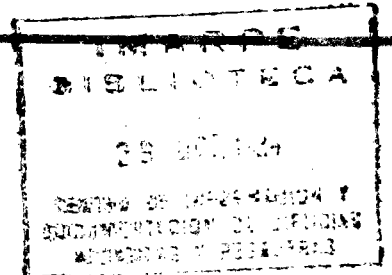




INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

ISSN - 0378 - 7689
VOLUMEN 8 Nº 2



ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE LA MERLUZA PERUANA

(Merluccius gayi peruanus)

Marco Espino
C. Wasnitzer - Mendo
W. Damm.

Publicación Nº 177 de PROCEPRA
proyecto por la Agencia Alemana
de Cooperación Técnica (GIZ)

Callao - PERU 1984

C Instituto del Mar del Perú
Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n
Teléfono 297630
Apartado postal 22
Callao, PERU

Hecho el depósito de Ley.
Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial,
la fotomecánica y los de traducción.

Impreso en el Perú
Servicios de Impresiones de IMARPE
Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n
Teléfono 297630
Apartado postal 22
Callao, PERU

Conducción editorial: Dr. Antonio Landa Cannon, Editor Científico

Bol.Inst.Mar Perú-Callao, Vol. 8, N° 2, 17-68, junio 1984.

ANALISIS DE LA PESQUERIA DE LA
MERLUZA PERUANA (Merluccius gayi peruanus)

Por:

Marco Espino
C. Wosnitza-Mendo
U. Damm

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	21
INTRODUCCION	22
MATERIAL Y METODOS	23
1. Material	23
2. Métodos	24
2.1 Mediciones de longitud	24
2.2 Claves edad-longitud	24
2.3 Ponderación a la captura total	25
2.4 Determinación de la mortalidad natural	26
2.5 Análisis de cohortes	27
2.6 Relación stock-reclutamiento	28
2.7 Rendimiento por recluta	28
RESULTADOS	29
1. Distribución por longitudes	29
2. Variación de las capturas	31
3. Análisis de la población	31
3.1 Reclutamiento	31
3.2 Población en número	32
3.3 Biomasa	32
4. Análisis de la mortalidad por pesca	33
4.1 Variación anual de la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F)	33
4.2 Variación de la mortalidad por pesca por edades	34
4.3 Variación de la mortalidad por pesca por edades en un mismo año, 1971-1982	35
5. Relación stock-reclutamiento	36
6. Rendimiento por recluta	37
7. Tasa de explotación de equilibrio ("E")	37
DISCUSION	38
BIBLIOGRAFIA	43
TABLAS	45
FIGURAS	53

ANALISIS DE LA PESQUERIA DE LA
MERLUZA PERUANA (Merluccius gayi peruanus)

Por: Marco Espino¹, C. Wosnitza-Mendo² y U. Damm²

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

RESUMEN

El stock de merluza de Perú ha estado sometido a una pesca intensa durante los últimos 12 años, obteniéndose capturas que fluctuaron entre 26,000 y 300,000 TM, procedente de la flota de altura y de la flota arrastrera costera de Paíta.

El tamaño del stock se determinó mediante el análisis de cohortes según Pope (1972) y en base a estos resultados se estableció la relación stock-reclutamiento según Ricker (1954), rendimiento por recluta según ICES, y se obtuvo una tasa de explotación de equilibrio que permitió analizar el efecto de la pesquería a lo largo de los 12 años.

En general, se ha tratado de hacer un análisis separado de machos y hembras debido al marcado dimorfismo sexual, lo cual condiciona un tratamiento especial de los datos.

INTRODUCCION

La merluza (Merluccius gayi peruanus) es la especie más abundante del ecosistema demersal peruano, distribuyéndose sobre la plataforma continental y fuera de ella hasta profundidades mayores a los 500 metros. Se la encuentra acompañada de otras especies como el falso volador (Prionotus stephanophrys), cabrilla (Paralabrax humeralis), coco (Paralichthys peruanus), cachema (Cynoscion analis) y tollo (Mustelus whitneyi), entre los más importantes.

La extracción de la merluza se realiza con la flota arrastrera costera de Paita y con la flota de altura especializada en su captura. Ocasionalmente, esta especie cambió sus hábitos de distribución, siendo accesibles a la flota bolichera de Chimbote, como sucedió en 1978 en que el nivel de explotación fue excepcional. A partir del año 1973, la flota de Paita contribuyó sólo a la menor parte de las capturas (Tabla 1).

Las estimaciones de biomasa de la merluza mediante el método de área barrida dejaron dudas con respecto a su confiabilidad, ya que los resultados dependen mucho de la metodología y de lo que se infiere sobre la efectividad de la red (Armstrong, 1979; Samané et al., 1983). Es deseable en el momento disponer de una estimación independiente para tener más información para el manejo del recurso.

Este trabajo usa los datos acumulados del muestreo de Paita para aplicar el método de "análisis de cohortes" según Pope (1972). Este método (al igual que el análisis de la población virtual de Gulland, 1965) requiere información sobre las capturas totales de una especie y cómo

se reparten éstas por grupos de edad. Bajo la condición de que las capturas representen una parte significativa de la población, se puede reconstruir la abundancia (o biomasa) y la mortalidad por pesca de una clase anual a cualquier edad, para lo cual se requiere la estimación de la mortalidad natural (M) y de un F (mortalidad por pesca) terminal, el que servirá para iniciar el proceso de análisis de cohortes.

El muestreo tal como se realiza en Paita es principalmente apropiado para suministrar la información necesaria para este trabajo. Sin embargo, del grueso de las capturas (flota de altura y bolicheras) no tenemos la información necesaria, lo que hay que considerar en la interpretación de los resultados.

Las variaciones en la población condicionan fluctuaciones en la relación stock-reclutamiento y también hacen necesario un cálculo empírico y ajustado a las variaciones del ambiente de la tasa de explotación más adecuada para el manejo de este recurso.

A lo largo de todo el proceso se hace un análisis separado por sexos debido al marcado dimorfismo sexual, lo cual facilita la interpretación de los resultados y establece pautas de manejo realistas.

MATERIAL Y METODOS

1. Material

El material usado para los análisis fue procedente de los muestreos de

merluza en Paíta, los cuales tienen tres niveles:

- a) Muestreo para longitud sin sexeo.
- b) Muestreo para longitud con sexeo.
- c) "Muestreo biológico", incluyendo toma de otolitos.

Para los análisis se necesitó también las capturas en número por edad, por sexo y por mes. Estas cifras se obtuvieron por procesamiento automático de datos hecho por la unidad de PAD (Procesamiento Automático de Datos de IMARPE) en una computadora Hewlett Packard 1000 (HP 1000). Detalles del proceso se encuentran en el informe (Pacheco, 1982) de dicha entidad.

2. Métodos

2.1 Mediciones de longitud

Las mediciones de longitud del muestreo sin sexeo se repartieron entre los sexos de acuerdo a la proporción de los mismos en cada grupo de tamaño en las muestras sexadas y luego se sumaron mensualmente con éstas. Se usó como factor de ampliación el peso de la captura de merluza de cada embarcación dividido entre el peso de la muestra. Estos valores así obtenidos se sometieron a otro factor de ampliación (desembarque total entre desembarque de las embarcaciones muestreadas), obteniéndose las frecuencias por longitud en capturas totales mensuales para los dos sexos.

Estas frecuencias se repartieron entre las edades según las claves edad-longitud, obteniéndose números y peso de capturas por edad. En el cálculo de peso se usó la relación longitud-peso que calculó Hall (1981) con datos del año 1978.

2.2 Claves edad-longitud

Las claves edad-longitud se prepararon de la manera siguiente. De

los otolitos, resultados del muestreo biológico, se cogió al azar una muestra de diez ejemplares por centímetro por sexo por trimestre.

Los otolitos se leyeron con un estereoscopio, sumergidos completamente en agua o alcohol, remojados en agua desde el día anterior. Las lecturas se utilizaron para una clave longitud-edad trimestral, porque claves mensuales tendrían demasiados vacíos. No obstante, las claves trimestrales se aplicaron a frecuencias mensuales.

La edad se da en números de anillos completos (un anillo completo consiste en una zona opaca más una zona hialina). Como se observa que la formación de la zona hialina se cumple entre finales de invierno y comienzos de primavera, se asume el 1° de octubre como fecha en que se gana un anillo más.

2.3 Ponderación a la captura total

El último paso para llegar a cifras totales de captura fue ponderar las capturas de Paita a las capturas totales nacionales. Se aplicó simplemente la relación:

$$\frac{\text{peso total de merluza}}{\text{peso de merluza en Paita}}$$

de las capturas del mes respectivo por sexo y grupo de edad. Esto es justificado si las capturas de Paita representan a las capturas totales, o bien si la composición por tamaños, sexos y edades son iguales a las capturas de todas las flotas. Somos concientes que ésto no es necesariamente así, ya que, comparando las frecuencias de longitudes en la flota de altura en mayo-noviembre 1981 con las frecuencias de Paita de la época respectiva, se nota que las capturas de la flota de altura son relativamente menores en el rango de alrededor de 40 cm (grupos de edad III y IV) con más proporción de ejemplares de menos de 35 cm (Figura 1). Ignoramos si ésto es un rasgo general o sólo es típico para esta época. Lamentablemente, no disponemos de datos de años anteriores, pero lo cierto es que la flota de altura tiene más capaci-

dad de desplazarse hacia el sur donde predominan peces más pequeños. Si fuese un patrón general que la captura de la flota de altura se compone relativamente de peces menores, se estaría sobreestimando la mortalidad por pesca en el rango de alrededor de 40 cms y subestimándola en el rango de menos de 35 cms, ya que las capturas de Paita no son representativas del total. En vista de que no vemos ninguna posibilidad de corregir esta situación, tenemos que aceptar el posible riesgo.

2.4 Determinación de la mortalidad natural

La mortalidad natural se estimó usando la ecuación de Pauly (1981):

$$\text{Log}_{10} M = 0.0066 - 0.279 \text{ Log}_{10} L_{\infty} + 0.6543 \text{ Log}_{10} K + 0.4634 \text{ Log}_{10} T^{\circ}$$

Aplicándola con los parámetros de crecimiento de Misu & Hamasaki (1971), resultó $M = 0.2$ para hembras y 0.4 para machos. Como en un primer proceso de cálculo con estos valores llegamos a abundancia en el grupo de edad II que son 2 veces más altos para machos que para hembras, creemos que ésto no es real y que aunque tuviesen mortalidad distinta los sexos, es probable que en menores edades la relación por sexos sea balanceada. Usamos entonces un valor promedio de $M = 0.3$ para los dos sexos, llegando a abundancias más balanceadas en el grupo de edad II que las que se obtendrían usando M diferentes para cada sexo, aunque persiste una diferencia (N° de reclutas en Figura 6). El mismo valor de 0.3 se usa en la evaluación de la merluza de Sud-Africa (Mari & Obregon, 1980).

Vale considerar el patrón de frecuencias por sexos en las capturas de Paita (Figura 2). Los machos entran en la pesca con menor tamaño, pero en mayor cantidad (en nuestro cálculo, este exceso eleva las capturas totales, Tabla 2). Los machos aparentemente tienen menor longitud

que las hembras, lo cual hace que en nuestro proceso, con una mortalidad natural común, resulte entonces más mortalidad por pesca en los machos. Otra vez ignoramos de si este patrón es típico para el total, o sólo un rasgo particular de la pesca de Paíta. En el último caso, el exceso en número de los machos sería una interacción particular entre comportamiento de la especie y la técnica y el lugar de pesca de Paíta. En este caso se podría trabajar con diferentes mortalidades naturales.

