

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL  
DE BIOLÓGIA PESQUERA



**EDAD Y CRECIMIENTO DE *Ethmidium maculatum*  
“machete” DESEMBARCADO EN LAS CALETAS  
DE LA REGIÓN LA LIBERTAD DURANTE EL AÑO  
2012 -2013**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TITULO DE  
BIOLOGO PESQUERO**

**Autora: Br. MONTENEGRO AGUIRRE, KAREN JOSELIN  
Asesora: DRA. ZOILA CULQUICHICON MALPICA**

**TRUJILLO - PERÚ**

**2016**

## DEDICATORIA



A Dios

por darme la vida, amor, salud y fortaleza  
para cumplir con todos los objetivos trazados.

---



A mi madre Eduvina y a mi padre Godofredo  
por su apoyo incondicional, consejos, comprensión  
y por ayudarme a crecer moral y profesionalmente,  
para cumplir mis metas.

---



A mi hermano William

por enseñarme a ser mejor persona cada día.

---

KAREN

## **AGRADECIMIENTO**

Al personal profesional y técnico que labora en el Instituto del Mar del Perú sede Huanchaco por las facilidades otorgadas durante la realización de esta investigación.

Al Blgo. Pesq. Carlos Goicochea Vigo (Responsable del área edad y crecimiento IMARPE sede Huanchaco).

Al Blgo. Pesq. Dennis Atoche Suclupe por su apoyo y consejos durante la investigación.

A la Dr. Zoila Culquichicon Malpica por su constante asesoramiento, sugerencias, consejos y preocupación en la realización de esta investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

Dr. Orlando Gonzáles Nieves

**RECTOR**

Dr. Rubén Vera Véliz

**VECE- RECTOR ACADEMICO**

Dra. Weyder Portocarrero Cárdenas

**VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN**

Dr. Steban Ilich Zerpa

**SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
TRUJILLO**

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Dr. Marco Castillo Salazar

**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Dr. Bilmia Veneros Urbina

**DIRECTORA DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
PESQUERÍA**

Dr. Zoila Culquichicon Malpica

**DIRECTORA DE DEPARTAMENTO ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
PESQUERÍA**

## DEL ASESOR

La que suscribe, asesor de la tesis titulada EDAD Y CRECIMIENTO DE *Ethmidium maculatum* “machete” DESEMBARCADO EN LAS CALETAS DE LA REGIÓN LA LIBERTAD DURANTE EL AÑO 2012 -2013, certifica que ha sido desarrollado de acuerdo a los objetivos propuestos y que el informe acoge las observaciones y sugerencias por lo tanto autorizo a Br. Karen Joselin Montenegro Aguirre, para continuar los tramites siguientes.

IMARPE

---

Dr. Zoila Culquichicon Malpica

Asesora

## PRESENTACION

SEÑORES MIEMBRO DEL JURADO EVALUADOR:

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 titulada EDAD Y CRECIMIENTO DE *Ethmidium maculatum* “machete” DESEMBARCADO EN LAS CALETAS DE LA REGIÓN LA LIBERTAD DURANTE EL AÑO 2012 - 2013, siendo uno de los requisitos para optar el título de Biólogo Pesquero.

Trujillo, Abril del 2016

---

**Br. KAREN JOSELIN MONTENEGRO AGUIRRE**

## **APROBACIÓN**

Los profesores que suscriben, miembros del jurado dictaminador, declaran que la presente tesis titulada titulada “ EDAD Y CRECIMIENTO DE *Ethmidium maculatum* “machete” DESEMBARCADO EN LAS CALETAS DE LA REGIÓN LA LIBERTAD DURANTE EL AÑO 2012 -2013, ha cumplido los requisitos formales y fundamentales siendo APROVADO por UNANIMIDAD

---

**Dr. ROGER MARINO ALVA CALDERON**

**PRESIDENTE**

---

**Dr. ANDRES OSWALDO RODRIGUEZ CASTILLO**

**SECRETARIO**

---

**Dr. MOISES EFRAIN DIAZ BARBOZA**

**VOCAL**



## INDICE

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO	iv
V° B° DEL ASESOR	vi
PRESENTACIÓN	vii
APROBACION	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIAL Y MÉTODOS.....	5
RESULTADOS.....	14
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ANEXOS.....	34

## RESUMEN

Se determinó la edad y crecimiento de *Ethmidium maculatum* “machete” capturados de las caletas en la Región La Libertad (Pacasmayo, Huanchaco, Salaverry, Pto. Morín) durante el 2012 y 2013. La edad fue determinada mediante la lectura e interpretación de los anillos de crecimiento de los otolitos sagita. La muestra estuvo constituida por 406 pares de otolitos (152 machos y 254 hembras), se estimaron los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy mediante el programa *Table Curve 2D V5.01*, asimismo se elaboró la clave Talla-edad, lo que permitió establecer 5 grupos de edades, siendo la edad menos representativa la de 5 años de edad y los que presentaron mayor ocurrencia fueron las edades de 2 y 3 años.

---

PALABRAS CLAVE: *Ethmidium maculatum*, machete, otolitos, edad, crecimiento, sagita.

## ABSTRACT

Age and growth of *Ethmidium maculatum* " machete " captured the creeks in the region La Libertad ( Pacasmayo , Huanchaco Salaverry , Pto . Morín ) for 2012 & 2013 was determined. The age was determined was determined by reading and interpretation of the growth annuli of the sagitta otoliths. The sample consisted of 406 pairs of otoliths ( 152 males and 254 females ) , growth parameters of von Bertalanffy were estimated by *Table Curve 2D V5.01* program, also the Length - age key was calculated, making possible to establish 5 age groups , the less representative the age of 5 years old and those with higher occurrence were ages 2 and 3 years old.

---

KEYWORDS: *Ethmidium maculatum* , machete, otoliths , age, growth, sagitta .

## INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica marina es la variedad de formas de vida y de adaptaciones de los organismos al ambiente marino. La biodiversidad marina del Perú incluye los ecosistemas de afloramiento, las áreas marinas someras de la costa peruana y el ecosistema de manglar del norte del Perú (Tarazona et al., 2003).

El Perú explota sólo una parte de su amplia diversidad de especies que se distribuyen principalmente en la amplia zona marina. La ictiofauna marina comprende aproximadamente 1 070 especies (IMARPE, 2006), geográficamente es más diversa en el norte, disminuyendo cuantitativamente hacia el sur del país. De estas especies sólo 80 (7 %) contribuyen significativamente a la pesca industrial y al consumo humano (FAO, 2010).

Los recursos que sustentan la pesquería costera de menor escala, denominada pesquería artesanal, son diversos y comprenden una variedad aproximada de 220 especies, de las cuales aproximadamente son el 80 % peces, 17 % invertebrados, 2 % algas y el 1 % de otros recursos (FAO, 2003). Esta pesquería se desarrolla alrededor de 200 caletas pesqueras a lo largo del litoral peruano y el principal destino de sus capturas es el abastecimiento para consumo humano directo fresco (FAO, 2010). La extracción de la pesquería artesanal en el 2009, fue cercana a las 534 mil toneladas (IMARPE, 2009a).

*Ethmidium maculatum* “machete” es uno de los recursos que sustenta la pesquería artesanal en la Región La Libertad; esta especie pertenece a la familia Clupeidae, y recibe otros nombres comunes como “machetillo” y “machuelo”. Se distribuye desde Puerto Pizarro en Perú, hasta Antofagasta en Chile; habita aguas costeras, formando grandes cardúmenes (Whitehead, 1985).

La determinación de la edad y crecimiento de los peces es un paso fundamental en la elucidación de la biología de las especies y para una adecuada ordenación pesquera. Los parámetros determinados a partir de la edad (mortalidad, crecimiento, etc.) son la base de los modelos de dinámica de poblaciones utilizados en el análisis de pesquerías. De los estudios de edad pueden ser determinados otros datos básicos, tales como: la estructura de edad de la población, edad de primera madurez, frecuencia de freza, las respuestas individuales y poblacionales frente a cambios en el hábitat, el éxito del reclutamiento, etc. Además, los datos de edad y crecimiento permiten determinar los cambios en la población causados por las tasas de explotación (FAO, 1992)

Se ha demostrado que la determinación de la edad en peces basado en métodos tradicionales (anillos anuales o semianuales de crecimiento en estructuras óseas, como los otolitos), puede conducir a severas subestimaciones o sobrestimaciones de la edad (Wild, 1986; Arruda, 1987; Beamish & McFarlane, 1987), influyendo luego seriamente en la composición de la estructura de edades del desembarque y en la estimación de los parámetros de crecimiento.

