

AJUSTE DE UN MODELO DE PRODUCCION A LA POBLACION DE ATUN BLANCO, *THUNNUS ALALUNGA*, DEL ATLANTICO NORTE, 1967-82

A. González-Garcés, J. Mejuto
Instituto Español de Oceanografía

SUMMARY

From the data obtained in previous years on the surface and longline fisheries in the North Atlantic, a revision in the historical series of catches (1957-1982), effort and CPUE (1967-1982) was made.

Based on the fitting of the production model, the North Atlantic albacore population is estimated to be exploited at low levels, at most, at 60 percent of its possibility.

Large fluctuations in recruitment and their relation to the spawning stock are noted as well as the low levels of cohort recruitment from 1978-79-80, by monitoring the CPUE₃.

RESUME

Une révision de la série historique des prises (1957-1982), efforts et CPUE (1967-1982) est effectuée à partir des données fournies les années antérieures sur les pêcheries de surface et de palangre de l'Atlantique nord.

Sur la base de l'ajustement d'un modèle de production, on estime que la population de germon de l'Atlantique nord est exploité à de faibles niveaux, au maximum à 60% de ses possibilités.

Le suivi de la CPUE₃, a permis de mettre en évidence les grandes fluctuations du recrutement et sa relation avec le stock reproducteur, ainsi que les faibles niveaux du recrutement des cohortes de 1978-79-80.

RESUMEN

A partir de los datos aportados en años anteriores sobre las pesquerías de superficie y palangre del Atlántico Norte, se hace una revisión de la serie histórica de capturas (1957-1982), esfuerzos y CPUE (1967-1982).

En base al ajuste de un modelo de producción, se estima que la población de atún blanco del Atlántico Norte se está explotando a niveles bajos, como máximo a un 60% de sus posibilidades.

Se han puesto de manifiesto las grandes fluctuaciones del reclutamiento y su relación con la población reproductora, así como los bajos niveles de reclutamiento de las cohortes de 1978-79-80, a partir del seguimiento de la CPUE₃.

I. Introducción.

El atún blanco del Atlántico Norte es capturado mediante dos tipos de pesquerías: superficie y palangre. En la pesquería de superficie participan varias artes de pesca: cebo vivo, cacea, almadrabas, arrastre, redes de enmalle, cerco y otras, pero las más importantes siguen siendo el cebo vivo y la cacea ya que entre ambas representan el 99.4 % de las capturas de 1982.

En la pesca de superficie, el país de mayores capturas en 1982 fue España (88%), seguido de Francia (10%) y Portugal (1%).

En la pesquería de palangre participan varios países: Corea, Cuba, Japón, Panamá, Taiwan, Estados Unidos de América y Venezuela. De ellos el país que más capturó en 1982 fue Taiwan (80%) seguido de Corea (10%) y Japón (6%).

Este documento pretende presentar una revisión de la situación del estado de la población del atún blanco del Atlántico Norte, basada en el análisis de la evolución de las capturas, esfuerzos de pesca y capturas por unidad de esfuerzo (CPUE). Además se ajusta un modelo de producción global y se analiza una relación población parental-reclutamiento.

En años anteriores se hicieron análisis de esta población basados en este tipo de datos (GONZALEZ-GARCES, 1981; GONZALEZ-GARCES y MEJUTO, 1984; GONZALEZ-GARCES y PEREIRO, 1983). Revisiones en las capturas totales de ciertos países y principalmente la repartición entre población del Norte y población del Sur de las capturas del palangre (ICCAT, 1983; KUME y YANG, 1981; LAURENT, 1980; MIYAKE et al., 1982; SUN y YANG, 1983; YANG, 1980), han hecho necesarias revisiones periódicas de los análisis. Finalmente YANG y SUN (1984 a y 1984 b) hicieron una profunda revisión en los índices de efectividad de las flotas palangreras japonesa y taiwanesa que actúan sobre el atún blanco, y llegaron a la conclusión de que la intensidad total de pesca (overall fishing intensity) estimada basándose solamente en datos de la flota japonesa (SHIOHAMA, 1980), es muy diferente de la obtenida si se tienen en cuenta también los datos procedentes de la flota taiwanesa, y no refleja fielmente lo que está ocurriendo en la pesquería ya que en la actualidad las capturas de Taiwan representan el 80% de la captura total del palangre, mientras que las capturas de Japón sólo representan el 6%. Además, la flota palangrera taiwanesa dirige su esfuerzo al atún blanco, como lo demuestra el

hecho de que el 80 % de sus capturas sean sobre esta especie en los últimos años (YANG y SUN, op. cit.), mientras que la flota japonesa dirige su esfuerzo en la actualidad fundamentalmente a otras especies, principalmente al patudo y atún rojo (SHINGU et al., 1980). De aquí la importancia de usar los índices procedentes de la flota taiwanesa como más representativos de la pesquería de palangre en vez de los índices de la flota japonesa usados hasta ahora.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente se llegó a la conclusión de que sería útil revisar y actualizar las series históricas de capturas, esfuerzos y CPUE, tanto para la pesquería de superficie como para el palangre, y en esta última tener en cuenta toda la información disponible, principalmente en lo que se refiere a esfuerzo de pesca, tanto procedente de la flota japonesa, como taiwanesa y coreana.

II. Datos.

Las capturas totales anuales, por países y por arte de pesca, fueron tomadas de ICCAT (1981, 1982 a, 1982 b, 1983). Estos datos, referentes a la pesquería de superficie se presentan en la Tabla 1, mientras que los de palangre se muestran en la tabla 2.

Los datos de captura en peso, captura en número de individuos, esfuerzo de pesca, CPUE, peso medio de la captura y esfuerzo estandarizado en días de pesca de cebo vivo, se presentan en las tablas 3, 4 y 5.

La tabla 3 se refiere al arte de cacea (TROL), pero en ella se incluyen las capturas obtenidas por "otras artes" tales como el arrastre, las almadrabas, el cerco, las redes de enmalle, etc., ya que estas capturas son de muy poca importancia comparadas con el total (ver Tabla 1). El esfuerzo de pesca (f) se expresa en días de pesca de cacea.

La Tabla 4 se refiere al cebo vivo. En ella se incluyen todas las capturas de este arte independientemente del área o época en que fueron conseguidas. El esfuerzo de pesca (f) se expresa en días de pesca de un barco español estandar de cebo vivo.

La Tabla 5 presenta datos de la pesquería de palangre. El esfuerzo (f) está expresado en miles de anzuelos, mientras que el esfuerzo estandarizado (f') se expresa en días de pesca estandar de cebo vivo.

