

ISSN, 0327-9332

INIDEP Documento Científico 2
Noviembre 1993

**ESTUDIO BIOLÓGICO Y PESQUERO
DE LA CABALLA**
(*Scomber japonicus* HOUTTUYN, 1782)

Editado por Ricardo G. Perrotta

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
Mar del Plata, ARGENTINA



República Argentina

**Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
INIDEP**

**ESTUDIO BIOLÓGICO Y PESQUERO
DE LA CABALLA**

(Scomber japonicus HOUTTUYN, 1782)

Editado por RICARDO G. PERROTTA

PROLOGO

La caballa (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) aporta una de las fuentes principales de materia prima para la industria conservera y contribuye al sostenimiento de una flota de pequeño porte, ambas centralizadas en el puerto de la ciudad de Mar del Plata.

Los estudios sobre esta especie han tenido una consideración destacada, tanto de parte del ex Instituto de Biología Marina, como del INIDEP. Las primeras investigaciones datan de fines de la década del '50 y principios del '60. Durante los siguientes años y sobre todo en el período del Proyecto de Desarrollo Pesquero del Gobierno Argentino/FAO los estudios sobre la caballa se incrementaron. Durante toda esta etapa se acumuló un importante número de publicaciones científicas que contribuyeron al conocimiento de esta especie.

Posteriormente las investigaciones no tuvieron una adecuada organización institucional, sino que se desarrollaron fundamentalmente por esfuerzos personales, lo que permitió mantener una continuidad en los estudios.

A partir del año 1983, gracias a gestiones espontáneas de personal del INIDEP se dispone de la colaboración desinteresada de pescadores de varias embarcaciones de la flota comercial, especialmente los de una lancha considerada desde entonces como piloto. Esta nueva etapa originó un impulso renovado en los estudios, los cuales desde el año indicado se desarrollan sin interrupción y cuyos resultados se volcaron en varios trabajos referentes principalmente a la distribución de la caballa con relación a la temperatura del mar en superficie, estructura poblacional, crecimiento, reproducción y aspectos pesqueros.

En el momento actual el INIDEP dispone de un proyecto para evaluar el recurso caballa. El mismo propone la adquisición de una ecosonda portátil y el alquiler de una embarcación de mayor porte que la utilizada hasta el presente, de tal manera de aumentar el área de estudio y por ende la información existente.

En el presente número de la serie INIDEP DOCUMENTO CIENTÍFICO se exponen los resultados de las investigaciones que responden al estudio de la dinámica poblacional de la pesquería durante el período 1980-1990, así como aspectos biológicos que aportan nuevos conocimientos acerca de esta especie. A estos estudios

corresponde la comprobación del canibalismo en los primeros estadios embrionarios y la comparación mediante el uso de los caracteres morfométricos y merísticos de caballas provenientes del litoral catalán y Sudamérica. Además, uno de los trabajos que incluye este volumen se refiere a la presencia de pequeñas concentraciones de veneno paralizante de moluscos en hígado de caballa, discutiéndose su transferencia desde el organismo productor, el dinoflagelado tóxico *Alexandrium tamarense*.

Por último, es el deseo de los autores poder contribuir mediante esta publicación a mejorar y ampliar los conocimientos que se tienen sobre el recurso caballa.

RICARDO G. PERROTTA
EDITOR

Indice

RICARDO G. PERROTTA: <i>Comparación mediante el empleo de los caracteres merísticos y el crecimiento de caballas originarias de varias regiones geográficas (Cataluña, Islas Canarias y Sudamérica)</i>	7
MARCELO PÁJARO: <i>Consideraciones sobre la alimentación de la caballa con especial énfasis en la depredación de huevos y larvas de peces</i>	19
RICARDO G. PERROTTA y JUAN PABLO PERTIERRA: <i>Sobre la dinámica poblacional de la caballa en la pesquería de Mar del Plata. Período 1980-1990</i>	31
ALFONSO IZZO y JUAN BOCCANFUSO: <i>Características de la red de cerco "tipo Lampara" y algunos comentarios sobre la flota que la utiliza en la pesca de caballa</i>	45
JOSÉ I. CARRETO, RUT AKSELMAN, ANGEL D. CUCCHI COLLEONI, MARIO O. CARIGNAN y MARCELO PÁJARO: <i>Presencia de veneno paralizante de moluscos en hígado de caballa de la región costera bonaerense</i>	53

SOBRE LA DINAMICA POBLACIONAL DE LA CABALLA EN LA PESQUERIA DE MAR DEL PLATA. Período 1980-1990.*

por

RICARDO G. PERROTTA¹ y JUAN PABLO PERTIERRA²

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero y Facultad de Cs. Exactas y Naturales (UNDMdP), cc 175, (7600) Mar del Plata. Argentina.

