

## Revisión de los datos de edad y crecimiento de *Merluccius capensis* en la división 1.5 de ICSEAF

J. LLEONART y B. MORALES

Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona.  
Paseo Nacional, s/n. 08003 Barcelona.

*Palabras clave:* Merluza, edad, crecimiento, Namibia.

*Key words:* Hake, age, growth, Namibia.

**RESUMEN:** Se han analizado las lecturas de otolitos de *Merluccius capensis* de la división 1.5 publicados por ICSEAF. No ha sido posible establecer los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy aunque hemos realizado ajustes por distintos métodos. Para encontrar la causa de este mal ajuste hemos realizado una serie de análisis de la varianza sobre los datos globales, y hemos encontrado un fuerte efecto del factor año que nos es difícil explicar sin acudir a un posible componente de error en la lectura e interpretación de los otolitos. No nos es posible sacar una conclusión más categórica al respecto, excepto que hemos detectado la existencia de un desajuste grave que merece un estudio más profundo del problema.

**SUMMARY:** A REVISION OF AGE AND GROWTH DATA OF *Merluccius capensis* IN ICSEAF DIVISION 1.5. — The results of interpretation of *Merluccius capensis* otoliths taken from ICSEAF Division 1.5 over a number of years by several countries have been analysed. Despite the application of a variety of methods it has proved impossible to derive the von Bertalanffy growth parameters. Analysis of variance has been carried out on the data in an attempt to isolate a cause for this lack of fitting success. It appears that the variance between years of data interpretation is the causative factor rather than that between cohorts. One apparent conclusion that is reached hinges on erroneous reading or basic faults in interpretation by the various readers. In the interests of more effective stock assessment, it is recommended that an in-depth study of these conflicting data be undertaken.

### INTRODUCCIÓN

El crecimiento de *Merluccius capensis* es hoy una cuestión todavía no resuelta. A pesar de la importancia comercial de la especie, que ha conducido a su seguimiento y a una serie de estudios biológicos, generalmente presentados en el marco de ICSEAF, y que incluyen trabajos sobre edad y crecimiento, no se está en condiciones de presentar unos parámetros de crecimiento suficientemente fiables como para utilizar los modelos analíticos de los stocks sin tener serias dudas sobre la adecuación de los parámetros usados.

En este trabajo se presentan los datos disponibles y se analizan en varias formas. Estos datos se muestran un poco reticentes a ajustarse al modelo

de von Bertalanffy, por lo menos de una manera mucho más acentuada que otras especies estudiadas por nosotros, que en general se ajustan mucho mejor a los modelos clásicos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DATOS DISPONIBLES

Los datos empleados proceden de los publicados por ICSEAF como resultado de los muestreos realizados en la división 1.5 por España, República Federal de Alemania, URSS, Polonia y Sudáfrica en el período comprendido entre 1972 y 1982. Se han seleccionado las claves talla-edad correspondientes al primer semestre del año, época de crecimiento activo de la especie del área estudiada.

### TRABAJOS ANTERIORES SOBRE EDAD Y CRECIMIENTO DE LA MERLUZA DEL CABO

Se han realizado numerosos estudios sobre el crecimiento de la merluza del Cabo en el área del convenio. Sin embargo, las relaciones talla-edad obtenidas por los distintos autores no coinciden demasiado bien; en algunos casos hay variaciones de 10 cm en la misma clase de edad. Paralelamente, se registra una amplia dispersión en los parámetros del crecimiento estimados, que oscilan para  $L_{\infty}$  entre 100,2 (MACPHERSON, 1974) y 483,95 (ELWERTOWSKI & PIOTROWSKI, 1975); estos últimos autores publican, además, un cuadro sinóptico donde se resumen los principales trabajos en que se estiman los parámetros de crecimiento de esta especie. Además de éstos, los trabajos sobre crecimiento y edad de *Merluccius capensis* consultados por nosotros son los siguientes: BOTHA (1969, 1971), KOLENDER (1974), PSHENICHNII y POZO (1974), POZO (1976), PRENSKI (1978), KONO (1980), MORALES y SÁNCHEZ (1980), OBREGÓN (1980), LLEONART *et al.* (1981), SÁNCHEZ (1980), WYSOKINSKI (1982).

### MODELO DE CRECIMIENTO Y MÉTODOS DE AJUSTE

Hemos ajustado los datos al modelo de crecimiento clásico de von Bertalanffy. Para ello hemos utilizado cuatro métodos:

- a) El de WALFORD (1946).
- b) El de ALLEN (1966) sobre la clave edad-talla (indicado como ALLEN 1).
- c) El de ALLEN (1966) sobre las tallas medias por edad (indicado como ALLEN 2).
- d) El de TOMLINSON & ABRAMSON (1961) según el programa BGC2 de ABRAMSON (1971).