Las capturas totales, en toneladas, y el esfuerzo total, en días estandar de cebo vivo, del conjunto de las pesquerías de atún blanco del Atlántico Norte para el periodo 1967-1982, se presentan en la Tabla 6.

III. Metodos.

La obtención de capturas totales de atún blanco del Atlántico Norte por países y artes de pesca, se hizo directamente de la información publicada por ICCAT (ops. cit.) como ya se mencionó anteriormente.

Para las artes de superficie, los datos de captura en número de individuos, esfuerzos, CPUE y pesos medios, se elaboraron nuevamente revisando la información contenida en GONZALEZ-GARCES y MEJUTO (1984).

En el caso del palangre se hizo una revisión del cálculo del esfuerzo de pesca basándose en la información aportada por YANG y SUN (1984 a y 1984 b). Estos autores presentaban una revisión de la tasa de anzuelos de Taiwan y Japon para el periodo 1967-1982, lo que permitió hacer una recomposición de los cálculos del esfuerzo de pesca en el presente documento, para dicho periodo, teniendo en cuenta las siguientes modificaciones:

1.- Para las capturas anuales por países se emplearon los Boletines Estadísticos de ICCAT:

Historico nº 2, para el periodo 1967-1969.

Vol. 11. para el año 1970

Vol. 12. para el año 1971

Vol. 13 para el periodo 1972-1982.

2.- A partir de las tasas de anzuelos de Japón y Taiwan y de sus capturas en número de ejemplares respectivas, tomadas de GONZALEZ-GARCES y WEBER (SCRS/84/62), se estimó una media ponderada de la tasa de anzuelos para ambos países, para cada año. A partir de esta nueva tasa de anzuelos media se calculó el número total de anzuelos para Japón más Taiwan de la siguiente forma:

$$N^{\circ} \text{ total de anzuelos de Jap+Taiw.} = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos capt. por Jap+Taiw.}}{\text{Tasa de anzuelos media}} \times 100$$

Este número total de anzuelos de Taiwan más Japón fue ponderado a la captura total de la pesquería de palangre siendo:

$$NA(LL) = \frac{NA (\text{Japon} + \text{Taiwan}) \times Cn (LL)}{Cn (\text{Japon} + \text{Taiwan})}$$

NA = nº de anzuelos
Cn = Captura en nº
LL = Palangre total

Al disponer de datos de esfuerzo de palangre en número total de anzuelos, solamente para el periodo 1967-1982, los cálculos de "estandarización" del esfuerzo con otros artes solo pudieron ser realizados para el mismo periodo. Como consecuencia, el modelo de producción solo se pudo aplicar a ese periodo, que también fue el mismo empleado para el análisis

de la relación población parental-reclutamiento.

El método de "estandarización" del esfuerzo de pesca entre los tres artes de pesca empleados en el Atlántico Norte, cacea, cebo vivo y palangre, se hizo siguiendo el método descrito por GONZALEZ-GARCES (1981), y se estandarizaron todos los esfuerzos a "días de pesca estandar de cebo vivo".

El ajuste del modelo de producción se hizo usando el programa PROFIT de FOX (1975) con K = 3, 4 y 5 y para las opciones m = 0, 1 y 2 para cada valor de K.

Para visualizar una relación entre la población parental y el reclutamiento, se tomó como índice de la abundancia de la población reproductora la CPUE del palangre (captura en número de individuos / esfuerzo estandarizado), y como índice de la abundancia del reclutamiento la CPUE de la edad 3 (captura en número de individuos de edad 3 / esfuerzo de superficie, cebo vivo más cacea, estandarizado), siguiendo el método usado por GONZALEZ-GARCES y MEJUTO (op. cit.).

IV Resultados y discusión.

IV a. Capturas.

En la figura 1 se puede ver la evolución de las capturas de atún blanco del Atlántico Norte de los artes de cacea (TROL), cebo vivo (BB), palangre (LL) y del total de la población.

En el caso de la cacea se aprecia un descenso fuerte y constante de 1957 a 1982, pasando de unas capturas del orden de 30 000 t en los años 1957-1960 a capturas del orden de 10 000 - 13 000 t en los años 1980-1982. Esta tendencia al descenso, aunque con fluctuaciones, se mantuvo constante a lo largo del periodo estudiado.

Las capturas de cebo vivo fueron aumentando rápidamente desde la implantación de esta pesquería en 1953 hasta 1962. Desde esa fecha las capturas fueron descendiendo bastante hasta el mínimo de 1972 para aumentar nuevamente hasta un máximo en 1976. En los últimos años, 1977-1982, las capturas oscilan alrededor de las 15 000 t.

La pesquería de palangre comenzó a pescar en el Atlántico Norte, de forma poco intensa, en 1956, pero hasta 1962 no empieza a tener gran importancia. En los dos años siguientes las capturas aumentan bruscamente, para descender también bruscamente, manteniéndose bajas durante 1966-67-68. Seguidamente la tendencia es al aumento hasta llegar al máximo de 1976, año a partir del cual vuelven a descender las capturas hasta 1981. En 1982 se produjo un ligero aumento de las capturas con respecto al año anterior.

Si se tiene en cuenta el conjunto de las capturas de toda la pobla-

ción, la tendencia fue al aumento desde 1957 hasta llegar al máximo de 1964. Desde entonces la tendencia fue al descenso con fluctuaciones, alcanzando el mínimo en 1981. En 1982 las capturas totales aumentaron unas 8 000 t con respecto al año anterior, pero de todas formas siguen siendo una de las más bajas de todo el periodo estudiado.

IV b. Esfuerzo.

La figura 2 presenta la evolución del esfuerzo de pesca de las tres artes más importantes, cacea (TROL), cebo vivo (BB) y palangre (LL), y del esfuerzo total estandarizado ejercido sobre la población de atún blanco del Atlántico Norte, para el periodo 1967-1982.

El esfuerzo de cacea tuvo una tendencia decreciente durante todo este periodo estudiado, siendo un descenso fuerte de 1967 a 1970. Después de un ligero aumento en 1971 la tendencia fue otra vez al descenso de forma paulatina pero constante. Las estimaciones hechas para 1983 parecen indicar que este descenso ha continuado con la misma tendencia.

El arte de cebo vivo ejerció un esfuerzo, sin tendencias claras, de 1967 a 1971. Durante 1972-1974 el esfuerzo de pesca fue más bajo que en el periodo anterior, después de un aumento en 1975, la tendencia fue al descenso hasta 1980. En 1981 y 1982 aumentó ligeramente con respecto a 1980, pero en 1983, las estimaciones indican un brusco aumento de este esfuerzo.

