

Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero

Nº 3 - Noviembre 1982

Director: Cap. de Navío (RE) ALBERTO OSCAR CASELLAS

Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*)

RICARDO G. PERROTTA *

SUMMARY

The polaca (*Micromesistius australis*) is a typical fish from the cold Malvinas current (temperatures between 3° and 10° C), living mainly in deep water layers of the patagonian shelf and in the oceanic region, close to the continental slope. The species is found in depths between 90 and 800 m and in latitudes from 37° 40' to 50° S during winter and spring and from 42° S to 55° S during summer time, over the patagonian shelf and Burdwood Bank. One part of the stock reaches the southern region of the Scotia Sea, the western South Georgias and eastern South Shetland Islands.

The maximum concentration was found around Malvinas Islands.

The length distribution in the samples varied between 15 and 63 cm for both sexes. Between 48° S and 54° S, juveniles of this species were found. Specimens of less than 36 cm were always found in depths deeper than 200 m and in water layers with temperatures ranging between 4° and 6° C. The increase of the frequency of larger adults was related with higher temperatures and smaller depths. In waters deeper than 300 m the proportion of females is higher than that of males.

The reproduction area of polaca extends beyond the slope in the west and north of the Malvinas Islands; with temperatures ranging from 4.78° to 5.55° C and salinities from 33.30 to 34.17 ‰.

The winter, spring and summer trophic spectrum of polaca is composed by food species of the class Crustacea (Euphasiidae) and other complementary items, like Cephalopoda (Loliginidae and Ommastrephidae) and Pisces (Myctophidae).

The proportion of the crustaceans is larger in waters deeper than 200 m and the greater trophic spectrum composition depends on the size of the specimen (being greater for those smaller 36 cm) and of the season of the year as it increases in summer.

The dominant food species are Euphausia spp.

The polaca is mainly a carcinophagous fish and may be found in a 3-4 trophic level, being one of the main food sources for primary and secondary ichthyophagous fishes (*Macrouronus magellanicus*, *Merluccius hubbsi*, *Merluccius polylepis*).

The length-weight relationship is:

$$\begin{aligned} \ln P &= -5.5466 + 3.1114 \ln L & r &= 0.9160 \text{ (males)} \\ \ln P &= -6.8369 + 3.4399 \ln L & r &= 0.8717 \text{ (females)} \\ \ln P &= -6.4061 + 3.3311 \ln L & r &= 0.8917 \text{ (Total)} \end{aligned}$$

The first maturity length is 35 cm for the males and 36 cm for females.

The polaca spreads over 110703 Nm² in winter, 112451 Nm² in spring and 114942 Nm² in summer.

* Investigador del INIDEP.

INTRODUCCION

Entre los meses de abril de 1978 y abril de 1979, los buques de investigación alemán "Walther Herwig" y japonés "Shinkai Maru" realizaron una serie de campañas en el Mar Argentino con el objeto de estudiar los recursos pesqueros y determinar su potencial, ante las perspectivas de un futuro desarrollo de las pesquerías en la región patagónica sur. Dentro de este sector, la polaca (*Micromesistius australis*) constituye por su abundancia y ubicación dentro de la cadena trófica una de las especies más importantes, haciéndose necesario intensificar los estudios tendientes a definir aspectos de su dinámica poblacional.

Diversos autores han estudiado esta especie. Hart (1946), sobre la base de los datos aportados por el R.R.S. "William Scoresby", R.R.S. "Discovery I" y el R.R.S. "Discovery II", realizó estudios sobre la estructura biológica y alimentación. Angelescu (1960) determinó el límite sur de la especie en el sector patagónico. Hamamura (1971), con datos recolectados en las campañas del B/I japonés "Kaiyo Maru" (1969) realizó estudios sobre la distribución, estructura de tallas, edad y la relación entre el largo total y el peso de la gónada. Shubnikov (1969), Shust (1971) y otros autores rusos efectuaron investigaciones sobre distribución, reproducción, estructura de tallas, y analizaron las posibilidades de una explotación comercial de la especie. Estos estudios comprendieron el sector del talud patagónico y aguas subantárticas; los datos básicos de estos trabajos fueron obtenidos de las campañas realizadas por el B/I "Akademic Knipovich". López y Bellisio (1974) aportaron nuevos conocimientos sobre la distribución, estructura de tallas y abundancia, sobre la base de los datos obtenidos en las campañas del B/I alemán "Walther Herwig I" que operó en nuestra plataforma en el año 1966. Weiss (1974) analizó los estadios larvales de esta especie y comparó la "polaca" con el "blue whiting" del hemisferio norte. Otero (1976/77/80) realizó estudios sobre distribución, estructura de tallas, alimentación, relación largo total-peso y la abundancia del recurso para las distintas épocas del

año. Inada y Nakamura (1975) citan a la polaca como la subespecie *Micromesistius australis australis*, al comparar las poblaciones de Nueva Zelanda y Patagonia.

El presente trabajo describe la distribución de la polaca durante las temporadas de invierno, primavera y verano, las áreas de concentración y analiza aspectos de su dinámica poblacional, a través de lo cual será factible llegar a un acabado conocimiento del recurso y propender a la explotación racional del mismo.

MATERIAL Y METODOS

Los datos básicos del presente trabajo fueron obtenidos en las campañas efectuadas por el B/I japonés "Shinkai Maru" y el B/I alemán "Walther Herwig". Ambos buques son arrastreros por popa cuyas características se detallan en el trabajo de Otero *et al.* (1980). El buque japonés operó entre el 10 de abril de 1978 y el 11 de abril de 1979, mientras que el buque alemán lo hizo entre el 6 de mayo y 21 de noviembre de 1978. La superficie investigada por ambos buques casi coincidió en su totalidad. El buque alemán operó al sur del paralelo de 35° S hasta los 55° S, y el buque japonés lo hizo al sur de los 36° S y hasta los 55° S.

Las estaciones de muestreo de las campañas se fijaron de acuerdo con diferentes metodologías. El buque japonés utilizó el método de estaciones predeterminadas por grado de latitud y longitud, mientras que en el alemán las estaciones se establecieron mediante el método de muestreo estratificado al azar (stratified random sampling) en relación a la batimetría del fondo marino.

La metodología de muestreo utilizada por ambos buques y el método de área barrida con el cual se determinaron las densidades y áreas de concentración son desarrollados en el trabajo "Los recursos pesqueros demersales del mar Argentino. Parte IV. Distribución, áreas de concentración, biomasa y rendimiento potencial de diferentes especies comerciales" (Otero *et al.*, *Op. cit.*).

Con el fin de determinar posibles cambios en las características y aspectos ecológicos de la

especie durante el año, las campañas se agruparon por temporadas, como muestra el siguiente cuadro:

	Invierno	Primavera	Verano
"Shinkai Maru" ...	2-3-4 y 5	7	9-10 y 11
"Walther Herwig" .	1-2-3 y 4	5 y 6	

Las distribuciones y áreas de mayores concentraciones se consideraron sobre la base de los datos aportados por el B/I "Shinkai Maru" ya que, al haber operado un año completo, permitió un análisis secuencial en las investigaciones. En la primavera, el área investigada por el buque japonés sólo abarcó desde los 37° a 45° S, lo cual hizo conveniente considerar en este caso las áreas de mayores concentraciones obtenidas por el buque alemán.

La distribución total de la especie en cada época del año fue ajustada, comparando los datos aportados por ambos buques. Con tal propósito se utilizaron los valores de temperatura y salinidad de fondo con el fin de estudiar su influencia en la distribución de la especie.

Los histogramas de frecuencia de largo se realizaron sobre la base de 4.865 individuos muestreados en la época invernal, 3.423 en la primavera y 3.426 en la época estival. Se analizó la tendencia de los porcentajes de estadios sexuales a lo largo del año, y se calculó el largo de primera madurez. Para el estudio de los estadios sexuales se analizaron 1.000 individuos correspondientes a la temporada invernal, 415 para la primavera y 919 para la temporada estival.

Con el objeto de establecer posibles variaciones del espectro trófico de la polaca, se agruparon los ejemplares por temporada, según la talla y profundidad, considerando aquellos menores e iguales a 36 cm como juveniles y los mayores como adultos. Se calculó el porcentaje de grupos sistemáticos presentes en los estómagos de ambos sexos, muestreándose 534 individuos para la temporada invernal, 470 para la primavera y 932 para la temporada estival.

