

# Determinación del estado de explotación de la breca *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) en aguas de Gran Canaria a través del análisis de cohortes en longitud

J. M. González Pajuelo, J. M.<sup>a</sup> Lorenzo Nespereira y M. Méndez-Villamil Mata

Departamento de Biología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Campus Universitario de Tafira. 35017 Las Palmas, España.

## RESUMEN

En el presente trabajo se ensaya la aplicabilidad del análisis de cohortes en longitud para determinar el estado de explotación de la breca *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) en aguas de Gran Canaria. Se analizaron 61 291 individuos procedentes de pescas comerciales efectuadas entre enero de 1990 y diciembre de 1993. La breca, especie más común en las capturas demersales efectuadas por la flota artesanal en Gran Canaria, se pesca en la actualidad con nasas de orilla y palangres de forma simultánea. El palangre incide sobre los individuos de tallas mayores y la nasa sobre las primeras clases de tallas. Se advierte una acusada sobrepesca en crecimiento de la que es responsable la nasa. La sustitución de la nasa por el palangre produciría, a corto plazo, un aumento de la producción esperable y del tamaño relativo del stock.

**Palabras clave:** Breca, *Pagellus erythrinus*, Gran Canaria, estado de explotación, análisis de cohortes en longitud.

## ABSTRACT

Determination of the state of exploitation of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) in Gran Canaria waters using length cohort analysis.

In the present study the applicability of length cohort analysis was tested to determine the state of exploitation of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) in Gran Canaria waters. 61 291 individuals obtained from commercial catches between January 1990 and December 1993 were used in the analysis. Common pandora, the most common species in the demersal catches of the small-scale Gran Canaria fishery, is captured by traps and longlines simultaneously. The longlines catch large individuals and the traps small individuals. The traps produce an overexploitation. The substitution of the traps by the longlines would produce, in the short term, an increase in yield and biomass.

**Key words:** Common pandora, *Pagellus erythrinus*, Gran Canaria, state of exploitation, length cohort analysis.

## INTRODUCCIÓN

Conocer el estado de las poblaciones marinas sometidas a explotación es, sin duda, fundamental para controlar y administrar adecuadamente las pesquerías correspondientes. Para describir de forma cuantitativa el estado de explotación de los recursos, el científico pesquero dispone de diversos métodos de evaluación.

Los modelos analíticos constituyen una metodología frecuentemente utilizada para evaluar las poblaciones marinas sometidas a explotación. Entre estos modelos se tiene el análisis de cohortes en longitud LCA (Length Cohort Analysis), técnica derivada del análisis de cohortes (Pope, 1972) que, aunque no permite seguir a una o a varias cohortes a través de su vida por estar basada en una hipótesis de equilibrio, sí da una idea del estado de explotación. Este método sólo requiere, como datos de entrada, las distribuciones de frecuencias de tallas de las capturas realizadas sobre un stock durante un periodo de tiempo determinado (Jones, 1982).

En el presente trabajo se ensaya la aplicabilidad del LCA para conocer el estado de explotación de la breca *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) en aguas de Gran Canaria. El LCA se utiliza fundamentalmente en aquellos casos en los que la única información disponible es la composición en longitud de la captura, como ocurre en el caso que se trata, o cuando, por el elevado coste económico y humano, no es posible elaborar rutinariamente claves talla-edad (Jones, 1990; Pereiro, 1992). El LCA es pues un método muy aconsejable para la evaluación de stocks en pesquerías de interés secundario, como es la que se estudia.

La breca es un pez demersal que se localiza sobre diferentes tipos de sustratos en aguas cuya profundidad no excede de los 300 m, encontrándose normalmente entre los 20 y 100 m (Bauchot y Hureau, 1986). En Gran Canaria, la breca es la especie más común en las capturas demersales efectuadas por la flota artesanal. Las embarcaciones que conforman esta flota, caracterizadas por ser de pequeño porte y

capacidad (4,3-14,8 m de eslora y 1,4-20,8 trb), tener escasa autonomía y presentar un alto grado de polivalencia, explotan este recurso tanto con artes de anzuelo (palangres) como con trampas de fondo (nasas). Esta especie se captura durante todo el año, aunque con mayor intensidad en los meses de invierno.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se midió la longitud total (en cm) en 61 921 brechas procedentes de pescas comerciales desembarcadas en los puertos de Arguineguín y Mogán entre los meses de enero de 1990 y diciembre de 1993. Los ejemplares estudiados fueron capturados con nasas de orilla y palangres en aguas situadas al suroeste de Gran Canaria, en profundidades comprendidas entre 10 y 150 m, por la flota artesanal que se dedica a la pesca de especies demersales.

