

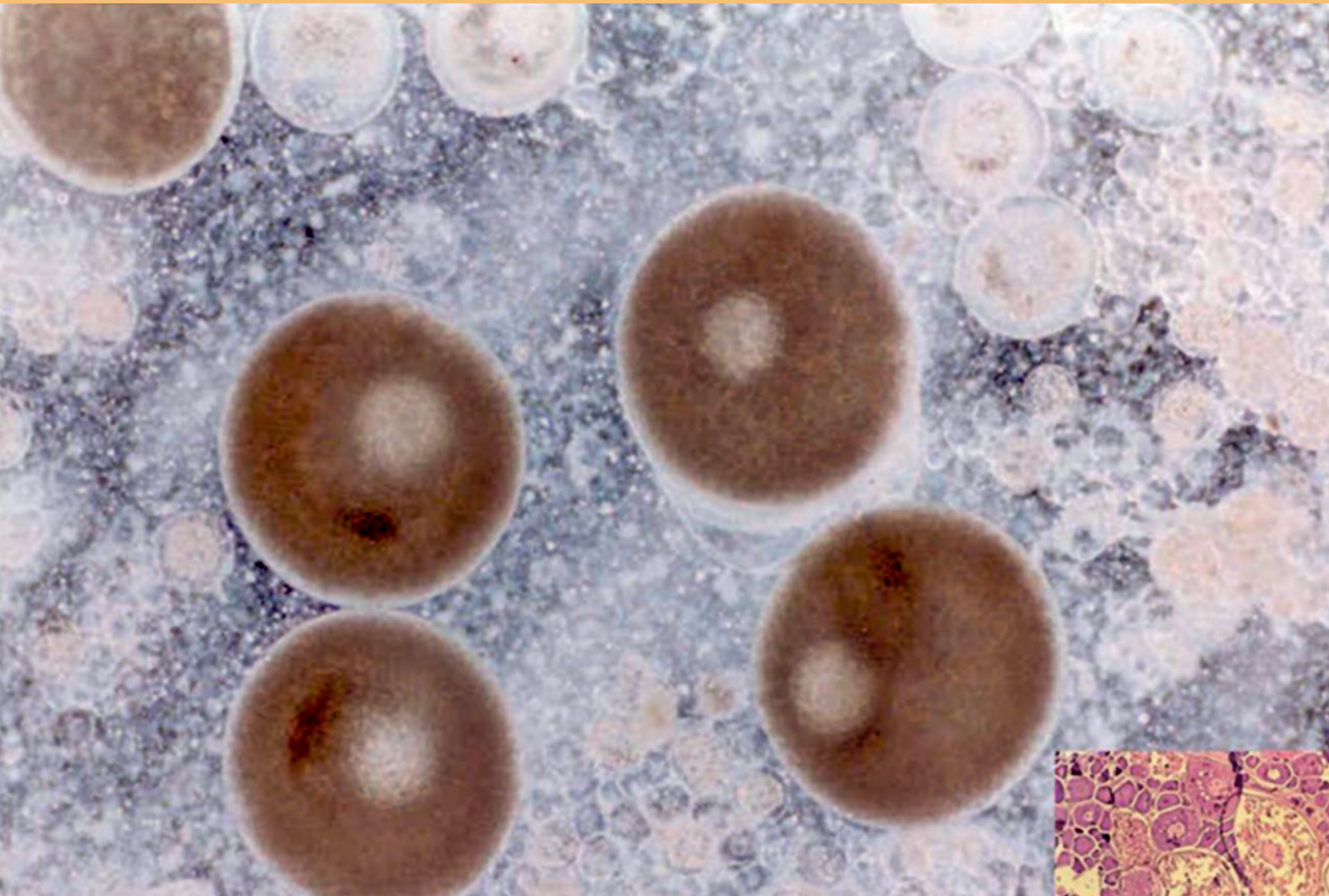


INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 39, Números 1-2



Enero - Junio 2012
Callao, Perú

EDAD Y CRECIMIENTO DE *OPHICHTHUS REMIGER* (VALENCIENNES) EN EL NORTE DEL MAR PERUANO, 2004

AGE AND GROWTH OF *OPHICHTHUS REMIGER* (VALENCIENNES) IN THE NORTH SEA IN PERU, 2004

Carlos Goicochea¹ Jorge Mostacero Patricia Moquillaza

RESUMEN

GOICOCHEA C, MOSTACERO J, MOQUILLAZA P. 2012. Edad y crecimiento de *Ophichthus remiger* (Valenciennes) en el norte del mar peruano, 2004. *Inf Inst Mar Perú*. 39(1): 9-17.- Se estudia la edad y crecimiento de *Ophichthus remiger* "anguila" interpretando los anillos de crecimiento de 1160 pares de otolitos, de Tumbes a Paita (3°27'S-5°S) en el 2004. La relación Radio del otolito (mm) y Longitud del pez (cm) fue de tendencia lineal positiva con $r^2 = 0,94$. Se determinaron los parámetros de crecimiento para machos y hembras: $L_t = 136,5 * (1 - e^{-(0,129 * (t+0,105))})$, hembras: $L_t = 136,0 * (1 - e^{-(0,1316 * (t+0,105))})$ y machos $L_t = 114,0 * (1 - e^{-(0,159 * (t+0,105))})$. Existe diferencia en el crecimiento de longitud a favor de las hembras.