La relación largo total/peso se realizó sobre 324 individuos (176 machos y 148 hembras) descartándose aquellos menores de 40 cm por falta de aparatos adecuados a bordo para pesarlos.

RESULTADOS

1. Áreas de concentración. Ubicación y estructura biológica

Para el estudio de la estructura de tallas, los datos básicos se agruparon en clases de largo de 3 cm, analizándose por áreas de concentración (mayores de 10 Tn/Mn²).

La proporción de sexos se realizó por profundidad, dadas las fluctuaciones que se observaron dentro de cada área de concentración.

Durante la temporada invernal, la especie se distribuyó sobre una superficie de 110.703 Mn² (Figura 1). Las áreas de concentración se ubicaron al noreste (área 1), noroeste (área 2) y sudoeste (área 3) de las Islas Malvinas; sobre el talud continental y aguas profundas próximas a él,

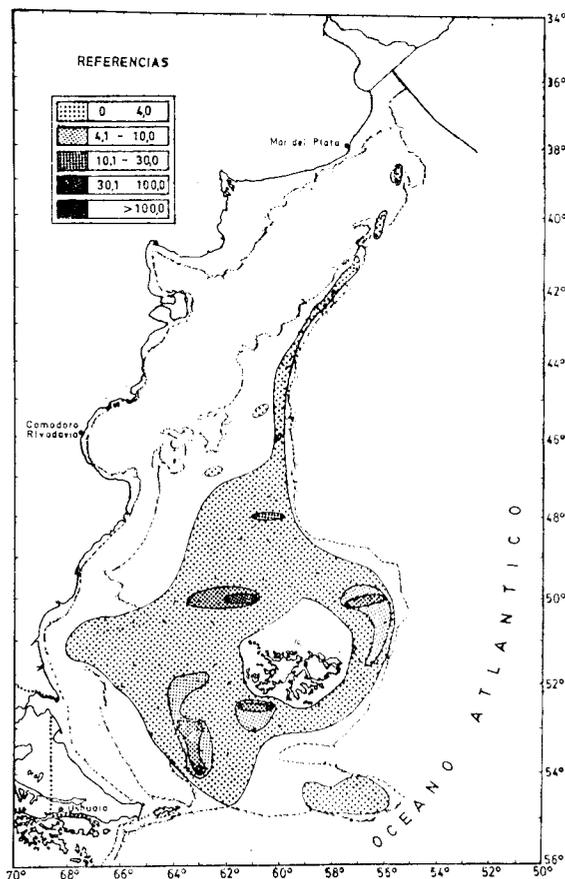


Figura 1: Distribución de la polaca durante la temporada invernal (según datos "S. Maru" y "W. Herwig"). Densidad en Tn/Mn².

entre los 51° 50' y 54° 20' S (área 4) y a la latitud de 48° S, entre los 200 y 1.000 metros de profundidad (área 5).

Estas áreas estuvieron integradas fundamentalmente por ejemplares adultos cuyas tallas más frecuentes oscilaron entre 48 y 54 cm (Figura 2, A a F). La mayor frecuencia correspondió a individuos de 51 cm, exceptuando las áreas 2 y 3 donde las clases modales fueron de 54 y 48 cm, respectivamente (Figura 2, B y E). Los ejemplares juveniles de la especie se encontraron al nordeste de las Islas Malvinas a densidades menores de 10 Tn/Mn² y a profundidades mayores de 200 m, donde la temperatura varía entre 4° y 6° C (Fig. 3, B a D), constituyendo el 73% de los individuos muestreados. También se detectaron, aunque en menor proporción, en aguas adyacentes al talud, entre los 53° y 54° S (Figura 3, E) y al oeste del Banco Burdwood (Figura 3, F). Al este de dicho banco, en cambio, las tallas correspondían a individuos adultos (Figura 3, A).

El análisis de la proporción de sexos con la profundidad, permite destacar una tendencia a la separación en el plano vertical de los mismos. Los machos son más numerosos en aguas menos profundas, mientras que las hembras alcanzan mayores profundidades, tal como puede observarse en el cuadro siguiente:

Profundidad (metros)	Machos	Hembras
100-199	1,3	1
200-299	2,1	1
300-399	1	1,3
≥ 400	1	1,8

Durante la primavera, la especie se distribuyó sobre una superficie de 112.415 Mn² (Figura 4). Las áreas de mayores concentraciones se ubicaron al noreste (área 1), noroeste (área 2) y sudoeste (área 3) de las Islas Malvinas, sobre la plataforma, talud y aguas adyacentes a él, entre 51° 40' y 52° 40' S (área 4) y una pequeña área al sur de las Islas Malvinas (área 5).

Como en la distribución invernal, en estas áreas prevalecieron los individuos adultos de 48 a 54 cm (Figura 5, A a E). La mayor frecuencia se registró en la clase de largo de 51 cm, exceptuando el área 5, cuya clase modal fue de 48 cm (Figura 5, C). Al norte de los 45°S se registró un aumento de las tallas, con un modo en los

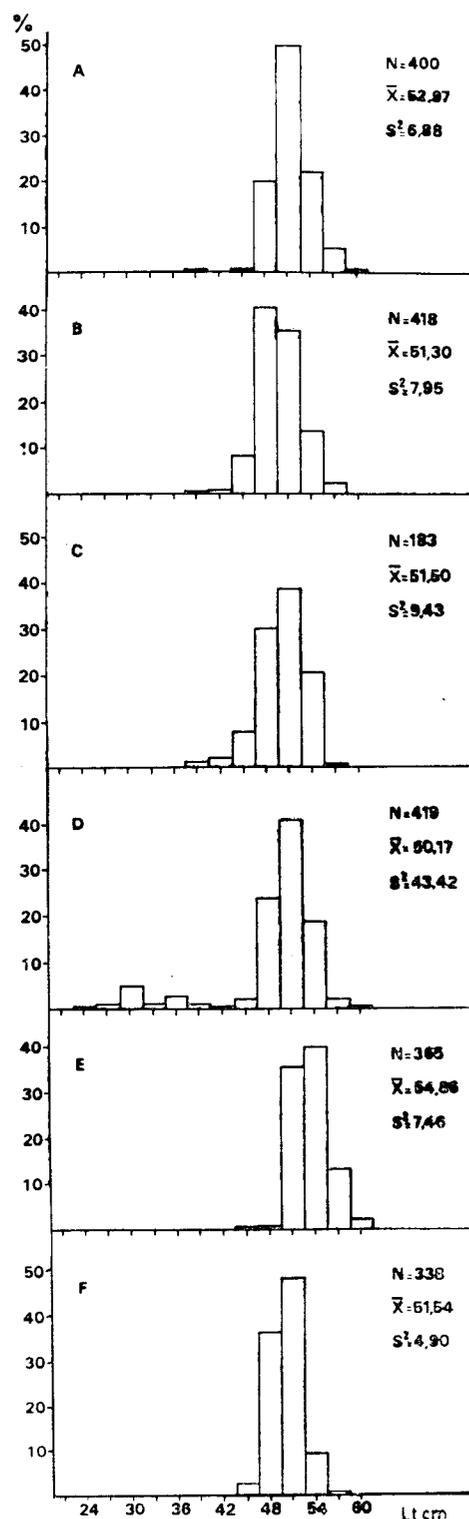


Figura 2: Distribución de frecuencias de largo por áreas de concentración invernal.

54 cm (Figura 6, A). Sobre el Banco Burdwood, la mayor frecuencia se encontró en 51 cm (Figura 6, B).