El registro de la historia del crecimiento de un pez se encuentra contenido en las marcas presentes en las estructuras duras, sean estas escamas, otolitos, vértebras u otra. El análisis retrospectivo o retrocálculo es una longitud en una o varias etapas precedentes. Específicamente, se usan las dimensiones de la marcas de longitud al tiempo de formación de cada una de estas marcas (Chugunova 1963; Everhart et al. 1976; Ricker 1975; Francis 1990). Este método también ha sido llamado “la reconstrucción de crecimiento”(Chugunova 1963) ya que el principal uso que se le ha dado ha sido el de estimar la longitud de los peces a edades tempranas cuando no se tienen ejemplares jóvenes en la muestra con el fin de ajustar una curva de crecimiento (Powles & Warlem 1988; Stergiou et al. 1992)

La formación de anillos de crecimiento (annulae) en los tejidos calcificados de los peces óseos es causada, al menos en parte, por los cambios estacionales del medio (FAO,1992). La determinación de la edad en peces utilizando la macroestructura de los otolitos, se basa en el recuento de anillos opacos o translucidos dispuestos, generalmente, alternadamente alrededor de un núcleo opaco, formado durante el primer período de crecimiento (Chilton & Beamish, 1982).

Una nueva aplicación del análisis de las estructuras de crecimiento en los otolitos fue desarrollado por Pannella (1971), quien demostró que las capas concéntricas, lamellae, observadas a nivel microscópico eran formadas diariamente. Los incrementos de crecimiento diario ofrecen un campo de estudio de altas posibilidades y aplicaciones (Campana y Neilson, 1985). Actualmente se sabe que existe la formación de incrementos diarios de

crecimiento en otolitos de larvas de peces de agua dulce y marinos, especies con distribución desde los polos a zonas tropicales (Stevenson y Campana, 1992).

Brown, 1946; Graham, 1929 han comprobado que la formación de las zonas opacas y hialinas es independientes de las variaciones del medio y que peces mantenidos en ambientes uniformes han presentado una zona opaca y hialina. De tal manera que la formación de estas zonas son resultado del ritmo fisiológico de los peces.

El peso del otolito estaría directamente relacionado con el tiempo vivido por el pez (Boehlert, 1985; Fletcher, 1991; Araya et. al., 2001; Cubillos et al., 2004) esto se soporta en evidencias que han confirmado que el otolito sigue creciendo, aun cuando la longitud del pez no lo haga, además, peces con baja tasa de crecimiento en longitud, presentan otolitos de gran tamaño con respecto a peces de su misma longitud ( Badtke et al., 1985). Por otra parte, mediante algunos experimentos se ha demostrado que el incremento en tamaño del otolito es parcialmente independiente del crecimiento en longitud del individuo ( Reznick et al., 1989).

Con este trabajo se espera actualizar los conocimientos sobre edad y crecimiento para *Ethmidium maculatum* "machete" necesario para conocer la situación actual de parte de la estructura poblacional en la Región la Libertad, utilizando otolitos sagita para interpretar sus anillos de crecimiento. Asimismo se estimaron los parámetros de crecimiento en longitud y peso, se determinó las longitudes retrocalculadas y se elaboró la clave talla-edad.

## MATERIAL Y METODOS

El material utilizado corresponde a ejemplares capturados de las caletas en la Región La Libertad durante el 2012 y 2013 como parte del seguimiento de la pesquería demersal y costera del Laboratorio Costero de Huanchaco (IMARPE).

En el laboratorio se realizaron muestreos mensualmente determinando la longitud total del pez en cm (LT), utilizando un ictinómetro de aluminio graduado hasta los 60 cm, peso total (PT) y peso eviscerado (PE) en gramos utilizando una balanza de 0,01 gr de sensibilidad marca kerm, además de la identificación del sexo. La población en estudio estuvo constituida por 1077 pares de otolitos sagita extraídos de individuos de la especie *Ethmidium maculatum* “machete” procedente de la pesca artesanal en la Región La Libertad.

Se extrajo una submuestra al azar de 406 pares de otolitos de “machete” considerando 10 ejemplares máximo por cada estrato de talla, los cuales fueron 152 machos y 254 hembras. El rango de tallas vario entre 9 y 30 cm de longitud total.

Para la limpieza de los otolitos fue necesario emplear una pinza fina, los dedos y un paño húmedos para retirar tejido conjuntivo aun presente en los otolitos sagita de *Ethmidium maculatum* “machete”, Una vez limpiados estos otolitos



fueron sumergidos una hora en alcohol al 96% dentro de una placa Petri con fondo negro utilizando luz reflejada, siendo las zonas opacas de color lechoso y las hialinas de color oscuro.

Dichas observaciones fueron realizadas con un estereoscopio marca Leica Estereo S8APO con visualizador de imágenes LASV4.4, con una línea de distancia de 1mm y un aumento de 16x (Figura 1).



Figura 1: Estereoscopio con analizador de imagen para la observación de los otolitos de *Ethmidium maculatum* “machete” con aumento de 16x, durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

Se midieron los anillos de crecimiento a partir del núcleo al borde externo del anillo por la cara externa de la zona posterior, así mismo se registró el tipo de zona del otolito (hialino u opaco) que ayudó a inferir la edad del pez ( figura 2)

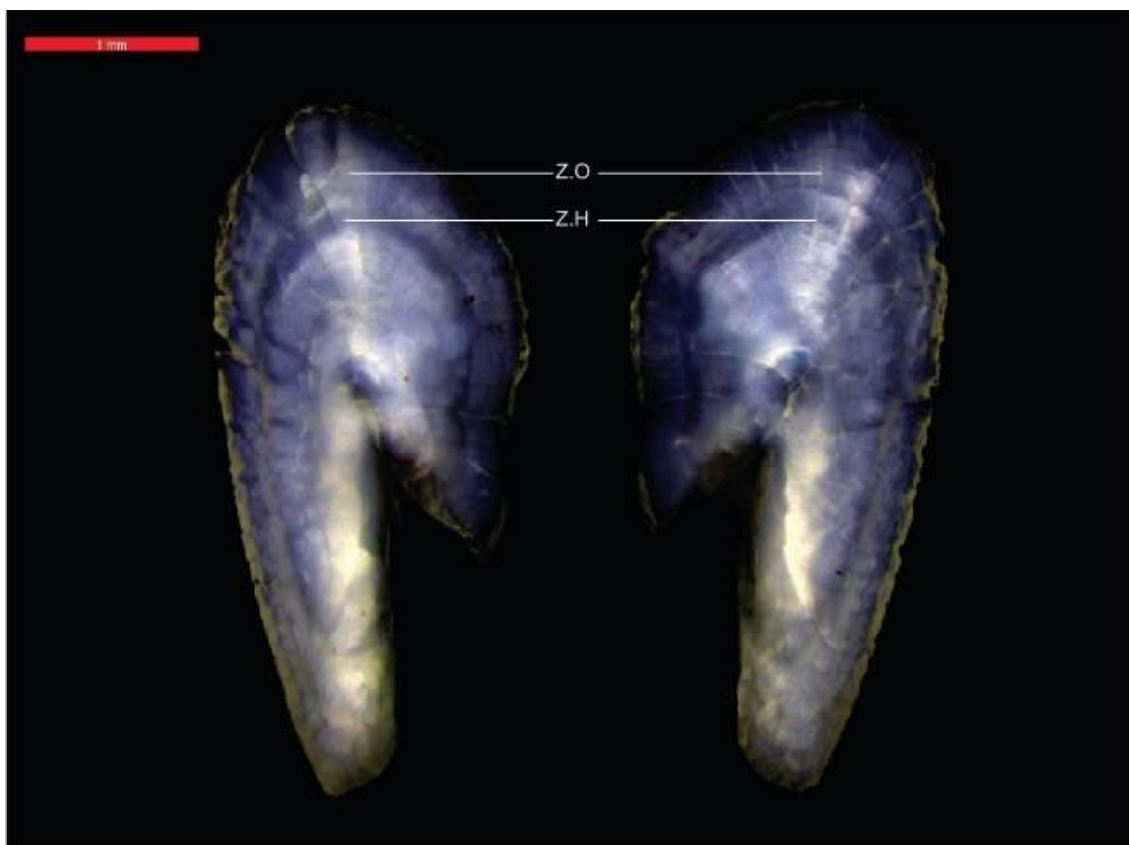


Figura 2: Otolitos de *Ethmidium maculatum* “machete” con aumento de 16x, mostrando Z.O: Zona opaca; Z.H: Zona Hialina durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

### **Patrón de formación de los anillos de crecimiento**

Para la periodicidad de la formación de los anillos de crecimiento en los otolitos de machete se procedió con el método descrito por Mostacero (2000) el cual determinó que los anillos de crecimiento se formaban anualmente, tomando como base el monitoreo del borde hialino.

