

DETERMINACION DE EDAD Y ESTIMACION DE CRECIMIENTO EN COJINOBA MOTEADA (*Seriola punctata* Bloch & Schneider, 1881) DE LA ZONA SUR DE CHILE.

Trabajo presentado en las XI Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, mayo 1991.

MARIO AGUAYO H. ¹ Y JAVIER CHONG L-S ²

Mario Aguayo H. ¹ y Javier Chong L-S ²: Result from a study on age determination and growth parameters calculation for length and weight of the *Seriola punctata* Forster from Southern Chile, are presented.

The method for annuli readings on the saccular otoliths was valid for age determination since this specie showed a clear distinction between the hyaline and opaque rings. Furthermore, a high correlation between the fork length increase and the otolith radius was found. Formation of hyaline and opaque rings in annually but the first occurred during spring.

Eight hyaline rings were counted in female and seven in males. However, significant differences for length growth between sexes not found, then a single equation was fitted:

$$L_t = 55,68 \text{ cm} [1 - e^{-0,22893(t + 0,48985)}]$$

The best fitting for weight growth was non lineal with significant differences between sexes; therefore, equation for females and males were fitted:

$$\text{Males: } W_t = 2.353,03 \text{ g} [1 - e^{-0,25349(t + 0,48765)}] 3,20594$$

$$\text{Females: } W_t = 3.521,28 \text{ g} [1 - e^{-0,21391(t + 0,64748)}] 3,24586$$

Key words: otolith, annuli, age, growth equations.

¹ División de Recursos, Instituto de Fomento Pesquero. Casilla 1287. Santiago, Chile.
² Departamento de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano. Casilla 127, Talcahuano, Chile. Casilla 127 Talcahuano.

INTRODUCCION

La flota industrial que explota la pesquería sur-austral de Chile, captura un conjunto de especies ícticas que

durante 1989 alcanzaron alrededor de 70.000 ton, correspondiendo los principales volúmenes a merluza del sur (*Merluccius australis* (Hutton, 1872) con un 39%, merluza de cola (*Macrouronus*

magellanicus Lonnberg, 1907) con el 25%, congrio dorado (*Genypterus blacodes* (Schneider, 1801)) con un 10,3%, merluza de tres aleta (*Micromesistius australis* Norman, 1937) con el 8% y brótula (*Salpilota australis* (Gunther, 1878)) con un 6% (SERNAP, 1990).

Las capturas de *S. punctata* en 1989 fueron sólo 615 toneladas (SERNAP, 1990), lo que representó una disminución de las capturas respecto a años anteriores, a pesar de alcanzar en los mercados internacionales precios mayores a la merluza del sur y congrio dorado (Aguayo et al., 1987).

Antecedentes pesqueros en la pesquería sur-austral indican que las tallas en los machos fluctúa desde 32 a 59 cm y en las hembras entre 34 y 61 cm, señalando que la composición de las tallas modales de 1985 y 1986 presentan una disminución con respecto a la talla modal patrón (1981) (Aguayo et al., 1986). Estos autores indican, también que las tallas promedios de ambos sexos han disminuído en todas las zonas de capturas y que las caídas de los índices muestra el efecto de la explotación, siendo más vulnerables las hembras (Aguayo et al., 1986; Aguayo et al., 1987).

Análisis preliminares sobre IGS muestran que esta especie desova en los meses invernales (julio a septiembre), con un máximo en agosto, presentando un comportamiento reproductivo semejante con *S. caerulea* en la misma área de pesca (Aguayo et al., 1986). Además, se ha encontrado que existe una predominancia de hembras en las capturas, superando el 70% en las áreas más australes (Aguayo et al., 1987).