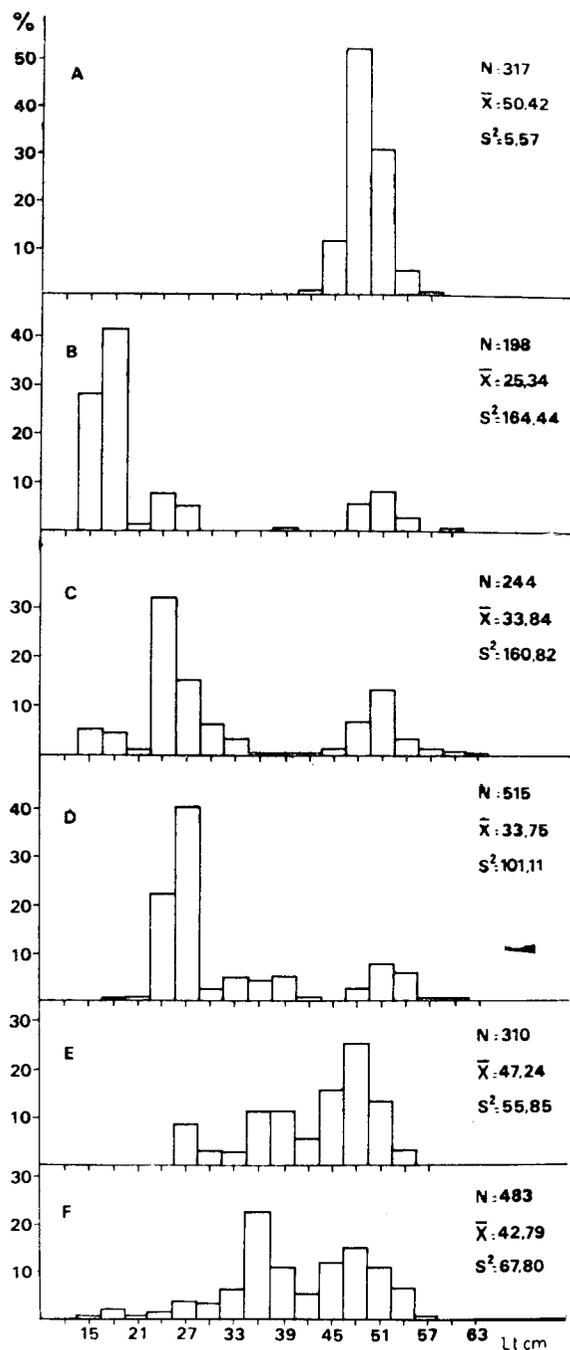


Figura 3: Distribución de frecuencia de largo al Oeste del banco Burdwood y de ejemplares juveniles; durante la temporada invernal.

Los individuos juveniles se hallaron en los 54° 50' S en aguas próximas al talud continental con densidades menores de 10 Tn/Mn², representando el 35 % de los individuos muestreados y en menor proporción al norte de las Islas Malvinas (Figura 6, C y D). En ambos casos, a profundidades mayores de 200 m y a temperaturas entre 5,11° a 5,34° C. En el cuadro siguiente, se analizó la proporción de sexos en función de la profundidad.

Profundidad (metros)	Machos	Hembras
100-199	1,8	1
200-299	2,3	1
300-399	1	1,6
≥ 400	1	3,3

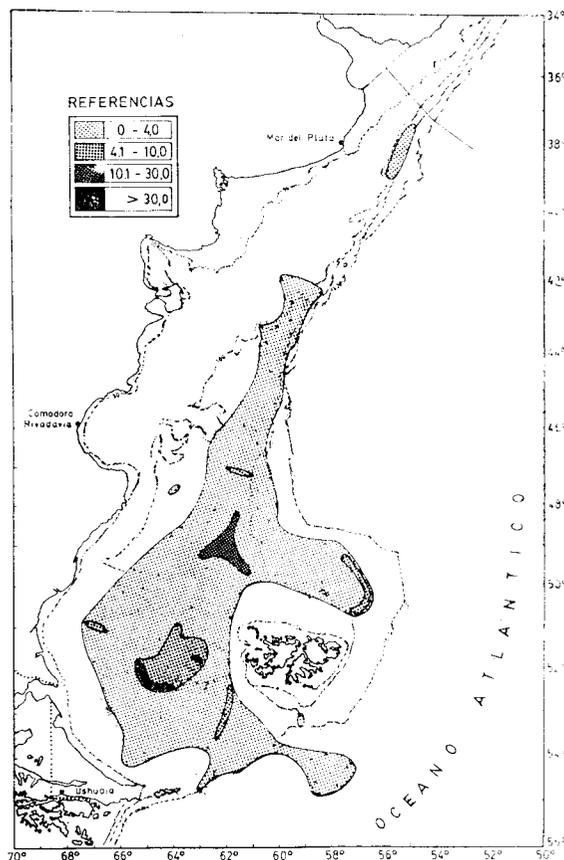


Figura 4: Distribución de la polaca durante la temporada de primavera. (Según datos del "W. Herwig" y "S. Maru".) Densidad en Tn/Mn².

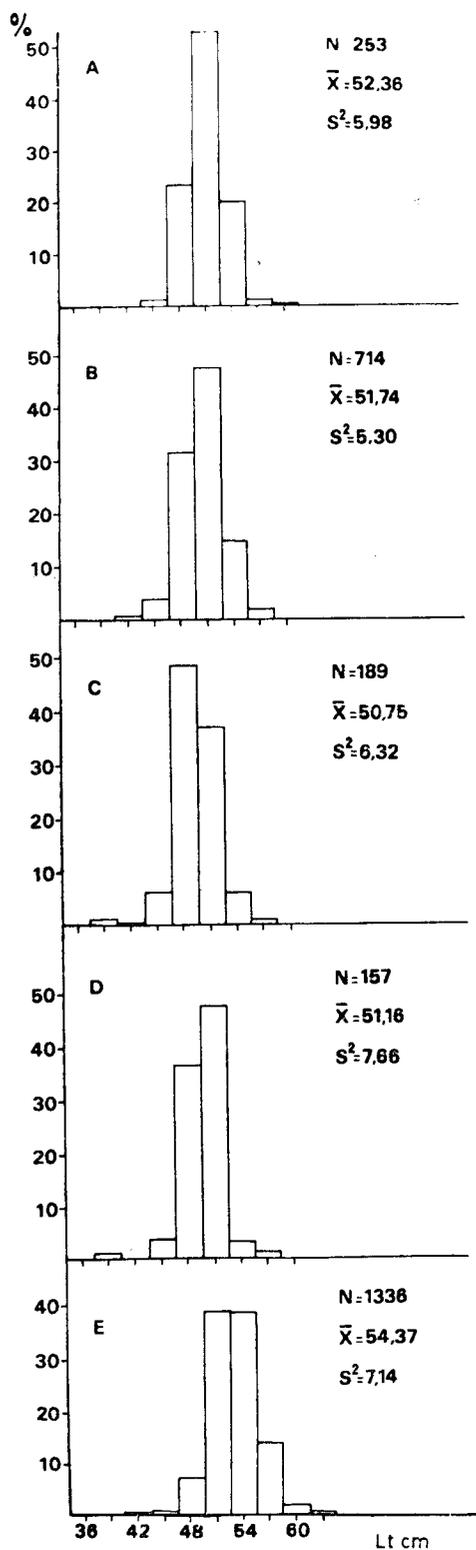


Figura 5: Distribución de frecuencias de largo por área de concentración en la época de primavera.

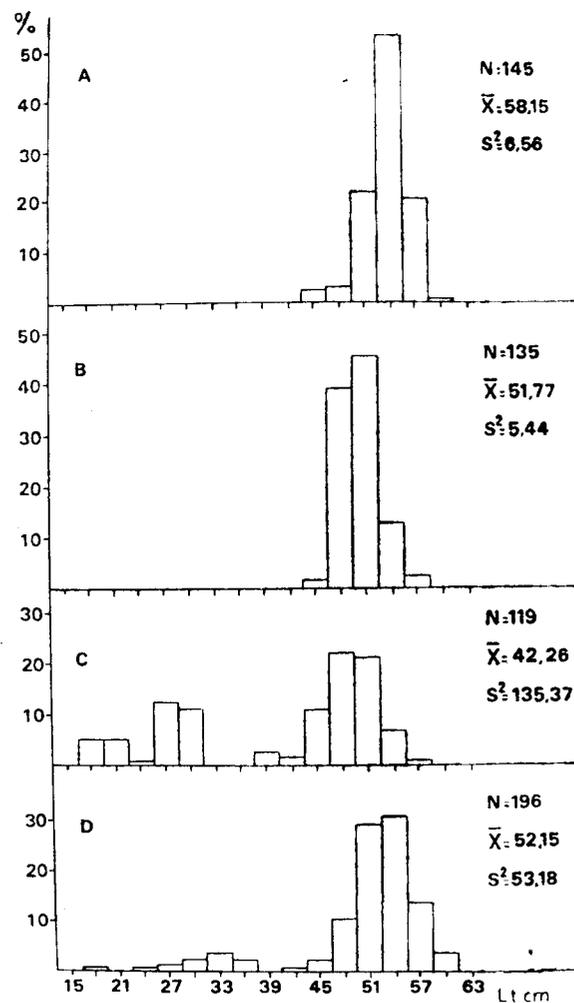


Figura 6: Distribución de frecuencias de largo al Norte de los 45° S, en el Banco Burdwood y ejemplares juveniles, durante la época de primavera.

