

ICSEAF 1987

Colln scient. Pap. int. Comm SE. Atl. Fish.

Pages 27-38

ESTADO DE LOS STOCKS DE MERLUCCIUS CAPENSIS EN LAS  
DIVISIONES 1.3 + 1.4 Y 1.5 DE ICSEAF SEGÚN EL MODELO DE PRODUCCIÓN

J. Lleonart

Instituto de Ciencias del Mar, Barcelona, España

*This paper presents a stock assessment of the Cape hake (*Merluccius capensis*) stocks in Divisions 1.3+1.4 and 1.5 using production models. Both the classic version of the Fox and Schaefer models (equilibrium hypothesis and Gulland's 3-year modification) and the dynamic version were used. All the models indicate that both stocks are at present underexploited, the results for Divisions 1.3+1.4 being somewhat more reliable than those for Division 1.5.*

*Le travail ci-après présente les résultats du modèle de production concernant l'état des stocks de merlu du Cap (*Merluccius capensis*) des divisions 1.3+1.4 et de la division 1.5. L'auteur a utilisé les modèles de Schaefer et de Fox dans leurs versions classique (hypothèse d'équilibre et modification de Gulland avec lissage par moyennes mobiles sur trois ans) et dynamique. Sa conclusion est que, d'après tous les modèles, les deux stocks sont actuellement sous-exploités, les résultats étant néanmoins un peu plus fiables pour les divisions 1.3+1.4 que pour la division 1.5.*

*En el presente trabajo se presentan los resultados sobre el estado de los stocks de merluza del Cabo (*Merluccius capensis*) de las Divisiones 1.3+1.4 y 1.5, utilizando el modelo de producción. Se han usado los modelos de Schaefer y Fox en su versión clásica (hipótesis de equilibrio y modificación de Gulland de 3 años) y en la dinámica. Se concluye que, según todos los modelos, ambos stocks están actualmente subexplotados y que los resultados para las Divisiones 1.3+1.4 son algo más seguros que para la División 1.5.*

## DATOS UTILIZADOS

Los datos de series históricas hasta 1985 se han obtenido de ICSEAF (1986). Los datos de cpue para la primera mitad del año 1986 han sido obtenidas de la Secretaría de ICSEAF.

a) Para las Divisiones 1.3+1.4 se han empleado las series históricas de captura total y de cpue de los OTB-7 de España (columnas II y IV respectivamente de la página 11 del documento citado). Los datos para la primera mitad de 1986 son:

$$C = 110,00 \quad \text{cpue} = 0,650$$

Las unidades empleadas son: miles de toneladas para la captura, miles de horas para el esfuerzo y toneladas por hora para la cpue.

b) Para la División 1.5 se han empleado las series históricas de captura total y de cpue agrupada (columnas b y k respectivamente de la página 14 del mismo documento). Los datos para la primera mitad del 1986 son:

$$C = 83,00 \quad \text{cpue} = 105,0$$

Las unidades empleadas son: miles de toneladas para la captura, y la cpue agrupada.

## ANÁLISIS REALIZADOS

Los análisis del modelo de Schaefer y Fox se han realizado de tres modos distintos, tanto para las Divisiones 1.3+1.4 como para la 1.5:

1. Modelo no dinámico, ajuste tradicional. Corrección de Gulland = 3 años.
2. Modelo no dinámico, ajuste minimizando  $ss = \sum (C - \hat{C})^2$  (Lleonart y Salat, 1986). Corrección de Gulland = 3 años.
3. Modelo dinámico (Lleonart et al., 1985), ajuste minimizando  $ss = \sum (C - \hat{C})^2$ .

## RESULTADOS

Se presentan en el Cuadro 1 y Figuras 1-6 para las Divisiones 1.3+ 1.4, y Cuadro 2 y Figuras 7-12 para la División 1.5.

Para comparar el ajuste de los distintos

métodos, se ha usado la cantidad  $ss/n-1$  y la ecuación propuesta por Roff (1983):

$$MA\%E = \frac{1}{n} \sum_i \frac{(C_i - \hat{C}_i)}{C_i} \times 100 \%$$

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

En esta discusión solamente se trata de la política MSY, dado que la 0,1 no es más que un margen de seguridad. Igualmente, para simplificar, sólo se hace referencia al modelo de Fox, ya que tanto el modelo de Schaefer como el de Fox, dan resultados muy parecidos.

## a) Stock de las Divisiones 1.3+1.4

La cpue del punto de equilibrio MSY es de 0,374, mientras que para el año 1986 se ha observado una cpue de 0,650, es decir, que el stock proporciona una cpue mucho más alta que la del MSY.

El esfuerzo para MSY ( $f_{MSY}$ ) es de 734,09, esfuerzo que no se alcanza desde 1976.

Todo esto indica que el stock está sub-explotado a unos niveles del 80 % del MSY y del 50 % del  $f_{MSY}$ . Por otra parte es un stock de inercia alta (lenta recuperación) y de cpue relativamente baja (stock disperso, de baja densidad).

