

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**PESQUERÍA**



**Edad y crecimiento de *Genypterus maculatus* “congrío”  
capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE  
V de abril a diciembre del 2014.**

**Autor: Br. Elena Tereza García Tirado**

**Asesor: Bilmia Veneros Urbina**

**TRUJILLO – PERÚ**  
**2016**

## DEDICATORIA

A Dios por estar siempre conmigo y permitirme alcanzar mis objetivos, por guiar mi camino y colmarme de bendiciones.

A mis padres: María Tirado y Melades García por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

Con mucho cariño a mi hija: Belén Sachún García por su amor, comprensión y por ser mi fortaleza y motivo para seguir adelante.

A mi esposo: Josué Sachún Guarníz por su apoyo y motivación.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por hacer posible la culminación de este trabajo.

Al Instituto del Mar del Perú, sede Huanchaco por la proporción de información, equipos y muestras para la realización de este trabajo de investigación.

En especial al Blgo. Carlos Goicochea Vigo por su confianza, enseñanza, asesoramiento y disponibilidad.

A la Dra. Bilmia Veneros Urbina por su continua orientación y apoyo en el desarrollo de ésta investigación.

A Maria Teresa Haro Rodríguez, mi amiga, por su ayuda incondicional e invaluable durante el periodo de ejecución de este trabajo.

IMARPE

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE TRUJILLO**

**Dr. ORLANDO GONZÁLES NIEVES**

**RECTOR**

**Dr. RUBÉN VERA VÉLIZ**

**VICERECTOR ACADÉMICO**

**Dr. WEYDER PORTOCARRERO CÁRDENAS**

**VICERECTOR ACADÉMICO DE INVESTIGACIÓN**

**Dr. MARCO SALAZAR CASTILLO**

**DECANO (e) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Dra. BILMIA VENEROS URBINA**

**DIRECTORA (e) DE LA ESCUELA CADÉMICA PROFESIONAL DE  
PESQUERÍA**

**Dra. ZOILA CULQUICHICÓN MALPICA**

**DIRECTORA (e) DEL DEPARTAMENTO DE PESQUERÍA**

## DEL ASESOR

La que suscribe, asesora de la tesis titulada: Edad y crecimiento de *Genypterus maculatus* “congrio” capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014, certifica que ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos propuestos y que el informe acoge las observaciones y sugerencias, por lo tanto autorizo a la Br. Elena Tereza García Tirado para continuar los trámites siguientes.

Trujillo, Marzo, 2016

---

Dra. Bilmia Veneros Urbina  
Asesora

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con las disposiciones reglamentarias vigentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, someto a vuestra consideración la tesis: Edad y crecimiento de *Genypterus maculatus* “congrío” capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014, siendo uno de los requisitos para optar el título de Biólogo Pesquero.

Trujillo, Marzo, 2016

---

Br. Elena Tereza García Tirado

**JURADO DICTAMINADOR**

---

**Ms. C. Elena Icochea Barbarán**  
**PRESIDENTE**

---

**Dra. Zoila Culquichicón Malpica**  
**SECRETARIA**

---

**Dr. Roger Alva Calderón**  
**VOCAL**

## **APROBACIÓN**

Los profesores que suscriben, miembros del jurado dictaminador, declaran que la presente tesis ha cumplido los requisitos formales y fundamentales siendo aprobada por unanimidad.

---

**Ms. C. Elena Icochea Barbarán**  
**Presidenta**

---

**Dra. Zoila Culquichicón Malpica**  
**Secretaria**

---

**Dr. Roger Alva Calderón**  
**Vocal**



## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la edad y crecimiento de *Genypterus maculatus* “congrío negro” capturado frente a Chimbote durante el año 2014. La muestra estuvo constituida por 705 pares de otolitos. Del análisis de microincrementos se comprobó que la periodicidad de formación de los anillos de crecimiento fue semestral. Se elaboró una clave talla-edad, al no encontrar diferencias significativas entre sexos. Asimismo, se obtuvo 4 edades (1, 2, 3 y 4 años), siendo el más representativo la edad de 1 año. Se obtuvo la distribución de frecuencias por edad. La relación entre la longitud total del pez y el radio total del otolito fue lineal y la relación longitud total entre el peso total y la longitud fue potencial con un  $b = 2.89$ , presentando un crecimiento alométrico negativo. Se estimó los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy mediante el programa *Table Curve 2D V5. 01*, siendo estos  $L_{\infty} = 101.74$  cm;  $K = 0.124/\text{año}$ ;  $t_0 = -0.1997$  años. La ecuación de la curva de crecimiento en longitud fue  $L_t = 101.74 * (1 - e^{-0.124 * (t - 0.1997)})$ .

**Palabras Clave:** *Genypterus maculatus*, “congrío negro”, crecimiento, microincrementos, Chimbote.

## ABSTRACT

The research was carried on to determine the age and growth of *Genypterus maculatus* "black conger" caught off Chimbote during 2014. The sample consisted of 705 pairs of otoliths. Microincrements analysis found that the frequency of formation of growth rings was semiannually. A key size-old was drafted, finding no significant differences between sexes. Also, 4 ages (1, 2, 3 y 4 años) was obtained, the most representative the age of 1 year. Age distribution of frequency was obtained. The relationship between total fish length and the total otolith radius was linear and the total length ratio between the total weight and length was potential with  $b = 2.89$ , presenting a negative allometric growth. The parameters of von Bertalanffy growth by Table Curve 2D V5. 01 program were estimated as  $L_{\infty} = 101.74$  cm;  $K = 0.124/\text{year}$ ;  $t_0 = -0.1997$  years. The equation of the curve length growth was  $L_t = 101.74 * (1 - e^{(-0.124 * (t - 0.1997))})$ .

**Key Words:** *Genypterus maculatus*, "black conger", growth, microincrements, Chimbote.

## ÍNDICE

	<b>Pag.</b>
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS .....	iv
DEL ASESOR .....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
JURADO DICTAMINADOR.....	vii
APROBACIÓN.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN .....	1
MATERIAL Y MÉTODOS .....	6
RESULTADOS .....	17
DISCUSIÓN .....	26
CONCLUSIONES .....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	32

## INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países pesqueros más importantes del mundo, que asociado a diversos factores ambientales y biológicos hace de sus aguas un ecosistema de productividad natural con la consecuente presencia de una inmensa variedad y cantidad de recursos pesqueros (Tasso, 1998).

Ritcher (2007) indica que la alta biodiversidad ictiofaunística del mar peruano ha permitido el desarrollo de diversas pesquerías a lo largo del litoral y además que los pescadores artesanales utilicen como base de operaciones Caletas y Puertos, siendo estos 181 puntos.

La pesca artesanal es la primera forma de pesca que conoció el hombre y ha sido, desde épocas remotas, la base de casi todos los asentamientos humanos en las zonas costeras. Es una actividad económica de gran importancia ya que es fuente principal de empleo e ingresos de miles de familias y por su contribución a la seguridad alimentaria de la población. Sin embargo, esta actividad atraviesa por una etapa de crisis, agravada por la sobreexplotación y la progresiva disminución de los recursos hidrobiológicos (CEOP ILO, 2003).

Entre los recursos demersales capturados incidentalmente en la pesca artesanal en el Perú se encuentra *Genypterus maculatus* “congrío” perteneciente a la familia Ophidiidae (IMARPE, 1996). Esta especie recibe también el nombre de “congrío mulato”, “congrío moreno” (García, 2001). En las costas chilenas se le conoce como “congrío negro”, “congrío manchado” y “chacha” (Kong y Castro, 2002).

El congrio se distribuye geográficamente de Puerto Pizarro (Perú) hasta el archipiélago de Los Conos (extremo austral de Chile) (Kong y Castro, 2002). Habita en la plataforma continental y zona arquitectónica del talud en fondos areno-fangosos entre 65 y 300 m de profundidad (Chirichigno y Vélez, 1998).

Los primeros trabajos referidos al estudio de la edad y el crecimiento de poblaciones de peces datan de tiempos lejanos, no fue hasta comienzos del presente siglo cuando la investigación adquirió relevancia en este campo (Reibish, 1899). Desde entonces y hasta nuestros días, la determinación de la edad ha pasado por diversos períodos en los que las técnicas han mejorado la posibilidad de lectura y se han explicado, en gran medida, los procesos metabólicos asociados al crecimiento del pez (Tuset, 2000).

Inicialmente se utilizaron diferentes estructuras duras, tales como escamas, otolitos, vértebras, huesos operculares, etc., observándose en todas ellas marcas periódicas o anillos anuales (FAO, 1982). No obstante, dada la complejidad que suponía la interpretación de estas estructuras en algunas especies, diversos autores desarrollaron técnicas complementarias que permitían leer mejor dichas estructuras. En concreto, el otolito fue más utilizado ya que, a priori, parecía la estructura más fácil de leer y manipular (Christensen, 1964; Albrechtsen, 1968; Bedford, 1983), cobrando mayor relevancia cuando Simkiss (1974) descubrió que no sufría procesos de reabsorción como ocurría en las otras estructuras celulares empleadas (escamas, vértebras, etc.), lo que provocó un aumento considerable en el número de trabajos que usaban únicamente dicha pieza ósea.

