

EDAD Y CRECIMIENTO DEL JUREL *TRACHURUS SYMMETRICUS MURPHYI* (NICHOLS, 1920) EN AGUAS DE CHILE CENTRAL

AGE AND GROWTH OF JACK MACKEREL *TRACHURUS SYMMETRICUS MURPHYI* (NICHOLS, 1920) FROM CENTRAL CHILEAN WATERS

Gonzalo Castillo & Alberto Arrizaga

RESUMEN

Utilizando otolitos obtenidos de peces recolectados en 1983 y 1984 se realizó determinaciones de edad en el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols, 1920) del área de la pesquería de Talcahuano, Chile. No se detectó diferencias significativas en el crecimiento de machos y hembras en función del tamaño del otolito ($P = 0,05$). Se estimó una relación isométrica entre las medias de peso total y longitud horquilla, calculadas entre las edades I y la XI, las cuales fueron consideradas para el ajuste de los parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy modificado por Beverton & Holt. Los mejores ajustes para la relación edad-longitud horquilla fueron: $k = 0,0741$; $L_{\infty} = 65,2286$ cm y $t_0 = -2,4102$. Para la relación edad-peso total se obtuvo: $k = 0,0735$; $W_{\infty} = 2776,6510$ g; $t_0 = -2,4199$ y $b = 2,9563$. Al comparar la relación edad-longitud obtenida con estudios previos en *Trachurus* sp. se observan, en general, valores similares. Finalmente, se examinan hipótesis y cambios en relación a la estructura de edad en el jurel.

Palabras claves: clase de edad; sagitta; validación de edad; tasa de crecimiento; pesquería de Talcahuano.

ABSTRACT

Age determinations for jack mackerel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols, 1920) using otoliths were made for fish collected in 1983 and 1984 from the Talcahuano fishery area, Chile. No significant differences were detected in length increase between males and females as function of otolith size ($P = 0,05$). An isometric relationship between mean fork length and total weight was estimated for ages I to XI, which were considered for fitting the parameters of the Von Bertalanffy growth model modified by Beverton & Holt, the best age - fork length fitting was: $k = 0,0741$; $L_{\infty} = 65,2286$ cm and $t_0 = -2,4102$. For age - total weight relationship it was $k = 0,0735$; $W_{\infty} = 2776,6510$ g; $t_0 = 2,4199$ and $b = 2,9563$. When comparing the age - length relationship obtained, the majority of previous studies in *Trachurus* sp. show similar results. Finally, hypotheses and changes related to age structure of jack mackerel are discussed.

Key words: age group; sagitta; age validation; growth rate; Talcahuano fishery.

INTRODUCCION

Se ha optado por denominar al jurel del área de Talcahuano *Trachurus symmetricus murphyi* dada la similitud morfológica que presenta el jurel del Pacífico Sur Oriental con respecto a la especie del Pacífico Nor Oriental *Trachurus symmetricus symmetricus* (Ayres, 1855). Modificándose la denominación específica original (*Trachurus murphyi* Nichols, 1920). Mann (1954, *vide* Aranis, 1981), Chirichigno (1980).

En la zona de Talcahuano con posterioridad al colapso ocurrido en 1976 en la pesquería de la sardina común (*Clupea Strangomera bentincki* Norman, 1936) y de la anchoveta (*Angraulis ringens* Jenyns, 1842), comenzó a producirse una reorientación de la pesquería pelágica hacia la captura del jurel, modificándose las artes y el área de pesca. Pasando a ser la especie más capturada en la zona. La captura total de jurel en 1986 fue 1.068.478 toneladas (SERNAP, 1986).

Las prospecciones hidroacústicas realizadas en Chile en 1984 señalaron al jurel como el recurso pesquero dominante, al menos hasta las 100 millas de la costa entre Valparaíso (33° 00' S) y Corral (94° 00' S) (Castillo *et al.*, 1984). Sin embargo, el escaso conocimiento de su distribución espacial, patrón de migración y número de unidades poblacionales no permite descartar la posibilidad de la presencia de más de un stock en el área de pesca estudiada. Por otra parte, no se ha esclarecido aún si la zona costera sea un hábitat transitorio para grupos de edad intermedios (aproximadamente 4 a 8 años de edad), hipótesis planteada por Serra & Zuleta (1982).

Los estudios de edad para el jurel de la costa chilena realizados mediante la lectura de otolitos (Kaiser, 1973); Pavez & Saa, 1978 y Aguayo *et al.*, 1981) muestran en general un amplio rango de estimaciones de longitud media a cada edad (Tabla 1), lo cual dificulta la caracterización del crecimiento aun al considerar las probables variaciones a las que podría estar sujeto éste en diferentes zonas y épocas.

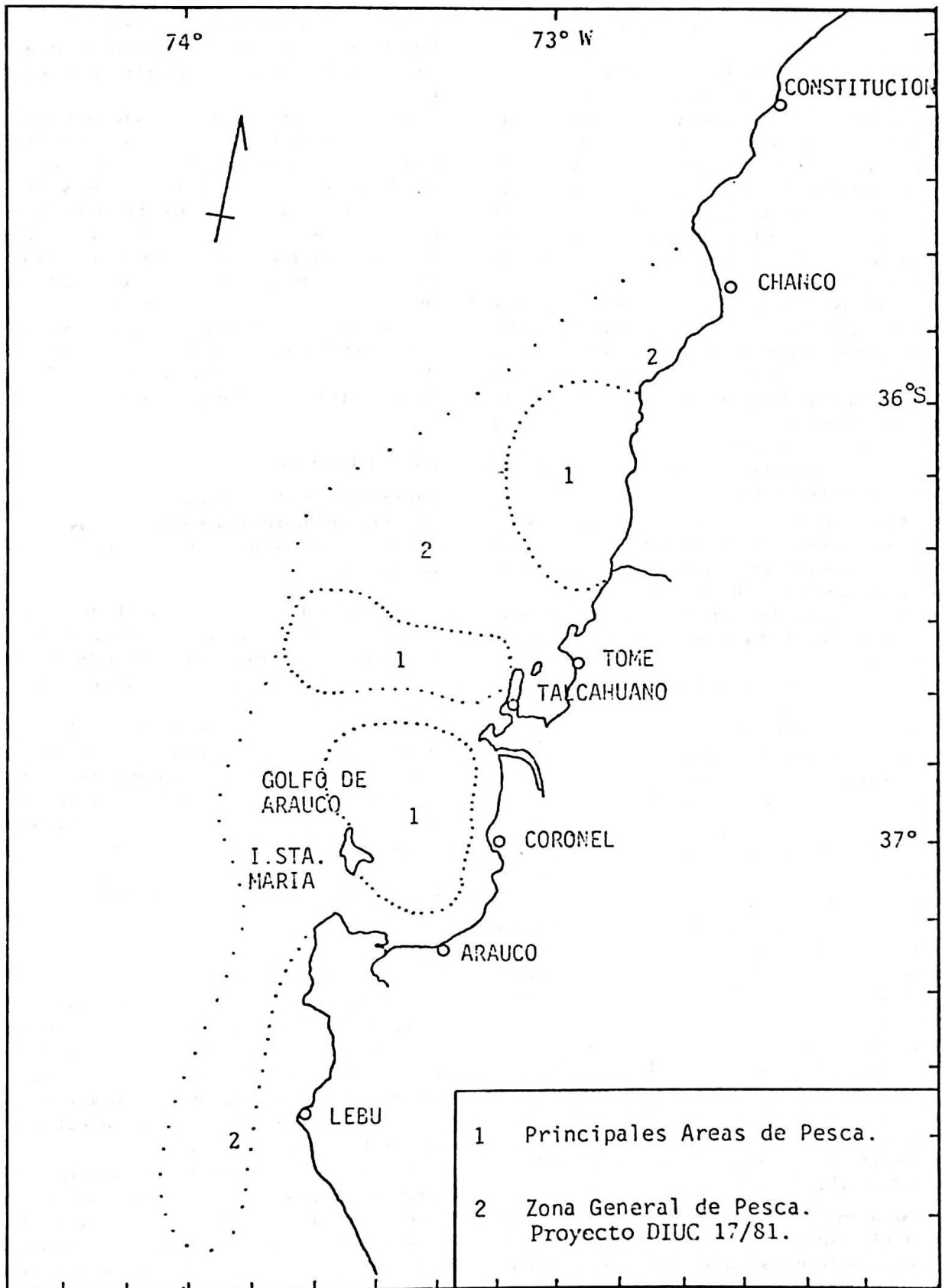
Utilizando validación en la lectura de otolitos, el presente estudio entrega antecedentes que ayudan a esclarecer el tipo de crecimiento de *Trachurus symmetricus murphyi*. Además, se discute sobre la distribución de clases de edad y su relación con la pesquería.