²Instituto de Ciencias del Mar. Paseo Nacional, s/n. 0839 Barcelona. España.
Dirección actual: NOAA Southwest Fisheries Science Center. P.O Box 271. La Jolla, California 92038. USA.

SUMMARY

Population dynamics of mackerel (*Scomber japonicus*) of Mar del Plata (Argentine Republic) fisheries. In this paper the mackerel population found within the Mar del Plata fisheries is analyzed as a natural resource during the period 1980 and 1990. This species is a principal basic product of the local canned industry. The results show that the biomass and capture were variable for the studied period as a consequence of change in the capturability, and the fish stock is underexploited. Also was estimated the contribution of recruitment, growth and mortality in the total biomass.

Key words: Mackerel, *Scomber japonicus*, Argentine Sea, population dynamics, analytical models, biomass.

Palabras claves: Caballa, *Scomber japonicus*, Mar Argentino, dinámica poblacional, modelos analíticos, estimación de biomasa.

INTRODUCCION

La pesquería de la caballa viene siendo intensamente estudiada desde la temporada de pesca 1965-1966 y desde entonces se han ensayado diferentes análisis con el objeto de establecer un correcto seguimiento (Castello y Cousseau, 1970; Gagliardi y Cousseau, 1970; Angelescu y Cousseau, 1980; Cousseau *et al.*, 1987; Perrotta *et al.*, 1990 a; Perrotta, 1990).

Se entiende por "temporada de pesca" a la combinación entre el área de captura y el período de la misma, siendo ambas fuertemente dependientes de las condiciones oceanográficas en áreas costeras y de los desplazamientos de la flota que se dedica a la captura. Esto último es función, básicamente, de las demandas del mercado (Perrotta, 1988 a) cuyas fluctuaciones repercuten en los valores de captura. En la década de los años 60 el radio de acción de la flota superaba ampliamente la isobata de 50 m, donde hay indicios de una mayor abundancia de caballa, con una época

* Contribución INIDEP N° 851.

de pesca que abarca desde octubre hasta marzo; durante este período se registraron las cotas más altas de la historia de la pesquería (Perrotta, 1987; Perrotta, 1988 a).

A partir del año 1976 como consecuencia de la política económica que fomentaba las importaciones, comenzó a disminuir la demanda nacional del recurso. Debido a esta situación, el mercado de caballa nacional se vió afectado por las importaciones que, en el año 1982 superaron las 5000 t (que significaron unos 3,8 millones de dólares), y entre otras causas al aumento del precio del combustible (Perrotta, 1988 a). Esto generó una marcada disminución del área de pesca acompañada de una paulatina reducción del período de pesca de seis a cuatro meses (desde noviembre a febrero), que ya venía detectándose a partir de los años '70 (Forciniti *et al.*, 1988).

La estructura de edades de la población explotada (efectivo bonaerense, Perrotta *et al.*, 1990 b; Perrotta y Aubone, 1991) está constituida casi exclusivamente por caballas adultas, siendo la edad máxima contabilizada 12 años. Los juveniles pertenecen a las clases de edad 0 y 1 y se encuentran fundamentalmente en el área marítima frente al Río de La Plata (36° 30' S - 55° 00' W). Los de edad 1 se desplazan hacia el sur, para incorporarse al efectivo adulto y desovar a partir de los 2 años de vida (27-29 cm de Lt), edad en la cual también comienzan a ser retenidos por el arte de pesca (Perrotta y Aubone, 1991; Perrotta *et al.*, 1990 a; Perrotta, 1992).

En el presente estudio se analiza la situación de la pesquería desde la temporada de pesca 1980-1981 hasta 1989-1990, ya que a partir de entonces la información recopilada consideramos es la más adecuada para aplicar los métodos analíticos que empleamos en este trabajo.

MATERIAL Y METODOS

Los datos básicos utilizados provienen de la población de caballa del litoral bonaerense del

Mar Argentino y abarca las temporadas de pesca 1980-1981 a 1989-1990.

El área de obtención de las muestras se puede observar en el trabajo de Perrotta (1988 a).

La flota que se dedica a la captura de esta especie tiene como puerto base al de la ciudad de Mar del Plata (38° 00' S - 57° 40' W). Sus características principales y el arte y maniobra de pesca se describen en Perrotta (1988 b) e Izzo y Boccanfuso (en el presente volumen).

Las muestras provienen de los desembarcos comerciales del puerto de dicha ciudad. La flota operó fundamentalmente entre los meses de noviembre y febrero (Forciniti *et al.*, 1988), por lo tanto la unidad temporal de estudio, que denominamos "temporada de pesca", abarca meses de dos años consecutivos.