Al mismo tiempo, las investigaciones de Pannella (1971) produjeron un salto cualitativo muy importante al descubrir en los otolitos la formación de incrementos diarios de crecimiento. En particular, el otolito *sagitta* es la estructura más ampliamente empleada en estudios de edad, ya que contienen toda la información sobre la historia individual del pez (Piñeiro y Padín, 1995).

La estimación de la edad y el crecimiento permite conocer la estructura demográfica de una población, lo cual es esencial para establecer las transiciones entre edades, que es la base para establecer la dinámica de la población. El conocimiento de la edad es prerequisite para dilucidar los parámetros de la historia de vida como: longevidad, tasas de crecimiento, edad de madurez y mortalidad (Ihssen *et al.*, 1981), edad de reclutamiento, estructura por edades y producción de un stock (Carlander, 1974). Además, constituye la base para aplicar modelos de crecimiento individual, como los de von Bertalanffy (1934) entre otros, y modelos pesqueros más complejos, como el desarrollado por Beverton & Holt (1957).

Tresierra y Culquichicón (1993) mencionan que para determinar la edad en los peces se utilizan métodos indirectos como: el análisis de la distribución de frecuencias de longitud y marcación además métodos directos como: la interpretación de marcas de crecimiento o en las estructuras óseas o partes duras.

La interpretación de anillos de crecimiento de los otolitos es una técnica que requiere experiencia del lector y está sujeta a errores debido a su carácter

subjetivo (Arrieta *et al.*, 1979). Esta interpretación se basa en el recuento de anillos opacos o translucidos alrededor de un núcleo opaco, formado durante el primer periodo de crecimiento (Chilton y Beamish, 1982). Este es el método más fiable y aceptado para la determinación de la edad en peces (Beamish y McFarlane, 1987; Brothers, 1995). En muchas especies con otolitos de grosor pequeño o medio, la determinación de la edad suele realizarse con otolitos enteros.

El crecimiento, puede considerarse como un incremento en longitud o en peso y es resultado directo de procesos químicos, osmóticos y otras fuerzas que contribuyen a la introducción de material en el organismo, el que es transferido a muchas partes del cuerpo (Tresierra y Culquichicón, 1993).

El congrio es una especie comercialmente explotada en pequeña escala en la zona centro y sur de Chile, su conocimiento se limita a trabajos referentes a edad y crecimiento realizados por El Fondo de Investigación Pesquera. Tascheri *et al.* (2003) analizaron el crecimiento en estructuras duras (otolitos) y la estructura por grupos de edad que componen las capturas (desembarque) artesanales de congrio negro, realizadas en la zona centro sur de Chile de abril 2002 a marzo 2003.

Tascheri *et al.* (2003) también reportaron las funciones de crecimiento las cuales fueron ajustadas por retrocálculo para el recurso estudiado diferenciado por sexo. La longitud asintótica tomó un valor de 96,1 cm LT y 101, 2 cm LT para machos y hembras respectivamente, con tasas de crecimiento de 0,11/año en ambos sexos.

El objetivo de esta investigación es determinar la edad y el crecimiento de *Genypterus maculatus* “congrío negro” capturado frente a Chimbote.

IMARPE



## MATERIAL Y MÉTODOS

El material empleado en esta investigación fue proporcionado por el Instituto del mar del Perú (IMARPE) sede Chimbote, obtenido durante cuatro prospecciones realizadas a bordo del crucero de investigación BIC IMARPE V frente al mar de Chimbote (figura 1) entre abril y diciembre del 2014. La muestra fue trasladada al Laboratorio Costero de IMARPE sede Huanchaco donde se realizó el análisis (figura 2).

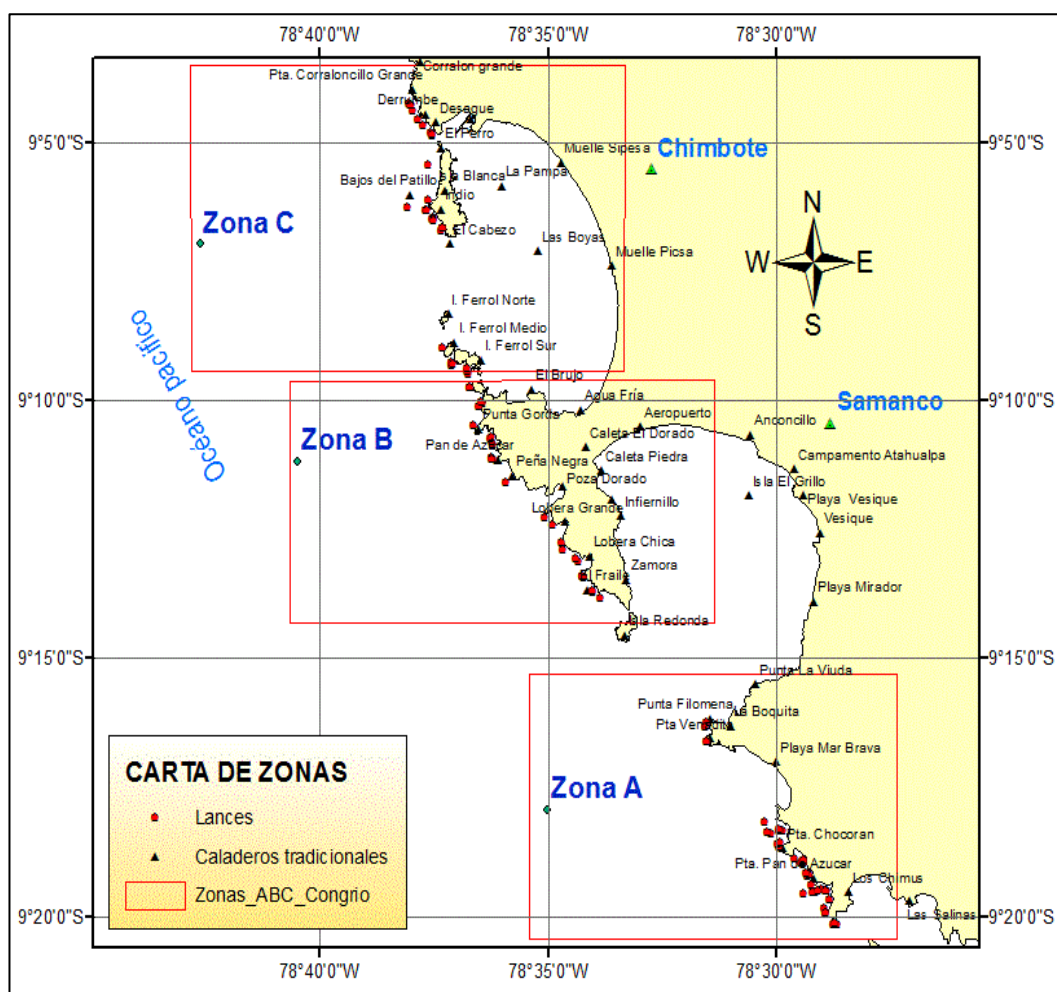


Figura 1. Zonas de captura (caladeros) de congrio frente al mar de Chimbote. (Fuente: Laboratorio Costero de Chimbote).

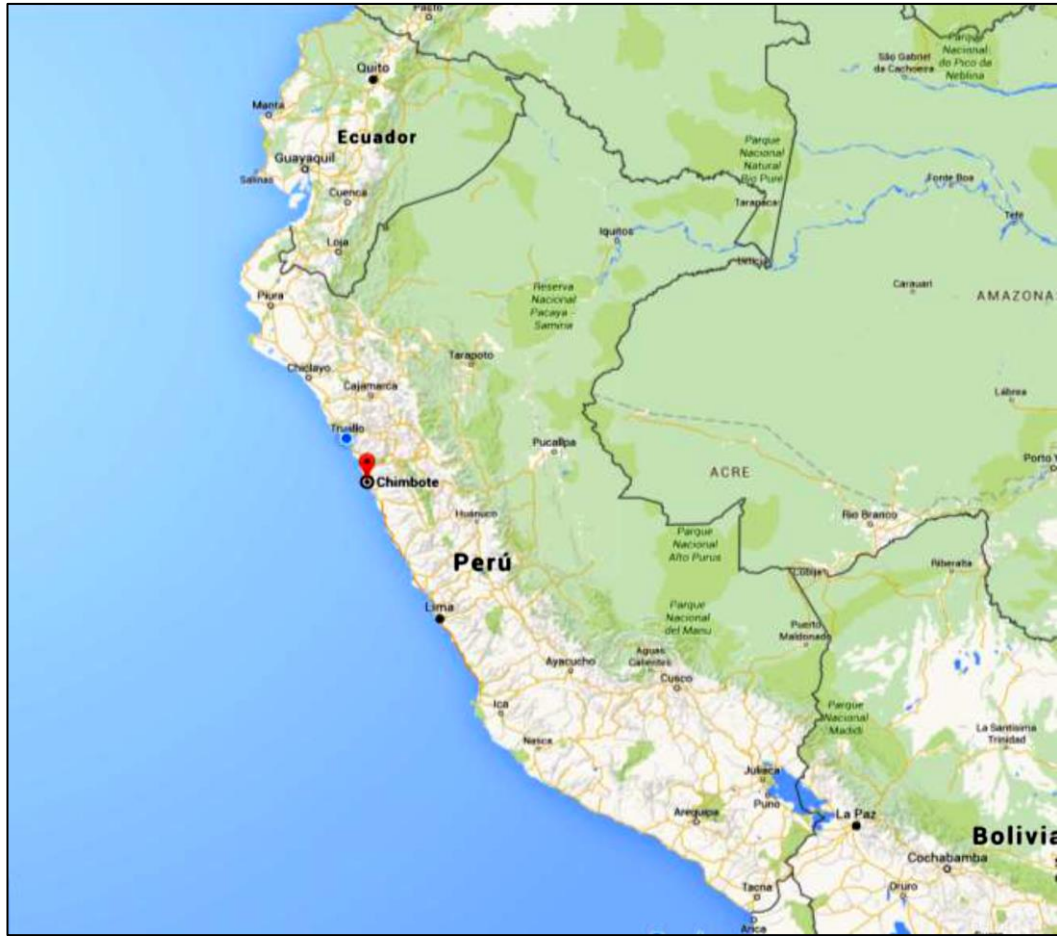


Figura 2. ● Ubicación IMARPE sede Huanchaco. 📍 Ubicación IMARPE sede Chimbote. (Fuente: Google maps)