MATERIAL Y METODOS

Durante 1984 se realizó 33 muestreos de ejemplares provenientes de capturas con red de cerco realizadas a menos de 50 millas de la costa de Talcahuano por la flota pesquera (35° 20' S, 75° W, 38° 30' S, 74° W) (Fig. 1). Las capturas se realizaron con una abertura de malla comprendida entre 38 y 50 mm. Además de las muestras de 1984, se utilizó otolitos (sagitta) recolectados en 1983 para incluir las longitudes menores no encontradas en 1984. En las estimaciones de edad se empleó un total de 946 individuos. En cada ejemplar se midió la longitud total (LT) y horquilla (LH) hasta la décima de centímetro, además del peso total (Wt) en gramos. El sexo se

Tabla 1
Estimaciones de longitud horquilla (cm) por grupo de edad (años) en *Trachurus symmetricus murphyi* obtenidas de los estudios realizados en Chile. Se incluye la estimación obtenida en el presente trabajo.

Edad años	Area estudiada						
	Antofagasta Coquimbo y Valparaíso (1)	Valparaíso (2)	Arica (3)	Iquique (3)	Coquimbo (3)	Talcahuano (3) (4)	
Longitud horquilla (cm)**							
I	17,5	19,6	12,3	12,5	12,3	11,9	14,1
II	25	28,6	17,6	17,7	17,6	17,8	18,6
III	33	36,6	22,3	22,2	22,1	22,2	21,8
IV	40,5	43,8	26,2	26,0	25,9	25,7	24,8
V	47	50,2	29,1	28,8	28,7	28,5	27,5
VI	51	56,0	31,6	31,2	31,2	30,9	30,5
VII	55,6 b	61,2	33,8	33,3	33,2	33,0	32,8
VIII	59,1 b	—	36,2	35,6	35,3	35,0	34,6
IX	61,5 b	—	—	—	34,5	37,1	36,7
X	63,5 b	—	—	—	—	40,2	39,0
XI	64,0 b	—	—	—	—	—	41,8
XII	65,8 c	—	—	—	—	—	—



Distribución espacial de la pesquería del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el área de Talcahuano. (Proyecto DIUC 17/81).

determinó por examen macroscópico de gónadas.

Para la estimación de edad se utilizó el sagitta derecho al que se aplicó la técnica de quemado modificada de Christensen (1964, *vide* Geldenhuys, 1973) utilizándose en las lecturas de anillos la cara externa y región caudal del otolito, dada la mejor discriminación de anillos en esta zona. En general, en ejemplares sobre 40 cm LH, la lectura resultó más apropiada, tiñendo de negro la cara interna del otolito, y realizando adicionalmente lecturas en la región rostral para dar más confiabilidad a las estimaciones de edad. Para el conteo y medición de anillos hialinos se realizaron lecturas entre el núcleo y la parte posterior más distante a éste (Fig. 2), considerándose para ello la distancia entre el núcleo y el margen externo de cada anillo hialino (R_n), y la distancia mayor entre el núcleo y la zona posterior o radio del otolito (R_o).

El otolito izquierdo se empleó para describir los cambios de material hialino y opaco marginales a través del año. En la lectura se utilizó un estereomicroscopio y como fuente de iluminación se usaron dos haces epiaxiales de luz vía fibra óptica, más iluminación coaxial.

Las mediciones del otolito se hicieron con 10 aumentos, siendo cada unidad del micrómetro ocular de 100 μ m. En la identificación y conteo de anillos se realizó unificación de criterio entre 2 lectores independientes y mediante lectura repetida de otolitos.

Para la asignación de edades se consideró el criterio de grupos de edad de Chugunova (1963). Para verificar la formación de un solo anillo hialino anual en los otolitos se utilizó el análisis mensual de los márgenes del otolito (Dannevig, 1933, *vide* Aguayo *et al.*, 1981) y el cálculo de incremento marginal, con el que se cuantifica la formación de anillos opacos a través del año, mediante la razón entre el espesor del material opaco formado luego del último anillo hialino ($R_o - R_n$), y el espesor del material opaco entre el penúltimo y el último anillo hialino ($R_n - (R_n - 1)$), Samamé (1977). Como criterio de legibilidad se empleó la clasificación dada por ICNAF (CGPM/GFCM, 1982).

Se interpretó como anillos supernumerarios a las zonas hialinas que no se continúan hacia la región rostral con una clara trayectoria concéntrica, en este sentido a menudo se observó un anillo supernumerario posterior al primer anillo hialino, éste no se interpretó

como incremento anual debido a su escasa distancia del primer anillo en relación a la existente entre anillos sucesivos más externos.

Para el ajuste de curvas de crecimiento se usó la longitud horquilla y el peso total por edad, utilizándose el modelo de Von Bertalanffy modificado por Beverton & Holt (1957), y los métodos de Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975); Gulland (1971) y Allen (1966). En la estimación de tasas y características de crecimiento se emplean respectivamente los métodos de Shmal'gauzen (1935, *vide* Chugunova, 1963) y Vasnetsov (1934, *vide* Chugunova, 1963). Los test estadísticos usados proceden de Sokal & Rohlf (1979) y Dixon & Massey (1969).

RESULTADOS

Comparación del crecimiento en longitud horquilla entre machos y hembras en función del radio del otolito

Al verificar la significancia de probables variaciones de crecimiento entre ambos sexos mediante comparación de pendientes de regresiones lineales de longitud horquilla en función del radio del otolito, no se evidenció diferencias significativas ($P = 0,05$). Además se estableció que las ecuaciones de ambos sexos pueden ser representadas por una función común ($P = 0,05$). Por lo cual en el presente estudio sólo se utilizan expresiones de crecimiento comunes a ambos sexos.

Validación del método de lectura en otolitos

Por medio del análisis del tipo de borde del otolito se cuantificó las variaciones mensuales del material hialino y opaco marginal. Los porcentajes de cada tipo de borde entre enero y diciembre de 1984 indican una máxima frecuencia de formación de anillos hialinos entre junio y agosto, alcanzándose el mayor valor en junio con un 62,3% y el mínimo en febrero con 20,9%.