No disponemos de datos de sexeo de la flota de altura. En el crucero "Humboldt 8103-04" se encontró un exceso de machos sólo en la sub-área B, justo al norte de Paíta. En las demás áreas hubo exceso de hembras. En los cruceros del barco "Prof. Mesiatsev" del año 1973 regularmente se encontraron más machos que hembras (IMARPE, Informe Especial 129). El patrón de distribución de sexos de la merluza queda entonces para ser determinado, teniendo en cuenta, posiblemente, factores como la profundidad, la latitud y otros.

Cabe enfatizar que existen rasgos de comportamiento de la especie que pueden distorsionar los cálculos de mortalidades. Si, por ejemplo, peces más grandes cayesen en menor proporción debido a su comportamiento, ésto influiría en la estimación de la mortalidad. Ignoramos de si es así pero es posible. De todas maneras habría que tomar en cuenta tales fenómenos.

2.5 Análisis de cohortes

El análisis de cohortes se realizó separadamente para machos y hembras introduciendo valores iniciales de mortalidad por pesca, F_t , para cada año de 0.5 para las hembras y 1.0 para los machos, valores deducidos a partir de un análisis previo en el cual se obtuvo para las hembras de la misma edad (V a VI) un valor de mortalidad por pesca de alrededor de 1.0.

Para cada grupo de edad los valores iniciales de mortalidad por pesca fueron considerados igual a 1 para aquellos totalmente reclutados (IV y V en los machos y V, VI y VII en las hembras). En el grupo de edad IV de las hembras se consideró 0.8 como valor inicial y para la edad III se introdujo 0.1 y 0.5 para machos y hembras respectivamente, considerando que estas últimas se reclutan posteriormente a los machos.

El tratamiento de los datos fue mensual y a pesar de que existieron capturas en edad VIII y IX en las hembras, el proceso se inició a partir de la edad VII, debido a que las capturas en las últimas edades eran muy bajas. También en la edad VII hubo casos en que el valor inicial fue bajo, tomándose el valor siguiente como inicial, tratando siempre de iniciar el proceso en una captura aparente. En el caso de los machos no hubo problemas de este tipo.

Para el resultado final se tomaron los valores de la población promedio en el mes de enero, tanto para machos como para hembras, considerando en estas últimas solamente los valores obtenidos hasta la edad VI, y en base a éstos y a las mortalidades por pesca hallados hasta esta edad se recalculó la población en las edades VII y VIII según:

$$N_t = N_o e^{-Z}$$

2.6 Relación stock-reclutamiento

La relación stock-reclutamiento fue obtenida según la ecuación de Ricker (1954) que se define como:

$$R = AP e^{-BP}$$

2.7 Rendimiento por recluta

El máximo rendimiento por recluta se obtuvo usando los valores del análisis de cohortes y según se describe en el manual teórico de Espino

y Wosnitza-Mendo (en preparación).

RESULTADOS

1. Distribución por longitudes

Las longitudes de la captura total observadas a lo largo de 12 años de explotación de este recurso (71-82) variaron entre 22 y 86 cm para ejemplares sin sexar; mientras que por sexos, los machos variaron entre 23 y 74 cm y las hembras entre 22 y 86 cm (Figura 2).

Como se puede apreciar en la Tabla 3, la longitud media observada durante los años 71, 72 y 73 fue para las hembras de 47.3 cm como promedio, descendiendo luego hasta el año 1975 en que el valor se mantiene alrededor de 42.8 cm hasta el año 1978 en que baja vertiginosamente a 40.6 cm para luego ascender en el año siguiente y mantenerse en los 2 últimos años en un promedio de 42.5 cm.

Esta tendencia al descenso se puede expresar con una curva exponencial (Figura 3) que se describe según la siguiente ecuación:

$$\bar{L} = 91.56 e^{-0.0096 t}$$

$$\text{con } R^2 = 0.48 \quad t = \text{años}$$

En el caso de los machos (Tabla 3), la longitud media observada durante los 2 primeros años de explotación se mantuvo en un promedio de 44.5 cm para luego descender hasta el año 1978 en que alcanza los 39.1 cm manteniéndose a partir de esa fecha hasta la actualidad en un promedio de

38.7 cm.

Esta marcada disminución de la longitud media de captura describe una curva exponencial de la siguiente forma (Figura 4):

$$\bar{L} = 117.73 e^{-0.0139 t}$$

$$\text{con } R^2 = 0.89 \quad t = \text{años}$$

En la Figura 2, las flechas indican el límite superior de la longitud encontrada en la captura para los machos. Se nota que está disminuyendo de 77 cm en 1971 hasta menos de 50 cm en 1979 y en los últimos años se mantiene algo encima de los 50 cm.

Para la suma de ambos sexos (Tabla 3) se nota que la longitud media en los años 71, 72 tuvo un promedio de 45.6 cm, descendiendo luego hasta alcanzar su mínima expresión en 1978 con 39.7 cm, manteniéndose en los últimos cuatro años en el orden de los 40 cm. Este descenso se expresa en una curva exponencial (Figura 5) definida como:

$$\bar{L} = 108.26 e^{-0.01 t}$$

$$\text{con } R^2 = 0.82$$

En las Figuras 3, 4 y 5 y la Tabla 3, se puede observar también el marcado descenso de las varianzas en las diferentes distribuciones a lo largo de los 12 años de estudio.

Esto evidencia una reducción en la amplitud de la distribución y sobre todo la disminución de ejemplares de mayor longitud en las capturas, lo cual puede observarse claramente en las distribuciones de longitudes descritas en la Figura 2, la cual ha sido elaborada en función de las frecuencias absolutas de los individuos en las capturas totales.

2. Variación de las capturas

Las capturas variaron entre 12,580.8 TM (1972) y 303,495.0 TM a lo largo de 12 años de explotación (Tabla 1). Inicialmente (1971 y 1972) los valores fueron bastante bajos debido a que la pesquería era efectuada solamente por la flota arrastrera de Paíta. A partir de 1973 se inició la pesca con barcos factoría de bandera extranjera, la cual hace que la extracción suba a 132,856 TM en 1973 y se mantenga bordeando las 100,000 TM hasta 1978, año en el cual el recurso debido a cambios en las condiciones oceanográficas se hace accesible a la flota bolichera de Chimbo-te. La acción de esta flota llevó el desembarque a 303,495 TM. A partir de esta fecha las capturas descendieron en 1979 a 92,954 TM; subieron a casi 160,000 TM en 1980 y descendieron considerablemente en 1981 a 64,026 y a 33,000 en 1982 (Figura 6).

3. Análisis de la población

3.1 Reclutamiento

El reclutamiento para la merluza peruana (grupo de edad II) varió entre 460.3 (1976) y 76.1 (1981) millones de individuos para las hembras. En el caso de los machos, éste fluctuó entre 616.4 (1976) y 94.3 (1981) millones de individuos (Tabla 4).

En la Figura 6 (variación de la captura, población y reclutamiento) parte superior, se puede observar las curvas de reclutamiento correspondientes a machos y hembras, notándose en ambos la misma tendencia. Se observa en los primeros 5 años una tendencia estable para luego producirse una marcada elevación del mismo el año 1976, el cual fue 2.4 veces mayor para las hembras y 2.8 para los machos con respecto al año anterior (1975). Luego de este excelente reclutamiento, éste descendió en función del descenso de la población; primero en el orden del 50%, manteniéndose en alrededor de 300 a 200 millones de individuos durante

el 77 y 78 para machos y hembras respectivamente. En los años posteriores (79, 80, 81) el descenso fue marcado a consecuencia de la gran extracción a que fue sometido el recurso en 1978 y subsecuentemente en el año 1980. Hacia los últimos 2 años se observa una tendencia a estabilizarse.

3.2 Población en número

El tamaño de la población (N) (Figura 6 y Tabla 4) para los 12 años analizados se muestra ascendente y dependiente fundamentalmente del reclutamiento hasta el año 1976, manteniéndose luego ligeramente estable hasta el año 1978 tanto para machos como para hembras. Posteriormente a 1978, y como producto de la gran extracción a la que fue sometido este recurso, el tamaño de la población disminuye marcadamente de 813.7 (1978) a 520.1 millones de ejemplares machos en 1979 y de 616.8 (1978) a 356.0 millones de ejemplares hembras en 1979; es decir, se nota un descenso del orden del 37% para los machos y del 42% para las hembras. La extracción ejercida durante el año 79 hace que el descenso continúe, pero éste se hace más marcado luego de la pesca del año 1980 en que la población se reduce de 270.8 (1980) a 192.7 (1981) millones de individuos hembras y de 418 (1980) a 251.4 (1981) millones de individuos machos; es decir, la nueva reducción es del orden del 30% para las hembras y del 40% para los machos. Resulta esta disminución bastante alta si consideramos que en los cálculos de nuestros porcentajes están incluidos los valores de reclutamiento que amortiguan la gran diferencia.

3.3 Biomasa

El peso o biomasa del recurso muestra un incremento notorio en los primeros 8 años de esta pesquería; es decir, hasta 1978 a diferencia de la población en número que aumenta sólo hasta el año 1975. Este comportamiento está relacionado directamente con la ganancia en peso de los pre-reclutas del año 1973, 1974, 1975 y 1976, provenientes de los

desoves producidos durante y posteriormente al Fenómeno "El Niño" 1972-73 y 1976.

Después del año 1978 la tendencia al descenso es bastante marcada, como se puede apreciar en la Figura 7 y Tabla 4.

4. Análisis de la mortalidad por pesca

4.1 Variación anual de la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F)

Como se puede ver en la Figura 8 y Tabla 4, la mortalidad por pesca promedio (III a V para machos, III a VII para hembras) es baja en los 2 primeros años en los cuales el recurso está sometido sólo a la extracción de la flota de Paíta. A partir del año 1973 en que se inicia la gran pesquería de arrastre en el Perú, la mortalidad por pesca en los machos asciende manteniéndose hasta 1975 en un promedio de 0.84. En 1976 este valor aumenta hasta alcanzar los 2.08 en 1978, baja en 1979 a 1.30 para luego ascender en 1980 a 2.35 y 1981 a 2.48, alcanzando su máximo nivel. Este es el producto de una pesquería con altos niveles de explotación actuando sobre un recurso deprimido.

El caso de las hembras es diferente y durante los 7 primeros años de la gran pesquería se mantiene fluctuante entre 0.51 y 0.96 para luego ascender marcadamente en 1980 a su más alto nivel de 2.14, descendiendo finalmente a niveles más bajos.

El F más bajo en las hembras, con relación a los machos, se debe fundamentalmente a la mayor longevidad de este sexo y presumiblemente a que entre ellas los ejemplares más grandes se encuentran a niveles de profundidad mayores poco visitados por las redes. Pero es necesario mencionar que el valor alto de F de 1980 se debe a que hubo una mayor concentración

del recurso en las zonas tradicionales de pesca.

4.2 Variación de la mortalidad por pesca por edades

a) Hembras:

En lo que se refiere a las hembras la mortalidad por pesca para la edad III se hace más evidente a partir del año 1978 como un efecto natural de una reducción del número de ejemplares de mayor edad en la población. También es consecuencia de la extracción supernumeraria de 1978 que fundamentalmente incidió en los grupos de edad III y IV según se puede apreciar en la Figura 9.