Se observa que las hembras se encontraron en mayor número, a profundidades superiores a los 300 metros.

Durante la temporada estival, la distribución de la especie cubrió una superficie de 114.942 Mn² (Figura 7). Las mayores concentraciones se situaron al noreste (área 1), oeste y noreste (área 2) y sudoeste (área 3) de las Islas Malvinas y entre los 46° y 49° S en torno a la isobata de 200 m (área 4) y sobre el Banco Burdwood, cercano a la isobata de 100 m (área 5). Estas áreas, como en invierno y primavera, estuvieron principalmente representadas por individuos adultos, de 48 a 51 cm (Fig. 8, A a C), mientras que al

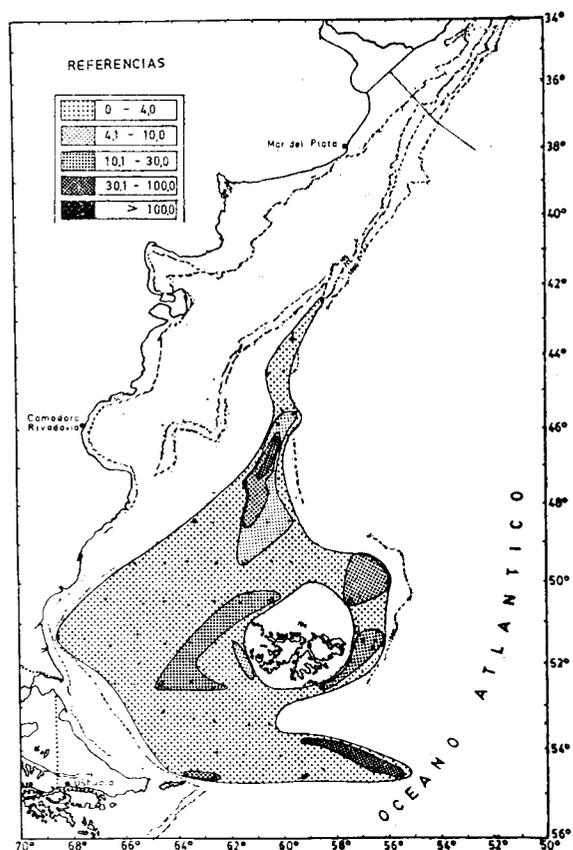


Figura 7: Distribución de la polaca durante la temporada estival. (Según datos del "S. Maru" y "W. Herwig".) Densidad en Tn/Mn².

norte de los 46° S a concentraciones menores de 10 Tn/Mn², se observa un corrimiento de la distribución hacia tallas mayores (Fig. 8, D).

Los ejemplares juveniles se distribuyeron al noreste de las Islas Malvinas, representando el 23 % de los individuos muestreados (Fig. 8, E y F). Estos ejemplares se encontraron a profundidades con temperaturas de 4° C.

En esta temporada, los porcentajes de hembras y machos guardan la misma relación en cuanto a su distribución batimétrica que en el invierno, tal como se observa en el cuadro siguiente:

Profundidad (metros)	Machos	Hembras
100-199	1,9	1
200-299	1	1
300-399	1	1
≥ 400	1	2,5

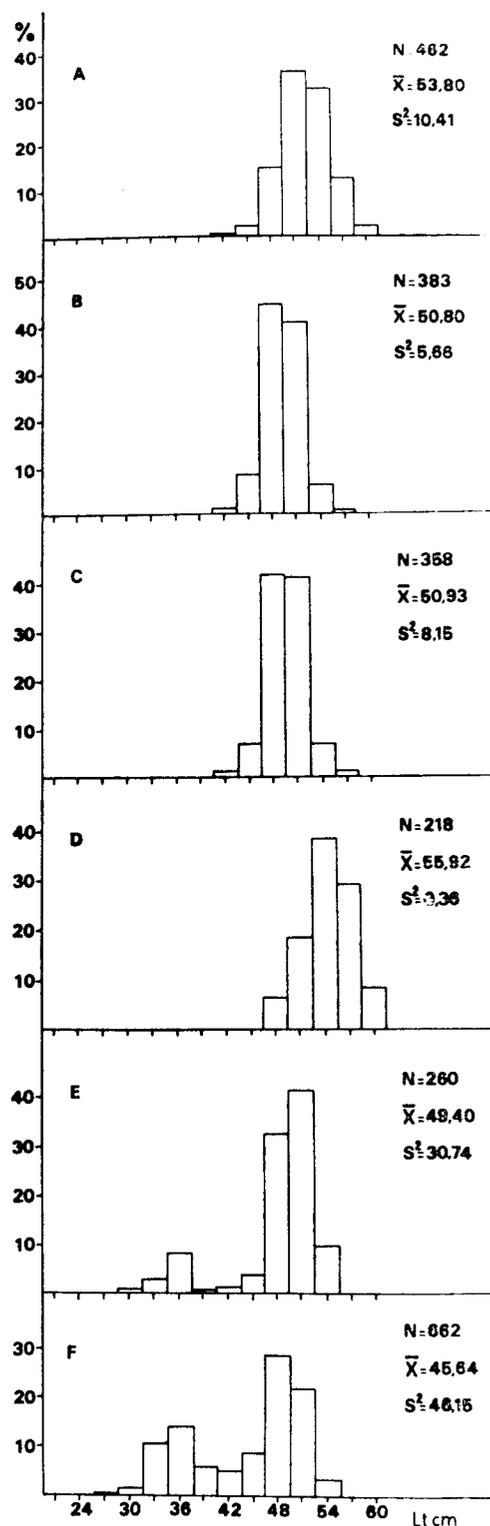


Figura 8: Distribución de frecuencias de largo durante la temporada estival.

2. Alimentación y relación largo total/peso.

Las investigaciones sobre alimentación en la polaca se iniciaron con Hart (*Op. cit.*), el cual estableció que el alimento principal estaba constituido por anfípodos hipéridos y eufáusidos. Merret (1963), Mikheyev (1967) y Shubnikov *et al.* (*Op. cit.*) mencionan que la polaca en el Mar de Scotia se encuentra únicamente pelágica y está estrechamente relacionada a la extensión vertical del Krill (*Euphasia superba*), alimentándose exclusivamente de esta especie. López y Bellisio (*Op. cit.*) definen la alimentación de la polaca como constituida principalmente por eufáusidos pelágicos y anfípodos hipéridos. Otero (*Op. cit.*), al estudiar el aspecto trófico de esta especie durante la época estival, determinó que los principales componentes de la dieta estaban representados por las especies de la clase Crustacea (*Euphausiidae*, *Hiperiidae* y *Mysidacea*) y en menor proporción por las de la clase Thaliacea y la subclase Osteichthyes (mictófidis);

considerando el hábitat trófico de la polaca correspondiente a la región pelágica.

Del total de estómagos analizados, el 55,21 y 27 % estaban vacíos, correspondiendo dichos porcentajes a las temporadas de invierno, primavera y verano, respectivamente, y el 20, 38 y 42 % para las mismas temporadas presentaban sus estómagos evertidos debido a la brusca diferencia de presión en el momento de ser levantados por la red. Las principales especies alimento encontradas en los estómagos de polaca, indican que su espectro trófico está constituido por un número variado de componentes nutritivos que pertenecen a los siguientes grupos:

- Crustacea, Myscidea, Mysidae
 - Amphipoda, Hiperiidae (*Parathemisto* sp.)
 - Euphausiacea, Euphausiidae (*Euphausia* spp.)
- Cephalopoda-Loliginidae (*Loligo* spp.)
 - Ommastrephidae (*Illex argentinus*)
- Pisces - Myctophidae
 - Notothenidae, *Notothenia* spp.