Esto se refuerza con la tendencia de la cpue a aumentar en los últimos años de la serie histórica.

## b) Stock de la División 1.5

La cpue del punto de equilibrio MSY vale 66,48, mientras que para el año 1986 se ha observado una cpue de 105,0, es decir, el stock proporciona una cpue mucho más alta que la del MSY.

El esfuerzo para MSY ( $f_{MSY}$ ) es de 2,75, esfuerzo que no se alcanza desde 1976.

Todo esto indica que el stock está ligeramente subexplotado a unos niveles próximos a los del MSY y del 50 % al 70 % (bastante variable) del  $f_{MSY}$ . Por otra parte es un stock de inercia baja (rápida recuperación) y de cpue relativamente alta (stock concentrado, de alta densidad).

Esto se refuerza con la tendencia de la cpue a aumentar en los últimos años de la serie

histórica.

#### Comparación de los stocks

La cpue de las Divisiones 1.3+1.4 es aproximadamente la mitad de la de la División 1.5, mientras que la MSY es un 50 % más alta. Esto indica que la densidad de la División 1.5 es más elevada. Por otra parte, las cantidades  $ss/(n-1)$  son muy similares aún cuando las capturas absolutas de las Divisiones 1.3+1.4 son mayores que en la 1.5. La cantidad MA%E más elevada en la División 1.5, que en las Divisiones 1.3+1.4 permite ver que, por unidad de captura, el ajuste no es tan bueno en la 1.5 como en la 1.3+1.4. Se interpreta esta diferencia en el sentido de que la variabilidad natural es mayor en la División 1.5 y menor en la 1.3+1.4, con lo cual el stock de la 1.5 es menos previsible que el de la 1.3+1.4, y en consecuencia, los cálculos sobre la División 1.5 son más inseguros.

En la Figura 13 se presentan las dos curvas de equilibrio de Fox, según el modelo dinámico, para las Divisiones 1.3+1.4 y 1.5. Para hacer los esfuerzos comparables se ha hecho la proporción  $109,65 \cdot f_{1.5} = f_{1.3+1.4}$ , la cual solo tiene valor aproximado, ya que la cpue agrupada de la 1.5 proviene de una transformación no lineal.

#### Consideraciones teóricas

El modelo de producción implica tres

hipótesis básicas: a) modelo de crecimiento de la población con parámetros constantes (entre otras cosas esto significa reclutamiento constante y ambiente invariable), b) capturabilidad constante y c) estado estacionario. El modelo dinámico permite evitar la última de las hipótesis mencionadas, siendo este un avance importante en la aproximación hacia un modelo realista de los stocks explotados, aunque no suficiente, y que se debe trabajar en evitar las otras hipótesis, o al menos hacerlas más flexibles.

Por último, también debe estudiarse cuál es el método adecuado de ajuste del modelo.

#### REFERENCIAS

- LLEONART, J., J. SALAT y B. ROEL, 1985 - A dynamic production model. *Colln scient. Pap. int. Commn SE. Atl. Fish.*, 12(I): 119-146.
- LLEONART, J. y J. SALAT, 1986 - Fitting criteria for production models. *Colln scient. Pap. int. Commn SE. Atl. Fish.*; 13(II): 89-98.
- ICSEAF, 1986 - Historical series data selected for Cape hake stock assessment. SAC/86/Doc./11, 16pp.
- ROFF, D. 1983 - Analysis of catch/effort data: a comparison of three methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 1496-1506.

CUADRO 1. Resultados para las Divisiones 1.3+1.4

	Modelo de Schaefer			Modelo de Fox		
	No dinámico ajuste tradicional	No dinámico ajuste minimizado	Dinámico	No dinámico ajuste tradicional	No dinámico ajuste minimizado	Dinámico
a	1,0741	1,0119	0,8498	1,2063	1,1002	1,0168
b	-9,7315E-4	-7,4686E-4	-6,4490E-4	-1,5209E-3	-1,1437E-3	-1,3622E-3
g			0,7180			0,7128
ss/(n-1)	5 327,20	3 720,56	931,21	5 020,36	3 980,06	975,5
MA%E	33,76	30,99	15,62	27,37	31,45	14,42
MSY	296,40	342,74	279,95	291,79	353,88	274,59
f <sub>MSY</sub>	551,89	677,43	658,86	657,50	874,34	734,09
E <sub>cpueMSY</sub>	0,537	0,506	0,425	0,444	0,405	0,374
C <sub>0,1</sub>	293,44	339,32	277,15	283,72	322,32	267,00
f <sub>0,1</sub>	496,70	609,69	592,98	513,85	683,30	573,70
E <sub>cpue0,1</sub>	0,591	0,557	0,467	0,552	0,472	0,465
TAC <sub>MSY</sub>	358,73	440,33	386,44	427,38	568,32	418,90
cpue <sub>MSY</sub>	0,650	0,650	0,587	0,650	0,650	0,571
TAC <sub>0,1</sub>	322,85	396,29	354,90	334,00	444,14	342,45
cpue <sub>0,1</sub>	0,650	0,650	0,599	0,650	0,650	0,598