La incidencia de la mortalidad por pesca en la edad IV inicialmente baja en los 2 primeros años del análisis, asciende a partir de 1973 estabilizándose entre 1975 y 1977 para alcanzar su máxima expresión en 1978. Luego baja en el año 1979 a los niveles anteriores para después ascender otra vez marcadamente en 1980 y 1981 como un reflejo de la alta explotación de un stock deprimido. Hacia 1982 la mortalidad por pesca para este grupo de edad baja a un nivel inferior al obtenido entre 1973 y 1978.

Para el grupo de edad V, la mortalidad por pesca fue bastante baja y en similar proporción a la edad IV en 1971 y 1972. Se presenta bastante elevada en 1973 y 1974 para luego descender entre 1975 y 1979; ésto debido a que durante este mismo período la pesquería incidió fundamentalmente sobre los ejemplares de edad IV.

Entre 1980 y 1981, los valores de mortalidad por pesca en edad V se elevan tal vez como un efecto de la regulación pesquera que limita el tamaño de malla para la extracción de este recurso a 90 mm a partir de 1980.

b) Machos:

Como es de apreciar en la Figura 10, los valores de mortalidad por pesca para el grupo de edad III son bastante bajos hasta 1977. En 1978 este valor se eleva notoriamente por efecto de la sobrepesca que sufrió el recurso en dicho momento para luego mantenerse alto en los años posteriores, como una evidencia a la reducción del número en las edades mayores.

Para la edad IV, en la Figura 10 se puede anotar que el efecto de la gran pesquería iniciada en 1973 ha recaído fundamentalmente sobre este grupo de edad. Se incrementa constantemente hasta alcanzar su máximo nivel en 1978 y se mantiene bastante elevada hasta 1981. Esto ha producido un desequilibrio total de la población, ya que al actuar la pesquería mayormente sobre este grupo de edad lo ha reducido a niveles peligrosos considerando la poca longevidad de los machos.

El efecto de la pesquería en ejemplares de edad V ha tenido la misma tendencia que para los de edad IV hasta 1980, en que su incremento se hace notorio debido posiblemente a las medidas de regulación impuestas con respecto al tamaño de malla.

4.3 Variación de la mortalidad por pesca por edades en un mismo año, 1971-1982

En las Figuras 11 y 12 se pueden observar la variación de la mortalidad por pesca por edades en cada uno de los 12 años analizados.

Para los ejemplares machos en los 2 primeros años, 1971 y 1972, en que la pesquería es incipiente, se nota un ascenso de los valores de mortalidad por pesca en función a la edad, lo cual indica una pesquería inócua y que se encuentre en niveles bastante bajos (Figura 11).

A partir de 1973 se nota el crecimiento año a año con un pico corres-

pendiente a la edad IV para declinar en el grupo de edad V. En términos generales, este crecimiento se acentúa notablemente a partir de 1978 entre la edad II y IV para caer marcadamente hacia la edad V. Esto evidencia que durante estos años la gran pesquería recayó fundamentalmente sobre el grupo de edad IV y aumentando en el V por selección.

Para las hembras (Figura 12) los años 1971, 72 y 73 evidencian una pesquería que recae casi uniformemente en edades IV, V, VI y VII. En los años 1974 a 1979 la explotación se basa en ejemplares de edades IV y V fundamentalmente, destacando el año 1978 en que la mayor parte de la pesquería se efectúa sólo sobre el grupo de edad IV. Luego, los años 1980, 81 y 82 muestran una pesquería sostenida en grupos de edades IV, V, VI y VII como en los años iniciales de la pesquería pero con valores mucho más altos debido a la explotación intensa de un stock deprimido.

5. Relación stock-reclutamiento

En base a los datos obtenidos del análisis de cohortes, se estableció una relación entre el stock desovante (III + y en miles de toneladas) y el de reclutas a la edad II (en miles de toneladas) (Figura 13).

La distribución de los puntos sugiere una curva de "tipo Ricker" que se define como:

$$R = 1.537P e^{-0.004692P}$$

con un coeficiente de correlación altamente significativo (en ecuaciones de este tipo) de 0.702 con 95% de confiabilidad, a pesar de que el valor de 1976 está bastante alejado de la curva teórica. Este elevado punto es efecto del Fenómeno "El Niño" de 1972 que favoreció el reclutamiento larval de 1973/74 y resulta en un valor alto de los reclutas de

2 años en 1976.

6. Rendimiento por recluta

Basándose en los resultados del análisis de cohortes se calculó, separadamente para machos y hembras, el rendimiento por recluta.

Considerando el valor de F para cada grupo de edad de 1982 y M como constante (0.3) se obtuvo el rendimiento relativo en base a 1000 reclutas de edad II. Daan (1976) discute la influencia de valores sub o sobreestimados de M . Una sobreestimación de M resulta en una pérdida relativa para la pesquería.

También se estimó la biomasa por recluta con los mismos valores y los resultados indican de que la actual tasa de mortalidad por pesca en ambos casos (machos y hembras) es alta para obtener el rendimiento máximo por recluta (Figuras 14 y 15).

La tasa de pesca de máximo rendimiento para hembras sería en 0.31 (promedio grupo de edad III - VII) y de los machos en 0.48 (promedio grupo de edad III - V). La tasa de mortalidad por pesca está directamente correlacionada al esfuerzo pesquero, pero en el manejo de una pesquería siempre hay dos posibilidades de influir en el rendimiento por recluta. En el caso de la merluza peruana sería recomendable un cambio en el tamaño de la malla ya que ésto evitaría mayor reducción del esfuerzo.

7. Tasa de explotación de equilibrio ("E")

A lo largo de los 12 años de análisis las capturas han fluctuado entre 12.7 y 303.5 mil TM, pero si consideramos los valores correspondientes

a los años 73, 74, 75, 76, 77 y 79, las capturas han sido de 113.5 mil TM como promedio para una biomasa promedio de 454 mil TM (Tabla 5). Esta constancia de las capturas a lo largo de los 5 primeros años de explotación en alrededor de 100 mil TM sugiere que éstas han sido capturas de equilibrio, lo que ha permitido el consecuente mantenimiento del stock de merluza. Es decir, durante este período la pesca no ha afectado el equilibrio de la población, habiendo ésta reemplazado con el reclutamiento la pérdida por pesca.

La tasa de explotación de equilibrio obtenida para la merluza peruana es de 0.25 como promedio y así tenemos que durante los 2 primeros años de pesca, la tasa de explotación fue bastante baja (Figura 16). En los siguientes años hasta 1977 se ha mantenido alrededor del promedio, para elevarse notoriamente en los años 1978 y 1980 evidenciando sobrepesca. Los límites de confianza para "E" fueron: $0.16 < "E" < 0.36$.

En la Tabla 6 se puede observar que la captura real se ha mantenido en los años de equilibrio (73, 74, 75, 76, 77 y 79) dentro de los límites de confianza obtenidos, mientras que en los años 78 y 80 las capturas han rebasado los límites de confianza.

DISCUSION

Este análisis sufre de ciertas deficiencias, principalmente de que la información biológica no se extiende al recurso en toda el área de explotación, sino sólo a una parte de ella; como no sabemos cuál es la composición por sexos, tamaños y edades del grueso de las capturas, no vale probar muchas facetas del cálculo (como por ejemplo: varias com-

binaciones de mortalidades).

No obstante el nivel general de la población no cambia considerablemente con cambios en los valores iniciales de mortalidad, quedándose éstos dentro de un margen razonable.

Es notable entonces la discrepancia entre los valores de biomasa así obtenidos y los valores que resultaron con el método del área barrida. Los últimos siempre quedaron a un nivel entre 1-2 millones de toneladas, salvo la evaluación del crucero del Bic "Humboldt" 8103-04 con 600,000 a 800,000 toneladas. Aunque las evaluaciones de área barrida anterior al crucero 8103-04 han sido atacables por su metodología (los lances no fueron distribuidos al azar y su duración generalmente no fue uniforme), falta explicar porqué también la evaluación del "Humboldt" queda encima del nivel de biomasa observado en todos los años mediante el análisis de cohortes.

En el presente documento se incluyen valores hasta 1982, pudiendo este último reflejar cierta subestimación debido al comportamiento actual de la flota que no ha operado totalmente.

Si la evaluación con el "Humboldt" ha sido una sobreestimación, una posible razón podría ser la manera de cómo se estimó la eficiencia vertical de la red mediante lectura de los ecotrazos. No sólo es muy subjetivo este método sino también no excluye que peces pelágicos se cuenten como demersales. Ya se han hecho propuestas para reducir estas posibilidades de error en el futuro.

Si por otro lado el análisis de cohortes daría subestimaciones permanentes, sería más difícil de encontrar una explicación. Existe también una posibilidad de la subestimación de mortalidad natural (con M más alto sube la biomasa), pero habría que explicar porqué es tan alta en

un pez relativamente grande que tiene pocos enemigos naturales. Tampoco es probable que en los cruceros de evaluación se ubiquen concentraciones que no son explotadas por la flota comercial, lo cual elevaría la biomasa. De todas maneras, los valores encontrados de la mortalidad por pesca son altos y tienen una tendencia a subir. El stock de la merluza de Sudáfrica colapsó a un nivel de mortalidad por pesca que es menor a los valores que encontramos en la merluza peruana.

De todas formas es adecuado mencionar que el método desarrollado mensualmente ha permitido obtener valores de biomasa con un error del 4% como promedio según se puede apreciar en la Tabla 7. Este error en comparación con los obtenidos en base a otros métodos como el de área barrida o acústico, es bajo. Finalmente, el análisis de cohortes nos permite también hacer proyecciones de captura y población más confiables.

La relación stock-reclutamiento (Figura 13) muestra un incremento en la población de padres y reclutas a partir de 1973 alcanzando su pico máximo en 1976, esto como consecuencia de "El Niño" (71-72). Luego los valores se mantienen hasta 1978. El año 79 se observa un notable incremento de padres como resago del excelente reclutamiento del 76, y se mantienen el año 1980 para descender en 1981 y 1982 a niveles similares al período 74-78 pero con una marcada disminución de reclutas que es peligrosa para una población como la de merluza que está sometida a una pesca constante.

En el rendimiento por recluta obtenemos un F óptimo bastante bajo que para efectos de manejo no es recomendable, ya que implica reducción del esfuerzo lo cual trae problemas de índole socio-económico. Como existe la posibilidad de aumentar el rendimiento por recluta aumentando el tamaño de malla, sería adecuado hacer estudios de selectividad para obtener el tamaño óptimo de malla, pero estamos en el momento trabajando

con el modelo de Beverton y Holt para la obtención de valores recomendables del tamaño de malla a usarse. De todas formas es adecuado mencionar que la pesquería de la merluza sudafricana usa como tamaño mínimo de malla 110 mm (que es conservador para los 120 mm obtenidos con experimentos de selectividad); y si consideramos la similitud de nuestra especie con la merluza sudafricana, entonces estamos en niveles de tamaño de malla bastante bajos.

La explotación de equilibrio a la que puede estar sometida la merluza peruana es baja y se encuentra en niveles de alrededor de 0.30 para condiciones normales. Naturalmente que en condiciones "El Niño" o posteriores a este fenómeno al aumentar el reclutamiento, la disponibilidad aumenta dejando en algunos casos que se capture niveles que superan la tasa de explotación de equilibrio. Eso ocasiona trastornos serios en la población; tal es el caso de los años 78 y 80 en que la población sufrió sobrepesca, sobre todo en el año 1980 en que el nivel de explotación superó el 100% de lo óptimo. Esto se hace evidente en la relación stock-reclutamiento como se ha descrito anteriormente, condicionando un descenso marcado en la población a niveles peligrosos. Por otro lado, también es adecuado considerar la marcada reducción de la longitud promedio en las capturas que reduce el potencial reproductivo de la especie ya que éste aumenta con la longitud, sobre todo en las hembras.