La muestra colectada estuvo constituida por 953 pares de otolitos sagita extraídos de individuos de la especie *Genypterus maculatus* “congrío”. Se seleccionó una submuestra al azar de 701 pares de otolitos de “congrío” (384 hembras y 317 machos) considerando 10 ejemplares máximo por cada estrato de talla.

Para una mejor visualización de los anillos de crecimiento se empleó la técnica de limado para esto fue necesario fijar los otolitos utilizando el medio de montaje “Cristal bond” (termo plástico de acetato), una pequeña porción de este se colocó en una lámina porta objetos y con ayuda de un mechero de alcohol se calentó acercando brevemente la lámina al fuego, posteriormente se montó el otolito mostrando la cara externa cóncava y se dejó enfriar. El limado de los otolitos se

realizó empleando una lima a baterías AA (Figura 3), luego de finalizado el proceso se procedió a retirar el otolito de la lámina empleando calor; para la observación de los anillos de crecimiento, los otolitos fueron sumergidos en alcohol dentro de otoliteros de color negro durante 24 horas.

La medición de los anillos de crecimiento se realizó empleando un estereoscopio marca LEICA con cámara digital y analizador de imágenes, con luz reflejada a un aumento de 10x, se consideró una zona hialina y una opaca por cada anillo de crecimiento. Las medidas se tomaron en la cara externa del otolito desde el núcleo a cada uno de los anillos de crecimiento y al borde externo del otolito (radio total) (Figura 4).

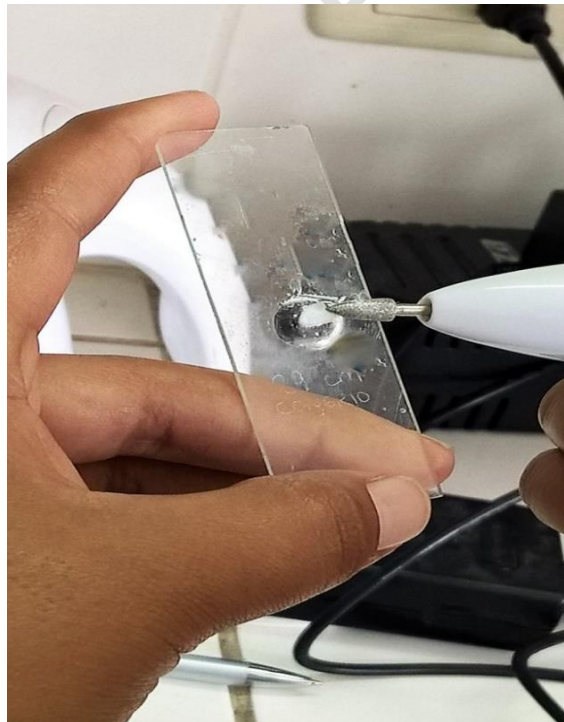


Figura 3. Limado de la cara externa del otolito sagita de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

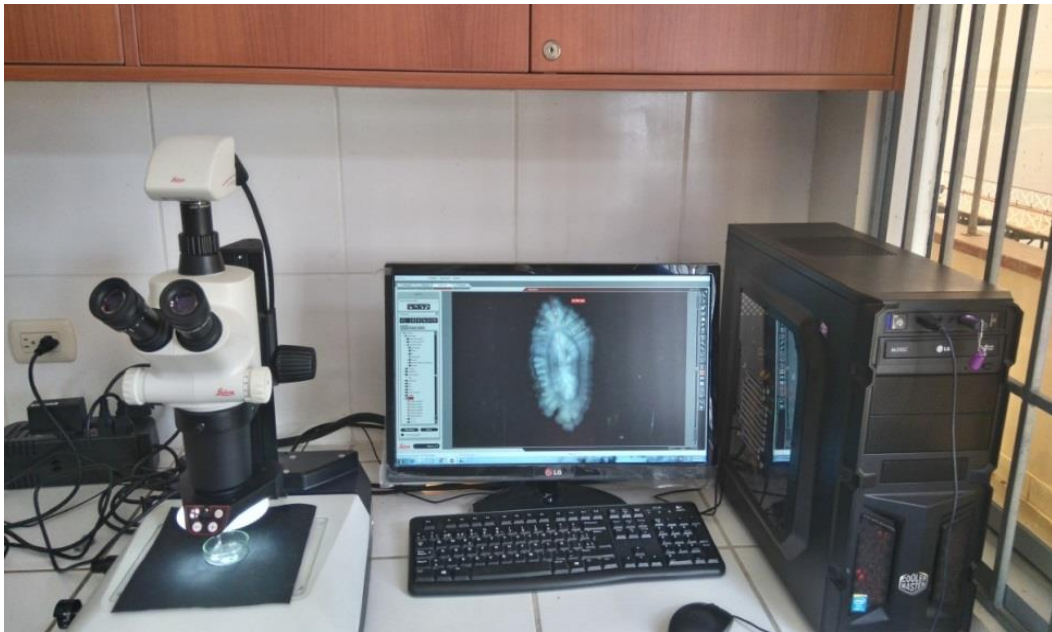


Figura 4. Medición de radios de los anillos de crecimiento en *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

Para corroborar el tiempo de formación del primer anillo en los otolitos, se procedió a realizar un análisis de microestructura para lo cual se seleccionaron 5 otolitos de individuos con uno y dos anillos de crecimiento de 26 cm, 27 cm, 29 cm 36 cm y 40 cm de longitud, estos fueron seccionados transversalmente y fijados en láminas porta objetos siguiendo el procedimiento antes descrito para luego limarlo por la cara externa empleando un esmeril (lija) al agua hasta observar el núcleo del otolito y los anillos diarios en el estereoscopio y finalmente se pulió con “Alumina” (aluminio y un solvente (agua)) y un paño (Figura 5). Luego, se volteó el otolito se repitió la secuencia anterior.

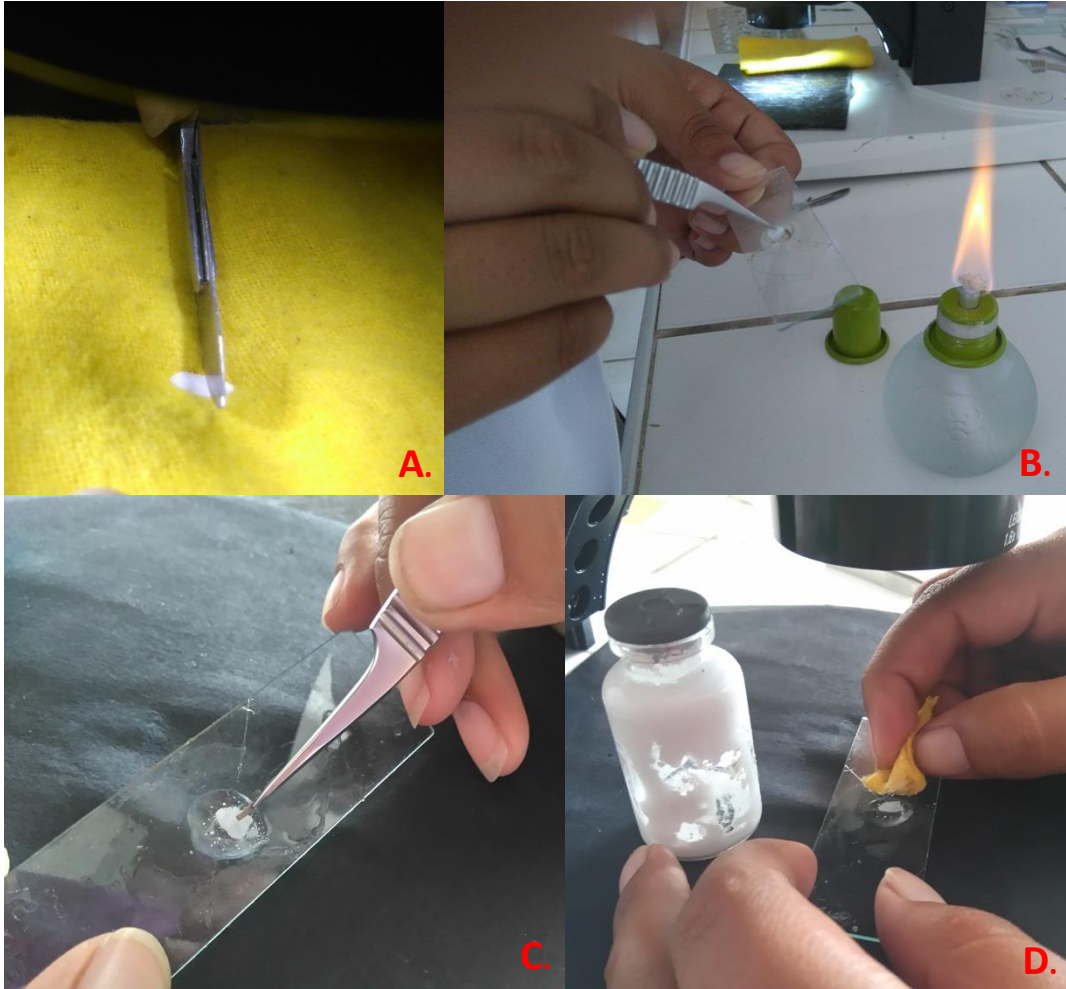


Figura. 5. A. Corte transversal del otolito sagita, B. fijado del otolito con cristal bond,C. limado del otolito por la cara interna, D. pulido del otolito con alumina.