## Símbolos utilizados en los cuadros:

- a Parámetro del modelo de producción
- b Parámetro del modelo de producción
- g Inercia; parámetro del modelo de producción dinámico
- ss/(n-1)  $ss = \sum(C-C)^2$ ; n=número de años
- MA%E "Mean absolute percentage error", Índice de comparación de Roff (1983)
- MSY Rendimiento máximo sostenible (en equilibrio)
- f<sub>MSY</sub> Esfuerzo correspondiente a MSY
- E<sub>cpueMSY</sub> Cpue correspondiente a MSY (en equilibrio)
- C<sub>0,1</sub> Captura de equilibrio en la estrategia de f<sub>0,1</sub>
- f<sub>0,1</sub> Esfuerzo a 0,1
- E<sub>cpue0,1</sub> Cpue correspondiente a C<sub>0,1</sub> (en equilibrio)
- TAC<sub>MSY</sub> TAC de la estrategia f<sub>MSY</sub> (fuera del equilibrio)
- cpue<sub>MSY</sub> Cpue de la estrategia f<sub>MSY</sub> (fuera del equilibrio)
- TAC<sub>0,1</sub> TAC de la estrategia f<sub>0,1</sub> (fuera del equilibrio)
- cpue<sub>0,1</sub> Cpue de la estrategia f<sub>0,1</sub> (fuera del equilibrio)

CUADRO 2. Resultados para la División 1.5

	Modelo de Schaefer			Modelo de Fox		
	No dinámico ajuste tradicional	No dinámico ajuste minimizado	Dinámico	No dinámico ajuste tradicional	No dinámico ajuste minimizado	Dinámico
a	181,50	164,15	145,77	225,21	192,67	180,72
b	-46,000	-35,492	-28,337	-047947	-0,37633	-0,36332
g			0,4624			0,4546
ss/(n-1)	1 443,90	1 017,37	888,89	1 673,67	1 079,68	952,00
MA%E	27,53	25,97	18,51	23,28	26,20	19,01
MSY	179,03	189,81	187,48	172,80	188,34	182,99
f <sub>MSY</sub>	1,9728	2,3125	2,5721	2,0856	2,6572	2,7524
E <sub>cpue<sub>MSY</sub></sub>	90,75	82,08	72,89	82,85	70,88	66,48
C <sub>0,1</sub>	177,24	187,90	185,59	168,02	183,14	177,93
f <sub>0,1</sub>	1,7755	2,0813	2,3149	1,6300	2,0766	2,1511
E <sub>cpue<sub>0,1</sub></sub>	100,00	90,28	80,17	103,08	88,19	82,72
TAC <sub>MSY</sub>	207,14	242,82	225,67	218,99	279,01	231,18
cpue <sub>MSY</sub>	105,00	105,00	87,74	105,00	105,00	83,99
TAC <sub>0,1</sub>	186,43	218,54	212,17	171,15	218,05	199,72
cpue <sub>0,1</sub>	105,00	105,00	91,65	105,00	105,00	92,85

## Símbolos utilizados en los cuadros:

- a Parámetro del modelo de producción
- b Parámetro del modelo de producción
- g Inercia; parámetro del modelo de producción dinámico
- ss/(n-1)  $ss = \sum (C-C)^2$ ; n=número de años
- MA%E "Mean absolute percentage error", Índice de comparación de Roff (1983)
- MSY Rendimiento máximo sostenible (en equilibrio)
- f<sub>MSY</sub> Esfuerzo correspondiente a MSY
- E<sub>cpue<sub>MSY</sub></sub> Cpue correspondiente a MSY (en equilibrio)
- C<sub>0,1</sub> Captura de equilibrio en la estrategia de f<sub>0,1</sub>
- f<sub>0,1</sub> Esfuerzo a 0,1
- E<sub>cpue<sub>0,1</sub></sub> Cpue correspondiente a C<sub>0,1</sub> (en equilibrio)
- TAC<sub>MSY</sub> TAC de la estrategia f<sub>MSY</sub> (fuera del equilibrio)
- cpue<sub>MSY</sub> Cpue de la estrategia f<sub>MSY</sub> (fuera del equilibrio)
- TAC<sub>0,1</sub> TAC de la estrategia f<sub>0,1</sub> (fuera del equilibrio)
- cpue<sub>0,1</sub> Cpue de la estrategia f<sub>0,1</sub> (fuera del equilibrio)

