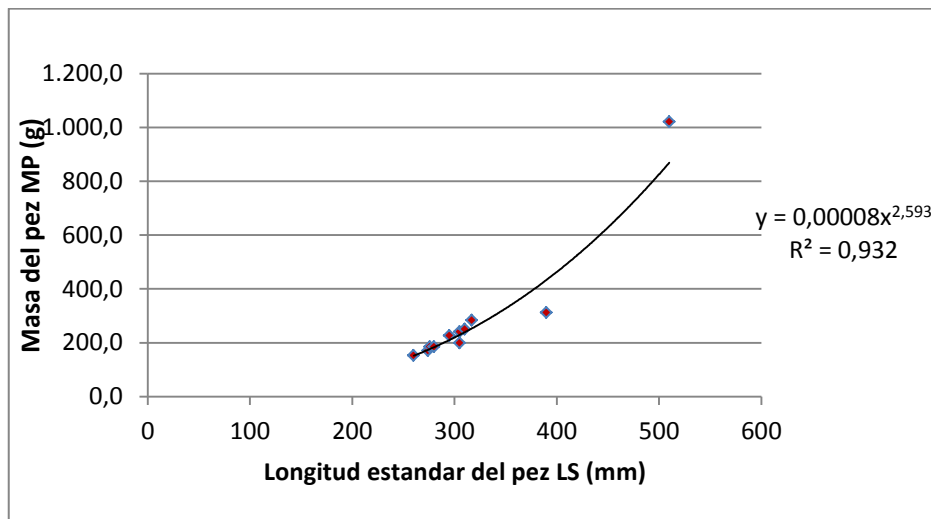


Figura 81. Relación entre la longitud estándar y masa del *Sphyraena ensis* “Picuda”

Los valores de R y t de la relación entre la Longitud estándar del pez / longitud del otolito (LS/LO) fue R=0,96; t=16,57; Longitud estándar / Ancho del otolito (LS/AO) fue R=0,97; t=12,76; y longitud estándar / masa del otolito (LS/MO) fue R=0,99; t=31,9 valorizándose como bueno las tres regresiones evaluadas (**Figura 82 y 83; Tabla 45**).

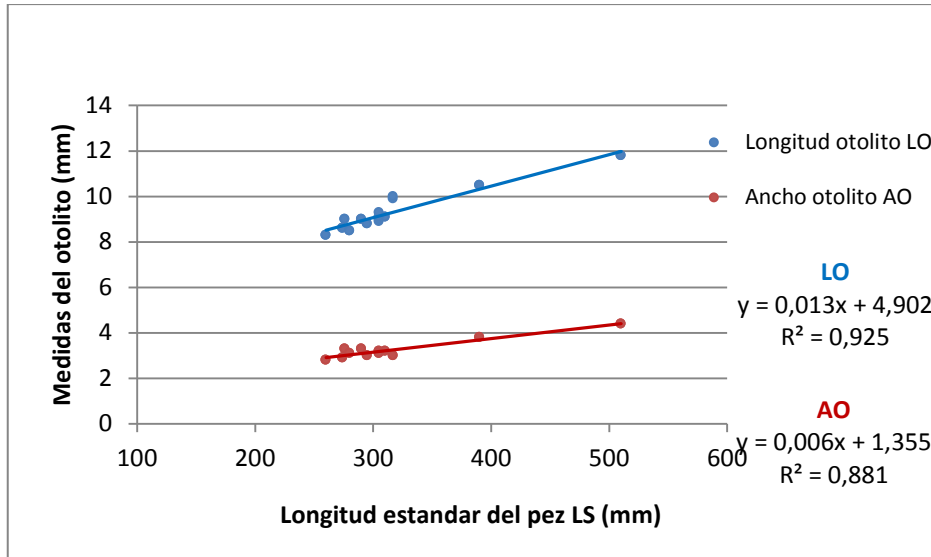


Figura 82. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Sphyraena ensis* “Picuda” versus longitud-ancho del otolito

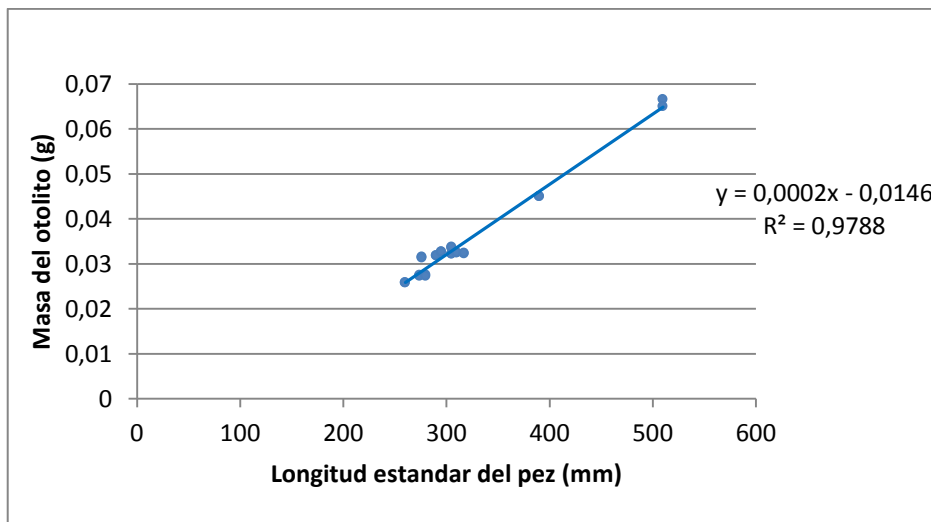


Figura 83. Representación gráfica de la relación entre la Longitud estándar del *Sphyraena ensis* “Picuda” versus masa del otolito.

Tabla 45. Prueba de t Student de las regresiones de la longitud del pez y medidas del otolito del *Sphyraena ensis* “Picuda”

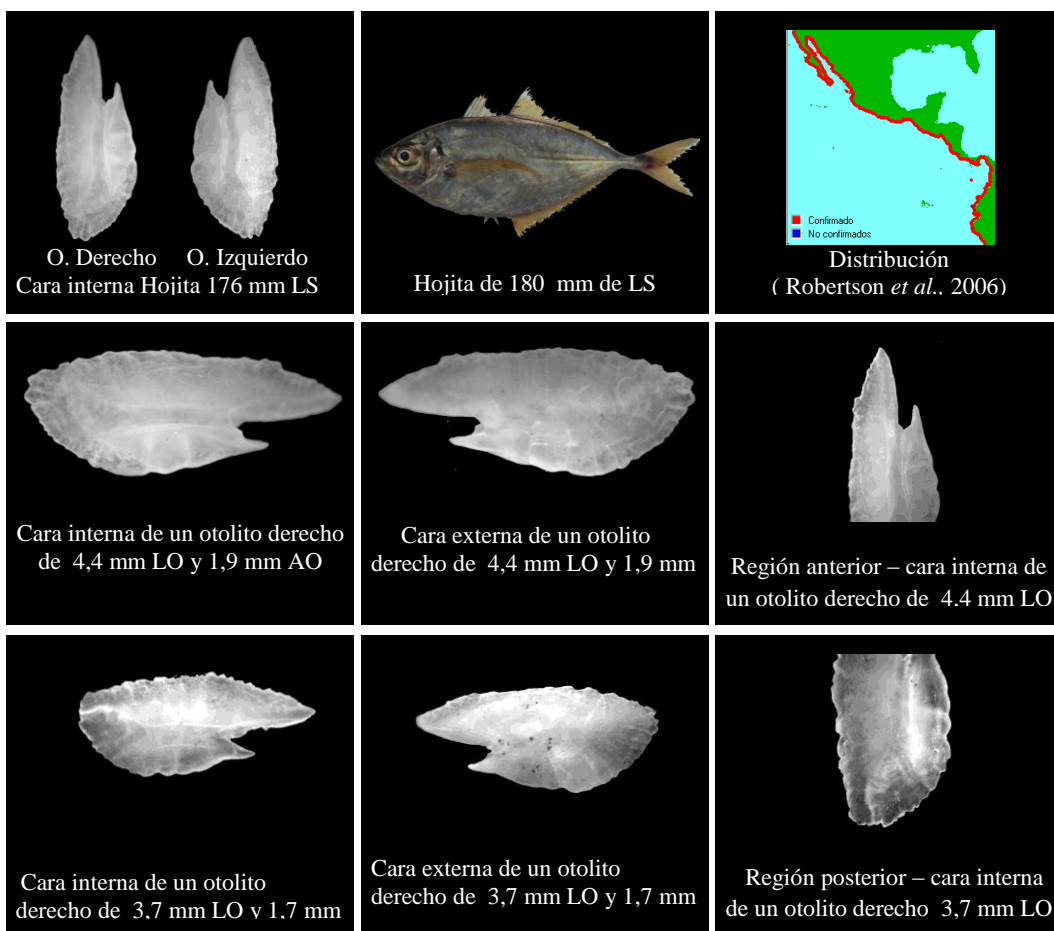
Independiente (x)	Dependiente (y)	n	a	b	R	t	t tabla
Longitud estándar pez	Longitud otolito	24	4,902	0,013	0,96	16,57	2,0687
Longitud estándar pez	Ancho otolito	24	1,355	0,006	0,97	12,76	
Longitud estándar pez	Masa otolito	24	-0,014	0,0001	0,99	31,90	

9.4. FICHAS DESCRIPTIVAS Y RESUMEN DE MORFOMETRÍA DE LOS OTOLITOS SAGITALES

Con el material fotográfico se conformó un acervo de 15 fichas, una por cada especie que describe la morfología y morfometría de su otolito sagita, además se ilustra la especie y su distribución.

Ficha N° 1 (19 Ejemplares)

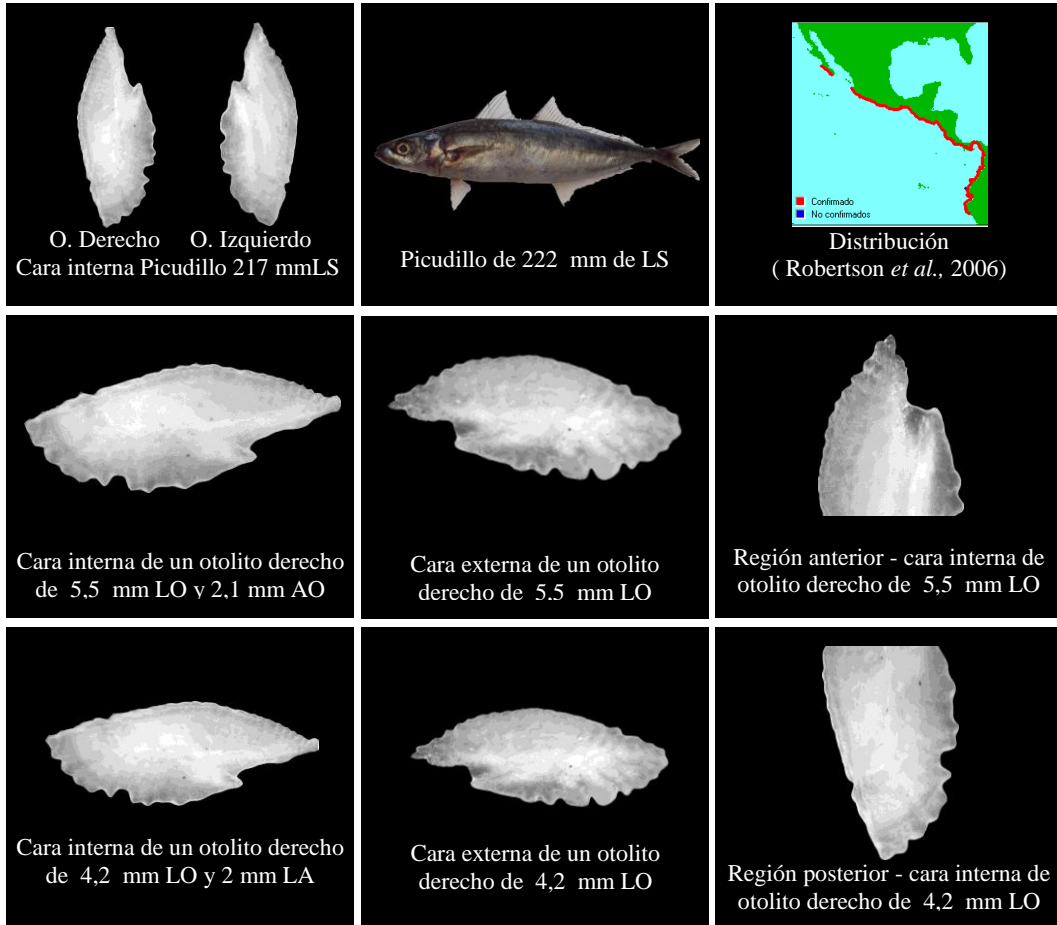
Especie: *Chloroscombrus orqueta* (Jordan & Gilbert, 1883) “Hojita”



Descripción del otolito: **Forma:** fusiforme. **Margen posterior:** crinado y puntiagudo. **Borde dorsal:** lobulado. **Borde ventral:** crinado a irregular. **Sulco:** Heterosulcoidal – ostial. **Cauda:** alargada y encorvada en forma de J ensanchada en la parte posterior. **Ostio:** alargado hasta el rostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente puntiagudo. **Antirostro:** prominente y puntiagudo. **Cisura:** evidente en forma de V. **Cara externa:** con estrías y ondulaciones. **Perfil de cara:** interno muy convexo y externo muy cóncavo. **Grosor:** delgado

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 44,9 LO(mm) - 26,82$; $R=0,85$; Error típico=10,09; n=38; Rango LO = 3,6 a 5 mm. $MP (g) = 0,0001 LS^{2,659}$; $R=0,95$; Error típico=9,14; n=19; Rango LS = 132 a 195 mm.