Los valores menores de incremento marginal se obtuvieron entre junio y agosto, lo cual indica una menor aparición de anillos opacos durante este período en relación al resto del año, lo que en correspondencia con lo obtenido mediante el análisis del porcentaje mensual de bordes corrobora la supuesta formación de sólo un anillo hialino por año,

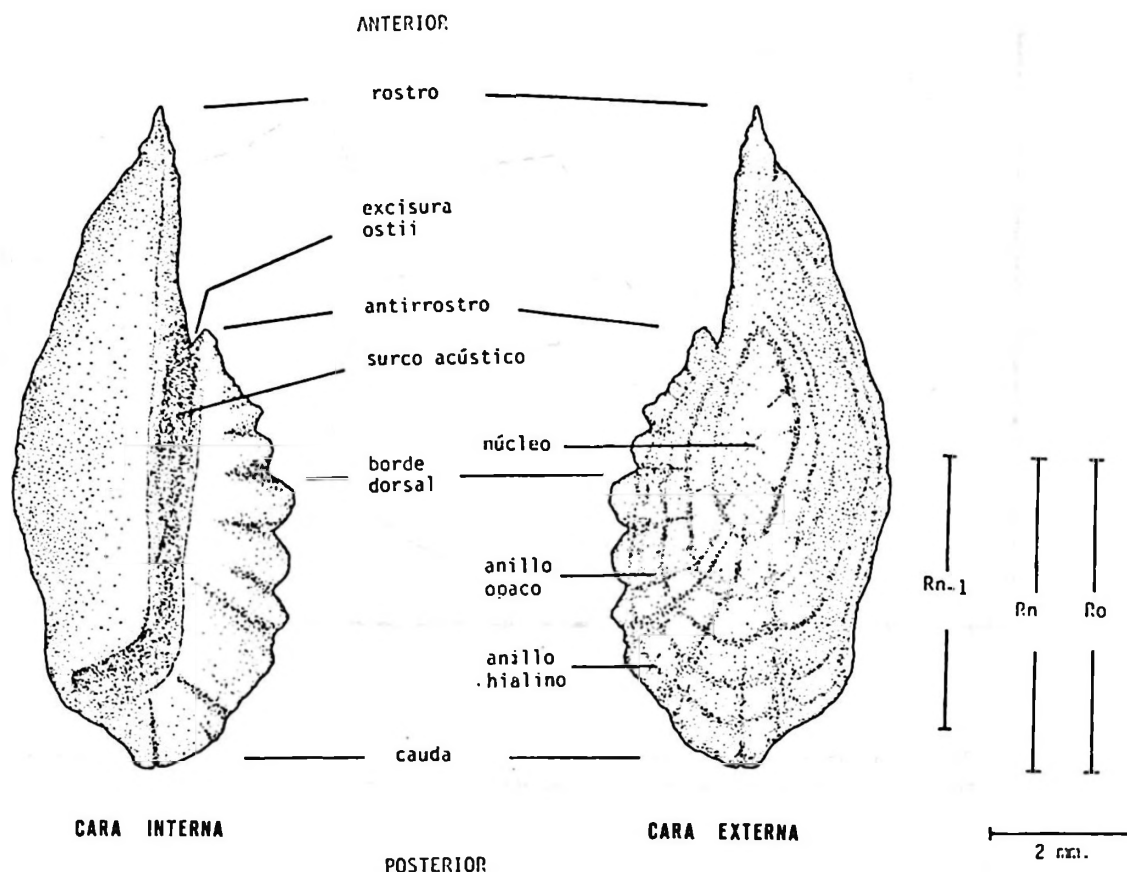


Figura 2. Nomenclatura utilizada en la descripción de sagittas de *Trachurus symmetricus murphyi*. En este caso la distancia del núcleo al último anillo hialino (Rn) coincide con la mayor distancia núcleo-cauda (Ro).

considerando que en peces de aguas templadas el crecimiento es mayor en verano que en invierno (Stevens & Hausfeld, 1982), y que la formación de zonas hialinas en los otolitos durante períodos de bajo crecimiento es bien conocida (Geldenhuis, 1973). Por lo cual el número de anillos hialinos equivale aproximadamente al número de años de vida del pez. Los resultados mensuales de ambos métodos utilizados se indican en la Fig. 3.

Legibilidad de las zonas anuales de crecimiento

En la estimación de edad, la discriminación de zonas hialinas y asignación de grado de legibilidad se considera tres tipos de otolito, en los que la nomenclatura en orden decreciente de definición de anillos y de legibilidad es: 0, 1 y 2 (Fig. 4). De acuerdo a esta clasificación se encontró, respectivamente, un porcentaje de 24,3; 54,4 y 21,3 de otolitos. No se consideró las lecturas de la mayoría de los otolitos clasificados en el tipo 2 debido a su baja confiabilidad.

Estimación de la longitud a cada edad

El número de anillos hialinos en los diferentes otolitos varió entre 2 y 14, sin embargo, debido a la escasa representatividad de individuos con más de 11 anillos hialinos en los desembarques, éstos no se consideran en los ajustes de crecimiento.

Para obtener por retrocálculo la longitud horquilla a edades pretéritas (momento de la formación de cada anillo hialino), y además para estimar por extrapolación la longitud de los peces a la edad I se empleó la distancia del radio del otolito en función de la longitud horquilla del pez (Fig. 5) obteniéndose el mejor ajuste con la ecuación:

$$LH = 6,08952 e^{(0,04055 R_o)} \quad r = 0,92 (1)$$

Mediante la ecuación (1) se procedió a estimar la longitud horquilla promedio del pez a cada edad mediante la distancia Rn media de cada anillo hialino, cuya distribución se señala en la Fig. 6.

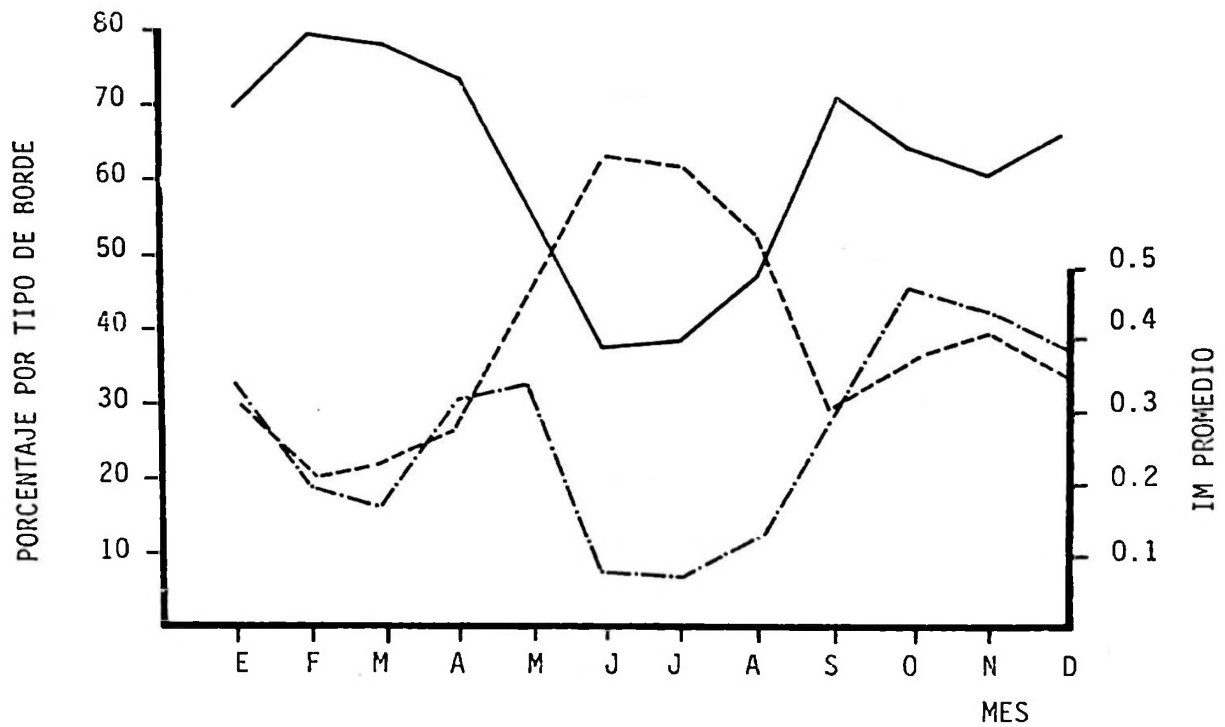


Figura 3. Variación porcentual mensual del tipo borde en los otolitos de *Trachurus symmetricus murphyi*: hialino (---); opaco (—). Variación del incremento marginal (-.- -.-).