TABLA I

Parámetros de crecimiento de todos los datos.  
Se indican — los casos que no tienen solución.

	<i>Walford</i>	<i>Allen 1</i>	<i>Allen 2</i>	<i>T &amp; A</i>
$L_{\infty}$	433,95	569,51	1542,69	—
$k$	0,0159	0,0118	0,0040	—
$t_0$	-2,1021	-1,9979	-2,1532	—

Los datos, a su vez, se han dispuesto en tres formas distintas:

A) Todos los datos reunidos (un ajuste), tabla I.

B) Por años, de la forma clásica, aunque conceptualmente incorrecta (11 ajustes, de 1972 a 1982), tabla II.

C) Por cohortes, que parece la forma más natural de estudiar el crecimiento (16 ajustes, desde la cohorte de 1964 hasta la de 1979), tabla III.

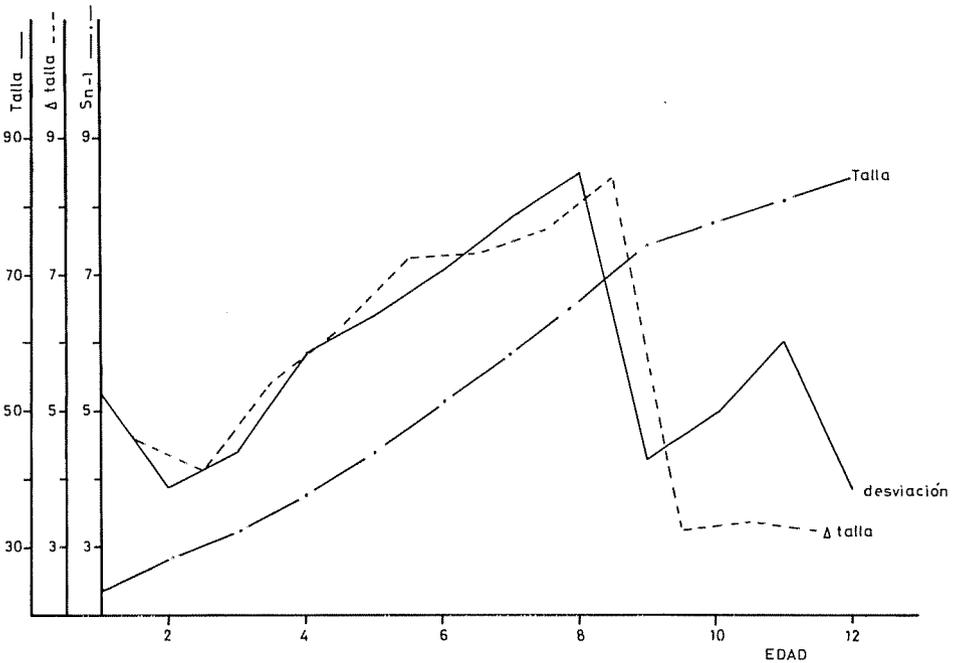


FIG. 1. — Características generales del crecimiento de *Merluccius capensis*. Resultados de la suma de todas las claves talla-edad. Representamos la talla media por edad, la desviación típica y el incremento de talla.

TABLA II

Parámetros de crecimiento por años.

	<i>Walford</i>	<i>Allen 1</i>	<i>Allen 2</i>	<i>T &amp; A</i>
1972	188,41 0,0523 -0,9459	288,97 0,0312 -1,0804	329,70 0,0268 -1,1334	391,22 0,0221 -1,1909
1973	175,05 0,0633 -0,4952	423,21 0,0202 -1,3157	529,83 0,0156 -1,4072	953,71 0,0083 -1,5632
1974	241,28 0,0377 -0,8128	348,52 0,0234 -1,1256	677,82 0,0112 -1,3182	— — —
1975	— — —	1155,82 0,0071 -0,9438	682,44 0,0123 -0,9031	— — —
1976	— — —	682,43 0,0105 -0,9183	712,72 0,0100 -0,9266	804,63 0,0088 -0,9526
1977	221,95 0,0569 -0,1781	765,57 0,0141 -0,3706	1136,78 0,0093 -0,3976	1197,44 0,0089 -0,3979
1978	184,04 0,0518 -1,1506	771,17 0,0101 -1,5220	1009,34 0,0076 -1,5570	— — —
1979	395,91 0,0174 -2,1383	2872,29 0,0021 -2,5347	1387,12 0,0045 -2,4647	2049,06 0,0030 -2,4910
1980	196,39 0,0435 -1,7696	442,94 0,0152 -2,3466	621,17 0,0101 -2,4816	— — —
1981	— — —	905,09 0,0066 -2,8191	1907,37 0,0030 -2,9530	4276,97 0,0013 -2,9988
1982	— — —	643,86 0,0089 -2,4531	825,76 0,0068 -2,5054	— — —

Como se observa en las tablas correspondientes, los distintos ajustes son un auténtico pandemónium de números absurdos, donde incluso dejan de coincidir los parámetros estimados por distintos métodos de unos mismos datos; esto es señal inequívoca de que los datos no se ajustan realmente al modelo; los métodos han sido probados y coinciden en sus resultados cuando el ajuste es bueno.