Con el objeto de simplificar la nomenclatura de las mismas se adoptó el criterio de nombrar con el último año a cada temporada de pesca.

Los estudios realizados comprendieron la estimación de biomasa del recurso en cada año mediante el análisis de pseudocohortes aplicado sobre la distribución de edades, basándose en la ecuación de captura (Gulland, 1969) y la estimación del rendimiento por recluta (Y/R') en forma empírica, para una mortalidad por pesca variable y con el objeto de ubicar el estado de explotación del recurso.

También se calculó el aporte en porcentaje del crecimiento y el reclutamiento a la biomasa total, de muertes por causas naturales y por pesca, la edad y talla media (Lt cm) del *stock* explotado y de la población.

Además, se efectuó un análisis de sensibilidad aplicado a los resultados obtenidos durante la temporada de pesca 1990.

El mismo consistió en variar los parámetros de entrada, aumentando y disminuyendo en un 10% de su valor original, con excepción del parámetro b de la relación longitud-peso, que se varió en un 5%. De esta manera se detectaron las fluctuaciones que se puedan producir ante tales cambios. Para todos estos cálculos se empleó el programa VIT ideado por Leonart y Salat (1992), que utiliza la frecuencia de edades en la captura, la

captura total de la unidad temporal considerada, los parámetros de crecimiento en longitud y peso y las tasas de mortalidad natural y por pesca.

La lectura de edades, los porcentajes de edades en la captura y la captura total por temporada de pesca se obtuvieron de los trabajos de Cousseau *et al.* (1987) y Perrotta *et al.* (1990 a); los parámetros de crecimiento empleados (Perrotta, 1992) fueron los siguientes:

En longitud:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 44,89 \text{ cm} \\ k &= 0,31 \text{ años}^{-1} \\ t_0 &= -1,366 \text{ años} \end{aligned}$$

En peso:

$$\begin{aligned} a &= 2,82 \times 10^{-5} \text{ g/cm} \\ b &= 2,81 \end{aligned}$$

La elección de la tasa de mortalidad natural (M) se realizó teniendo en cuenta el análisis histórico de edades y comparando los resultados obtenidos por diversos autores de esta misma especie en otras latitudes (Perrotta *et al.*, 1990 a), quienes observaron que M varía entre 0,43 y 0,53, si bien consideran a este último valor como una sobrestimación de la mortalidad por causas naturales.

Estos autores calcularon la tasa de mortalidad natural $M = 0,428$ a partir de una edad límite de 7 años siguiendo la metodología de Taylor (1962). Si a esta edad la situamos en 8 años teniendo en cuenta la edad máxima (12 años) en nuestras capturas, el valor de la mortalidad natural descende a 0,375. Cabe aclarar que Taylor define a la edad límite como aquella en la que sólo el 5% de la población la supera. Por lo tanto para los casos expuestos las edades límites son razonables y por ende el valor de M que se obtiene a partir de ellas. Finalmente hemos decidido trabajar con valores de M igual a 0,4 y 0,5 de manera de ver las variaciones que se producirían en este rango en los cálculos de biomasa y rendimiento por recluta. Para los cálculos del esfuerzo óptimo se consideró solamente un $M = 0,4$.

El esfuerzo real medido en términos de mortalidad por pesca (F) se tomó como igual a la unidad.

Las F terminales correspondientes a cada año fueron escogidas de manera de continuar la tendencia de los valores resultantes.

Tabla 1. Estructura de las capturas y de la población para cada año de estudio. Longitud en cm y la edad en años. *Landing and population description corresponding to each sampled year. Length expressed in cm and age in years.*

Año	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Edad media en la captura	3,79	4,37	3,96	4,48	2,94	3,74	3,29	3,78	4,26	4,74
Talla media en la captura	35,06	35,64	35,3	36,49	32,1	34,63	33,29	35,04	36,18	37,06
Edad media en la población	2,01	2,49	2,17	2,23	1,92	2,11	2,02	2,03	2,14	2,32
Talla media en la población	28,10	29,53	28,6	28,88	27,64	28,41	28,02	28,14	28,39	29,14
Edad media del stock: 2,50					Talla media del stock: 31,35					
Edad media del stock virginal: 2,51					Talla media del stock virginal: 31,39					

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de pseudocohortes

En la Tabla 1 se pueden observar las edades y tallas medias correspondientes a la captura y a la población obtenidos para cada temporada estudiada. Los resultados muestran una regularidad en la estructura de la captura que se mantienen, tanto en la edad como la talla, en un rango estrecho, siempre por encima de la edad o talla de primera madurez. A su vez los valores poblacionales mencionados se encuentran por debajo de los de la captura lo que indicaría que el esfuerzo pesquero está bien orientado, permitiendo la estabilidad del recurso. La edad media de la población y la de la población en un estado hipotético virginal, es decir con $F = 0$, son prácticamente coincidentes, lo que significa que el esfuerzo aplicado es muy bajo.