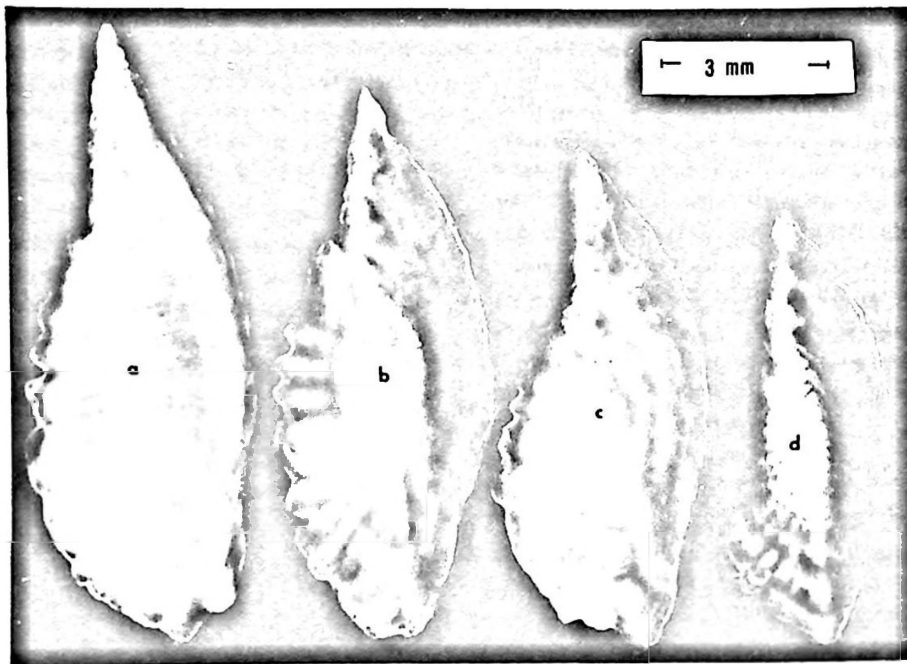


Figura 4. Sagittas de *Trachurus symmetricus murphyi*. Se indica el número de anillos hialinos (AH) y grado de legibilidad en paréntesis.: a: 10 AH (O); b: 10 AH (2); c: 9 AH (1); d: 4 AH (O).

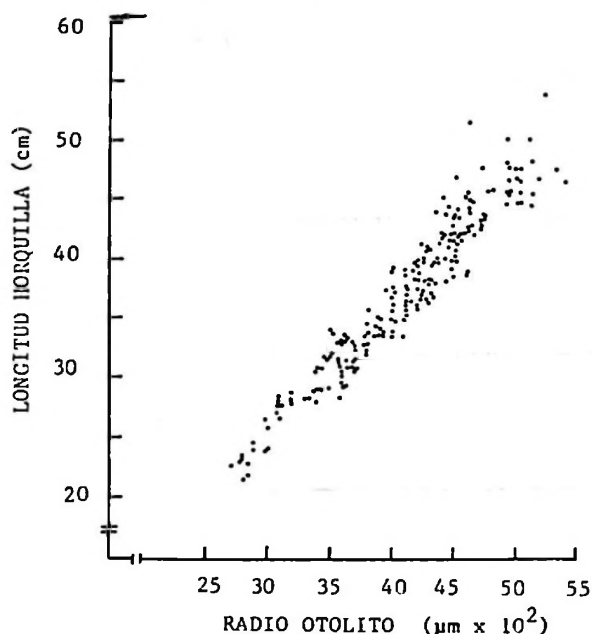


Figura 5. Relación entre la longitud del pez (LH) y radio del otolito (Ro), obsérvese la mayor dispersión de ambos valores al incrementar su magnitud.

Los valores medios de Rn por anillo, además de las longitudes observadas y retrocalculadas a cada edad, se indican en la Tabla 2.

Para comparar los valores obtenidos en el presente estudio, con los entregados en otros trabajos, que en lugar de utilizar longitud horquilla usan longitud total, se calculó la siguiente regresión:

$$LT = 1,1426 LH - 0,7992 \quad r = 0,99 \quad (2)$$

Relación entre peso total y longitud horquilla

El ajuste obtenido para el promedio del peso total observado en función del promedio la longitud horquilla observada entre la edad III a la XI (ambas inclusive) fue:

$$WT = 0,0118 LH^{2,9563} \quad r = 0,99 \quad (3)$$

Con la regresión previa, además, se extrapoló el peso medio para individuos de edades I y II. En la Tabla 3 se indican los pesos observados y calculados por edad.

Para establecer si el crecimiento puede ser considerado isométrico se formula como hipótesis nula que el valor $b = 2,9563$ de la ecuación (3) proviene de una población con un valor paramétrico $\beta = 3$, obteniéndose mediante un test Ts que el valor b no está desviado significativamente de 3 ($P < 0,001$), por lo cual el crecimiento medio hasta la edad XI podría ser considerado, en este sentido, isométrico.

Estimación de parámetros de crecimiento

En el cálculo de los parámetros L_{∞} (longitud asintótica), W_{∞} (peso asintótico) y k (coeficiente catabólico) se utilizó como primera aproximación el método de Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975), para esto se empleó una regresión media geométrica de L_{t+1} sobre L_t , y otra de $(W_{t+1})^{1/b}$ sobre $(W_t)^{1/b}$, utilizándose en este último caso el valor b de la ecuación (3). Para calcular t_0 (edad teórica a longitud cero) se empleó el método de Gulland (1971). Para la ecuación peso-edad el

Tabla 2

Valores promedios de la distancia del núcleo a cada anillo hialino (Rn) y longitudes observadas y calculadas para *Trachurus symmetricus murphyi* (L.H.: longitud horquilla, D.E.: desviación estándar).

Anillo hialino	Rn ($\mu\text{m} \times 10^2$)	D.E.	L.H. observada (cm)	D.E.	L.H. calculada (cm)
1	20,7	1,5	—	—	14,1
2	27,5	1,6	18,6	0,9	18,6
3	31,5	1,4	23,1	1,4	21,8
4	34,7	1,4	24,9	1,1	24,8
5	37,2	1,5	28,4	2,1	27,5
6	39,7	1,6	31,1	1,1	30,5
7	41,5	1,7	32,5	1,0	32,8
8	42,8	1,5	34,5	1,4	34,6
9	44,3	1,3	37,2	1,5	36,7
10	45,8	1,3	39,7	2,2	39,0
11	47,5	1,2	41,9	1,4	41,8

