



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

ISSN-0378-7699
VOLUMEN 9 N° 2

**RENDIMIENTO
DE EQUILIBRIO DE LA
MERLUZA PERUANA
(*Merluccius gayi peruanus*)
Y PROPUESTAS
PARA SU MANEJO**

C. Wosnitza Mendo

M. Espino

T. Dioses

E. Sánchez

A. Pereda

**Publicación N° 27 de PROCOPA
auspiciada por la Deutsche Gesellschaft
für Technische Zusammenarbeit (GTZ)**

CALLAO - PERU, 1985

RENDIMIENTO DE EQUILIBRIO DE LA
MERLUZA PERUANA (Merluccius gayi peruanus)
Y PROPUESTAS PARA SU MANEJO

Por: C. Wosnitza-Mendo¹, M. Espino², T. Dioses², E. Sánchez² y
A. Pereda²

- 1 Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera (PROCOPA), Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú
- 2 Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

RESUMEN

Se estima el rendimiento de equilibrio de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus) y se compara el Y_E de 110-125 mil t con los resultados de anteriores trabajos. A su vez se discute la influencia de cambios en el tamaño de la malla para la flota de Paita y se llega a la conclusión de que debido a la estratificación de tamaños por latitudes, el rendimiento de equilibrio actual de la mencionada flota es casi máximo.

ABSTRACT

The equilibrium yield of the Peruvian hake (Merluccius gayi peruanus) is estimated and the Y_E of 110 to 125 x 10³ metric tons compared with the results of former publications. The influence of changes in mesh size in the Paita fleet is discussed and it is concluded that because of the length stratification in latitudinal areas the actual equilibrium yield of the above mentioned fleet is almost maximum.

INTRODUCCION

Desde hace algunos años ha aumentado la investigación de la merluza peruana porque constituye la especie más importante de la captura para exportación de peces demersales de consumo humano.

Una de las preguntas de mayor interés es, cuál es la cantidad recomendable para la pesca. Para contestar esta pregunta hay que escoger entre los diferentes modelos de evaluación el o los más adecuados. Esto depende de qué datos están al alcance del científico y qué método es realizable con menor costo.

Para la merluza peruana se hicieron varias estimaciones de la biomasa:

1. Con el método de área barrida se dieron estimaciones entre 2.6 millones de tm (Anon, 1973) y 600 mil tm (Samamé et al., 1983) sin contar 1972 (Tabla 1). Kutkuhn (1971) hizo un recálculo del cru-

cero de 1970 y encontró resultados inflados por un mayor muestreo en las zonas de mayor concentración y por el uso de estas densidades para el área total de distribución. Semejantes manejos de datos parece haber habido en todos los cruceros incluido el de 1978 (Tabla 1).

2. Entre los modelos de producción se usó el de Cairke y Caddy (1983) que arrojó un resultado de rendimiento sostenible de 130 mil tm (Espino y Wosnitza-Mendo, 1984a) (Tabla 1).
3. Los resultados de un análisis de cohortes según Pope (1972) están descritos en Espino et al. (1984), donde se estima un rendimiento de 100 mil tm para 1984 (Tabla 1).

En el presente trabajo se sugiere otro acercamiento para el manejo del stock de merluza y es el modelo analítico de Beverton y Holt (1957). Aunque este modelo depende de la determinación más o menos exacta de muchos parámetros, sobre todo K y M (Daan, 1976), y estando conscientes de este defecto pensamos que las curvas de rendimiento significan una buena ayuda para determinar tendencias que se puede esperar de una reducción o incremento del esfuerzo pesquero o del tamaño de la malla de la red saliendo del nivel presente.

MÉTODOS

Modelo de Beverton y Holt

La ecuación de rendimiento de Beverton y Holt es la siguiente:

$$Y/R = F \exp \left[-M (t_c - t_r) \right] W_\infty \sum \frac{Un \exp \left[-nK(t_c - t_o) \right]}{F + M + nK} \quad (1)$$

con Y/R = rendimiento por recluta

F = tasa instantánea de mortalidad por pesca

M = tasa instantánea de mortalidad natural, calculada en el presente estudio según Pauly (1980) y Csirke/Caddy (1983)

W = peso asintótico promedio (Dioses, 1985) (Tabla 2)

t_o = edad hipotética a la cual el pez hubiera tenido la longitud cero según la ecuación de v. Bertalanffy (Dioses, 1985) (Tabla 2)

t_c = edad media de la primera captura (edad media de selección)

t_r = edad media de reclutamiento al área de captura (más o menos un año, cuando los juveniles cambian su habitat de pelágicos a demersales).

La ecuación (1) se usa para simular el efecto de diferentes t_c (que corresponden a diferentes tamaños de malla) y de diferentes F en el rendimiento por recluta.

Selectividad

Se ha hecho algunas pruebas de selectividad en diferentes condiciones oceanográficas y ecológicas. En 1983 con malla de 80 mm y 1984 con malla de 50 mm durante El Niño y Post-Niño; se llegó a determinar la longitud L_{50} en 40.8 cm y 37.8 cm respectivamente (Tabla 3). Se usó el valor de 37.8 cm en el modelo de Beverton y Holt por ser un valor que vale para la flota de Paíta. Para las pruebas de selectividad en el área de Paíta en marzo/abril de 1984, se empleó el método de lances alternados. Se trabajó con las redes de embarcaciones comerciales de

la zona de Paita y una red desarrollada en el Instituto del Mar del Perú, llamada Arpes I 298/127 (Figura 1). Las redes tuvieron malla de 50 mm en el copo (Columna 1, Tabla 3). Se midió el tamaño de la malla de un sector del copo antes y después de la faena de lo cual se determinó que no hubo deformación. De cada captura se tomó una muestra para obtener los datos biológicos necesarios para determinar los índices de respuesta de escape del pez a través del copo (Clark, 1963), lo que se traduce en los resultados de la Tabla 3. Los experimentos restantes (2 a 5) se hicieron empleando sobrecopo.