Este hecho se manifiesta claramente en la Tabla 2 ($M = 0,4$) en la que se exponen los valores de F por edad y su valor promedio anual junto al número medio y peso medio discriminados por edades correspondientes a la población durante el período 1981-1990.

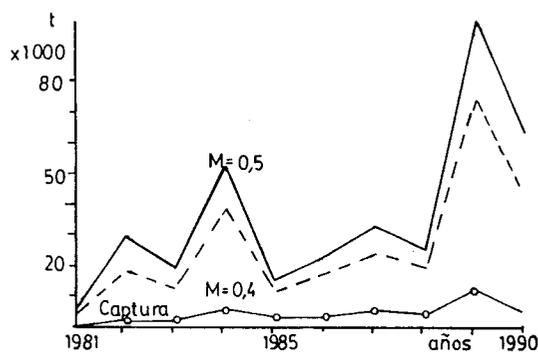


Fig. 1. Evolución de la captura y biomasa ($M = 0,4$ y $0,5$) (Período 1981-1990).

Evolution of captures and biomass ($M = 0,4$ y $0,5$) (1981-1990 Period).

La Figura 1 muestra la evolución de la captura y de la biomasa, para M igual $0,4$ y $0,5$. Se desprende que la captura desembarcada presenta marcadas variaciones, las cuales son producidas por cambios en la accesibilidad de la flota al recurso (Perrotta, 1988 a). Dentro de las causas que actúan produciendo cambios en este factor de la capturabilidad podemos mencionar el desplazamiento de las embarcaciones hacia aguas más profundas y al movimiento de las masas de agua de regiones más oceánicas hacia la costa. Cuando ocurre uno de los efectos mencionados o ambos a la vez, aumenta la probabilidad de sobreposición flota-cardumen, reflejándose esta situación en aumentos de las capturas. Si la disponibilidad de caballas en el área de pesca es abundante y el mercado requiere pocos volúmenes de captura, se produce una disminución del esfuerzo y del área de acción de la flota, de tal manera de evitar que la oferta supere a la demanda. De esta forma, el mercado se convierte en el principal regulador de los desembarques de caballa.

Además, Perrotta (1988 a) analizó en forma secuencial la captura desembarcada para las temporadas 1947/48 a 1974/75 con el objeto de establecer si las fluctuaciones en los desembarques respondían a algún ciclo en particular. Se pudo observar uno principal cada 3 años, y otro secundario cada 1,5 años, coincidiendo en general con años donde el país transitó por crisis y determinada política económica, que incluye la falta de medidas de protección a los productos locales frente a las importaciones, aumentando así los gastos en este rubro. Estas consideraciones sugieren que los estudios pesqueros deben interpretarse dentro del marco económico.

Los mayores valores de biomasa corresponden a las temporadas de pesca 1989 y 1990. En la primera la profundidad media de operación de la flota fue de alrededor de 21 metros, mientras que en la segunda alcanzó los 37 metros; en ambos casos las condiciones del ambiente se mantuvieron propicias para la vida de la caballa, ya que la temperatura media superficial se ubicó por debajo del valor crítico de 20°C correspondiente al efectivo marplatense (Perrotta y Forciniti, 1988;

Tabla 2. Numerosidad, peso y tasas de mortalidad total y pesca por edad y mortalidad por pesca media por cada año de estudio. $M=0,4$.

Number, weight, total mortality and fishing rates per age, and mean fishing mortality for each studied year.

Año 1981.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	6373897	798747	0,400	0,000
2	4131129	962043	0,472	0,072
3	2442538	834023	0,589	0,189
4	1236621	542651	0,796	0,396
5	499845	260326	1,056	0,656
6	135052	79090	1,707	1,307
7+	29879	19400	1,710	1,310
Total	14849000	3496300		

F media = 0,56

Año 1982.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	24953450	3126645	0,402	0,002
2	16463090	3840048	0,431	0,031
3	10273130	3514112	0,519	0,119
4	6291749	2776774	0,457	0,057
5	3934172	2062532	0,484	0,084
6	2362074	1396034	0,541	0,141
7	1314021	845249	0,642	0,242
8+	1378073	977078	0,680	0,280
Total	66970000	18538000		

F media = 0,12

Tabla 2 (continuación).