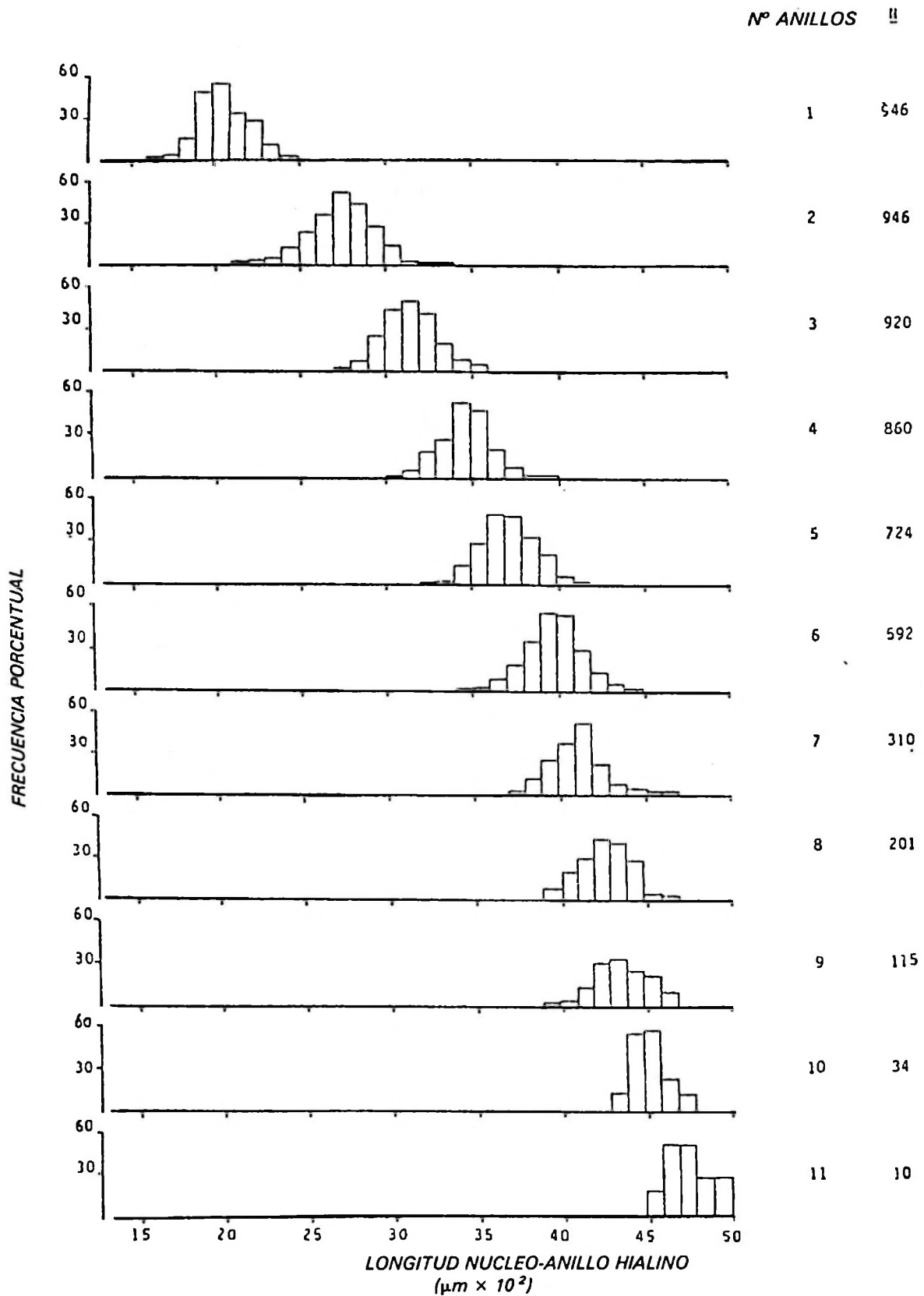


Figura 6. Distribución porcentual de la longitud núcleo-anillo hialino (Rn), en otolitos de *Trachurus symmetricus murphyi*. A partir del anillo N° 8 se aprecia una inversión de la tendencia decreciente de Rn observada en los primeros anillos.

Tabla 3
Peso total promedio observado y calculado por edad en *Trachurus symmetricus murphyi*. (D.E.: desviación estándar)

Edad	Peso promedio observado (g)	D.E.	Peso calculado (g)
I	—	—	29
II	—	—	67
III	125	15,3	107
IV	150	24,8	157
V	243	67,2	214
VI	316	36,4	289
VII	366	48,2	359
VIII	423	54,6	419
IX	517	77,1	499
X	628	94,6	600
XI	707	94,8	734

valor de t_0 (edad teórica a peso cero) de la primera aproximación (método I, Tabla 5) se obtuvo promediando éste a diferentes edades (t) a partir de la ecuación de Beverton & Holt (1957):

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^3 \quad (4)$$

Considerando que la relación entre longitud y peso es adecuadamente descrita por la ecuación (3), la ecuación (4) se transformó a:

$$W_t^{1/3} = W_{\infty}^{1/3} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (5)$$

obteniéndose:

$$t_0 = t + (1/k) \ln((W_{\infty}^{1/3} - W_t^{1/3})/W_{\infty}^{1/3}) \quad (6)$$

Mediante el método de Allen (1966), se iteraron los valores de k ajustados para la longitud y el peso calculados por el método i hasta lograr una diferencia de 0,01% entre 2 valores sucesivos. Los parámetros de crecimiento en longitud y peso se muestran en las Tablas 4 y 5, respectivamente.

Con el fin de comparar las diferentes estimaciones entre longitudes y pesos observados, retrocalculados y ajustados por el modelo de Von Bertalanffy, éstas se muestran en las Figs. 7 y 8, respectivamente.

Estimación de tasas de crecimiento específicas

Para estimar las tasas de crecimiento entre edades sucesivas se emplea la ecuación de Shmal'gauzen (1935, *vide* Chugunova, 1963) quien asumió que el crecimiento es goberna-

Tabla 4
Parámetros de crecimiento en longitud entre edades I y XI estimados en *Trachurus symmetricus murphyi* para el área de Talcahuano.

Método	L_{∞} (cm)	k	t_0
I	66,9039	0,0739	-2,1204
Allen (1966)	65,2286	0,0741	-2,4102
Límite superior *	79,8781	0,1045	-1,6696
Límite inferior *	50,5791	0,0437	-3,1507

I (Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975), Gulland (1971))
* ($P = 0,05$; 5 g.l.)

Tabla 5
Parámetros de crecimiento en peso entre edades I y XI en *Trachurus symmetricus murphyi* obtenidos en el presente estudio. En los 2 ajustes realizados se utiliza $b = 2,9563$.

Método	W_{∞} (g)	k	t_0
I	2948,3423	0,0740	-2,2029
Allen (1966)	2776,6510	0,0735	-2,4199
Límite superior *	5141,3388	0,1045	-1,6615
Límite inferior *	1274,1331	0,0426	-3,1785

I (Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975), t_0 se calculó con la ecuación (6))
* ($P = 0,05$; 5 g.l.)

do por una ley de interés compuesto bajo la expresión:

$$C_v = (\ln V_2 - \ln V_1) / (T_2 - T_1) \quad (7)$$

donde C_v es la tasa de crecimiento específica, V_1 y V_2 las longitudes (o pesos) al comienzo y término del intervalo ($T_2 - T_1$), del cual se estima la tasa de crecimiento específica. En el caso del crecimiento en longitud, al multiplicar la ecuación (7) por la longitud inicial del intervalo considerado, se obtiene la característica de crecimiento (C_{cl}), la que indica la transición entre distintos períodos de crecimiento del pez (Vasnetsov, 1934 *vide* Chugunova, 1963).

Mediante C_v y C_{cl} se han estimado las variaciones en el crecimiento entre edades sucesivas asumiendo que la longitud y peso calculados para cada una de las diferentes clases anuales represente el crecimiento de una clase anual a través del tiempo.