Los muestreos se realizaron con una periodicidad semanal. Se analizó toda la captura de cada una de las unidades de pesca o, al menos, la mitad, tomada al azar, de cada una ellas. En primer lugar, para cada barco, se ponderaron las frecuencias de tallas obtenidas (en número de ejemplares) mediante la relación entre el peso total de la captura y el peso de la muestra, para cada una de las técnicas de pesca. Una vez obtenidas las frecuencias de tallas ponderadas de las diferentes unidades de pesca muestreadas, éstas se sumaron para cada mes, obteniéndose así la distribución mensual por sistema de pesca. Luego, las frecuencias de tallas mensuales se ponderaron mediante la relación entre la captura mensual y el total anual, obteniéndose así la distribución de tallas total de cada técnica de pesca para cada año. Después, se obtuvo la distribución de tallas por sistema de pesca para el periodo de estudio de forma global, ponderando para ello cada una de las distribuciones anuales en función de la captura total.

Las longitudes de los ejemplares medidos, debidamente distribuidas, fueron utilizadas como datos de base para los análisis.

Al elaborar las distribuciones de frecuencias relativas de tallas empleadas en los ensayos se consideró una clase plus. Este grupo, que es el último de la distribución y que engloba a todos los ejemplares de longitud igual o superior a una considerada, se estableció siguiendo el criterio de Chevalier y Laurec (1990). Los análisis fueron llevados a cabo únicamente para el período de estudio considerado de forma global.

A partir de los datos de capturas y de las referidas distribuciones, en primer lugar se estimó, tanto para cada una de las técnicas de pesca por separado como para ambas conjuntamente, la captura en número y en peso por clase de tallas. Seguidamente, por aplicación del LCA, se determinó el número de individuos al inicio de cada clase de tallas y el número medio de individuos en cada clase de tallas, la biomasa (en kg) al inicio de cada clase de tallas y la biomasa media (en kg) en cada clase de tallas, así como el vector de mortalidad pesquera (vector de  $F$ ) global y para cada técnica de pesca.

Los resultados obtenidos por aplicación del LCA fueron, a continuación, validados y complementados con los de otras técnicas, en concreto con los del análisis de rendimiento por recluta y el análisis de transición.

El análisis de rendimiento por recluta permitió valorar la situación de explotación a la que está sometida el recurso, utilizando para ello el vector de  $F$  obtenido mediante el LCA (Lleonart y Salat, 1992; Aldebert, Recasens y Lleonart, 1993). Mediante este análisis se estimó el rendimiento por recluta ( $Y/R$ , en g/recluta) global y por técnica de pesca, la biomasa por recluta (en g/recluta) y la biomasa de reproductores por recluta ( $SSB$ , en g/recluta) en función del multiplicador de  $F$ , que toma valores entre 0 y 2. El valor del multiplicador correspondiente a 0 indica ausencia de pesca, el de 1 el nivel de  $F$  actual y el de 2 el doble del nivel de  $F$  actual.  $F_{0,1}$  indica el nivel de  $F$  en el que la curva de rendimiento por recluta tiene el 10% de la pendiente en el origen y  $F_{m\acute{a}x}$  aquél en el que la curva alcanza su máximo. Este análisis se llevó a término variando el multiplicador de  $F$  de

forma simultánea para las dos técnicas de pesca.

Con el análisis de transición fue posible simular estrategias de pesca distintas a la actual, fuera de la situación de equilibrio. De esta manera se pueden observar los efectos que un cambio en la estrategia de pesca tiene sobre la producción y el tamaño del stock en un plazo de tiempo determinado. En el caso que se trata, la simulación se realizó efectuando modificaciones en la estrategia de pesca durante el primer año, manteniéndolas constantes en los siguientes.