PALABRAS CLAVE: *Ophichthus remiger*, otolitos, clave talla-edad de la especie, microestructura.

ABSTRACT

GOICOCHEA C, MOSTACERO J, MOQUILLAZA P. 2012. Age and growth of *Ophichthus remiger* (Valenciennes) in the North Sea in Perú, 2004. *Inf Inst Mar Perú*. 39(1): 9-17.- Studies the age and growth of *Ophichthus remiger* "punctuated snake-eel" interpreting growth rings of 1160 pairs of otoliths, from Tumbes to Paita (3°27'S-5°S) in 2004. The relationship otolith radius (mm) and fish length (cm) was positive linear trend with $r^2 = 0.94$. Were determined growth parameters for male and females: $L_t = 136,5 * (1 - e^{-(0,129 * (t+0,105))})$, for female: $L_t = 136,0 * (1 - e^{-(0,1316 * (t+0,105))})$ and males: $L_t = 114,0 * (1 - e^{-(0,159 * (t+0,105))})$. There is difference in the length growth for females.

KEYWORDS: *Ophichthus remiger*, otoliths, age-length composition, microstructure analysis.

INTRODUCCIÓN

La especie *Ophichthus remiger* tiene una distribución restringida al Pacífico sudeste, raramente en el Pacífico Central. Según CHIRICHIGNO y VÉLEZ (1998) se distribuye desde Puerto Pizarro (Perú) hasta Valparaíso (Chile), pero durante el evento El Niño, migra hacia mayores latitudes y profundidades (CASTILLO 1991).

Existen otras especies de anguila a nivel mundial como la anguila europea *Anguilla anguilla* que se distribuye por las costas del Atlántico norte, desde Escandinavia hasta Marruecos, en ríos, afluentes y albuferas de las islas Baleares e islas Canarias (DOADRIO 2001). La anguila japonesa *Anguilla japonica* se distribuye en el este asiático, desde Japón hacia el este del mar de China; abarcando Taiwán, Corea, Chi-

na y el norte de Filipinas (MASUDA et al. 1984). La anguila americana *Anguilla rostrata* se distribuye desde el sur de Groenlandia a lo largo de la costa atlántica de Canadá y de los Estados Unidos (PAGE y BURR 1991); la anguila *Uropterigius tigrinus* fue registrada en la zona de Baja California sur (México) (CHÁVEZ – RAMOS et al. 1996); las anguilas *Sphaebranchus ophioneus* y *Ophichthus gomesi* fueron registradas en la reserva de la biosfera Ría de Celestún en Yucatán (VEGA-CENDEJAS 2004) y la anguila australiana *Anguilla australis* se distribuye al suroeste del Pacífico (FAO-FIDI 2006). Casi la totalidad de ellas han sido estudiadas ampliamente por la importancia comercial que ostentan en cada una de sus regiones.

En el Perú, los estudios biológicos de esta especie realizados por CAS-

TILLO et al. (2002), determinaron marcado dimorfismo sexual por longitud; observaron incremento de la actividad reproductiva en otoño en base a los estudios de madurez sexual durante las cuatro estaciones del año; la proporción sexual durante los años 1990-1997 fue favorable para las hembras.

VERA (2004) realizó algunos estudios sobre edad y crecimiento en esta especie; determinó que las hembras alcanzaron hasta 7 años de edad y los machos hasta 3 años. La longitud asintótica (L_∞) y la tasa de crecimiento (K) tuvieron valores de 76,65 y 51,45 cm y de 0,25 y 0,27 años⁻¹, para hembras y machos, respectivamente. Además, observó dos tipos básicos de otolitos, uno con núcleo hialino y otro con núcleo opaco en el litoral de Lambayeque. SCHUHBAUER

1. Instituto del Mar del Perú, Laboratorio de Edad y Crecimiento. Apartado postal 22, Callao, Perú. goicochea@imarpe.gob.pe, jmostacero@imarpe.gob.pe, pmoquillaza@imarpe.gob.pe.

(2006), obtiene parámetros de crecimiento de anguila midiendo los anillos de crecimiento de los otolitos de la zona de Paita (Perú). Aplicando la ecuación de von Bertalanffy obtuvo los siguientes parámetros: $L_{\infty} = 97,9$, $K = 0,112$ y $t_0 = -2,5$. Además, describe el estado de la pesquería y analiza la información biológica de esta especie, mencionando que la pesquería de las anguilas fue iniciada por los japoneses en el puerto de Paita, creciendo de una escala comercial moderada a una pesquería industrial, en un periodo de 15 años desde 1990 al 2005, donde las capturas anuales se incrementaron de 280 t (1990) a 1380 t (2005), todas destinadas a la exportación al Japón. En Chile, ARANCIBIA et al. (2000) analizando 1300 ejemplares de esta especie entre agosto y setiembre de 1999, determinaron la longitud asintótica (L_{∞}) en 90,8 cm; $K = 0,115 \text{ año}^{-1}$, y $t_0 = -1,108$.