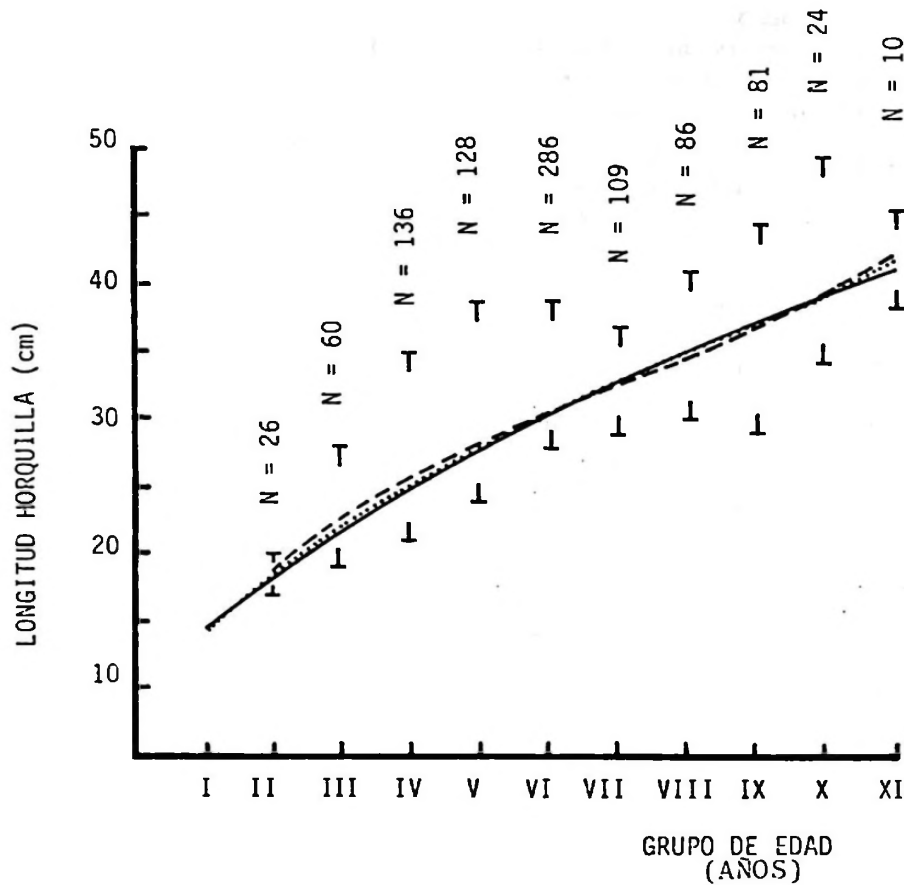


Figura 7. Relación entre edad y longitud horquilla en *Trachurus symmetricus murphyi*: observada (----), calculada (---) y predicha por el modelo de Von Bertalanffy (—), indicándose los rangos observados de longitud por edad. La longitud promedio observada por edad a menudo no correspondió a la media del rango de longitudes presentes.

A partir de los valores de longitud horquilla y peso total calculados para cada edad se estableció un decremento general en la tasa de crecimiento específica hasta la clase de edad VIII. En cambio, desde la edad VIII a la XI se obtuvo un incremento en dichos valores, lo cual podría deberse a un incremento real de las tasas de crecimiento, o bien a leves diferencias en el incremento real en longitud en las mayores edades con respecto a las aquí obtenidas (Tabla 6). Además, en la misma Tabla se observa que las características de crecimiento se dividen en 2 períodos separados por la clase de edad VI. Dicha edad coincide con la longitud de primera madurez sexual en hembras de jurel del área de Talcahuano (aproximadamente 30,5 a 31,5 cm LH) (Mendieta *et al.*, 1985). Considerando que machos y hembras en la zona de Talcahuano no presentan diferencias significativas respecto a la talla y época de madurez

sexual (Malagueño, 1985), el cambio observado en las características del crecimiento a partir de la edad VI podría ser consecuencia del inicio de la actividad reproductiva.

DISCUSION

Se estimó inapropiado realizar comparaciones de crecimiento en *Trachurus symmetricus murphyi* más allá de las correspondientes longitudes y pesos medios observados o retrocalculados a cada edad, esto debido a la carencia de estandarización en la obtención de los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy, lo cual puede significar que para un conjunto original de estimaciones de edad puedan obtenerse diferentes parámetros de crecimiento al variar el número de grupos de edad considerados, o bien al variar los procedimientos para calcular dichos parámetros. Por otro lado, aun cuando

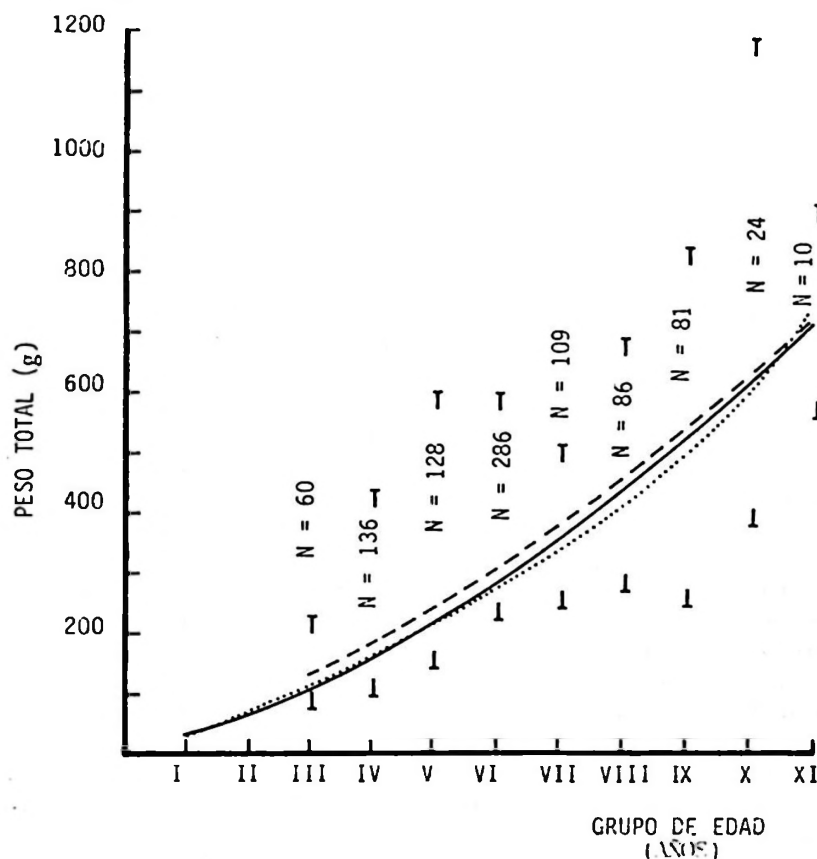


Figura 8. Relación entre edad y peso total en *Trachurus symmetricus murphyi*: observada (----), calculada (...) y predicha por el modelo de Von Bertalanffy (—).

Tabla 6
Tasas de crecimiento específicas en longitud (Cl) y en peso (Cw), y característica de crecimiento en longitud (Ccl) para *Trachurus symmetricus murphyi*. Estimadas entre diferentes clases de edad con valores calculados de longitud horquilla y de peso total de las Tablas 2 y 3).

Edad	Tasas de crecimiento específicas		Características de crecimiento
	Cl	Cw	Ccl
I	0,28	0,82	3,94
II	0,16	0,47	2,97
III	0,13	0,38	2,83
IV	0,11	0,31	2,73
V	0,10	0,30	2,75
VI	0,07	0,21	2,13
VII	0,05	0,15	1,64
VIII	0,06	0,17	2,07
IX	0,06	0,18	2,20
X	0,07	0,20	2,73
XI			

el modelo de Von Bertalanffy ha sido formulado a partir de premisas biológicas (Beverton & Holt, 1957), existe la posibilidad que los parámetros de crecimiento reflejen una combinación de procesos fisiológicos y de otros factores ambientales que afecten el crecimiento, lo cual, en parte, explica por qué la descripción matemática del crecimiento haya originado controversias (Parker & Larkin, 1959). Por todo lo anterior, el crecimiento no debería ser evaluado a partir de parámetros de crecimiento prescindiendo del rango de edades considerado y metodología usada. En este sentido Allen (1966) considera la posibilidad de asignar un valor arbitrario al parámetro t_0 si existen motivos para ello. Teniendo en cuenta las consideraciones previas, la mayor discrepancia con respecto a cero del valor de t_0 no puede ser considerado un indicador de menor confiabilidad de estimaciones de edad como sugieren Iles & Johnson (1962, *vide* Kerstan, 1985). Tal información puede ser conocida sólo mediante validación de edad (Beamish & McFarlane, 1983).

Al comparar la longitud horquilla media

del jurel a cada edad con las estimaciones de crecimiento realizadas en la costa chilena por otros autores (Tabla 1), se observa que las determinaciones de Kaiser (1973) y las de Pavez & Saa (1978) difieren marcadamente tanto entre sí como con las restantes, lo que unido a la carencia de metodologías de validación no hacen posible su utilización.

Al examinar la longitud media a cada edad estimada en *Trachurus symmetricus symmetricus* (Wine & Knaggs, 1975), y en otras especies como *Trachurus declivis* Jenyns, 1842 (Webb & Grant, 1979 y Stevens & Hausfeld, 1982); *Trachurus trachurus* Linnaeus, 1758 (Geldenhuys, 1973 y Kerstan, 1985), se observa gran similitud con los resultados obtenidos para *Trachurus symmetricus murphyi* en el presente estudio y con los de Aguayo *et al.* (1981). Lo cual hace evidente un crecimiento muy similar en estas 3 especies del género.

