



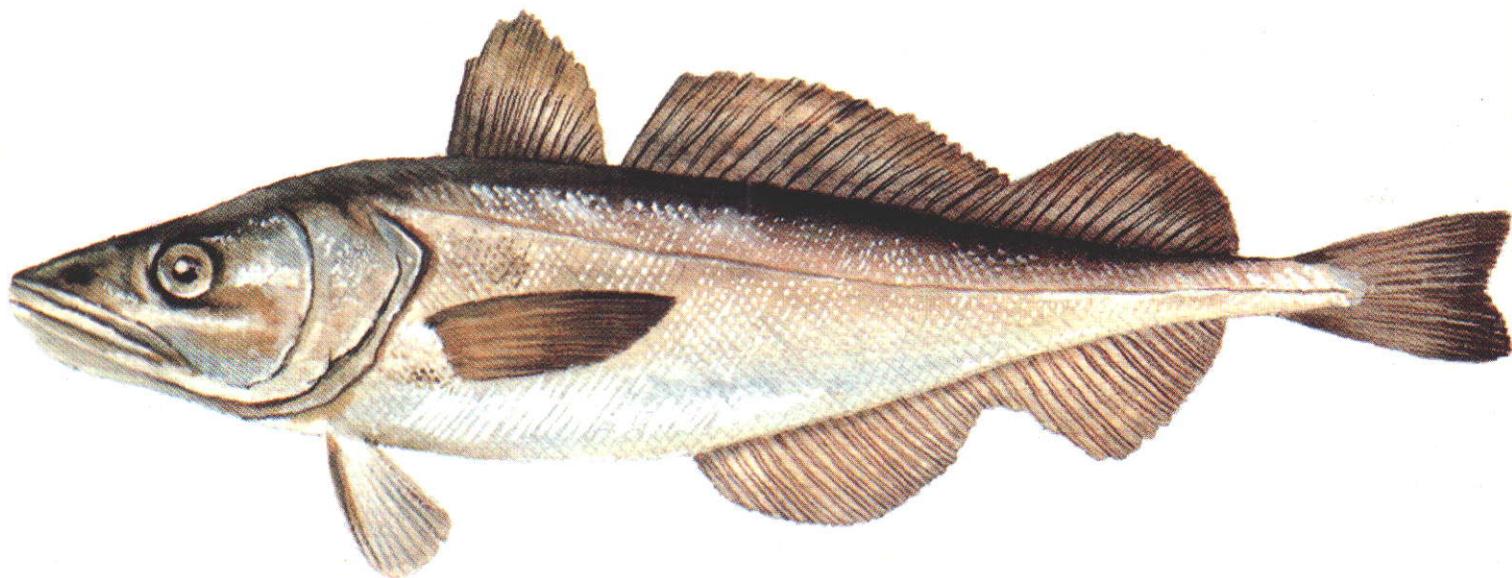
INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

NUMERO 117, MARZO 1996

Evaluación del Recurso Merluza

Crucero BIC SNP-1 9505-06



**Con apoyo del Programa de
Cooperación Técnica para la Pesca
CEE-VECEP ALA 92/43**

CALLAO - PERU

ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA EVALUACION DIRECTA DE LA MERLUZA (*Merluccius gayi peruanus*) CON EL METODO DEL AREA BARRIDA (Cr. BIC SNP-I, 9505-06)

Renato Guevara-Carrasco, Raúl Castillo y Alberto González

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
Apartado 22, Callao - Perú

RESUMEN

Se realiza una revisión de los principales problemas que se han presentado en la aplicación del método de área barrida para evaluar el stock de merluza en el Perú. Se indica que, entre otros, el desconocimiento de los factores que regulan el comportamiento migratorio de la merluza (tanto nictemeral como estacional) es una permanente fuente de sesgo en los estimados de biomasa. Asimismo, se describen algunos de los pasos que se dieron durante la ejecución del crucero de evaluación de merluza en 1995 que intentan mejorar la aplicación de esta metodología.

1. Introducción

Area Barrida es un método que se utiliza en la evaluación directa de los recursos demersales. Consiste en un muestreo al azar estratificado, realizado con una red de arrastre de fondo en el área de distribución del recurso. Aplicando una unidad de esfuerzo constante (lances de pesca estandarizados) en toda el área de distribución, se determina la densidad media o abundancia relativa del recurso, que se supone es proporcional a su biomasa. De este modo, si se conoce la extensión del área evaluada, es posible realizar una estimación de la biomasa del recurso.