TABLA 1
Porcentaje de especies-alimento por zonas batimétricas y por época del año

Profundidad (metros)	Especie-alimento	Invierno		Primavera		Verano	
		f	%	f	%	f	%
0- 99	Eufáusidos	77	85	—	—	—	—
	Otros crustáceos	13	14	—	—	—	—
	Restos de pez	1	1	—	—	—	—
100-199	Eufáusidos	49	82	54	93	59	54
	Anfípodos	—	—	—	—	47	43
	Otros crustáceos	1	2	1	2	—	—
	Mictófidis	4	6	—	—	—	—
	Cefalópodos	—	—	—	—	1	1
	Resto de pez	5	8	3	5	2	2
200-299	Larva poliqueta	1	2	—	—	—	—
	Eufáusidos	13	76	20	53	81	57
	Anfípodos	—	—	2	5	33	23
	Otros crustáceos	9	24	13	34	—	—
	Notothenia	—	—	1	3	—	—
	Resto de pez	—	—	2	5	11	8
300-399	Cefalópodos	—	—	—	—	16	12
	Eufáusidos	31	84	4	33	49	61
	Anfípodos	2	5	—	—	11	14
	Otros crustáceos	3	8	6	50	1	1
	Mictófidis	—	—	—	—	7	9
	Anchoíta	—	—	—	—	1	1
	Resto de pez	1	3	2	17	10	13
≥ 400	Cefalópodos	—	—	—	—	1	1
	Eufáusidos	55	90	—	—	—	—
	Otros crustáceos	3	5	—	—	—	—
	Resto de pez	3	5	—	—	—	—

TABLA 2
Porcentaje de especies-alimento en relación a la talla

Talla	Especie-alimento	Invierno		Primavera		Verano	
		f	%	f	%	f	%
Menores o iguales a 36 cm	Eufáusidos	9	100	10	59	2	33
	Anfipodos	—	—	—	—	4	67
	Restos de crustáceos	—	—	6	35	—	—
	Resto de pez	—	—	1	6	—	—
Mayores de 36 cm	Eufáusidos	122	97	147	79	174	61
	Anfipodos	—	—	2	1	57	19
	Otros crustáceos	1	1	35	19	—	—
	Notothenia	—	—	1	0,5	—	—
	Mictófidios	1	1	—	—	10	3
	Anchoíta	—	—	—	—	15	5
	Resto de pez	—	—	1	0,5	23	7
	Cefalópodos	—	—	—	—	15	5
	Larva de poliqueto	1	1	—	—	—	—

En la Tabla 1, se agruparon los datos de contenido estomacal por profundidad y temporada del año. De su análisis se desprende que la polaca pertenece a un régimen de características principalmente zooplanctófaga. Su hábitat trófico se extiende dentro de las capas de agua correspondientes al eupelagial y mesopelagial superior. Se observa una mayor diversidad específica en la dieta durante la temporada estival probablemente relacionada con la mayor dispersión que alcanza la especie. El estudio de la alimentación en juveniles y adultos indica también un aumento de la diversidad específica en estos últimos (Tabla 2).

Sobre la base de los resultados obtenidos y la bibliografía consultada, la polaca se encuentra en la categoría de los pequeños carnívoros, ocupando los niveles 3 y 4 de la cadena alimentaria. El alimento principal proviene casi exclusivamente de las comunidades pelágicas que incluyen pequeños crustáceos.

La polaca constituye el alimento base de predadores primarios y secundarios como la merluza común, merluza austral y merluza de cola. Angelescu y Cousseau (1969) detectaron la presencia de polaca como componente nutritivo de la merluza común al sur de los 40° de latitud sur y sobre el talud continental. En la época estival se observó al sur de las Islas Malvinas a una profundidad de 142 m, sobre 14 individuos de merluza de cola que todos se habían alimentado de juveniles de polaca (S. Bezzi, comunicación personal).

Para el cálculo de la relación Largo total-Peso, la ecuación alométrica $P = a L^b$ fue transformada en una del tipo $\ln P = \ln a + b \ln L$, donde P representa el peso en gramos por cada longitud L del Largo total en cm. Los coeficientes a y b se calcularon por mínimos cuadrados, los valores fueron ajustados mediante una regresión GM funcional (Ricker, 1973), utilizándose las ecuaciones siguientes:

$$b = \frac{\frac{\sum y^2}{\sum x^2} - \frac{(\sum x, y)^2}{(\sum x^2 \sum y^2)^{1/2}}}{\frac{\sum y^2}{\sum x^2} - \frac{(\sum x, y)^2}{(\sum x^2 \sum y^2)^{1/2}}}$$

$$\ln a = \frac{\sum P - b \sum L}{N}; \text{ donde } \begin{matrix} y = (\ln P - \ln \bar{P}) \\ x = (\ln L - \ln \bar{L}) \end{matrix}$$

Los resultados fueron:

$$\begin{array}{ll} \ln P = -5,5466 + 3,1114 \ln L & r = 0,9160 \text{ (machos)} \\ \ln P = -6,8369 + 3,4399 \ln L & r = 0,8717 \text{ (hembras)} \\ \ln P = -6,4061 + 3,3311 \ln L & r = 0,8917 \text{ (Total)} \end{array}$$

TABLA 3
Pesos teóricos en gramos en función de la talla,
por sexo y en conjunto

Clase	Machos	Hembras	Total
15	17,18	11,92	13,66
16	21,75	14,88	16,94
17	26,27	18,34	20,73
18	31,38	22,32	25,08
19	37,14	26,89	30,03
20	43,56	32,08	35,63
21	50,70	37,94	41,92
22	58,60	44,52	48,94
23	67,29	51,88	56,76
24	76,82	60,06	65,40
25	87,23	69,12	74,93
26	98,55	79,10	85,39
27	110,83	90,07	96,83
28	124,11	102,07	109,30
29	138,43	115,17	122,83
30	153,83	129,42	137,54
31	170,35	144,87	153,41
32	188,04	161,59	170,53
33	206,93	179,63	188,91
34	227,08	199,06	208,69
35	248,51	219,93	229,85
36	271,27	242,31	252,46
37	295,42	266,26	276,59
38	320,97	291,85	302,29
39	347,99	319,13	329,61
40	376,52	348,17	358,62
41	406,58	379,03	389,36
42	438,24	411,79	421,91
43	471,53	446,51	456,31
44	506,49	483,26	492,53
45	543,18	522,10	530,92
46	581,62	563,10	571,25
47	621,87	606,34	613,68
48	663,97	651,88	658,27
49	707,97	699,80	705,07
50	753,90	750,16	754,15
51	801,81	803,05	805,58
52	851,75	858,52	859,41
53	903,76	916,66	915,71
54	957,88	977,54	974,54
55	1014,15	1041,23	1035,97
56	1072,63	1107,81	1100,06
57	1133,36	1177,36	1166,87
58	1196,38	1249,95	1236,47
59	1261,74	1325,65	1308,92
60	1329,48	1404,56	1384,30
61	1399,64	1486,73	1462,66
62	1472,27	1572,26	1544,07
63	1547,42	1661,23	1628,60
<hr/>			
$\bar{L} = 49,50$	$\bar{L} = 51,75$	$\bar{L} = 50,71$	
$\bar{P} = 731,08$	$\bar{P} = 844,95$	$\bar{P} = 790,89$	

Se observa de las ecuaciones anteriores que la velocidad de crecimiento en peso es mayor en las hembras. En la Tabla 3 se expresan los pesos

teóricos por cada variante de largo de 1 cm. Se construyeron las curvas teóricas, por sexo y para el total (Fig. 9). En las mismas se retransformó el valor de a , expresándose la ecuación en su forma original.

3. Estadios sexuales y Largo de primera madurez

Los estadios sexuales obtenidos de las campañas en estudio, fueron determinados sobre la base de la escala de madurez sexual de merluza propuesta por Angelescu, Gneri y Nani (1958); corroborada y ajustada por Christiansen y Cousseau (1971), considerando como individuos juveniles los de estadio I y II y como adultos de III en adelante. Sobre la base de dichos datos se definen dos zonas de desove. La primera, al norte de las Islas Malvinas entre 48° y 49° de latitud sur entre los 200 y 1.000 metros y la segunda, al oeste de dichas islas, a profundidades mayores de 100 metros. Ciechowski *et al.*, (1980) describió la distribución de huevos y larvas a través de muestras recolectadas desde fines de agosto a principios de octubre. Esta área coincide en parte con las zonas de desove delineadas anteriormente (Fig. 10). La coincidencia de estadios de desove con la distribución de huevos y larvas mencionada, en espacio y tiempo, permiten considerar a este período como el de desove.