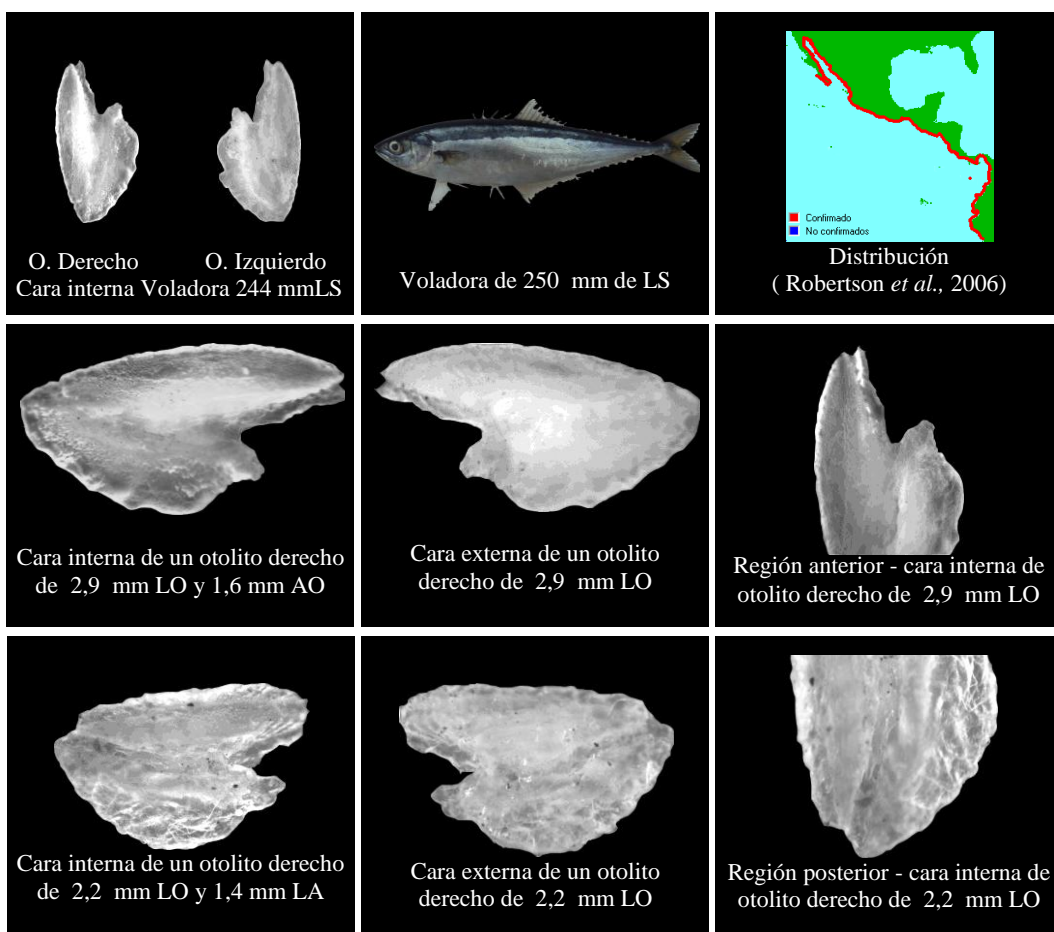
Especie: *Decapterus macrosoma*, (Bleeker, 1851) “Picudillo”



Descripción del otolito: **Forma:** fusiforme. **Margen posterior:** confluentes puntiagudo. **Bordes dorsal:** sinuado a dentado. **Borde ventral:** crinado a irregular. **Sulco:** Arqueosulcoidal–ostiocaudal. **Cauda:** alargada y encorvada en forma de J inclinada al borde ventral. **Ostio:** elongado se extiende sobre el rostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente puntiagudo. **Antirostro:** evidente y triangular. **Cisura:** semilunar. **Cara externa:** con estrías. **Perfil de cara:** interno muy convexo y externo muy cóncavo. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 19,21 LO(mm) + 115,4$; $R=0,84$; Error típico=6,96; $n=54$; Rango LO = 4 a 6 mm. $MP (g) = 0,00002 LS^{2,95}$; $R=0,84$; Error típico=13,81; $n=27$; Rango LS = 185 a 226 mm.

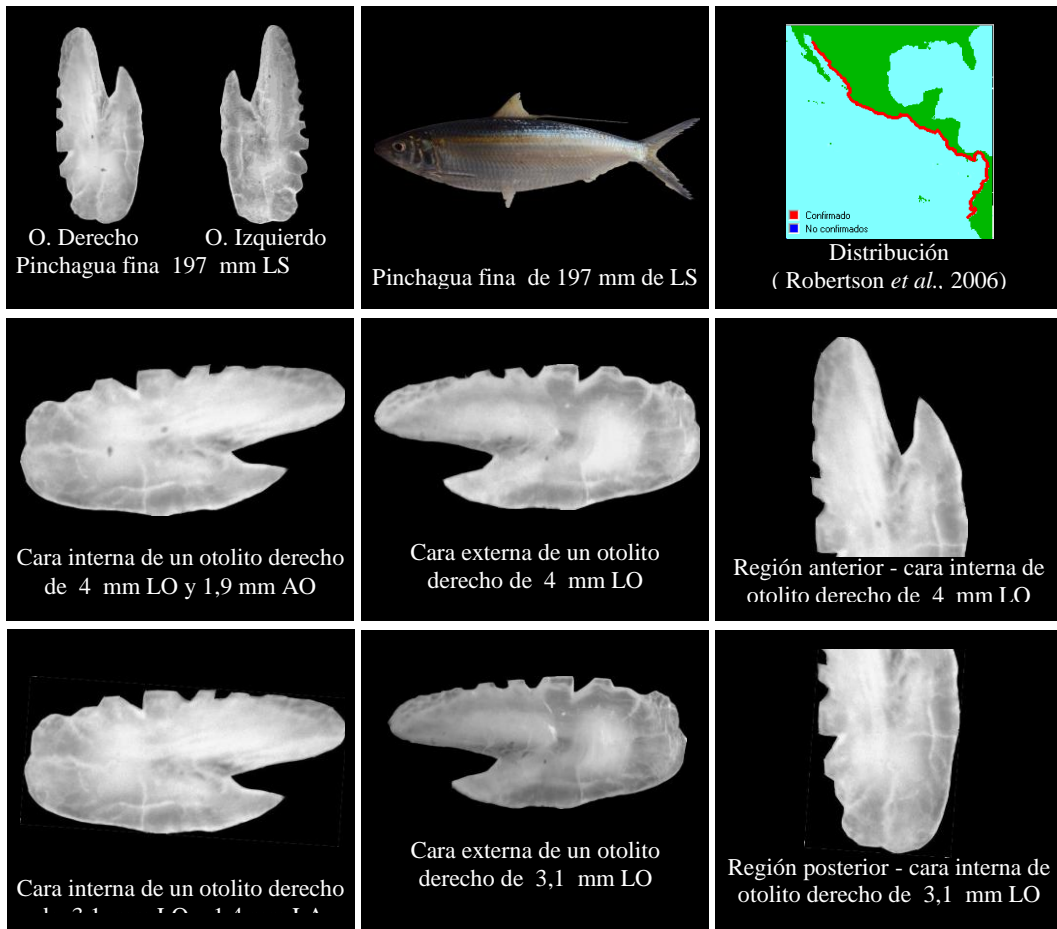
Especie: *Oligoplites refulgens* (Gilbert & Starks, 1904) “Voladora”



Descripción del otolito: **Forma:** fusiforme. **Margen posterior:** prominente y puntiagudo. **Borde dorsal:** lobulado a irregular. **Borde ventral:** de liso a irregular. **Sulco:** Arqueosulcoidal–ostiocaudal. **Cauda:** alargada inclinada a borde ventral. **Ostio:** elongado se extiende sobre el rostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente puntiagudo y romo en juvenil **Antirostro:** evidente y triangular. **Cisura:** prominente en forma de V. **Cara externa:** con estrías. **Perfil de cara:** interno ligeramente convexo y externo cóncavo. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 47,22 LO(mm) + 105$; $R=0,81$; Error típico=8,16; $n=64$; Rango LO = 2,3 a 3,2 mm. $MP (g) = 0,195 LS^{1,175}$; $R=0,88$; Error típico=4,3; $n=32$; Rango LS = 207 a 257 mm.

Especie: *Opisthonema bulleri* (Regan, 1904) “Pinchagua fina”

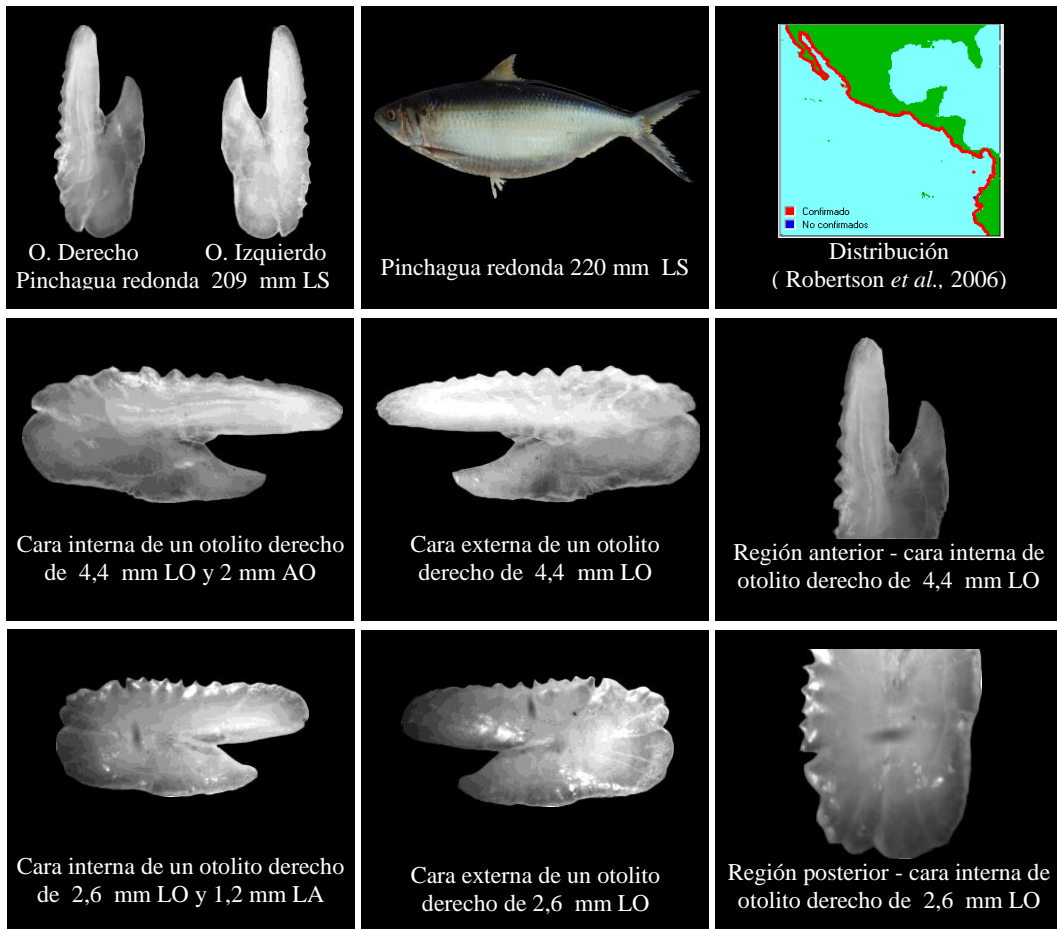


Descripción del otolito: **Forma:** rectangular y punta de arpón. **Margen Posterior:** lobulado. **Borde dorsal:** liso con protuberancia en la región media. **Borde ventral:** dentado. **Sulco:** heterosulcoidal–ostial. **Cauda:** ensanchada con inclinación al borde ventral. **Ostio:** elongado se extiende al rostro y antirrostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente romo y angosto **Antirrostro:** prominente y puntiagudo. **Cisura:** en forma de V y ancha. **Cara externa:** con estrías. **Perfil de cara:** interno convexo y externo cóncavo. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 50,28 LO(mm) - 5,585$; $R=0,93$; Error típico=7,05; n=40; Rango LO = 2,8 a 4,3 mm. $MP (g) = 0,0001 LS^{2,665}$; $R=0,87$; Error típico=18,74; n=20; Rango LS = 134 a 216 mm.

Ficha N° 5 (34 Ejemplares)

Especie: *Opisthonema libertate* (Günther, 1867) “Pinchagua redonda”

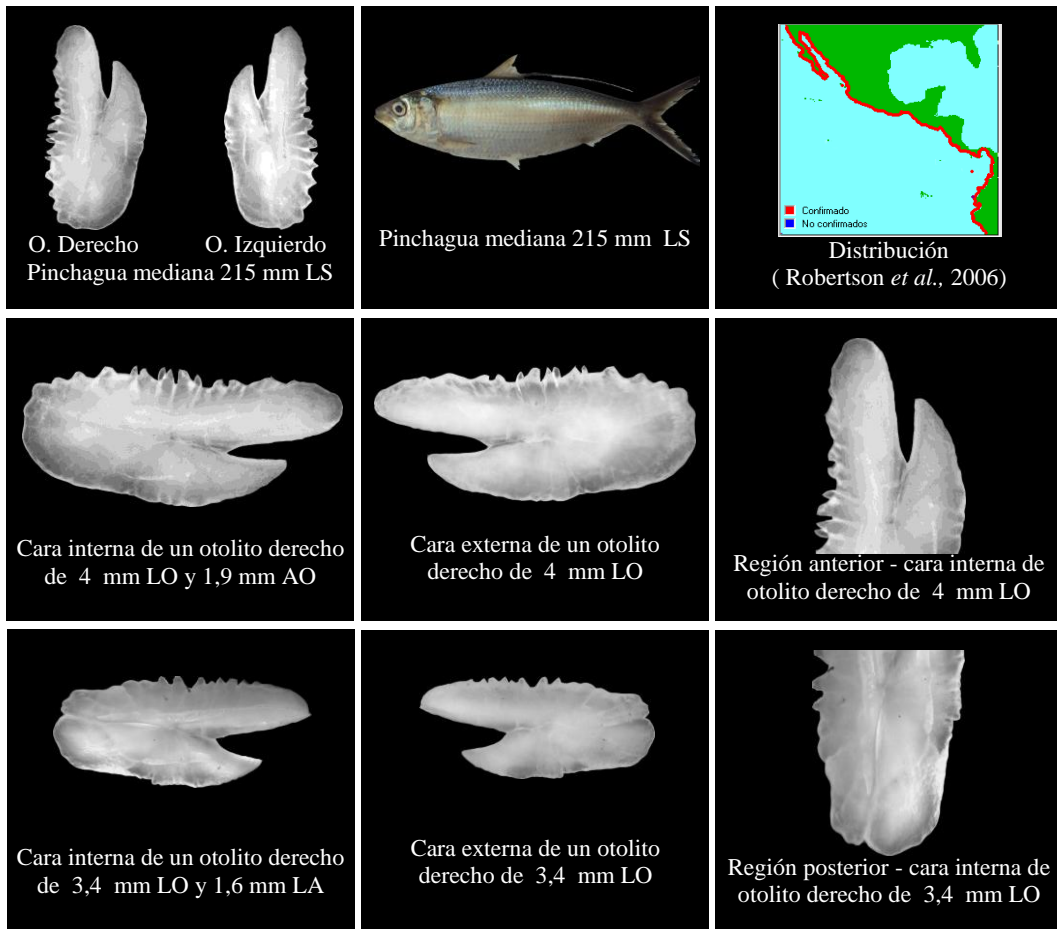


Descripción del otolito: **Forma:** rectangular con punta de arpón. **Margen Posterior:** moderadamente lobulado. **Borde dorsal:** lobulado a liso con hendidura en la región media. **Borde ventral:** crinado. **Sulco:** heterosulcoidal–ostial. **Cauda:** ensanchada con inclinación al borde ventral. **Ostio:** elongado se extiende al rostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente romo. **Antirostro:** prominente y puntiagudo. **Cisura:** en forma de V y angosta. **Cara externa:** con estrías. **Perfil de cara:** interno convexo y externo cóncavo. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 58,12 LO(mm) - 22,6$; $R=0,98$; Error típico=11,41; n=68; Rango LO = 3 a 4,3 mm. $MP (g) = 0,000008 LS^{3,163}$. $R^2=0,95$; Error típico=39,09; n=34; Rango LS = 154 a 220 mm.