El conteo de los microincrementos fue realizado empleando un microscopio marca LEICA con cámara digital y con luz transmitida a un aumento de 20 x (figura 6) para verificar si la formación de los anillos de crecimiento era anual o semestral.



Figura. 6. Conteo de anillos diarios de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

Se asignó la edad de los individuos empleando el siguiente método (Goicochea *et al.*, 2012):

Tamaño de borde:  $RT-r_n$

Si tamaño de borde  $> (\check{r}_n - \check{r}_{n-1})/2 \rightarrow$  edad=N° anillos + 1

Si tamaño de borde  $< (\check{r}_n - \check{r}_{n-1})/2 \rightarrow$  edad=N° anillos

Donde:

RT: Radio total (mm)

$r_n$ : Radio al anillo n (mm)

$\check{r}_n$ : Radio promedio al anillo n (mm)

$\check{r}_{n-1}$ : Radio promedio al anillo n-1(mm)

Para determinar si existe diferencias entre el crecimiento de hembras y machos se aplicó el Test estadístico de comparación de dos curvas de regresión (Sokal y Rohlf, 1990), relacionando la longitud total (cm) con el radio total del otolito (RT) y la longitud total (cm) con el peso total (g) siguiendo el protocolo:

1. Obtener: Log (LT) y Log (RT) o Log (LT) y Log (P)

2. Planteamiento de hipótesis:

$H_0: b_1=b_2$

$H_1: b_1 \neq b_2$

3. Nivel de significancia: 0,05

4. Grados de libertad (Gl):

Pendiente (b):  $n_1+n_2-4$

5. Formula t calculado:

$$t_{cal} = \frac{(b_1 - b_2)}{S * (b_1 - b_2)}$$

6.  $t_{tab}$ : 1,96

7. decisión:

$t_{cal} \leq t_{tab}$                       Se acepta  $H_0$

$t_{cal} \geq t_{tab}$                       Se rechaza  $H_1$

Donde:

Log (LT): logaritmo de longitud total (cm)

Log (RT) o (P): logaritmo de radio total (mm) o peso (g).

t: valor observado

b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub>: pendientes de las regresiones de la muestra de hembras y machos.

S: desviación estándar

Si no hay diferencia de pendientes, se pasa a probar la diferencia de intercepto siguiendo el protocolo anterior reemplazando la pendiente (b) por el intercepto (a). Solo los grados de libertad (Gl) variarán de n<sub>1</sub>+n<sub>2</sub>-4 a n<sub>1</sub>+n<sub>2</sub>-3.

Posteriormente se elaboró la clave talla-edad de los individuos *Genypterus maculatus*, empleando como datos de entrada la longitud total (cm) y las edades, realizando una sumatoria de los ejemplares de cada estrato, con la siguiente formula:

$$N_x = \sum P_{1(x)} N_1$$

Donde:

N<sub>x</sub>: número de ejemplares en la edad x.

N<sub>1</sub>: número total de ejemplares en el intervalo de longitud.

P<sub>1</sub>: proporción de ejemplares en el intervalo de longitud para la edad x.

Se graficó la distribución de las edades a partir de la clave talla-edad de *Genypterus maculatus* empleando la longitud de los individuos por edad y anotando las frecuencias / longitud.



Para determinar el modelo de regresión que más se ajusta a los valores de radio total del otolito (mm) y longitud total (cm), se ingresaron las variables al programa computacional de Microsoft Excel 2010 y se analizaron los valores de a, b, r y  $r^2$  obtenidos al aplicar las regresiones potencial, exponencial y lineal.

Para el cálculo de las longitudes en años previos de vida se empleó la técnica del retrocálculo mediante la expresión:

$$l_i = a + b * r_i$$

Donde:

$l_i$ : Longitud retrocalculada

a: intercepto

b: pendiente

$r_i$ : radio promedio

En la determinación de la relación peso-longitud para ambos sexos se utilizaron los datos de longitud total (cm) y peso total (g) respectivamente empleando la ecuación potencial:

$$P = a * L^b$$

Donde:

P: peso total (cm)

L: longitud total (cm)

a: intercepto

b: exponente de L (que mide el incremento en función de la longitud).

Luego se determinó el tipo de crecimiento en peso que presentaron los individuos de *Genypterus maculatus* según Tresierra y Culquichicón (1993):

Donde:

si  $b=3$ , crecimiento isométrico, si  $b \neq 3$ , crecimiento alométrico.

Se calcularon los pesos teóricos en base a las longitudes retrocalculadas, empleando la ecuación de la relación peso – longitud.

Para obtener los parámetros de crecimiento se empleó el programa *Table Curve 2D V5.01* (Systat Software Inc., 2007) utilizando como datos de entrada la edad y longitud de los individuos y se adicionó la información proveniente de la investigación realizada por Tascheri *et al* (2003) debido a que la muestra en estudio estaba constituida por ejemplares que no cubrían todo el rango de talla de esta especie y fue necesario completar la información. Este programa contiene la ecuación lineal y la ecuación de von Bertalanffy (Sparre y Venema, 1997) las cuales se aplicaron para identificar cuál de estas ecuaciones se ajustaba a la muestra y determinar el crecimiento del pez en función a la edad.

Se calcularon las longitudes teóricas hasta los 13 años de vida con la siguiente fórmula:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{(-K*(t-t_0))})$$

Siendo:

$L_\infty$ : longitud asintótica

K: tasa a la cual LT se acerca a su asíntota

$L_t$ : longitud total (cm) del pez en el tiempo t

$t_0$ : edad hipotética a la longitud 0

Luego se graficó la curva de crecimiento en longitud empleando las longitudes teóricas y observadas, las cuales fueron reagrupadas en intervalos de 4 cm para estandarizar con los datos de Tascheri et al (2003).

IMARPE

## RESULTADOS

Los otolitos de *Genypterus maculatus* “congrío” empleados en esta investigación, fueron de forma ovalada; además presentaron dos crestas, una superior más desarrollada que la inferior. Así mismo, conforme el pez envejece los otolitos aumentan de grosor y se curvan. La cara externa del otolito es de forma cóncava; en el otolito limado (1) se puede visualizar el núcleo de naturaleza opaca y los anillos de crecimiento, el otolito no limado (2) no se observa con claridad la zona central lo que impide la visualización del núcleo (Figura 7).

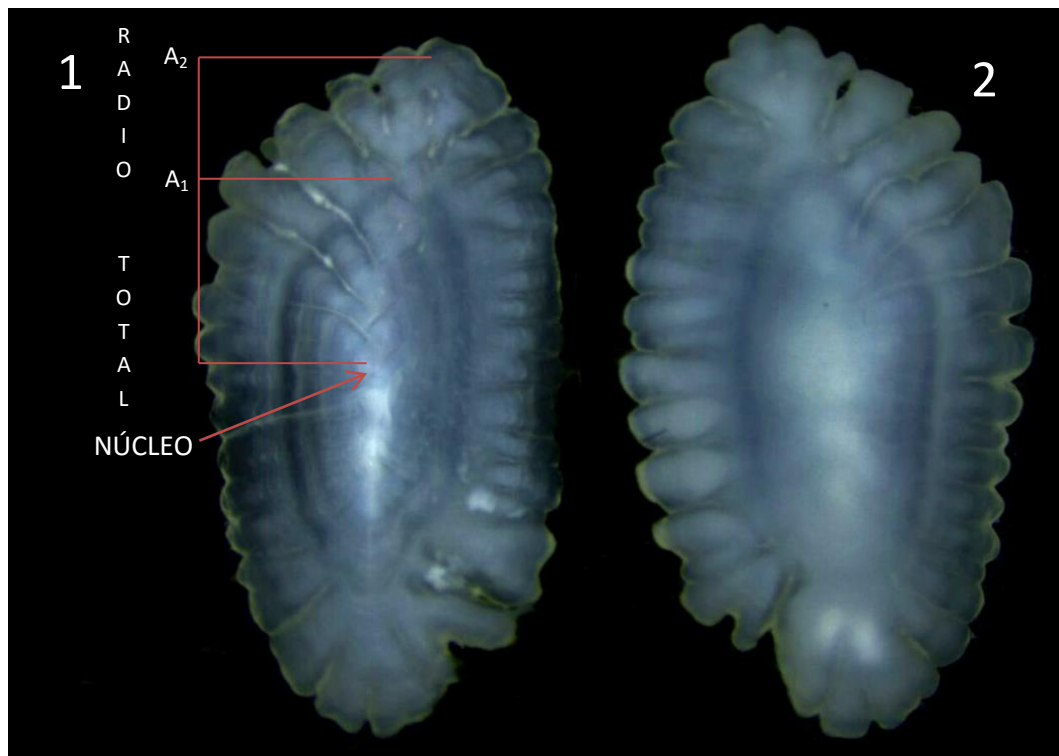


Figura 7. Fotografía de la cara externa del otolito sagita de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

La cara interna del otolito de forma convexa, donde se localiza el sulcus, además se puede observar el borde anterior llamado también *rostrum*, el borde posterior conocido como *cauda*, el borde dorsal y el borde ventral (Figura 8).