En el caso del palangre la tendencia del esfuerzo fue al aumento de 1967 a 1971, después descendió ligeramente hasta 1975, volviendo a aumentar hasta un máximo en 1977. A partir de este año decreció nuevamente manteniéndose relativamente bajo en 1982 a pesar del ligero aumento con respecto a 1981.

El esfuerzo total estandarizado a días de pesca de cebo vivo tuvo una tendencia descendente con fluctuaciones de 1967 a 1979. Desde este año se mantuvo más o menos constante a un nivel de 35 000-40 000 días de pesca estandar de cebo vivo.

IV c. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

La CPUE en peso de las tres artes estudiadas y del total de la población se presenta en la figura 3, para el periodo 1967-1982.

La CPUE de la cacea (TROL) tuvo una tendencia al aumento con fluctuaciones de 1967 a 1979. En 1980 se produjo un gran descenso, pero en 1981 y 1982 aumentó ligeramente. Las estimaciones para 1983 parecen indicar un nuevo aumento, que situarían a esta CPUE como la segunda más importante de

la serie.

La tendencia de la CPUE de cebo vivo fue claramente al aumento, con fluctuaciones, de 1969 a 1980. En 1981 se produjo un descenso de la CPUE, pero en 1982 volvió a aumentar. Las estimaciones para 1983 parecen indicar que decreció ligeramente con respecto a 1982. Sin embargo la CPUE del cebo vivo expresada en días de pesca, sigue siendo del orden de dos veces superior a la CPUE de cacea expresada en las mismas unidades.

En el caso del palangre, la CPUE descendió claramente de 1967 a 1971. A partir de ese año se mantuvo alrededor de 200 Kilos cada 1000 anzuelos hasta 1976. Después de un ligero descenso en 1977, la CPUE se mantuvo a niveles más o menos constantes alrededor de 185 Kg cada 1000 anzuelos.

La CPUE del total de la población tuvo una tendencia paulatina y constante al aumento, de 1968 a 1982.

IV d. Modelo de Producción.

Los resultados del ajuste del modelo de producción se presentan en la tabla 7.

En la figura 4 se han presentado pares de valores de capturas y esfuerzos del periodo 1967-1982, y los niveles del rendimiento máximo sostenible (RMS) obtenidos en el ajuste, para cada par de valores K,m.

Para ajustar el modelo se emplearon valores de K, 3, 4 y 5 (K índice que representa el número de clases de edad significativas de la pesquería) y, para cada valor de K, los valores de m, 0, 1 y 2.

Los niveles de captura del RMS varían, para cada par K-m, de 53 714 t para K=3 y m=2, hasta 127 121 t para K=4 y m=0.

Si dejamos a un lado los resultados obtenidos con m=0, ya que las condiciones que plantea este modelo parecen difíciles de aplicarse en esta pesquería, además de que los valores de R y SSQ son los que indican un peor grado de ajuste, obtendremos rangos del RMS de 53 714 t (K=3, m=2) a 70 437 t (K=4, m=1).

El utilizar un K=4 está sin lugar a dudas biológicamente justificado, ya que si se examina la matriz de capturas por edades presentada por GONZALEZ-GARCÉS y WEBER (SCRS/84/62) en ella se puede ver que no menos de 4 clases de edad contribuyen significativamente a la captura. Esta idea puede ampliarse más si se tiene en cuenta el número de clases de edad sobre las que se ejerce una mortalidad por pesca más intensa, y en este caso, también según GONZALEZ-GARCÉS y WEBER (op. cit.), las clases de edad sobre las que se ejerce mayores esfuerzos de pesca son 4, las edades 3, 4, 7 y 8.

Si comparamos los resultados del ajuste del modelo con $K=4$ a los niveles de captura y esfuerzo de los últimos años, podemos observar que las capturas son del orden del 30-40% menores a las correspondientes al RMS, y el esfuerzo es del orden de 55-70% menor al correspondiente al rendimiento máximo sostenible.

Seguramente un valor de $K=3$ sea algo bajo, pero fue empleado para comparar estos resultados con los ofrecidos por otros autores. Según el ajuste de este modelo, con $K=3$, las capturas realizadas en los últimos años (1980-81-82) se encontrarían entre el 28%-37% por debajo de los niveles indicados por el RMS, y los esfuerzos se encontrarían entre un 48%-65% por debajo de los correspondientes al RMS.

Todos estos resultados del ajuste del modelo de producción son muy coherentes con los obtenidos en documentos previos (GONZALEZ-GARCES y MEJUTO, 1984), lo que indica que los cambios realizados en la estimación del esfuerzo del palangre, no han variado de una forma sustancial las conclusiones derivadas del ajuste de este tipo de modelos.

IV.e. Relación población parental-reclutamiento.

La evolución del reclutamiento, CPUE de la edad 3 ($CPUE_3$), se presenta en la figura 5. En esta figura se compara el reclutamiento en número de individuos de edad 2 obtenidos mediante análisis de cohortes de 1959 a 1971 (GONZALEZ-GARCES y WEBER, SCRS/84/62) y la $CPUE_3$ de las cohortes de 1959 a 1980, correspondientes a las capturas de individuos de edad 3 entre los años 1962-1983.

Para el periodo en que se poseen datos de ambas series, comparando las cohortes de 1959 a 1971, se puede apreciar una gran similitud en las tendencias y fluctuaciones, lo que confirma una vez más que la $CPUE_3$ es un buen índice de reclutamiento tal como sugerían GONZALEZ-GARCES y MEJUTO (1984), GONZALEZ - GARCES y PEREIRO (1983).

La evolución de la $CPUE_3$ hasta la cohorte de 1979, confirma las grandes fluctuaciones del reclutamiento en los últimos años. Así mismo, las estimaciones de la $CPUE_3$ de la cohorte de 1980 (basada en cálculos de $CPUE_3$ de las flotas españolas), parecen confirmar que estamos en un momento de bajo reclutamiento que dura ya tres años, (cohortes de 1978-79 y 80).

La relación entre el índice de la población parental, CPUE del palangre ($CPUE_{LL}$), y el índice del reclutamiento ($CPUE_3$), se puede ver en la figura 6, donde sólo se presenta el período de las cohortes de 1963 a 1979. Esta figura muestra, una vez más, una gran variabilidad del recluta-

miento entre las cohortes 1967 y 1979 que no se corresponden con grandes variaciones de la población parental, es decir, parece que las fluctuaciones del reclutamiento son independientes de la abundancia de la población parental en ese periodo de tiempo.