Lamentablemente, se carece de mayores antecedentes biológicos pesqueros que permitan establecer medidas de manejo que lleven a una explotación racional del recurso, motivo por el cual el presente estudio pretende contribuir a su conocimiento a través de los objetivos siguientes: a) establecer la periodicidad de formación de los anillos (annuli) hialinos y opacos, b) determinar la edad y c) estimar los parámetros de la ecuación de crecimiento para *Seriotelella punctata*.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se basó en el método de lectura de anillos anuales de crecimiento en los otolitos saculares o sagittas de ejemplares de *S. punctata*. Las muestra se recolectaron mensualmente entre los meses de febrero y diciembre de 1985 por muestreadores del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), a bordo de los barcos factorías que operan en la zona sur-austral, entre los paralelos 43°S y 52°S. Se analizó un total de 910 pares de otolitos, de los cuales 717 (78%) pares resultaron legibles (Tabla 1). El rango de tallas fluctuó entre 33 y 60 cm y cada ejemplar fue medido en su longitud horquilla (mm), se registró su peso total (g), sexo y se extrajeron los otolitos saculares que fueron guardados secos en sobres de papel con sus datos respectivos.

En el laboratorio, los otolitos fueron hidratados en agua destilada por un tiempo superior a 20 hr y su observación se efectuó por la cara externa bajo un estereomicroscopio Nikon SMZ 8 con aumento de 10X. En general, las observaciones y mediciones

normalmente se hicieron en la sagitta izquierda que fue pintada por su cara interna con tinta negra indeleble, lo que permitió acentuar el contraste de los anillos, y para corroborar tanto la naturaleza del borde como el número de anillos, se observó el otolito derecho. En

el análisis de cada otolito se registró su radio, distancia núcleo-postrostro (R_o) y el radio de cada anillo hialino (R_n) (Fig. 1). La medición se efectuó con un micrómetro ocular de 100 divisiones donde cada división correspondió a 10 micras.

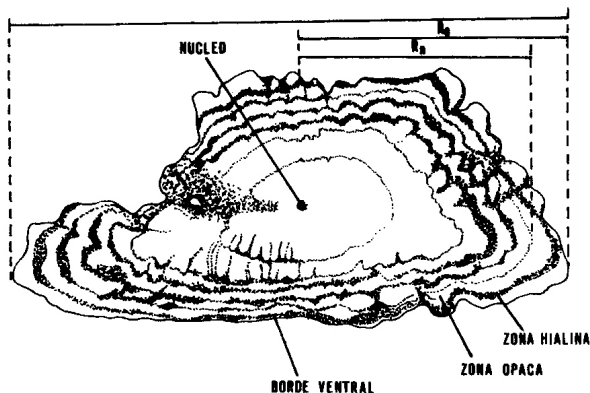


Figura 1. Diagrama de un otolito de *S. punctata* por la cara externa mostrando las medidas registradas, para la determinación de edad (R_o =radio otolito, R_n = radio de cada anillo hialino).

Las observaciones se realizaron con luz incidente, con la cual las zonas de mayor densidad se visualizan blancas y opacas (anillo opaco) por reflexión de la luz y las de menor densidad, oscuras o hialinas (anillo hialino) por absorción de ella.

Para la validación del método de lectura de anillos de crecimiento en otolitos, se examinó la relación longitud pez-radio otolito y la frecuencia mensual porcentual del tipo de borde hialino y opaco de acuerdo a la nomenclatura de Dannevig (1933).

La determinación de tallas promedios del pez a las diferentes edades se realizó por el método de retrocálculo, empleando las regresiones funcionales potenciales inversas, que entregan las tallas del pez a cualquier radio de los otolitos.

El crecimiento en longitud y peso se calculó mediante la ecuación de von Bertalanffy (Ricker 1975), los parámetros Loo y k se estimaron en primera instancia por el método de Ford-Walford y para el crecimiento en peso se calculó el valor de b de la relación longitud-peso.

Se aplicaron otros dos métodos, para obtener un mejor ajuste de los parámetros de crecimiento: a) El método de Allen (1966) de tipo iterativo y b) El método no lineal, recomendado por Gallucci & Quinn (1979).