Ficha N° 6 (20 Ejemplares)

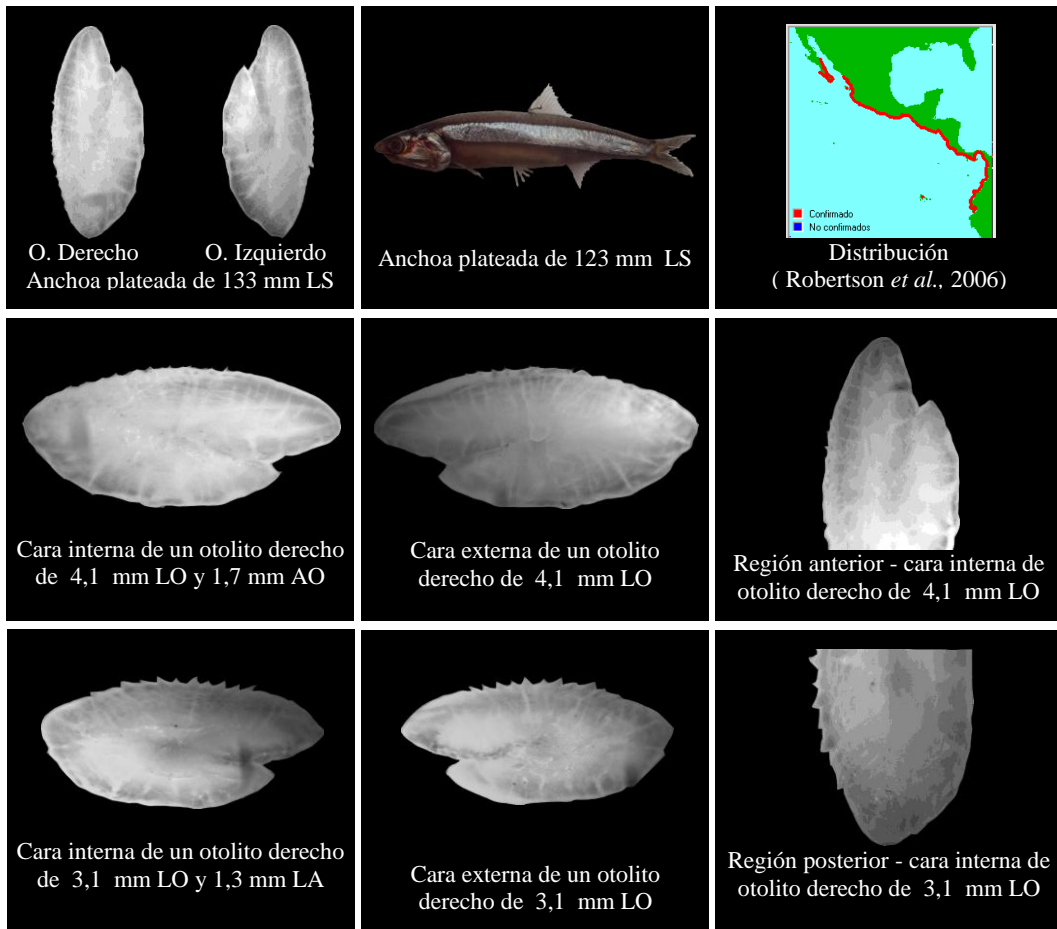
Especie: *Opisthonema medirastre* (Berry & Barrett, 1963) “Pinchagua mediana”



Descripción del otolito: Forma: rectangular y punta de arpón. Margen Posterior: lobulado. Borde dorsal: liso con protuberancia en la región anterior. Borde ventral: aserrado. Sulco: heterosulcoidal–ostial. Cauda: ensanchada con inclinación al borde ventral. Ostio: elongado se extiende al rostro y antirrostro. Cuello: ausente. Rostro: prominente romo y angosto Antirrostro: prominente y puntiagudo. Cisura: en forma de V y ancha. Cara externa: con estrías. Perfil de cara: interno convexo y externo cóncavo. Grosor: moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 46,86 LO(mm) + 11,33$; $R=0,87$; Error típico=9,54; $n=40$; Rango LO = 3 a 4,3 mm. $MP (g) = 0,0000007 LS^{2,665}$; $R=0,95$; Error típico=11,44; $n=20$; Rango LS = 154 a 220 mm.

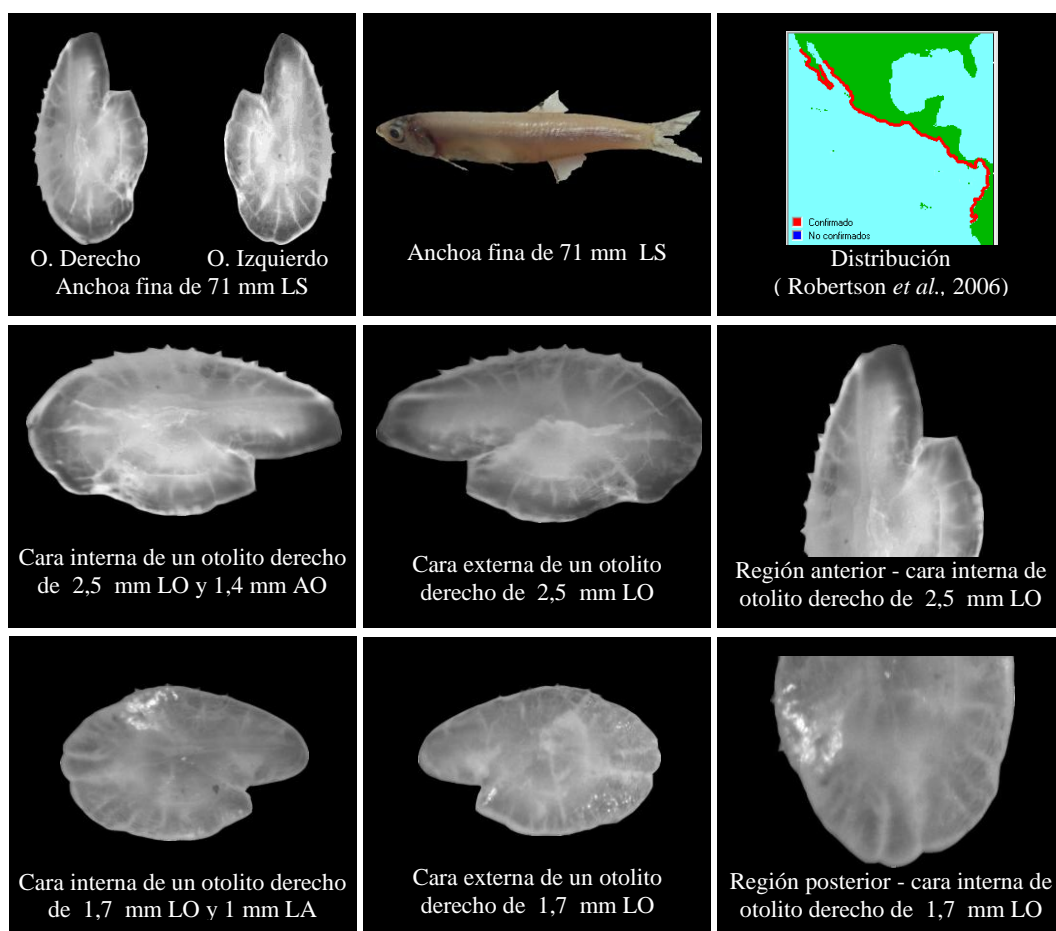
Especie: *Anchoa argentivittata* (Regan, 1904) “Anchoa plateada”



Descripción del otolito: **Forma:** oblonga y punta de arpón. **Margen Posterior:** lobulado. **Borde dorsal:** liso a irregular. **Borde ventral:** crinado en adulto y aserrado en juvenil. **Sulco:** homosulcoidal-ostial. **Cauda:** elongado, ancho y profunda. **Ostio:** elongado y ancho se extiende al rostro y antirrostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente romo. **Antirrostro:** evidente y triangular. **Cisura:** en forma de V. **Cara externa:** con estrías irregulares. **Perfil de cara:** interno ligeramente convexo y externo cóncavo. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 14,15 LO(mm) + 64,07$; $R=0,92$; Error típico=1,78; $n=56$; Rango LO = 3 a 4,1 mm. $MP (g) = 0,0001 LS^{1,87}$; $R=0,9$; Error típico=0,25; $n=28$; Rango LS = 104 a 123 mm.

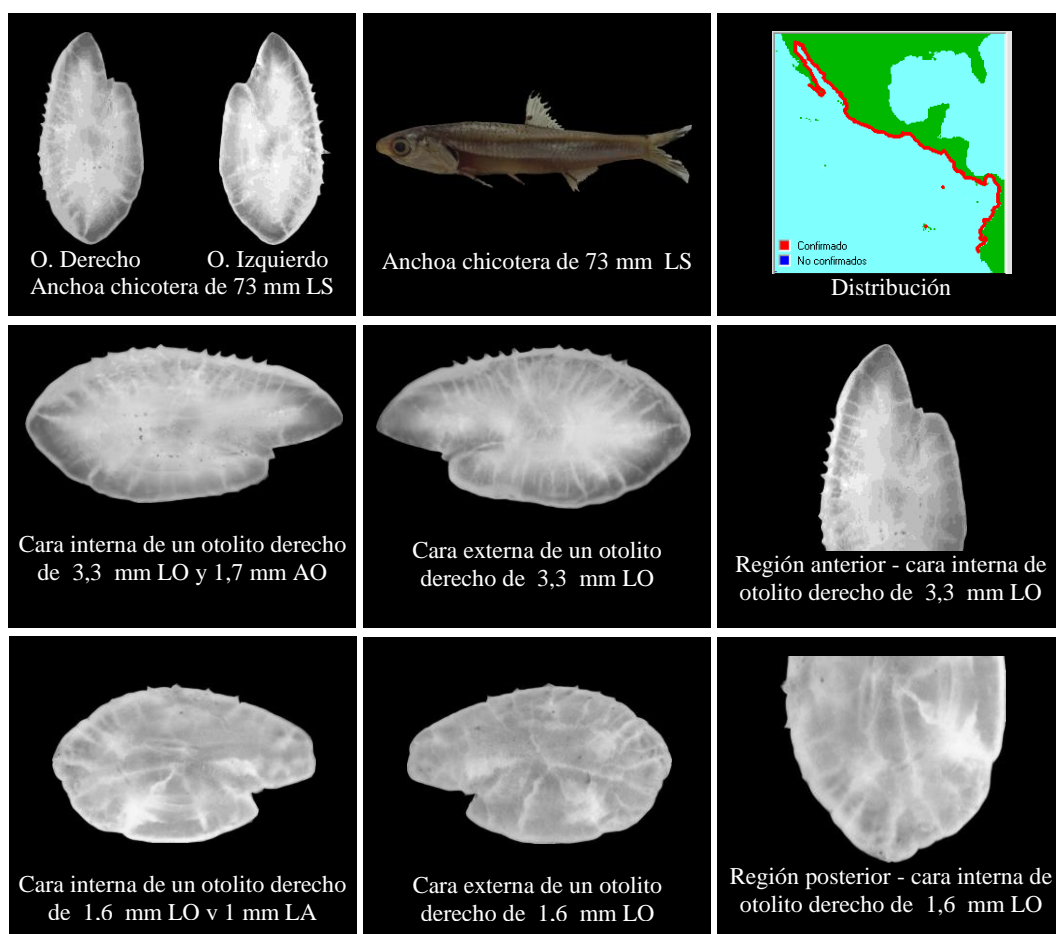
Especie: *Anchoa exigua* (Jordan & Gilbert, 1882) “Anchoa fina”



Descripción del otolito: **Forma:** oblonga. **Margen Posterior:** lobulado. **Borde dorsal:** liso a lobulado. **Borde ventral:** aserrado en adulto y ligeramente aserrado en juvenil. **Sulco:** heterosulcoidal–ostial. **Cauda:** ensanchada y ovalada. **Ostio:** elongado y ancho se extiende al rostro y antirrostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente como. **Antirrostro:** evidente y pequeño. **Cisura:** bien amplia en forma de V. **Cara externa:** con estrías y ondulaciones. **Perfil de cara:** interno ligeramente convexo y externo ligeramente cóncavo. **Grosor:** delgado.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 17,28 LO(mm) + 25,56$; $R=0,85$; Error típico=2,99; n=38; Rango LO = 1,7 a 2,5 mm. $MP (g) = 0,0001 LS^{0,989}$; $R=0,82$; Error típico=0,48; n=19; Rango LS = 51 a 71 mm.