Para determinar si existe diferencias entre el crecimiento de hembras y machos se aplicó un Test estadístico para interceptos y pendientes (Sokal y Rohlf 1990), relacionando la longitud (cm) y radio total del otolito (RT) de la siguiente manera:

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

2. Planteamiento de hipótesis:

$$H_0: a_1=a_2; b_1=b_2$$

$$H_1: a_1 \neq a_2; b_1 \neq b_2$$

3. Nivel de significancia: 0,05

4. Grados de libertad (Gl):

$$\text{Intercepto (a): } n_1+n_2-3$$

$$\text{Pendiente (b): } n_1+n_2-4$$

5. Formula t calculado:

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

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

7. decisión:

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

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

Donde:

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

Lg (RT): logaritmo de radio total en (mm)

t: valor observado

$a_1$  y  $a_2$ : interceptos de las regresiones de la muestra de hembras y machos.

$b_1$  y  $b_2$ : pendientes de las regresiones de la muestra de hembras y machos.

S: desviación estándar

Posteriormente se elaboró la clave talla-edad de los individuos de *Ethmidium maculatum* “machete”, empleando como datos de entrada la longitud total (cm) y los grupos de edades para machos y hembras, realizando una sumatoria de los ejemplares de cada estrato, con la siguiente fórmula:

$$N_x = \sum P_{l(x)} N_l$$

Donde:

- $N_x$  es el número de ejemplares en el grupo de edad x
- $N_x$  es el número total de ejemplares en el intervalo de longitud
- $P_{l(x)}$  es la proporción de ejemplares en el intervalo de longitud para la edad x

Se estimó la distribución de los grupos de edad a partir de la clave talla-edad de *Ethmidium maculatum* “machete”.

Para determinar el modelo de regresión que más se ajusta a los valores de radio total del otolito (mm) y longitud total (cm), se ingresó las variables al programa computacional de Microsoft Excel 2010 y se analizó los valores de a, b, r y r<sup>2</sup> obtenidos al aplicar las regresiones potencial, exponencial y lineal, siendo esta última la que mejor se ajusta utilizando la ecuación:

$$L_t = a + b(R)$$

Donde:

- L es la longitud del pez en (cm),
- a es el intercepto
- b es la pendiente
- R (mm) es el radio total del otolito.

Posteriormente se describe el retrocálculo a través de la proporcionalidad, así mismo al no tener una cohorte o un grupo de edad, se elaboró uno a partir de la distribución de frecuencias del  $r_i$  obtenido del método de proporcionalidad por ajustarse a la realidad.

$$l_i = a + b * r_i$$

Donde:

$L_i$  : Longitud retrocalculada

$a$  : intercepto

$b$  : pendiente

$r_i$  : radio promedio

Para estimar los parámetros de crecimiento se hizo uso del programa TABLE CURVE 2D V5.01 para lo cual se tomaron los datos de entrada la edad y la longitud del pez.

Para determinar el crecimiento del pez en función a la edad, se aplicó el modelo de Von Bertalanffy (Sparre y Venema, 1997) cuya fórmula es:

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

Donde:

- $L_t$ : longitud total del pez en el tiempo "t"
- $K$ : es la tasa a la cual  $L_t$  se acercara a su asíntota
- $L_{\infty}$ : longitud máxima asíntótica (cm)
- $t$ : edad (años)
- $t_0$ : edad teórica en que la longitud es igual a cero

Posteriormente se graficó la curva de crecimiento en longitud empleando las longitudes en años previos de vida.

Para estimar el crecimiento del pez en relación al peso con la edad se procedió según Sparre y Venema (1997) de la siguiente manera:

Se halló la relación longitud/peso

$$Wt = q * (Lt)^b$$

Donde:

- **q** es llamado “factor de condición”
  - **b** es la variable que se utiliza cuando el pez no tiene un crecimiento isométrico.
- Se determinó el peso infinito o asintótico empleando los datos de q, b, como también el parámetro de crecimiento  $L_{\infty}$  y reemplazándolos en la formula anterior quedando de la siguiente manera:

$$W_{\infty} = q * (L_{\infty})^b$$

Luego se utilizó la ecuación de von Bertalanffy basada en el peso:

$$Wt = W_{\infty}(1 - e^{(-k(t-t_0))})^b$$

Donde:

$W_t$  peso total del pez en el tiempo  $t$

$k$  y  $t_0$  se obtienen de la ecuación (1)

Finalmente se graficó la curva de crecimiento en peso empleando los pesos en años previo de vida.

IMARPE



## RESULTADOS

Los anillos de crecimiento presentan un patrón de incremento para los anillos opacos característicos dado que los anillos de crecimiento opacos presentan dimensiones similares para *Ethmidium maculatum* “machete” (Figura 3).

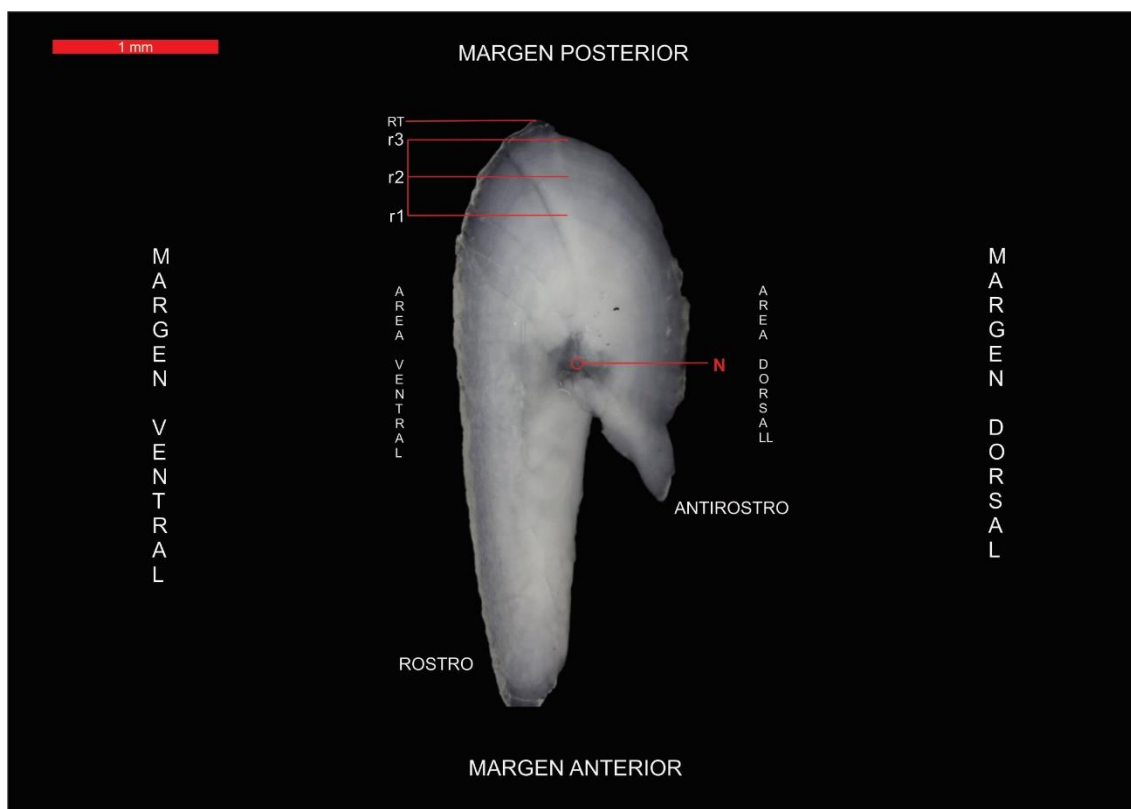


Figura 3: Cara externa del otolito sagita de *Ethmidium maculatum* “machete” mostrando r1; r2; r3 = radios parciales, RT = radio total , N= núcleo del otolito, durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

### **Comparación del intercepto y pendiente en longitud**

Del Test estadístico aplicado para hembras y machos de *Ethmidium maculatum* se obtuvo que el valor de t calculado para **a** fue de 0,236 , siendo el teórico de 1,96 y para el parámetro de **b** fue de 1,684 siendo el t teórico 1,96.

Conclusión: con un 95% de confianza se concluye que no existe diferencia significativa en la velocidad del crecimiento de machos y hembras

### **Comparación de relación peso - longitud**

Del Test estadístico aplicado para hembras y machos de *Ethmidium maculatum* se obtuvo que el valor de t calculado para **a** fue de 1,856 siendo el teórico de 1,96 y para el parámetro de **b** fue de 2,569 siendo el t teórico 1,96.