Año 1983.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	20562340	2575856	0,406	0,006
2	13472880	3141212	0,442	0,042
3	8276135	2829458	0,540	0,140
4	4308696	1890811	0,793	0,393
5	2115431	1107433	0,608	0,208
6	1009814	595039	0,908	0,508
7	412028	264674	0,880	0,480
8+	285489	200276	0,900	0,500
Total	50443000	12605000		

F media = 0,28

Año 1984.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	59612600	7469611	0,402	0,002
2	39025680	9096611	0,449	0,049
3	24937110	8545700	0,447	0,047
4	15291400	6739290	0,539	0,139
5	7921058	4137153	0,807	0,407
6	3478027	2050503	0,845	0,445
7	1128456	722223	1,542	1,142
8+	305589	210859	1,550	1,150
Total	151700000	38972000		

F media = 0,42

Tabla 2 (continuación).

Año 1985.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	24295350	3042467	0,411	0,011
2	14117500	3257888	0,702	0,302
3	7049883	2401421	0,685	0,285
4	3496358	1536170	0,722	0,322
5	1539623	802819	0,950	0,550
6+	922359	568902	1,000	0,600
Total	51421000	11610000		

F media = 0,35

Año 1986.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	29170910	3654651	0,404	0,004
2	18936670	4411259	0,464	0,064
3	10763110	3666105	0,687	0,287
4	5718763	2519260	0,565	0,165
5	3049853	1594772	0,707	0,307
6	1379185	812703	0,907	0,507
7	446129	285659	1,456	1,056
8+	131673	90932	1,500	1,100
Total	69596000	17035000		

F media = 0,44

Tabla 2 (continuación).

Año 1987.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	45937280	5755844	0,403	0,003
2	28041780	6496964	0,601	0,201
3	15963950	5460875	0,518	0,118
4	7519770	3285451	1,058	0,658
5	2991409	1563639	0,739	0,339
6	1604688	948869	0,481	0,081
7	888487	571245	0,726	0,326
8	249280	169468	2,141	1,741
9+	33065	23654	2,150	1,750
Total	103230000	24276000		

F media = 0,58

Año 1988.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	34416500	4313037	0,400	0,000
2	22439670	5228246	0,460	0,060
3	12949100	4413858	0,658	0,258
4	6805061	2994787	0,625	0,225
5	2671273	1386412	1,366	0,966
6	839867	495108	0,855	0,455
7	285355	182765	1,405	1,005
8+	86905	60016	1,500	1,100
Total	80494000	19074000		

F media = 0,73

Tabla 2 (continuación).

Año 1989.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	122330700	15329670	0,401	0,001
2	80290680	18718210	0,445	0,045
3	50339680	17230820	0,493	0,093
4	28224850	12409110	0,683	0,283
5	14763810	7729169	0,605	0,205
6	5051366	2957005	1,762	1,362
7	922872	590487	1,593	1,193
8+	250165	172761	1,500	1,100
Total	302170000	75137000		

F media = 0,75

Año 1990.

Edad	N medio	Peso medio (kg)	Z	F
1	61590950	7718262	0,401	0,001
2	40743140	9504769	0,428	0,028
3	26277530	9004127	0,451	0,051
4	16159770	7123338	0,528	0,128
5	8759715	4579953	0,717	0,317
6	4493317	2654214	0,606	0,206
7	2008638	1288915	1,067	0,667
8	718168	490414	0,974	0,574
9	241959	172588	1,252	0,852
10+	97032	72138	1,250	0,850
Total	161090000	42609000		

F media = 0,37

Tabla 3. Estimación de la contribución del reclutamiento (expresado en porcentaje de biomasa total y número) y crecimiento (expresado en porcentaje de biomasa total) por cada año de estudio.

Estimation of contribution by recruitment (expressed as a percentage of total biomass and number) and growth (expressed as a percentage of total biomass) for each studied year.

Año	Reclutamiento al área		Biomasa (ton)	Crecimiento
	%	N		
1981	28,8	7719006	615	71,2
1982	26,9	30335830	2416	73,1
1983	28,1	25013820	1992	71,9
1984	27,4	72269830	5756	72,6
1985	31,0	29589400	2357	69,0
1986	28,6	35409520	2820	71,4
1987	29,7	55753600	4441	70,3
1988	28,7	41711880	3322	71,3
1989	27,8	150000000	1182	72,2
1990	27,0	74801700	5958	73,0

Perrotta *et al.*, 1990 b; Izzo y Boccanfuso, en el presente volumen). Consideramos por lo tanto que el aumento de la biomasa se debió a cambios en la capturabilidad dada por un mayor desplazamiento de los cardúmenes hacia el área de pesca y posiblemente a una mejor detección de los mismos debido a la paulatina incorporación en las embarcaciones de equipos electrónicos de detección y comunicaciones (Izzo y Boccanfuso, en el presente volumen).