Dada la importancia comercial de la anguila *Ophichthus remiger*, se desarrolló esta investigación como base para su manejo y se determinó la edad y crecimiento para las zonas de Tumbes y Paita durante el 2004.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestreo biológico de peces.- El material utilizado corresponde a anguilas capturadas en las zonas de Tumbes y Paita durante el 2004 como parte del seguimiento de la pesquería demersal y costera. Los muestreos biológicos se realizaron semanalmente, obteniéndose longitud total (cm), peso total y eviscerado (g), identificación del sexo y estadio sexual y extracción de los otolitos sagita, que fueron almacenados en cartones con su respectiva identificación.

Selección de la muestra de otolitos.- Para la estimación de la edad y crecimiento de la anguila, se se-

leccionaron al azar otolitos de 2 individuos por intervalo de talla, sexo y mes llegando a 1160 pares de otolitos: 695 de hembras y 437 de machos. El rango de longitudes de ambos sexos fue de 25-124 cm (hembras: 25-124 cm y machos: 28-109 cm).

Preparación de otolitos y análisis.- Los otolitos fueron montados sobre una gota de cristal bond en láminas porta objeto, para luego ser pulidos con ayuda de un esmeril eléctrico hasta diferenciar el núcleo y los anillos de crecimiento. Las observaciones fueron realizando un microscopio estereoscopio de discusión marca Nikon a 20X. De la muestra total y obtenida al azar, se midieron los anillos de crecimiento de 161 otolitos (101 de hembras y 60 de machos) para realizar retrocálculos (ARAYA y CUBILLOS 2002). Estas mediciones se hicieron desde el núcleo al margen anterior por su cara externa.

Se utilizó la fórmula:

$$L = a + b(R) \quad (1)$$

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

Para determinar diferencias en el crecimiento entre hembras y machos, se realizó un Test estadístico para pendientes (SOKAL y ROHLF 1990).

1. Planteamiento de las hipótesis:

$$H_0 \quad a_1 = a_2; \quad b_1 = b_2$$

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

- 2. Nivel de significancia: 0,05
- 3. $GL = n_1 + n_2 - 4$
- 4. Fórmula T calculado:

$$T_{cal} = \frac{(b_1 - b_2)}{S^*(b_1 - b_2)} \quad (2)$$

Donde: T es el valor observado, ($b_1 - b_2$) las pendientes de las regresiones de las muestras 1 y 2 y S es la desviación estándar.

5. T tabla = 1,96

6. Decisión:

$$T_{cal} \leq T_{tabla} \quad \text{Se acepta } H_0$$

$$T_{cal} \geq T_{tabla} \quad \text{Se acepta } H_1$$

Validación de los anillos de crecimiento.- Para validar el primer anillo anual se procedió a contar los anillos diarios (PANNELLA 1971, CAMPANA 2001) de 5 otolitos de anguilas con un anillo estacional marcado. Durante el crucero de evaluación de recursos demersales Cr. 0605-06, se colectaron los otolitos de juveniles (LT= 21,5-24,0 cm). Los otolitos fueron montados en cristal bond sobre una lámina porta objetos, pulidos hasta llegar al núcleo con abrasivos (Imperial Lapping film) de diferente tamaño de grano (32, 12 um). Luego se pulieron con alúmina 0,3 um y un paño abrasivo. Finalmente se montaron con una gota de bálsamo de Canadá y se cubrieron con una lámina cubreobjetos. Los incrementos diarios fueron contados a 400X aumentos utilizando un analizador de imágenes; además, se determinó la periodicidad de la formación de los anillos anuales (BROTHERS 1979, SAINBURY y WHITELAW 1984, SAMUEL et al. 1985).

Una vez establecido el patrón de formación del anillo estacional (GJOSAETER et al. 1983) se procedió a estimar la edad enumerando las zonas opacas y translúcidas del otolito sagita. Un "incremento" se define como una zona translúcida seguida de una zona opaca (SMITH y DEGUARA 2003).

Para determinar la fecha de nacimiento se utilizó el índice gonadosomático mensual durante el 2004 obtenido de los muestreos biológicos realizados en los puertos de Paita y Tumbes.

Con las estimaciones de la edad se elaboró 3 claves talla-edad para el total (ambos sexos), hembras y machos.

Se estimaron los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (SPARRE y VENEMA, 1992) utilizando la fórmula:

$$Lt = L_{\infty} (1 - e^{(-K*(t-t_0))}) \quad (3)$$

Donde: L_{∞} = Longitud asíntota, K es la tasa a la cual Lt se acerca a su asíntota, Lt es la longitud total en el tiempo t y t_0 es la edad hipotética a la longitud 0.