Conclusiones.

En la población de atún blanco del Atlántico Norte tanto las capturas como los esfuerzos están decreciendo de forma general en los últimos años. Sin embargo, la CPUE de cebo vivo y curricón están aumentando, al tiempo que la CPUE de palangre se mantiene estable en los últimos años.

El ajuste del modelo de producción parece indicar que la población se está explotando a niveles bajos, como máximo a un 60% de sus posibilidades, y que aumentos en el esfuerzo traerían como consecuencia aumentos de las capturas.

En base al seguimiento de la $CPUE_3$, se ha podido comprobar el bajo nivel del reclutamiento de las cohortes de 1978-79-80.

La relación entre la población parental y el reclutamiento parece indicar que se están produciendo grandes fluctuaciones del reclutamiento que son independientes de la abundancia del stock reproductor.

Agradecimientos.

Queremos agradecer a Pilar Pallarés su ayuda al informatizar estos datos para el ajuste al modelo de producción. También a Antio Fernández Peña por el mecanografiado y revisión lingüística de este documento.

BIBLIOGRAFIA

- FOX, W.W., 1975. Fitting the generalized stock production model by least-squares and equilibrium approximation. *Fish. Bull. (U.S.)*, 73 (1): 23-36.
- GONZALEZ-GARCES, A., 1981. A production model analysis of North Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*), 1957-1978. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.* 15(2): 211-221.
- GONZALEZ-GARCES, A. y J. MEJUTO, 1984. Estado actual de la pesquería de atún blanco (*Thunnus alalunga*) del Atlántico Norte. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.* vol. 20(2): 270-282.
- GONZALEZ-GARCES, A. y J.A. PEREIRO, 1983. A check of traditional parameters based on fishing effort in the surface fishery of juvenile albacore in the northern Atlantic. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.*, vol. 18(2): 399-410.
- GONZALEZ-GARCES, A. y E. WEBER. SCRS/84/62. Yield per recruit analysis of North Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*). *ICCAT. SCRS/84/62.*
- ICCAT. 1981. Boletín estadístico, vol. 11. *Int. Comm. Conserv. Atlantic Tunas, Madrid. Spain, 123p.*
- ICCAT. 1982 a. Boletín estadístico, vol. 2 (1960-1969). *Int. Comm. Conserv. Atlantic Tunas. Spain, 109 p.*
- ICCAT. 1982 b. Boletín estadístico, vol. 12. *Int. Comm. Conserv. Atlantic Tunas. Madrid. Spain, 123 p.*
- ICCAT. 1983. Boletín estadístico, vol. 13. *Int. Comm. Conserv. Atlantic Tunas, Madrid, Spain, 132 p.*
- KUME, S. y R.T. YANG, 1981. Estimation on north-south breakdown of albacore catch by Taiwanese longline fleet in the Atlantic, 1976-1978. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.*, vol. 15(2):191-201.
- LAURENT, M. 1980. Estimation de la répartition entre le nord et le sud de l'Atlantique des captures de germon de l'ensemble des flotilles palangrines. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.*, vol. 9(2):338-343.
- MIYAKE, P.M., S. KUME, R.T. YANG et V. NORDSTROM, 1982. Review of Tack II catch and effort data for Taiwanese longline fleet, 1976-1978. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.*, vol. 17(2):249-257.
- SHIOHAMA, T. 1980. Estimation of overall fishing intensity of Atlantic longline albacore, 1956-77. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, vol. 9(2): 376-378.
- SHINGU, C., K. HISADA y Z. SUZUKI. 1980. Description of the Japanese longline fishery for bluefin tuna in the Atlantic. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.*, vol. 11: 145-160 (versión inglesa); vol 11: 255-271 (versión francesa); vol 11: 367-382 (versión española).
- SUN, C.L. y R.T. YANG. 1983 Overall fishing intensity and yield by the Atlantic longline fishery for albacore, 1967-1980. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, vol 18(2): 394-398.
- YANG, R.T., 1980. Distribution of fishing effort and catch of albacore by Taiwan's tuna longline fleet in the North and South Atlantic Ocean, 1972-1978. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, vol 9(2):326-337.
- YANG, R.T. y C.L. SUN., 1984 a. Distribution, yield and fishing intensity of Atlantic albacore caught by the longline fishery, 1967-1981. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.*, vol. 20(2): 251-269.
- YANG, R. T. y C. L. SUN 1984 b. Overall fishing intensity and yield by the Atlantic longline fishery for albacore, 1967-1982. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.*, vol. 20(2): 293-297.

AÑO	España			Francia		Portugal		USA					URSS	Venezuela
	TROL	BB	BB, C	TROL	BB	BB, A	BB, N	TRAW	TRAP	PS	GILL	UNCL	SURF	BB
1957	16 923	5 000	--	13 105	6 959	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1958	25 299	8 625	---	8 646	8 633	300	---	---	---	---	---	---	---	---
1959	22 572	7 250	---	8 224	10 697	570	---	---	---	---	---	---	---	---
1960	22 889	8 125	---	10 183	9 414	600	---	---	---	---	---	---	---	---
1961	11 742	12 593	---	9 165	7 927	600	---	---	---	---	---	---	---	---
1962	18 354	13 145	---	12 589	7 704	620	---	---	---	---	---	---	---	---
1963	14 821	13 334	---	9 804	6 435	970	---	---	---	---	---	---	---	---
1964	15 331	13 169	---	12 727	6 759	500	---	---	---	---	---	---	---	---
1965	14 179	14 179	253	11 365	4 183	830	---	---	---	---	---	---	---	---
1966	12 832	12 676	287	9 959	3 454	340	---	---	---	---	---	---	---	---
1967	19 029	13 400	316	11 640	3 893	740	---	---	---	---	---	---	---	---
1968	12 963	11 269	348	11 030	2 209	110	---	---	---	---	---	---	---	---
1969	10 248	11 980	379	7 675	1 710	500	---	---	---	---	---	---	---	---
1970	11 250	12 231	250	4 456	1 707	200	---	---	---	---	---	---	---	---
1971	16 302	13 494	400	7 727	1 483	300	---	---	---	---	---	---	---	---
1972	17 834	6 562	725	8 683	475	434	---	---	---	---	10	---	---	---
1973	12 927	6 872	1 300	5 785	1 074	887	---	---	---	---	---	---	---	---
1974	13 083	12 207	2 692	7 875	550	1 102	127	---	---	---	13	---	---	---
1975	4 515	16 247	1 332	4 959	707	138	773	---	---	---	---	---	---	---
1976	8 233	17 846	831	5 685	1 115	37	573	---	---	---	---	---	---	---
1977	10 291	13 889	975	6 190	633	24	38	---	---	2	---	---	---	---
1978	14 131	10 113	1 160	8 437	386	8	77	---	---	---	1	---	---	---
1979	14 232	14 974	604	7 834	220	131	18	---	---	---	---	59	---	---
1980	9 459	15 225	518	3 108	355	72	7	2	---	16	1	---	---	---
1981	8 261	11 572	1 009	2 537	392	440	2	---	50	---	1	---	51	---
1982	10 136	14 823	519	2 695	160	188	117	---	---	106	---	20	---	50