Por otra parte, las estimaciones de biomasa y rendimiento máximo sostenible (RMS) calculadas para el período 1981-1984 (Jones, 1982 y Gulland, 1969, en Perrotta, 1990), con $M = 0,53$ y $0,33$ dio como resultado que el recurso estaba en estado de subexplotación. En este período el valor del F óptimo se encontró por debajo de la F media aplicada por la flota.

En la Tabla 3 se puede observar que de las características poblacionales que contribuyen al aumento de biomasa, el crecimiento es el que

tiene un mayor aporte. Es interesante destacar que la caballa marplatense posee un rápido crecimiento en el primer año de vida, alcanzando en esta etapa alrededor del 60% de su longitud asintótica (Castello y Cousseau, 1970). De esta manera, el aporte de la edad 1 (edad de reclutamiento a la pesquería) a la biomasa total es muy importante. Según la tabla anterior, el porcentaje en número oscila entre el 27 y 31%.

En cuanto a las muertes en su mayoría son producidas por la mortalidad natural comparativamente al efecto que ejerce la pesca (Tabla 4).

Análisis de Rendimiento por Recluta y Sensibilidad.

En la Figura 2 se representan las curvas obtenidas para las dos últimas temporadas de pesca estudiadas y cada valor de M de 0,40 y 0,50. Estas curvas para cada nivel son semejantes. Tanto

en las temporadas que se muestran en los gráficos como en el resto, el máximo se encuentra por sobre el rango de mortalidad por pesca considerado, de $F = 2,0$ encontrándose el óptimo por debajo de este valor con excepción de las temporadas 1982 y 1983 (Tabla 5), destacadas por los más bajos niveles de captura del período estudiado (Fig.1).

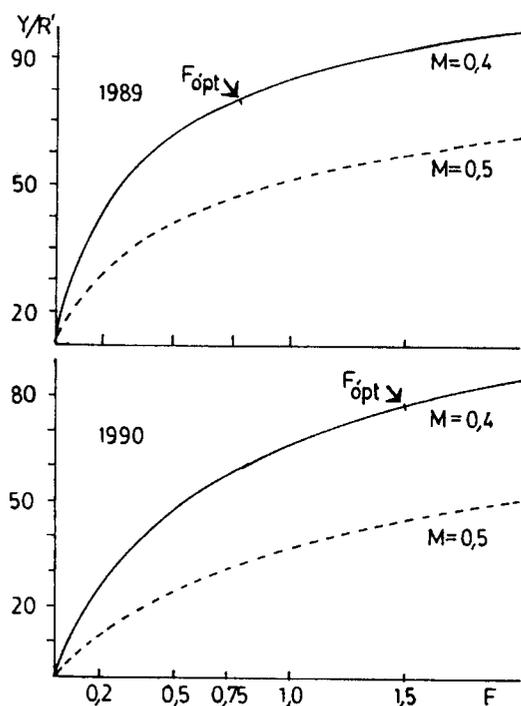


Fig. 2. Curvas de Rendimiento por Recluta correspondientes a los años 1989 y 1990.
Yield per Recruit analysis curves for the corresponding 1989 and 1990 years.

Los resultados indicados ponen de manifiesto el estado de subexplotación en el que se encuentra el efectivo.

El gradual incremento del Y/R' en las temporadas de pesca estudiadas con diferentes valores de M al aumentar el esfuerzo, considerando constante la edad de primera captura, se interpreta por consiguiente como una selectividad óptima del arte de pesca empleado.

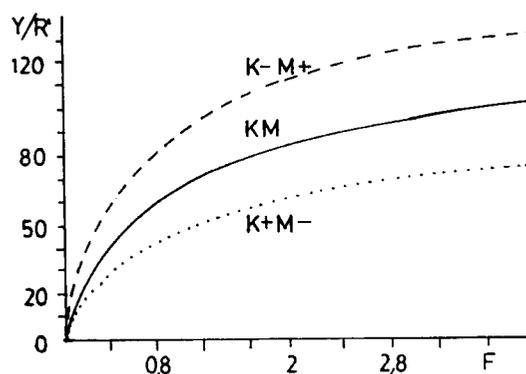


Fig. 3. Curvas del análisis de sensibilidad sobre Y/R' .
Sensitivity analysis curves of the Y/R' .

Tabla 4. Porcentaje de mortalidad natural y pesca por año de estudio.

Percentage of natural and fishing mortality for each studied year.