Conclusión: con un 95% de confianza se concluye que existe diferencia significativa en la relación peso – longitud para machos y hembras.

### **Clave talla – edad**

Con los resultados de la interpretación de los anillos de crecimiento de los otolitos y la asignación de la edad de *Ethmidium maculatum* “machete” de ambos sexos, se elaboró una clave talla-edad para todos los ejemplares teniendo en cuenta que el crecimiento entre hembras y machos no presento diferencia significativa. El rango de tallas vario entre 9 a 30 cm de longitud total para ambos sexos (Tabla 1).

Tabla 1: Clave talla – edad para machos y hembras, *Ethmidium maculatum* “machete”, durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

Long (cm)	Edad (años)					TOTAL
	1	2	3	4	5	
9	2					2
10	5					5
11	8					8
12	11					11
13	13					13
14	12					12
15	9	2				11
16	7	6				13
17	4	10				14
18	2	15				17
19		20				20
20		24				24
21		30	1			31
22		27	8			35
23		21	20			41
24		11	25			36
25		2	37			39
26			35	1		36
27			19	2		21
28			1	4		5
29				4	1	5
30				3	4	7
<b>TOTAL</b>	73	168	146	14	5	406

## Distribución de los grupos de edad

A fin observar la distribución de los grupos de edad se graficó la longitud de los individuos versus la frecuencia por grupo de edad de la clave talla-edad (Figura 4).

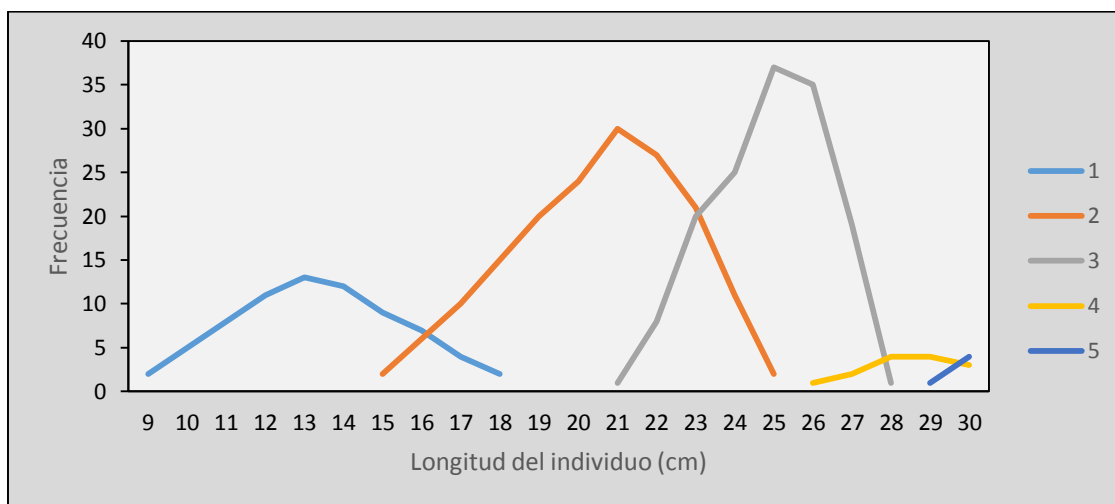


Figura 4: Histograma de frecuencia de longitud de los grupos de edad para *Ethmidium maculatum* "machete", durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

## Relación longitud del pez (cm)- radio total del otolito (mm)

El radio del otolito (R ) guarda una relación directa y positiva con el tamaño del pez (L) para machos y hembras, es otra forma de observar el crecimiento de los otolitos en el pez (Figura 5).

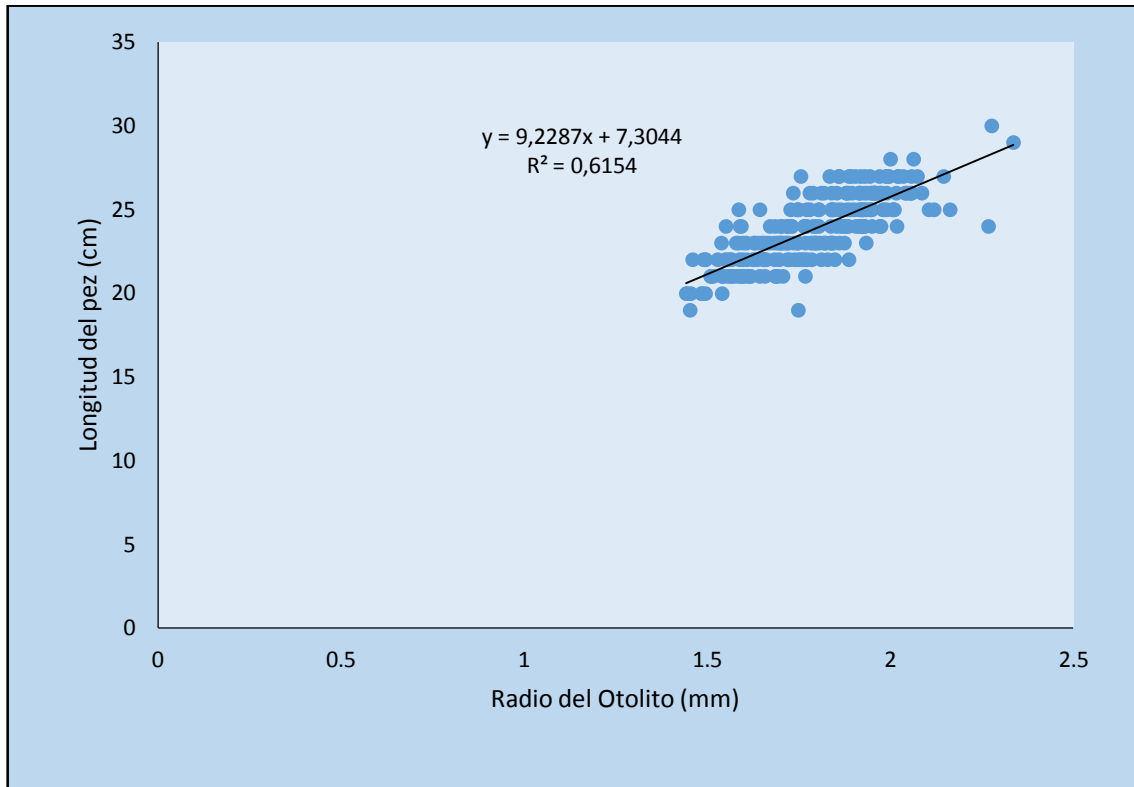


Figura 5: Relación entre la longitud del pez y el radio del otolito, *Ethmidium maculatum* “machete” durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

### Medida de las marcas de los otolitos

Se muestran los otolitos de individuos con cuatro anillos de crecimiento los más representativos, las marcas medidas para cada anillos ( $r_n$ ) se relacionaron con la longitud de su respectivo otolito (Figura 6).