RESULTADOS

Características de las flotas y las artes empleadas

La flota de arrastre en el Perú se puede dividir en dos clases:

- a) La flota costera ubicada en Paita que pesca mayormente en las subáreas B y C (4-5, 5-6°LS, respectivamente).
- b) La flota de alta mar con embarcaciones de mayor tonelaje, barcos-factoría (ver Espino y Wosnitza-Mendo (1984b).

- a) La pesca de arrastre de Paita empezó en los años 50. A partir de 1970 existen estadísticas sobre número de embarcaciones, capturas por especies y número de viajes por mes cuya confiabilidad para una evaluación por modelos de producción se ha discutido en Espino y Wosnitza-Mendo (1984b). La Tabla 4 muestra que el número promedio de embarcaciones entre 1970-1982 ha sido 28, y la pesca prome-

dio de merluza 14 mil toneladas anuales. El tamaño de la malla es de 50 mm en el copo, aunque la Ley determina 70 mm.

- b) La flota de alta mar es de bandera extranjera y empezó sus actividades a partir de 1973 mediante convenios suscritos entre empresas privadas nacionales y extranjeras. El número de embarcaciones fluctuó entre 6 y 13. La captura de merluza era alrededor de 100 mil toneladas anuales entre 1973 y 1980 (Espino et al., 1984). A partir de 1977 se decretó un cambio de malla de 70 a 90 mm. En 1978/80 terminaron los convenios y no hubo pesca con barcos-factoría extranjeros hasta 1982 en que se establecieron nuevos convenios para la pesca de arrastre de media agua para jurel y caballa (20 embarcaciones). La merluza se captura solamente como especie acompañante.

Resultados de estudios de selectividad

Durante la redacción del presente trabajo se realizaron estudios de selectividad con la malla de 90 mm en marzo/abril de 1985, que dieron como resultado longitudes medias de escape entre 24.6 y 26.0 cm (Tabla 3). La misma malla estaba empleando la flota de altura a partir de 1977. Estos valores parecen influenciados por el gran número de juveniles. El valor de 37.8 cm corresponde a un t_c de 3.2 años para hembras y 3.8 años para machos. Para los sexos combinados nos dará un t_c de 3.5 años.

Rendimiento por recluta (sexos separados)

Para diferentes valores de F y edad de primera captura (t_c) obtenemos la Figura 4 que muestra los resultados separados por sexo. Se ve que

para edades de primera captura entre 3 y 3.5 t_c se llega a rendimientos casi máximos con F alrededor de 0.3-0.4 (para hembras) y 0.4-0.5 (para machos). Las curvas al inicio responden rápidamente a un aumento de F. Después solamente resultan pequeños aumentos en rendimiento incrementando F. En la Tabla 5 se dan los rendimientos máximos en gramos por recluta para diferentes t_c . Con las redes actualmente usadas por la flota de Paita (50 mm) el Y/Rc (hembras) es de 451 g y el Y/Rc (machos) de 405 g.

Rendimiento por recluta (sexos combinados)

Como en la naturaleza es imposible separar los sexos durante la faena de pesca, es necesario hacer un tratamiento conjunto de los sexos. Los resultados se encuentran en la Figura 5 y son similares a los de las hembras.

Otra vez rápidamente las curvas se acercan a un valor casi máximo de rendimiento ($F = 0.3 - 0.4$) mientras que con más aumento de F solamente resultan pequeños incrementos en el rendimiento (Figura 4).

La Tabla 5 muestra los rendimientos máximos para los diferentes t_c y con las redes actuales de la flota de Paita ($t_c = 3.5$) podrían rendir 468 g por recluta usando un F de 0.6.

Rendimiento absoluto

Es factible estimar el rendimiento absoluto de equilibrio (Y_g) multiplicando el Y/Rc por el número de reclutas promedio. En la Tabla 6 se presenta el número de reclutas de 2 años de edad estimado de un

análisis de cohortes (Espino et al., 1984) y el promedio de rendimiento de los sexos combinados y de machos y hembras respectivamente para la flota de Paita. De ésto usando la ecuación:

$$R_2 = R_1 \cdot e^{-M} \quad (M = 0.3 \text{ por año})$$

Calculamos $R_{3,8} = 142.8 \times 10^6$ para los machos y $R_{3,2} = 119.6 \times 10^6$ para las hembras reclutas a la pesca. De allí resulta un rendimiento de equilibrio $Y_{E\sigma}$ de 57.8 mil toneladas y de $Y_{E\phi}$ de 53.9 mil toneladas.

$$Y_{E\sigma} + Y_{E\phi} = 111.7 \text{ mil t}$$

Se nota que la proporción en peso entre machos y hembras en la captura es casi 1 a 1 que es lo que realmente se encuentra en la pesca comercial. Para los sexos combinados el rendimiento de equilibrio $Y_{E\sigma + \phi} = 124.5 \text{ mil t}$ ($t_c = 3.5$).

Si comparamos con la captura promedio de los años 1971-82 de 101.5 mil t, vemos que la merluza peruana en promedio no está sobreexplotada; pero como ya se discutió en Espino et al. (1984), hubo sobrepesca en dos años (1978 y 1980).

Cambio teórico en el tamaño de la malla

Si hipotéticamente aumentamos el tamaño de la malla, o sea, aumentamos la edad media de la primera captura t_c a 4.5, el rendimiento de equilibrio Y_E aumentaría a sólo 135.4 mil t. Desde el punto de vista económico no sería muy recomendable hacer cambios en las redes para aumentar en solamente 8% la pesca. Debido a la diferencia de tamaños tan marcada en las sub-áreas de pesca (Samamé et al., 1983) (Figura 6),

parece que no hay peligro de parte de la flota de Paita para los juveniles incluyendo los reclutas de edad 2.

DISCUSION

Buenos resultados del modelo de Beverton y Holt dependen en gran parte de la exactitud de la estimación de M y K (Daan, 1976). Por la importancia del valor de M también en otros análisis (análisis de cohortes), se ha usado dos diferentes métodos para calcularlo, el de Pauly (1980) y de Csirke y Caddy (1983).