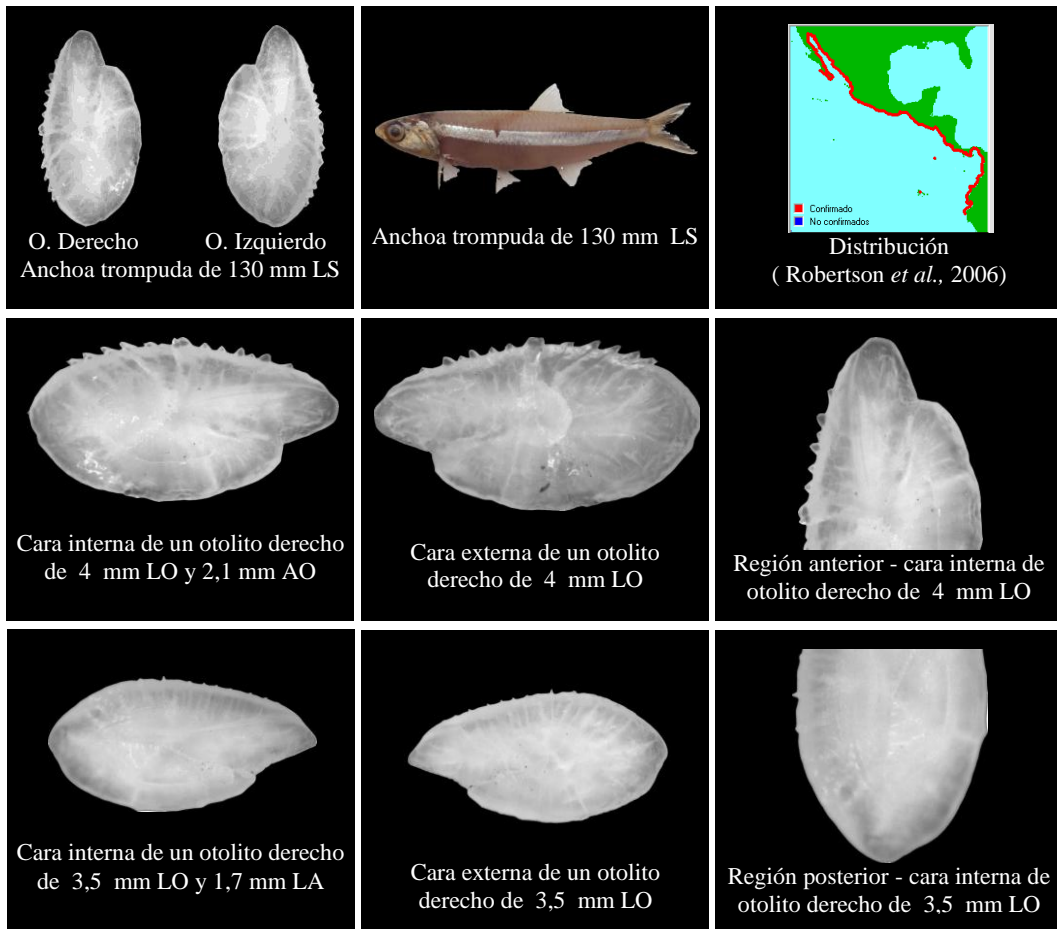
Especie: *Anchoa ischana* (Jordan & Gilbert, 1882) “Anchoa chicotera”



Descripción del otolito: **Forma:** oblonga. **Margen Posterior:** liso a lobulado. **Borde dorsal:** liso a lobulado. **Borde ventral:** ligeramente aserrado. **Sulco:** heterosulcoidal–ostial. **Cauda:** ensanchada y ovalada no tan profunda. **Ostio:** elongado y se extiende al rostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente romo. **Antirostro:** evidente y triangular. Posee un pseudoantirrostro. **Cisura:** en forma de V. **Cara externa:** con estrías y ondulaciones. **Perfil de cara:** interno ligeramente convexo y externo cóncavo. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 17,39 LO(mm) + 16,1$; $R=0,92$; Error típico=3,08; $n=32$; Rango LO = 1,6 a 3,3 mm. $MP (g) = 0,001 LS^{1,819}$; $R=0,93$; Error típico=0,27; $n=16$; Rango LS = 43 a 73 mm.

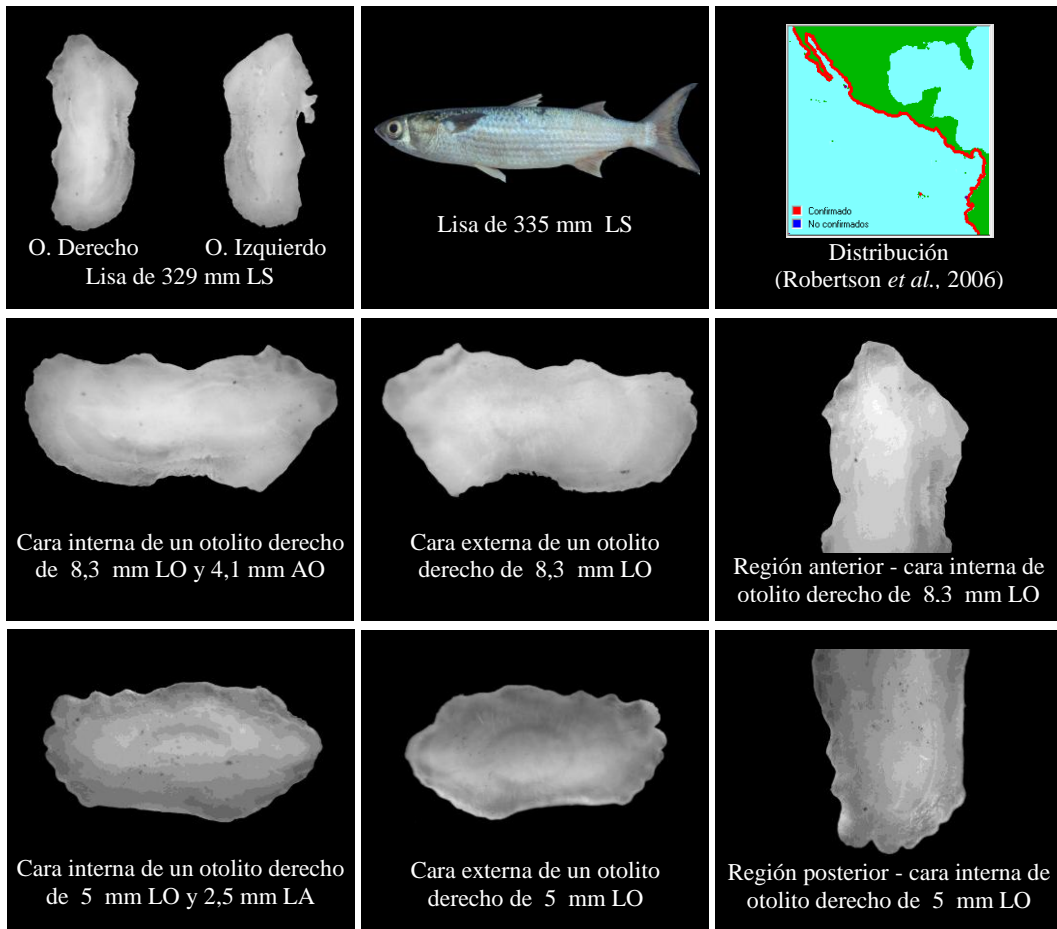
Especie: *Anchoa nasus* (Kner&Steindachner, 1867) “Anchoa trompuda”



Descripción del otolito: **Forma:** oblonga. **Margen Posterior:** liso a redondeado. **Borde dorsal:** liso a lobulado. **Borde ventral:** aserrado y ligeramente aserrado en juveniles. **Sulco:** heterosulcoidal–ostial. **Cauda:** ensanchada y ovalada y profunda. **Ostio:** elongado y se extiende al rostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente romo. **Antirostro:** ausente. **Cisura:** no formada. **Cara externa:** con estrías y ondulaciones. **Perfil de cara:** interno ligeramente convexo y externo cóncavo. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 30,58 LO(mm) + 6,305$; $R=0,81$; Error típico=5,28; $n=22$; Rango LO = 3,5 a 4,2 mm. $MP (g) = 0,00003 LS^{2,759}$; $R=0,91$; Error típico=1,59; $n=11$; Rango LS = 107 a 135 mm.

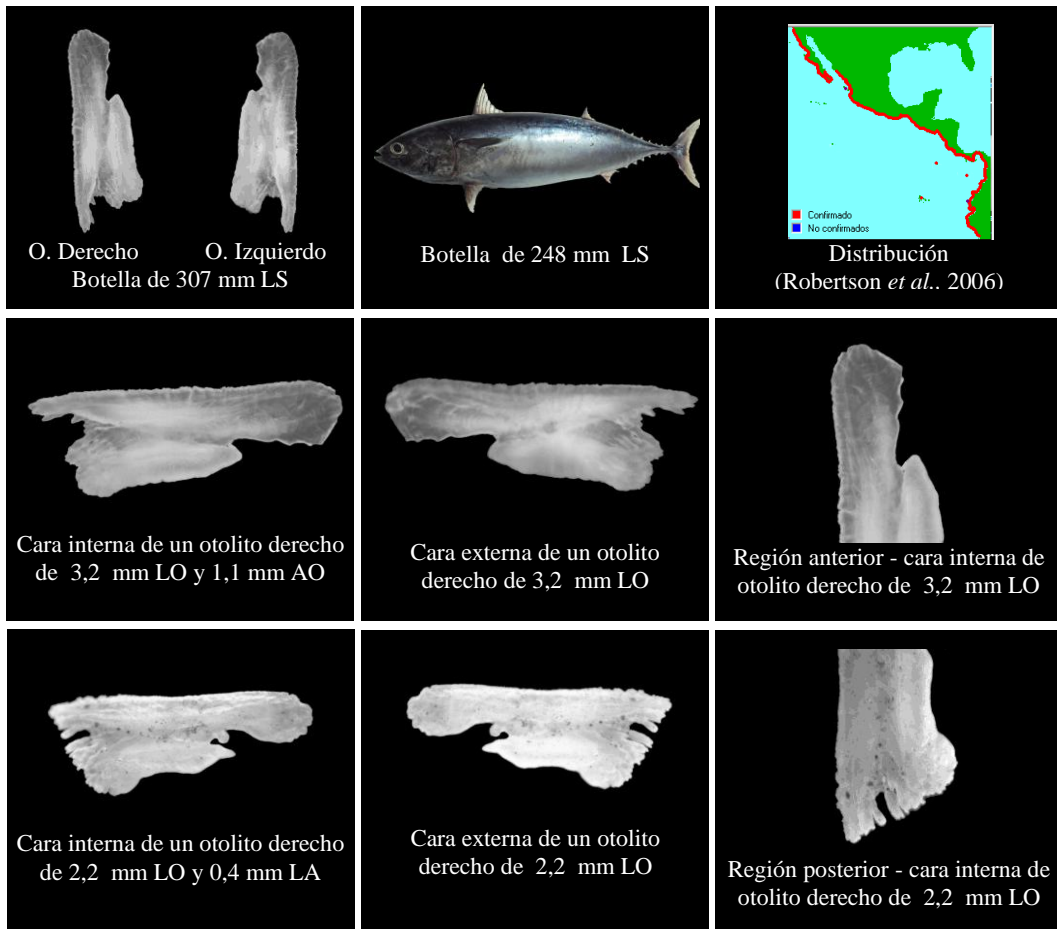
Especie: *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) “Lisa”



Descripción del otolito: **Forma:** rectangular. **Margen Posterior:** lobulado. **Borde dorsal:** con una hendidura en la parte media en adulto y liso en juvenil. **Borde ventral:** con dos hendiduras (mas protuberancia) en adultos e irregular en juvenil. **Sulco:** heterosulcoidal–ostial. **Cauda:** elongado con ligera inclinación en borde ventral. **Ostio:** ensanchado se extiende al rostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente triangular. **Antirostro:** ausente. **Cisura:** ausente. **Cara externa:** con estrías. **Perfil de cara:** interno convexo y externo cóncavo. **Grosor:** grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 65,53 LO(mm) - 222,3$; $R=0,99$; Error típico=14,73; $n=34$; Rango LO = 5 a 9,5 mm. $MP (g) = 0,00003 LS^{2,842}$, $R=0,99$; Error típico=35,05; $n=17$; Rango LS = 108 a 388 mm.

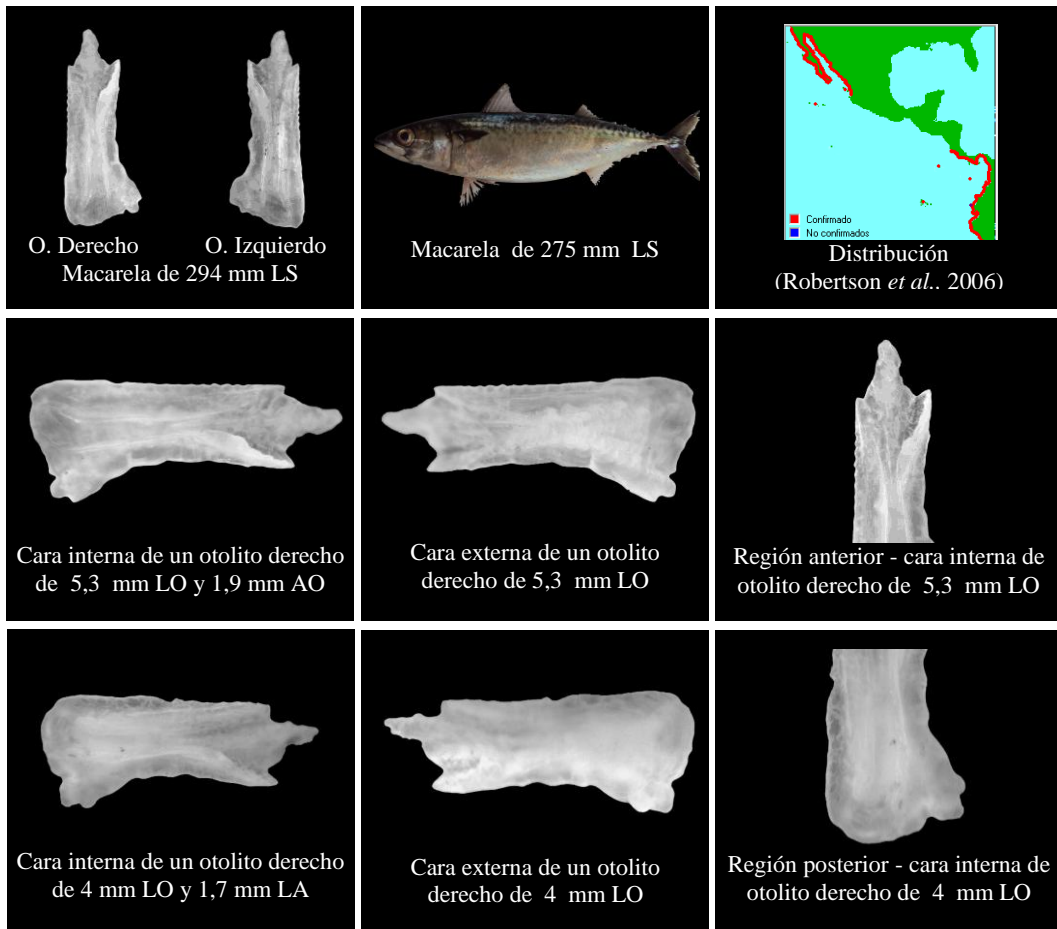
Especie: *Auxis rochei* (Collette & Aadland, 1996) “Botella”



Descripción del otolito: **Forma:** bilobulada. **Margen Posterior:** irregular en forma de muesca. **Borde dorsal:** sinuado a irregular. **Borde ventral:** crinado. **Sulco:** homosulcoidal–ostiocaudal. **Cauda:** abierta posteriormente en forma de V. **Ostio:** abierto se extiende hasta el rostro. **Cuello:** marcado como pared. **Rostro:** prominente romo, con protuberancia en juveniles. **Antirostro:** evidente y triangular. **Cisura:** en forma de U. **Cara externa:** superficie irregular con estrías. **Perfil de cara:** interno llano y externo llano. **Grosor:** delgado.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 70,59 LO(mm) + 85,96$; $R=0,97$; Error típico=7,21; $n=30$; Rango LO = 2,1 a 3,2 mm. $MP (g) = 0,000002 LS^{3,429}$, $R=0,95$; Error típico=34,25; $n=15$; Rango LS = 241 a 311 mm.