También el marcado dimorfismo sexual hace que en esta población las hembras sean más vulnerables a los cambios en la población producidos por sobrepesca, ya que éstas, a pesar de su alta longevidad, son menores en número y cualquier gran reducción produciría descenso marcado en el potencial reproductivo como sucedió en los años posteriores a 1980, afectando directamente el reclutamiento.

Los valores de F en los últimos años son elevados tanto para machos como hembras con las consecuentes alteraciones de la población. Esto

hace necesario un manejo racional del recurso orientado fundamentalmente a la obtención del máximo rendimiento por recluta, con tamaño de mallas adecuadas que asegure el potencial reproductivo de la población.

Finalmente, debemos considerar que si bien es cierto que los últimos valores de biomasa (81, 82) puedan resultar subestimaciones debido a que el esfuerzo fue reducido y teniendo en cuenta las biomásas de los años anteriores que son más confiables, creemos que para 1984 es posible capturar 100 mil TM de merluza. Además, la captura óptima estará condicionada a la disponibilidad del recurso que es afectado por el Fenómeno "El Niño".

La captura óptima variará anualmente y serían necesarias continuas evaluaciones, pero esto no significa que los valores a extraerse suban considerablemente pues en años de "El Niño" la disponibilidad baja por dispersión mientras que en años post "Niño" ésta aumenta como producto de buenos reclutamientos y mayor concentración del recurso.

BIBLIOGRAFIA

- GULLAND, J.A. 1965. Estimation of mortality rates. Annex to Arctic Fisheries Working Group Report. ICES, C.M. 1965. Doc. N° 3.
- HALL, W.B. 1981. Recomendaciones para computación de datos de capturas de la pesquería de consumo humano. Informe Inst.Mar Perú-Callao N° 79.
- ICSEAF. 1979. Colln.Scient.Pap.int.Comm S.E. Atl.Fish. N° 6:41-53.
- IMARPE. 1973. Investigaciones científico-pesqueras en las aguas del Océano Pacífico aledañas a la costa del Perú durante la primavera de 1972. Tercer crucero del Barco de Exploración Científica "Profesor Mesiatsev" (VNIRO) (24 octubre - 6 diciembre 1972). Serie de Informes Especiales N° IM-129. Callao.
- MARI, A. and M.H. OBREGON. 1980. Evaluación de las poblaciones de merluza de Cumene y del Cabo Cross. Colln.Scient.Pap.int.Comm S.E. Atl.Fish., N° 7(II):223-226.
- . 1980. Evaluación de la merluza del Cabo en el Caladero de Cabo Cross. Colln.Scient.Pap. int.Comm. S.E.Atl.Fish. N° 7(II):227-232.
- MISU, H. and S. HAMASAKI. 1971 Age and growth of Peruvian hake, Merluccius gayi (Guichenot). Bull.Seikai Reg.Fish.Res.Lab. (41):93-106.
- PACHECO, L. 1982. Informe del análisis de datos de muestreo de desembarque de arrastreros en Paita. Informe interno PAD-IMARPE.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. du Conseil 39(3):175-192.

- POPE, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analyses. ICNAF Res.Bull. 9: 65-74.
- RICKER, W.E. 1954. Stock and recruitment. J.Fish.Res.Bd.Can. 11: 559-623.
- 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° 5(7): 109-192.

Tabla 1. Desembarque de merluza.

AÑOS	Paita TM	Perú TM
1971	24000	26000
1972	7695	12580
1973	36386	132856
1974	20862	109318
1975	14306	84898
1976	10230	92872
1977	5833	106799
1978	10645	303495
1979	8163	92954
1980	8165	159376
1981	14581	64026
1982	-	33000 *

* datos preliminares.

Tabla 2. Capturas totales de merluza frente a la costa peruana en número y peso.

ARO		1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982 *
Número (10 ⁶)	♂	25.7	9.7	110.8	108.4	113.9	99.4	107.5	371.6	177.1	186.5	87.5	38.4
	♀	14.7	7.9	92.7	80.6	49.9	69.7	92.4	269.1	62.3	116.6	54.5	29.1
		40.4	17.6	203.5	189.0	163.8	169.1	199.9	640.7	239.4	303.1	142.0	67.50
Peso (10 ³ TM)	♂	14.5	5.6	55.2	54.4	55.0	51.0	50.7	163.0	50.6	79.3	36.0	16.0
	♀	11.7	7.1	77.7	54.9	29.9	41.4	56.1	140.5	42.3	80.1	33.0	17.0
		26.2	12.7	132.9	109.3	84.9	92.5	106.8	303.5	92.9	159.4	69.0	33.0

* datos preliminares.

Tabla 3. Longitud promedio anual de merluza.

AÑO	HEMBRAS					MACHOS					HEMBRAS + MACHOS				
	\bar{X}	Var.	d.e.	c.v.	long. calc.	\bar{X}	Var.	d.e.	c.v.	long. calc.	\bar{X}	Var.	d.e.	c.v.	long. calc.
1971	46.28	57.80	7.60	16.43	46.37	43.97	22.74	4.77	10.84	43.96	44.82	36.83	6.07	13.54	45.01
72	48.57	53.91	7.34	15.12	45.93	44.46	9.88	3.14	7.07	43.35	46.30	33.77	5.81	12.55	44.46
73	46.91	74.08	8.61	18.35	45.49	41.97	7.74	2.78	6.63	42.75	44.22	44.01	6.63	15.00	43.91
74	44.53	31.38	5.60	12.58	45.06	41.82	7.63	2.76	6.61	42.16	42.97	19.56	4.42	10.29	43.37
75	42.80	17.85	4.22	9.87	44.63	41.05	7.72	2.78	6.77	41.58	41.59	11.46	3.39	8.14	42.84
76	42.71	18.67	4.32	10.11	44.20	42.23	7.25	2.69	6.38	41.01	42.43	12.01	3.47	8.17	42.31
77	42.78	27.25	5.22	12.20	43.78	40.55	8.48	2.91	7.18	40.44	41.58	16.40	4.29	10.32	41.79
78	40.61	18.37	4.29	10.55	43.36	39.07	5.44	2.33	5.97	39.80	39.71	11.44	3.38	8.52	41.28
79	43.91	50.00	7.07	16.10	42.95	38.92	4.60	2.15	5.51	39.34	40.65	26.01	5.10	12.54	40.77
80	44.14	49.34	7.02	15.91	42.54	38.69	2.16	2.16	5.58	38.80	40.79	28.88	5.37	13.18	40.27
81	42.75	32.43	5.69	13.32	42.13	38.16	4.89	2.21	5.80	38.26	9.92	20.46	4.52	11.33	39.77
82	42.49	26.75	5.17	12.17	41.73	38.45	4.22	2.05	5.34	37.73	40.19	17.94	4.24	10.54	39.29

Tabla 4. Resultados del análisis de cohortes según Pope (merluza-Perú).

$$M = 0.3; F_t = 0.5 \text{ (Hembras)} \quad F_t = 1.0 \text{ (Machos)}$$

POBLACION EN NUMERO (10. ⁶)												
HEMBRAS	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82 *
II	161.7	171.2	146.2	165.2	192.2	460.3	222.8	187.4	116.0	80.1	76.1	78.1
III	73.9	119.8	126.8	108.1	122.2	141.8	340.7	161.7	137.5	81.4	58.1	19.4
IV	34.9	53.0	87.5	80.4	75.3	82.4	98.0	239.3	72.9	88.6	43.9	39.0
V	13.3	19.6	27.4	20.7	10.2	16.6	20.7	17.9	18.1	13.1	13.3	8.9
VI	10.2	7.8	7.2	3.8	3.9	2.4	4.4	7.5	6.3	5.2	1.2	1.3
VII	2.9	6.9	2.8	1.2	1.6	2.7	1.1	2.5	3.7	1.0	0.1	0.2
VIII	--	1.6	4.5	0.8	0.4	1.0	2.0	0.5	1.5	1.4	--	--
	296.9	379.9	402.4	380.2	405.8	707.2	689.7	616.8	356.0	270.8	192.7	146.9
MACHOS												
II	244.8	271.1	233.1	203.5	220.6	616.4	298.6	295.9	211.8	129.6	94.3	119.9
III	63.7	181.3	203.8	172.3	150.1	162.8	456.0	215.5	215.8	154.5	94.9	36.9
IV	58.4	45.5	130.6	133.4	113.7	102.5	103.4	316.1	89.0	110.2	60.4	53.7
V	7.8	31.2	11.5	19.2	25.5	14.0	4.4	4.2	3.5	23.7	1.8	1.4
	374.7	529.1	576.0	528.4	509.9	895.7	862.4	631.7	520.1	418.0	251.4	203.9

VALORES DE LA TASA INSTANTANEA DE MORTALIDAD POR PESCA												
HEMBRAS												
II	0.0003	--	0.0012	--	0.004	0.04	0.011	0.01	0.005	0.03	0.001	0.02
III	0.01	0.001	0.05	0.08	0.01	0.05	0.08	0.50	0.10	0.34	0.07	0.04
IV	0.30	0.13	1.13	1.12	1.33	1.36	1.31	2.60	1.03	1.85	1.59	0.82
V	0.37	0.17	1.10	1.88	0.94	1.38	0.91	0.76	0.73	1.84	2.58	1.41
VI	0.29	0.12	0.98	0.83	0.14	0.01	0.48	0.48	0.64	3.38	2.11	0.56
VII	0.29	0.12	0.98	0.83	0.14	0.01	0.48	0.48	0.64	3.33	2.11	0.56
F(II-VII)	0.25	0.11	0.85	0.95	0.51	0.56	0.65	0.96	0.63	2.14	1.69	0.68
MACHOS												
II	--	--	0.0003	0.001	0.006	--	0.008	0.007	0.002	0.001	0.002	0.002
III	0.02	--	0.04	0.05	0.12	0.03	0.12	0.54	0.34	0.55	0.30	0.18
IV	0.68	0.21	1.86	1.42	1.67	2.03	2.62	4.43	2.56	4.77	4.38	1.21
V	1.46	0.28	0.68	1.26	0.42	0.94	1.16	1.24	0.99	1.73	2.77	1.00
F(II-V)	0.70	0.16	0.86	0.91	0.74	1.00	1.30	2.08	1.30	2.35	2.48	0.80

//.....