Para el ajuste de los parámetros de crecimiento se utilizó el método de mínimos cuadrados mediante la rutina Solver de Excel. (GALLAGHER-WATSON 1982) y la L_{∞} al límite superior del 5% de la longitud máxima (KLEIBER y PAULY 1991), teniendo en cuenta la falta de muestra para el grupo de edad 1, se utilizó el promedio de longitud retrocalculado para este grupo.

La fórmula del ajuste puede expresarse como:

$$\sum_{i=1}^n [L_{(i)} - L_{\infty} * [1 - \exp(-k*(t_{(i)} - t_0))]]^2 \quad (4)$$

Para estimar el crecimiento en peso en relación con la edad se utilizó la fórmula de SPARRE y VENEMA (op. cit.). Se halló la relación longitud/peso total.

$$Wt = q * (Lt)^b \quad (5)$$

Donde: q es llamado "factor de condición" y b es la variable que se utiliza cuando el pez no tiene un crecimiento isométrico.

A continuación se obtuvo el peso infinito o asíntotico que está dado por:

$$W_{\infty} = q * L_{\infty}^b \quad (6)$$

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

$$Wt = W_{\infty} (1 - e^{(-k*(t-t_0))})^b \quad (7)$$

Donde: Wt peso total del pez en el tiempo t , K y t_0 obtenidas de la ecuación (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología del otolito.- Según GARCÍA-GODOS (op. cit.) la morfología del otolito de "anguila" tiene las siguientes características: forma ovalada, surco acústico recto profundo pero limitado por crestas poco desarrolladas y de suave relieve, que no le dan sensación de profundidad (Fig. 1).

Margen anterior: Poco desarrollado, de forma cuadrangular a ligeramente aguzado. Antirrostro poco desarrollado a ausente, notándose una inclinación entre el margen dorsal y el extremo del rostrum, que tiene sus bordes suaves a ligeramente crenulados. Cisura mayor ausente a poco desarrollada.

Margen dorsal: Recto a convexo y de bordes suaves.

Margen posterior: De bordes suaves. Generalmente presenta postrosto, pararrosto y excisura menor. El postrosto es más desarrollado que el pararrosto y puede tener forma redondeada a triangular.

Margen ventral: Convexo, de bordes suaves con algunas ondulaciones en su mitad proximal.

Los anillos de crecimiento se pueden apreciar en la cara externa en el área del margen anterior.

Relación Longitud del pez – Radio del Otolito.- A fin de estimar la longitud del pez a edades pretéritas

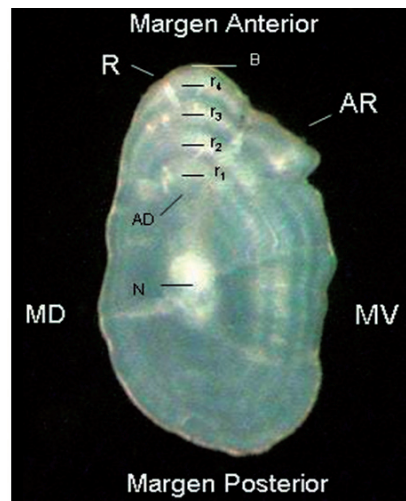


Figura 1.- Otolito de *Ophichthus remiger* de 56 cm de longitud total hembra, zona de Tumbes. B=borde, AD= anillo demersal, N= Núcleo, r= radio de los anillos de crecimiento, R=Rostrum, AR=Antirrostrum, MD= Margen dorsal, MV= Margen ventral.

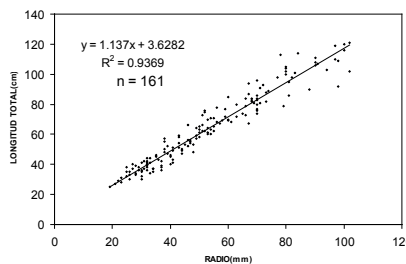


Figura 2.- Relación entre la longitud (cm) y el radio del otolito (mm) para *Ophichthus remiger*.

se determinó la relación entre el radio del otolito y la longitud del pez (fórmula 1), la cual presentó una tendencia lineal (Fig. 2) de la forma:

$$Lt = a + b * R \quad (1)$$

El R^2 = fue 0,94 por lo cual los otolitos resultan útiles para la determinación de la edad y crecimiento en esta especie.

Comparación de pendientes.- Mediante un test estadístico se determinó la diferencia en el crecimiento entre hembras y machos de *Ophichthus remiger*. El valor de T calculado para la pendiente (b) fue de 1,07.y el valor t tabla teórica es de 1,96 entonces:

$T_{cal} \leq T_{tabla}$ Se acepta H_0

El valor de T calculado para el intercepto (a) fue de 2,17 y el valor t tabla teórica es de 1,96 entonces:

$T_{cal} \geq T_{tabla}$ Se acepta H_1

Se concluye que existe diferencia significativa en el crecimiento entre hembras y machos. VERA (2004) también reporta este comportamiento en el crecimiento de la anguila a favor de las hembras.