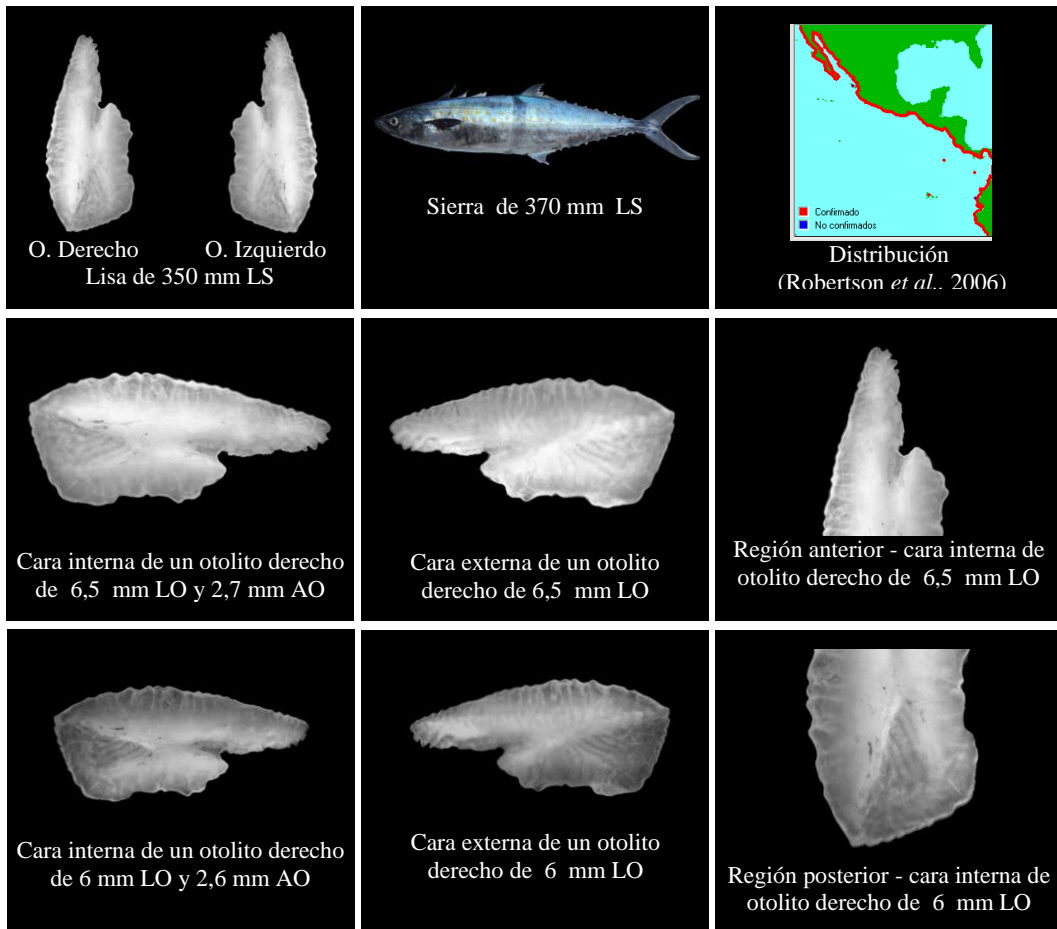
Especie: *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) “Macarela”



Descripción del otolito: **Forma:** fémur. **Margen Posterior:** liso ensanchado a los lados. **Borde dorsal:** liso y deprimido en la región media. **Borde ventral:** crinado a liso. **Sulco:** heterosulcoidal-ostial. **Cauda:** alargada o tubular y en la última sección encorvada hacia el borde ventral. **Ostio:** forma tubular y se extiende como borde. **Cuello:** ausente. **Rostro:** reducido de forma irregular. **Antirostro:** ausente. **Cisura:** en forma de V. **Cara externa:** con ondulaciones. **Perfil de cara:** interno convexa, externo cóncava. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 65,53 LO(mm) - 222,3$; $R^2=0,98$; Error típico=14,73; n=36; Rango LO = 3,7 a 5,3 mm. $MP (g) = 0,000004 LS^{3,238}$, $R^2=0,99$; Error típico=27,91; n=18; Rango LS = 194 a 294 mm.

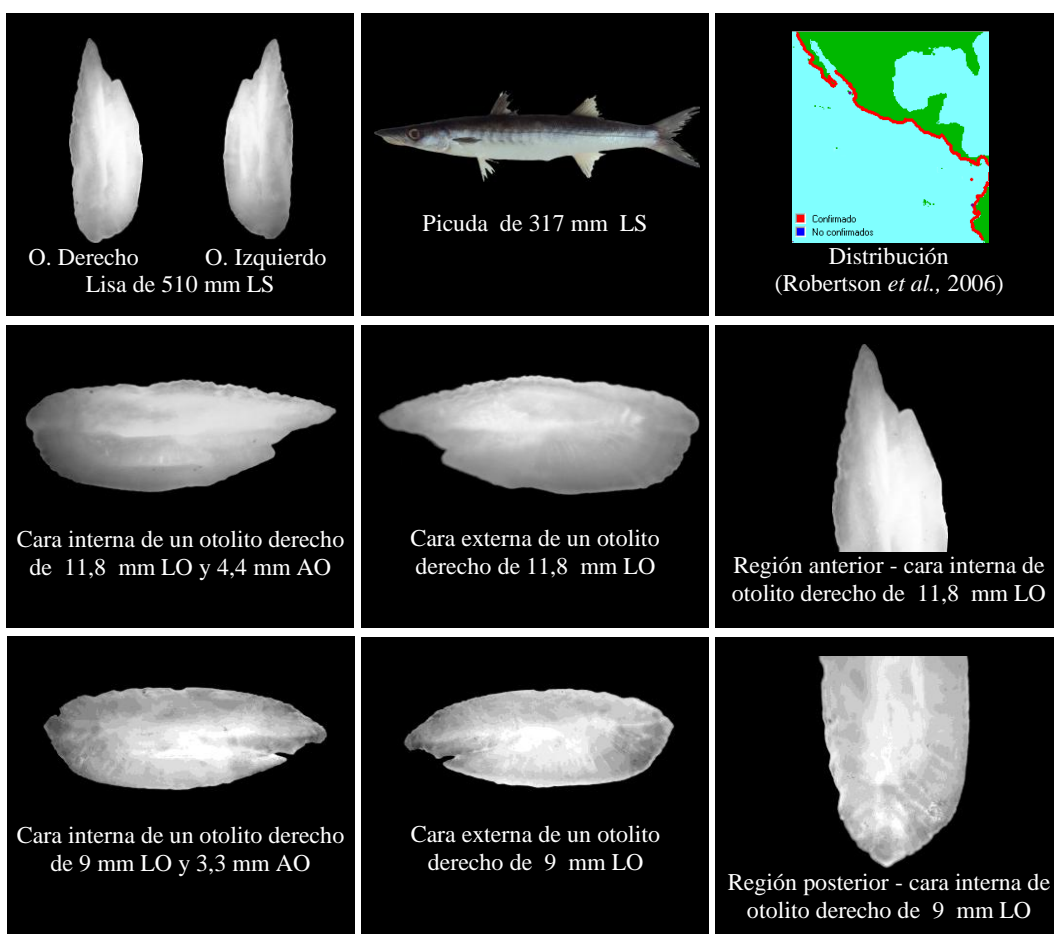
Especie: *Scomberomorus sierra* (Jordan&Starks,1895) “Sierra”



Descripción del otolito: **Forma:** triangulo escaleno. **Margen Posterior:** puntiagudo y crinado. **Borde dorsal:** irregular y deprimido en la región media. **Borde ventral:** crinado. **Sulco:** homosulcoidal–ostiocaudal. **Cauda:** abierto en forma de V o triangular. **Ostio:** en forma de V se extiende al rostro. **Cuello:** bien marcado (pared). **Rostro:** prominente romo. **Antirostro:** evidente y triangular. **Cisura:** pequeña en forma de U. **Cara externa:** estriado fuertemente. **Perfil de cara:** interno convexa, externo cóncava. **Grosor:** moderadamente grueso.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 150,7 LO(mm) - 622,2$; $R=0,91$; Error típico=16,09; n=24; Rango LO = 6 a 6,8 mm. $MP (g) = 0,006 LS^{1,825}$, $R=0,94$; Error típico=20,41; n=12; Rango LS = 300 a 400 mm.

Especie: *Sphyraena ensis* (Jordan & Gilbert, 1882) “Picuda”



Descripción del otolito: **Forma:** punta de flecha. **Margen Posterior:** lobulado en adulto y puntiagudo en juvenil. **Borde dorsal:** liso. **Borde ventral:** crinado. **Sulco:** arqueosulcoidal–ostial. **Cauda:** elongado con ligera inclinación al borde ventral. **Ostio:** elongado hasta el rostro. **Cuello:** ausente. **Rostro:** prominente puntiagudo en adulto y romo en juvenil. **Antirostro:** evidente y triangular. **Cisura:** evidente amplia en adulto y angosta en juvenil. **Cara externa:** con estrías. **Perfil de cara:** interno convexa y externo cóncava. **Grosor:** delgado.

Morfometría (Ecuación): $LS (mm) = 66,75 LO(mm) - 303,7$; $R=0,96$; Error típico=18,77; $n=24$; Rango LO = 8,3 a 11,8 mm. $MP (g) = 0,00008 LS^{2,593}$, $R=0,97$; Error típico=23,37; $n=12$; Rango LS = 260 a 510 mm.

10. DISCUSIONES

Considerando que los otolitos poseen características morfológicas y morfométricas propias que pueden ser utilizadas como caracteres taxonómicos, de ahí que su estudio tenga aplicación en la diferenciación y reconocimiento de las especies (Schmilt, 1969). No obstante que se reconoce la influencia de factores exógenos (Lombarte y Castellón, 1990) y del desarrollo ontogenético (Mascareñas-Osorio, 2002) sobre la morfología de los mismos, tiende a ser conservativa.

Pero las variaciones ínter específicas en otolitos, han sido atribuidas a diferencias en el tamaño del cráneo y los sacos endolinfáticos (Gauldie y Nelson, 1990; Aguirre-Villaseñor, 2000), a las tasas metabólicas como efecto de las variaciones del foto periodo y a factores como la temperatura y alimentación (Fowler, 1989; Popper y Coombs, 1982). El hecho de que la forma de los otolitos sean características de las especies o de los géneros implica que habrá factores genéticos que regulen el desarrollo del otolito (Blacker, 1974)

Por lo tanto es posible establecer que esta estructura no debería de ser utilizada aisladamente para definir afinidades taxonómicas o filogenéticas, sino en conjunto con otros caracteres estructurales (osteológicos) (Tavera, 2006). Sin embargo, se debe reiterar que diversos atributos morfológicos de las sagitas de los peces marinos presentan un grado de variabilidad o consistencia que pueden considerarse como caracteres diagnósticos (sulcus, colum, cauda, etc.), lo que los hace ideales para ciertos tipos de estudios, como una herramienta taxonómica (Mascareñas-Osorio, 2002).

De esta forma este estudio así como otros trabajos relacionados con la descripción, ilustración y sistematización de los otolitos, resultan obras necesarias para el desarrollo de investigaciones paralelas relacionadas con la identificación de las especies (Lemos, 1992; Volpedo y Echeverría, 2000; Campana, 2004).

De tal forma que los catálogos y bases de datos referentes, y estos pueden ser difundidos a través del internet a otros investigadores como lo describe Leopold *et al.* (2001) y Lombarte *et al.*(2006).

Debido a que los otolitos frecuentemente se encuentran en los contenido estomacales de otros organismos son utilizados para estudios de relaciones alimentarias, ya que resisten los procesos digestivos sin sufrir modificaciones en su estructura (Ezuizo, 1963).

Para la identificación correcta se contaría con ejemplares completos que reuniesen todos los elementos necesarios para su identificación, sin embargo, esto no siempre resulta así, más aún en casos particulares como en organismos incompletos o bien degradados por diversos estados digestivos (contenidos estomacales o análisis de excretas), se ha recurrido cada vez mas a estructuras como soporte que reflejen diferencias entre las especies y una de estas han sido los otolitos.

Es importante resaltar que en este estudio se describieron las características del otolito sagita de especímenes completos entre maduros e inmaduros de 6 familias de peces pelágicos pequeños como son Carangidae, Clupeidae, Engraulidae, Mugilidae, Scombridae, y Sphyrinaeidae, no se utilizaron otolitos *sagitas* extraídos de especímenes que hubiesen pasado por algún proceso de fijación o conservación, o bien de muestras que hubieran sufrido algún proceso de degradación como regurgitaciones o muestras fecales de otros organismos.