Los dos arrojan un valor de M alrededor de 0.3 para los sexos combinados (Espino et al., 1984; y Espino y Wosnitza-Mendo, 1984a). En la literatura, para la merluza del Pacífico Norte (Merluccius productus) (Francis, 1983) y de Sudáfrica (Merluccius capensis y M. paradoxus) (Terré, 1984) se dan valores similares a 0.3, mientras que para la merluza argentina (Merluccius hubbsi) (Ehrich, 1980) y para la merluza del Pacífico Norte (Bailey et al., 1982) existen estimaciones entre 0.4-0.6 y 0.3-0.67 respectivamente.

Sin embargo, pensamos (ver Espino et al., 1984) que para la merluza peruana el valor de $M = 0.3$ describe lo mejor posible el valor promedio entre grupos de edades y años (mayor o menor canibalismo, cambios en depredación, etc.).

El valor de K, también importante en el modelo de Beverton y Holt, se tomó de la ecuación de crecimiento según v. Bertalanffy de muestras de otolitos del año 1974. Estimaciones anteriores (Misu y Hamasaki, 1971)

habrían probablemente sobreestimado la longitud infinita (L_{∞}) al basarse en una muestra pequeña y poco representativa en los extremos, y con ésto subestimado el valor de K . Una subestimación de K conduciría a una subestimación del rendimiento. En la merluza es posible subestimar K debido a que en las edades intermedias existe un crecimiento casi lineal que arroja un valor demasiado alto de L_{∞} usando la ecuación de v. Bertalanffy si se carece de suficientes datos de ejemplares de las edades mayores y menores.

Otro problema en la merluza es el dimorfismo sexual que lleva a diferentes valores de K y L_{∞} para machos y hembras con diferentes tasas de crecimiento. Teóricamente es posible hacer los cálculos separadamente, pero en la práctica la pesca se ejerce sobre el total del stock.

La flota de Paita opera mayormente en las áreas B y C y ésto significa en el stock de 3 años y mayores que resulta en un t_c de 3.5 (sexos combinados) aunque estén usando un tamaño de malla de 50 mm (Figura 6). La flota de alta mar usa redes de 90 mm con las cuales se obtuvo en 1985 un t_c de 2 años para el total del área y del stock según experimentos realizados en el Crucero BIC Humoldt 8503/04 (Tabla 3). Este valor bajo es resultado del buen reclutamiento después del Niño 82/83, el mismo efecto que se obtuvo hace 10 años después del Niño 72/73 y discutido en Wosnitza-Mendo y Espino (en prensa). Hay que tener en cuenta para el futuro la influencia de tales fenómenos en la selectividad y el valor de t_c porque en la pesca real nunca se presentaba un gran número de peces de edad 2.

El rendimiento de equilibrio Y_E (machos + hembras y sexos combinados) en base a un t_c de 3.5 coinciden bastante bien con otros estimados de los autores (Tabla 1).

Mientras que los resultados del método del área barrida, sobre todo en

en los años antes de 1980, llegan a sobreestimar la biomasa del stock de merluza por diferentes razones discutidas en la Introducción.

Suponiendo una edad t_c de 3.5 el rendimiento de equilibrio es casi máximo y aumentándolo a 4.5 años solamente daría un 8% más de captura. El rendimiento de equilibrio calculado de los machos (57.8 mil toneladas) viene a ser ligeramente más alto (6.7%) que el de las hembras (53.9 mil toneladas), aunque en números reales se pescó en algunos años más del doble de machos. Pero en peso la captura real entre machos y hembras es casi 1:1 (6.3% menos hembras en promedio de los años 1971-1982) (ver Tabla 2. en Espino et al., 1984).

A la vez confirmamos prácticamente nuestros estimados del número de reclutas hechos por el análisis de cohortes porque la multiplicación de Y/R_c con el número promedio de reclutas nos lleva a un resultado bastante similar a los dos estimados independientes hechos (método de análisis de cohortes y método de Csirke y Caddy). Si la estimación del número promedio de reclutas hubiera sido muy errónea, el resultado de Y_E estaría más alejado de los otros dos resultados de Y_E encontrados en los anteriores trabajos. Pero como el número de reclutas fluctúa en un factor 6 a lo largo de los 12 años estudiados, el Y_E no va a ser igual en cada año sino va a variar con el reclutamiento. Esto depende de las influencias del medio ambiente como ha sido discutido por Espino y Wosnitza-Mendo (1984c). Parece que los pronósticos del mencionado trabajo se han cumplido según se ve en la composición por edades en el Crucero BIC Humboldt 8503/04; un gran porcentaje de la pesca correspondió a la edad 0, 1 y 2 (17.5%), lo que indica un buen reclutamiento después del Niño 82/83.

Así que el rendimiento fluctúa más con los cambios en la situación ambiental que con el tamaño de la malla. Las recomendaciones relativas

al tamaño de la malla habría que basarlas en otras razones. Aquí entra el problema de la pesca incidental porque la pesca de demersales en el Perú es multiespecífica y con mayor diversidad al norte del grado 6. Hasta ahora falta un estudio de la así llamada "basura" (peces que son botados de a bordo por ser muy pequeños o no tener valor comercial). Pero las recomendaciones para el manejo de la pesca de la merluza deberían orientarse en el sentido de:

- 1° una cuota anual dependiente del reclutamiento;
- 2° zonas de pesca que protejan a los juveniles basándose en la estratificación de tamaños por latitud; y
- 3° un aumento del tamaño de la malla para disminuir la "basura" y elevar el rendimiento por recluta en un 8 a 10%. Este último sólo no podría justificar el aumento del tamaño de la malla.

Hay que tener en cuenta de que el aumento del tamaño de la malla como única medida de protección no puede tener éxito como se ve en el stock de la merluza sudafricana que está en declive a pesar de que se aumentó el tamaño de la malla a 110 mm en 1977.