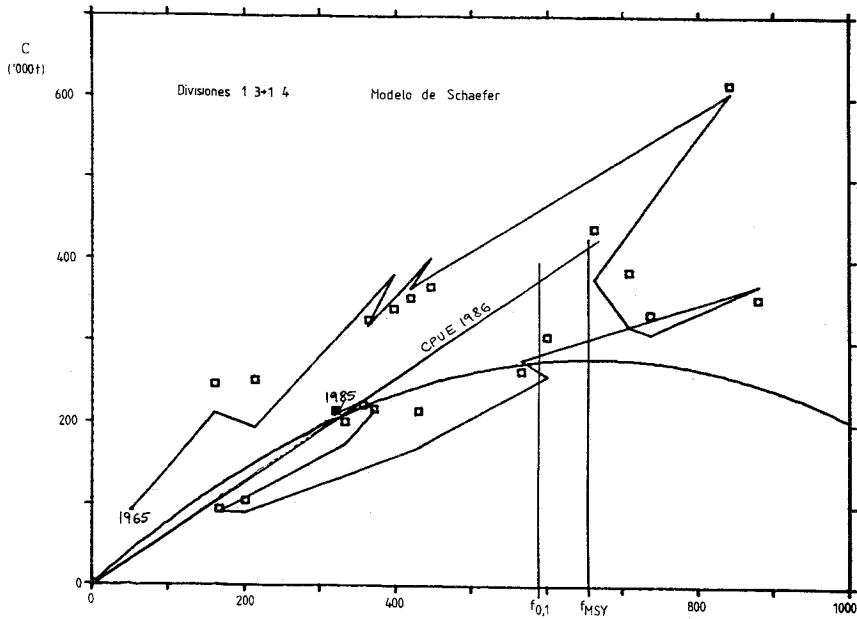


FIG. 1. Curva de producción según el modelo de Schaefer para las Divisiones 1.3+1.4, y evolución de las capturas, 1965-1985

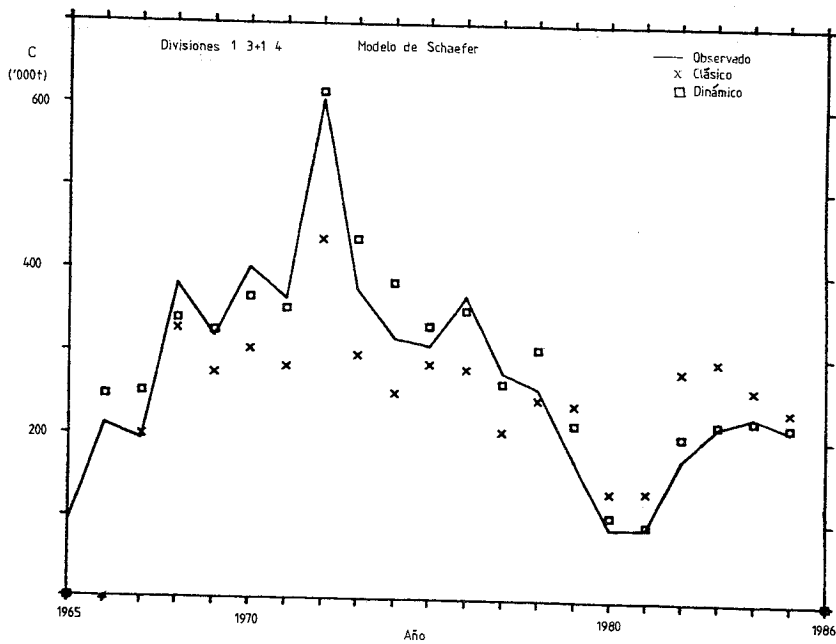


FIG. 2. Captura observada y calculada según el modelo de Schaefer, versiones clásica y dinámica, para las Divisiones 1.3+1.4, 1965-1985

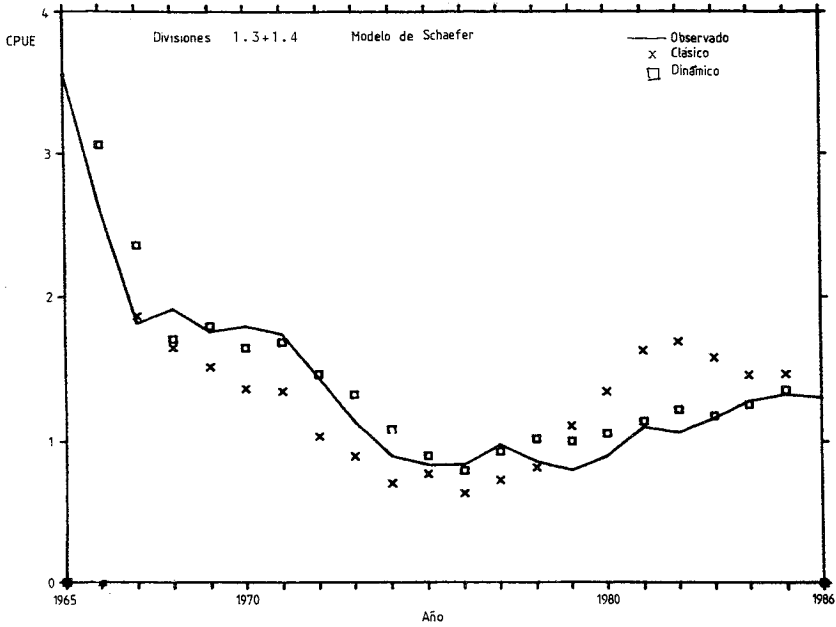


FIG. 3. Cpue observada y calculada según el modelo de Schaefer, versiones clásica y dinámica, para las Divisiones 1.3+1.4, 1965-1985