Los valores de las ecuaciones obtenidos a partir de las regresiones lineales del radio del otolito (mm) y longitud del pez (cm) se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1.- Parámetros de regresión lineal radio del otolito (mm) y longitud del pez (cm)

Parámetro	total	hembras	machos
a	3,6282	4,4373	5,2642
b	22,98	22,971	21,683
r ²	0,94	0,93	0,94

Identificación del primer anillo.- En base al conteo de microincrementos (Fig. 3) (se asume que cada incremento es diario) se pudo identificar el primer anillo anual y la periodicidad de formación de los macro anillos (Fig.4) con lo que se pudo determinar que el primer anillo asumido por SCHUHBAUER (op. cit.) corresponde al segundo anillo anual tomado en este estudio. Es pertinente señalar que en dicho reporte no se hizo la validación correspondiente.

Reconociendo el primer anillo anual y los anillos posteriores, se midieron, y se calcularon los promedios para cada uno de ellos (Tabla 2). Se determinó que el desove se produce en julio por lo que se asumió su fecha de nacimiento en dicho mes.

Se realizaron los cálculos de las longitudes (cm) total y para ambos

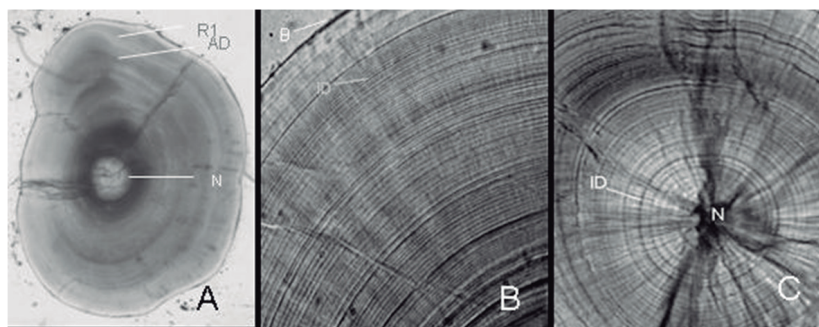


Figura 3.- Microfotografías de anillos de crecimiento de otolito de anguila de 21,5cm. 4X (A) y 400X (B y C). R1= Anillo anual, AD=Anillo demersal, ID = Incremento diario, B = Borde, N = Núcleo.

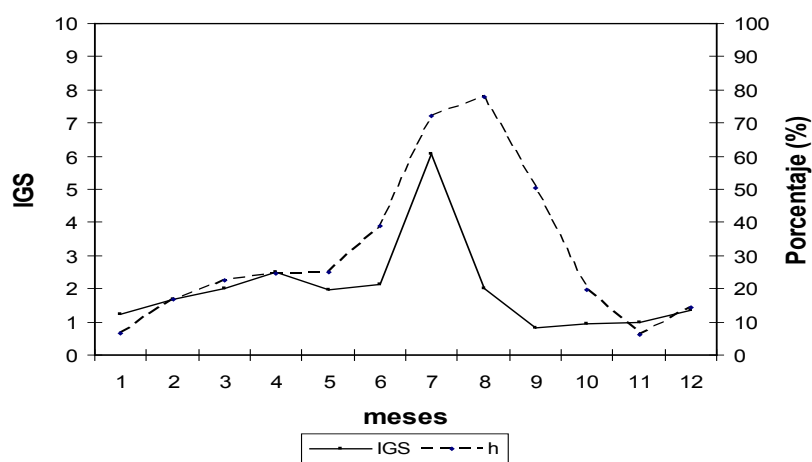


Figura 4.- Periodicidad anual de formación del anillo de crecimiento de anguila e IGS, h = borde hialino del otolito.

Tabla 2.- Radios promedios (mm) de anillos de crecimiento de *O. remiger*, Tumbes y Paita 2004.

radio	Total (♂+♀)	Hembras (♀)	Machos (♂)
r1	0,7	0,7	0,7
r2	1,3	1,3	1,2
r3	1,7	1,7	1,7
r4	2,1	2,1	2,1
r5	2,5	2,5	2,5
r6	2,9	2,9	2,9
r7	3,3	3,3	3,3
r8	3,7	3,7	
r9	4,0	4,0	
r10	4,3	4,3	
r11	4,5	4,5	
r12	4,7	4,7	
r13	4,9	4,9	

Tabla 3.- Longitudes retrocalculadas de *Ophichthus remiger*, Tumbes y Paita 2004.

radio	Total (♂+♀)	Hembras (♀)	Machos (♂)
r1	20,5	21,2	21,3
r2	32,4	33,2	32,2
r3	42,5	43,3	41,9
r4	52,2	53,1	50,8
r5	61,7	62,8	59,7
r6	71,1	72,1	68,5
r7	79,9	80,9	76,6
r8	87,7	88,5	
r9	95,1	95,9	
r10	102,1	102,9	
r11	106,8	107,6	
r12	111,6	112,5	
r13	115,8	116,6	

sexos utilizando la fórmula 1. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Claves talla-edad.- Con los resultados de la interpretación de los anillos de crecimiento de los otolitos de la muestra y la asignación de la edad se elaboraron 3 claves talla-edad: total (ambos sexos), hembras y machos (Tablas 4, 5,6).