Sin embargo, este enfoque simple del método no pone en evidencia el conjunto de factores ecológicos y tecnológicos que se deben tener en cuenta porque introducen sesgos en los estimados de densidad y biomasa. En este reporte se describen los principales factores que han afectado las

evaluaciones de la merluza, en los últimos años, así como las características del programa de muestreo utilizado durante el crucero de evaluación realizado en otoño de 1995.

2. Aspectos del comportamiento de la merluza relacionados a su evaluación directa

La merluza es una especie bento-pelágica que habita las aguas del mar peruano y cuyo comportamiento está asociado a la influencia de las masas de agua y sistema de corrientes subsuperficiales, principalmente la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) y a la configuración de la plataforma continental (SAMAME, 1981; SAMAME, *et al.*, 1983; ESPINO, *et al.*, 1986). Se distribuye a lo largo del litoral peruano, aunque las principales concentraciones se ubican al norte de la latitud 10°S, principalmente a profundidades entre 50 y 100 brazas.

La plataforma continental en el Perú, bien delimitada por la isóbata de las 100 brazas, se presenta como la más amplia de la costa occidental de Sudamérica. El ancho varía desde algunas millas en el sur hasta las 50 - 65 millas entre Huarmey y Pimentel y se vuelve a angostar hacia el norte. El borde exterior se presenta muy heterogéneo, particularmente al norte de Eten, definiendo un habitat para la merluza, invulnerable por el arrastre, donde se han observado concentraciones de ejemplares de mayor tamaño y edad.

La merluza realiza migraciones nictemerales, en relación con la migración del zooplancton (DEL SOLAR, 1968; MEJIA, *et al.*,

1980; REYES, 1992) con tendencia a concentrarse sobre el piso de la plataforma durante el día, entre las 06 y 18 horas y a desplazarse a lo largo de la columna de agua, durante la noche. Sin embargo, se ha observado un comportamiento atípico en algunos años, durante los cuales mostró un comportamiento pelágico durante las horas del día, haciéndose muy disponible a la flota de cerco. En esas condiciones fue intensamente explotada por ella (IMARPE, 1981, GUEVARA-CARRASCO, 1995). Este comportamiento ha sido observado principalmente en ejemplares menores de 4 años especialmente en las latitudes mayores (09° y 10°S), donde predominan los ejemplares juveniles.

Por otro lado, a partir de las capturas realizadas por grandes buques factoría entre 1989 y 1991, existen evidencias de que parte del stock se encuentra al borde y fuera de la plataforma continental. Aparentemente estas existencias forman parte del comportamiento migratorio a lo largo de la plataforma, el cual todavía no es bien conocido en detalle.

De acuerdo a la información disponible, se supone que durante la época de otoño, la merluza tiende a desplazarse hacia el sur y a concentrarse sobre la plataforma, preparándose para el desove que empieza entre julio y agosto. Asimismo, por la información proveniente de la pesquería se deduce que el reclutamiento de esta especie al área y al arte de pesca comienza a producirse en esa época.

3. Planificación del Crucero y Estrategia de Muestreo

Los aspectos conceptuales, así como los elementos generales a tener en cuenta para la planificación y ejecución de una evaluación directa de recursos demersales por el método de área barrida, se dan en ALVERSON and PEREYRA (1969) y MACKETT (1973), respectivamente. Asimismo, la metodología aplicada en el Perú, ha sido descrita por SAMAME, *et al.*, (1983) y ESPINO y WOSNITZA-MENDO (1984). En este reporte

se resume y se presentan algunos aspectos no explícitamente discutidos en anteriores trabajos, pero que forman parte del conjunto de problemas a resolver durante la planificación y ejecución de un crucero de esta naturaleza.

3.1 Antecedentes

Los cruceros de evaluación de recursos demersales, especialmente orientados a la evaluación de merluza, cubren la plataforma en una extensión de aproximadamente 14 275 mn², entre las 20 y 200 brazas de profundidad, desde la latitud 10°S (Huarney), hasta los 03°23'S, extremo norte del dominio marítimo peruano (Fig. 1).