El análisis de los estadios sexuales a través del año corrobora el período de fines de invierno a principio de primavera como la época de puesta. Durante el verano, los individuos se hallaban principalmente en estadios de posdesove. Desde mayo a setiembre se produce un incremento de los individuos en estadios de predesove y, desde agosto a octubre, el mayor porcentaje corresponde a individuos en desove (Tabla 3). Estos ejemplares se encontraron en aguas entre temperaturas de 4,8° a 5,6° C y los valores de salinidad fluctuaron entre 33,30 y 34,1‰.

A mediados de octubre, se hallaron cardúmenes en los cuales predominaba excesivamente un sexo sobre el otro, constituidos en su mayoría por individuos en estado de poseva-

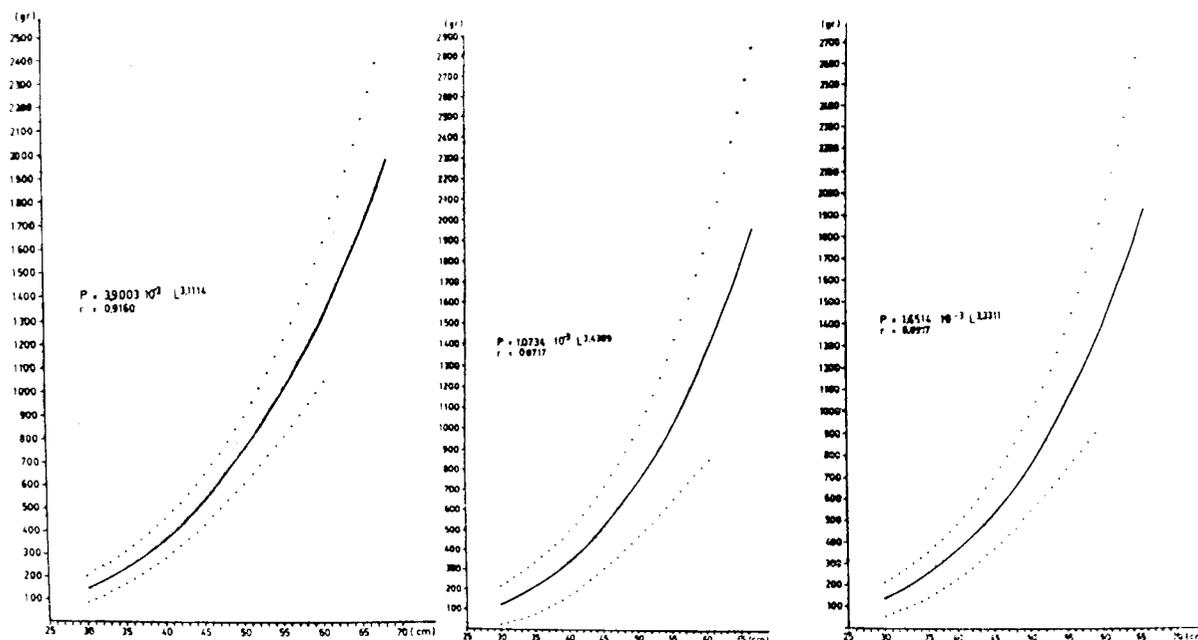


Figura 9: Relación largo total/peso total, en machos, hembras y ambos sexos.

TABLA 4

Porcentaje de estadios sexuales de polaca por temporadas

	Porcentaje de virginales		Porcentaje en estadios de predesove		Porcentaje en estadio de desove		Porcentaje en estadio posdesove	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
INVIERNO								
13 de mayo - 15 de septiembre	5	6	43	12	29	22	23	60
PRIMAVERA								
18 de septiembre - 18 de noviembre	19	14	11	9	22	9	48	66
VERANO								
26 de diciembre - 14 de mayo	9	4	2	7	—	—	89	89

cuación (Tabla 4). Este período puede considerarse como el comienzo del reposo gonadal y el desequilibrio, en la relación de sexos, se debe al fenómeno de distribución diferencial durante el período de no-reproducción, característica ya señalada por Hart (*Op. cit.*).

El largo de primera madurez se obtuvo mediante una regresión lineal entre el porcentaje de ejemplares en estadio III o más, contra ca-

da clase de longitud, obteniendo el dato buscado al 50% de individuos maduros (Figura 11).

Los valores calculados fueron los siguientes:

<i>machos</i>	<i>hembras</i>
34,96	35,59
$r = 0,91$	$r = 0,90$

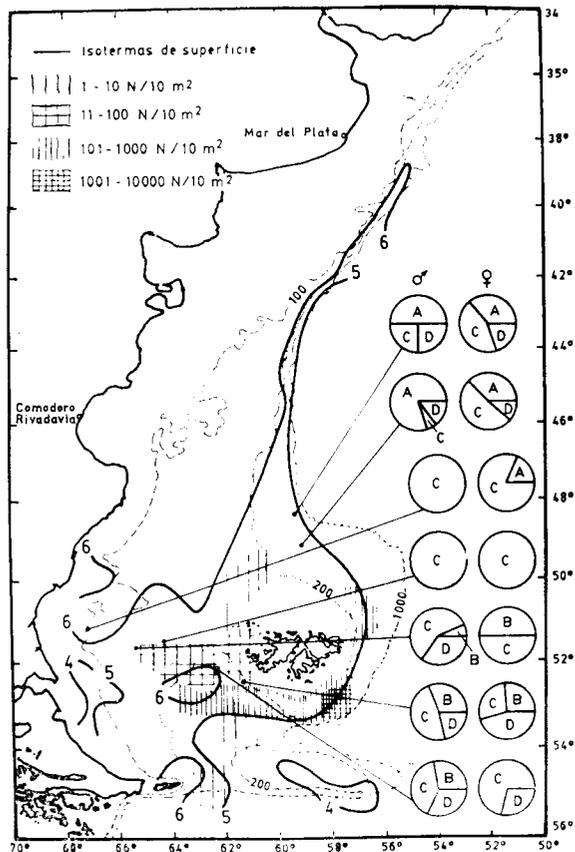


Figura 10: Distribución de huevos y larvas según Ciechomski et al. (1980) y ubicación de las áreas de desove. A = virginales; B = predesove; C = desove; D = pos-desove.

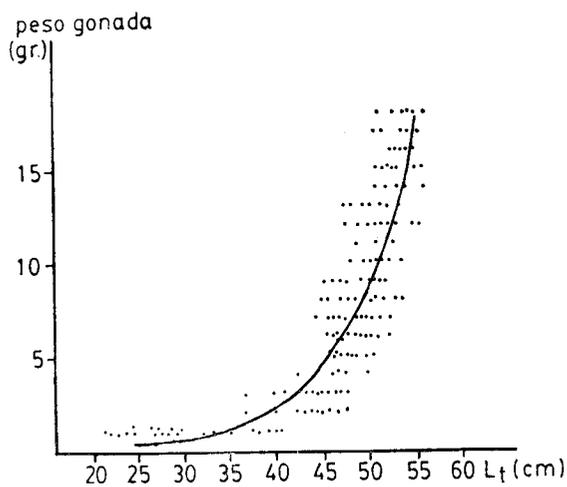


Figura 11: Curva logarítmica largo total/peso de gónada para el total de individuos analizados.

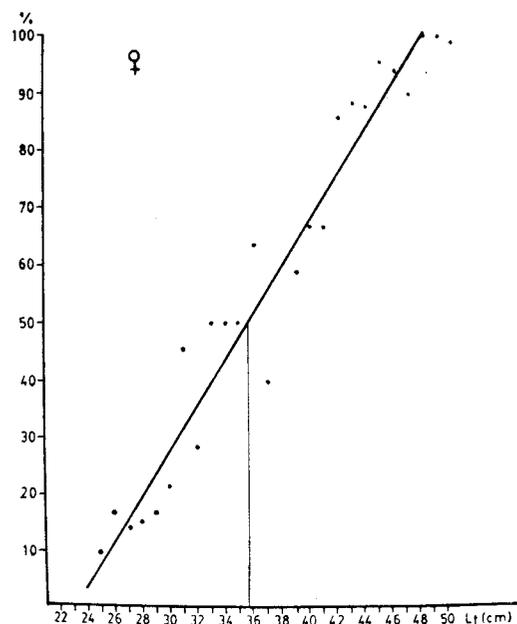
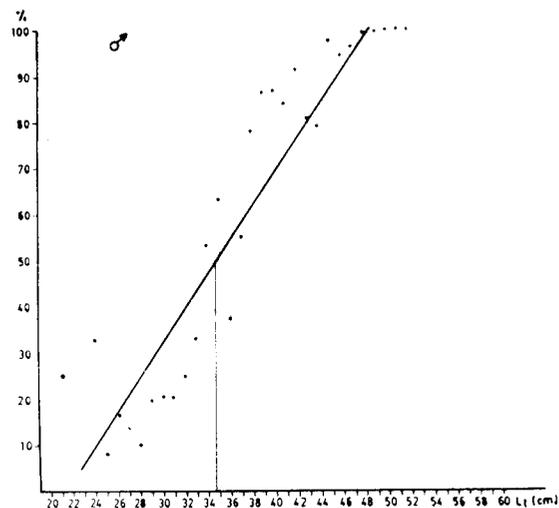


Figura 12: Regresión lineal largo total/porcentaje de individuos maduros.