El aumento en las tasas de crecimiento específicas en longitud en las mayores edades consideradas se hace también evidente en las mayores edades utilizadas en los trabajos de Webb & Grant (1979) y de Aguayo *et al.*, (1981). No siendo esto observado al considerar las tasas de crecimiento a partir de longitudes a cada edad dadas por el modelo de Von Bertalanffy, sino que mediante la longitud retrocalculada por edad. Sin embargo, a causa de la naturaleza indirecta de estas estimaciones de edad (lectura de otolitos y empleo de diferentes clases de edad), y a la disminución del crecimiento entre las mayores edades, las tasas de crecimiento calculadas a las edades mayores probablemente no reflejan la tendencia a disminuir observada entre las clases de edad menor. Aunque en ausencia de mayor evidencia esto último tampoco es concluyente.

Pese a existir leves diferencias de longitudes observadas y retrocalculadas con respecto a las entregadas por el modelo de Bertalanffy (Figs. 7 y 8) no se encontró una función que pudiera ajustar mejor el crecimiento en el rango de longitudes registradas (no se consideraron ecuaciones polinomiales debido a su mayor desventaja al realizar extrapolaciones de crecimiento). Debido a que en los muestreos regulares no se dispuso de individuos de edades I y II, las extrapolaciones de longitud horquilla a edad I y de peso total del pez a edades I y II deberán ser consideradas sólo como aproximaciones generales a dichos valores. En las Figs. 7 y 8, dado que se indican estimaciones de crecimiento interanuales, no se evidencian fluctuaciones esta-

cionales dentro del patrón de crecimiento, sin embargo considerando que tales fluctuaciones han sido usualmente descritas en peces (Jones, 1976 y Stevens & Hausfeld, 1982), es posible que el jurel también las presente.

Al considerar jureles de hasta 64 cm LH capturados en los inicios de la pesquería de cerco en la zona de Talcahuano (Serra *et al.*, 1979) se debería esperar una longevidad superior a las máximas edades aquí reportadas. Pese a no existir evidencia directa, Castillo (1984) estima en el jurel de la zona de Talcahuano una edad límite de 38 años, lo cual no se aparta de lo obtenido por Wine & Knaggs (1975), quienes señalan que los ejemplares de *Trachurus symmetricus symmetricus* de 25 años tendrían alrededor de 56 cm LH. Por otra parte, Fitch (1956, *vide* Mac Call *et al.*, 1980) estimó edades sobre los 30 años en esta especie asumiendo que cada zona de crecimiento observada correspondía a un año.

A consecuencia de la disminución experimentada en las tallas del jurel en las capturas de cerco del área de Talcahuano a partir de 1975 (Serra *et al.*, 1979; Martínez *et al.*, 1984 y Castillo, 1984), los mayores ejemplares muestreados desde 1981 a 1984 no sobrepasaron los 52 cm LH. Aunque las mayores longitudes reportadas en esta área por Serra *et al.* (1979) son coherentes con los valores aquí calculados para L_{∞} , no significa que este parámetro sea un buen indicador para establecer las mayores longitudes posibles de alcanzar por un determinado porcentaje de individuos, lo cual se infiere del valor $L_{\infty} = 44,5$ cm obtenido en esta área por Aguayo *et al.* (1981) a partir de estimaciones de edad similares y considerando en el ajuste una edad máxima de 10 años. En el presente estudio se debe considerar la inclusión de una edad máxima de 11 años en el ajuste de los parámetros a causa de la baja representatividad de individuos mayores en los desembarques, lo cual se infiere de la distribución de longitud horquilla presente en 1984 (Fig. 9).

Respecto a la distribución espacial de grupos de edad en el jurel, suponiendo que los mayores ejemplares se encuentren principalmente en océano abierto (Serra & Zuleta, 1982), se debe tener presente que existe una orientación del esfuerzo sólo hacia las mayores tallas de jurel por parte de la flota internacional que opera fuera de la ZEE. Por lo cual, no se hacen tan evidentes los individuos de grupos intermedios de edad en tales cap-

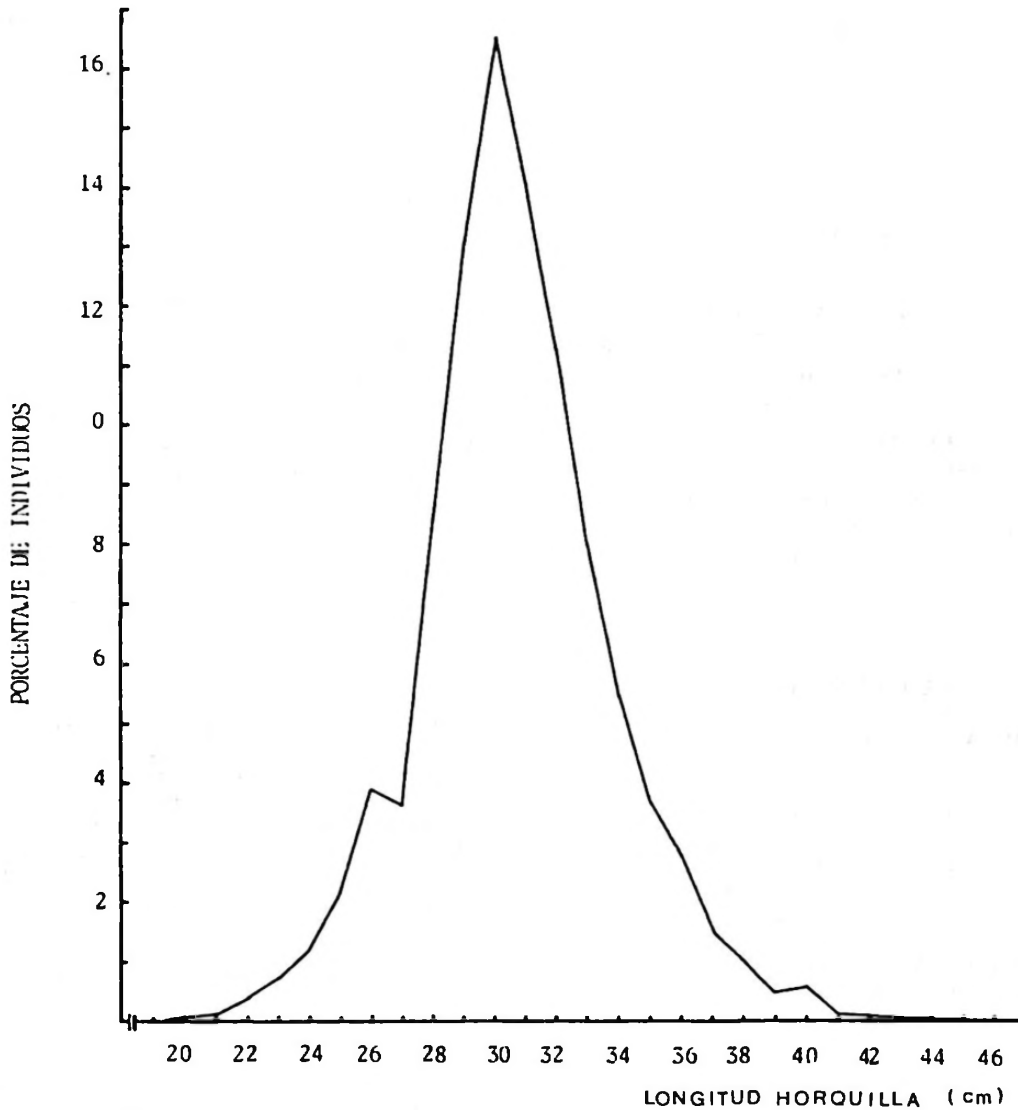


Figura 9. Distribución de la longitud horquilla (cm) en *Trachurus symmetricus murphyi*, obtenida de capturas cerqueras en la zona de Talcahuano durante 1984. El 95% de los ejemplares están dentro del rango 24,6 a 36,7 cm (n = 15585).

turas. Según Castillo & Guzmán (1985) el área de acción de esta pesquería se ubica entre las 200 y 500 millas de la costa y desde los 10°S hasta los 50°S, siendo detectadas altas concentraciones de larvas de jurel entre las 400 y 900 millas de la costa chilena (Rojas, 1980; *vide* Serra & Zuleta, 1982), lo que sumado a la selección de ejemplares mayores en la pesquería hacen razonable suponer que en este amplio hábitat los individuos pudieran reclutar en la pesquería oceánica sin previa inmigración de grupos de edad intermedia desde la zona costera. Sin embargo, es posible que la mortalidad al inicio del período larval sea mayor en áreas más oceánicas,

como ha sido observado en *Trachurus symmetricus symmetricus* (Theilacker, 1986).