Esta área total se ha subdividido en subáreas (grados de latitud) y cada subárea en tres estratos de profundidad (Tabla 1), debido a que la latitud y la profundidad son factores que determinan el gradiente de distribución y concentración de los peces demersales, especialmente de merluza (SAMAME, *et al.*, 1983, ESPINO *et al.*, 1986).

Los cruceros han tenido una duración de 20 a 25 días, efectuándose entre 5 y 6 lances diarios hasta completar aproximadamente 100, en toda el área de evaluación. Estos se realizan entre las 06:00 y las 18:00 horas, con una duración de 20 minutos de arrastre efectivo a velocidades entre 3 y 4 nudos. Sólo muy raras veces se han realizado lances después de las 18 horas, pero éstos no han sido considerados en la evaluación.

El tiempo y la velocidad de arrastre se han tratado de mantener constantes, excepto cuando se presentan obstáculos en el fondo de arrastre, en cuyo caso se incrementa la velocidad para levantar la red o cuando ésta se satura, en cuyo caso el arrastre dura menos tiempo. En las evaluaciones de demersales en general, el tiempo de arrastre varía entre 30 minutos y 1 hora (HALLIDAY, 1986; HYLEN, *et*

al.,1986). En el Perú se han utilizado tradicionalmente 20' como tiempo estándar, lo cual tuvo su justificación en las primeras evaluaciones realizadas, cuando las concentraciones altas de merluza y fauna acompañante tendían a saturar la red de arrastre (M. Samamé y M. Espino, comunicación personal).

La abertura horizontal de la red, conjuntamente con la velocidad y el tiempo de arrastre determinan el área barrida. Esta se estima, convencionalmente, como la abertura entre alas, la cual depende de una serie de factores (SALAZAR, 1994; ESCUDERO, este volumen).

Hasta la fecha, los cruceros de evaluación de merluza se han realizado presuponiendo un patrón de distribución y asignando los lances al azar por estrato, de acuerdo a un plan previamente definido en el gabinete. Este plan inicial de ubicación de lances, se modificaba gradualmente durante el transcurso del crucero, conforme se detectaban las mayores concentraciones y abundancia del recurso, asignando un mayor número de lances en los estratos donde se detectaba una mayor concentración. Esta modificación fue más notoria cuando se presentaron características anormales del ambiente, que provocaban una distribución del recurso muy diferente a la prevista.

Entre los principales problemas que se han presentado durante la ejecución de los cruceros se pueden mencionar los siguientes:

a) Aquellos relacionados con el comportamiento del recurso

Cuando la merluza se encuentra distribuida en la columna de agua en horas de la mañana, en las que normalmente debería estar concentrada cerca del fondo. De este modo a pesar de estar

disponible, no es completamente accesible al arrastre de fondo.

Cuando se encuentra distribuida fuera de la plataforma y por lo tanto, no está disponible para el muestreo.

b) Aquellos relacionados con las características del fondo

Cuando la ubicación aleatoria del lance cae en un lugar inapropiado para el arrastre de fondo. Entonces hay que buscar fondo apropiado, debiendo elegirse un punto de arrastre más cercano, con el peligro de orientar involuntariamente el arte a la pesca.

Cuando la merluza esta disponible para el arrastre, pero existe un fondo no apropiado (trabas) que impide un arrastre seguro, con el peligro de perder el equipo de pesca. Este es uno de los problemas más frecuentes durante las operaciones.

c) Aquellos relacionados con el comportamiento del arte de arrastre.

La red es un equipo hidrodinámico en el cual la abertura vertical es inversamente proporcional a la abertura horizontal (ENGAS and WEST, 1986). A mayores profundidades, tiende a tener una mayor abertura horizontal y viceversa (GODØ and ENGAS, 1989), afectando la eficiencia de captura de los ejemplares que se encuentran en el extremo superior de la altura del cardumen. Un sumario interesante sobre las redes de arrastre de fondo ha sido realizado por SALAZAR (1994).

3.2 Plan de muestreo durante el crucero 1995

Para la ejecución de este crucero, además de las consideraciones anteriores, se efectuaron dos acciones preliminares no realizadas anteriormente:

a) Se subdividió el área de evaluación en pequeñas cuadrículas o unidades de

muestreo de 4 mn² (2'x2'), para facilitar la selección aleatoria de los lugares de arrastre en cada estrato; y

- b) Se ejecutó un rastreo acústico previamente a la evaluación por área barrida, con lo cual se tuvo un criterio más objetivo para la asignación de los lances proporcionalmente a la abundancia, dentro de cada estrato.