continúa Tabla 4

POBLACION EN PESO (10 ³ TM) = BIOMASA												
<u>HEMBRAS</u>												
II	55.1	58.4	49.9	56.3	65.5	157.0	76.0	63.9	39.6	27.3	26.0	26.6
III	30.1	48.8	51.7	44.1	49.8	57.8	138.8	65.9	56.0	34.4	23.7	7.9
IV	19.8	30.1	49.0	45.6	42.7	46.7	55.6	135.7	41.3	50.2	24.9	19.4
V	11.3	16.6	23.2	17.5	8.6	14.1	17.5	15.2	15.3	11.1	11.3	6.7
VI	18.0	13.8	12.7	6.7	6.9	4.2	7.8	13.2	11.1	9.2	2.1	2.6
VII	6.9	16.5	6.7	2.9	3.8	6.5	2.6	6.0	8.9	2.4	0.2	0.5
VIII	--	4.6	13.8	2.5	1.2	3.1	6.1	1.4	4.6	7.4	5.0	--
	141.2	188.8	207.6	175.6	178.5	289.4	304.4	301.3	176.8	142.0	93.2	63.7
<u>MACHOS</u>												
II	70.3	77.9	67.0	58.5	63.4	177.1	85.8	85.0	60.9	37.2	27.1	32.2
III	24.1	68.6	76.0	65.2	56.8	61.6	172.5	81.5	81.6	58.4	35.9	11.4
IV	27.7	21.6	62.0	63.2	54.0	48.7	49.1	150.2	42.3	52.4	28.7	22.0
V	4.6	18.4	6.8	11.3	15.0	8.2	2.6	2.5	2.1	14.0	1.1	0.7
	126.7	186.5	211.8	198.2	189.2	295.6	310.0	319.2	186.9	162.0	92.8	66.3
<u>HEMBRAS + MACHOS</u>												
II	125.4	136.3	116.9	114.8	128.9	334.1	161.8	148.9	100.5	64.5	53.1	58.8
III	54.2	117.4	127.7	109.3	106.6	119.4	311.3	147.4	137.6	92.8	59.6	19.3
IV	47.5	51.7	111.6	108.8	96.7	95.4	104.7	285.9	83.6	102.6	53.6	41.4
V	15.9	35.0	30.0	28.8	23.0	22.3	20.1	17.7	17.4	25.1	12.4	7.4
VI	18.0	13.8	12.7	6.7	6.9	4.2	7.8	13.2	11.1	9.2	2.1	2.6
VII	6.9	16.5	6.7	2.9	3.8	6.5	2.6	6.0	8.9	2.4	0.2	0.5
VIII	--	4.6	13.8	2.5	1.2	3.1	6.1	1.4	4.6	7.4	5.0	--
	267.9	375.3	419.4	373.8	367.7	585.0	614.4	620.5	363.7	304.0	186.0	130.0

* Datos preliminares.

Tabla 5. Biomasa y captura de equilibrio para la merluza peruana.

AÑOS	BIOMASA	CAPTURA
73	419.4	132.9
74	373.8	109.5
75	367.7	84.9
76	585.0	92.5
77	614.4	106.8
79	363.7	92.9
	$\bar{B} = 454.0$	$\bar{C} = 103.25$

$$"E" = \frac{\bar{C}}{\bar{B}} = 0.23$$

Tabla 6. Valores de biomasa total, captura total y captura de equilibrio de la merluza peruana.

ARO	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
biomasa total (10^3 TM)	267.9	375.3	419.4	373.8	367.7	585.0	616.4	602.5	363.7	304.0	186.0	130.0
captura total observada (10^3 TM)	26.20	12.70	132.90	109.30	84.90	92.50	106.80	303.50	92.90	154.40	69.00	33.0
captura de equilibrio	66.98	93.83	104.85	93.45	91.93	146.25	153.6	155.16	90.93	76.00	46.50	32.50
tasa de explotación observada	0.10	0.03	0.32	0.29	0.23	0.16	0.17	0.49	0.26	0.51	0.37	0.25
captura observada - captura de equilibrio	-40.78	-81.13	-28.05	15.85	-7.03	-53.75	-46.80	148.34	1.97	78.40	22.50	0.50

Tabla 7. Relación entre la captura estimada y captura observada - merluza (71-82).

(Número - 10⁶)

	HEMBRAS			MACHOS			TOTAL		
	C-estim.	C-observ.	Ce/Co	C-estim.	c-observ.	Ce/Co	C-estim.	C-observ.	Ce/Co
71	15.01	14.70	1.02	31.11	25.70	1.21	46.12	40.40	1.14
72	9.96	7.90	1.26	14.11	9.70	1.45	24.07	17.60	1.37
73	82.34	92.70	0.89	111.34	110.80	1.00	193.68	203.50	0.95
74	74.01	80.60	0.92	109.95	108.40	1.01	183.96	189.00	0.97
75	57.28	49.90	1.15	106.42	113.90	0.93	163.70	163.80	1.00
76	87.40	69.70	1.25	92.31	99.40	0.93	179.71	169.10	1.06
77	102.02	92.40	1.10	137.19	107.50	1.28	239.21	199.90	1.20
78	271.89	269.10	1.01	376.74	371.60	1.01	648.60	640.70	1.01
79	66.38	62.30	1.07	131.61	177.10	0.74	197.99	239.40	0.83
80	106.57	116.60	0.91	177.92	186.50	0.95	284.49	303.10	0.94
81	47.85	54.50	0.88	79.12	87.50	0.90	126.97	142.00	0.89
82	27.82	29.10	0.96	39.80	38.40	1.04	67.62	67.50	1.00
	$\bar{x} = 1.04$			$\bar{x} = 1.04$			$\bar{x} = 1.03$		

(Peso - 10³ TH)

71	13.24	11.70	1.13	15.32	14.50	1.06	28.56	26.20	1.09
72	8.93	7.10	1.26	7.46	5.60	1.33	16.39	12.70	1.29
73	64.15	77.70	0.83	52.80	55.20	0.96	116.95	132.90	0.88
74	49.60	54.90	0.90	52.93	54.00	0.98	102.53	109.30	0.94
75	34.68	29.90	1.16	49.73	55.00	0.90	84.41	84.90	0.99
76	48.26	41.40	1.17	44.31	51.00	0.87	92.57	92.50	1.00
77	60.91	56.10	1.09	60.77	50.70	1.20	121.68	106.80	1.14
78	152.20	140.50	1.08	171.72	163.00	1.05	323.52	303.50	1.07
79	45.32	42.30	1.08	57.44	50.60	1.14	102.96	92.90	1.11
80	69.78	80.10	0.87	80.96	79.30	1.02	150.74	154.40	0.95
81	31.90	33.00	0.97	35.67	36.00	0.99	67.57	69.00	0.98
82	17.51	17.00	1.03	18.45	16.00	1.15	35.96	33.00	1.09
	$\bar{x} = 1.05$			$\bar{x} = 1.05$			$\bar{x} = 1.04$		

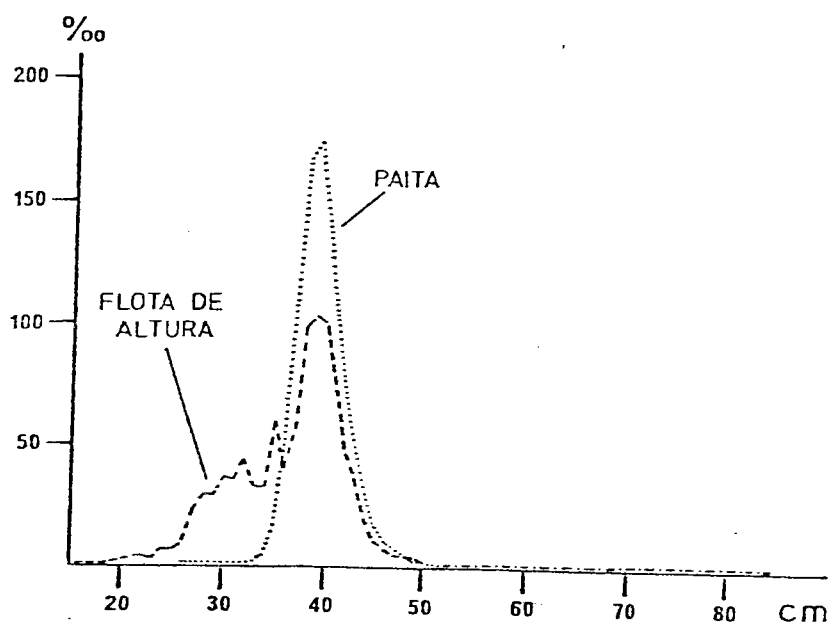


Figura 1. Frecuencias relativas mayo-noviembre 1981.

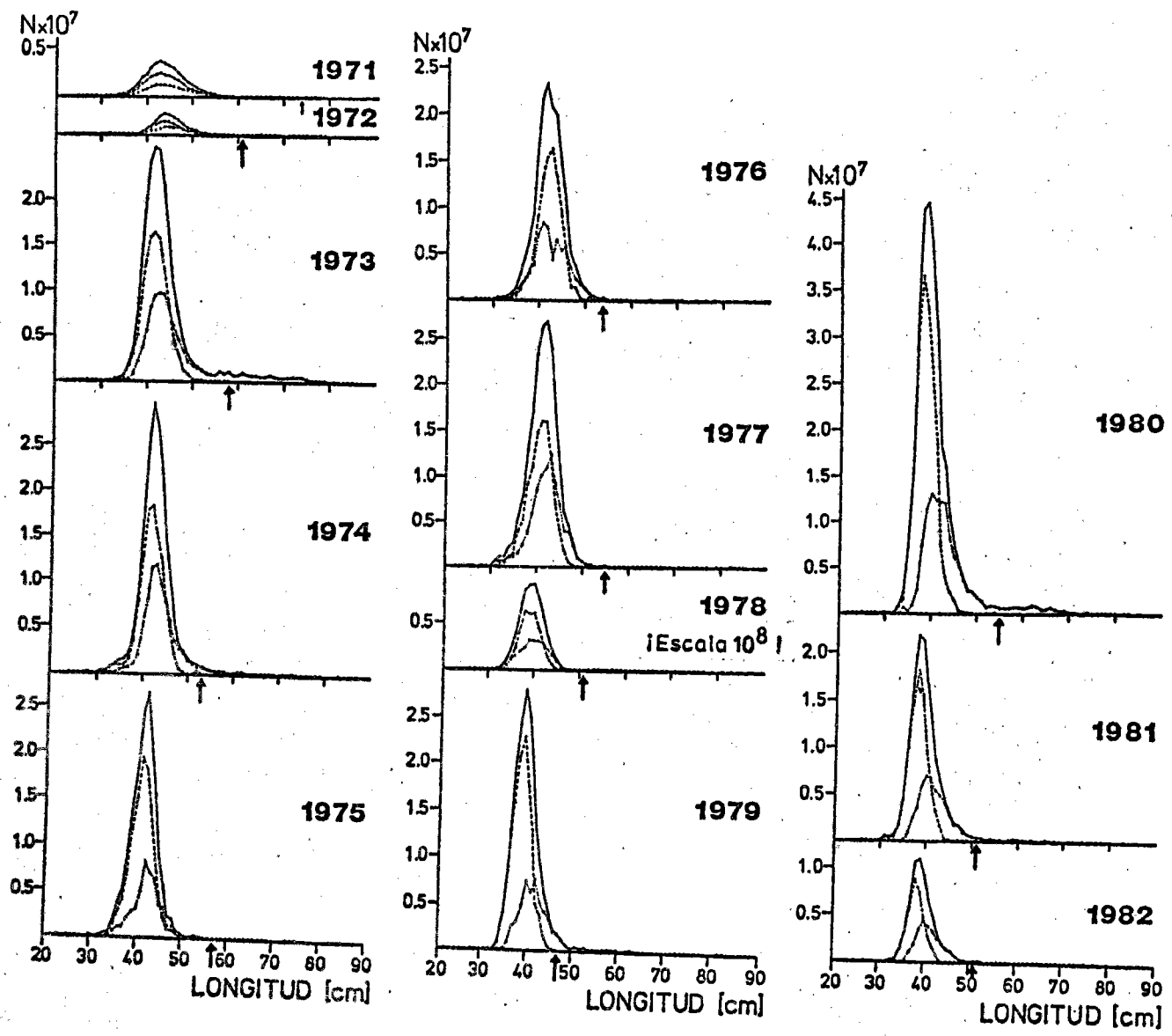


Figura 2. Frecuencias absolutas de merluza en Paíta.