TABLA III

Parámetros de crecimiento por cohortes.

	<i>Walford</i>	<i>Allen 1</i>	<i>Allen 2</i>	<i>T &amp; A</i>
1964	83,58 0,8899 5,9576	83,58 0,8898 5,9575	83,57 0,8901 5,9581	88,58 0,8899 5,9576
1965	74,75 1,7848 5,8957	350,89 0,0176 -4,6101	461,17 0,0126 -4,9971	— — —
1966	— — —	667,25 0,0079 -5,6193	914,82 0,0126 -5,8455	— — —
1967	— — —	559,58 0,0089 -5,6101	549,51 0,0092 -5,5871	— — —
1968	— — —	576,89 0,0093 -4,3357	1059,07 0,0048 -4,6430	— — —
1969	— — —	559,02 0,0116 -2,4138	887,49 0,0070 -2,5885	— — —
1970	— — —	1003,76 0,0066 -1,7540	1869,15 0,0034 -1,8349	— — —
1971	94,10 0,1854 0,8822	489,90 0,0169 -0,3833	1536,00 0,0049 -0,6072	— — —
1972	102,64 0,1242 -0,2907	447,58 0,0195 -0,3585	980,36 0,0084 -0,5160	1598,62 0,0050 -0,5674
1973	85,57 0,1752 -0,0319	137,04 0,0842 -0,0915	136,87 0,0843 -0,0903	— — —
1974	74,26 0,1997 0,0400	81,85 0,1666 -0,1421	81,84 0,1666 -0,1417	— — —
1975	57,83 0,2838 -0,3514	64,25 0,2447 -0,1509	64,25 0,2447 -0,1509	64,25 0,2447 -0,1508
1976	47,20 0,4698 0,1914	48,06 0,4639 0,2276	48,06 0,4639 0,2276	48,06 0,4639 0,2276
1977	98,66 0,0816 -2,0376	70,60 0,1467 -1,4566	70,53 0,1469 -1,4551	70,53 0,1469 -1,4551
1978	36,53 0,7747 -0,3934	37,54 0,6896 -0,4212	37,54 0,6896 -0,4211	— — —
1979	33,19 0,6246 -1,3539	33,19 0,6248 -1,3535	33,19 0,6246 -1,3540	33,19 0,6246 -1,3539

A modo de ejemplo de lo que decimos, véase la figura 1. En ella se representa el crecimiento de la especie considerando todos los datos conjuntamente. Obsérvese que el incremento de talla aumenta hasta la edad 8, disminuyendo luego drásticamente. Evidentemente, este fenómeno no se puede explicar de ningún modo ateniéndonos solamente al modelo de von Bertalanffy.

#### ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE VARIABILIDAD

Estos malos resultados pueden deberse a muchas razones, que podemos clasificar de la forma siguiente:

- a) Errores del observador.
  - a1) Muestreo defectuoso.
  - a2) Tallas mal medidas.
  - a3) Otolitos mal leídos (o falta de criterios únicos de lectura).
- b) Errores causados por un mal reflejo del crecimiento en los otolitos.
  - b1) Poca precisión.
  - b2) Poca exactitud.
- c) Fallo de las hipótesis del modelo.
  - c1) Variabilidad del crecimiento.
  - c2) Cambios en los parámetros de la ecuación del crecimiento.
  - c3) El crecimiento no sigue el modelo de von Bertalanffy.

#### ANÁLISIS DE LOS DATOS

Con los datos disponibles no es, desde luego, posible tratar de definir cuál de los casos mencionados es el de la merluza del Cabo; pero sí que tenemos métodos para tratar de trabajar sobre los casos de más bajo nivel, es decir, los generados por el observador (a) y por el propio otolito (b). Creemos que los casos a1 y a2 tienen poco interés; el caso a3 tiene mucho, así como también todo el grupo b. Los casos incluidos en (c) no los trataremos aquí, aunque quizá tengan algo que ver con el problema.

Para tratar el caso a3 partimos de los siguientes hechos:

- a) En una muestra de un año, los otolitos de todas las edades han sido leídos por una o unas pocas personas.
- b) De un año a otro, las personas que leen los otolitos pueden cambiar o, aun siendo las mismas, modificar los criterios de interpretación.