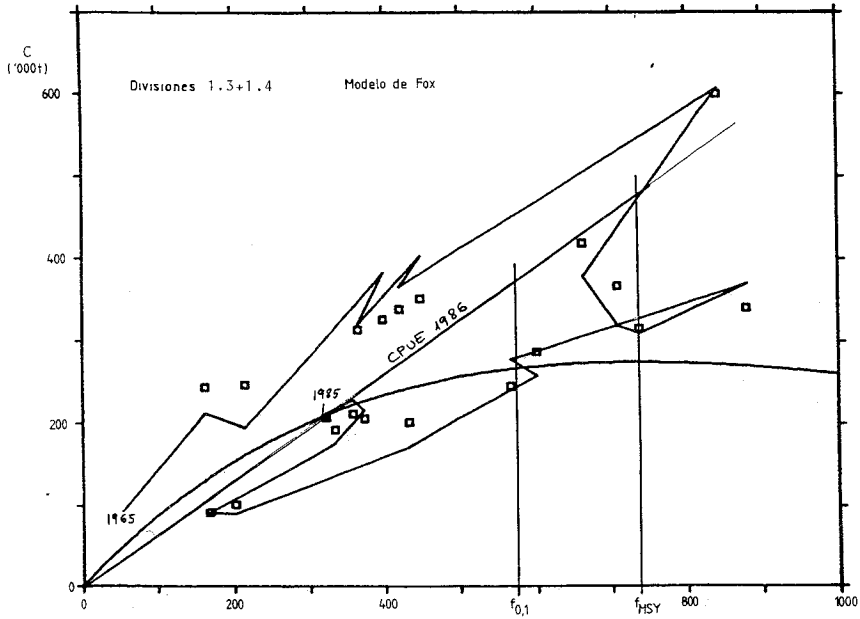


FIG. 4. Curva de producción según el modelo de Fox para las Divisiones 1.3+1.4, y evolución de las capturas, 1965-1985

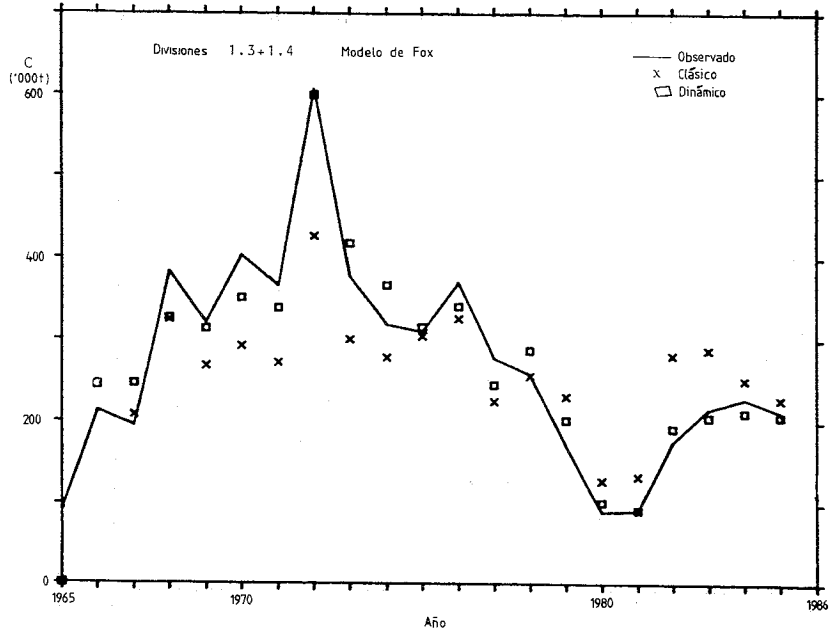


FIG. 5. Captura observada y calculada según el modelo de Fox, versiones clásica y dinámica, para las Divisiones 1.3+1.4, 1965-1985