Del análisis de la regresión lineal se deduce que el largo de primera madurez para machos es de 35 cm y para las hembras de 36 cm.

Con el fin de corroborar los valores calculados del largo de primera madurez, se utilizaron los datos básicos de la relación largo total/peso de gónadas según los datos de Hanamura (*Op.*

cit.), para obtener una curva logarítmica (Fig. 12). En la misma se observa entre los 35 y 45 cm, aproximadamente, un cambio pronunciado en la pendiente, debido a los incrementos que se producen en el peso de las gónadas como consecuencia de su maduración. Los pares de valores de la curva se separaron en dos grupos, realizándose con los mismos dos regresiones lineales (Ricker, *Op. cit.*). La primera de ellas se realizó con los pesos de gónadas que se mantenían con pequeñas variaciones.

Los valores calculados fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} \ln a &= 0,507060 \\ b &= 0,015029 \\ sb &= 0,002461 \\ r &= 0,44 \end{aligned}$$

El bajo coeficiente *b* determina la inexistencia de un aumento de las gónadas con la talla.

En los pares de valores donde había amplias fluctuaciones del peso de la gónada, la recta se expresó mediante la siguiente ecuación:

$$\ln y = \ln a + b \ln l$$

Obteniéndose los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \ln a &= -27,708154 \\ b &= 7,632140 \\ sb &= 0,375409 \\ r &= 0,82 \end{aligned}$$

En la intersección de ambas rectas se presupone se halla el largo *a* que madura la especie; para ese valor las ecuaciones de ambas rectas son iguales.

$$\text{Por lo tanto: } a + bl = \ln a + b \ln l$$

$$\text{De donde: } a - \ln a = b \ln l - bl$$

Por iteración, se calculó el valor de $l = 44$ cm.

Subnikov *et al.* (*Op. cit.*) establecieron que la maduración se produce entre los 3 y 4 años, correspondiendo a tallas entre 39 a 43 cm de los valores obtenidos en la curva largo total/edad dada por Otero y Pastor (1974).

TABLA 5

Ubicación, época y estadios sexuales de cardúmenes donde predominaba excesivamente un sexo sobre el otro

Latitud	Fecha	N	Machos	Hembras	Porcentaje de posesove Machos	Hembras
53° 38'	18-10-78	253	1	14.8	98 %	100 %
51° 50'	17-10-78	265	11.6	1	Sin estadios	
49° 43'	17-10-78	274	3.9	1	" "	
52° 27'	14-10-78	438	20.9	1	53 %	100 %
51° 06'	12-10-78	264	7.5	1	71,2 %	100 %
50° 52'	12-10-78	171	Todos machos		Sin estadios	
48° 05'	9-10-78	93	1	10.6	" "	
47° 16'	9-10-78	27	1	8	" "	
47° 13'	6-10-78	179	1	1.9	93 %	100 %

DISCUSION

Los datos aportados por las campañas en estudio muestran que la distribución de la polaca se extiende durante los meses de invierno y primavera desde los 37° 40' hasta los 55° de latitud

sur, y durante la temporada estival, desde los 42° hasta los 55° de latitud sur.

La especie se distribuye desde los 37°40' hasta los 47° S, en aguas adyacentes al talud continental entre 90 y 400 m. Entre los 47° y 55° S en un área más amplia a una profundidad entre

90 y 800 m. A partir de los 55° S en la época estival la distribución de la polaca se extendió hasta el Mar de Scotia; hacia el este hasta las islas Georgias del Sur y Orcadas del Sur; y hacia el oeste hasta las islas Shetland del Sur (Mikheyev; Shubnikov *et al.*, *Op. cit.* y Shust, *Op. cit.*).

Otero (*Op. cit.*), sobre la base de los datos provenientes de las campañas del B/I "Professor Siedlecki" durante los meses de noviembre y diciembre de 1973-74, cita a la especie entre los 38° y 55° de latitud sur, en aguas próximas al talud continental y en un área más amplia entre 78 y 800 metros.

La mayor dispersión de la especie corresponde a la época estival; en esta temporada aparece una nueva área de altas concentraciones sobre el Banco Burdwood, en coincidencia con lo observado a mediados de febrero por Mikheyev (*Op. cit.*) y durante los meses de noviembre y diciembre por Otero (*Op. cit.*).

Avilés y Aguayo (1979) citan esta especie desde los 42°26' S sobre la costa chilena hasta Cabo de Hornos (entre 150 y 600 m) y sobre la costa atlántica patagónica; limitando las mayores concentraciones en aguas de la corriente de Cabo de Hornos que nace en el Golfo de Penas y se dirige al sur, hacia el Paso de Drake, para sumarse al régimen de circulación circumpolar al sur de la Convergencia Antártica. Estos desplazamientos y la posibilidad de efectuar migraciones de un océano al otro, podrían producir fluctuaciones amplias en su abundancia.

Estos autores no hacen referencia a la época en que se producirían dichas migraciones y a qué período corresponde la mencionada distribución. Shubnikov *et al.*, *Op. cit.*, sostienen que desde enero parte de los individuos de polaca de la región patagónica comienza a migrar al Mar de Scotia en busca de alimento y en marzo dejan esta área para desovar cerca de las islas Malvinas, en el período de octubre a noviembre; del mismo modo, Shust (*Op. cit.*) sostiene la existencia de esta migración, basado en que los individuos allí capturados presentan los mismos caracteres merísticos que los que habitan el

Atlántico Sudoccidental, por lo tanto, pertenecen ambos grupos a una misma población.

Los estudios de edad contribuyen a confirmar la existencia de una única población constituida por individuos de la plataforma patagónica y el Mar de Scotia, en ambos grupos la edad 5 se encuentra entre 45-46 cm en machos y en hembras entre 48-49 cm y las edades más frecuentes están entre 5 y 7 años (Shubnikov *et al.*, *Op. cit.*, para aguas subantárticas; Hanamura, *Op. cit.*, para el Atlántico sudoccidental).

De lo expuesto, se deduce que parte de los individuos adultos de polaca realizan migraciones de carácter trófico de enero a marzo hacia aguas subantárticas, aumentando su dispersión en la plataforma patagónica.

CONCLUSIONES

La polaca es una especie típica de la corriente fría de Malvinas, cuya área de distribución se extiende durante los meses de invierno y primavera desde los 37°40' hasta los 54° S, y durante la temporada estival, desde los 42° hasta los 54° S, hasta llegar al Mar de Scotia en aguas subantárticas.

La distribución batimétrica abarca en aguas próximas al talud continental, entre 90 y 400 m y en una zona más amplia en la plataforma patagónica, entre 90 y 800 metros.

Los valores de temperatura a los cuales se encontró la especie oscilaron entre 3° y 10° C y los valores de salinidad entre 32,92 y 34,28 ‰.

Las tallas extremas se encontraron comprendidas entre 15 y 63 cm Lt; los individuos juveniles (<36 cm) se capturaron en capas de aguas con profundidades mayores de 200 m y con temperaturas entre 4° y 6° C; con la disminución de la profundidad, se registra un aumento de ejemplares de tallas grandes.

Se observó la presencia de juveniles entre los 48° a 54° de latitud sur, al este de las islas Malvinas, correspondiendo esta zona al área de crianza de la especie.

La mayor frecuencia de tallas se registró en los ejemplares de 48 a 54 cm de largo.