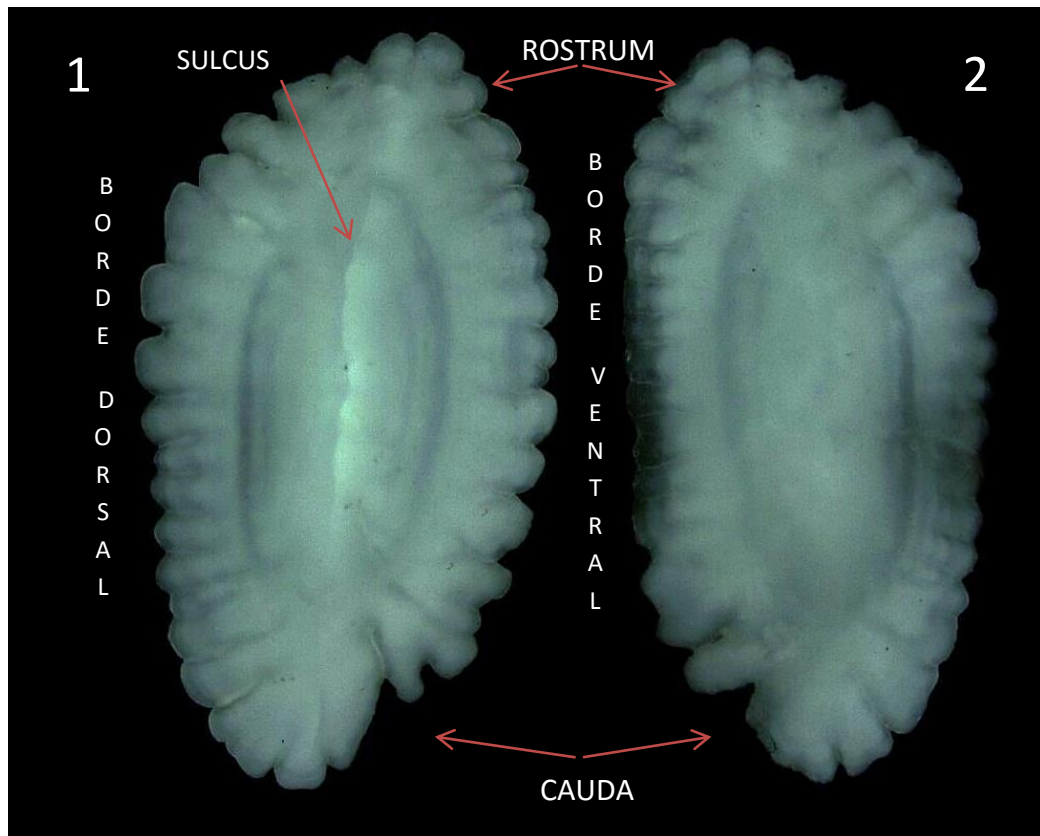


Figura 8. Fotografía de la cara interna del otolito sagita de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

A través del análisis de microincrementos (lectura de anillos diarios) en los otolitos revisados, se evidenció que la formación de los anillos de crecimiento fue semestral (Figura 9).

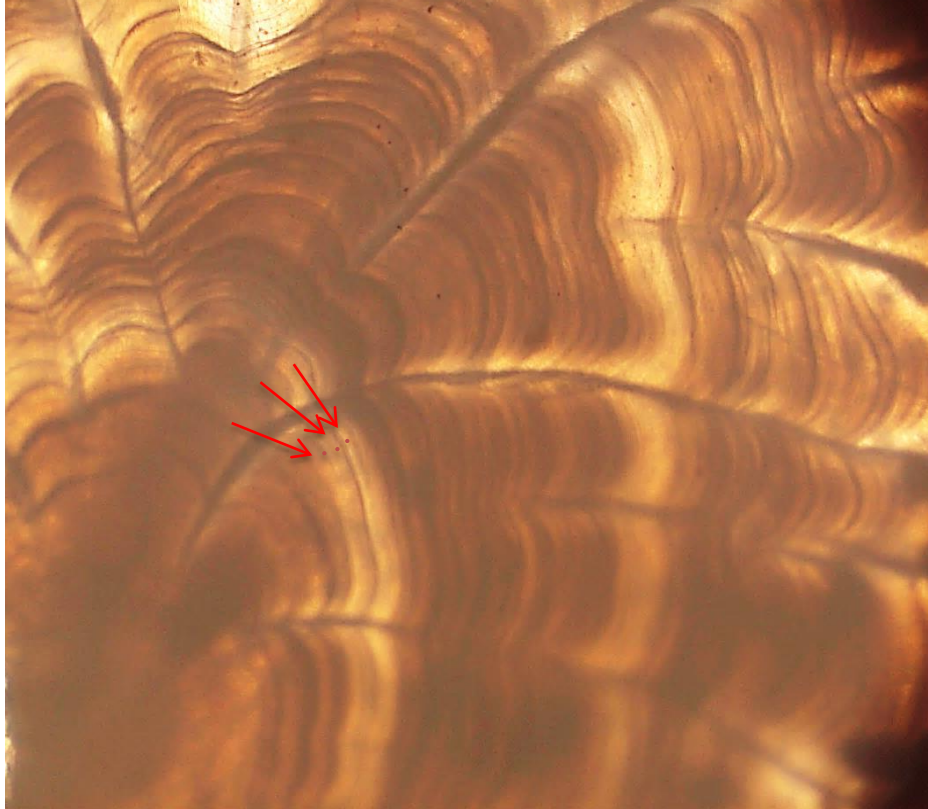


Figura. 9. Fotografía de la sección del otolito de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014, donde se observan los microincrementos a un aumento de 20x.

A través del Test estadístico aplicado con un 95% de confianza se determinó que no existe diferencia significativa en el crecimiento de hembras y machos de *Genypterus maculatus*, es decir son iguales en el crecimiento en longitud y peso.

Se elaboró una clave talla-edad para ambos sexos con un intervalo de 1 cm. El rango de tallas vario entre 24 a 69 cm de longitud total. El grupo más representativo fue el de 1 año, mientras que el menos representativo fue el de 4 años (Tabla 1).

Tabla 1. Clave talla-edad para hembras y machos de *Genypterus maculatus* “congrío” capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

LT(cm)	EDAD (AÑOS)				TOTAL
	1	2	3	4	
24	1				1
25	3				3
26	6				6
27	10				10
28	13	1			14
29	16				16
30	19	2			21
31	36	3			39
32	34	7			41
33	32	9			41
34	26	11			37
35	21	20			41
36	17	25			42
37	10	29			39
38	3	26	1		30
39	2	25	1		28
40		21	2		23
41		18	7		25
42		9	9		18
43		7	14		21
44		6	18		24
45		4	20		24
46		3	24		27
47		2	22		24
48		1	20		21
49			17		17
50			15	1	16
51			10	2	12
52			7	3	10
53			5	5	10
54			4	6	10
55			1	4	5
57			1	3	4
58				2	2
61				1	1
64				1	1
69				1	1
<b>TOTAL</b>	249	229	198	29	705
<b>%</b>	35.3	32.5	28.1	4.1	

Se observaron cuatro edades (1, 2, 3 y 4 años) en la muestra analizada, (Figura 10).