Estos dos hechos nos permiten formular el siguiente enunciado:

Si los otolitos han sido correctamente leídos y no se ha cambiado de criterio, y si el modelo de crecimiento y los parámetros son los mismos para todas las cohortes, las claves talla-edad no debieran ser significativamente distintas tomadas por años (tal como fueron muestreadas) o tomadas por cohortes (tal como biológicamente corresponde).

TABLA IV

Frecuencias por edad y año.

Año	Edades												Suma
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1972		47	54	18	14	19	6	1					159
1973			17	13	3	8	2	2	2				47
1974	23	54	98	146	133	115	45	16	11	7			648
1975		25	141	93	15	1	2						277
1976		12	195	808	1044	384	155	68	18	28			2712
1977	14	65	135	59	44	9							326
1978	73	207	177	177	87	55	69	24	5	1	1		876
1979	54	76	69	98	98	96	41	25	12	17	5		591
1980	161	165	194	217	245	175	96	82	50	34	15	16	1450
1981	15	39	51	57	59	25	31	22	14	18	19	10	360
1982		10	26	22	24	35	30	22	12	4			185
Suma	340	700	1157	1708	1766	922	477	262	124	109	40	26	7631

Las dificultades de un tal análisis de la varianza son evidentes: por una parte, la desigualdad de los tamaños de las muestras por edad y año (tabla IV), y por otra la cantidad de ceros presentes, lógicamente, en las tablas, lo hacen poco recomendable. Sin embargo, podemos enfocar el problema desde otro ángulo.

(Aunque proponemos trabajar a un nivel de significación de 0,05, presentaremos los datos indicando la significación a 0,05, 0,01 y 0,001, como es habitual en estos casos. Igualmente señalaremos la significación a estos niveles, respectivamente con los signos \*, \*\* y \*\*\*)

a) Podemos hacer un análisis de la varianza de un tratamiento (año) para cada una de las 12 edades de que disponemos. Esto nos indicará si hay diferencias significativas entre años; sin embargo, no nos dará elementos de comparación para saber qué ocurre con las cohortes. En la tabla V se presentan estos análisis: obsérvese que de la edad 1 a la 10 las diferencias entre años son significativas a nivel 0,001, en la edad 11 lo son a nivel 0,05, y en la edad 12 no lo son. Esto puede deberse a dos causas: que la lectura varíe anualmente (error a3) o que realmente exista una diferencia en la talla de la misma edad en distintos años (algún caso de error tipo c).

b) Podemos hacer un conjunto de análisis de la varianza de dos tratamientos. Cada uno de ellos tiene distinto sentido y permitirá completar las comparaciones necesarias (dado que las matrices a analizar presentan ausencias de datos de cada tabla, hemos analizado dos submatrices de forma que, si una tiene pocas columnas y muchas filas, la otra tenga muchas columnas

y pocas filas. Excepto en un caso, los resultados son coincidentes dentro de cada pareja de tablas):

b1) Análisis de la tabla de tallas medias por edad y año y de la misma variable por edad y cohorte. En principio es lógico esperar una diferencia significativa para las edades en ambos análisis, como así ocurre (véase tabla VI). Obsérvese que encontramos diferencias significativas entre años y no entre cohortes. Esto lo interpretamos en el sentido que los años son más distintos entre sí que internamente, mientras que en el caso de las cohortes, en una tabla donde la varianza del error es muy alta, tenemos una variabilidad interna tan grande que las hace indistinguibles. El año resulta, pues, tener más sentido que la cohorte, lo cual contradice la razón. Esto parece que resuelve la duda del análisis anterior, en el sentido que si las tallas fueran realmente distintas por años, esto se reflejaría en diferencias entre cohortes, y probablemente no en los años ya que éstos, internamente, tendrían mucha variabilidad.

b2) Análisis de la tabla de desviaciones típicas por edad y año y de la misma variable por edad y cohorte. Sinceramente se nos escapa un poco el sentido estadístico que pueda tener un análisis de la varianza de una tabla de desviaciones típicas, pero si superamos la repugnancia estadística que nos provoca podemos sacar alguna consecuencia. Nos hallamos (tabla VII) ante un cuadro similar al anterior donde todas las diferencias son significativas excepto entre las cohortes. Esto se puede interpretar en el sentido que las desviaciones típicas (de las tallas por edad) presentan una unidad anual y no por cohorte. Del factor anual no solamente depende la media de talla por edad, sino su varianza.