En donde se observa que existe un patrón homogéneo en la forma de los otolitos, como lo mencionan Correa y Vianna (1993) que los otolitos de peces de la misma familia siempre comparten características tales como sulcus, forma del ostio y de la cauda, lo que se corrobora en cada una de las familias estudiadas en este trabajo.

11. CONCLUSIONES

La correcta identificación de las especies permitió obtener una certeza en la taxonomía de los peces pelágicos pequeños de la Costa de Santa Elena, presentes en el desembarque de los puertos de Chanduy, Anconcito y La Libertad, asimismo de reconocer las especies de interés comercial, obteniendo un grupo específico de peces de estudio, y que además permitieron describir la morfología y analizar la morfometría de los otolitos extraídos por cada especie.

El estudio morfológico del otolito sagita de los peces pelágicos pequeños de la Costa de Santa Elena, Pacífico Ecuatoriano ha demostrado su utilidad para la diferenciación y reconocimiento de estas especies. Que según los resultados se han encontrado una serie de características diferenciales en cuanto a la morfología que permiten reconocer los otolitos de estos peces.

Mediante el análisis morfométrico se hallaron diferencias entre el otolito derecho e izquierdo de la misma especie, concretamente en la longitud, ancho y masa, no obstante la prueba estadística (t Student) no ha demostrado diferencias significativas en todas las especies en estudio. Así también diferencia entre sexo, indicando de alguna manera que los otolitos de ambos lados funcionan por igual.

Así también el crecimiento relativo del otolito es bastante aceptable en relación al del pez, como lo demuestra los valores estadísticos t, valorándose en categoría buena y aceptable las relaciones concretamente en la longitud y masa del otolito, es decir directamente proporcional a la longitud del pez, aunque en la masa pasó la prueba t se categorizó como regular; resultados que se generalizaron en todas las familias estudiadas por tener una tendencia similar.

Mediante la prueba estadística t de las regresiones anteriores se permitió rechazar la $H_0: b=0$ (pendiente paralela = no crecimiento) y aceptándose $H_a: b \neq 0$ (pendiente progresiva = si crecimiento). Es decir los otolitos mostraron una buena

correlación entre sus dimensiones y la longitud estándar del pez, existiendo una relación de proporcionalidad directa entre dichas variables. Por tal se obtuvieron dos ecuaciones una lineal de la forma $LS \text{ (mm)} = a + b LO(\text{mm})$ y otra potencial de la forma $MP \text{ (g)} = a LS^b$, que permitirán estimar la longitud y masa de las posibles presa en los estudios de contenido estomacal.

Los resultados obtenidos se plasma en 15 fichas que detallan las características de la morfología y morfometría de los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños de interés comercial de la costa de Santa Elena, que mediante su uso y aplicación se podrán clasificar los otolitos sagitales obtenidos bien directamente o a partir de los contenidos estomacales en base a las características morfológicas propias. Igualmente, con las dos ecuaciones utilizadas por cada especie, se podrá calcular la longitud estándar y masa del pez a la que corresponde un tamaño de otolito dado.

12. RECOMENDACIONES

Describir la morfología del otolito sagita de los peces pelágicos pequeños mediante la terminología utilizada por la bibliografía técnica (Morrow, 1979; Smale *et al.*, 1995; Volpedo y Echeverría, 2000 y Mascareñas *et al.*, 2003).

Aplicar la prueba estadística de diferencias significativas (t Student) para determinar si existen diferencias entre dos variables. Igualmente para valorar las regresiones del crecimiento del otolito en relación al pez mediante el uso de software estadísticos.

Utilizar las fichas obtenidas como guía en la identificación de peces presas en el estudio de ecología trófica de ictiófagos marinos, partiendo de un otolito hallado en contenido estomacal, u otra procedencia.

Colectar muestras de peces pelágicos pequeños de otros puertos de interés pesqueros como Guayaquil, Palmar, Monteverde, Salango, Machalilla, Crucita, entre otros, para así caracterizar a los otolitos de diversas especies a nivel de la costa ecuatoriana.

Continuar con la descripción de los otolitos de otras especies de peces interés comercial e importancia ecológica, tanto pelágicos, demersales y bentónicos para complementar y obtener un acervo mayoritario de fichas de especies presentes en la Costa de Santa Elena, Pacífico Ecuatoriano.

13. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, SOLÍS y VILLÓN. 2001. Lineamientos para la creación de una zonificación Pesquera. INP. Guayaquil. 3 pg
- AGUILAR, N. 2003. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el Golfo de California. T e s i s de Maestría. La Paz, Baja California sur. México. 96 – 113 pg.
- AGUIRRE, H. 2000. Aspectos biológicos y ecológicos del salmonete de fango *Mullus barbatus* L., 1758 y del salmonete de roca *Mullus surmuletus* L., 1758, del Mediterráneo noroccidental. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Cataluña. España. 218 pg.
- ALOISI, P. 1990. Características morfológicas y morfométricas de los otolitos de tres especies de pejerrey de la costa marplatense. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias exactas y Naturales. Argentina. 21 pg.
- ANDRADE, Z. 2005. Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en el Océano Pacífico Oriental. Tesis de maestría. La Paz, Baja California sur. México. 51 – 60 Pg.
- ANGELES, B. y J. MENDO. 2005. Crecimiento, fecundidad y diferenciación sexual del lenguado *Paralichthys adspersus* (Steindachner) de la costa central del Perú. Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 1,2 pg.
- AURIOLES, D. 1991. Otolith size versus weight and body-length relationship for eleven fish species of Baja California, México. Fishery Bulletin, U.S. 89:701-706 pp.
- BAKER, R. 2006. Otolith catalogue of common coastal and estuarine fishes of north-eastern Queensland, Australia. James Cook University, Townsville, QLD. Australia.
- BEGG, G. & R. BROWN. 2001. Stock identification of haddock *Melanogrammus aeglefinus* on Georges Bank based on otolith shape analysis. Transactions of the American Fisheries Society 129:935-945 pp.

- BLACKER, R. 1974. Sea Fisheries Research: 4 Recent Advances in Otoliths in Studies. Ed. John Wiley. New York. 67-90 pp.
- BOLAÑO, N. 2009. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas ecuatorianas. Tesis de maestría. La paz. Mexico. 88 – 118 Pg.
- CALLE, M. 2006. Espectro trófico de *Alopias pelagicus* Nakamura 1935 (Chondrichthyes: Alopiidae) en Santa Rosa de Salinas, Guayas, durante mayo - diciembre del 2004. Tesis de grado. Guayaquil. Ecuador. 43, 44 pg.
- CAMPANA, S. & J. NEILSON. 1985. Microstructure of fish otoliths. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 42:1014-1032 pp.
- CAMPANA, S. 1990. How reliable are growth back-calculations based on otoliths. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 47 pp.
- CAMPANA, S. 1999. Chemistry and composition of fish otolith: Pathways, mechanisms and application. Marine Ecology Progress Series. Vol. 188
- CAMPANA, S. 2004. Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. NRC Research Press, Ottawa, Ontario. 284 pp
- CASTRO, R. y MUÑOZ, A. 2006. Obtención de las características y dimensiones de embarcaciones y artes de pesca de la flota cerquera-costera. Informe Interno, julio. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil. 2 pg.
- CIFUENTES, J., P. TORRES y M. FRÍAS. 1995. El océano y sus recursos VI. Bentos y necton. FAO. Fondo de cultura económica. México.
- COMPAGNO, L. 1984. Species catalogue the shark of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species Known to date. Roma. Vol 4. Part. 1-2. 228-231 pp.
- CONDE, M. 2009. Ecología trófica del tiburón bironche, *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert, 1882), en dos áreas del Pacífico Mexicano. Tesis maestría. La paz. México. 64 – 78 pg.
- CORREA, M. y M. VIANNA. 1993. Catálogos de otolitos de Scianidae (Osteichthyes-Perciformes) do litoral do Estado do Paraná. Nerítica. V. 7. 13–41 pg.

- DANIEL, W. W. 2002. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª. Edición. Editorial Limusa. México.
- DAWSON, W. 1986. La interpretación de las estructuras en otolitos para la estimación de edad y crecimiento de algunos peces pelágicos del Ecuador. Guayaquil – Ecuador. INP
- DÍAZ, B. 2006. Catálogo de otolitos de peces marinos de las costas adyacentes a baja california sur. México. 5-148 pg
- ESCOBAR, O. 2004. Hábitos alimentarios del tiburón ángel *Squatina californica* (Ayres, 1859) en el Suroeste del Golfo de California, México”. T e s i s de maestría. La Paz, Baja California Sur. México. 25 – 29 pg.
- ESTUPIÑAN, C., L. CEDEÑO y F. GALVÁN. 2009. Hábitos alimentarios del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) (Chondrichthyes) en el Pacífico ecuatoriano. Ecuador. 382 – 385.
- EZIUZO, E. 1963. The identification of otoliths from west african demersal fish. Africa. Pag: 488-512
- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN), 2005. Resumen informativo sobre la pesca por países: la república del Ecuador. 2 Pg.
- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN). Caracterización del impacto del consumo de productos pesqueros, en especial de pequeños pelágicos en la seguridad alimentaria en la región.
- FISCHER, W., F. KRUPP, W. SCHNEIDER, C. SOMMER, K.E. CARPENTER Y V. NIEM. 1995. Guía fao para la identificación de especies para los fines de la pesca . Pacífico centro-oriental volumen ii y iii. Vertebrados – parte 1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). Roma.

- FOWLER, A. 1989. Validation of annual growth increments in the otoliths of a small, tropical coral reef fish. *Marine Ecology progress Series* 64:25-38 pp.
- FRENCH, S. y A. MENZ. 1983. La pesquería para peces pelágicos en el Ecuador y la distribución de las capturas en relación con factores ambientales. *Rev. Com. Perm. Pac. Sur* 13:65-82 pg.
- GARCÍA, I. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Callao, Perú. Instituto del Mar del Perú. IMARPE.
- GAULDIE, R. y D. NEILSON. 1990. Otolith Growth in Fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology* . 97: 119-135 pp.
- GONZÁLEZ, N. 2005. LA Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños en El Ecuador Durante 2005. Instituto Nacional de Pesca. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Ecuador. 1, 2 pg.
- GONZÁLEZ, N., M. PRADO, J. GUZMÁN, R. CASTRO, F SOLANO, V. JURADO, M. PEÑA y P. GALINDO. 2006. Análisis de la pesquería de peces Pelágicos pequeños en el Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Ecuador.
- GONZÁLEZ, N. y V. JURADO. 2010. PLAN DE CRUCERO PROSPECCIÓN ACÚSTICA T10/08/01P. Instituto Nacional de Pesca. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Ecuador
- GONZÁLEZ, N. 2010. Seguimiento a la pesquería de peces pelágicos pequeños durante enero 2010. Instituto Nacional de Pesca. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Ecuador. 1, 2 pg.
- 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
- HECHT, T. 1987. A guide to the Otoliths of the Southern Ocean Fishes. *South African Journal of Antarctic Research* 17 (1): 1-87 pp.
- HERNÁNDEZ, S. 2008. Espectro trófico del tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la Costa occidental de Baja California Sur, México Tesis de maestra. La Paz, Baja California Sur. México. 49 – 52 Pg.

- JURADO, V y M. PRADO. 2007. La pesquería de pelágicos pequeños en el Ecuador durante 2007. Guayaquil. Ecuador. INP
- LEMOS, B., M. CORREA, y ABILHOA. 1992. Catálogo de otolitos de Gerreidae (Osteichthyes-Perciformes) do Litoral do Estado do Paraná. Nerítica curitiba. Vol. 7: 109-117 pg.
- LEOPOLD M., C. VAN DAMME, C. PHILIPPART, C. WINTER.2001. Otoliths of North Sea Fish. Fish Identification Key by means of otoliths and other hard parts. World Biodiversity Database.
- LETA, H. y A. KEIM. 1982. Lectura de edades en otolitos de peces teleosteos. FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). Montevideo.
- LOMBARTE A., O. CHIC, V. PARISI, R. OLIVELLA, J. PIERA Y E. GARCÍA. 2006. A web-based environment for shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. Scientia Marina: 147-152 pp.
- LOMBARTE A., y A. CASTELLÓN. 1990. Interspecific and intraspecific otolith variability in the genus *Merluccius* as determined by image analysis. Canadian Journal of Zoology. Vol 69: 2442-2449 pp.
- LOPEZ, S., R. MELÉNDEZ1 y P. BARRÍA. Alimentación del tiburón marrajo *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810 (Lamniformes: Lamnidae) en el Pacífico suroriental, Santiago, Chile. 443, 444 Pg.
- LAGLER, K. 1984. Ictiología. AGT Editor, México
- MASCAREÑAS, O. 2002. Colección de referencia de otolitos de peces arrecifales de la Bahía de La Paz, B.C.S. México. U.A.B.C.S. México. Tesis de Licenciatura en Biología Marina U.A.B.C.S. México..78 pg.
- MASCAREÑAS O., O. ABURTO, y E. BALART. 2003. Otolitos de peces de arrecife del Golfo de California. Univ. Auton. Baja California Sur y Centro de Invest. Biol. Del Noroeste, S.C., México. 1-2 pg.
- MORALES, B. 1987. Métodos de determinación de la edad de los osteíctios en base a estructuras de crecimiento. Inf. Tecn. Inv. Pesq. 143: 3-30 pg.
- MORROW, J. 1979. Preliminary keys to otoliths of some adults fishes of the Gulf of Alaska, Bering Sea, and Beaufort Sea. NOAA Tech. 32 Pp.