RESULTADOS

La sagitta u otolito sacular de *S. punctata* tiene una forma oval alargada con un rostro prominente equivalente al 32% de su longitud. Posterior a un periodo de hidratación, se pudo observar por su cara externa con claridad y nitidez la presencia alternada de los anillos (annuli) hialino y opacos de crecimiento (fig. 1). Sin embargo, la primera banda, considerada como primer anillo anual no es observable en todos los otolitos y en

Hembras:	Ro= 1,55336 LH ^{0,92594}	r: 0,7341	(p:0,001)
Machos:	Ro= 1,36271 LH ^{0,95747}	r: 0,7718	(p:0,001)
Ambos sexos:	Ro= 1,53573 LH ^{0,92720}	r: 0,7666	(p:0,001)

Las variaciones porcentuales de los tipos de borde durante los meses examinados, muestra la mayor frecuencia de bordes hialino en octubre y el mínimo en marzo. Por su parte, el borde opaco alcanza su máxima frecuencia en marzo y un mínimo en octubre (Tabla 2). El análisis anterior determina la formación de un anillo hialino y otro opaco al año, con la formación del primero durante la primavera (septiembre-octubre); mientras el anillo opaco se formaría a fines de verano y durante el otoño.

La discriminación del tipo de borde resulta segura y relativamente sencilla en los ejemplares de tallas pequeñas, por la

otros, es posible su discriminación con dificultad. Los anillos dos a cinco son claramente visibles, pero a partir del sexto anillo la discriminación se hace dificultosa debido a la contigüedad de ellos, particularmente en los bordes dorsal y anal (Fig. 1).

DETERMINACION DE EDAD

El examen de proporcionalidad entre la longitud del pez y del otolito se realizó mediante el ajuste de regresiones lineales y potenciales entre la longitud horquilla (LH) y el radio del otolito (Ro). Las funciones que entregaron el mejor ajuste y alta correlación, para cada sexo, así como para ambos a la vez fueron las regresiones potenciales funcionales siguientes.

amplitud y claridad de los anillos. Sin embargo, a medida que el pez crece el incremento de la sagitta es menor, lo que determina un menor grosor de los anillos y la formación más contigua de ellos, dificultando la determinación de los bordes opaco angosto (o) y hialino angosto (h).

La determinación de longitudes promedios a edades pretéritas, se realizó por el método de retrocálculo, empleando las regresiones potenciales funcionales inversas (Ro-LH) y los radios promedio de los anillos hialino (annuli) anuales de crecimiento. Las funciones establecidas para cada sexo, como para ambos fueron:

Machos:	LH=0,62148 Ro ^{1,07998}	r=0,7718	(p:0,001)
Hembras:	LH=0,72381 Ro ^{1,04442}	r=0,7341	(p:0,001)
Ambos sexos:	LH=0,62959 Ro ^{1,07852}	r=0,7666	(p:0,001)

En la Tabla 3, se entregan las longitudes promedio retrocalculadas para las diferentes edades de cojinoba moteada y los correspondientes radios promedios de los respectivos anillos anuales de crecimiento.

ESTIMACION DE CRECIMIENTO EN LONGITUD Y PESO

Los valores, para los parámetros de crecimiento en longitud se ajustaron a la ecuación de Von Bertalanffy y los primeros valores se estimaron de acuerdo a Ford-Walford. Los valores de Loo y k determinados para hembras, machos y ambos sexos, son los siguientes:

Parámetro	Machos	Hembras	Ambos sexos
Loo	53,38	55,20	55,42
k	0,2469	-0,2396	-0,2338

Los resultados obtenidos por el

Machos	Lt=53,38 cm [-e ^{-0,24325 (t + 0,48024)}
Hembras	Lt=56,05 cm [-e ^{-0,23026 (t + 0,51936)}
Ambos sexos	Lt=55,68 cm [-e ^{-0,22893 (t + 0,48985)}

En cualquier análisis estadístico de los parámetros Loo y k, se presenta el problema de la interdependencia entre ellos. Por lo que Gallucci & Quinn (op. cit.) proponen el empleo de un tercer parámetro, para la ecuación de von Bertalanffy, representado por w=k Loo, que corresponde a una tasa de crecimiento cercana a to y es apropiada

segundo ajuste utilizado, para los parámetros Loo, k -y to, realizado por el método iterativo de Allen (1966), se presenta en la Tabla 4.

Los valores de los parámetros estimados por el método no lineal, que utiliza el procedimiento de Gauss-Newton se entrega en la Tabla 5.