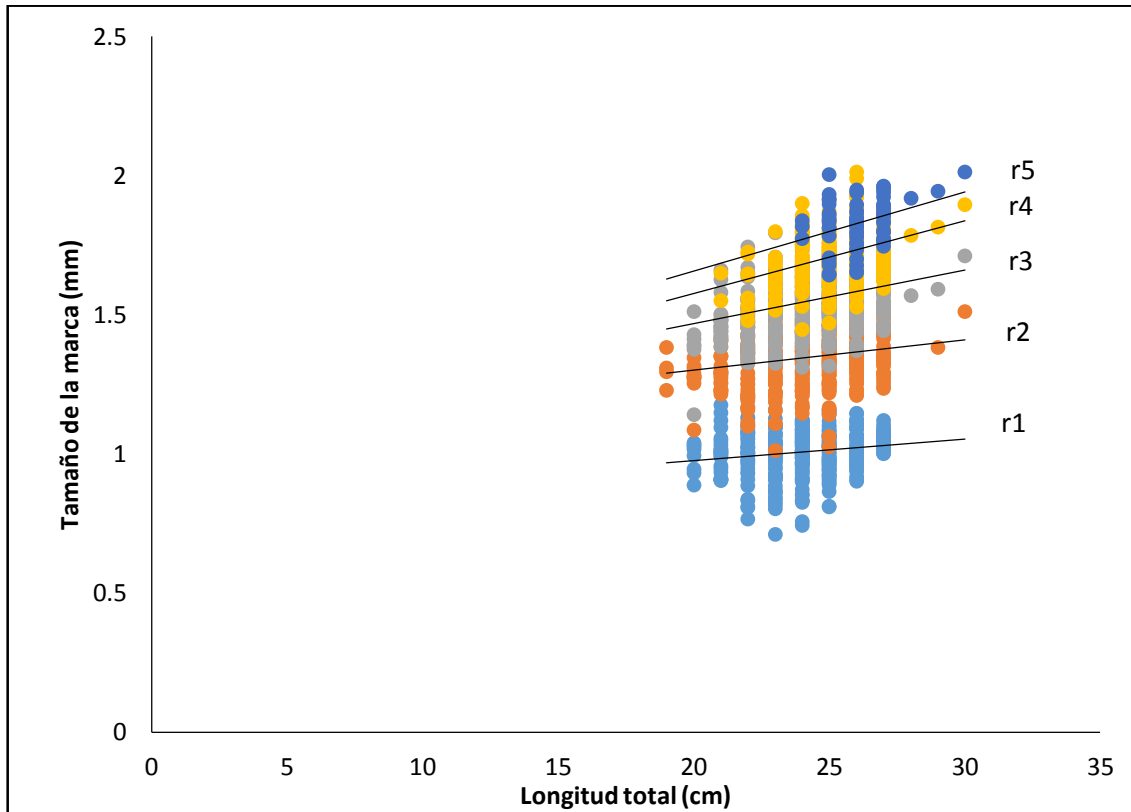


Figura 6: Relación entre el radio de los anillos de crecimiento y la longitud del pez (cm), *Ethmidium maculatum* “machete”, durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

### Relación longitud – peso

Se observó que la tendencia de la nube de puntos se ajustó a un modelo de regresión potencial, mostrando una relación directamente proporcional entre la longitud y el peso (Figura 7). La relación longitud – peso para los organismos de machete fue:

$$P = 0,0355L^{2,6773}$$

Presentando un desarrollo de tipo alométrico, ya que el valor de “b” es menor que 3.

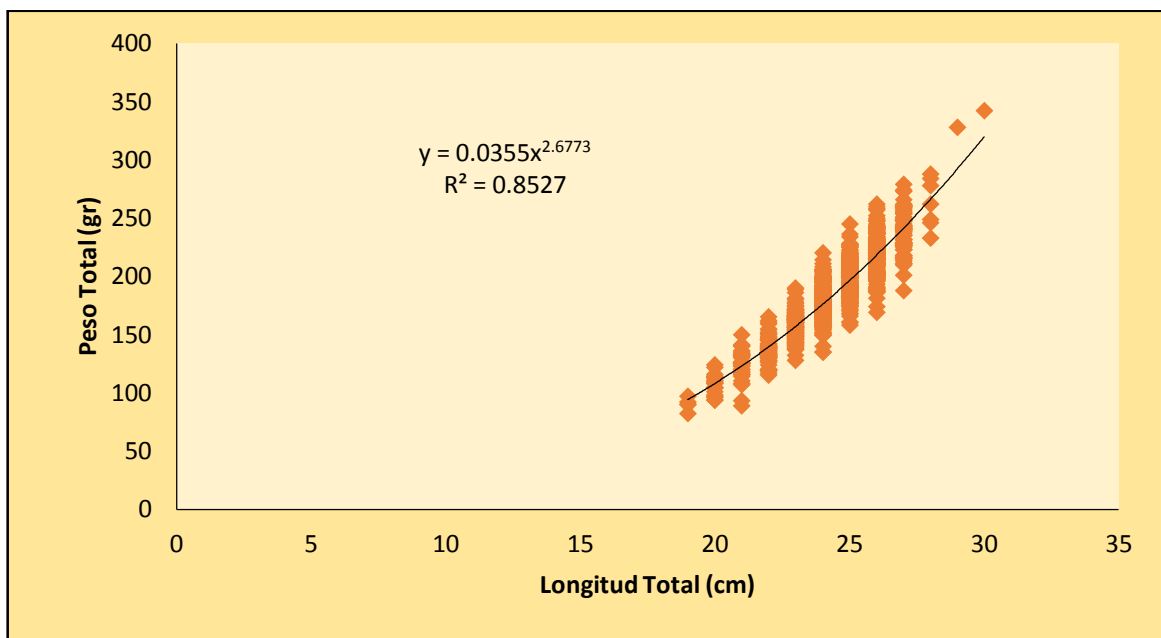


Figura 7: Relación potencial entre peso total (gr) y la longitud total (cm), *Ethmidium maculatum* “machete”, durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

Cuadro 01: Longitudes retrocalculadas para hembras y machos de *Ethmidium maculatum* “machete”, desembarcado en la región la libertad durante 2012 – 2013

Edad (años)	Lt (cm)
1	13,4848854
2	18,1260182
3	20,7369804
4	22,4658207
5	23,7767794

### Crecimiento en longitud

Con el programa *Table curve 2D V5.01* se estimaron los parámetros de crecimiento que fueron:  $L_{\infty} = 33,26$  ;  $K = 0,437$  ;  $t_0 = -0,179$ . De los parámetros de crecimiento obtenidos se calcularon las longitudes teóricas a partir de la ecuación de Von Bertalanffy conformado de la siguiente manera:  $L_t = 33,26(1 - e^{-0,437(t-0,1787)})$  donde se pudo observar que los individuos de un año de edad llegan a tener 13,37 cm de Lt y los más longevos de edad cinco con 29,8 cm (Figura 8).



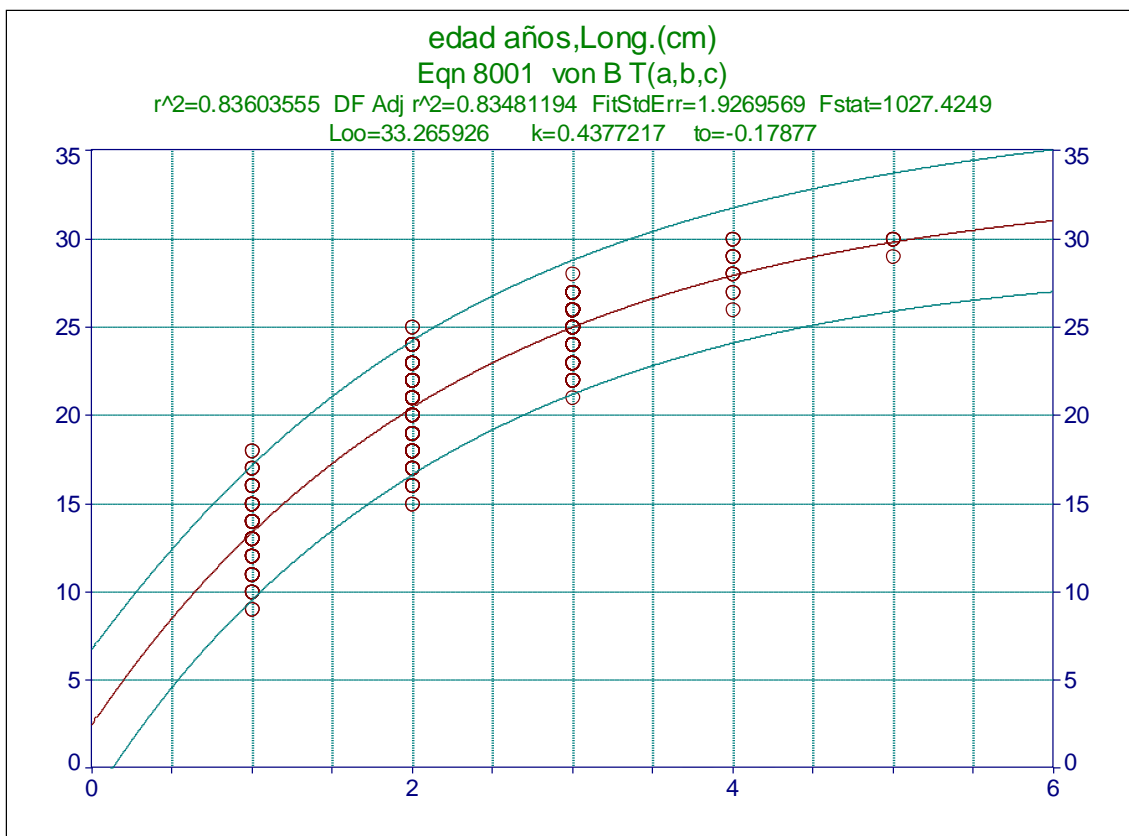


Figura 8: Curva de crecimiento en longitud-edad de *Ethmidium maculatum* “machete”, durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

### Crecimiento en peso

El peso infinito estimado de *Ethmidium maculatum* fue 421.1g, con los parámetros de crecimiento obtenidos se calcularon los pesos teóricos a partir de la ecuación de Von Bertalanffy para peso conformado de la siguiente manera:  $Wt = 421.1 (1 - e^{-0,438(t+0,179)})^{2.677}$ , donde se pudo observar que los individuos de un año de edad llegan a tener 48,70 g de peso total y los más longevos de cinco años de edad 269,93 g (Figura 9).