Dada la importancia que, generalmente, el reclutamiento tiene en el sostenimiento de las poblaciones sometidas a explotación, en el caso que se estudia la simulación se desarrolló durante un período de diez años, aplicando un modelo estocástico como generador del reclutamiento. Se asumió una varianza de 0,2 y que la relación entre el stock parental ( $S$ ) y el reclutamiento ( $R$ ) sigue el modelo de Beverton y Holt (1957).

A fin de mostrar las variaciones del reclutamiento y la sensibilidad del stock al mismo, la simulación se llevó a cabo, en primer lugar, manteniendo el vector de mortalidad por pesca generado con el LCA (Pereiro y Pallarés, 1988). Luego, se desarrolló aplicando un factor al vector de  $F$  para cada técnica de pesca. Concretamente, se analizaron los siguientes casos: (1,25 y 0,75), (1,75 y 0,25), (0,75 y 1,25) y (0,25 y 1,75).

Los parámetros de entrada necesarios para llevar a cabo todos los análisis referidos fueron: los coeficientes de la relación talla-peso  $a = 0,01279$  y  $b = 3,01338$  (González Pajuelo, en preparación); los parámetros de la ecuación de crecimiento en longitud de von Bertalanffy,  $L_{\infty} = 41,78$  cm,  $k = 0,205$  años<sup>-1</sup> y  $t_0 = -0,551$  años (González Pajuelo y Lorenzo Nespereira, 1995); la tasa instantánea de mortalidad natural,  $M = 0,35$  años<sup>-1</sup> (González Pajuelo, en preparación); y la mortalidad por pesca terminal,  $F_t = 0,61$  (González Pajuelo, en preparación). El programa informático utilizado para efectuar los análisis fue el VIT (Leo-

nant y Salat, 1992). Aunque existen varios programas para llevar a cabo este tipo de análisis, en diversos estudios se ha demostrado que no existen diferencias entre los resultados obtenidos con unos y otros (Farrugio et al., 1991).

## RESULTADOS

La distribución de las frecuencias relativas de tallas de las brechas capturadas con nasa de orilla y palangre en aguas de Gran Canaria entre enero de 1990 y diciembre de 1993 se muestra en la figura 1. El rango de longitudes es amplio (13-39 cm). Una gran parte de los individuos capturados, aproximadamente el 70 %, pertenecen a los intervalos de tallas comprendidos entre los 16 y 22 cm. Los valores máximos de frecuencias relativas corresponden a los gru-

pos de tallas de 17 a 19 cm, con una moda en 18 cm. La clase plus se estableció en 37 cm.

En la figura 2, donde se muestra la variación de  $F$  en función de  $F_t$  para cada clase de tallas, se observa que los valores de  $F$  convergen rápidamente. Esto implica que el valor de  $F_t$  no influye en demasía sobre los resultados obtenidos (Pereiro y Pallarés, 1984; Pereiro, 1992).

En la tabla I se presenta, en número de ejemplares y en peso, la estimación de la captura media por clase de tallas realizada con nasa de orilla y palangre y con ambos sistemas de pesca conjuntamente. En general, tanto en número de ejemplares como en peso, los individuos de tallas comprendidas entre 17 y 21 cm son los más frecuentes en las capturas. Es de destacar que cada sistema de pesca actúa sobre una fracción diferente de tallas. Si sólo se considera la