- PEÑA, M. 2009. Seguimiento a la pesquería de peces pelágicos pequeños durante julio 2009. Instituto Nacional de Pesca. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Ecuador. 2 pg.
- POLO, C., A.BAIGORRÍ, F. GALVÁN, M. GRIJALBA Y A. SANJUAN. 2007. Hábitos alimentarios del tiburón zorro *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839), en el Pacífico ecuatoriano. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Ecuador. 62, 63 Pg.
- POLO, C. 2008. Ecología Trófica de los tiburones zorro *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935 y *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839) en el Pacífico ecuatoriano. Tesis de Maestría. La Paz. México. 93 – 102 pg.
- POPPER, A. & S. COOMBS. 1980. Auditory mechanisms in teleost fishes. American Scientist 68(4):429-440 pp.
- POPPER, A.; J. RAMCHARITAR & S. CAMPANA. 2005. Why otoliths Insights from the inner ear physiology and fisheries biology. Marine and Freshwater Researcher. 56, 497 – 504 pp.
- SCHMILT, W. 1969. The otoliths as a mean for differentiation between species of very similar apparence. Proc. Sym Ocean Fish Resources of sea tropical Atlantic FAO and O.U.A. Pag: 393-396 pp.
- SMALE, M.; G. WATSON & T. HETCH. 1995. Otolith atlas of Southern African marine fishes. Smith Institute Ichtiology. 1-244 pp.
- SOKAL, R. y F. ROHLF. 1995. Biometry. Third edition. W.H. Freeman and Company, New York, New York, USA. 887 pp.
- SRP. 2008. Estudio de Impacto Ambiental para la construcción, operación y mantenimiento del puerto pesquero artesanal de Santa Rosa. Santa Elena. 8-11 pg.
- SRP. 2009. Censo anual pesquero en Santa Rosa. Prov. Santa Elena. Ecuador.
- TAVERA, V. J. 2006. Análisis Filogenético y Biogeográfico del Género *Anisotremus* Gill, 1861 (Perciformes: Haemulidae). Tesis que para obtener el grado de Maestría. CICIMAR-IPN. Mexico. 139 pg.
- TOMBARI, A. 2004. Los otolitos, tan simples como maravillosos. Buenos Aires. Argentina

- TOMBARI, A.; A. VOLPEDO & D. ECHEVERRIA. 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). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, , Buenos Aires, Argentina. 1,2, 3 pg.
- TORRES, Y. 2006. Hábitos alimenticios y la Rázon de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$) del tiburón *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith 1834) capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa, México. Instituto Politécnico Nacional. Tesis de maestría. La Paz. México. 26 – 29 pg.
- VOLPEDO, V. y D. ECHEVERRIA. 2000. Catalogo y Claves de Otolitos para la identificación de peces del mar Argentino. Editorial DUNKEN. Buenos Aires, Argentina. 88 – 90 pg.
- VELASCO, S. 2008. Estudio Oceanográfico para el Puerto Pesquero en Anconcito. Santa Elena.
- YÁNEZ, L. y V. LEYTON. 1976. Desarrollo Del Otolito Embrionario, Patrón De Su Crecimiento Comparación Morfológica Con Otolitos Juveniles Y Adultos Del Bagre Marino *Galeichthys Caerulescens* (Günther) . An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 1,2 pp.
- VELASCO, P. 2005. Hábitos alimenticios e isótopos de ^{13}C y ^{15}N del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de maestría. La Paz, Baja California Sur. México. 53 – 55 Pg.
- ZAR, J. 1999. Biostatistical analysis. Fourth edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 663 pp.

Disponible en Internet:

www.fao.org

www.ccamlr.org. Manual Del Observador Científico

Portal enciclopedia del Ecuador.

14. ANEXOS

14.1. CUADROS:

Tabla 46. Registro de campo para estudio de obtención de los ejemplares en el estudio de otolitos de peces pelágicos pequeños

HOJA DE REGISTRO DE CAMPO
Estudio de característica de los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños en la Costa de Sta. Elena

Fecha: _____
 Localidad (Puerto): _____

N°	IDENTIFICACIÓN DEL PEZ			DATOS BIOLÓGICOS				Costo (\$)	
	N. vulgar	Género	Especie	Peso (g)	L. total (cm)	L. Estándar (cm)	Sexo		madurez

Especie, es opcional se verificará con mas detalles en laboratorio
 g: gramos
 L. total (cm): Longitud total en centímetros

Tabla 47. Hoja de registro de datos morfométricos del otolito sagita en el estudio de los otolitos en peces pelágicos pequeños de la Costa de Santa Elena.

HOJA DE REGISTRO DE CARACTERES MORFOMÉTRICOS DEL OTOLITO
Características de los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños en la Costa de Sta. Elena

Fecha:

Localidad (Puerto):

N° de muestra		Medidas del otolito derecho (mm)			Medidas del otolito izquierdo (mm)			Observaciones
		LO (mm)	AO (mm)	peso (g)	LO (mm)	AO (mm)	peso (g)	
Íctica	otolito							

largo máximo de la sagita (LO)
 ancho máximo de la sagita (AO)

Tabla 48. Hoja de registro de parámetros morfológicos en el estudio de los otolitos en peces pelágicos pequeños de la Costa de Santa Elena.

**HOJA DE REGISTRO DE CARACTERES MORFOLÓGICOS DEL
OTOLITO**

**Morfológica de otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños
en la Costa de Sta. Elena**

Fecha: _____

Localidad (Puerto): _____

Especie _____

en _____

estudio _____

Nº de _____

muestra _____

íctica _____

OTOLITO DERECHO		Observaciones	OTOLITO IZQUIERDO			
						Observaciones
Forma			Forma			
Márgenes			Márgenes			
Borde dorsal			Borde dorsal			
Borde ventral			Borde ventral			
Sulco			Sulco			
Ostio			Ostio			
Cauda			Cauda			
Cuello			Cuello			
Rostro			Rostro			
Antirrostro			Antirrostro			
Cisura			Cisura			
Perfil			Perfil			

Tabla 49. Datos biológicos de la especies en el estudio de características de los otolitos sagitales.

Taxonomía	Descripción biológica	Registro de ecología trófica
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Clupeidae Especie: <i>Opisthonema bulleri</i> (Regan, 1904)	Especie estenoterma y pelágica, forma cardúmenes en la costa, habita profundidades de 0 a 10 m, alcanza tamaño hasta 196 mm de Longitud estándar (LS) (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	A nivel de la familia Clupeidae
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Clupeidae Especie: <i>Opisthonema libertate</i> (Günther, 1867)	Especie euriterma y pelágica costera, forma cardúmenes densos, habita profundidades de 0 a 70 m, alcanza tamaño hasta 260 mm de LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	Registrada como presa para el tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> en Ecuador (Bolaño, 2009.).
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Clupeidae Especie: <i>Opisthonema medirastre</i> (Berry & Barrett, 1963)	Especie estenoterma y pelágica costera, forma cardúmenes, habita en profundidades de 0 a 10 m, alcanza tamaño hasta 220 mm LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	A nivel de la familia Clupeidae

Continuación tabla.

Taxonomía	Descripción biológica	Registro de ecología trófica
Clase: Actinopterygii Orden: Perciformes Familia: Scombridae Especie <i>Scomber japonicus</i> (Houttuyn, 1782)	Especie euriterma y pelágica costera, vive en cardúmenes, habita hasta la profundidad de 300 m, alcanza hasta 300 mm LS en los más comunes (Fischer <i>et al.</i> , 1995; Robertson <i>et al.</i> , 2006)	Registrada como presa para los tiburones <i>Squatina californica</i> en México (Escobar, 2004), <i>Sphyrna lewini</i> en México (Aguilar, 2003; Torres, 2006), <i>Prionace glauca</i> en México (Hernández, 2004), <i>Isurus oxyrinchus</i> en México (Velasco, 2005), <i>Isurus oxyrinchus</i> en Chile (López <i>et al.</i> , 2009), <i>Sphyrna zygaena</i> en Ecuador (Bolaño, 2009).
Clase: Actinopterygii Orden: Perciformes Familia: Scombridae Especie: <i>Auxis rochei</i> (Collette & Aadland, 1996)	Especie euriterma, habita en aguas costeras y oceánicas, forma cardúmenes, profundidad de 0 a 200 m, alcanza 400 mm de LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995; Robertson <i>et al.</i> , 2006).	Registrado a nivel de la familia Scombridae
Clase: Actinopterygii Orden: Perciformes Familia: Scombridae Especie: <i>Scomberomorus sierra</i> (Jordan & Starks, 1895)	Especie estenoterma y pelágica, vive en cardúmenes, profundidad de 0 a 15 m, tala común de 600 mm de LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995; Robertson <i>et al.</i> , 2006).	Registrado a nivel de la familia Scombridae

Continuación tabla.

Taxonomía	Descripción biológica	Registro de ecología trófica
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Engraulidae Especie: <i>Anchoa argentivittata</i> (Regan, 1904)	Especie estenoterma y pelágica costera que vive en cardúmenes, profundidad de 0 a 10 m, tamaño 125 mm LT (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	Registrado a nivel de la familia Engraulidae
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Engraulidae Especie: <i>Anchoa exigua</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Especie estenoterma y pelágica costera, profundidad de 0 a 10 m, tamaño hasta 75 mm de LT (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	Registrado a nivel de la familia Engraulidae
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Engraulidae Especie: <i>Anchoa ischana</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Especie estenoterma y pelágica, forma cardúmenes a lo largo de la playa, profundidad 0 a 10 m, tamaño 120 mm LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	Registrado a nivel de la familia Engraulidae

Taxonomía	Descripción biológica	Registro de ecología trófica
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Engraulidae Especie: <i>Anchoa nasus</i> (Kner&Steindachner, 1867)	Especie estenoterma y pelágica costera, se encuentra a lo largo de playas y bahías, profundidad 0 a 10 m, tamaño 135 mm LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	Registrada como presa del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> en Ecuador (Bolaño, 2009).
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Carangidae Especie: <i>Chloroscombrus orqueta</i> (Jordan&Gilbert, 1883)	Especie euriterma y pelágico, forma cardúmenes en ambientes costeros de poca profundidad de 0 a 53 m, alcanza tamaño hasta 260 mm de LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995)	Registrada como presa para los tiburones <i>Sphyrna lewini</i> en México (Torres, 2006.), <i>Rhizoprionodon longurio</i> en México (Conde, 2009), <i>Sphyrna lewini</i> en Ecuador (Estupiñán <i>et al.</i> , 2009)
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Carangidae Especie: <i>Decapterus macrosoma</i> , (Bleeker, 1851)	Especie euriterma y pelágica, forma cardúmenes en aguas costeras y oceánicas, profundidad de 12 a 53 m, tamaño hasta 300 mm de LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	Especie registrada como presa para los Tiburones <i>Sphyrna lewini</i> en México (Aguilar, 2003; Torres, 2006), <i>Squatina californica</i> en México (Escobar, 2004).

Taxonomía	Descripción biológica	Registro de ecología trófica
Clase: Actinopterygii Orden: Clupeiformes Familia: Carangidae Especie: <i>Oligoplites refulgens</i> (Gilbert&Starks, 1904)	Especie euriterma, forma cardúmenes en aguas costeras, profundidad de 0 a 30 m, tamaño hasta 250 mm de LS (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	Registrado a nivel de la familia Carangidae
Clase: Actinopterygii Orden: Perciformes Familia: Mugilidae Especie: <i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Especie euriterma y pelágica, forma cardúmenes cerca de la playa, profundidad de 0 a 125 m, tamaño hasta 910 mm LT común 350 mm (Fischer <i>et al.</i> , 1995)	Registrada como presa para los tiburones <i>Sphyrna lewini</i> (Torres, 2006), <i>Isurus oxyrinchus</i> en México (Velasco, 2005), <i>Sphyrna lewini</i> en Ecuador (Estupiñán <i>et al.</i> , 2009).
Clase: Actinopterygii Orden: Perciformes Familia: Sphyraenidae Especie: <i>Sphyraena ensis</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Especie euriterma, pelágica costera y oceánica, profundidad de 0 a 38 m, talla de 600 mm de LT (Fischer <i>et al.</i> , 1995.; Robertson <i>et al.</i> , 2006)	Registrada como presa para el tiburón <i>Isurus oxyrinchus</i> en México (Velasco, 2005)

Tabla 50. Datos de los peces pelágicos por familia utilizados en el muestreo

Familia	Especie	n	Media LS (mm)	Rango LS (mm)	Media MP (g)	Rango MP (g)
Carangidae	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	19	156,47	132 - 195	68,34	42,52 - 133,24
	<i>Decapterus macrosoma</i>	27	208,07	185 - 226	119,57	65,2 - 155,9
	<i>Oligoplites refulgens</i>	32	229,56	207 - 257	114,37	85,05 - 133,2
Clupeidae	<i>Ophistonema bulleri</i>	20	165,73	134 - 216	82,6	42,5 - 184,3
	<i>Ophistonema libertate</i>	34	159,12	50 - 222	98,41	15,01 - 255,1
	<i>Ophistonema medirrastre</i>	20	173,15	154 - 220	98,51	62,4 - 212,6
Engraulidae	<i>Anchoa argentivitatta</i>	28	113,48	104 - 123	6,72	5,67 - 7,65
	<i>Anchoa exigua</i>	19	60,53	51 - 71	3,29	2,4 - 5
	<i>Anchoa ischana</i>	16	57,75	43 - 73	3,36	2,8 - 4,3
	<i>Anchoa nasus</i>	11	120,64	107 - 135	17,75	13 - 23
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	17	235,41	108 - 388	278,16	22,7 - 652,04
Scombridae	<i>Auxi rochei</i>	15	272,33	241 - 311	369,3	209,79 - 567
	<i>Scomber japonicus</i>	18	244	194 - 294	217,03	107,8 - 368,5
	<i>Scomberomorus sierra</i>	12	352,08	300 - 400	284,95	212,6 - 365
Sphyraenidae	<i>Sphyraena ensis</i>	12	317,67	260 - 510	285,15	153,1 - 1020,6
Total	15 especies	300				

Tabla 51. Proporción de sexo de las especies estudiadas de peces pelágicos pequeños

Familia	Especie	Ejemplares (n)	Proporción sexo	χ^2
Carangidae	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	19	1,7H:1M	1,32
	<i>Decapterus macrosoma</i>	27	1,3H:1M	0,33
	<i>Oligoplites refulgens</i>	32	0,7H:1M	1,13
Clupeidae	<i>Ophistonema bulleri</i>	20	1,5H:1M	0,8
	<i>Ophistonema libertate</i>	34	1,1H:1M	0,12
	<i>Ophistonema medirrastre</i>	20	1,5H:1M	0,8
Engraulidae	<i>Anchoa argentivitatta</i>	28	0,9H:1M	0,14
	<i>Anchoa exigua</i>	19	0,9H:1M	0,05
	<i>Anchoa ischana</i>	16	1,7H:1M	1
	<i>Anchoa nasus</i>	11	1,8H:1M	0,82
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	17	0,5H:1M	1,47
Scombridae	<i>Auxi rochei</i>	15	0,9H:1M	0,07
	<i>Scomber japonicus</i>	18	1H:1M	0
	<i>Scomberomorus sierra</i>	12	0,7H:1M	0,33
Sphyraenidae	<i>Sphyraena ensis</i>	12	1,4H:1M	0,69
Total	15 especies	300		

14.2. FOTOS:



Foto 1. Puerto pesquero de Chanduy. Provincia de Santa Elena.