Tabla 1.- Capturas totales anuales, en toneladas, de atún blanco en el Atlántico Norte, por países y artes de superficie, durante los años 1957-1982.
TROL= caced. BB= cebo vivo. BBC= cebo vivo de Canarias. BBA= cebo vivo de Azores. BBM= cebo vivo de Madeira. TRAW= arrastre. TRAP= almadra. PS= cerco. GILL= red de emmalle. UNCL= sin clasificar. SURF= superficie.

AÑO	Corea	Cuba	Japon	Panamá	Taiwan	USA	Venezuela
1957	---	---	135	---	---	---	---
1958	---	---	945	---	---	---	---
1959	---	---	599	---	---	---	---
1960	---	---	1 131	---	---	---	150
1961	---	---	380	---	---	---	100
1962	---	---	5 716	---	17	---	110
1963	---	---	14 633	---	18	---	60
1964	52	---	15 713	---	103	---	---
1965	174	118	14 325	---	114	---	---
1966	1 471	151	5 860	---	204	---	---
1967	3 926	91	4 771	---	761	---	---
1968	1 588	345	3 306	---	1 907	---	600
1969	6 844	81	4 717	---	2 352	---	800
1970	5 011	---	5 875	---	4 675	---	500
1971	7 707	---	6 472	---	2 871	---	800
1972	7 922	36	1 319	240	4 410	---	800
1973	4 794	---	1 467	2 366	9 501	---	---
1974	2 823	---	2 059	217	9 538	---	---
1975	2 843	87	1 331	226	8 130	---	93
1976	5 379	85	1 345	1 227	14 837	---	133
1977	5 579	83	825	557	13 723	---	102
1978	3 048	89	531	768	9 324	---	397
1979	2 997	---	1 219	425	6 973	---	1
1980	797	54	1 036	193	7 090	---	300
1981	938	48	1 740	177	6 584	1	328
1982	1 326	82	781	494	10 500	---	7

Tabla 2.- Capturas totales anuales de palangre, por países, durante el período 1957-1982, para el atún blanco del Atlántico Nordeste. (unidad = toneladas).

AÑO	W	N	F	CPUE _W	CPUE _N	\bar{W}	f'
1957	30 028	6 527 800	57 000	0.527	114.5	4.60	-
1958	33 945	7 011 800	86 000	0.395	81.5	4.77	-
1959	30 796	5 222 200	78 000	0.397	67.0	5.90	-
1960	33 072	5 004 500	78 000	0.424	64.2	6.61	-
1961	20 907	3 946 600	48 000	0.436	82.2	5.30	-
1962	30 943	5 350 400	71 000	0.436	75.4	5.78	-
1963	24 625	4 952 600	62 000	0.397	79.9	4.97	-
1964	28 058	5 663 200	64 000	0.438	88.5	4.95	-
1965	25 544	4 825 300	55 000	0.464	87.7	5.29	-
1966	22 791	4 719 400	66 000	0.345	71.5	4.83	-
1967	30 669	6 467 300	75 144	0.408	86.1	4.74	36 365
1968	23 993	4 643 100	71 200	0.337	65.2	5.17	34 456
1969	17 923	3 190 500	52 456	0.342	60.8	5.62	25 385
1970	15 706	2 839 100	38 489	0.408	73.8	5.53	18 626
1971	24 029	4 538 500	49 181	0.489	92.3	5.29	23 800
1972	26 527	4 457 700	45 209	0.587	98.6	5.95	21 878
1973	18 172	3 264 000	43 284	0.432	74.0	5.84	20 947
1974	20 971	3 221 000	35 822	0.585	89.9	6.51	17 335
1975	9 474	1 441 500	24 352	0.389	59.2	6.57	11 785
1976	13 918	2 533 200	29 902	0.465	84.7	5.49	14 471
1977	16 483	3 389 500	29 862	0.552	113.5	4.86	14 451
1978	22 569	4 489 500	34 502	0.654	130.1	5.03	16 697
1979	22 125	4 297 700	27 072	0.817	158.7	5.15	13 101
1980	12 586	2 737 700	27 942	0.450	98.0	4.60	13 522
1981	10 900	1 940 600	22 708	0.480	85.5	5.62	10 989
1982	12 957	1 835 000	23 510	0.551	78.1	7.06	11 377

TABLA 3.- Captura en toneladas (W), captura en número de individuos (N), esfuerzo en días de pesca (f), captura por unidad de esfuerzo en peso (CPUE_W), captura por unidad de esfuerzo en número de individuos (CPUE_N), peso medio de la captura en Kg (\bar{W}) y esfuerzo estandarizado a días de pesca de cebo vivo (f') de la pesquería de cacea (TROL) de atún blanco del Atlántico Norte.