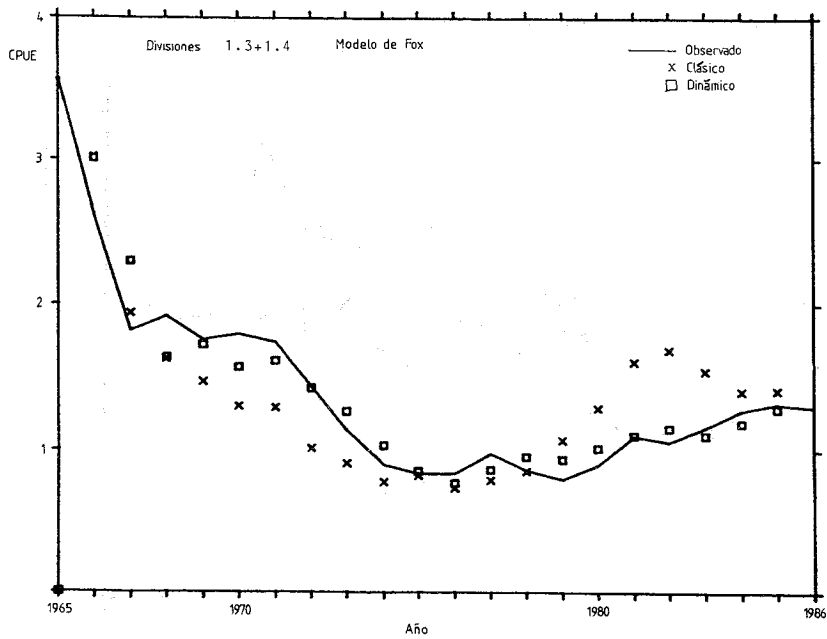


FIG. 6. Cpue observada y calculada según el modelo de Fox, versiones clásica y dinámica, para las Divisiones 1.3+1.4, 1965-1985



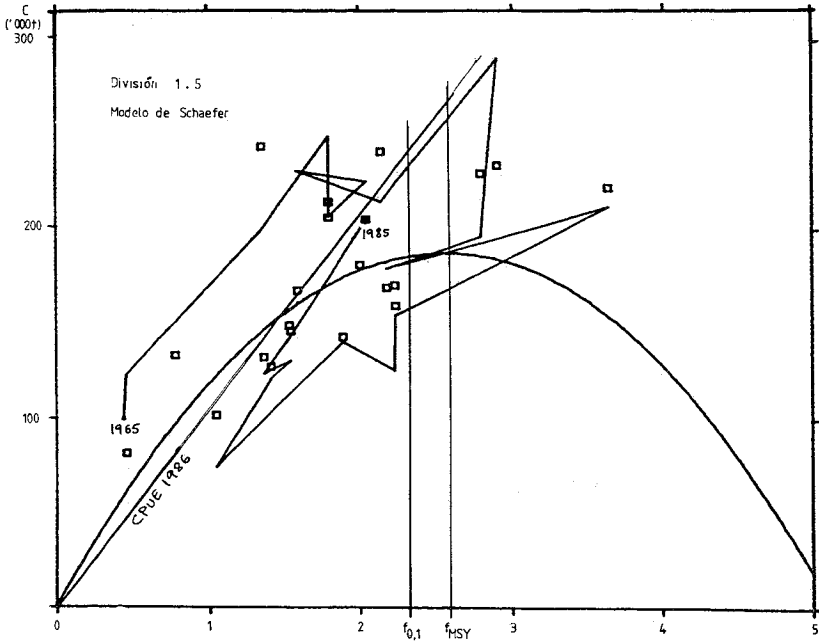


FIG. 7. Curva de producción según el modelo de Schaefer para la División 1.5, y evolución de las capturas, 1965-1985

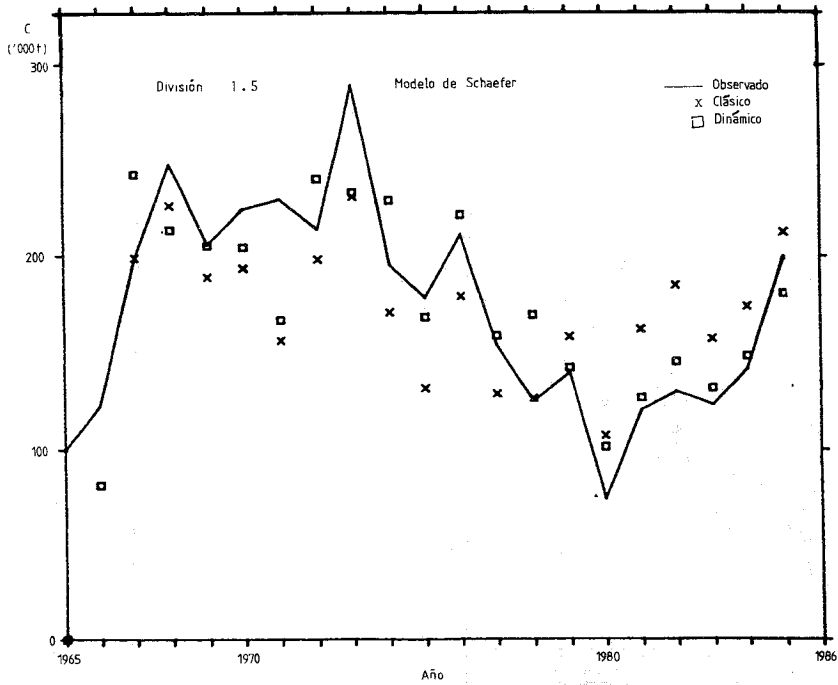


FIG. 8. Captura observada y calculada según el modelo de Schaefer, versiones clásica y dinámica, para la División 1.5, 1965-1985