Año	% mortalidad natural	% mortalidad pesca
1981	65,30	34,70
1982	82,70	17,30
1983	71,10	28,90
1984	74,10	25,90
1985	60,90	39,10
1986	68,90	31,10
1987	64,90	35,10
1988	65,90	34,10
1989	70,70	29,30
1990	77,40	22,60

El análisis de sensibilidad correspondiente a la temporada 1990 realizado con respecto a los parámetros de manera individual y conjunta (M y k) sobre los resultados de Y/R' , se muestra en la Tabla 6. Los valores expuestos en esta Tabla evidencian la importancia individual que tienen los parámetros L_{∞} , k y b en las estimaciones. También se comprueba que el modelo Y/R' es muy sensible a pequeñas variaciones del coeficiente de alometría de la relación longitud/peso ya que tiene un efecto muy marcado sobre los cálculos.

Tabla 5. Mortalidad por pesca óptima por año de estudio.
Optimal fishing mortality for each studied year.

Año	Mortalidad por pesca óptima
1981	0,65
1982	> 2
1983	> 2
1984	0,93
1985	1,06
1986	1,03
1987	0,93
1988	0,83
1989	0,75
1990	1,52

Tabla 6. Resultado del Análisis de Sensibilidad sobre Y/R', cambiando L_{∞} , k y M en un 10 % y b en un 5 % (+ sobrestimación y - subestimación). Los porcentajes de variación son respecto al valor original.

Sensitivity Analysis on the Y/R', changing L_{∞} , k and M at a 10 % and b at a 5 % (+ overestimation and - underestimation). In brackets is the percentage of variation with respect to the original value.

Valor original del Y/R' = 66,51 gr/ind

Parámetro		Y/R'	Porcentaje variación
L_{∞}	+	86,94	(31)
k	-	60,17	(-9)
	+	72,14	(9)
b	-	39,90	(-40)
	+	110,91	(67)
M	-	66,35	(-2)
	+	61,5	(7)

La Figura 3 muestra las curvas de los Y/R' variando k y M.

Las posibles diferencias que puedan existir en los parámetros delimitan una zona de explotación del recurso, en la que la situación del mismo permanece siendo la de subexplotación.

CONCLUSIONES

Los valores semejantes en las edades y tallas medias calculadas a partir de las capturas durante el período de estudio y su similitud para el caso de un estado virginal de la población, indican un esfuerzo pesquero bajo y por consiguiente la subexplotación del efectivo. Igual resultado se deduce a partir del análisis del Rendimiento por Recluta, que permite además poner de manifiesto la selectividad adecuada del arte de pesca.

El estudio de sensibilidad muestra que a pequeñas variaciones de los parámetros de crecimiento en longitud y del coeficiente de alometría de la relación longitud-peso se producen cambios importantes en los resultados del modelo Y/R'. Esto resalta el significado de la precisión de la estimación de estos parámetros, dependiendo la misma de un muestreo, en número y calidad adecuado, como así también de una correcta asignación de la edad.

Las variaciones de la captura son dependientes de los cambios en la capturabilidad y ésta depende de los desplazamientos de la flota que es función de variables económicas y de la temperatura del agua en regiones cercanas a la costa, donde se desarrolla la pesquería. Es por lo tanto necesario un seguimiento regular de estos factores porque su desconocimiento puede llevar a información errónea sobre el estado del recurso.

Finalmente se destaca la posibilidad de una expansión de la pesquería hacia áreas más distantes de Mar del Plata, dado que la actual es restringida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a los investigadores del INIDEP que participaron en la elaboración de parte de la información que es utilizada en el presente estudio y que constituyen los registros históricos que almacena regularmente esta Institución.