Comparando las desviaciones estandar de los valores estimados para los parámetros, por ambos métodos, se aprecia que no se observan diferencias notorias, lo que indica que ambos procedimientos son adecuados. No obstante, en el presente caso y para efecto de comparar curvas de crecimiento entre machos y hembras, se utilizará el método de reparametrización de Gallucci y Quin (1979), para lo cual es más ajustado el método no lineal. De este modo las ecuaciones que representan el crecimiento en longitud a la edad "t" son:

debido a su robustez estadística.

Se plantea la hipótesis (Ho) de igualdad para todos los parámetros, por lo que si hubiere un rechazo (p = 0,05) en alguno de ellos, el test para w decide sobre la hipótesis nula. Los valores de chi-cuadrado (X²) obtenidos son inferiores al valor crítico, para todos los

parámetros, exceptos para Loo, lo que implica una aceptación de la hipótesis nula y un probable rechazo para Loo (Tabla 6). No obstante, el valor de (X^2) , para w determina, en general, que el crecimiento entre machos y hembras no presenta diferencias significativas, por lo cual puede ser representado por una ecuación de crecimiento en longitud común para ambos sexos.

La estimación de pesos promedios a cada edad se realizó, utilizando la relación longitud- peso y las longitudes retrocalculadas de los peces a las diferentes edades.

La relación longitud-peso establecida para hembras, machos como para ambos sexos juntos son:

Hembras:	$W = 0,00738 LH^{3,20594}$
Machos:	$W = 0,00688 LH^{3,24586}$
Ambos sexos:	$W = 0,00484 LH^{3,31430}$

La estimación de los parámetros para la ecuación de crecimiento en peso, se efectuaron por los mismos métodos utilizados para el crecimiento en longitud, esto es, el método de Allen (1966) y el de regresión no lineal (Gallucci & Quinn, 1979).

El método de Allen (op cit.) utiliza el proceso iterativo, para lo cual se empleó un valor arbitrario ($k=0,20$), pero similar

$$\text{Machos: } Wt = 2.353,03 \text{ g} [1 - e^{-0,25349 (t + 0,48765)}]^{3,20594}$$

$$\text{Hembras: } Wt = 3.521,28 \text{ g} [1 - e^{-0,21391 (t + 0,64748)}]^{3,24586}$$

Sin embargo, en relación a manejo y administración de recursos, donde las capturas desembarcadas no diferencian machos de hembras, se entrega también

al estimado para el crecimiento en longitud. Se indica que este método no tiene implementado el cálculo de varianza para el peso. Los valores estimados para los distintos parámetros de crecimiento en peso, tanto para machos, hembras y ambos sexos de cojinoba moteada se presentan en Tabla 7.

Los valores de los parámetros de crecimiento en peso estimados por el método de ajuste no lineal, para ambos sexos juntos, como separados se entregan en la Tabla 8.

La comparación de los valores de los parámetros de crecimiento entre hembras y machos mediante la prueba de chi-cuadrado, indica la aceptación sólo para to con un valor de $X^2=1,723$. En cambio, los restantes parámetros presentan un rechazo categórico, incluyendo el nuevo parámetro determinante w_p (Tabla 9).

El análisis realizado indica la existencia de diferencias significativas en el crecimiento en peso entre machos y hembras de cojinoba moteada, lo que podría estar relacionado posiblemente con un mayor peso de las gónadas durante el período de maduración y desove. Por lo tanto, las ecuaciones que representan el crecimiento en peso, para esta especie son (Fig. 2):

la ecuación común a ambos sexos:

$$Wt = 3.551,0 \text{ g} [1 - e^{-0,20583 (t + 0,68114)}]^{3,3143}$$

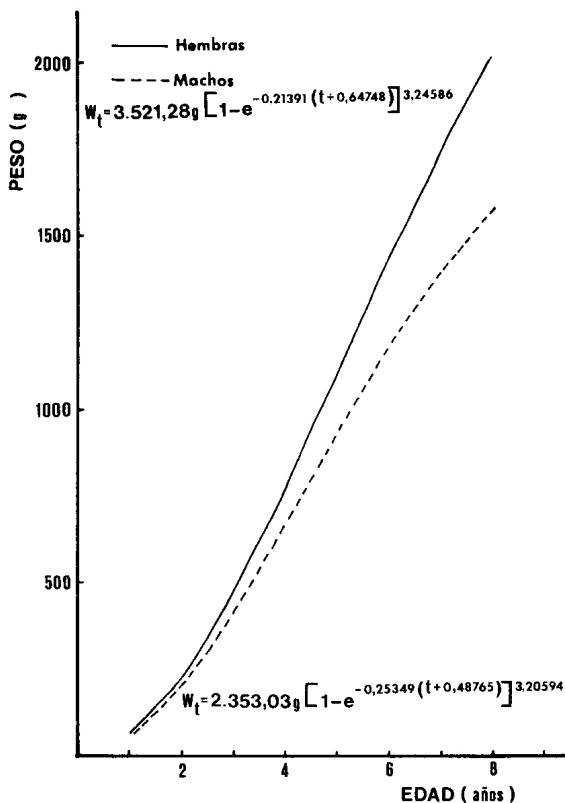


Figura 2. Curva de crecimiento en peso, para hembras (—) y machos (- - -) estimadas, para *S. punctata*.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Se determinó la existencia de un anillo hialino y opaco anual con la formación del primero en primavera y el segundo a

fin de verano, lo que avala el criterio de asignación de edad, de acuerdo al número de anillos anuales (hialinos) presente en cada otolito.

La formación de anillos anuales ha

sido informadas para otras especies que habitan latitudes semejantes e inferiores en Chile, como *G. blacodes*, *M. magellanicus*, *Strangomera benticki*, *M. gayi*, entre otras (Chong & Aguayo 1990, Aguayo 1975, Aguayo & Soto 1978, Aguayo, 1971). Sin embargo, en las especies citadas el anillo hialino se forma durante el invierno.

En cojinoba moteada las hembras y machos presentan un crecimiento semejante en longitud, por lo cual el crecimiento puede ser representado por

$$\text{Machos: } W_t = 2353,03 \text{ g} [1 - e^{-0,25349(t + 0,48765)}] 3,20594$$

$$\text{Hembras: } W_t = 3521,28 \text{ g} [1 - e^{-0,21391(t + 0,64748)}] 3,24586$$

S. punctata es algo menos longeva que *S. caerulea* ya que generalmente alcanza hasta 8 años de edad, en cambio la segunda llega hasta 10 años (Aguayo, et al, 1986). Las longitudes horquillas máximas promedios (Loo) de machos (53,38 cm) y hembras (56,05 cm) son inferiores a las *S. caerulea* (58,20 y 60,40

la ecuación común siguiente.

$$L_t = 55,68 \text{ cm} [1 - e^{-0,22893(t + 0,48985)}]$$

Sin embargo, se detectó un crecimiento diferencial en peso, diferencia que es notoria a partir del cuarto año de vida y podría estar relacionada con un mayor desarrollo gonádico, como ha sido señalado por Chong & Aguayo (op. cit.) para *G. blacodes*. Lo cual indica el uso de ecuaciones de crecimiento independientes para cada sexo, a saber.

cm, respectivamente). Esta mayor talla máxima, señala una mayor tasa de crecimiento individual en *S. caerulea*, que se ve reflejada en los valores de los coeficientes de crecimiento (K) y que es de aproximadamente un 8% mayor (Aguayo, et al, 1986).

TABLA 1. Número de pares de otolitos sagitales de cojinoba moteada analizados en el presente trabajo, durante 1985.

MESES	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
Marzo	52	40	92
Abril	59	43	102
Mayo	56	42	98
Junio	22	04	26
Julio	32	13	45
Agosto	42	32	74
Septiembre	79	63	142
Octubre	10	16	26
Noviembre	40	43	83
Diciembre	15	14	29
TOTALES	407	310	717

TABLA 2. Distribución mensual de los tipos de borde opaco angosto (o), opaco ancho (O), hialino angosto (h) y hialino ancho (H) en los otolitos saculares de *S. punctata*.