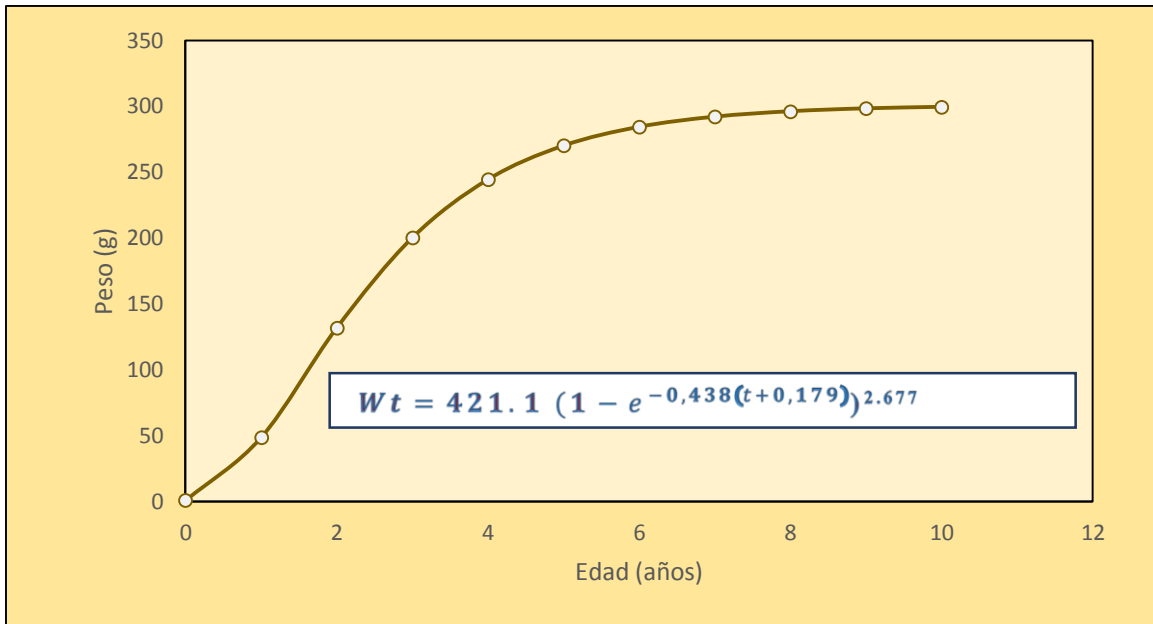


Figura 9: Curva de crecimiento en peso de los otolitos para *Ethmidium maculatum* "machete", durante el periodo 2012 – 2013, La Libertad.

## DISCUSIÓN

La estimación de la edad a partir de otolitos es considerada más confiable que al realizarlo con escamas, aunque se utilice la misma técnica de lectura. En general la reproducibilidad y legibilidad de la lectura decrece mientras más longevo es el pez sin importar la estructura ósea que utilice (BERGSTAND,1995).

Según MOSTACERO (2000), para la lectura de los otolitos y la identificación de los anillos verdaderos de los falsos, sigue un plan sistemático que consiste en; la observación de una serie de otolitos permitiendo llegar a familiarizarse con los otolitos. Los anillos de crecimiento verdaderos pueden identificarse de los falsos por tener un patrón de crecimiento, los verdaderos anillos son nítidos, continuos y distantes unos de otros.

En el presente estudio se determinó que el crecimiento de *Ethmidium maculatum* "machete" para hembras y machos, no presentó diferencias estadísticas, por lo que no se puede describir el crecimiento entre ambos sexos, coincidiendo con lo reportado para *Mugil curema* "lisa" en la costa de Michoacan descrito por MELENDES Y ROMERO (2010), lo mismo se da para pintadilla ( MOSTACERO ET. AL. 2012).

Para la estimación de los parámetros de crecimiento se emplearon el retrocálculo y la aplicación de modelo de Von Bertalanfly para la sardina *sardinops sagax* utilizados por SAMAME (1977) y CARDENAS (1987), también en *sardinella aurita* por GONZALES (1985), en el machuelo *Ophisthonema oglinum* GONZALES(1958), en la cabinza *Isacia conceptionis*

YAMASHIRO(1978) y en el bonito *Sarda chiliensis chiliensis* (SAMAME, 1997). *Ethmidium maculatum* “machete” no presento diferencias estadísticas por genero porque no existe diferencia entre las dos pendientes empleadas para describir el crecimiento entre machos y hembras, coincidiendo con lo reportado en el estudio de Chimbote, Callao, Pisco e Ilo ( MOSTACERO , 2000). Lo mismo se da en pintadilla (MOSTACERO et al. , 2012), en contraste con el estudio de anguila (GOICOCHEA et al. , 2012) en donde se determinó que existía diferencia significativa entre machos y hembras.

Con los resultados de la interpretación de los anillos de crecimiento de los otolitos sagita y la asignación de la edad, se elaboró la clave Talla- Edad para hembras y machos dando como resultado cinco grupos de edad, donde los más representativos fueron las edades de dos y tres, coincidiendo con el estudio reportado por MOSTACERO (2000), nos indica que en las zonas de Chimbote, Callao, Pisco e Ilo las edades más representativas son las mismas presentadas en este estudio; sin embargo ( AEDO et.al. 2007) en el estudio realizado para el centro sur de Chile indica que se reportaron siete grupos de edad siendo las edades de tres y cinco las más representativas para *Ethmidium maculatum* “machete”.

El valor del coeficiente de determinación para la relación Longitud del pez y radio del otolito fue  $r^2 = 0,615$ ; observándose que hay una relación directa y positiva de crecimiento para hembras y machos de *Ethmidium maculatum* “machete” en ambas medidas; es decir, que el incremento en longitud de los peces guarda similitud en el crecimiento al igual que en los otolitos, coincidiendo con lo reportado por MOSTACERO (2000) para la misma especie.

En las medidas de las marcas de otolitos, se muestran cinco anillos de crecimiento, pudiendo visualizar que guardan similitud de formación a partir de la edad tres, ya que los grupos de anillos de cada otolito presentan una distancia acorde a cada etapa de crecimiento; tal como ocurre en otras especies como Sardina (SAMAME, 1997), Pintadilla ( MOSTACERO et.al. 2012) donde se encontraron otolitos con cuatro marcas de crecimiento cuyas distancias van disminuyendo cuando el pez alcanza mayores edades; sin embargo, para la edad uno y dos la relación varía, la causa de esto podría ser que el primer anillo está muy cerca al núcleo concordando con el estudio realizado en lorna ( ARRIETA et.al. 1996).

La relación longitud – peso de la pendiente indica que el tipo de crecimiento fue alométrico ( $b= 2.68$ ), ya que difiere de 3, el cual puede variar entre las especies y estar relacionado con el tamaño de la muestra, época de año, alimentación, estado de madurez, factores ambientales y con el rápido crecimiento de las primeras etapas de vida (TRESIERRA Y CULQUICHICON , 1993), en el estudio biológico pesquero en bacaladillo y machuelo en la zona centro sur de Chile se muestra que el parámetro de curva fue  $b=3,02$  por esta razón se considera que el crecimiento del machuelo es isométrico (AEDO et al . , 2007).

El retrocálculo es un método que utiliza los valores de los radios de los anillos de crecimiento en los otolitos, para conocer la longitud del pez por cada anillo de crecimiento, esto nos permite estimar las longitudes teóricas en edades anteriores, indicando que el otolito crece de forma alométrica aumentando el tamaño y peso a partir de una cierta talla, los valores no indican que presenta un crecimiento muy rápido en los primeros años de vida de su ciclo de vida con

13 cm, concordando con lo reportado para *Serranus scriba* que en el primer año de vida crece 12 cm ( TUSED, 1996).

Las curvas de crecimiento obtenidas muestran una tendencia a incrementar en los primeros años, este incremento disminuye conforme aumenta la edad. Estas curvas son exponenciales porque al aumentar la edad del pez, la tasa de crecimiento disminuye (TRESIERRA Y CULQUICHICON, 1995), en este estudio se mostró un incremento en los primeros años de vida del pez *Ethmidium maculatum* "machete".