El rastreo acústico, complementado con pesca de comprobación mediante arrastres de media agua, permitió determinar la existencia de concentraciones pelagizadas y semipelagizadas del stock de merluza en determinadas subáreas. Así por ejemplo, la abundancia relativa de los arrastres con red de media agua, permitió comprobar que las existencias de merluza, sobre el fondo, eran altas especialmente en las subáreas F y G (Fig. 2). Este hallazgo fue muy importante como elemento de juicio para interpretar la representatividad de las capturas con la red de arrastre de fondo, sobre todo en las latitudes mayores.

Además, el barrido acústico constituye parte de las pruebas preliminares que se ejecutan para introducir la metodología hidroacústica, complementariamente a la de área barrida, para la evaluación de este recurso demersal (HYLEN, *et al.*, 1986).

Para efectuar los lances de pesca, el buque al llegar a la cuadrícula respectiva, hizo un recorrido al azar dentro de ella, marcando el rumbo, para detectar la existencia de trabas en el fondo. Cuando se encontró terreno adecuado se realizó el arrastre en la misma dirección, pero en sentido contrario. Cuando se encontraron trabas, se realizó otro recorrido con distinto rumbo dentro de la misma cuadrícula. Si aún así no fue posible ubicar fondo arrastrable, se inició la misma operación, en cualquiera de las cuadrículas adyacentes, elegida aleatoriamente. Es importante señalar que la ecosonda en este tipo de cruceros se

utiliza solamente para detectar trabas en el fondo y no para ubicar cardúmenes.

4. Tamaño de muestra y asignación de los lances

Para determinar el número total de lances a realizar durante este crucero, se consideraron los siguientes factores:

- a) Tiempo de duración del crucero equivalente a 25 días efectivos de trabajo, de los cuales 07 se emplearon en el rastreo acústico y 18 en la evaluación por área barrida;
- b) El horario de arrastre entre las 06 y 18 horas, que limita el número de arrastres entre 5 y 6 por día;
- c) Distancia a cubrir entre estación y estación, que en los estratos más extensos reduce el número de lances diarios.

Estas consideraciones permitieron estimar en 100 el número total de lances para toda el área de evaluación. Dentro de cada estrato, este total se distribuyó considerando la abundancia relativa observada durante el rastreo acústico y la extensión del estrato. Para ello se empleó la siguiente ecuación (MACKETT, 1973; HYLEN, *et al.*, 1986):

$$n_i = (N * V_i * A_i) / A_t$$

donde:

- n_i = número de lances en el estrato i
 N = número total de lances (100)
 A_i = área del estrato i (mn²)
 A_t = área total de evaluación (14,273 mn²)
 V_i = factor de ponderación del estrato i , que se basa en la abundancia relativa de merluza en el estrato. (0 V_i = 1)

En lo posible se trató de realizar 3 lances como mínimo en cada estrato, para tener un mejor estimado de variabilidad.

5. Representatividad del muestreo (Tabla 2)

El muestreo llegó a cubrir en términos absolutos 1 mn² de las 14 000 mn² que tiene el área total de estudio. En términos relativos, esto equivale al 0,0074 % del área total. Cada lance barrió un área de 0,01 mn² en promedio.

Si se supone que la densidad estimada en cada lance de pesca es representativa de las 4 mn² que tiene cada cuadrícula en la que se realizó el lance, entonces el muestreo se puede caracterizar como que cubrió 1 de cada 36 mn².

En general, la densidad de muestreo fue equivalente a 1 estación por cada 143 mn². A modo de comparación, en el Mar de Bering, los cruceros de arrastre de fondo tienen una densidad de muestreo de aproximadamente 1 estación por cada 400 mn² (HALLIDAY, 1986), aunque en un área de estudio mayor. En el crucero anterior (CASTILLO, et al., 1995), el muestreo tuvo una densidad de 1 estación por cada 116 mn², en un área 37 % menor a la del presente crucero.