Crecimiento en longitud.- El crecimiento en longitud se trabajó con la fórmula 3, y sus parámetros (L_{∞} , K y t_0), fueron estimados a partir de los promedios de longitud por edad de las claves y ajustados por el método de mínimos cuadrados (fórmula 4).

Método de Mínimos Cuadrados

Total (♂ + ♀)
 $L_t = 136,5 * (1 - e^{(-0,129*(t+0,105)})}$

Hembras (♀)
 $L_t = 136,0 * (1 - e^{(-0,1316*(t+0,105)})}$

Machos (♂)
 $L_t = 114,0 * (1 - e^{(-0,159*(t+0,105)})}$

El crecimiento en longitud obtenido mediante el método de mínimos cuadrados se grafica en la Fig. 5.

Tabla 4.- Clave talla-edad para *Ophichthus remiger*, total. Tumbes y Paita, 2004.

Long(cm)	Edad (años)														total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
25	1														1
28		1													1
30		4													4
31		1													1
32		3													3
33		10	1												11
34		4	2												6
35		8	1												9
36		6	6												12
37		4	6												10
38		4	6												10
39		4	6												10
40		2	8												10
41		1	9												10
42		2	7	1											10
43		1	9												10
44		1	9	1											11
45			8	4											12
46			6	4											10
47			4	6											10
48			2	7	2										11
49			2	7	1										10
50			1	8	1										10
51			1	7	2										10
52			1	6	3										10
53			1	6	3										10
54				5	5										10
55				5	5										10
56				5	5										10
57				4	6										10
58				4	5	1									10
59				3	6	1									10
60				3	6	1									10
61				2	6	2									10
62				1	7	2									10
63				1	7	2									10
64				1	7	2									10
65					8	2									10
66					8	2									10
67					9	2									11
68					8	2									10
69					7	3									10
70					6	4									10
71					4	8	1								13
72					1	12	1								14
73					1	7	2								10
74					3	7	3								13
75					1	11	2								14
76					2	10	4								16
77					2	10	3								15
78					1	6	1								8
79					1	6	2								9
80					1	6	6								13
81					5	5									10
82					2	1	1								4
83					5	5									10
84					1	4	2								7
85					1	5	1	1							8
86						4	1								5
87						1	3	2	1						7
88						2	2	2		1					5
89						2	2	2							6
90							1			2					3
91							2	1	1						4
92							1	1	2		1	1	1		7
93							1	1	2						4
94							1	2	1	1					5
95							2	3	3	2	1				11
96							1								1
97							1								1
98							1	1	2		1				5
99							1	1	3						5
100							2	2	1	2	1				8
101							1	3							4
102								3							6
103															2
104								3	2	1	1				6
105								1	1						2
106								1	2	1					4
107									3	1					4
108								2	1	2	1				6
109										1	1				3
110							1	1	1		1				5
111									1						1
113								2	2			1			5
114									1						2
116												1			1
117									1						1
119											1		1		2
120												1	1		2
121														2	2
122										1	1				2
124															1
total	1	56	96	91	140	124	67	24	36	25	16	7	5	7	695

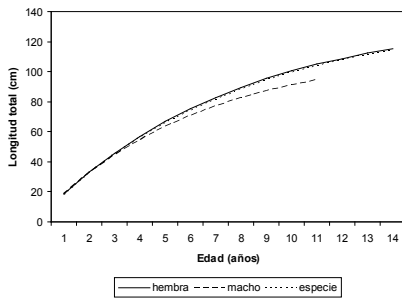


Figura 5.- Curva de crecimiento de la anguila. Tumbes y Paita, 2004.

Las longitudes observadas y las teóricas obtenidas de la aplicación de la fórmula de von Bertalanffy se pueden apreciar en la Tabla 7.

Comparación de los parámetros de crecimiento en longitud.- Los resultados de los parámetros de crecimiento obtenidos en este estudio difieren con los realizados por SCHUHBAUER (2006), quien también utilizó otolitos para la determinación de la edad; los parámetros obtenidos fueron afectados por el criterio de tomar el segundo anillo anual como edad 1. Además, la influencia del rango de su muestra procedente de la zona de Paita (menores tallas), produjo sesgo en las longitudes medias de las edades mayores.