AÑO	W	N	F	CPUE _W	CPUE _N	\bar{W}	f'
1957	11 959	1 934 900	15 391	0.777	125.7	6.18	-
1958	17 558	3 061 400	23 791	0.738	128.7	5.73	-
1959	18 517	3 109 200	17 873	1.036	174.0	5.95	-
1960	18 139	2 787 600	18 067	1.004	154.3	6.51	-
1961	21 120	3 534 800	22 685	0.931	155.8	5.97	-
1962	21 469	3 405 800	20 197	1.063	168.6	6.30	-
1963	20 739	3 555 500	19 733	1.051	180.2	5.83	-
1964	20 428	3 583 800	18 639	1.096	192.3	5.70	-
1965	20 112	4 518 500	25 818	0.779	175.0	4.45	-
1966	16 757	2 815 400	19 042	0.880	147.9	5.95	-
1967	18 349	3 569 600	16 943	1.083	210.7	5.14	16 943
1968	13 936	2 855 450	19 169	0.727	149.0	4.88	19 169
1969	14 569	2 883 700	23 806	0.612	121.1	5.05	23 806
1970	14 388	3 514 700	16 967	0.848	207.1	4.09	16 967
1971	15 677	3 084 200	23 898	0.656	129.1	5.08	23 898
1972	8 196	1 076 900	12 399	0.661	86.9	7.61	12 399
1973	10 133	1 339 350	15 470	0.655	86.6	7.57	15 470
1974	16 678	1 723 600	12 112	1.377	142.3	9.68	12 112
1975	19 917	1 891 900	20 957	0.916	90.3	10.15	20 957
1976	20 402	2 234 850	17 588	1.160	127.1	9.13	17 588
1977	15 559	1 751 200	14 055	1.107	124.6	8.88	14 055
1978	11 744	2 517 800	12 057	0.974	208.8	4.66	12 057
1979	15 947	1 955 400	10 423	1.530	187.6	8.16	10 423
1980	16 177	2 380 800	9 652	1.676	246.7	6.79	9 652
1981	13 415	1 991 600	12 341	1.087	161.4	6.74	12 341
1982	15 873	1 827 200	11 680	1.359	156.4	8.69	11 680

TABLA 4.- Captura en toneladas (W), captura en número de individuos (N), esfuerzo en días de pesca (f), captura por unidad de esfuerzo en peso (CPUE_W), captura por unidad de esfuerzo en número de individuos (CPUE_N), peso medio de la captura en Kg (\bar{W}) y esfuerzo estandarizado a días de pesca de cebo vivo (f') de la pesquería de cebo vivo (BB) de atún blanco del Atlántico Norte.

Año	W	N	f	CPUE _W	CPUE _N	\bar{W}	f'
1967	9 549	435 451	24 605	0.388	17.7	21.9	5 558
1968	7 746	390 082	20 750	0.373	18.8	19.9	4 687
1969	14 794	760 228	46 638	0.317	16.3	19.4	10 536
1970	16 061	864 476	64 382	0.249	13.4	18.6	14 544
1971	17 850	960 160	89 229	0.200	10.8	18.6	20 157
1972	14 727	762 314	73 990	0.199	10.3	19.3	16 714
1973	18 128	922 121	83 212	0.218	11.1	19.7	18 798
1974	14 637	740 822	67 973	0.215	10.9	19.8	15 355
1975	12 710	641 884	55 336	0.230	11.6	19.8	12 500
1976	23 006	1 150 139	108 500	0.212	10.6	20.0	24 510
1977	20 869	1 090 806	119 868	0.174	9.1	19.1	27 078
1978	14 157	677 469	76 124	0.186	8.9	20.9	17 196
1979	11 615	608 738	62 753	0.185	9.7	19.1	14 176
1980	9 470	520 797	52 080	0.182	10.0	18.2	11 765
1981	9 816	483 284	53 110	0.184	9.1	20.3	11 998
1982	13 190	?	68 231	0.193	?	?	15 413

TABLA 5.- Captura en toneladas (W), captura en número de individuos (N), esfuerzo en miles de anzuelos (f), captura por unidad de esfuerzo en toneladas por miles de anzuelos (CPUE_W), captura por unidad de esfuerzo en número de individuos por mil anzuelos (CPUE_N), peso medio individual en kilos (\bar{W}) y esfuerzo estandarizado a días de pesca de cebo vivo (f') de la pesquería de palangre (LL) de atún blanco del Atlántico Norte.

AÑO	Captura	Esfuerzo
1967	58 567	58 866
1968	45 675	58 312
1969	47 286	59 727
1970	46 155	50 137
1971	57 566	67 855
1972	49 450	50 991
1973	46 973	55 215
1974	52 286	44 802
1975	41 381	45 242
1976	57 326	56 569
1977	52 911	55 584
1978	48 470	45 950
1979	49 687	37 700
1980	38 233	34 939
1981	34 131	35 328
1982	42 020	38 470

TABLA 6.- Capturas totales y esfuerzos totales sobre la población de atún blanco del Atlántico Norte, 1967-1982.

k	m	RMS	E op.	op CPUE	R	SSQ
3	0	100 827	--	---	0.358463	0.165369
3	1	61 179	101 943	0.599915	0.377454	0.160474
3	2	53 714	67 387	0.79710	0.405840	0.153137
4	0	127 121	---	---	0.226889	0.158997
4	1	70 437	126 888	0.555116	0.239317	0.156441
4	2	59 829	81 314	0.735792	0.255381	0.153138
5	0	120 288	---	---	0.199036	0.155223
5	1	69 188	121 309	0.570343	0.211925	0.152725
5	2	60 279	81 126	0.743021	0.224944	0.150220

Tabla 7.- Resultados del ajuste del modelo de producción.

K y m, constantes.

RMS: rendimiento máximo sostenible.

E. op.: esfuerzo correspondiente al RMS.

op. CPUE: CPUE correspondiente al RMS.

R: grado de ajuste.

SSQ: Suma residual de cuadrados.

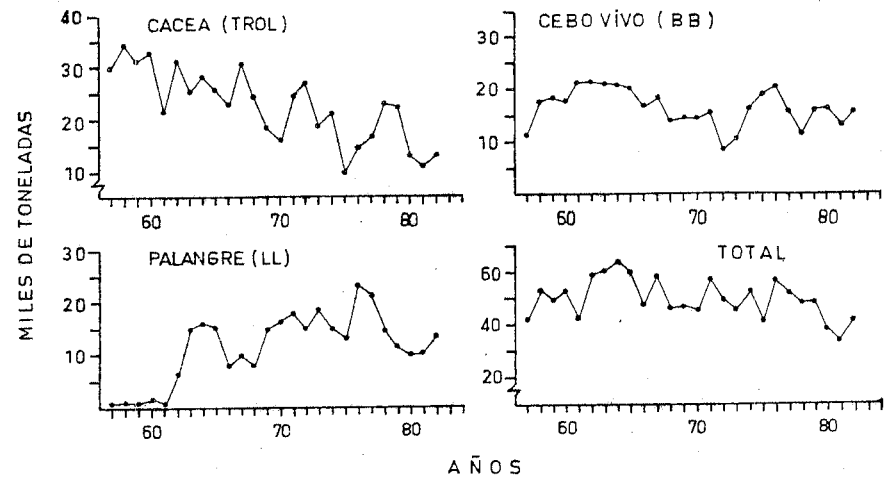


Figura 1.- Capturas de atún blanco del Atlántico Norte, por artes y total, del período 1957-1982.