MESES	TIPOS DE BORDE						
	N	o	O	%	h	H	%
Marzo	92	19	49	74,0	14	10	26,0
Abril	102	16	53	67,7	14	19	23,3
Mayo	97	17	51	70,1	15	14	29,9
Junio	26	8	8	61,6	5	5	38,4
Julio	44	11	13	54,5	6	14	45,5
Agosto	74	17	19	48,7	20	18	51,3
Septiembre	142	26	27	37,3	46	43	62,7
Octubre	26	6	3	34,6	3	14	65,4
Noviembre	83	16	19	42,2	13	35	57,8
Diciembre	29	7	11	62,0	1	10	38,0

TABLA 3. Longitud horquilla (LH) promedio y Radio promedio (Rn) de los anillos anuales a las distintas edades en *S. punctata*.

SEXOS Edad	MACHOS		HEMBRAS		AMBOS SEXOS	
	LH	Rn	LH	Rn	LH	Rn
1	20,19	15,96	19,94	16,48	20,06	15,98
2	29,97	24,45	29,43	24,75	29,66	24,37
3	36,96	30,66	36,76	31,23	36,84	30,79
4	42,16	35,34	42,35	36,20	42,27	35,71
5	46,21	39,02	46,86	40,24	46,63	39,70
6	49,62	42,14	50,43	43,45	50,18	42,96
7	52,78	45,05	53,57	46,27	53,28	45,83
8	-	-	55,40	47,93	-	-

TABLA 4. Valores de los parámetros de crecimiento en longitud, estimados mediante el método de Allen, en cojinoba moteada (*S. punctata*).

SEXO	PARAMETROS	ESTIMADOS	D. ESTANDAR	INTERVALO CONFIANZA(95%)
MACHOS	Loo	53,48	1,16627	50,58-56,28
	k	0,24274	0,01438	0,20755-0,27792
	to	-0,47989	0,07317	-0,65894-0,30085
HEMBRAS	Loo	56,06	0,55487	54,70 - 57,41
	k	0,23026	0,00596	0,21568 - 0,24483
	to	-0,51891	0,03175	-0,59660 - -0,44123
AMBOS SEXOS	Loo	55,51	0,78260	53,60 - 57,43
	k	0,23083	0,00845	0,21015 - 0,25150
	to	-0,48253	0,04198	-0,59068 - 0,37438

TABLA 5. Valores para los parámetros de crecimiento en longitud, estimados por el método no lineal en cojinoba moteada (*S. punctatata*)

SEXO	PARAMETROS	ESTIMADOS	D. ESTANDAR	INTERVALO CONFIANZA (95%)
MACHOS	Loo	53,38	1,210	51,01 - 55,75
	K	0,24325	0,01449	0,21485 - 0,27165
	to	-0,48024	0,07707	-0,63130 - 0,32918
HEMBRAS	Loo	56,05	0,55723	54,96 - 57,14
	K	0,23026	0,00548	0,21981 - 0,24134
	to	-0,51936	0,03225	-0,58257 - 0,45615
AMBOS SEXOS	Loo	55,68	0,75108	54,21 - 57,15
	K	0,22893	0,00775	0,21374 - 0,24412
	to	-0,48985	0,04243	-0,57301 - 0,40669

TABLA 6. Valores del test de chi-cuadrado, para los parámetros de crecimiento en longitud horquilla (LH), entre los sexos de *S. punctata*.

PARAMETROS	MACHOS	HEMBRAS	CHI-CUADRADO (95% = 3,84)
Loo	53,3786	56,0525	4,04
V _{Loo}	1,4583	0,3105	
k	0,24325	0,23026	0,703
V _k	0,00021	0,00003	
to	-0,48024	-0,51936	0,219
V _{to}	0,00594	0,00104	
wp	12,9853	12,9076	0,0466
V _{wp}	0,1115	0,0182	

TABLA 7. Valores de los parámetros de crecimiento en peso, estimados por el método de Allen, para cojinoba moteada (*S. punctata*).