El largo de primera madurez calculado sobre la base de los datos aportados por las campañas de los B/I "Shinkai Maru" y "Walther Herwig" correspondió a 35 cm para los machos y 36 cm para las hembras.

El número de hembras es superior a los machos con el aumento de la profundidad.

La existencia de cardúmenes con diferencias en la proporción de sexos estaría relacionada con el fenómeno de dispersión diferencial durante el período de no reproducción.

Se encontraron individuos en desove en aguas con temperatura de fondo entre 4,8° y 5,6° C y salinidad entre 33,30 y 34,17‰ delimitadas en dos zonas, una al norte de las Islas Malvinas entre 48° y 49° de latitud sur entre las isobatas de 200 y 1.000 m y otra al oeste de las mismas islas a profundidades mayores de 100 m; estas zonas pueden considerarse como el área de desove de la especie.

Existe una tendencia al aumento de individuos en predesove, de mayo hacia agosto, y un alto porcentaje (89 %) de individuos en posevacuación durante la época estival, lo que indicaría una puesta reciente.

Las mayores concentraciones de cardúmenes se ubicaron al noreste, noroeste y sudoeste de las Islas Malvinas y sobre el talud continental y aguas adyacentes entre 51° 40' y 52° 40' de latitud sur; estas áreas estaban habitadas fundamentalmente

por ejemplares adultos, lo que indica que se pesó sobre el "stock" adulto de la población.

La mayor dispersión de la especie correspondió a la época estival, cubriendo una extensión de 114.942 Mn², mientras que para la época invernal le correspondió una superficie de 110.703 Mn² y para la temporada de primavera de 112.415 Mn².

Parte del "stock" adulto realiza una migración trófica hacia aguas subantárticas, desde principios de enero hasta marzo. A partir de esta época, dejan esta área para desovar en el período de mediados de agosto a principios de octubre.

La cadena alimentaria de la polaca es típica de los pequeños peces carnívoros de aguas subantárticas, siendo un pez principalmente carnívoro, macrozooplanctófago, cuyo alimento principal lo constituyen los eufáusidos, encontrándose en los niveles de 3-4 de la cadena alimentaria; a su vez, constituye el alimento principal de carnívoros primarios y secundarios como la merluza común, merluza austral y merluza de cola y, desde este punto de vista, debe considerarse una especie clave de la plataforma patagónica.

Analizado el espectro trófico de la polaca, en relación a la época del año y por profundidad, existe un aumento de la diversidad específica en la dieta, particularmente en la temporada estival. En cuanto a la talla, se comprueba una mayor diversidad de especies alimento en los individuos mayores de 36 cm LT.

Los valores obtenidos de la relación Largo total/Peso, calculados sobre 324 ejemplares (176 machos y 148 hembras), fueron los siguientes:

$$\ln P = -5,5466 + 3,1114 \ln L$$

$$\ln P = -6,8369 + 3,4399 \ln L$$

$$\ln P = -5,4061 + 3,3311 \ln L$$

$$r = 0,9160 \text{ (machos)}$$

$$r = 0,8717 \text{ (hembras)}$$

$$r = 0,8917 \text{ (total)}$$

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al doctor E. E. Boschi la lectura crítica del trabajo, y al señor M. A. Simonazzi por la preparación de los programas de compu-

tación. Igualmente, agradezco la colaboración del personal técnico del Laboratorio de Dinámica de Poblaciones y Evaluación de Recursos Pesqueros por la colaboración en la elaboración de los datos básicos.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELESCU, V. 1960. Operación Centolla en el Atlántico Sur. Secretaría de Marina, Servicio de Hidrografía Naval. Buenos Aires. Publ. H 1013: 1-71.
- ANGELESCU, V. y COUSSEAU, M. B. 1969. Alimentación de la merluza en la región del talud Continental Argentino, época invernal. Bol. Inst. Biol. Mar. N° 19.
- ANGELESCU, V.; GNERI, F. y NANI, A. 1958. La merluza del Mar Argentino (Biología y Taxonomía). Secretaría de Marina. Servicio de Hidrografía Naval. H. 1004 Buenos Aires, p. 102-115.
- AVILÉS, C. y AGUAYO, M. H. 1979. Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) Norman. Teleostom. Gadiforme. Gadidae. Santiago de Chile. Sinopsis.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS MARINOS DE JAPÓN (JAMARC). 1979. Fisheries Survey Report in the Argentine Waters by R/V "Shinkai Maru", Tokyo: 84 p.
- CIECHOMSKI, J. D. DE; EHRLICH, M. D.; LASTA, C. E. y SÁNCHEZ, R. P. 1980. Estudio sobre la distribución de huevos y larvas de peces en el Mar Epicontinental Argentino y evaluación de los efectivos desovantes de anchoíta y merluza. INIDEP, Mar del Plata (en prensa).
- CHRISTIANSEN, H. E. y COUSSEAU, M. B. 1971. La reproducción de la merluza en el Mar Argentino (Merlucciidae, *Merluccius merluccius hubbsi*). 2. La reproducción de la merluza y su relación con otros aspectos biológicos de la especie. Bol. Inst. Biol. Marina Mar del Plata, N° 20: 44-74.
- HANAMURA, N. (ed.) 1971. Report of the Kaiyo Maru Research Cruise in 1969. (Argentine Patagonia). Fisheries Agency of Japan. Tokyo: 458 p. (en japonés).
- HART, T. J. 1946. Report on trawling surveys on the patagonian continental shelf. Discovery Rep. Cambridge, 23: 223-408.
- INADA, TADASHI y NAKAMURA, IZUNI. 1975. A comparative study of two populations of the gadoid fish *Micromesistius australis* from the New Zealand and Patagonian-Malvinas regions. Far Seas Fish. Res. Lab. Bull. 13: 1-26, Japan.
- LÓPEZ, R. B. y BELLISIO, N. B. 1973. Monografía de Recursos Pesqueros N° 2. Polaca *Micromesistius australis*. Norman, 1937. Mus. Arg. Ciencias Naturales "B. Rivadavia" Min. Agr. y Ganad. Bs. As. p. 1-48.
- MIKHEYEV, B. 1967. On the biology on fisheries of certain fishes from the Patagonian Shelf (Malvinas Region) and the Scotia Sea, Soviet. Fish. Res. on the Antarctic Krill, translated from russian by U. S. Department of Comm. Clearing House for Fed. Scient. and Tech. Informat. joint publish. Rec. Serv.
- NORMAN, J. R. 1937. Coast fishes. Part. II The Patagonian Region. Discovery Reports p. 16-150.
- OTERO, H. O. 1976. Contribución al estudio biológico pesquero de la polaca Gadidae (*Micromesistius australis*, Norman, 1937) del Atlántico Sudoccidental Physis A. Bs. Aires, 35 (91). p. 155-168.
- 1977. Relación Largo/Peso y alimentación de la "Polaca" Gadidae (*Micromesistius australis*, Norman, 1937), del Atlántico sudoccidental. Physis, secc. A, Buenos Aires, 37, 93: 13-23.
- OTERO, H. O.; BEZZI, S. I.; VERAZAY, G. A.; PÉREZ COMAS, J. A.; PERROTTA, R. G.; SIMONAZZI, M. A. y RENZI, M. A. 1980. Los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. IV Distribución, áreas de concentración, biomasa y rendimiento potencial de diferentes especies comerciales. (En prensa.)
- OTERO, H. O. y PASTOR, C. T. 1974. Estudio de la estructura poblacional de *Micromesistius australis*. Seminario de Oceanografía biológica. Manuscrito Inst. de Biol. Marina.
- RICKER, W. E. 1973. Linear regressions in fishery research. J. Fish. Res. Board Can. 30: 409-434.
- SHUBNIKOV, S. A.; PERMITIN, JU. E. y VOZNYAK, S. P. 1969. Same data on the biology of the poutassou. Proceeding VNIRO 66: 299-303 (en ruso).
- SHUST, K. V. 1971. On the population structure of the south poutassou (*Micromesistius australis*) in the South-west Atlantic. Proceeding VNIRO 86, 6: 82-93 (en ruso).
- WEISS, G. 1974. Hallazgo y descripción de larvas de polaca (*Micromesistius australis*) en aguas del sector patagónico (Pisces, Gadidae) Physis Secc. A, Buenos Aires, 33 (87): 537-542.