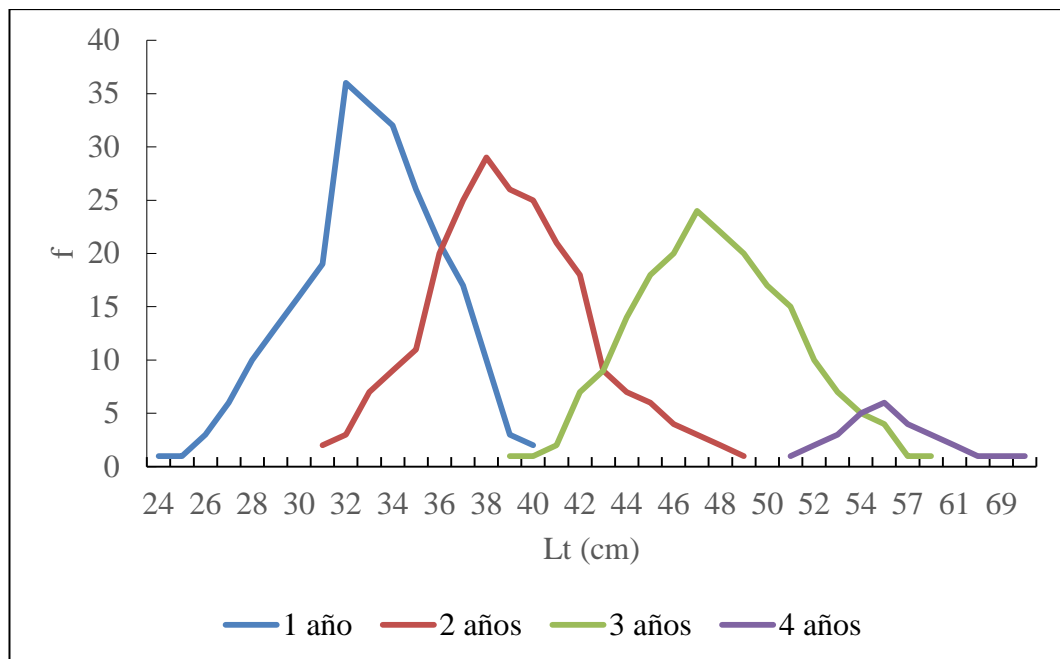


Figura.10. Distribución por edades de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

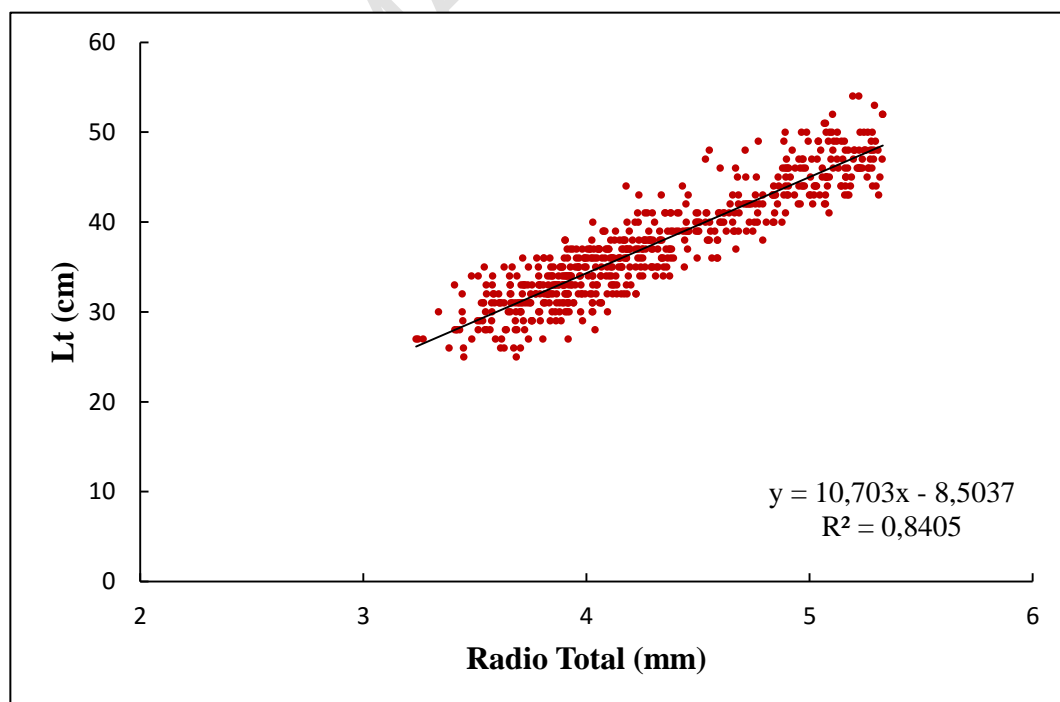


Figura. 11. Relación entre la longitud total del pez y el radio total de otolito de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.



Al determinar la relación entre el radio del otolito y la longitud del pez se encontró que la relación lineal:  $L_t = 10.703 R_o - 8.5037$  con un valor de  $r^2 = 0.8405$  (Figura 11) se ajusta bien con la información.

Las longitudes retrocalculadas y los pesos teóricos para ambos sexos fueron estimadas hasta 4 edades (Tabla 2).

Tabla 2. Longitudes retrocalculadas, longitudes observadas y pesos teóricos de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

Edad	Radio promedio (mm)	$L_t$ (cm) RETROCÁLCULO	$L_o$ (cm) CLAVE TALLA-EDAD	$P_t$ (cm)
1	3.297	27.96	32.0	159.16
2	4.159	36.77	38.6	351.25
3	4.901	44.34	46.8	603.38
4	5.522	50.69	55.1	888.35

La relación peso – longitud estuvo dada por la relación:  $P = 0.0105 * L_t^{2.8901}$  con un coeficiente de determinación de 0.9767 (Figura 12), presentando un crecimiento tipo alométrico negativo.

Las longitudes observadas en este estudio se ajustaron al modelo de crecimiento lineal (Figura 13), que no fue el esperado.

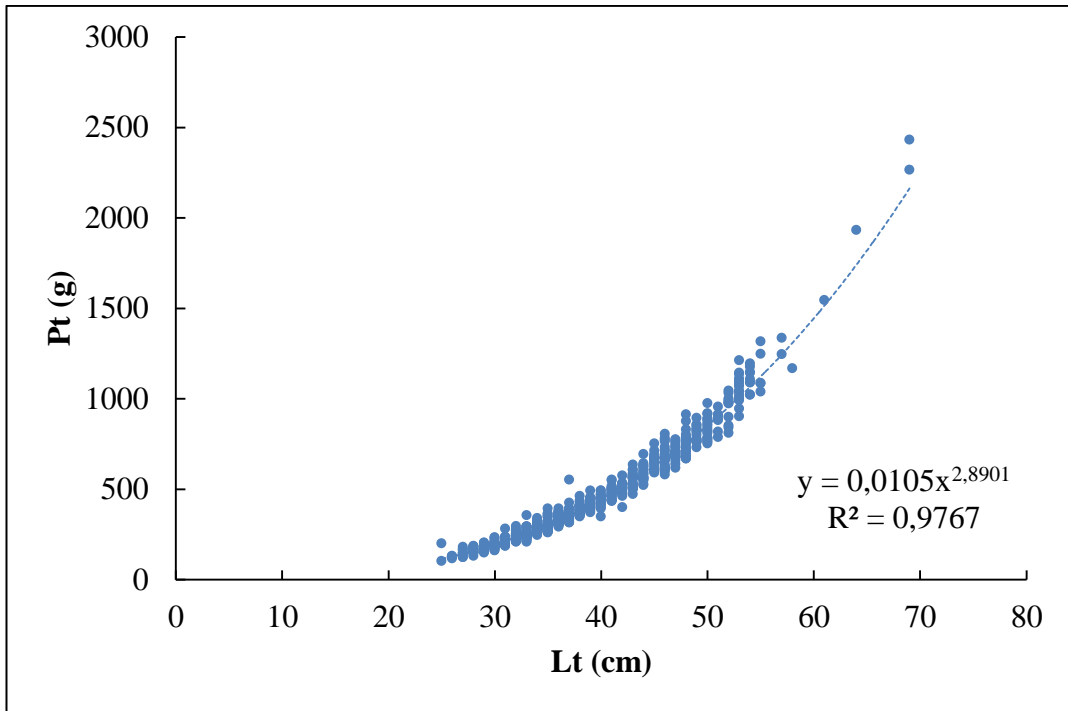


Figura. 12. Relación longitud-peso para hembras y machos de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

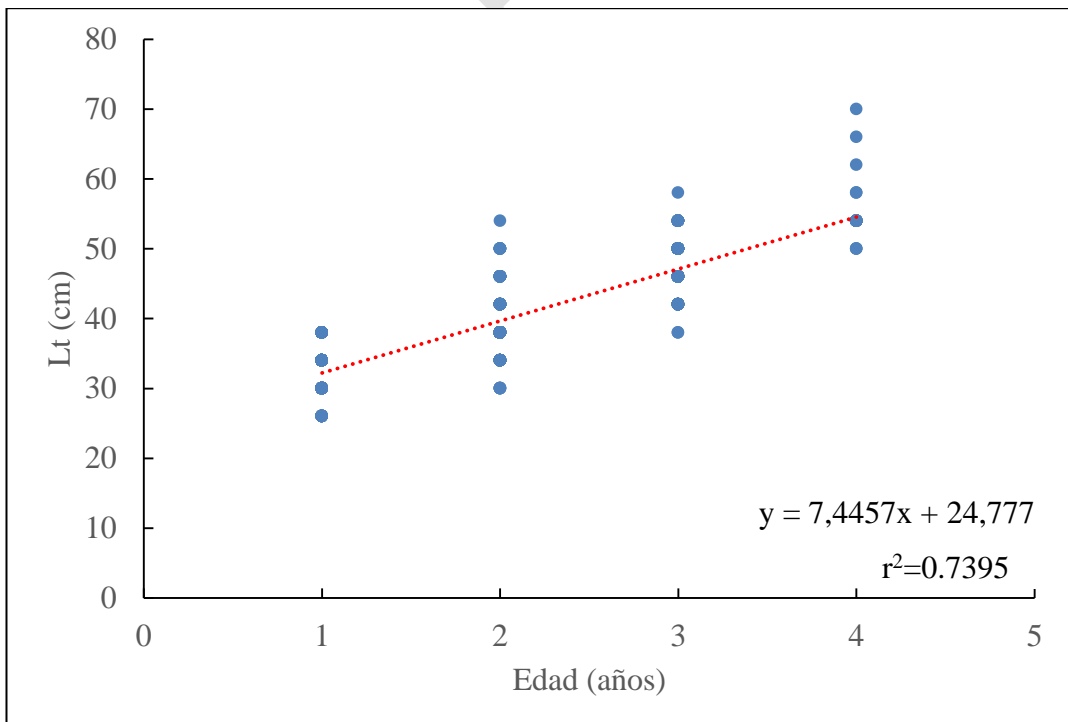


Figura. 13. Relación edad - longitud (curva de crecimiento) para hembras y machos de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

Los parámetros de crecimiento con la data de este estudio y Tascheri *et al.* (2003) ajustados al modelo de crecimiento de von Bertalanffy fueron:  $L_{\infty} = 101.74$  cm;  $K = 0.124/\text{año}$ ;  $t_0 = -0.1997$  años.