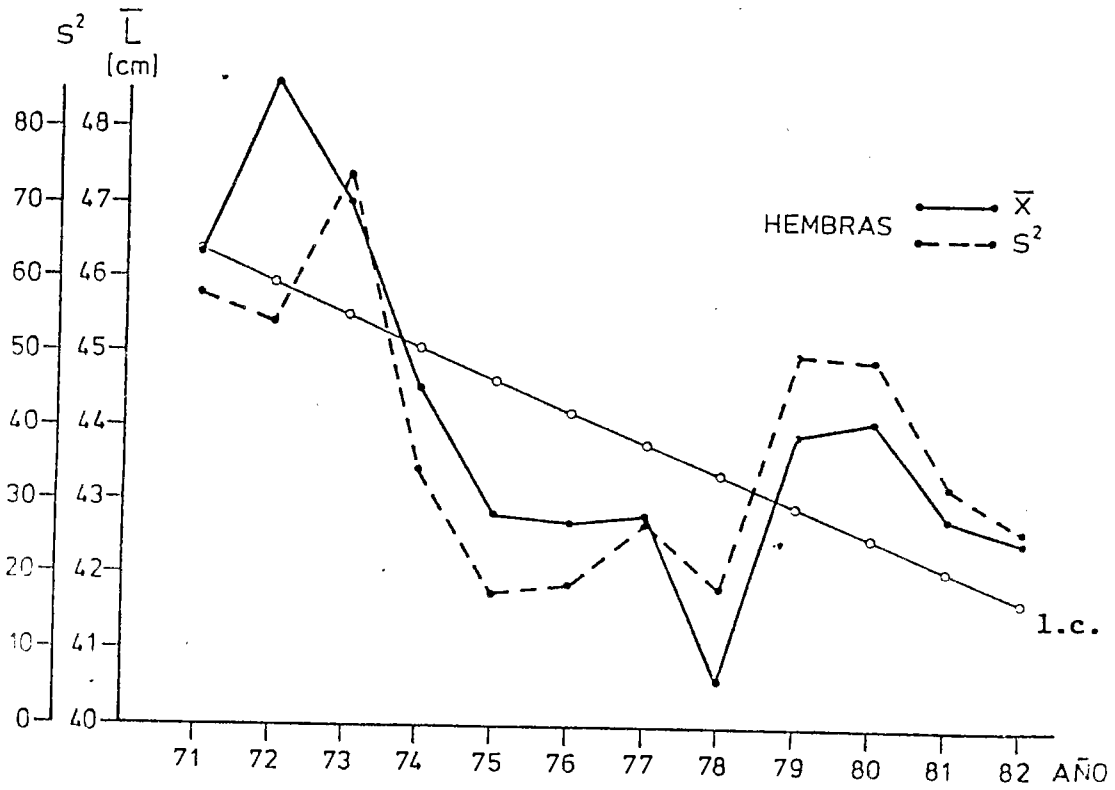


Figura 3. Variación anual de la longitud media y varianza de merluza (71-82) - hembras.
l.c. = longitud calculada.

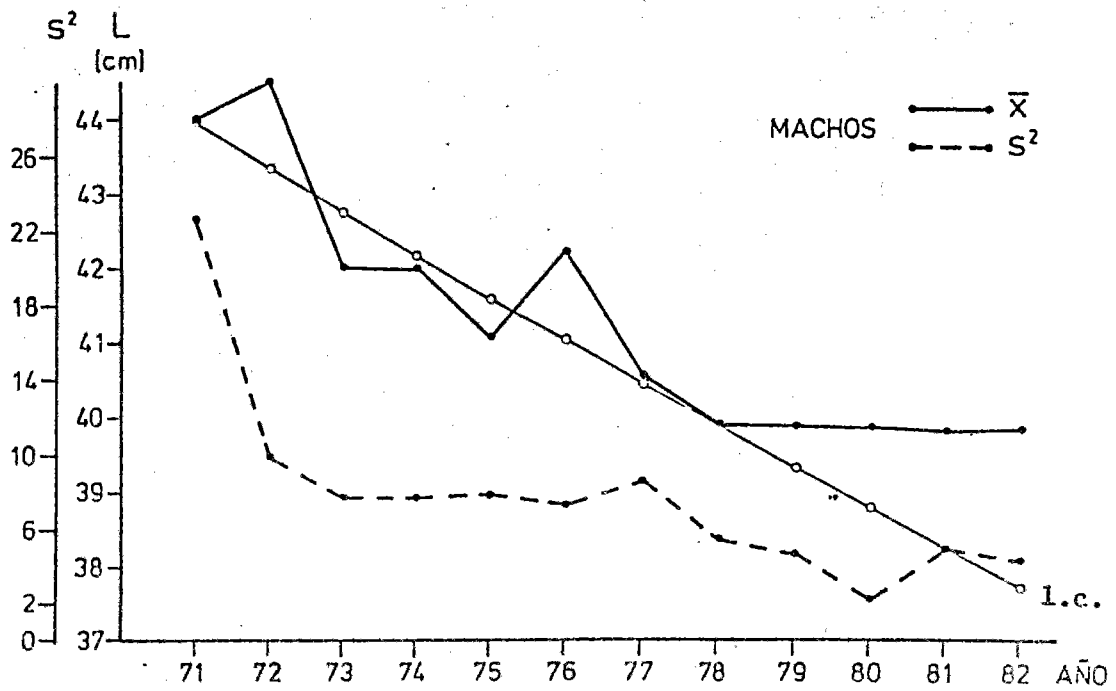


Figura 4. Variación anual de la longitud media y varianza de merluza (71-82) - machos.
l. c. = longitud calculada.

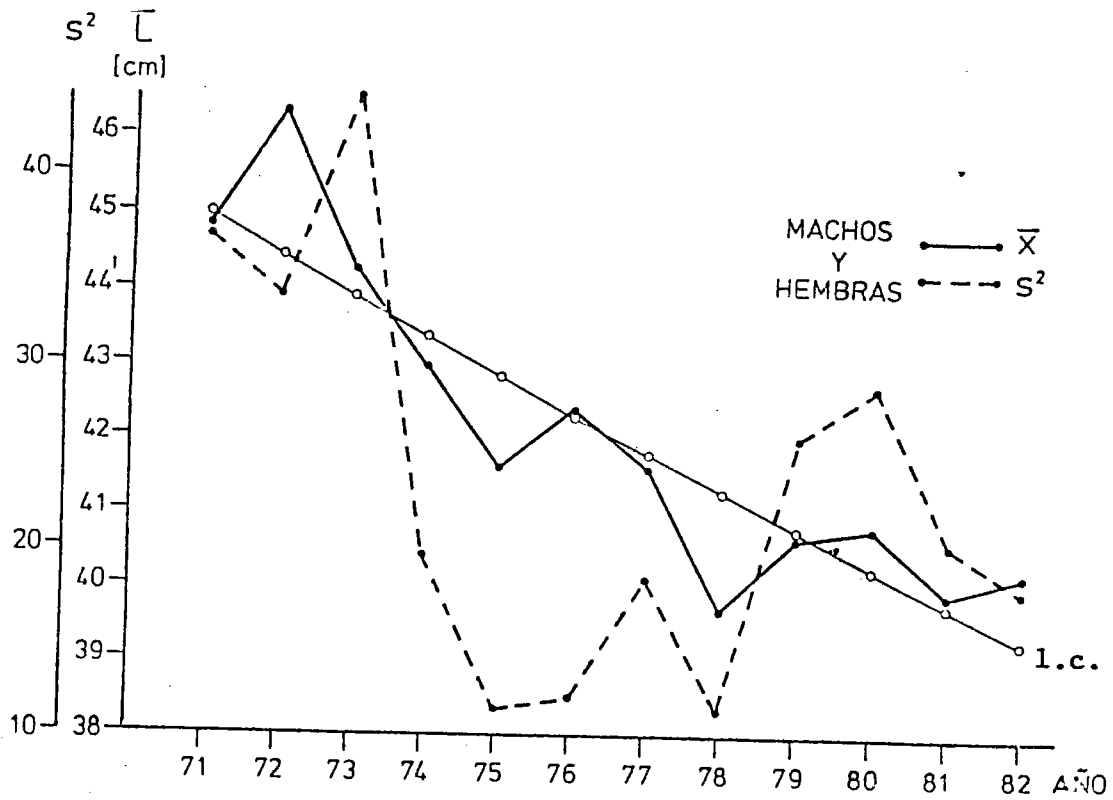


Figura 5. Variación anual de la longitud media y varianza de merluza (71-82) - machos y hembras.
l. c. = longitud calculada.

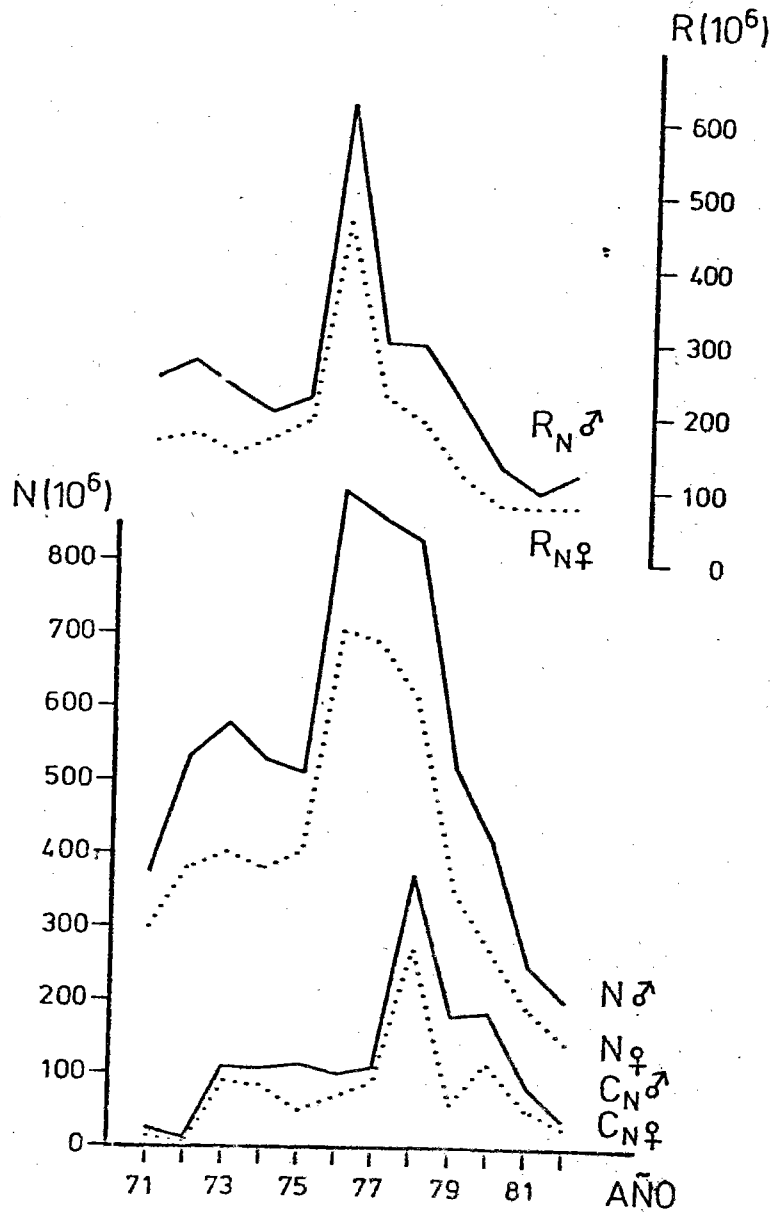


Figura 6. Variación de la captura (C_N), población (N) y reclutamiento (R) de merluza (71-82).