b3) Análisis de las tablas de incrementos reales (es decir, en las cohortes) por edad y año y por edad y cohorte, y análisis de los incrementos «falsos» (es decir, los incrementos observados dentro de un muestreo anual entre clases de edad de distintas cohortes) por edad y año (por edad y cohorte no tiene sentido) (tablas VIII y IX). En la observación de la tabla IX nos resulta sorprendente, y significativo, que existen en los incrementos «falsos» un solo valor negativo, mientras que en el de los reales hay hasta 16 (las merluzas se encogen); también se puede observar que las desviaciones típicas de los incrementos por edad son en el caso de las reales más o menos el doble que para el caso de las falsas. Del análisis de los incrementos reales resulta significativo solamente los años (no las cohortes ni las edades); es decir, que ha habido años de poco crecimiento y años de gran crecimiento, cosa que podría ser interesante analizar más en detalle. El hecho de no encontrar diferencias significativas entre edades muestra lo «lineal» que resulta el crecimiento de esta especie. Finalmente, si comparamos los análisis edad-año de incrementos reales y falsos, observamos que para los falsos el año no es significativo, mientras que lo es para los reales, es decir, de un año para otro los resultados son distintos pero los incrementos son iguales.

TABLA V

Análisis de la varianza de años por edades.

<i>Edad 1</i>					<i>Edad 2</i>					<i>Edad 3</i>				
	<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>		<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>		<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>
Año	3828,49	5	765,70	46,77***	Año	1765,63	9	196,18	15,31***	Año	6340,40	10	634,04	45,73***
Error	5467,94	334	16,37		Error	8841,13	690	12,81		Error	15889,20	1146	13,86	
Total	9296,42	339			Total	10606,76	699			Total	22229,61	1156		
<i>Edad 4</i>					<i>Edad 5</i>					<i>Edad 6</i>				
	<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>		<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>		<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>
Año	17159,09	10	1715,91	70,92***	Año	28817,32	10	2881,73	116,78***	Año	14096,09	10	1409,61	40,51***
Error	41058,76	1697	24,19		Error	43308,61	1755	24,68		Error	31702,52	911	34,80	
Total	58257,85	1707			Total	72125,94	1765			Total	45798,61	921		
<i>Edad 7</i>					<i>Edad 8</i>					<i>Edad 9</i>				
	<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>		<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>		<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>
Año	10531,23	9	1170,14	29,34***	Año	6622,32	8	827,79	17,16***	Año	1549,92	7	221,42	9,34***
Error	18625,97	467	39,88		Error	12203,62	253	48,24		Error	2749,86	116	23,71	
Total	29157,20	476			Total	18825,94	261			Total	4299,77	123		
<i>Edad 10</i>					<i>Edad 11</i>					<i>Edad 12</i>				
	<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>		<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>		<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>
Año	584,30	6	97,38	4,82***	Año	330,44	3	110,15	3,68*	Año	11,22	1	11,22	0,75
Error	2062,75	102	20,22		Error	1077,56	36	29,93		Error	357,40	24	14,89	
Total	2647,05	108			Total	1408,00	39			Total	368,62	25		

TABLA VI

Talla media por edad y año (a) y por edad y cohorte (b).

(a) Año	Edades														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1972		27,28	33,15	44,11	51,57	56,84	64,33	70,00							Polonia
1973			36,59	42,31	50,67	57,75	69,00	73,00	78,00						Polonia
1974	15,43	27,62	31,51	38,40	47,84	53,35	58,91	70,63	74,45	81,29					Polonia
1975		29,40	30,22	41,60	46,33	59,00	68,00								Polonia y URSS
1976		23,83	27,99	34,52	41,08	47,45	55,79	59,82	69,33	76,43					Polonia
1977	14,71	28,26	33,81	44,46	59,59	65,44									Sudáfrica y RDA
1978	21,93	27,04	33,06	40,66	50,10	55,47	63,99	74,57	78,60	79,00	83,00				España y RDA
1979	23,52	26,37	33,17	40,14	44,51	53,65	53,93	64,20	72,33	78,41	78,20				España
1980	25,55	30,35	34,52	40,31	47,43	54,40	63,54	70,75	76,68	79,59	84,60	84,75			España
1981	28,60	29,10	34,56	38,43	42,62	49,64	53,58	65,54	72,85	75,22	78,78	83,40			España
1982		29,20	31,00	35,09	42,75	43,80	49,07	59,55	66,66	70,51					España
media	23,46	28,02	32,15	37,57	43,78	51,02	58,32	65,98	74,39	77,64	81,00	84,23			
desv.	5,24	3,90	4,39	5,84	6,39	7,05	7,83	8,49	4,28	4,95	6,01	3,84			
incr.	4,56	4,13	5,42	6,21	7,24	7,30	7,66	8,41	3,25	3,36	3,23				
CV	22,34	13,92	13,65	15,54	14,60	13,82	13,43	12,87	5,75	6,38	7,42	4,56			

(Estos estadísticos están calculados de los datos completos, no de la matriz de medias.)