A partir de estos parámetros se calcularon las longitudes teóricas donde se pudo observar que los individuos de un año de edad llegan a tener 31.69 cm de longitud total y los más longevos de 13 años de edad 89 cm (Tabla 3, Figura 14).

Tabla 3. Longitudes teóricas para los 20 primeros años de vida de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

<b>Edad (años)</b>	<b>Longitud (cm)</b>
0	23.0
1	31.7
2	39.5
3	46.6
4	53.0
5	58.7
6	64.0
7	68.7
8	73.0
9	76.9
10	80.4
11	83.5
12	86.4
13	89.0

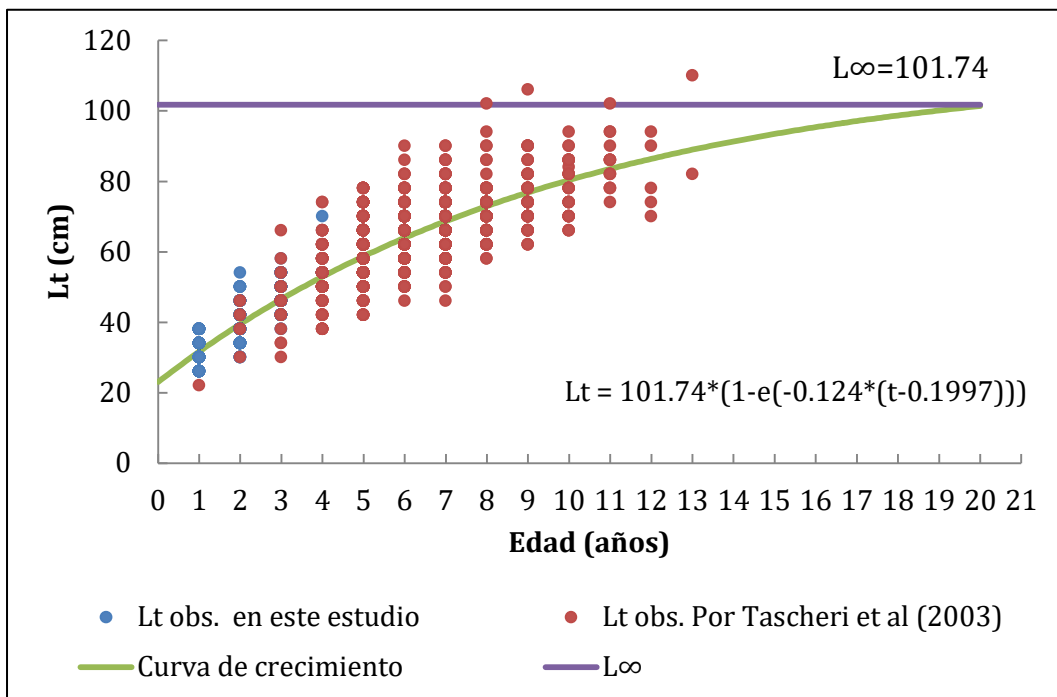


Figura. 14. Curva de crecimiento en longitud para hembras y machos de *Genypterus maculatus* “congrío”, capturado frente a Chimbote a bordo del BIC IMARPE V de abril a diciembre del 2014.

## DISCUSIÓN

Los otolitos de *Genypterus maculatus* “congrío” presentan un surco acústico profundo y se abre en el margen anterior (abertura ostial); poseen el margen anterior de forma curvada y con crenulaciones que van aumentando de tamaño. No hay diferenciación entre rostro y antirrostro en los individuos de mayor tamaño. Tienen un margen dorsal curvado a recto y el margen posterior curvado más cerrado que el margen anterior según García (2001), esta información corresponde a lo observado durante esta investigación.

Goicohea *et al.* (2010) reportaron que los incrementos de las secciones de los otolitos de la merluza peruana evidencian la formación bianual de los anillos de macroincrementos, produciendo un ritmo semestral de zonas opacas y traslucidas. Esto coincide con los resultados obtenidos en el análisis de microincrementos en este estudio, esto puede deberse a que ambas especie tienen características demersales en común. La periodicidad de bandas de crecimiento una vez que su periodicidad ha sido establecida con el uso de los incrementos diarios, puede ser usada para la determinación de la edad (Pannella, 1971). Los incrementos de crecimiento diarios en otolitos de teleósteos son un fenómeno generalizado presentes en especies de agua dulce y marina, y distribuidas de las regiones polares hasta los trópicos (Campana y Nelson, 1985).

Chong y Alveal (1990) señalan que no existen diferencias significativas entre sexos a partir de estudios realizados respecto a los caracteres morfométricos de esta especie, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el test estadístico

aplicado en este estudio. Por otro lado, Tacheri et al (2003) realiza sus investigaciones en esta especie por sexos separados.

De la clave talla-edad elaborada para ambos sexos con intervalos de clase de 1 cm y el rango de tallas vario de 24 a 69 cm se puede apreciar que la muestra de este estudio no abarca el rango de tamaños de la especie , por lo que difiere de lo reportado por Tascheri *et al.* (2003) quienes elaboraron una clave talla - edad para congrio negro por sexo con intervalos de clase de 4 cm debido a su rango de tallas oscilo de 28 a 97 cm para machos y de 20 a 110 cm para hembras.

En la distribución por edad se pudo observar 4 grupos (1, 2, 3 y 4 años), siendo el grupo de 1 año el más representativos con 35.3%. Tascheri *et al.* (2003) identifica 13 grupos de edad para machos (1+,2+,3+,4+5+,6+,7+,8+,9+,10+,11+,12+,13+) y 12 grupos de edad para hembras (2+,3+,4+5+,6+,7+,8+,9+,10+,11+,12+,13+), donde tanto machos como hembras presentaron como grupo modal el grupo de edad 6. Goicochea *et al.* (2010) señalan que la distribución de las frecuencias de los grupos de edad de la clave talla-edad permite determinar si en el cálculo de la edad existe subestimación o sobreestimación.

La relación radio del otolito – longitud del pez fue dada por una regresión lineal debido a que la diferencia en el valor del coeficiente de determinación no fue significativa, los valores de  $r^2$  alcanzados fueron 0.8432, 0.8310 y 0.8244 para las regresiones lineal, potencial y exponencial respectivamente. Sin embargo Tascheri *et al.* (2003) eligió para la representación de estas variables la relación potencial

en consideración a que sus coeficientes de determinación fueron levemente mayores, estos alcanzaron un  $r^2$  con valores de 0.613 para la regresión lineal, 0.605 para la regresión potencial y 0.615 para la regresión exponencial trabajando con ambos sexos.

En esta investigación se obtuvo 4 longitudes retrocalculadas siendo 27.96 cm la edad al primer año de vida, mientras Tascheri *et al.* (2003) reportaron 11 longitudes retrocalculadas siendo 34 cm la longitud para el año 1. Esta variación puede deberse a que en esta investigación la muestra presento un mayor número de ejemplares de un año abarcando un mayor rango de tallas para esa edad.

Los parámetros de crecimiento de esta investigación fueron:  $L_{\infty} = 101.74$  cm;  $K = 0.124/\text{año}$ ;  $t_0 = -0.1997$  años, estos fueron obtenidos aplicando la ecuación de Von Bertalanffy en base a la edad actual. A diferencia de Tascheri *et al* (2003) quienes obtienen las constantes de crecimiento para ambos sexos en base al retrocálculo, estas fueron:  $L_{\infty} = 100.9$  cm,  $K = 0.108974/\text{año}$ ,  $t_0 = -2.9$  años. Según Chong y Aguayo (1990), los diferentes estimados cobran importancia dependiendo del enfoque y uso que se desee dar a los parámetros de crecimiento, dado que representan características propias de una determinada pesquería, área y grado de explotación, esto podría explicar la diferencia en las estimaciones. Cabe señalar que la diferencia de las estimaciones en ambos estudios es debido a la presencia de información de individuos de un año de edad de este estudio, la cual la hace que estos parámetros de crecimiento sean más precisos.