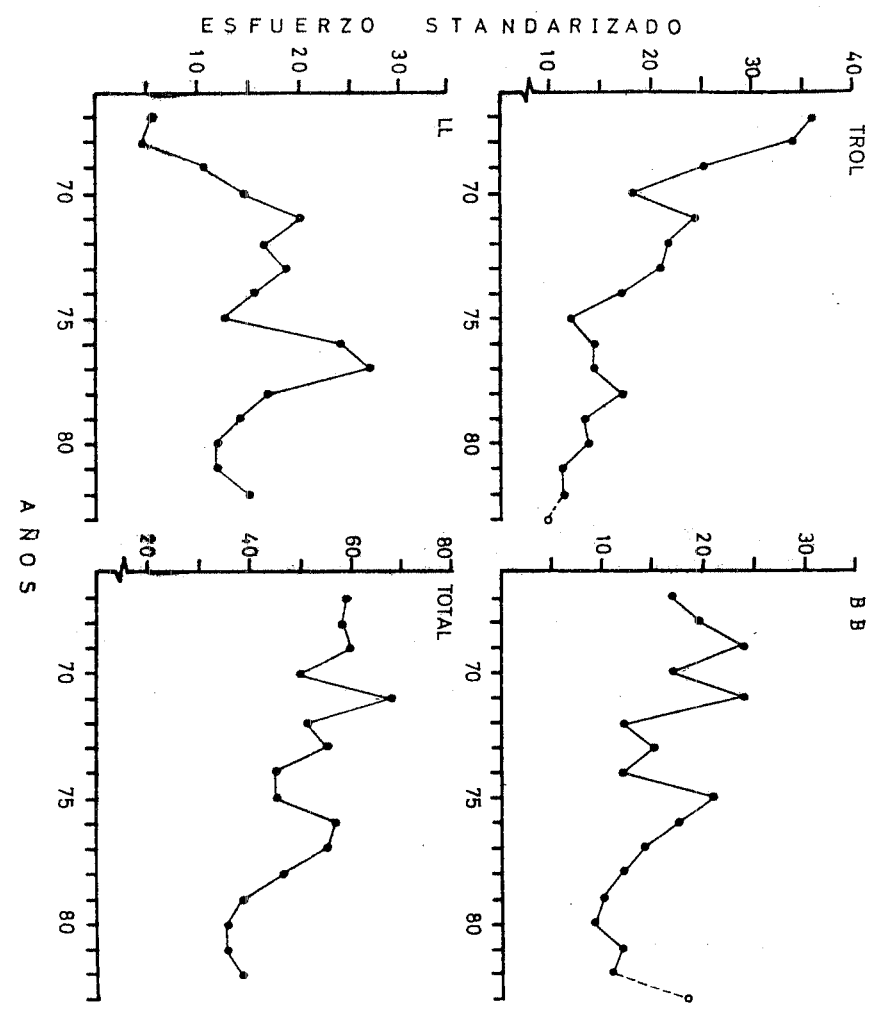


Figura 2.- Esfuerzo de pesca expresado en días estándar de cebo vivo, por arte de pesca y para el total de la población de atún blanco del Atlántico Norte. El valor de 1983 se ha estimado.

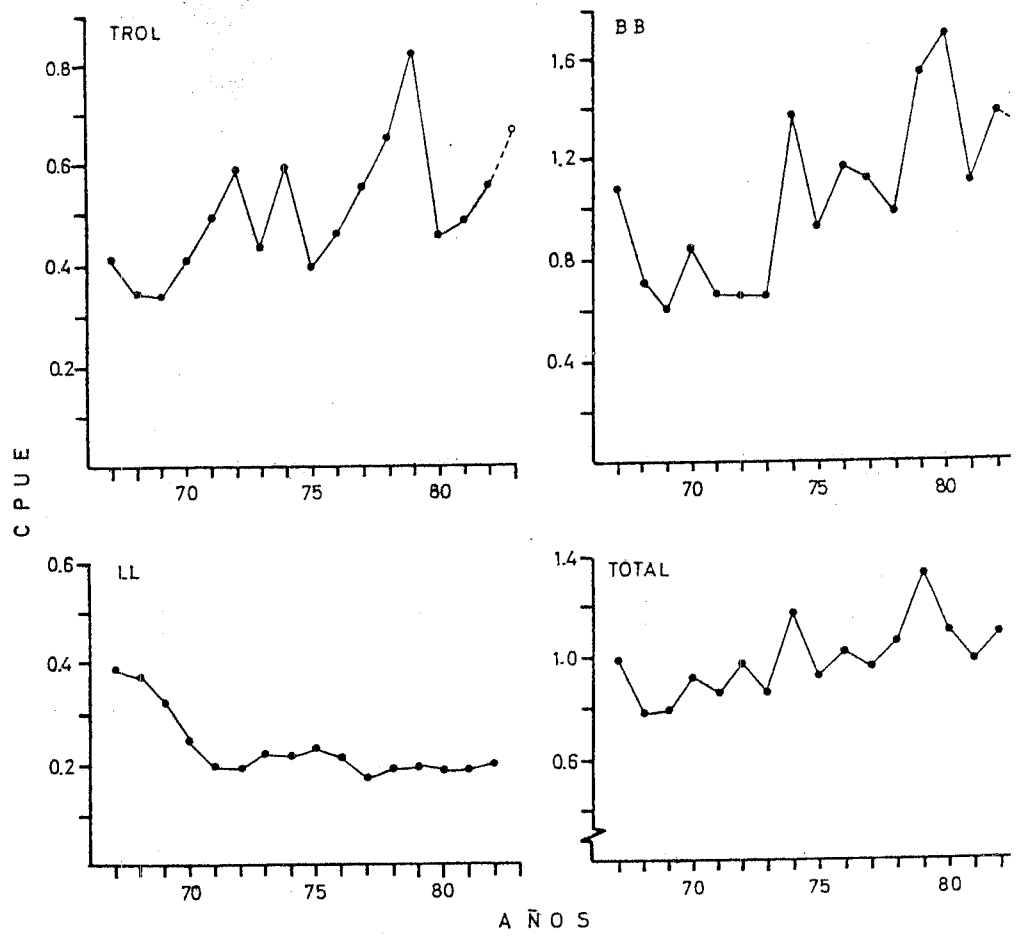


Figura 3.- Captura por unidad de esfuerzo en peso (CPUE) de las diferentes artes, y del total de la población del atún blanco del Atlántico Norte.