## Análisis de la varianza

	ss	g.l.	var.	F
Edades (3-6)	2883,42	3	916,14	135,91***
Años (1972-82)	571,89	10	57,19	8,09***
Error	212,15	30	7,07	
Total	3667,46	43		

	ss	g.l.	var.	F
Edades (1-11)	16714,36	10	1671,44	261,13***
Años (1978-81)	137,54	3	45,85	7,16***
Error	192,03	30	6,40	
Total	17043,93	43		

TABLA VI (Continuación)

(b)	<i>Edades</i>											
<i>Cohorte</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1964								70,00	78,00	81,29		
1965							64,33	73,00	74,45			
1966						56,84	69,00	70,63		76,43		
1967					51,57	57,75	58,91		69,33		83,00	
1968				44,11	50,67	53,35	68,00	59,82		79,00	78,20	84,75
1969			33,15	42,31	47,84	59,00	55,79		78,60	78,41	84,60	83,40
1970		27,28	36,59	38,40	46,33	47,45		74,57	72,33	79,59	78,78	
1971			31,51	41,60	41,08	65,44	63,99	64,20	76,68	75,22		
1972		27,62	30,22	34,52	59,59	55,47	53,93	70,75	72,85	70,51		
1973	15,43	29,40	27,99	44,46	50,10	53,65	63,54	65,54	66,66			
1974		23,83	33,81	40,66	44,51	54,40	53,58	59,55				
1975		28,26	33,06	40,14	47,43	49,64	49,07					
1976	14,71	27,04	33,17	40,31	42,62	43,80						
1977	21,93	26,37	34,52	38,43	42,75							
1978	23,52	30,35	34,56	35,09								
1979	25,55	29,10	31,00									
1980	28,60	29,20										

Análisis de la varianza

	<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>
Edades (3-6)	2001,98	3	667,33	24,89***
Cohortes (1969-76)	94,79	7	13,54	0,50
Error	562,93	21	26,81	
Total	2659,69	31		

	<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>
Edades (2-7)	2797,99	5	559,60	28,05***
Cohortes (1972-75)	48,84	3	16,28	0,82
Error	299,27	15	19,95	
Total	3146,09	23		

TABLA VII

Desviaciones típicas por edad y año (a) y por edad y cohorte (b).

(a) Año	Edades											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1972		1,64	2,76	3,66	2,24	3,08	1,51					
1973			2,62	1,80	3,06	1,98	1,41	1,41	1,41	2,83		
1974	1,47	3,25	2,90	6,81	7,12	4,47	4,71	5,33	4,11	5,59		
1975		2,16	3,65	4,06	3,35		1,41					
1976		1,34	2,27	3,97	3,98	4,22	4,07	4,63	2,77	2,71		
1977	1,90	2,71	2,95	6,72	5,50	6,39						
1978	1,80	2,45	3,54	3,60	4,82	5,33	6,02	2,00	2,61			
1979	3,18	3,24	6,29	7,52	7,84	10,68	11,26	3,92	1,78	2,90	3,03	
1980	5,10	4,24	4,28	5,84	5,66	6,65	7,23	5,50	5,41	5,54	5,03	3,26
1981	5,61	5,19	5,68	4,82	5,09	5,25	6,53	4,70	4,67	5,08	6,17	4,69
1982		3,33	4,27	6,00	7,35	6,22	6,67	8,84	7,76	5,50		

## Análisis de la varianza

	ss	g.l.	var.	F
Edades (3-5)	12,28	2	6,14	6,39*
Años (1972-82)	61,49	10	6,15	6,40***
Error	19,22	20	0,96	
Total	92,99	32		

	ss	g.l.	var.	F
Edades (2-9)	57,38	7	8,20	3,14*
Años (1978-82)	38,12	4	9,53	3,65*
Error	73,05	28	2,61	
Total	168,55	39		

TABLA VII (Continuación)

(b)	Edades											
Cohorte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1964										5,59		
1965							1,51	2,83	4,11			
1966						3,08	1,41	5,33		2,71		
1967					2,24	1,98	4,71		2,77			
1968				3,66	3,03	4,47	1,41	4,63			3,03	3,26
1969			2,76	1,80	7,12		4,07		2,61	2,90	5,03	4,69
1970	1,64		2,62	6,81	3,35	4,22		2,00	1,78	5,54	6,17	
1971			2,90	4,06	3,98	6,39	6,02	3,92	5,41	5,08		
1972		3,25	3,65	3,97	5,50	5,33	11,26	5,50	4,67	5,50		
1973	1,47	2,16	2,27	6,72	4,82	10,68	7,23	4,70	7,76			
1974		1,34	2,95	3,60	7,84	6,65	6,53	8,84				
1975		2,71	3,54	7,52	5,66	5,25	6,67					
1976	1,90	2,45	6,29	5,84	5,09	6,22						
1977	1,80	3,24	4,28	4,82	7,35							
1978	3,18	4,24	5,68	6,00								
1979	5,10	5,19	4,27									
1980	5,61	3,33										

Análisis de la varianza

	ss	g.l.	var.	F
Edades (3-5)	22,30	2	11,14	3,99*
Cohortes (1969-77)	13,60	8	1,70	0,61
Error	44,71	16	2,80	
Total	80,62	26		

	ss	g.l.	var.	F
Edades (2-7)	94,33	5	18,87	5,43**
Cohortes (1972-75)	2,39	3	0,79	0,23
Error	52,02	15	3,47	
Total	148,73	23		

TABLA VIII

Incrementos reales por edad y año (a) y por edad y cohorte (b).