Tabla 1. Subáreas y estratos de profundidad

Subáreas		Estratos (Brazas)		Extensión	
		Min.	Max.	(km ²)	(mn ²)
A 03°23'-04°00'	I	20	50	1098	320
	II	50	100	670	195
	III	100	200	1925	561
B 04°00'-05°00'	I	20	50	453	132
	II	50	100	538	157
	III	100	200	460	134
C 05°00'-06°00'	I	20	50	1133	330
	II	50	100	1195	348
	III	100	200	545	159
D 06°00'-07°00'	I	20	50	2576	751
	II	50	100	1075	313
	III	100	200	458	133
E 07°00'-08°00'	I	20	50	4208	1227
	II	50	100	5418	1580
	III	100	200	1755	512
F 08°00'-09°00'	I	20	50	4716	1375
	II	50	100	6384	1862
	III	100	200	1223	356
G 09°00'-10°00'	I	20	50	1738	507
	II	50	100	10615	3095
	III	100	200	775	226
Total				48954	14275

Fuente: IMARPE-DGIO

Tabla 2. Representatividad del muestreo "Evaluación del recurso merluza"
(Cr. BIC SNP-1, 9505-06)

Subárea	Nº de lances o cuadrículas	Extensión Evaluada (mm ²)	Arca barrida por la red (mm ²)	Extensión por subárea (mm ²)	% [1]	Cobertura %	Densidad de muestreo [3]
A	12	48	0,156	1077	0,014	4,5	90
B	8	32	0,089	423	0,021	7,6	53
C	17	68	0,178	838	0,021	8,1	49
D	16	64	0,156	1198	0,013	5,3	75
E	27	108	0,283	3318	0,009	3,3	123
F	9	36	0,084	3575	0,002	1,0	397
G	11	44	0,107	3828	0,003	1,1	348
Total	100	400	1,053	14257	0,007	2,8	143

[1] En términos absolutos: 1 mm² (0,007 %) de las 14000 mm²

[2] En términos de cuadrículas: 1 de cada 36 mm² (2,8 % del total)