REFERENCIAS

- Anónimo. 1973. Resumen de las investigaciones científico-pesqueras en aguas adyacentes a la costa del Perú en invierno y primavera de 1972. Informe Especial Inst.Mar Perú-Callao N° 131.
- ARMSTRONG, D. 1981. Investigación de la merluza en IMARPE. Proyecto PNUD FAO-PER/76/022. Informe Inst.Mar Perú-Callao N° 79, I Parte: 1-47.
- BAILEY, K., R. FRANCIS and P. STEVENS. 1982. The life history and fishery of Pacific hake, Merluccius productus. CalCOFI Repts. 23:81-92.
- BEVERTON, R.J.H. and S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish Invest.Ser. II, Vol. 19:533 p.
- GLARK, J.R. 1963. Size selection of fish by otter trawls. Result of recent experiments in the North West Atlantic. Spec.Publ. ICNAF 5:24-95.
- CSIRKE, J. and J.F. CADDY. 1983. Production modeling using mortality estimates. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 40:43-51.
- DAAN, N. 1976. Comments on the concepts of $F_{0.1}$ and stock/recruitment relationship in relation to fisheries management ICES, C.M. 1976/F:7.
- DIOSES, T. 1985. Edad y crecimiento de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus G). Anales I Congreso Nacional de Biología Pesquera. 28 de junio al 01 de julio, 1984. Trujillo, Perú.
- EHRICH, S. 1980. Biologische Untersuchungen über die Grundfischbestände vor Argentinien. Mitteilungen aus dem Institut für See-

fischerei der Bundesforschungsanstalt fur Fischerei, Hamburg
N° 30, 59 p.

- ESPINO, M. y C. WOSNITZA-MENDO. 1984a. El uso del modelo de Csirke-Caddy para la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus). Bol.Inst.Mar Perú-Callao, Vol. 8(5):191-208.
- 1984b. La pesca de arrastre de la flota costera de Paita entre 1970-1982. Bol.Inst.Mar Perú-Callao, Vol. 8(5):163-178.
- 1984c. La relación entre stock y reclutamiento de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus). Bol.Inst.Mar Perú-Callao, Vol. 8(5):179-189.
- y U. DAMM. 1984. Análisis de la pesquería de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus). Bol.Inst.Mar Perú-Callao, Vol. 8(2):17-68.
- FRANCIS, R.C. 1983. Population and trophic dynamics of Pacific hake (Merluccius productus). Can.J.Fish.Aquat.Sci. 40:1925-1943.
- KUTKUHN, J.C. 1971. Final report of senior biologist UNDP/FAO SF 269 (PER 27).
- MISU, H. and S. HAMASAKI. 1971. Age and growth of Peruvian hake, Merluccius gayi (Guichenot). Bull.Seikai Reg.Fish.Res.Lab. 41:93-106.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationship between mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. du Conseil 39(2):175-192.
- POPE, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual populations analysis using cohort analysis. ICNAF Res.Bull. 9:65-74.
- SAMAME, M., M. ESPINO, J. CASTILLO, A. MENDIETA y U. DAMM. 1983. Evaluación de la población de merluza y otras especies demersales en el área Pto. Pizarro-Chimbote (Crucero BIC Humboldt 8103/04, marzo-abril 1981). Bol.Inst.Mar Perú-Callao N° 7(5): 61-73.

TERRE, J. 1984. Some aspects of the Cape hake stock in ICSEAF division 1.4. ICSEAF 1984 (Part II). Colln.Scient.Pap.int.Comm. SE Atl. Fish. : 61-73.

WOSNITZA-MENDO, C. and M. ESPINO (in print). The impact of "El Niño" on recruitment in the Peruvian hake (Merluccius gayi peruanus). Meeresforschung.

Tabla 1. Estimaciones de la biomasa y/o el rendimiento de equilibrio de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus) hasta la fecha.

AÑO	METODO	FUENTE	ESTIMACION DE BIOMASA t x 10 ³	RENDIMIENTO DE EQUILIBRIO [t x 10 ³]
1970	área barrida	Kutkuhn (1971) *	1,500	-
1972	área barrida	Mejía <u>et al.</u> (1973) *	160-180	-
1973	área barrida	Anon, 1973 *	2,600	-
1974	área barrida	Mejía <u>et al.</u> (1979) *	1,400	-
1976	área barrida	"	1,250	-
1977	área barrida	"	1,800	-
1978	área barrida	"	1,700	-
1981	área barrida	Samamé <u>et al.</u> (1983)	600 ± 75%	-
1983	análisis de co- hortes (Pope, 1972)	Espino <u>et al.</u> (1984)	200-620	100
1983	Csirke/Caddy (1983)	Espino <u>et al.</u> (1984)	-	130
1985	Beverton y Holt (1957)	presente trabajo	-	110-125 (o)

* citado según Armstrong (1979)
(o) 110 mil toneladas (suma de machos y hembras). 125 mil toneladas (sexos combinados).

Tabla 2. Parámetros de crecimiento usados en el presente trabajo; longitud según v. Bertalanffy (Dioses, 1985).

$$L_t \text{ ♀} = 97.30 [1 - e^{-0.146 (t + 0.221)}]$$

$$L_t \text{ ♂} = 64.65 [1 - e^{-0.211 (t + 0.368)}]$$

$$L_t \text{ ♀} + \text{ ♂} = 98.88 [1 - e^{-0.139 (t + 0.278)}]$$

EDAD	$L_t \text{ ♀}$		EDAD	$L_t \text{ ♂}$	
	cm	f		cm	f
1	16.35	54	1	16.19	54
2	27.11	11	2	25.35	20
3	36.68	34	3	32.86	65
4	45.12	189	4	39.03	173
5	52.92	189	5	43.69	42
6	59.27	108	6	47.75	1
7	63.98	58			
8	67.97	56			
9	71.52	22			
10	74.88	11			
11	77.94	6			
12	80.78	2			
13	83.48	2			

PESO-LONGITUD POR SEXOS (Misu y Hamasaki, 1971)

$$W = 0.00633 L^{3.03} \text{ ♂} \quad W_{\infty} = 1,938 \text{ g}$$

$$W = 0.00947 L^{2.91} \text{ ♀} \quad W_{\infty} = 5,778 \text{ g}$$

$$W = 0.0162 L^{2.78} \text{ combinados (IMARPE, Armstrong, 1981)} \quad W_{\infty} = 5,700 \text{ g}$$

$$t \text{ max } \text{ ♂} = 8 \quad \text{trabajo presente}$$

$$t \text{ max } \text{ ♀} = 12 \quad \text{"}$$

$$t \text{ max } \text{ ♀} + \text{ ♂} = 12 \quad \text{"}$$

Tabla 3. Selectividad de diferentes redes en diferentes años para la merluza peruana.