Los parámetros obtenidos por VERA (2004) a través del programa FISAT II (análisis de progresión modal) no reconocen la clase anual 1 por no estar registrada en las frecuencias de talla, debido a la selectividad de las trampas (Manual Operativo del CEP – Paita 2000) citado en el informe por el referido autor. Asimismo, ARANCIBIA et al. (2000) a través del análisis de progresión modal obtuvieron parámetros de edad y crecimiento en Chile central, dicha información sí refleja la edad 1 coincidiendo con este estudio pero no los otros grupos de edad posiblemente debido a que tienen una tasa de crecimiento diferente.

Tabla 7.- Longitudes observadas y teóricas de *Ophichthus remiger*. Tumbes y Paita, 2004.

Edad (años)	Lt (cm) ♂+♀ ¹	Lt (cm) ♂+♀ ²	Lt (cm) ♀ ¹	Lt (cm) ♀ ²	Lt (cm) ♂ ¹	Lt (cm) ♂ ²
1	27,0	18,1	25,0	18,5	29,0	18,4
2	34,7	32,4	35,4	33,0	35,4	32,4
3	41,5	45,0	41,9	45,8	41,3	44,4
4	52,1	56,0	52,2	57,0	52,0	54,6
5	62,3	65,7	63,1	66,8	61,4	63,4
6	72,4	74,3	74,0	75,4	69,0	70,8
7	81,6	81,8	83,2	82,9	78,0	77,2
8	90,8	88,4	92,1	89,5	84,4	82,6
9	98,1	94,2	99,2	95,3	90,4	87,2
10	102,6	99,3	103,4	100,4	100,0	91,1
11	104,9	103,8	104,7	104,9	109,0	94,5
12	106,0	107,8	106,0	108,8		
13	112,0	111,2	112,0	112,2		
14	114,4	114,3	114,4	115,2		

¹= calculado, ²= teórico

Crecimiento en Peso (Fig. 6).- Las fórmulas que expresan el crecimiento en peso (fórmula 7) de los individuos fueron:

Total (♂ + ♀):
 $Wt = 3456,2 * (1 - e^{(-0,129*(t+0,105)})})^{3,025}$

Hembras (♀):
 $Wt = 3562,4 * (1 - e^{(-0,132*(t+0,105)})})^{3,000}$

Machos (♂):
 $Wt = 2004,28 * (1 - e^{(-0,159*(t+0,105)})})^{3,064}$

CONCLUSIONES

1. Se determinó que el crecimiento entre ambos sexos de la anguila *Ophichthus remiger* presenta diferencias significativas entre hembras y machos.
2. La utilización de los otolitos fue útil para la determinación de la edad.

Tabla 8.- Parámetros de crecimiento de la anguila obtenidos por otros autores y este estudio.

Autores	Localidad	Método	sexo	L∞	k	t ₀
SCHUHBAUER (2006)	Paita	otolitos	♂ + ♀	97,95	0,11167	-2,555
			♂ + ♀	76,65	0,1	
VERA (2004)	Lambayeque	FISAT II	♀	76,65	0,25	
			♂	51,45	0,27	
ARANCIBIA et al. 2000	Chile	FISAT II	♂ + ♀	90,8	0,115	-1,108
			♂ + ♀	136,5	0,129	-0,105
ESTE ESTUDIO	Tumbes-Paita	otolitos	♀	136,5	0,122	-0,105
			♂	114,0	0,159	-0,105

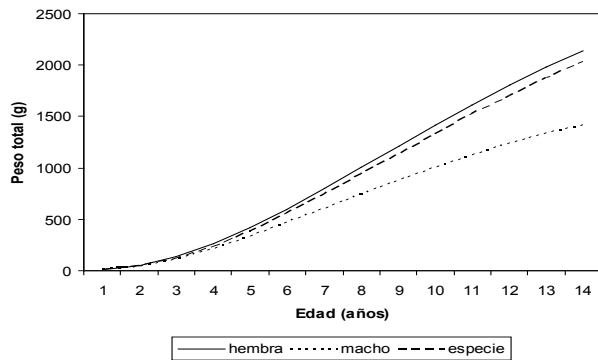


Figura 6.- Curvas de crecimiento en peso de anguila. Tumbes y Paita, 2004.

3. La periodicidad de formación de los anillos de crecimiento en los otolitos es anual, con un pico máximo en julio.
4. La población estuvo constituida por 13 grupos de edad (2 al 14).
5. Los parámetros de crecimiento en longitud obtenidos a través del método de mínimos cuadrados fueron:

Machos (♂)

$$L_t = 114,0 * (1 - e^{(-0,159*(t+0,105))})$$

Hembras (♀)

$$L_t = 136,5 * (1 - e^{(-0,132*(t+0,105))})$$

Total (♂ + ♀)

$$L_t = 136,5 * (1 - e^{(-0,129*(t+0,105))})$$

6. Los parámetros de crecimiento en peso fueron los siguientes:

Machos (♂)

$$W_t = 2004,28 * (1 - e^{(-0,159*(t+0,105))})^{3,064}$$

Hembras (♀)

$$W_t = 3562,4 * (1 - e^{(-0,132*(t+0,105))})^{3,000}$$

Total (♂ + ♀)

$$W_t = 3456,2 * (1 - e^{(-0,129*(t+0,105))})^{3,025}$$

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto del Mar del Perú, en especial a la Blga. Flor Fernán-

dez y a la Blga. Emperatriz Gómez por el estímulo para la realización de esta investigación y al personal de las Sedes de Tumbes y Paita por el envío de la muestra de otolitos.