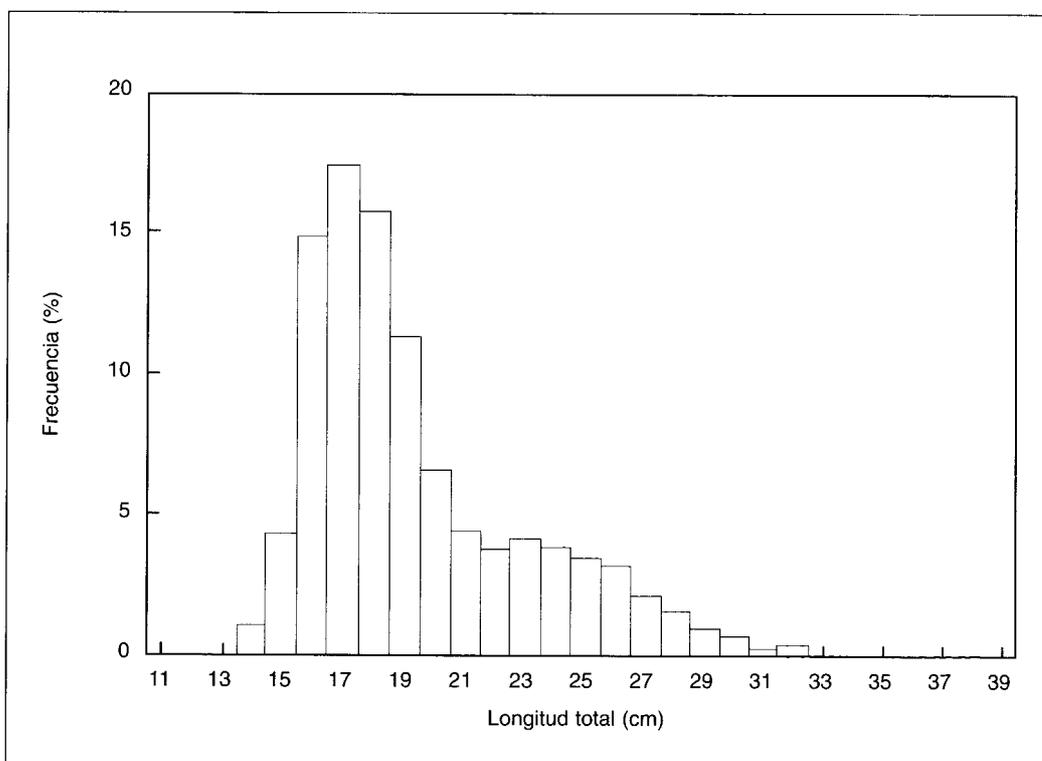


Figura 1. Distribución de las frecuencias relativas de tallas de las brechas *P. erythrinus* capturadas con palangre y nasa de orilla en aguas de Gran Canaria entre enero de 1990 y diciembre de 1993.