En cuanto a los parámetros de crecimiento, utilizando el programa computacional Table Curve 2D V.5 01 donde los valores encontrados fueron  $L_{\infty} = 33,26$  ;  $K = 0,437$  ;  $t_0 = -0,179$ , se calcularon las longitudes teóricas a partir de la ecuación de von Bertalanffy ; comparados con otros estudios (anexo 1), se observa que varían debido a la amplia distribución que esta presenta. Una explicación de los diferentes valores encontrados en los parámetros de crecimiento se debe, posiblemente a los criterios utilizados por los investigadores en las estimaciones de edad y crecimiento. A pesar de tratarse de la misma especie los valores de la relación longitud-peso son variables a través de los años, sin duda, debido a los factores de alimentación, condiciones ambientales, etc (ARRIETA et al, 2010 a). A su vez, GULLAND (1971), señaló que el coeficiente de crecimiento ( $k$ ), de la ecuación de Von Bertalanffy, guarda cierta proporcionalidad con la mortalidad natural de la población, es decir, un pez que alcanza la longitud asintótica rápido ( $k$  elevado), es probable que tenga una mortalidad natural elevada, mientras que un pez que crece lentamente ( $k$  bajo) es posible que tenga una baja mortalidad natural.

Para la curva de crecimiento en peso, se evidencio un crecimiento rápido en los dos primeros años de vida, el cual se hace más lento después de segundo año, hasta que alcanza su longitud máxima, donde la pendiente se hace asintótica. Se observó que la curva de crecimiento en peso se comporta de manera sigmoidea. (CSIRKE, 1980) indica que esto tiene que ver con el hecho de que en las primeras etapas de vida, el pez utiliza parte de la energía para el desarrollo gonadal.

CHIRINOS ( 1949), menciona en su estudio para *Ethmidium chilcae* “machete” en la lectura de escamas que el crecimiento de machete es de 2 cm al pasar del tercer al cuarto grupo de edad y después es de 1cm por cada grupo anual hasta llegar al octavo grupo. No coincidiendo con los resultados de la presente investigación, ya que al pasar del tercer al cuarto año de edad tenemos un crecimiento de 3,5 cm; y de 1,4 cm del cuarto al quinto año.

## CONCLUSIONES

Existe una relación lineal ( $r^2 = 0,6$ ) entre la longitud del pez y el radio del otolito.

Las constantes de crecimiento obtenidos para machos y hembras fueron:  $L_{\infty} = 33,26$  ;  $K = 0,437$  ;  $t_0 = -0,179$  ;  $W_{\infty} = 421,1$ .

La ecuación de crecimiento en longitud es:

$$L_t = 33,26(1 - e^{-0,437(t-0,1787)})$$

La ecuación de crecimiento en peso es:

$$W_t = 421,1 (1 - e^{-0,438(t+0,179)})^{2,677}$$



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aedo, G., Veas, R., Castro, L., Landaeta, M., Araya, M., Galleguillos, R., & Pedraza, M. (2007). Estudio Biológico pesquero de Bacaladillo (*Normanichtys crockeri*) y Machuelo (*Ethmidium maculatum*) en la zona centro Sur de Chile. *2005*(36), 24.
- Araya, M., Cubillos, L., Guzmán, M., Peñailillo, J., & Sepúlve, A. (2001). Evidence of the relationship weight of otolith– age for the Chilean horse mackerel *Trachurus murphyi* (Carangidae). *Fish. Res*, 51, 17-26.
- Arruda, L. (1987). On the annual cycle of ring formation in horse mackerel, *Thachurus trachurus*, otoliths off Portugal and its implication on age determination. *Proc. V Congr. europ. Ichthyol, Stockholm 1985*, 229-232.
- Atoche, D. (2011). *Biología y Pesquería de Ethmidium maculatum “machete” procedente de la pesca Artesanal en la Region la Libertad durante el 2010. Tesis para obtener el título de Biologo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo.*
- Beamish, R., & McFarlane, G. (1983). The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish*, 112, 735-743.
- Bergstand, O. A. (1995). *Age determination of deep-water fishes: experiences, status and challenges for the future. In: Deep-water fisheries of the North Atlantic oceanic slope (A.G. Hopper ed.), pp. 267-283. Netherlands: Kluwer. Obtenido de Academic Publishers: [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-015-8414-2\\_10#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-015-8414-2_10#page-1)*
- Boehlert, G. (1985). Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *Fish. Bull*, 83, 103-117.
- Boehlert, G. (1985). Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *Fish. Bull.*, 83, 103-117.
- Chilton, D., & Beamish, R. (1982). Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat*, 60, 102.
- Chirinos, A. (1949). *Determinacion de la Edad y cracimiento en el machete Ethmidium chilcae. Tesis universidad Mayor de San Marcos. Lima-Perú. 26pp.*

- Csirke, J. (1980). *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces*. Fao Doc. Tec. Pesca. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/t0169s/T0169S00.htm#TOC>
- Cubillos, L., Pino, C., Sepúlveda, A., & Araya, M. (2004). Growth of *Macrurus magellanicus* of the center south Chile using otolith weight-age relationships. *Fish. Res.*, 66, 145-156.
- FAO. (1982). Report of the technical consultation on the methodologies used for age-reading. . *FAO Fishery Report*(257), 104 .
- FAO. (1992). *Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/t00529s/T0529S00.htm>
- FAO. (2003). *Resumen informativo sobre la pesca por países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Recuperado el 14 de 01 de 2011, de <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/PER/profile.htm>
- FAO. (2010). *Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países. Visión general del sector pesquero nacional del Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Obtenido de [ftp://ftp.fao.org/FI/DOCUMENT/fcp/es/FI\\_CP\\_PE.pdf](ftp://ftp.fao.org/FI/DOCUMENT/fcp/es/FI_CP_PE.pdf)
- Fletcher, W. (1991). A test of the relationship between otolith weight and age for the pilchard *Sardinops neopilchardus*. *Can. J. Fish. Aquat.*, 48, 35-38.
- Goicochea, C., Mostacero, J., & Mosquillaza, P. (2012). *Edad y crecimiento de *Ophichthus remiger* ( valenciennes) en el norte del mar peruano*. 2014. Inf. Inst. Mar Perú, 39/Nros 1-2.
- Gonzales, L. (1985). *Determinación de Edad y crecimiento de la sardina *sardinella aunte VALENCIENNES*, 1847(Pisces: Clupeidae) de la Region Nor-oriental de venezuela*. Bol.Inst.Oceanogr.24(1-2) 111-128.
- Gulland. (1971). *Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. FAO.
- Harkonen, T. (1986). *Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic*. Bandiu .Aps: Eds. Sweden 256pp.
- IMARPE. (2006). Anuario Científico Tecnológico IMARPE. *Instituto del Mar del Perú (ISSN 1873– 2103)*, 6.

- IMARPE. (2009). Seguimiento de la Pesquería Artesanal en la Región La Libertad 2009. *Informe interno del Imarpe sede Huanchaco.*
- IMARPE. (2009a.). Anuario Científico Tecnológico IMARPE. *Instituto del Mar del Perú (ISSN 1813 – 2103)*, 9(enero – diciembre, 2006).
- IMARPE. (2009b). Seguimiento de la Pesquería Demersal y costera en la Región La Libertad 2009. Informe interno del Imarpe sede Huanchaco.
- Leyble , M., & Miranda, P. (1989). *El otolito sagita en el reconocimiento de diferentes especies de teleosteos en la costa central de Chile.* Bol.Soc.Biol: concepcion 60: 149-160.
- Melendes , C., & Romero, A. (2010). *Evaluación biológico pesquera de la lisa Mugil curema, en la costa de Michoacán. Vol. 18, núm. 1. Ciencia Pesquera.*
- Mostacero, J. (2000). *Edad y crecimiento de Ethmidium maculatum en las zonas de Chimbote 1982, Callao 1996, Pisco 1986 e Ilo 1991-1993. para obter el titulo de Licenciado en Biología .*
- Mostacero, J., Goicochea, C., & Mosquillaza, P. (2012). *Edad y Crecimiento de la Cheilodactylus variegatus valenciennes en el Callao, 2005.* Inf. Inst Mar Perú, 39/Nros. 1-2.
- Pannella, G. (1971). *Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns.* *Science, New York: 1124-1127.* Obtenido de <http://www.sciencemag.org/content/173/4002/1124.full.pdf>.
- Pauly, D., & Caddy, J. (1985). A modification of Bhattacharya's method for the analysis of mixtures of normal distribution. *FAO Fisheries*(781), 16.
- Pauly, D., & David, N. (1980). ELEFAN I, a Basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforsch*, 28(4), 205-211.
- Radtke, R., Fine, M., & Bell, J. (1985). Somatic and otolith growth in the oyster toadfish (*Opsanus tau* L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 90, 259-275.
- Reznick, D., Lindbeck , H., & Bryga, H. (1989). Slower growth results in larger otoliths: an experimental test with guppies (*Poecilia reticulata*). *Can. J. Fish. Aquat*, 46, 108-112.
- Samame, M. (1977). *Determinacion de la Edad y crecimiento de la sardina sardinops sagax sagax .* Bol.Inst. Mar Perú 3(3). 95-112.