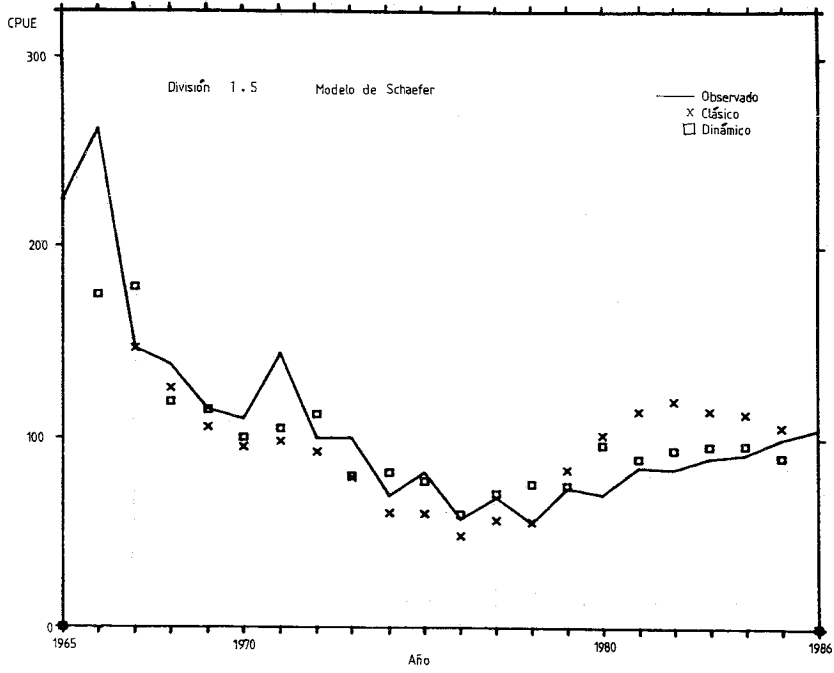


FIG. 9. Cpue observada y calculada según el modelo de Schaefer, versiones clásica y dinámica, para la División 1.5, 1965-1985

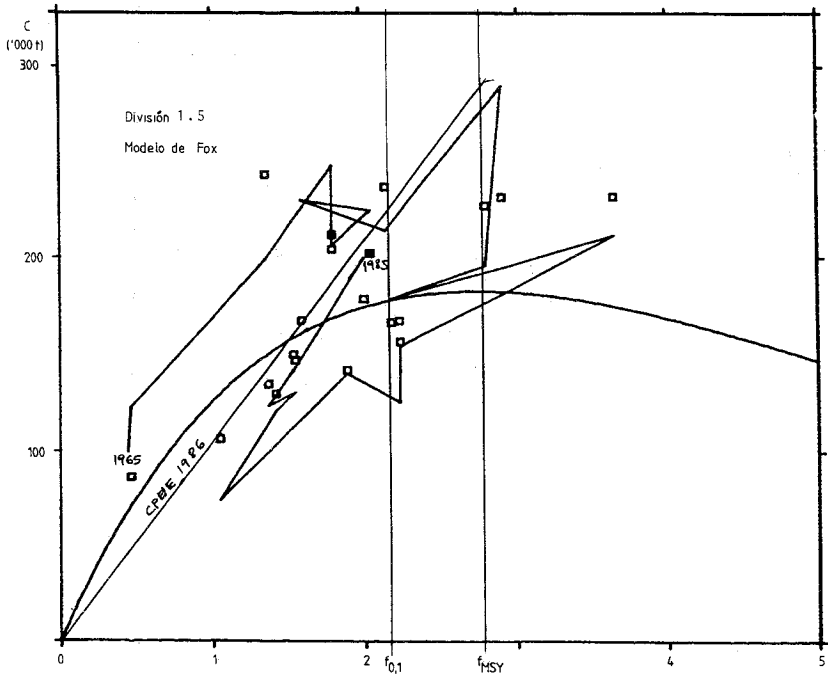


FIG. 10. Curva de producción según el modelo de Fox para la División 1.5, y evolución de las capturas, 1965-1985