(a) Año	Edades											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1972		9,31	9,16	6,56	6,11	12,16	8,67	8,00				
1973			1,81	5,53	2,68	1,16	1,63	1,45	3,29			
1974	13,97	2,60	10,09	7,97	11,16	14,65						
1975		-1,41	4,30	-0,52	1,12	-3,21	-8,18					
1976		9,98	16,47	25,07	24,36							
1977	12,33	4,80	6,85	5,64	-4,12	-1,45						
1978	4,44	6,13	7,08	3,85	3,55	-1,54	0,21	-2,24	-0,19	-0,80		
1979	6,83	8,15	7,14	7,29	9,89	9,89	16,82	12,48	7,26	6,19	6,55	
1980	3,55	4,21	3,91	2,31	2,21	-0,82	2,00	2,10	-1,46	-0,81	-1,21	
1981	0,60	0,90	0,53	4,32	1,18	-0,57	5,97	1,12	-2,34			
media	6,95	4,96	6,73	6,80	5,81	3,36	3,87	3,82	1,31	1,53	2,68	
desv.	5,22	3,85	4,58	6,89	7,88	6,85	7,77	5,39	3,96	4,04	5,48	

Análisis de la varianza

	ss	g.l.	var.	F
Edades (3-5)	6,06	2	3,03	0,33
Años (1972-81)	1010,39	9	112,30	12,26***
Error	164,76	18	9,15	
Total	1181,22	29		

	ss	g.l.	var.	F
Edades (1-9)	87,03	8	10,88	1,52
Años (1978-81)	403,24	3	139,04	18,56***
Error	170,41	24	7,17	
Total	658,22	35		

TABLA VIII (Continuación)

(b)	<i>Edades</i>										
<i>Cohorte</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1964								8,00	3,29		
1965							8,67	1,45			
1966						12,16	1,63				
1967					6,11	1,16					
1968				6,53	2,68	14,64	-8,18			-0,80	6,55
1969			9,16	5,53	11,16	-3,21			-0,19	6,19	-1,20
1970	9,31		1,81	7,93	1,12			-2,24	7,26	-0,81	
1971			10,09	-0,52	24,36	-1,54	0,21	12,48	-1,46		
1972		2,60	4,30	25,07	-4,12	-1,54	16,82	2,10	-2,34		
1973	13,97	-1,41	16,47	5,64	3,55	9,89	2,00	1,12			
1974		9,98	6,85	3,85	9,89	-0,82	5,97				
1975		4,80	7,08	7,29	2,21	-0,57					
1976	12,33	6,13	7,14	2,31	1,18						
1977	4,44	8,15	3,91	4,32							
1978	6,83	4,21	0,53								
1979	3,55	0,90									
1980	0,60										

Análisis de la varianza

	<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>
Edades (3-5)	11,55	2	5,78	0,09
Cohortes (1969-76)	153,44	7	21,92	0,32
Error	947,03	14	67,64	
Total	1112,02	23		

	<i>ss</i>	<i>g.l.</i>	<i>var.</i>	<i>F</i>
Edades (2-6)	231,82	4	57,96	1,13
Cohortes (1972-75)	19,01	3	6,34	0,12
Error	612,93	12	51,08	
Total	863,76	19		

TABLA IX  
Incrementos «falsos» por edad y año.

Año	Edades											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1972		5,87	10,96	7,46	5,27	7,49	5,67					
1973			5,72	8,36	7,08	11,25	4,00	5,00				
1974	12,19	3,89	6,89	9,44	5,51	5,56	11,72	3,82	6,84			
1975		0,82	11,38	4,73	12,67	9,00						
1976		4,16	6,53	6,56	6,37	8,34	4,03	9,51	7,10			
1977	13,55	5,55	10,65	15,13	5,85							
1978	5,11	6,02	7,60	9,44	5,37	8,52	10,58	4,03	0,40	4,00		
1979	2,85	6,80	6,97	4,37	9,14	0,28	10,27	8,13	6,08	-0,21		
1980	4,80	4,17	5,79	7,12	6,97	9,14	7,21	5,93	2,91	5,01	0,15	
1981	0,50	5,46	3,87	4,19	7,02	3,94	11,96	7,31	2,37	3,56	4,62	
1982		1,80	4,09	7,66	1,05	5,27	10,48	7,11	3,85			
media	6,50	4,45	7,31	7,68	6,57	6,88	8,44	6,36	4,22	3,09	2,39	
desv.	5,22	1,91	2,63	3,09	2,82	3,17	3,23	2,02	2,53	2,28	3,16	