- TROL: cacea (esfuerzo sin estandarizar)
- BB: cebo vivo (" " ")
- LL: palangre (" " ")
- Total: (esfuerzo estandarizado a días de pesca de cebo vivo)

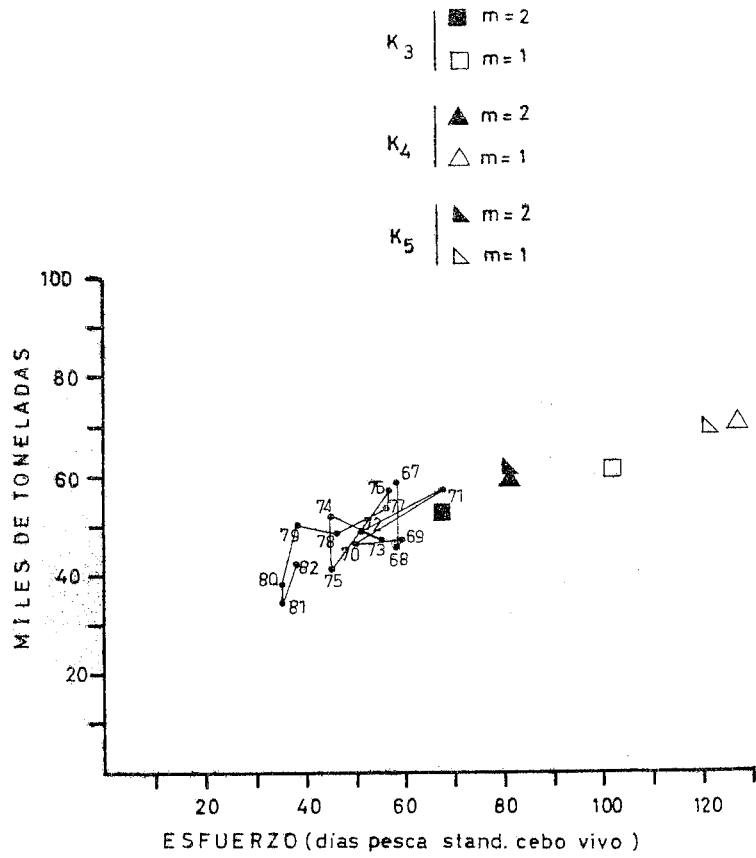


Figura 4.- Resultados del ajuste del modelo de producción a la población de atún blanco del Atlántico Norte. La nube de puntos representa la relación entre la captura y el esfuerzo. Las figuras negras representan el nivel del rendimiento máximo sostenible (RMS) procedente del ajuste del modelo para $m=2$ y $K=3, 4$ y 5 . Las figuras blancas representan el nivel del RMS procedente del ajuste del modelo para $m=1$ y $K=3, 4$ y 5 .

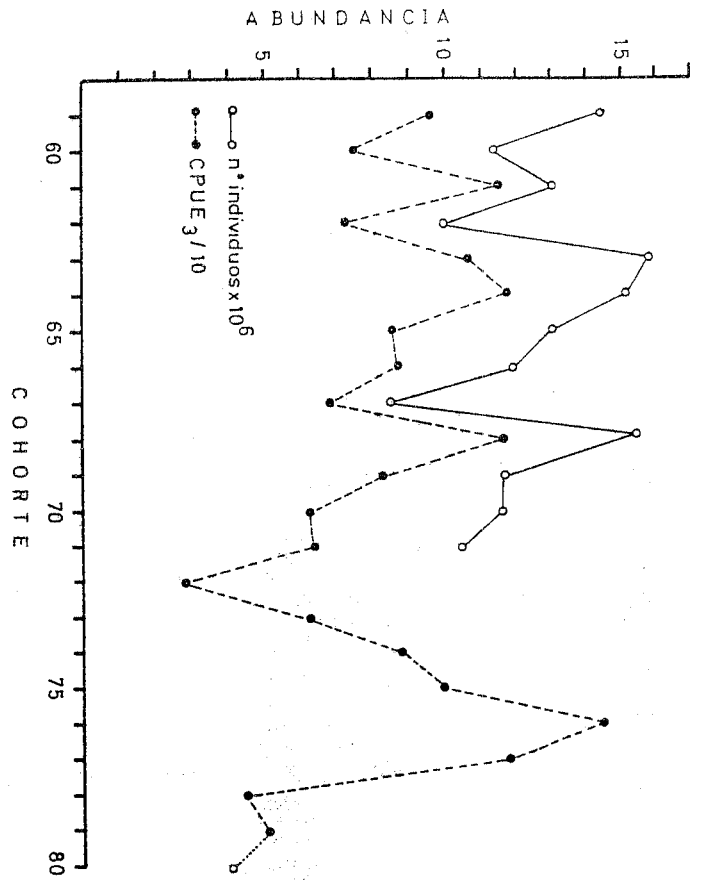


Figura 5.- Reclutamiento de la población de atún blanco del Atlántico Norte. Línea continua: reclutamiento expresado en número de individuos de edad 2 obtenido a partir de análisis de cohortes (SCRS/84/62). Línea discontinua: reclutamiento expresado en captura por unidad de esfuerzo de la edad 3 ($CPUE_3$). (para hacer coincidir la escala del eje Y, el reclutamiento de individuos de edad 2 se expresa en millones de individuos y la $CPUE_3$ en $CPUE_3$ dividido por 10)

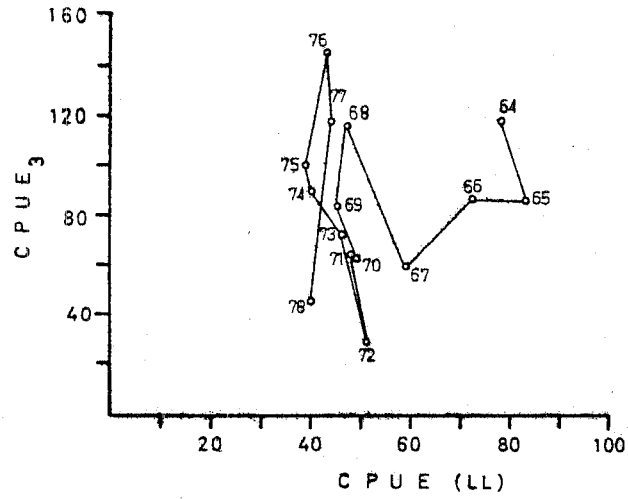


Figura 6.- Relación entre la población parental, expresada en captura por unidad de esfuerzo del palangre ($CPUE_{LL}$) y el reclutamiento expresado en captura por unidad de esfuerzo de la edad 3 ($CPUE_3$). Atón blanco del Atlántico Norte.