SEXO	PARAMETROS	ESTIMADOS	D. ESTANDAR	INTERVALO CONFIANZA (95%)
MACHOS	Woo	2257,73	0,00749	0,24694 - 0,28361
	k	0,26528		
	to	-0,41023		
HEMBRAS	Woo	3261,79	0,00581	0,21602 - 0,24447
	k	0,23024		
	to	-0,51896		
AMBOS SEXOS	Woo	3134,97	0,00853	0,20995 - 0,25169
	k	0,23083		
	to	-0,48255		

TABLA 8. Valores de los parámetros de crecimiento en peso, estimados por el método no lineal, para cojinoba moteada (*S. punctata*).

SEXO	PARAMETROS	ESTIMADOS	D. ESTANDAR	INTERVALO CONFIANZA (95%)
MACHOS	Woo	2353,03	81,35244	2193,58 - 251,48
	k	0,25349	0,00894	0,23598 - 0,27101
	to	-0,48765	0,08579	-0,65580 - 0,31950
HEMBRAS	Woo	3521,28	151,62467	3224,09 - 3818,46
	k	0,21391	0,00837	0,19750 - 0,23032
	to	-0,64748	0,08637	0,81677 - 0,47819
AMBOS SEXOS	Woo	3551,00	209,49153	3140,39 - 3961,60
	k	0,20583	0,01049	0,18527 - 0,22639
	to	-0,68114	0,11467	-0,90589 - 0,45639

TABLA 9. Valores de la prueba de chi-cuadrado, para los parámetros de crecimiento en peso entre los sexos de cojinoba moteada

PARAMETROS	MACHOS	HEMBRAS	CHI-CUADRADO(95%-3,84)
Woo	2353,034	3521,275	46,9
VWoo	6618,219	22990,04	
k	0,25349	0,21391	10,44
Vk	0,00008	0,00007	
to	-0,48765	-0,64747	1,720
Vto	0,00736	0,00746	
wp	596,4765	753,2176	15,45
Vwp	403,1797	1186,911	

LITERATURA CITADA

- Aguayo, M 1971. Determinación de la edad en la merluza (*Merluccius gayi Guichenot*, 1848), mediante la lectura de otolitos. Boletín Científico, Instituto de Fomento Pesquero, Chile. 16:49.
- Aguayo, M. 1975. Estudio de la edad y el crecimiento de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*. Lonnberg, 1907). Investigación Pesquera, Instituto de Fomento Pesquero, Chile. 19:46.
- Aguayo, M. & S. Soto. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (*Clupea (strangomera) bentincki*) en Coquimbo y Talcahuano. Investigación Pesquera, Instituto de Fomento Pesquero, Chile. 28:55
- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V. Ojeda, T. Peñailillo, R. Gili, C. Vera & H. Robotham 1986. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur-austral. I. estado de Situación del Recurso-1985. Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 143 p. (AP 86-55).

- Aguayo, M, Z. Young, R. Bustos, T. Peñailillo, V. Ojeda, C. Vera, H. Hidalgo & I. Céspedes. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur-austral. Estado de situación del recurso. Santiago, Chile, Instituto de Fomento Pesquero. Chile. 209 p. (AP 87-3).
- Allen, K.P., 1966. A method of fitting growth curves of the von bertalanffy type to observed data. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 23 (3): 163-179.
- SERNAP, 1990. Anuario estadístico de pesca 1989. Servicio de Pesca. Chile, 183 p.
- Beverton, R.J. & S. J. Holt. 1957. On the dynamic of exploited fish populations. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Fishery investigations London, Series II, 19:533 p.
- Chong, J. y M. Aguayo. 1990. Determinación de edad y estimación de parámetros de crecimiento en el congrio dorado. *Genypterus blacodes* (Schneider 1801), del océano pacífico suroriental. Biología Pesquera, 19:55-67, Chile.
- Dannevig, A 1933. On the age growth of the cod (*Gadus callarias*) from the Norwegian Skagerrack coast. Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations, 4(1): 145 p.
- Gallucci, V&T. Quinn. 1979. Reparameterizing, fitting and testing a simple growth model. Transactions of the American Fishery Society. 108: 14-25.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191:382 p.