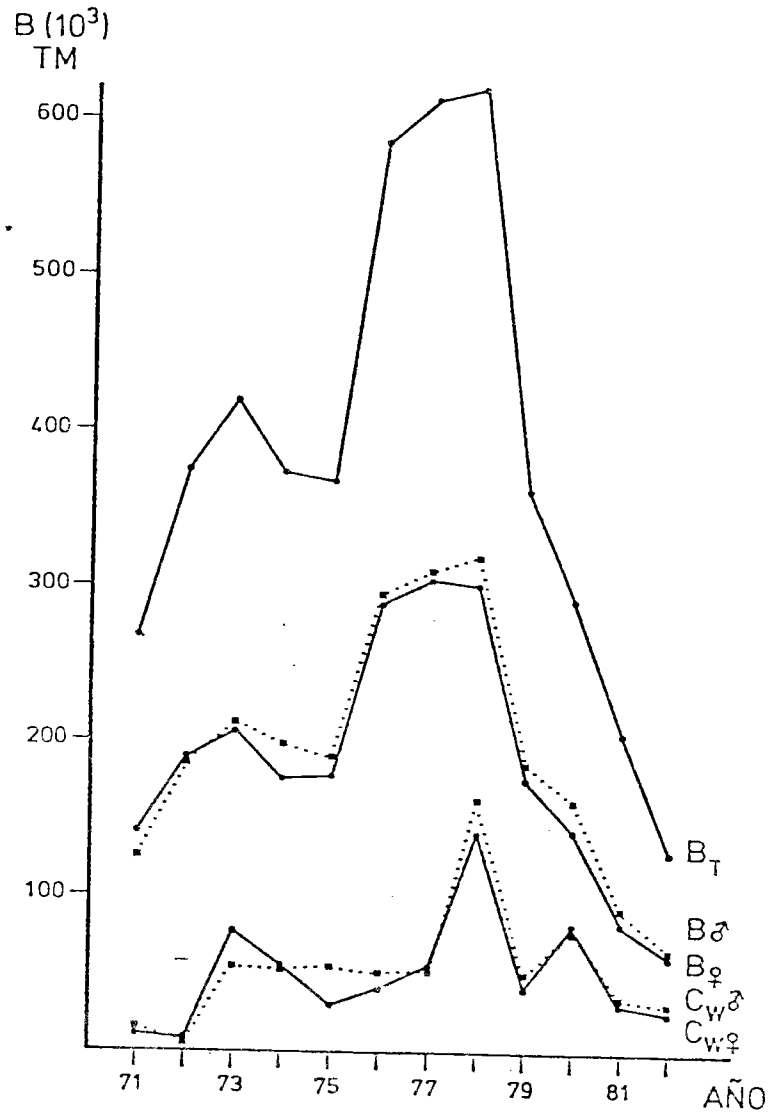


Figura 7. Variación de la captura (C_w) y biomasa (B) de merluza (71-82).

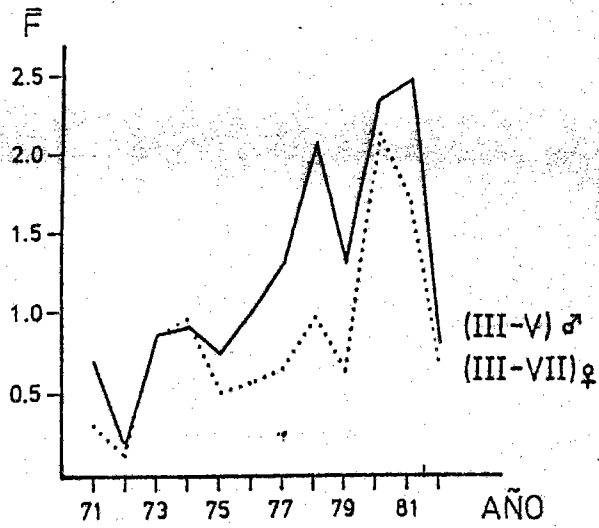


Figura 8. Variación anual de la mortalidad por pesca (\bar{F}) para merluza (71-82).

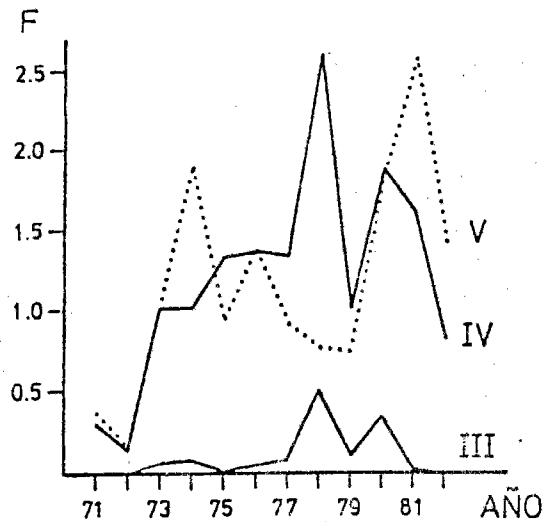


Figura 9. Variación de la mortalidad por pesca por edades para la merluza hembra (71-82).

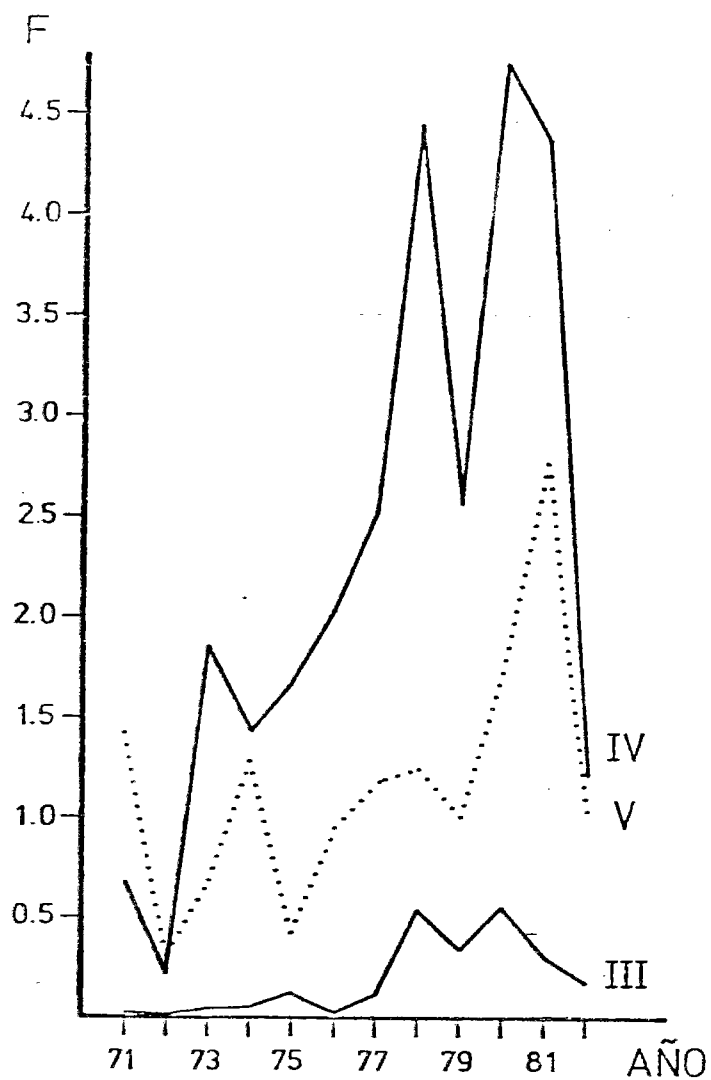


Figura 10. Variación de la mortalidad por pesca por edades para las merluzas machos (71-82).

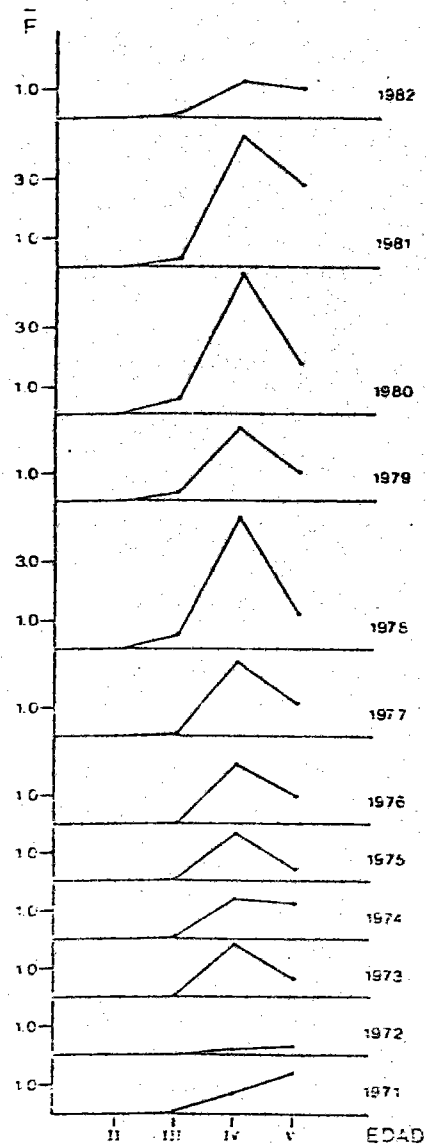


Figura 11. Variación de "F" por edades (machos) de 1971 a 1982.