Hacemos lo propio con las autoridades del Ministerio de Educación y Ciencia de España y del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (CSIC-ICM) por la oportunidad que nos brindó en trabajar en esta Institución, donde se llevó a cabo este trabajo y al Dr. J. Lleonart (CSIC-ICM), director de beca otorgada por dicho Ministerio a uno de los autores por su valiosa ayuda.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELESCU, V. & COUSSEAU, M. B. 1980. Caballa. *En*: COUSSEAU, M. B. (Ed.). Informe sobre el muestreo bioestadístico de desembarque de pescado en el puerto de Mar del Plata. Período enero 1975-diciembre de 1979. Mar del Plata (Argentina). Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 391: 1-85.
- CASTELLO, J. P. & COUSSEAU, M. B. 1970. Observaciones sobre la caballa en las temporadas de pesca 1969 a 1975 (Pisces, *Scomber japonicus marplatensis*. Physis, Buenos Aires, 35 (91): 195-203.
- COUSSEAU, M. B.; ANGELESCU, V. & PERROTTA, R. G. 1987. Algunas características de la estructura y el comportamiento migratorio de los cardúmenes de caballa (*Scomber japonicus marplatensis*) en la plataforma bonaerense (Mar Argentino). Período 1965-1984. *Rev. Invest. Des. Pesq., Mar del Plata*, 7: 7-42.
- FORCINITI, L.; PERROTTA, R. G. & BERTOLOTTI, M. I. 1988. Algunas consideraciones sobre las fluctuaciones del desembarque de peces pelágicos en el puerto de Mar del Plata durante el período 1961-1985. *En*: COUSSEAU, M. B. (Ed.). Estudio sobre la etapa extractiva de algunas especies desembarcadas en el puerto de Mar del Plata. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 616: 47-61.
- GAGLIARDI, R. & COUSSEAU, M. B. 1970. Estudios biológico - pesqueros sobre la caballa (*Scomber japonicus marplatensis*). *Inf. Téc. Proy. Des. Pesq., Mar del Plata*, N° 28: 1-33.
- GULLAND, J. A. 1969. Manual of methods of fish population analysis. *FAO Fish Biol. Tech. Pesq.*, N° 40.
- IZZO, A. & BOCCANFUSO, J. En el presente volumen. Características de la red de cerco "tipo Lampara" y algunos comentarios sobre la flota que la utiliza en la pesca de caballa.
- LLEONART, J. & SALAT, J. 1992. VIT Programa de análisis de Pesquerías. *Inf. Téc. Scientia Marina, Barcelona*, N° 168-69: 116 pp.
- PERROTTA, R. G. 1987. Estudio Biológico-Pesquero de la caballa (*Scomber japonicus marplatensis*) en el área marplatense y zona adyacente. Tesis doctoral. Biblioteca de la Facultad de Cs. Nat. y Museo-Universidad Nac. de La Plata, Paseo del Bosque, s/n. La Plata, Argentina, 134 pp.
- PERROTTA, R. G. 1988 a. Caballa. Parte I. Sobre algunas características ambientales relacionadas con la presencia de caballa, análisis del desplazamiento de la flota y del esfuerzo de pesca. *En*: M. B. COUSSEAU (Ed.). Estudio sobre la etapa extractiva de algunas especies desembarcadas en el puerto de Mar del Plata. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 616: 3-38.
- PERROTTA, R. G. 1988 b. Acerca del poder de pesca y capturabilidad en la pesquería de caballa (*Scomber japonicus*) de Mar del Plata. *Rev. Invest. Des. Pesq., Mar del Plata*, 8: 55-71.
- PERROTTA, R. G. 1990. Caballa. Parte II. Algunos aspectos de la dinámica poblacional del efectivo explotado en el área marplatense. *En*: COUSSEAU, M. B. (Ed.). Informe sobre el muestreo bioestadístico de desembarque en el puerto de Mar del Plata. Período enero de 1980-diciembre de 1985. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 585: 66-82.
- PERROTTA, R. G. 1992. Growth of mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) from the Buenos Aires-north patagonian region (Argentine sea). *Scient. Mar., Barcelona*, 56 (1): 7-16.
- PERROTTA, R. G. & AUBONE, A. 1991. De nuevo sobre la morfometría de la caballa (*Scomber japonicus*). *Frente Marítimo, Montevideo*, 8, Sección A: 37-42.
- PERROTTA, R. G.; FORCINITI, L.; COUSSEAU, M. B. & HANSEN, J. E. 1990 a. Caballa. Parte I. Cálculo de los parámetros de crecimiento, estimación de las tasas de mortalidad y análisis de otros aspectos biológicos del efectivo marplatense. *En*: M. B. COUSSEAU (Ed.).

- Informe sobre el muestreo bioestadístico de desembarque en el puerto de Mar del Plata. Período enero de 1980-diciembre de 1989. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 585: 43-65.
- PERROTTA, R. G.; AUBONE, A. & SÁNCHEZ, F. 1990 b. Estudio comparado de los caracteres morfométricos y merísticos de la caballa (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) (Teleostei: Scombridae) del sur de Brasil y del área marplatense (Mar Argentino). *Scient. Mar.*, Barcelona, 54 (1): 47-53.
- PERROTTA, R. G. & FORCINITI, L. 1988. Caballa. Parte II. Un análisis del esfuerzo de pesca a partir de las observaciones registradas con una lancha costera. *En*: M. B. COUSSEAU (Ed.). Estudio sobre la etapa extractiva de algunas especies desembarcadas en el puerto de Mar del Plata. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 616: 39-46.
- TAYLOR, C. C. 1962. Growth equation with metabolic parameters. *J. Int. Explor. Mer.*, 27: 270-286.