REFERENCIAS

ARAYA M, CUBILLOS L. 2002. El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. *Gayana (Concepc.)*, vol.66, no.2, p.161-179. ISSN 0717-6538.

ARANCIBIA H, ALARCÓN L, CABALLERO R, CONCHA R, CARMONA A. 2000. Nuevas pesquerías para Chile Central. Anguila común (*Ophichthus pacifici*). Proyecto FONDEF D97I-1058. Desarrollo de nuevas pesquerías de recursos marinos bentónicos, pelágicos y demersales en Chile Central. Documento Técnico N°3, UNITED, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, 20 pp.

BROTHERS E. 1979. Age and growth studies on tropical fishes. In S.B. Saila and P.M. Roedel, editors. Stock assessment for tropical small scale fisheries. Proceedings of an international workshop, September, 1979, International Center for Marine Resources Development, University of Rhode Island, Rhode Island, USA: 119-136.

CASTILLO R. 1991. Análisis de la pesca experimental del recurso anguila *Ophichthus pacifici* en Paita durante 1991. Informe interno laboratorio costero de Paita. IMARPE 25pp.

CASTILLO R, GÓMEZ E. 2002. Biología, Pesquería y Utilización de la Anguila común *Ophichthus remiger*. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N° 134.

CHÁVEZ-RAMOS H, RODRIGUEZ J, ABIDIA A, APEREZ H, GALVAN F. 1996. Lista Sistemática de los peces de la isla Cerravallo. Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas Año/vol.* 22. N° 003. Univ. Baja California Ensenada. México. 295 – 311 pp.

CHIRICHIGNO N, VÉLEZ J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Segunda edición. Publicación especial Inst Mar Perú. 500pp

DOADRIO I. (Ed.) 2001. Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. 364 pp.

FAO-FIDI. 2006. Aquatic Sciences and Fisheries Information System (ASFIS) species list. Retrieve from <http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/asfis/asfis.asp>, 26 April 2006.

GALLAGHER-WATSON. 1982. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. McGraw-Hill. México.

GARCÍA-GODOS I. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. *Inst. Mar Perú. Boletín* 20(1-2): 46, 76, 77.

GJOSAETER J, DARAYATNE P, GJOSAETER M, SOUSA M, BECK I. 1983. Ageing tropical fish by primary growth rings in their otoliths. University of Bergen, Bergen: 67 pp.

KLEIBER P, PAULY D. 1991. Graphical representations of ELEFANT I response surfaces fishbyte. *Newsletter of the network of tropical fisheries scientists.* 9 (2): 45-49.

MASUDA H, AMAOKA K, ARAGA C, UYENO T, YOSHINO T. 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Vol. 1. Tokai University Press. Tokyo, Japan. 437 p

PAGE L, BURR B. 1991. A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico. Houghton Mifflin Company. Boston. 432 pp.

SAMUEL M, BAWAZEER A, MATHEWS A. 1985. Validation of ring formation in the otoliths of newaiby and other fin fish in Kuwait waters. In C.P. Mathews, (ed.), *Proceedings of the Third Shrimp and Finfish Fisheries Management Work-*

- shop, 9-1, October 1983, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait (In press).
- SCHUHBAUER. 2006. Fishery and population dynamics of the punctuated snake-eel, *Ophichthus remiger*, (Ophichthidae), North Perú. Thesis. M.Sc. In International Studies in Aquatic Tropical Ecology. University of Bremen, Faculty for Biology & Chemistry. 63pp.
- SMITH K, DEGUARA K. 2003. Formation an annual periodicity of opaque zones in sagittal otoliths of *Mugil cephalus* (Pisces: Mugilidae). Marine and Freshwater Research, 54: 57-67.
- SOKAL R, ROHLF F. 1990: Biometría principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Ed. Madrid 832 pp.
- SPARRE P, VENEMA C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I – Manual. FAO Fisheries Technical Paper N° 306. 1, Rev. 1. Rome, FAO. 376 pp.
- VEGA-CENDEJAS E. 2004. Ictiofauna de la Reserva de la Biosfera Celestún, Yucatán: una contribución al conocimiento de su biodiversidad. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 75(1): 193-206. 2004
- VERA M. 2004. Distribución espacial y aspectos biológicos pesqueros de *Ophichthus remiger* “anguila común” en el litoral del departamento de Lambayeque (mayo 2002 – julio 2003). Tesis. Lic. Bio – Pesq. UNPRG. Lambayeque Perú. 89pp.