Pese a que no se detectó individuos menores a la edad III en la pesquería de Talcahuano durante 1984, la edad II estuvo presente en las muestras obtenidas en el verano de 1983, período en que se produjo una clara juvenalización en las capturas, coincidente con un mayor gradiente vertical de temperatura, una mayor profundidad de la termoclina y con la ausencia de valores mínimos de oxígeno disuelto con respecto a los obtenidos para el verano 1982, lo cual sería una manifestación del fenómeno "El Niño" 1982-1983 en estas latitudes (Chong, comp.pers., 1986).

Considerando que en 1984 se observaron sólo ejemplares a partir de la edad III, es posible que la aparición de la edad II en el verano de 1983 se haya debido a una distribución más costera de los prerreclutas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal del Área de Biología y Tecnología del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Chile y del Departamento de Oceanología de la Universidad de Concepción que colaboró en la realización de este estudio. En particular a Javier Chong y Mario Aguayo por la revisión y sugerencias al manuscrito, así como a las pesqueras Iquique, Alimar y Camanchaca por la donación de las muestras analizadas.

LITERATURA CITADA

- AGUAYO, M., A. ESTAY & V. OJEDA. 1981. Determinación de edad y crecimiento del jurel (*Trachurus murphyi*) en las zonas Arica-Coquimbo y Talcahuano. Instituto de Fomento Pesquero. Chile. 88 p.
- ARANIS, A. 1981. Aspectos biológicos pesqueros de las capturas cerqueras industriales de jurel (*Trachurus murphyi*) en la zona norte de Chile (1978 a primer semestre de 1981). Tesis de grado. Universidad de Concepción. Chile. 108 p.
- BEAMISH, R.J. & G.A. MCFARLANE. 1983. The forgotten requirements for age validation in fisheries biology. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112 (6): 735-743.
- BEVERTON, R.H. & S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Second impression 1965. *Fishery Investigations*, 19 (Series 2): 533 p.
- CASTILLO, J. & O. GUZMÁN. 1985. Variaciones de la distribución espacial de la sardina española y jurel durante "El Niño" 1982-83. *Investigación Pesquera (Chile)*, 32: 79-93.
- CASTILLO, J., O. GUZMÁN, P. PINEDA & S. LILLO. 1984. Ampliación-Cuantificación de la abundancia de los recursos pelágicos. Zona Centro Sur, 1984, CORFO-IFOP: 840067. Chile. 51 p.
- CASTILLO, G. 1984. Edad-crecimiento en *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920, Carangidae), más estimaciones de mortalidad y tasa de explotación en el Golfo de Arauco y áreas adyacentes. Informe de Unidad de Investigación. Universidad de Concepción. Chile. 94 p.
- CGPM/GFCM. 1982. Report of the technical consultation on methodologies used for fish age-reading. Montpellier, France, 5-9 October 1981. *FAO Rapp/FAO Fish. Rep.* (257): 104 p.
- CHIRICHIGNO, N. 1980. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Perú-Callao, Informe N° 44: 388 p.
- CHUGUNOVA, N.I. 1963. Age and growth studies in fish. National Science Foundation, Washington D.C., Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 132 p.
- DIXON, W.J. & F.J. MASSEY. 1969. Introduction to Statistical Analysis. Third edition. International Student Edition, McGraw-Hill Book Company, New York. 638 p.
- GELDENHUYS, N.D. 1973. Growth of the South African maasbanker *Trachurus trachurus*. Linnaeus and age composition of the catches, 1950-1971. Sea Fisheries Branch Investigational Report, 101: 1-24.
- GULLAND, J.A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces, Editorial Acribia, Zaragoza. 164 p.
- JONES, R. 1976. Growth of fishes. En: *The ecology of the Seas*. 11: 251-279. D.H. Cushing & J.J. Walsh (ed.). W.B. Saunders Company, Philadelphia. Toronto.
- KAISER, C.E. 1973. Age and growth of horse mackerel *Trachurus murphyi* off Chile. *Transactions of the American Fisheries Society*, 102(3): 591-595.
- KERSTAN, M. 1985. Age, growth, maturity and mortality estimates of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the waters west of Great Britain and Ireland in 1984. *Archiv für Fischereiwissenschaft*, 36 (1/2): 115-154.
- MALAGUEÑO, M. 1985. Determinación del ciclo reproductivo del jurel (*Trachurus murphyi* Nichols, 1920) en la zona de pesca de Talcahuano. Informe final de práctica para optar al título de Técnico Marino. Pontificia Universidad Católica de Chile. Sede Regional Talcahuano. 52 p.
- MCCALL, A.D., H.W. FREY, D.D. HUPPERT, E.H. KNAGGS, J.A. McMILLAN & G.D. STAUFFER. 1980. Biology and economics of the fishery for jack mackerel in the northeastern Pacific. NOAA. Technical Memorandum NMFS (1-5): 1-79.
- MENDIETA, J., C. MARTÍNEZ, A. ARANIS, C. ESTRADA, C. SALAZAR, C. BOHM, A. TORRES, M. REYES, M. AGUAYO, V. ERBS, E. ESTAY, R. GILL. 1985. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas. Zona Centro Sur. Julio 1985. Estado de situación del recurso. IFOP, Chile, AP. 85/40: 108 p.
- PARKER, R.R. & P.A. LARKIN. 1959. A concept of growth in fishes. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 16 (5): 721-733.
- PAVEZ, P. & E. SAA. 1978. Determinación de edad y crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* Nichols, 1920. *Investigaciones Marinas* 6(6): 89-100.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* (191): 1-382.
- SAMAME, M. 1977. Determinación de la edad y crecimiento de la sardina (*Sardinops sagax sagax*). *Boletín del Instituto del mar del Perú*, 3(3): 95-112.
- SERNAP. 1986. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Santiago. 136 p.
- SERRA, J. O. ROJAS, F. INOSTROZA & J. CAÑÓN. 1979. Jurel *Trachurus murphyi* Nichols. Teleostomi, Perciformes. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero Chile, I PECES. AP 79-18. 462 p.
- SERRA, J. & A. ZULETA. 1982. Pesquería pelágica chilena. En: Segundo seminario taller. Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: recursos biológicos marinos. J.C. Castilla (ed.) *Monografías biológicas* (2): 19-37.

- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1979. Biometría, principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Editorial Blume H. Madrid. 832 p.
- STEVENS, J.D. & H.F. HAUSFELD. 1982. Age determination and mortality estimates on an unexploited population of jack mackerel *Trachurus declivis* (Jenyns, 1841) from South-East Australia. Csiro Marine Laboratories, Report N° 148: 1-14.
- THEILACKER, G.H. 1986. Starvation-induced mortality of young sea caught jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, determined with histological and morphological methods. U.S. Fishery Bulletin, 84(1): 1-17.
- WEBB, B.F. & C.J. GRANT. 1979. Age and growth of jack mackerel, *Trachurus declivis* (Jenyns), from South-Eastern Australian Waters. Australian Journal of Marine and Freshwater Research (30): 1-9.
- WINE, V.L. & E.H. KNAGGS. 1975. Maturation and growth of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*. California Department of Fish and Game. Marine Resource Technical Report (32): 1-26.