[3] La densidad de muestreo total es de 1 lance por cada 143 mm²

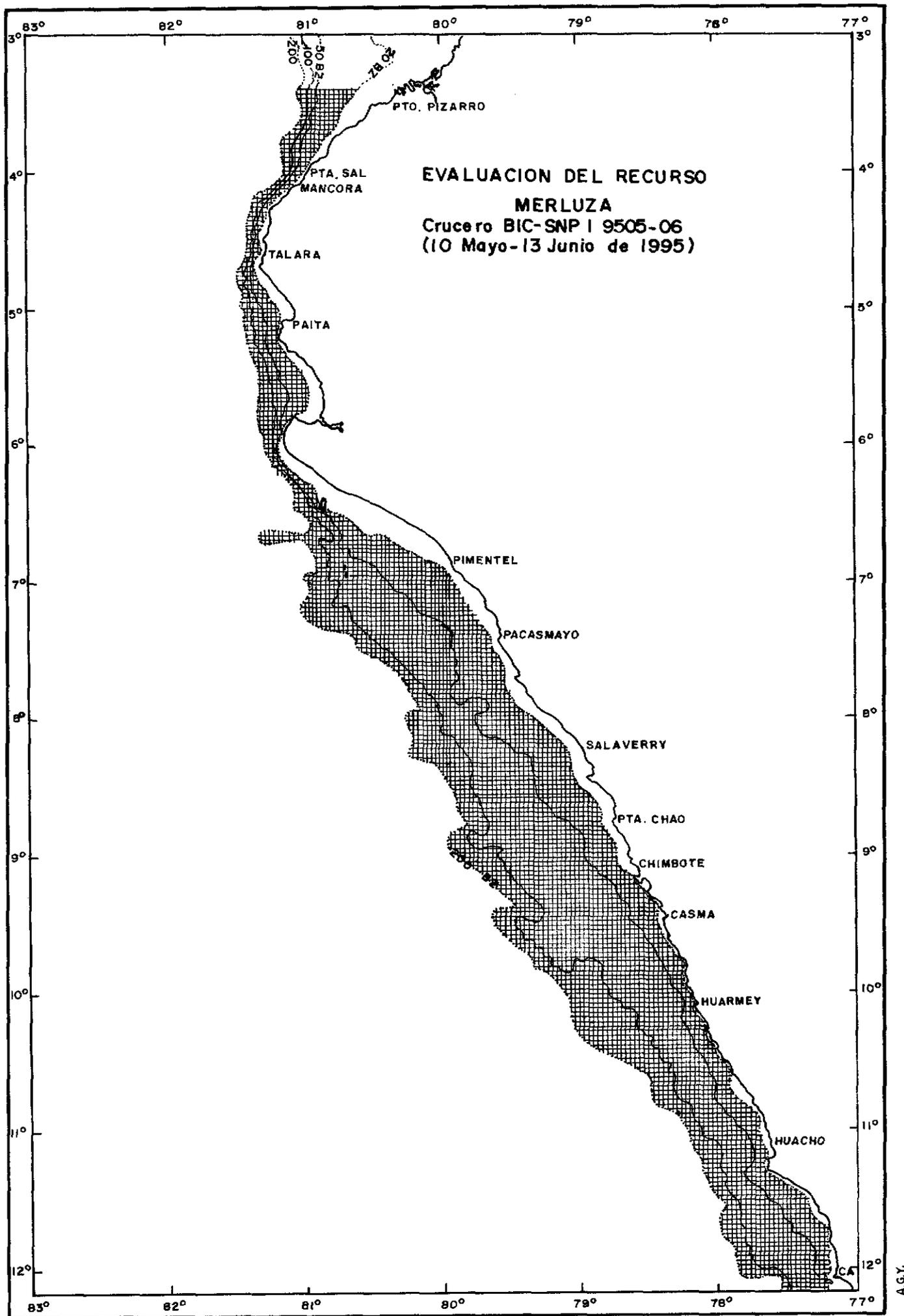


Fig. 1.- Area de evaluación de la merluza.

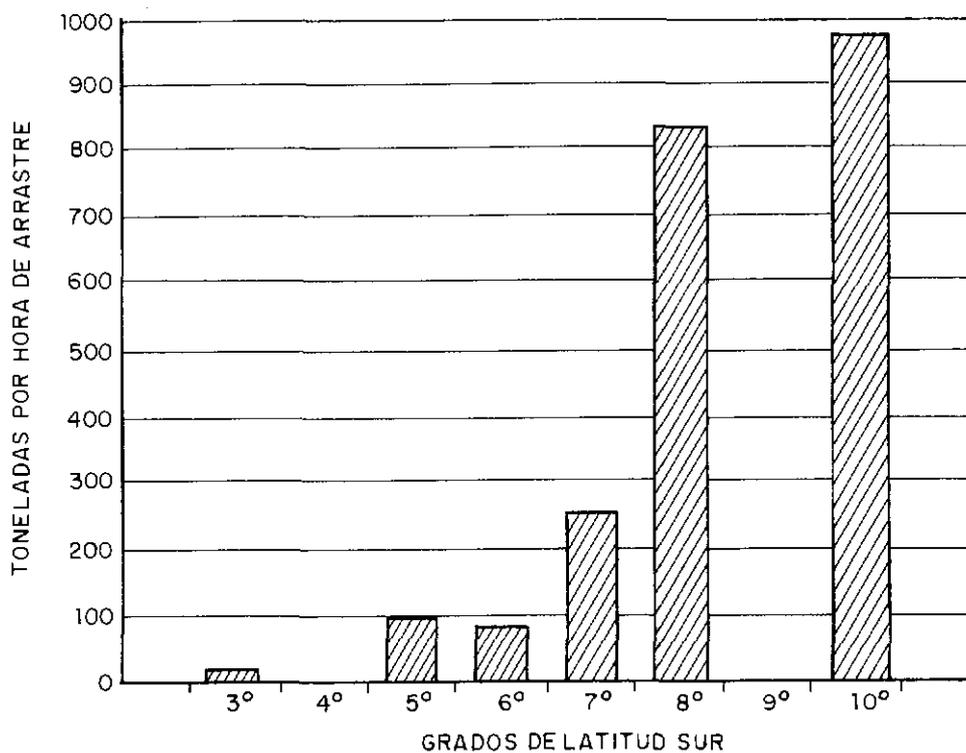


Fig. 2.- Abundancia relativa de merluza (t/hora de arrastre), con red de arrastre pelágica. Cr. BIC SNP-1 9505-06.