Longitud (cm)	(1) 50 mm	(2) 80 mm	(3) 90 mm	(4) 90 mm	(5) 90 mm
5				0	0
10				1.08	1.08
15			0	2.93	2.72
20	3.89		18.69	24.55	25.49
25	15.49	0	58.76	69.92	65.41
30	29.88		87.38	76.58	87.47
35	57.72		96.85	84.20	96.85
40	79.48		99.40	100.00	99.40
45	85.69		99.69		99.79
50	89.98	100.00	99.65		99.54
55	94.19		99.83		99.83
60	98.07		100.00		100.00
65	99.57				
70	100.00				
75					
80					
l ₂₅	32.4	39.0	23.0	22.2	22.2
l ₇₅	43.0	42.6	29.0	27.7	28.8
F S	7.6	5.1	2.9	2.73	2.8
L ₅₀	37.8	40.8	26.0	24.6	25.2

- (1) Paíta 8403/04 (lances alternados)
(2) Crucero 8301 (sobrecopo) (0 escape)
(3) Crucero 8503/04 (sobrecopo subárea A+B+C)
(4) Crucero 8503/04 (sobrecopo subárea D+E+F)
(5) Crucero 8503/04 (sobrecopo subárea total)

Tabla 4. Características de las flotas pesqueras de merluza peruana.

AÑO	FLOTAS	Nº PROMEDIO DE EMBARCACIONES	MERLUZA ton/año	TAMAÑO DE MALLA mm	CAPACIDAD DE BODEGA TM	Nº DE TRIPULANTES
1970-1982 *	Paita; arrastre de fondo	28	14,000	70 mm (oficial) 50 mm (real)	40-150	5-8
1973-1978** 1973-1980	flota de altura, arrastre de fondo y media agua	6-13	100,000	70-90 (1977) mm	1,442	98
desde 1982 ***	flota de altura, arrastre de media agua	5-20	captura acompañante; principalmente jurel y caballa	76 mm	2,700	110

* IMARPE

** según Ministerio de Pesquería (Seminario sobre Pesca de Arrastre; Lima, octubre 1981); entre 2 y 8 barcos cubanos del 73 al 78 y entre 2 y 7 barcos polacos del 73 al 80).

*** MIPE

Tabla 5 . Rendimiento máximo por recluta de la merluza peruana para diferentes t_c .

t_c	Y/R max (g)		Y/R max (g) combinado
	♀	♂	
1.0	158	109	145
2.0	261	185	240
3.0	415	295	379
3.2	451	321	413
3.5	512	362	468
3.8	577	405	528
4.0	624	436	570
4.5	751	516 (F=3.7)	687
5.0	894	592 *	818 (F=1.8)
5.5	1.053 *	-	964 *
6.0	1.207 *	735 *	1.125 *
7.0	1.530 *	796 *	1.460 *
8.0	1.850 *	-	1.800 *

* aproximado, por estar fuera de rango.

Tabla 6. Número de reclutas de merluza peruana de 2 años de edad

(X10⁶) M= 0.3 anual.

Año	R_2	$R_3 = R_2 \cdot e^{-M}$		
1971	406.5	301.2		
72	442.3	327.7		
73	379.3	281.0		
74	368.7	273.1		
75	412.8	305.8		
76	1,076.7	797.6		
77	521.4	386.3		
78	483.3	358.0		
79	327.8	242.8		
80	209.7	155.3		
81	170.4	126.2		
82	198.0	146.7		
Promedio	416.40	308.5	$R_{3.5} = 265.5$	$R_{4.5} = 196.7$

Año	MACHOS R_2	$R_3 = R_2 \cdot e^{-M}$	HEMBRAS R_2	$R_3 = R_2 \cdot e^{-M}$
1971	244.8	181.4	161.7	119.8
72	271.1	200.8	171.2	126.8
73	233.1	172.7	146.2	108.3
74	203.5	150.8	165.2	122.4
76	220.6	163.4	192.2	142.4
76	616.4	456.6	460.3	341.0
77	298.6	221.2	222.8	165.1
78	295.9	219.2	187.4	138.8
79	211.8	156.9	116.0	85.9
80	129.6	96.0	80.1	59.3
81	94.3	69.8	76.1	56.4
82	119.9	88.8	78.1	57.9
Promedio	245.0	181.5	171.4	127.0
$R_4 =$	134.5		$R_{3.2} =$	119.6
$R_{3.8} =$	142.8			