## Análisis de la varianza

	ss	g.l.	var.	F
Edades (3-5)	6,96	2	3,48	0,47
Años (1972-82)	95,39	10	9,53	1,28
Error	148,98	20	7,45	
Total	251,33	32		

	ss	g.l.	var.	F
Edades (2-9)	137,10	7	19,58	3,33*
Años (1978-82)	10,22	4	2,55	0,43
Error	164,89	28	5,89	
Total	312,21	39		

## DISCUSIÓN

Por el momento no es posible dar una estimación fiable de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para la merluza del Cabo. Ni tan siquiera nos podemos definir sobre si dicho modelo es adecuado o no. El análisis de los datos, paso previo a las consideraciones sobre el modelo, nos ha permitido localizar la existencia de un factor año que aporte mucha varianza al conjunto de datos; esta varianza no existe en el factor cohorte, lo cual hace sospechar que existe un fenómeno anual que no se refleja en las cohortes y que aporta más varianza que el error aunque no tanta como el crecimiento. Este factor anual podría estar relacionado con errores de lectura o interpretación de otolitos. De todos modos, no estamos en condiciones de dar una conclusión más categórica excepto que hemos detectado un fenómeno que deberá estudiarse más en detalle, considerando además las posibles diferencias de sexo o área en el crecimiento de esta especie.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMSON, N. J. — 1971. Computer programs for fish stock assessment. *FAO Fish. Techn. Papers*, n. 101.
- ALLEN, K. R. — 1966. A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23 (2): 167-179.
- BOTHA, L. — 1969. The growth of the Cape hake *Merluccius capensis*. *Div. Sea Fish. S. Afr. Inv. Rep.*, 82: 15 pp.
- 1971. Growth and otolith morphology of the Cape hakes *Merluccius capensis* Castelnau and *Merluccius paradoxus* Franca. *Div. Sea Fish. S. Afr. Inv. Rep.*, 97: 32 pp.
- ELWERTOWSKI, J. & J. PIOTROWSKI. — 1975. An attempt to assess the parameters of hake stocks by means of computer programs. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 2: 44-53.
- KOLENDER, E. — 1974. Age and growth rate of hakes in ICSEAF area. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 2: 70-76.
- KONO, H. — 1980. Age and growth of the cape hakes *Merluccius capensis* and *Merluccius paradoxus* on the Agulhas Bank and adjacent slopes. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 7 (2): 175-210.
- LLEONART, J., B. MORALES & P. SÁNCHEZ. — 1981. Crecimiento de *Merluccius capensis* (Div. 1.5) de 1977 a 1980: comparación de distintos métodos de estimación de parámetros. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 8 (2): 131-141.
- MACPHERSON, E. — 1974. Algunos datos biológicos de *Merluccius capensis*. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 2: 71-85.
- MORALES, B. & P. SÁNCHEZ. — 1980. Nuevos datos sobre crecimiento y edad de la merluza sudafricana. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 7 (2): 249-254.
- OBREGON, M. H. — 1980. Edad y crecimiento de la merluza (*Merluccius* sp.) en las divisiones 1.3 y 1.4 de la ICSEAF en 1979. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 7 (2): 255-264.
- POZO, E. — 1976. Algunos datos sobre la biología de la merluza del Cabo que habita en las divisiones de Cunene y Cabo Cross. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 3: 179-186.
- PRENSKI, L. — 1978. Studies on hake *Merluccius capensis* in ICSEAF Div. 1.4 and 1.5. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 5: 89-95.
- PSHENICHNIL, B. & E. POZO. — 1974. Some data on the growth rate of south african hake *Merluccius merluccius capensis* Castelnau. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 1: 220-233.
- SÁNCHEZ, P. — 1981. Comparación de los métodos de estimación de la edad en *Merluccius capensis*. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 8 (2): 221-224.
- TOMLINSON, P. K. & N. J. ABRAMSON. — 1961. Fitting a von Bertalanffy growth curve by least squares. *Fish. Bull. Calif.*, 116: 3-69.
- WALFORD, L. A. — 1946. A new graphic methods of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, 90 (2): 141-147.
- WYSOKINSKI, A. — 1982. Essai d'application de l'analyse des longueurs modales pour la détermination de la croissance du jeune merlu. *ICSEAF Colln. Scient. Pap.*, 9 (2): 343-352.