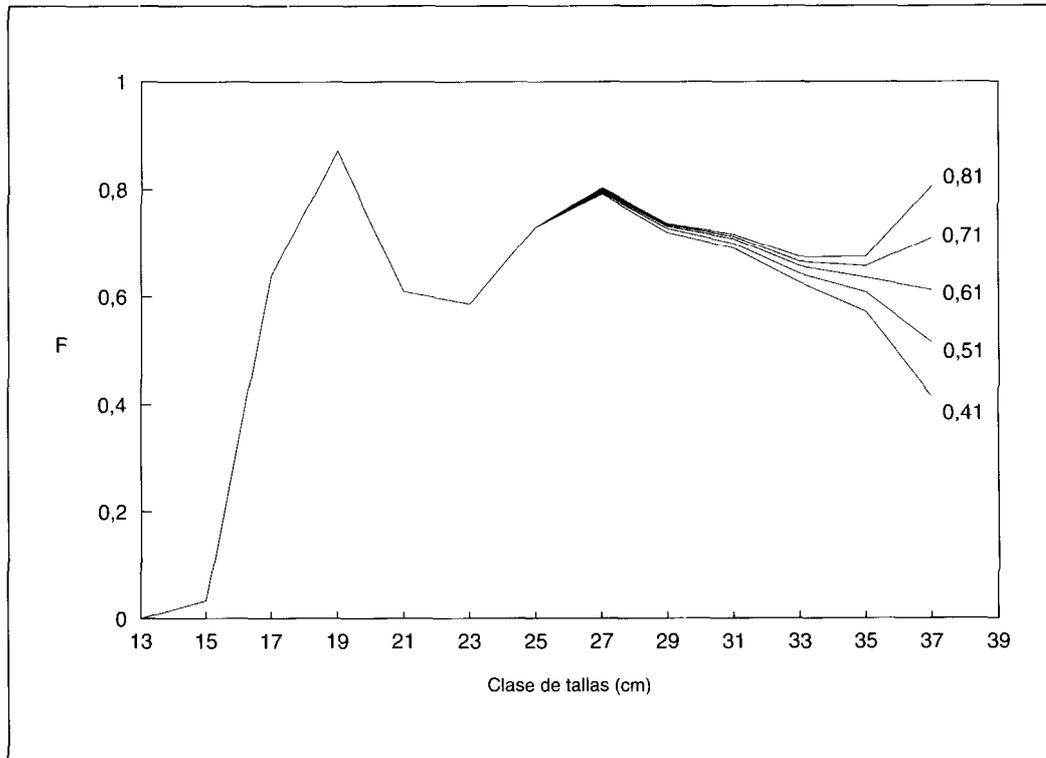


Figura 2. Variación de  $F$  en función del valor de  $F_1$  para cada clase de tallas, considerando  $M = 0,35$  años<sup>-1</sup>.

Tabla I. Estimación de la captura media por clase de tallas, en número de ejemplares y en peso, para el palangre y la nasa de orilla y para ambas técnicas de pesca conjuntamente.

Clase de tallas (cm)	Captura en número			Captura en peso (kg)		
	Global	Palangre	Nasa	Global	Palangre	Nasa
13	19	0	19	0,57	0,00	0,57
15	3 194	0	3 194	143,29	0,00	143,29
17	50 793	0	50 793	3 296,12	0,00	3 296,12
19	47 173	0	47 173	4 267,50	0,00	4 267,50
21	22 097	28	22 069	2 709,52	3,53	2 705,99
23	14 769	687	14 082	2 381,64	110,85	2 270,79
25	11 934	2 981	8 953	2 468,72	616,73	1 851,99
27	7 443	2 506	4 937	1 938,71	652,75	1 285,96
29	3 578	1 112	2 466	1 155,80	359,32	796,48
31	1 711	539	1 172	674,95	212,63	462,32
33	697	197	500	331,99	93,96	238,03
35	253	70	183	143,79	39,73	104,06
37+	79	20	59	54,34	13,95	40,39
Total	163 740	8 140	155 600	19 566,94	2 103,45	17 463,49

Tabla II. Resultados del LCA. Se muestra el número de individuos al inicio de cada clase de tallas y el número medio de individuos en cada clase de tallas, el vector de mortalidad pesquera para el palangre y la nasa de orilla y para ambas técnicas de pesca conjuntamente, y la biomasa al inicio de cada clase de tallas y la biomasa media en cada clase de tallas.

Clase de tallas (cm)	Número		F			Biomasa (kg)	
	Inicial	Medio	Global	Palangre	Nasa	Inicial	Media
13	311 195	99 280	0,000	0,000	0,000	7 110,27	2 898,95
15	276 427	93 804	0,034	0,000	0,034	10 050,11	4 208,31
17	240 401	78 114	0,650	0,000	0,650	13 070,12	5 069,07
19	162 268	54 020	0,873	0,000	0,873	12 581,09	4 886,87
21	96 187	36 318	0,608	0,001	0,608	10 244,43	4 453,28
23	61 379	25 225	0,585	0,027	0,558	8 712,06	4 067,75
25	37 781	16 285	0,733	0,183	0,550	6 970,21	3 368,84
27	20 146	9 315	0,799	0,269	0,530	4 730,69	2 426,13
29	9 442	4 910	0,729	0,227	0,502	2 772,01	1 585,91
31	4 145	2 414	0,709	0,223	0,486	1 498,18	952,23
33	1 589	1 064	0,656	0,186	0,470	697,72	506,44
35	518	400	0,634	0,175	0,459	273,42	226,72
37+	125	130	0,610	0,157	0,453	78,26	89,08