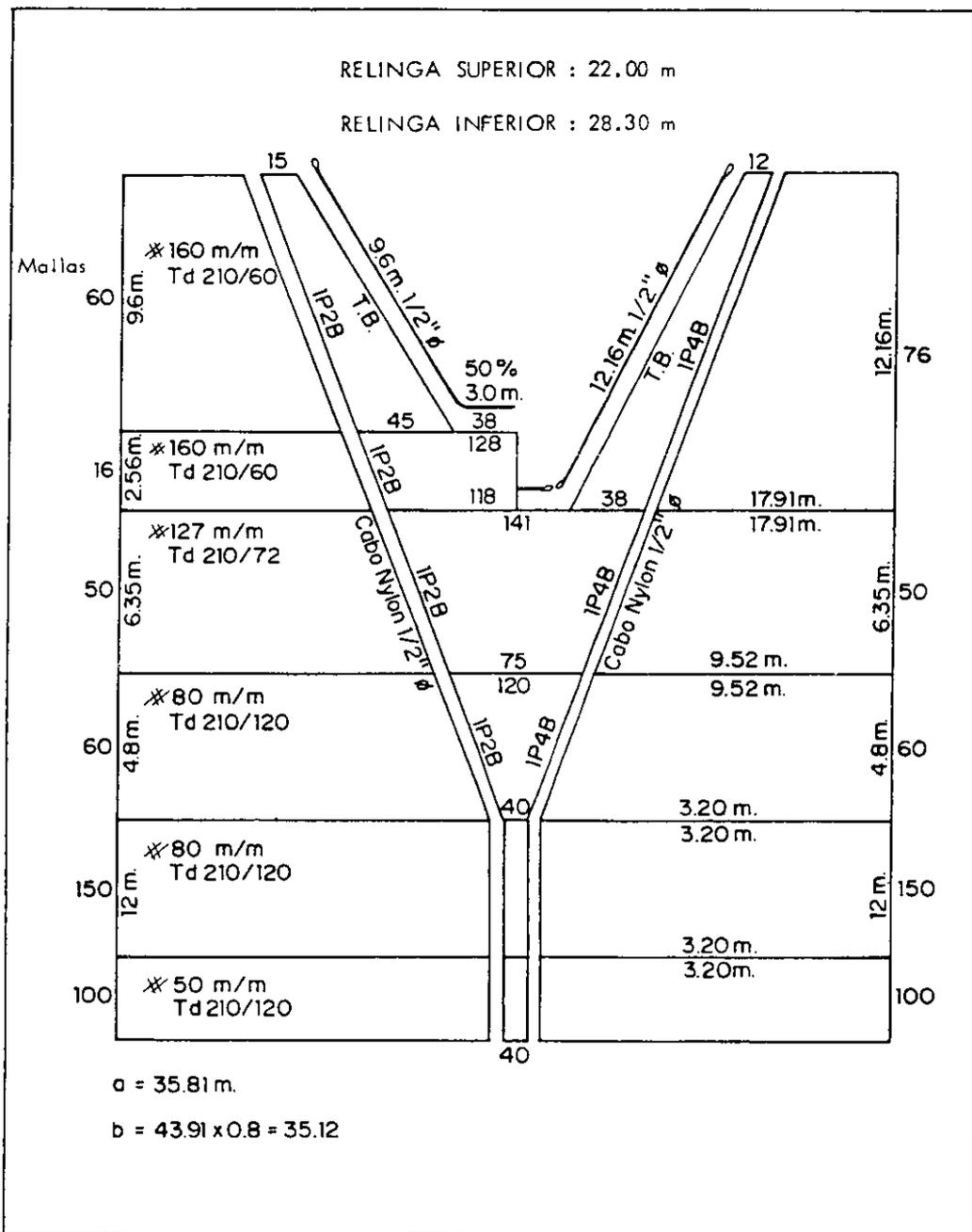


Figura 1. Red de arrastre de fondo modelo "ARPES" I 298/127

- a = circunferencia de boca de la red a la altura de la relinga inferior
- b = longitud de la red x 0.8

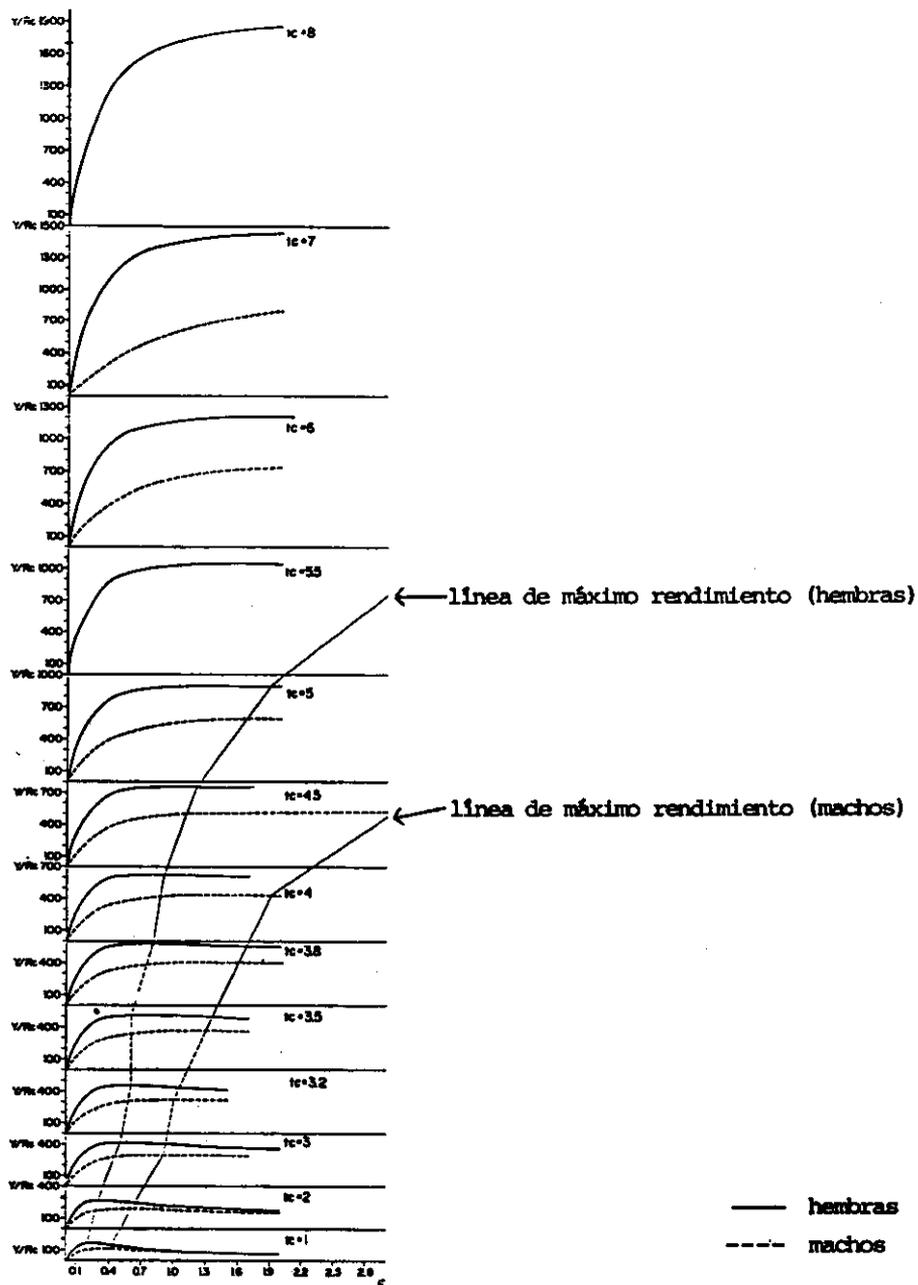


Figura 2. Rendimiento por recluta de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*).