Foto 2. Puerto pesquero de Anconcito. Provincia de Santa Elena.



Foto 3. Puerto pesquero de La Libertad. Provincia de Santa Elena.



Foto 4. Ejemplares de peces pelágicos pequeños.

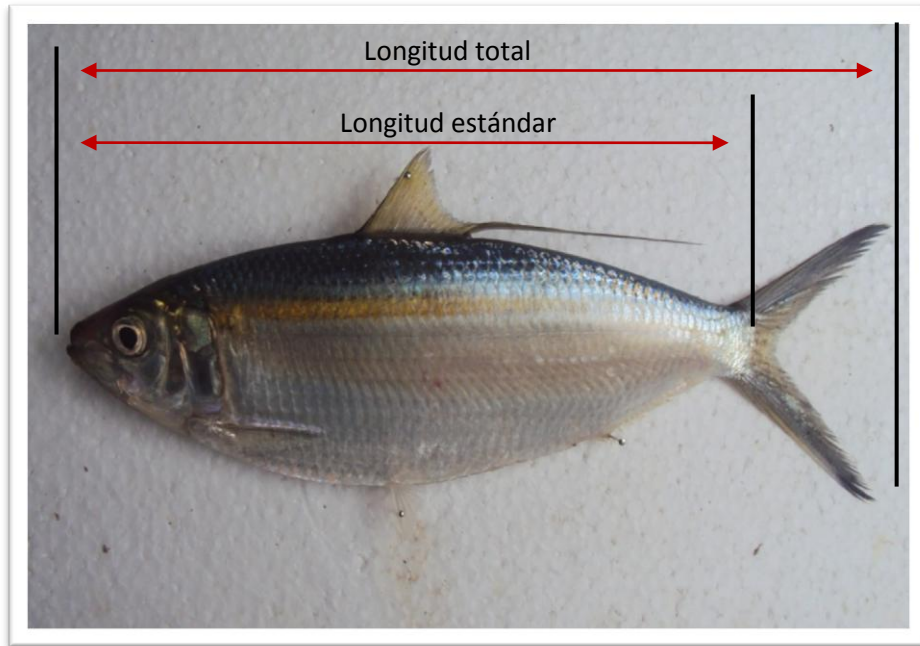


Foto 5. Medidas del pez, longitud total y Longitud estándar



Foto 6. Determinación de datos biológicos de los peces.



Foto 7. Identificación de sexo y madurez.



Foto 8. Corte transversal de una pinchagua redonda en región de la cabeza



Foto 9. Corte ventral de la cámara ótica de una pinchagua redonda.



Foto 10. Extracción de un otolito izquierdo de una pinchagua redonda.



Foto11. Rotulación preliminar de los otolitos extraídos.



Foto 12. Limpieza del otolito en la caja petri.



Foto 13. Preparación de las cajas una con hipoclorito de sodio y otra con alcohol.

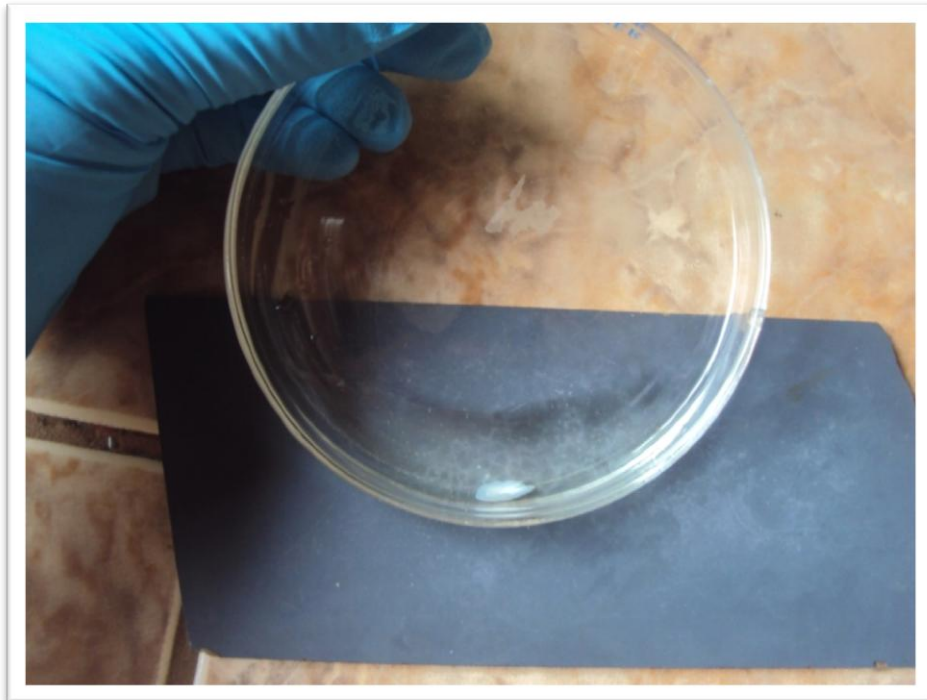


Foto 14. Blanqueo del otolito y remoción de tejido con cloro.



Foto 15. Limpieza con alcohol para antes de su preservación.

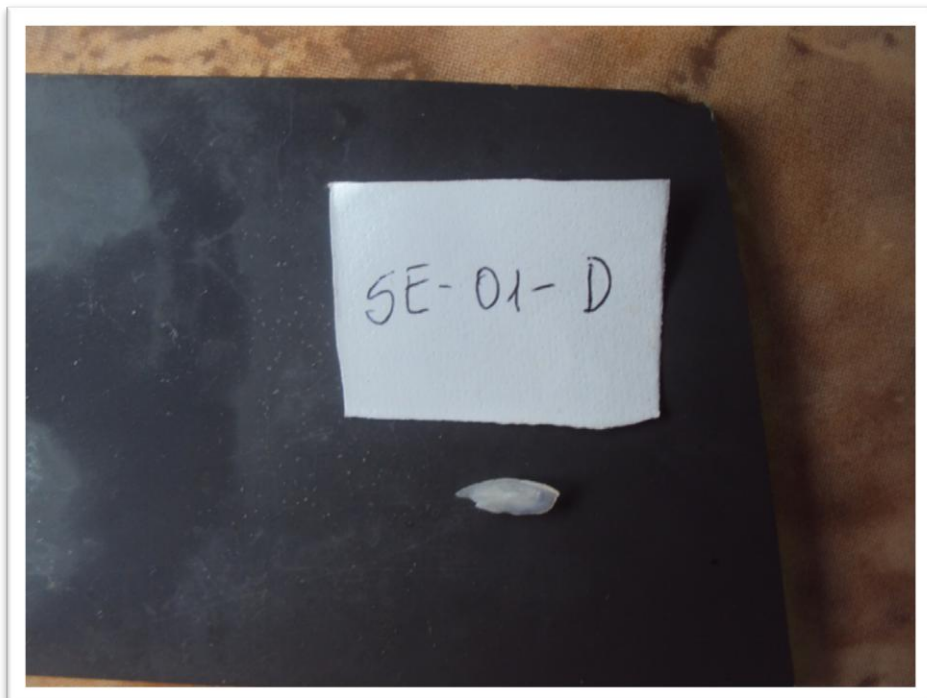


Foto 16. Rotulación para *Sphyraena ensis*, del primer ejemplar con su otolito derecho

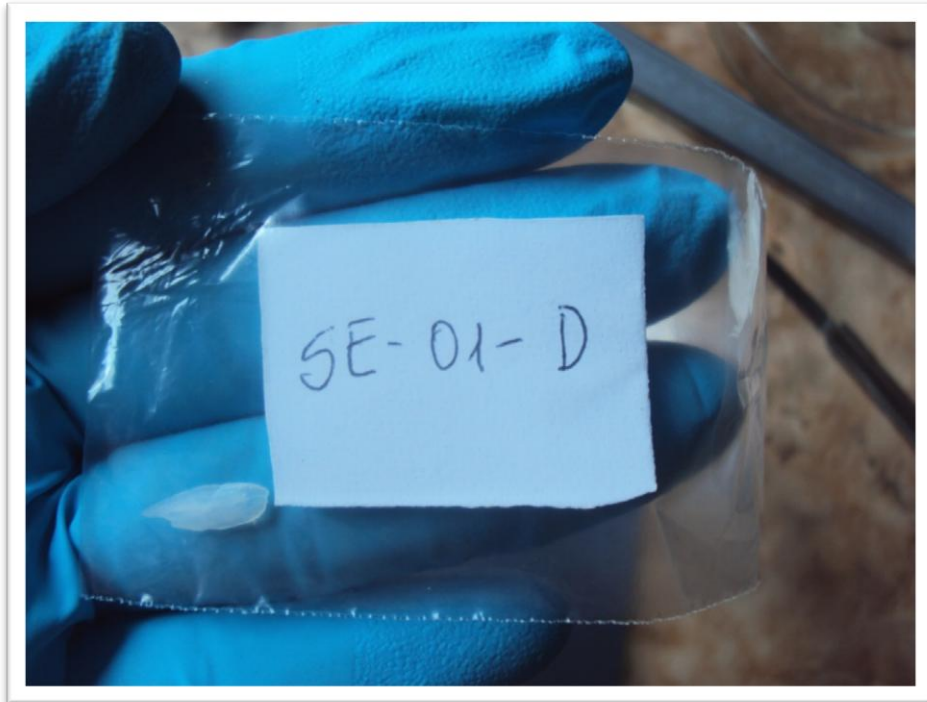


Foto 17. Preservación de otolitos grandes y gruesos.



Foto 18. Preservación de otolitos pequeños y delgados

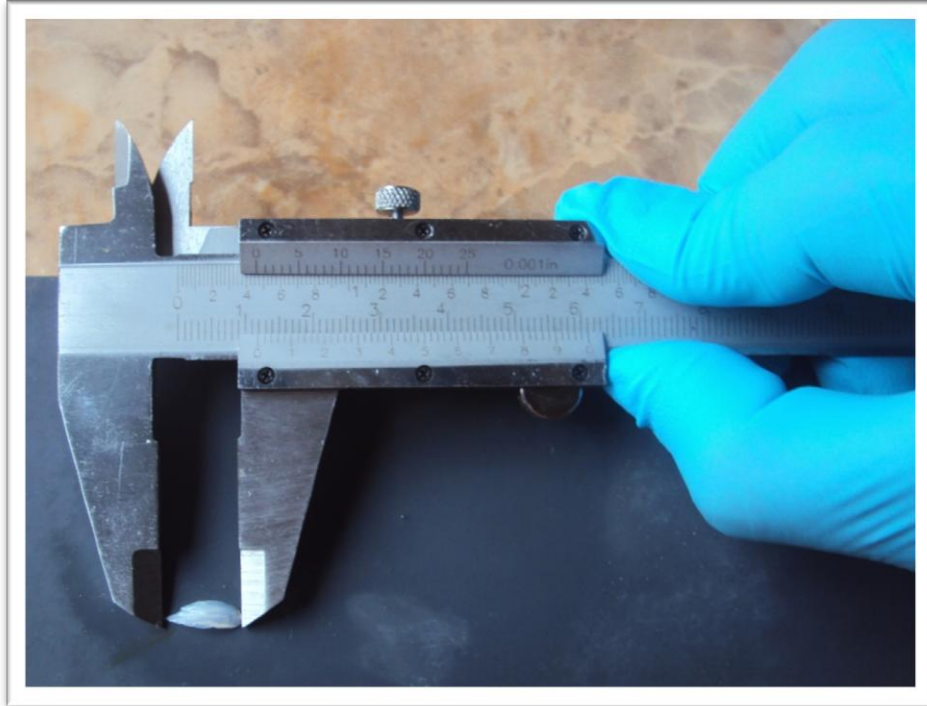


Foto 19. Obtención de la longitud del otolito LO.



Foto 20. Obtención del ancho del otolito AO

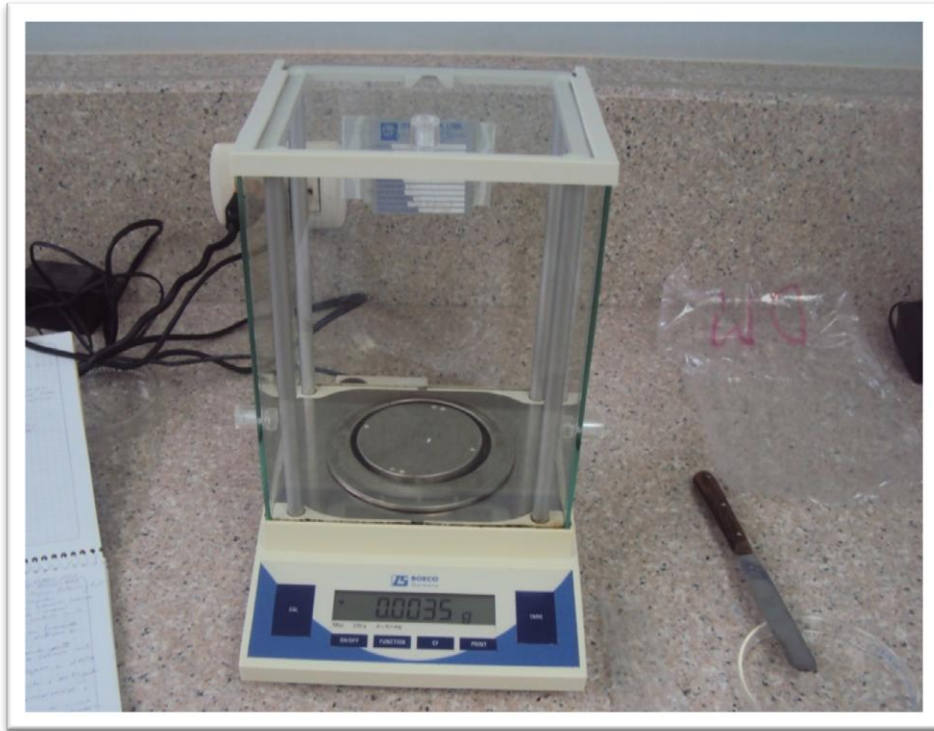


Foto 21. Obtención de la masa del otolito MO.



Foto 22. Descripción y fotografía de los otolitos en el laboratorio CCMM-UPSE.