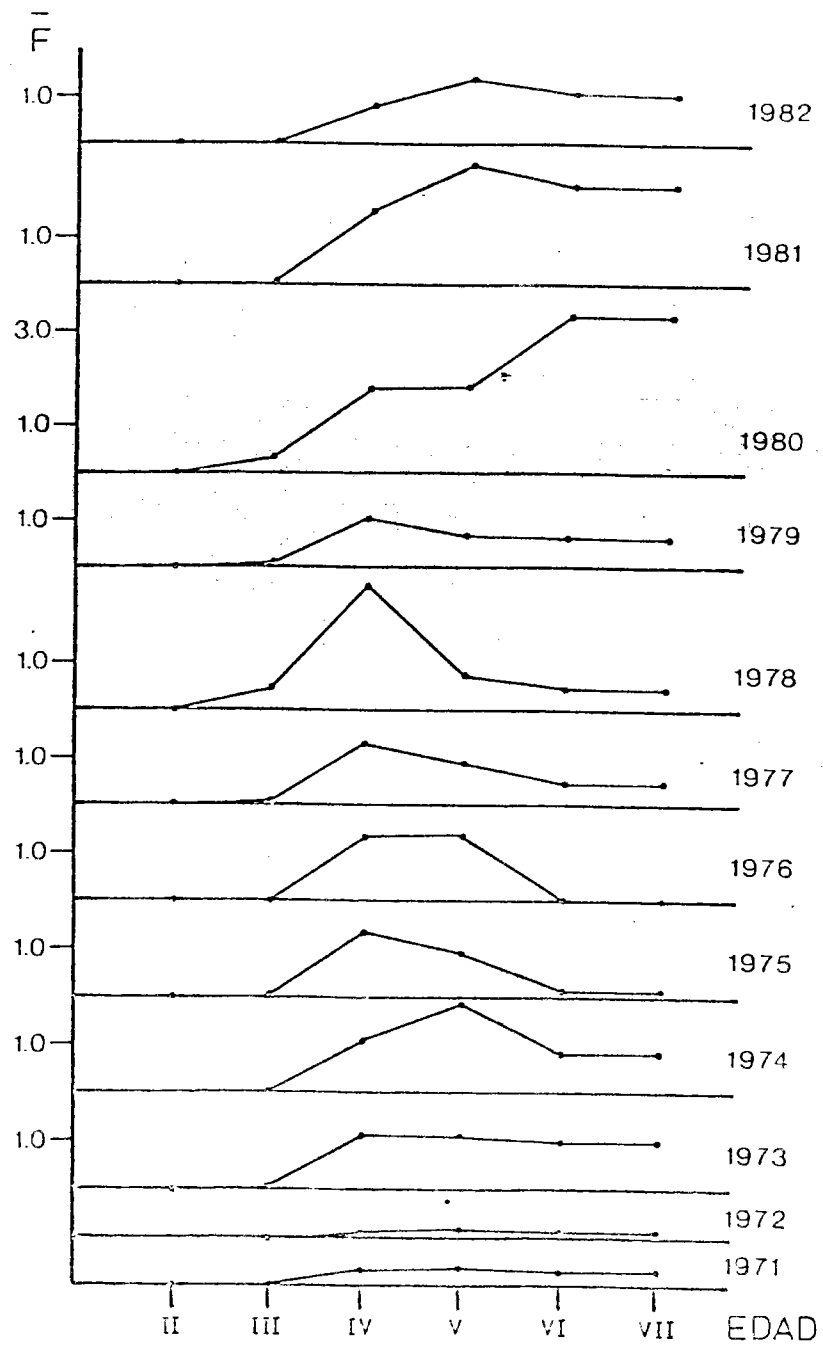


Figura 12. Variación de "F" por edades (hembras) de 1971 a 1982.

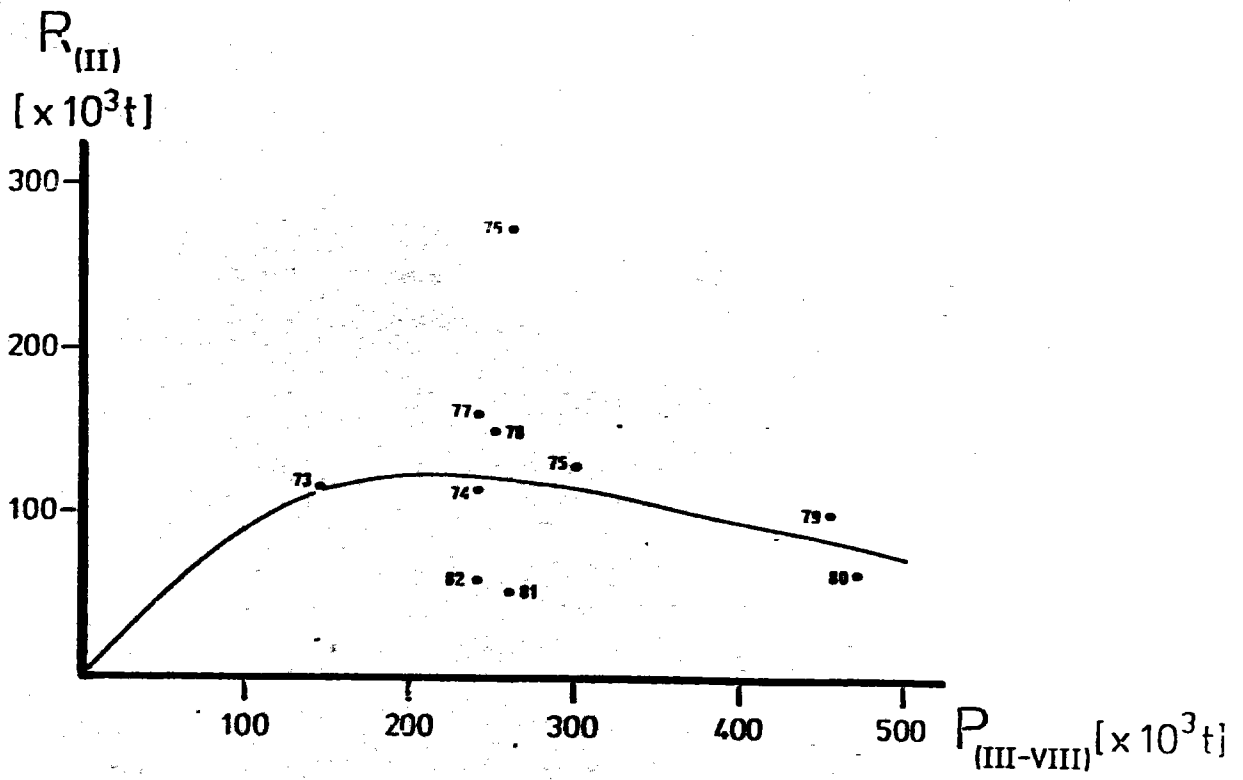


Figura 13. Relación stock-reclutamiento según Ricker (1954) (Merluccius gayi peruanus, 1973-1982).

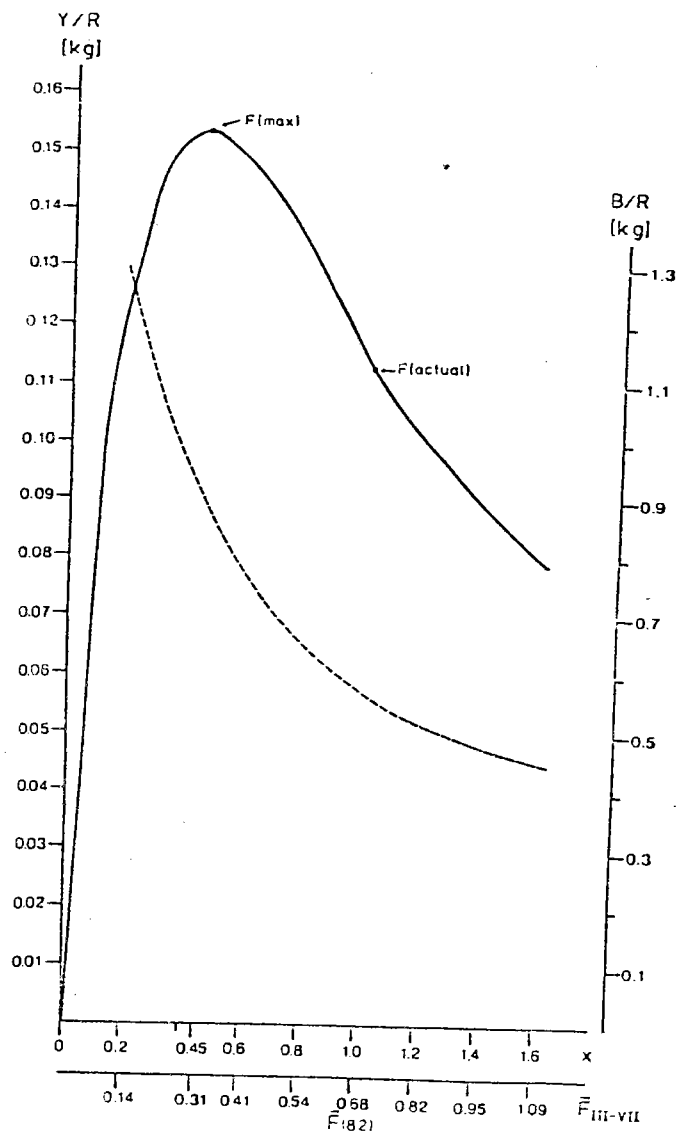


Figura 14. Rendimiento por recluta — (hembras)
 Biomasa por recluta - - -

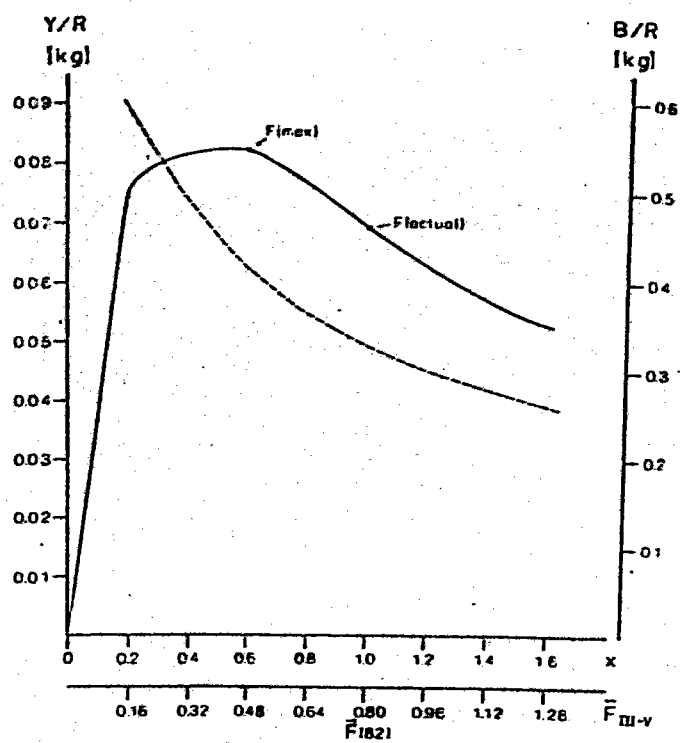


Figura 15. Rendimiento por recluta — (machos)
 Biomasa por recluta - - -

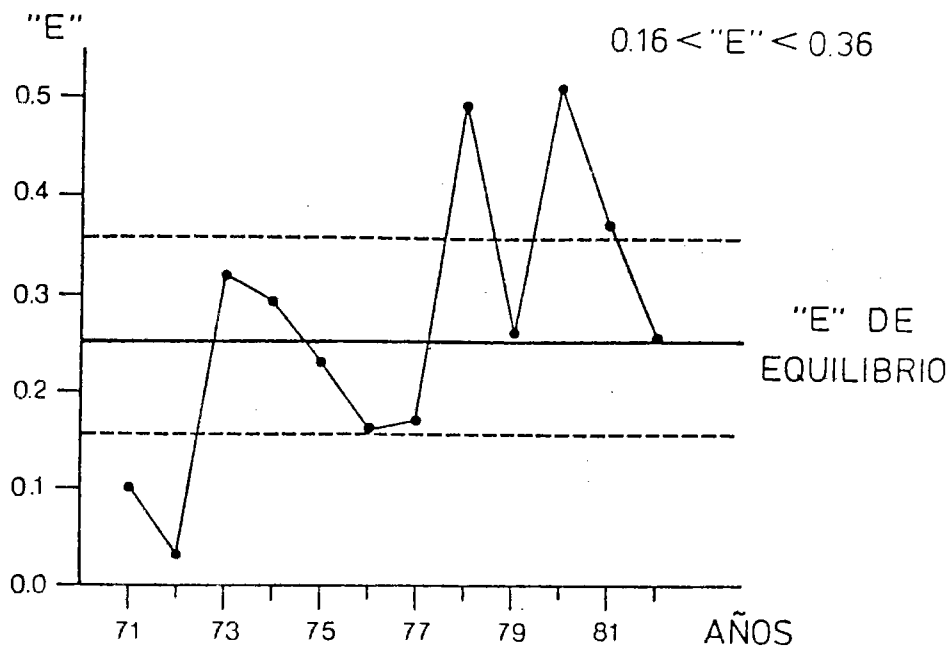


Figura 16. Variación de la captura en relación a la tasa de explotación de equilibrio "E" entre 1971 y 1982.