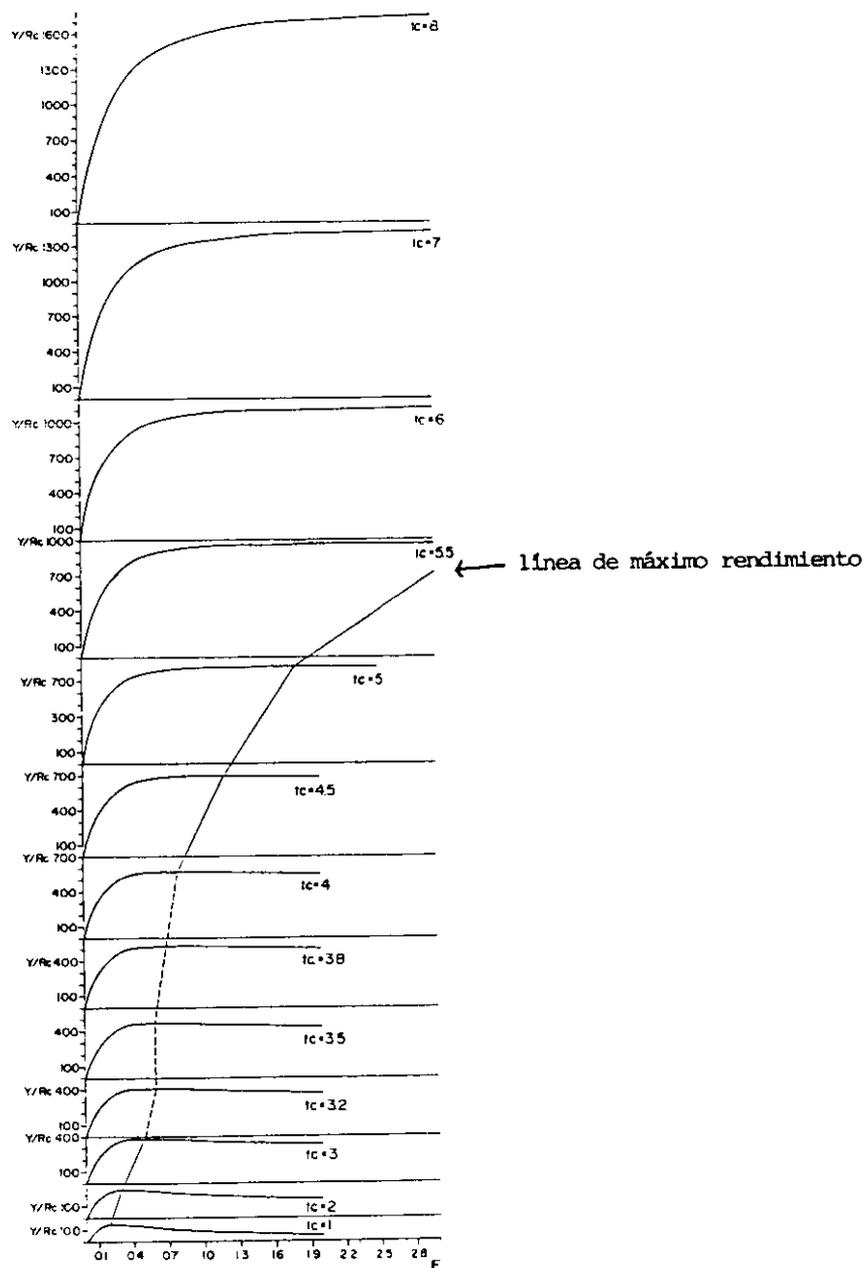


Figura 3. Rendimiento por recluta (sexos combinados) de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus).