En el ajuste de los parámetros de crecimiento, la edad actual de cada individuo muestreado, corresponde a la edad que tenía el individuo al momento de ser capturado. El ajuste de curvas de crecimiento mediante este método requiere de muestras que presenten una amplia cobertura de tallas a lo largo de todo un periodo anual. El contar con muestras restringidas a cierto tramo de tallas o un pequeño periodo de tiempo restringe el ajuste en sí, quedando acotado al tipo de pesquería de la cual proceden los datos y al rango de tallas presente (Tascheri *et al.*, 2003); es por esta razón que la curva de crecimiento obtenida con los datos de la muestra en estudio presentan una tendencia lineal que nos podría indicar erróneamente que el crecimiento de esta especie es lineal, por lo cual se empleó las frecuencias de la clave talla – edad presentada por Tascheri *et al* (2003) con la finalidad de completar la curva de crecimiento por tener un rango más amplio y más grupos de edad y verificar que esta se ajusta al modelo de crecimiento de Von Bertalanffy teniendo en cuenta que las lecturas son coincidentes en ambos trabajos.

En *Genypterus maculatus* no se dispone de estimados previos de peso infinito o curvas de crecimiento en peso, esta investigación no presentó la curva de crecimiento en peso para esta especie debido a la falta de información de individuos de mayor tamaño, es por eso que los pesos teóricos se obtuvieron solo para 4 años de edad. Tresierra *et al.*, (1995) indican que en las etapas muy tempranas de la vida del pez el incremento en peso es muy lento. El crecimiento se va acelerando hasta desarrollar una velocidad máxima cuando el pez ha alcanzado un peso que es aproximadamente 1/3 de su peso máximo, luego se



produce una inflexión y el crecimiento se va haciendo más lento, con lo cual el pez se va acercando asintóticamente a su peso máximo.

La relación peso-longitud de esta investigación obedece al modelo de regresión potencial para ambos sexos siendo  $b = 2.8901$ , lo cual nos indica que esta especie presenta un crecimiento de tipo alométrico. Esto confirma lo afirmado por Tresierra y Culquichicón (1993) quienes indican que la proporción del cuerpo del pez varía constantemente durante su vida, en este caso el peso no es el cubo de la longitud, es decir, el valor de  $b$  es diferente de 3 y presenta un crecimiento de tipo alométrico.

IMARPE

## CONCLUSIONES

La periodicidad de formación de los anillos de crecimiento en los otolitos sagita de *Genypterus maculatus* fue semestral (zona hialina + zona opaca).

No se presentó diferencias estadísticas entre el crecimiento de hembras y machos de *Genypterus maculatus*.

Se observó 4 edades (1, 2, 3 y 4 años) en la clave talla-edad siendo el grupo modal el de 1 año.

La relación entre el radio del otolito y la longitud total del pez estuvo dada por la regresión lineal simple:  $L_t = 10.703 R_o - 8.5037$ .

Las longitudes retrocalculadas para las 4 edades fueron:  $L_1 = 27.96$  cm;  $L_2 = 36.77$  cm;  $L_3 = 44.34$  cm y  $L_4 = 50.69$  cm.

Los pesos teóricos basados en las longitudes retrocalculadas para las 4 edades fueron:  $P_1 = 159.16$  g.;  $P_2 = 351.25$  g.;  $P_3 = 603.38$  g.;  $P_4 = 888.35$  g.

La relación peso-longitud para ambos sexos estuvo dada por la regresión potencial:  $P = 0.0105 * L_t^{2.8901}$ , presentando un crecimiento alométrico negativo.

Los parámetros de crecimiento para ambos sexos de *Genypterus maculatus* fueron  $L_\infty = 101.74$  cm;  $K = 0.124/\text{año}$ ;  $t_0 = -0.1997$  años.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albrechtsen, K. 1968. A dyeing technique for otolith age reading. *J. Cons. Perm. int. Explor. Mer*, 32: 278-280.
- Arrieta, S., C. Goicochea, P. Moquillaza y J. Mostacero. 1979. Edad y crecimiento de la cachema, *Cynoscion analis* (JENYNS) en el mar de Paita, (5°S), Perú. *Inf. Inst. Mar del Perú*. 37:3-4.
- Beamish, R. y G. McFarlane. 1987. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112:735-743.
- Bedford, B.C. 1983. A method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin. *J. Cons. int. Expl. Mer*, 41: 4-12.
- Bertalanffy, L. 1934. Estudios sobre las regularidades del crecimiento. 1. Roux, *Arch. Entwicklungs Mech*, 131: 613-652.
- Beverton R. y S. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish population. *Fish Invest.*, London (ser 2) 19: 1-533.
- Brothers, E. 1995. Estimation of growth. En: *Recent Developments in Fish Otolith Research*: 79-80. D.H. Secor, J.M. Dean y S.E. Campana (eds.). University of South Carolina Press, South Carolina.
- Campana, S. y J. Nelson. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can J. Fish Aquat Sci* 42: 1014-1032.
- Carlander, K. 1974. Difficulties in aging fish in relation to inland fisheries management: 200-205. In T.B. Bagenal (ed) *Ageing of Fish*. Unwin. Bros. Ltd. England.

- Centro de Educación, organización y Promoción del desarrollo – Ilo. 2003.  
Diagnostico socio-económico de los pescadores artesanales de Ilo y Tacna. (Acceso: 04/03/2010). Disponible en:  
<http://www.aecid.pe/documentos/store/doc.20.pdf>.
- Chilton, D. y R. Beamish. 1982. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 60, 102 p.
- Chirichigno, N. y J. Velez. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Publicación Especial. 2ª Ed. Callao, Perú.
- Chong, J. y M. Aguayo. 1990. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Osteichthyes, Ophididae) en el pacifico sur oriental. Biología Pesquera. 19: 55-67.
- Chong, J. y E. Alveal. 1990. Análisis morfométrico y merístico del congrio negro, *Genypterus maculatus* (Tschudi, 1845) del golfo de Arauco (Chile). Estud. Oceanol. Inst. Invest. Oceanol. Univ. Antofagasta. Vol. 9, p. 1-11.
- Christensen, J. 1964. Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. *J. Cons. Perm. int. Explor. Mer*, 29: 73-81.
- FAO. 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. FAO. Circ. Pesca (736): 101 p.
- García, I. 2001. Patrones Morfológicos del Otolito Sagita de algunos peces óseos del mar peruano. Instituto del Mar del Perú. Boletín Vol. 20 (1-2). Callao, Perú.

- Goicochea, C., C. Wosnitza, J. Mostacero y P. Moquillaza. 2010. Periodicidad de formación de anillos de crecimiento en otolitos de la Merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg.
- Goicochea, C., S. Arrieta, P. Moquillaza y J. Mostacero. 2012. Edad y crecimiento de *Paralonchurus peruanus* (Steindachner) en aguas de la costa central del Perú, 1999. *Inf. Inst. Mar Perú*. 39(1-2): 26-33.
- Ihssen, P., H. Booke, J. Casselman, J. McGlade, N. Payne y F. Utter. 1981. Stock identification: materials and methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38(12): 1838-1855.
- IMARPE. 1996. Seguimiento de la pesquería demersal y costera en la Región La Libertad 1996. Informe anual. IMARPE. Sede Huanchaco.
- Kong, I. y H. Castro. 2002. Guía de Biodiversidad N°3 de Peces: CREA. Vol. 1. Macrofauna y Algas Marinas. Dpto. de Acuicultura. Fac. de Recursos del Mar. Univ. De Antofagasta. Chile.
- Pannella, G. 1971. Fish otoliths: Daily growth layers and periodical patterns. *Science (Wsh, DC)*. 173: 1124-1127.
- Piñeiro, C. y A. Padín. 1995. Metodología y técnicas usuales en la preparación de piezas duras utilizadas en la determinación de la edad en peces. *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.*, 32: 19 pp.
- Richter, F. 2007. (En línea). Estado situacional y proyecciones de la pesca artesanal del Perú. PRODUCE. Disponible en: <http://www.produce.gob.pe>.
- Simkiss, K. 1974. Calcium metabolism of fish in relation to ageing. En: *Ageing of Fish*: 1-12. T.B. Bagenal (ed.). Unwin Brothers, London.
- Sokal R. y F. Rohlf. 1990. *Biometría principios y métodos estadísticos en la*

- investigación biológica. Ed. Madrid. 832pp.
- Sparre, P. y S. Venema, 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. № 306.1, Rev. 2. Rome.
- Tascheri, R., J. Sateler, J. Merino, E. Díaz, V. Ojeda y M. Montecinos. 2003. Estudio biológico pesquero del congrio colorado, congrio negro y congrio dorado de la zona centro-sur. Fondo de Investigación Pesquera. Chile.
- Tasso, C. 1998. Alimentación, edad, crecimiento y aspectos de la biología reproductiva de *Oreochromis niloticus* "tilapia" en la laguna Compín, Otuzco - La Libertad de abril a octubre. Tesis para obtener el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Tresierra, A. y Z. Culquichicón. 1993. Biología Pesquera. Edit. Libertad E.I.R.L. Trujillo, Perú.
- Tresierra, A., Z. Culquichicón y B. Veneros. 1995. Dinámica de poblaciones de peces. Editorial Libertad E.I.R.L.
- Tuset, V. 2000. Morfología del otolito *sagitta* y determinación del crecimiento en especies del género *serranus* (osteichthyes, serranidae). Tesis de doctorado. Universidad de la Laguna. Las Palmas. España.