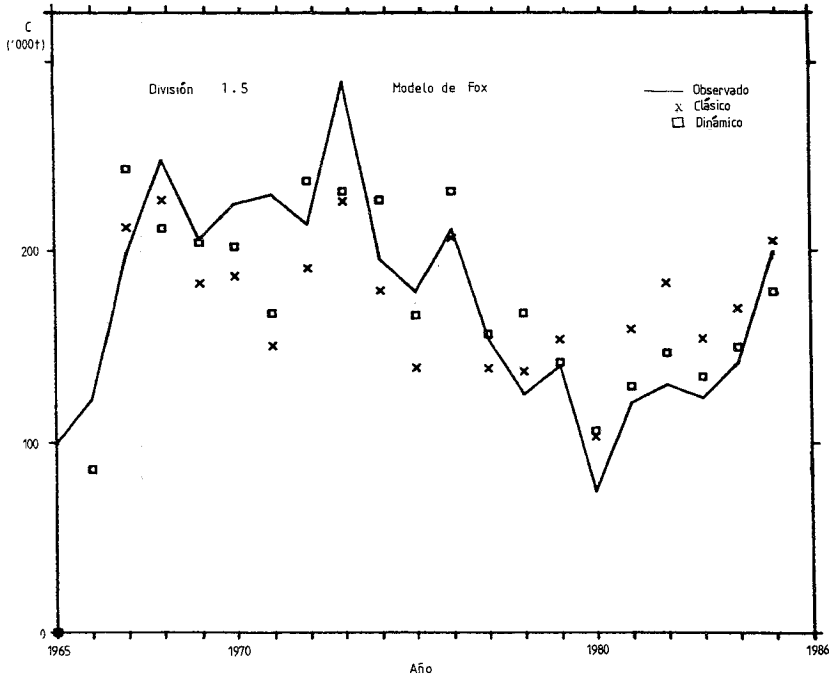


FIG. 11. Captura observada y calculada según el modelo de Fox, versiones clásica y dinámica, para la División 1.5, 1965-1985

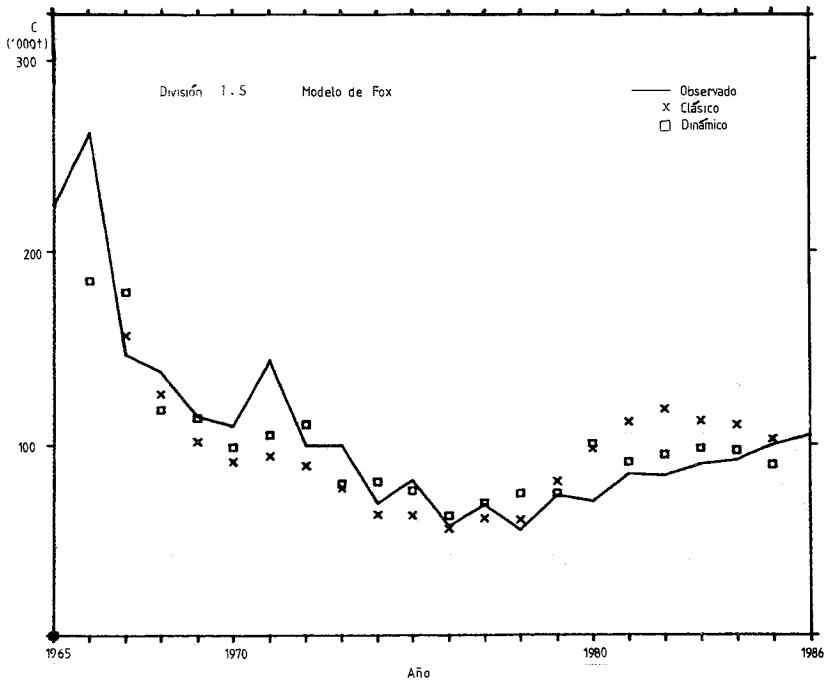


FIG. 12. Cpue observada y calculada según el modelo de Fox, versiones clásica y dinámica, para la División 1.5, 1965-1985

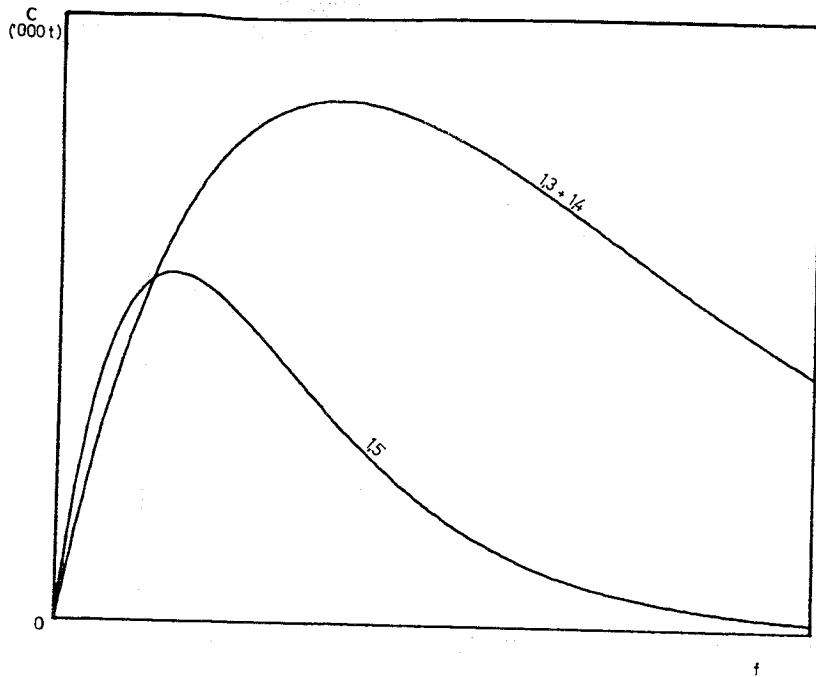


FIG. 13. Curvas de equilibrio según el modelo de Fox, versión dinámica, para las Divisiones 1.3+1.4 y 1.5