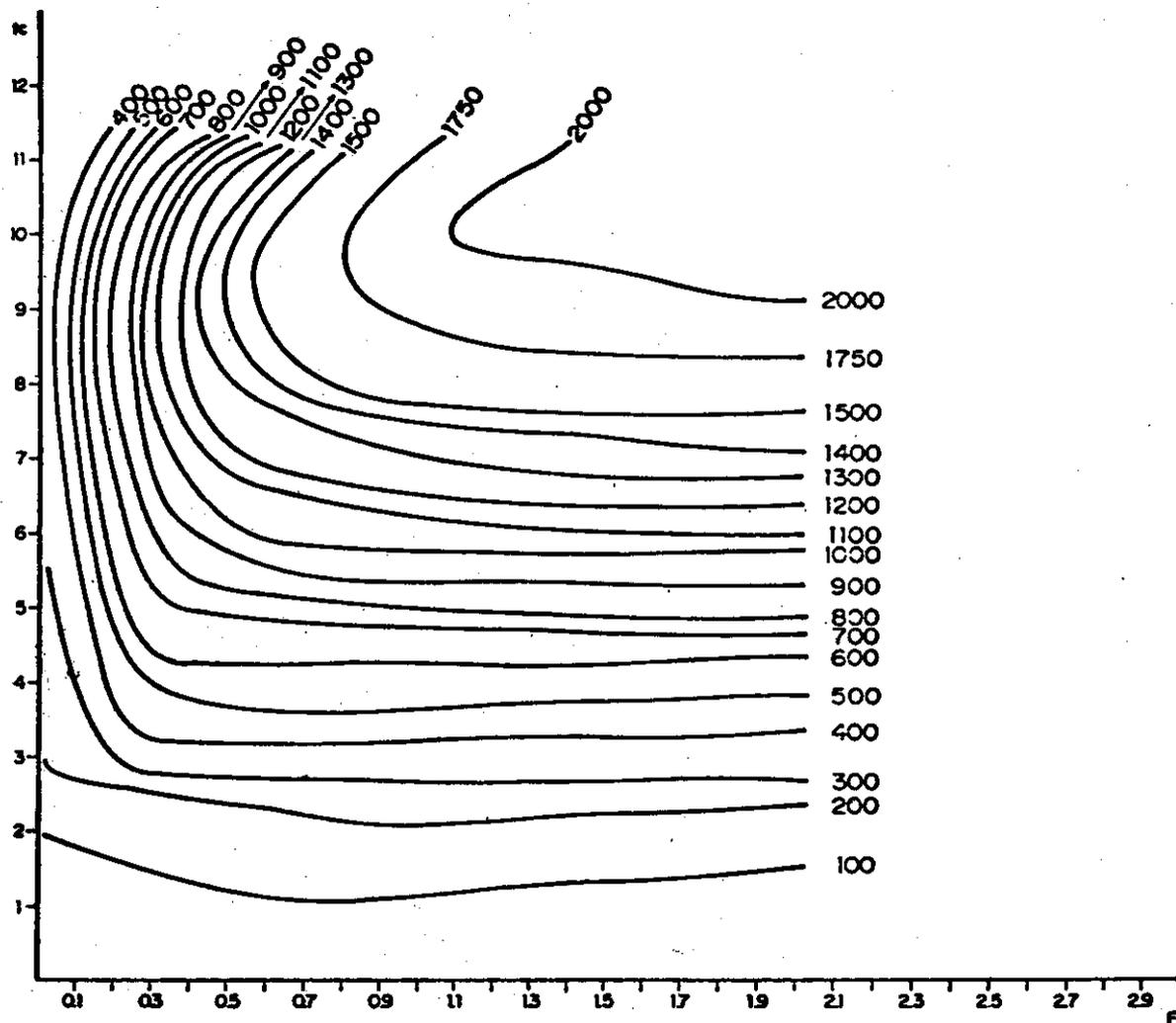


Figura 4. Diagrama de rendimiento para la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*).

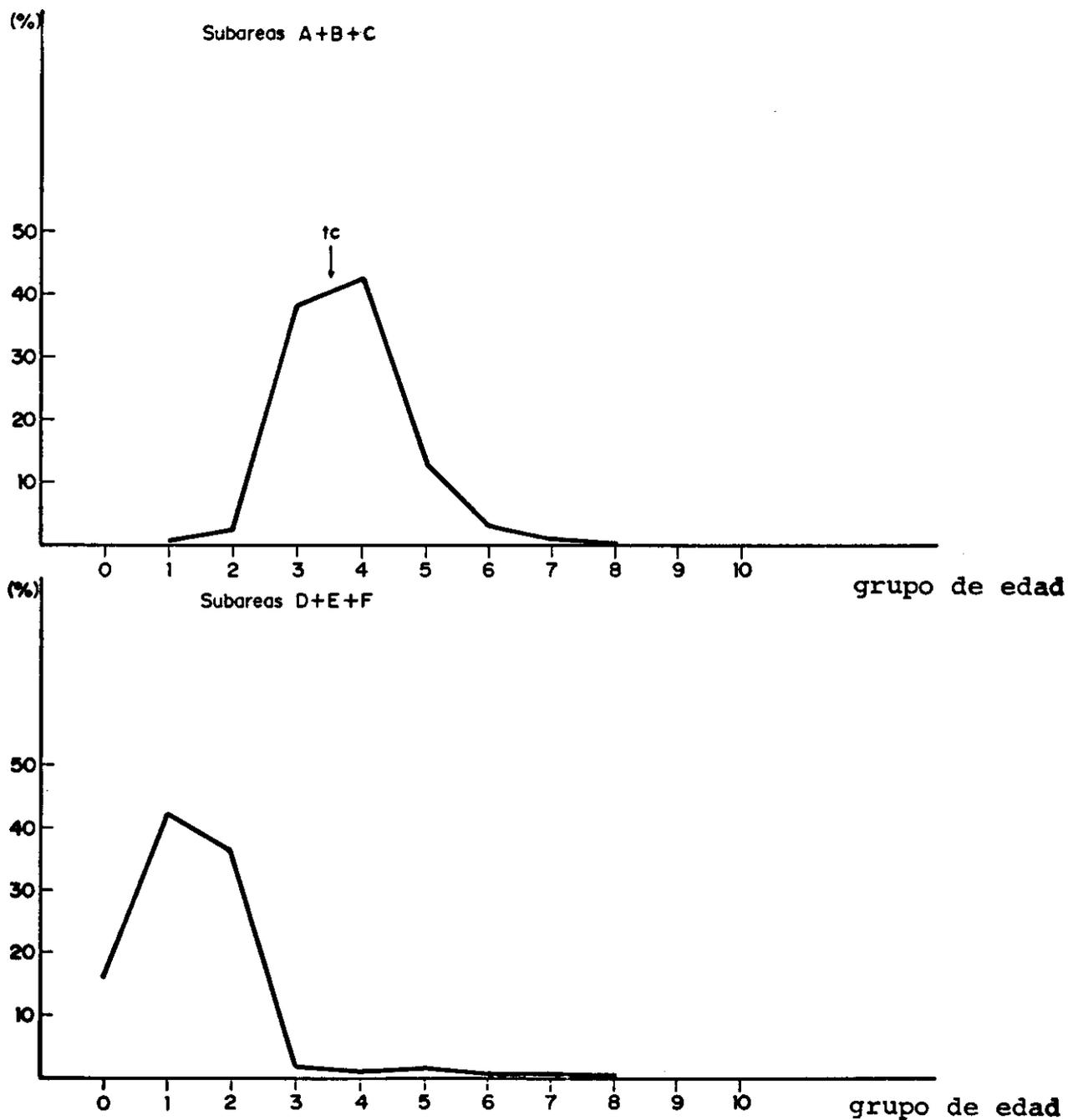


Figura 5. Distribución por edades en subáreas A+B+C (arriba) y subáreas D+E+F (abajo) de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus) en diciembre de 1984.