- Samame, M. (1997). *Determinar la Edad y Crecimiento deL Bonito Sarda chiliencis (cuvier)*. Bol.Inst. Mar del Peú. 16 (1), 1-185.
- Sokal, & Rohlf. (1990). *Biometría principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Ed. Madrid. 832pp. Ed. Madrid. 832pp.
- Sparre, & Vanema. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Roma.
- Stevenson, D., & Campana, S. (1992). *Otolih microestructure examination and analysis*. *Can Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 117:126. Obtenido de <http://www.dfo-mpo.gc.ca/library/141734.pdf>.
- Tarazona, J., Gutiérrez , D., & Indacochea, A. (2003). Overview and challenges of marine biodiversity research in Perú. *Gayana*, 67(2), 206-231.
- Tarazona, J., Gutierrez, D., & Indacochea, A. (2003). Overview and challenges of marine biodiversity research in Peru. *Gayana*, 67(2), 206-231.
- Tresierra, A., & Culquichicón, Z. (1993). *Biología Pesquera*. Trujillo: Libertad E.I.R.L.Peru.
- Tresierra, A., & Culquichicón, Z. (1995). *Manual de Biología Pesquera*. Trujillo: Libertad E.I.R.L.
- Tused, V., Gonzales, M., & García, D. (1996). *Feeding habits of Serranus cabrilla (Serranidae) in the Canary Islands*. *Cybium*, 20 (2): 161-167.
- Whitehead, P. (1985). *FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings*. *FAO Fish. Synop.* 125(7/1):1-303. Rome: FAO. Obtenido de <http://www.fishbase.org/summary/speciessummary.php?id=1593>
- Wild, A. (1986). Growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Eastern Pacific Ocean based on otolith increment. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm., Bull*, 18(6), 422-482.
- Yamashiro, C. (1978). *Determinar la Edad y Crecimiento de la cabienza Isacia conceptionis del area del Callao, Tesis Universidad Mayor de San Marcos*. Lima- Peú, 58pp.

## Anexos

A continuación se muestra algunos estudios realizados en edad y crecimiento de *Ethmidium maculatum* “machete” que fueron hechos por otros investigadores en diferentes latitudes del océano pacífico.

Anexo 1: Constantes de crecimiento de von Bertalanffy en machos y hembras, *Ethmidium maculatum* “machete”, realizados en diferentes lugares.

autores	localidad	Metodo	sexo	Loo	k	to
AEDO et al., 2007	Chile 2005-2006	Otolito	ambos	43,1	0,187	0,615
MOSTACERO , 2000	Chimbote 1982	otolitos	ambos	33,56	0,514	0,265
MOSTACERO , 2000	Pisco 1986	otolitos	ambos	32,85	0,548	0,352
este estudio	Trujillo 2012 - 2013	otolitos	ambos	33,26	0,437	-0,178

## **Descripción del otolito machete**

Para la morfología del otolito se encontró, surco acústico profundo, limitado por crestas bien desarrolladas.

**Margen anterior:** rostro bien desarrollado, ocupa cerca de la mitad de la longitud del otolito, es semirectangular, con su extremo proximal en un plano diagonal al horizontal.

**Antirrostro** bien desarrollado, generalmente agudo y puede reconocerse su origen desde el margen dorsal del otolito. Cisura mayor bien desarrollada.

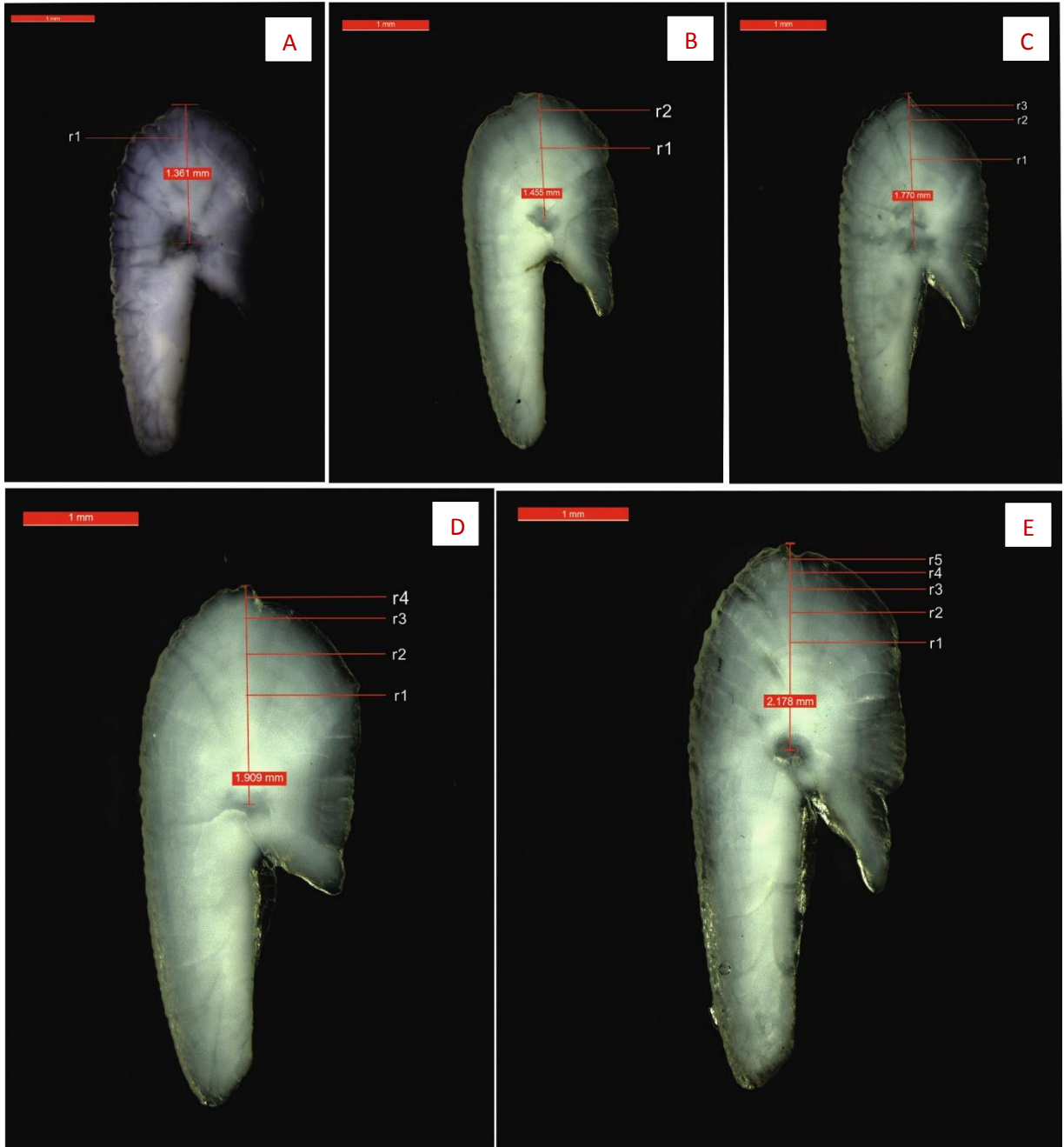
**Margen dorsal:** En los especímenes mayores tiende a ser convexo, en los menores tiende a ser semirecto. Presenta ligeras irregularidades.

**Margen posterior:** Redondeado, uniforme en su parte dorsal, pero con algunas irregularidades en su porción ventral.

**Margen ventral:** Tiende a ser convexo, presentando ligeras ondulaciones.

**Área dorsal:** Ocupada por una depresión dorsal, de relieve radiado, parcialmente cubierta por la cresta dorsal del surco acústico.

**Área ventral:** de relieve uniforme sin depresiones



Anexo 2: Otolito sagita de *Ethmidium maculatum* “machete” vistas con aumento a 16x, edades encontradas en este estudio: (A) Grupo de edad 1+; LT: 19cm; RT: 1,381mm. (B) Grupo de edad 2+; LT: 20cm; RT: 1,455mm. (C) Grupo de edad 3+; LT: 26cm; RT: 1,770mm. (D) Grupo de edad 4+; LT: 28cm; RT: 1,909mm. (E) Grupo de edad 5+; LT: 29cm; RT: 2,178mm.