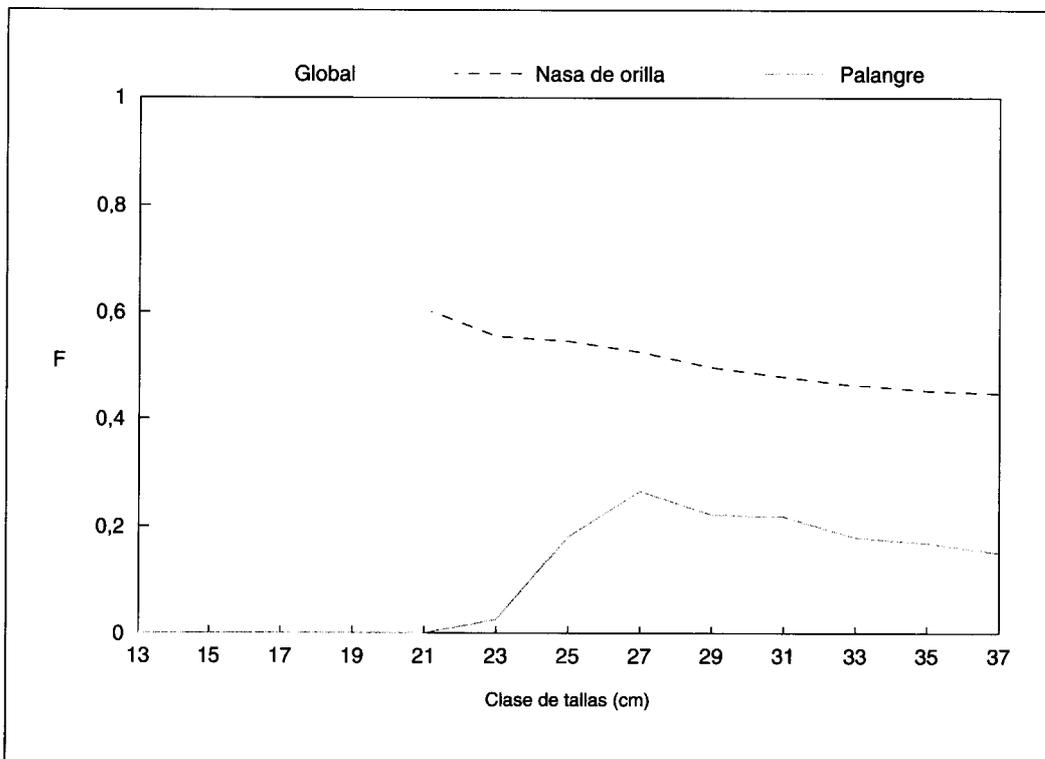


Figura 3. Vector de F para el palangre y la nasa de orilla y para ambas técnicas de pesca conjuntamente, considerando  $M = 0,35$  años<sup>-1</sup>.

captura en número de ejemplares, se advierte que la nasa de orilla incide, de forma mayoritaria, sobre los individuos de tallas comprendidas entre 17 y 19 cm y el palangre sobre los de tallas que oscilan entre 25 y 27 cm. Los ejemplares de tallas comprendidas entre 17 y 19 cm (52 – 98 g) son los que proporcionan las mayores capturas en peso en el caso de la nasa de orilla y los de 25 a 27 cm (192 – 283 g) los que están mejor representados en peso en las capturas con palangre. Hay que señalar, no obstante, que la magnitud de las capturas correspondientes a ambas técnicas de pesca es muy diferente. Las capturas realizadas con nasa de orilla son mayores, en número de ejemplares y en peso, que las efectuadas con palangre. En número de ejemplares, la nasa de orilla es responsable de un porcentaje de la captura del 95,0 % y, en peso, del 89,2 %.

Los resultados del LCA se presentan en la tabla II. El vector de F para el conjunto de técnicas de pesca muestra dos modas claras, localizadas en los intervalos de tallas de 19 y 27 cm. En el caso de la nasa de orilla, el vector de F toma valores superiores a los que corresponden al palangre para las mismas clases de tallas. Los valores más altos de biomasa media por clase de tallas se observan en aquellos intervalos sobre los que incide de forma mayoritaria la nasa de orilla, con un máximo en el de 17 cm. Para la población, la talla y la edad medias de los individuos son, respectivamente, 17,4 cm y 2,15 años.

Para analizar el nivel de explotación, como valor medio de M se tomó 0,35 años<sup>-1</sup> y como valores extremos 0,25 y 0,45 años<sup>-1</sup>.

En la figura 3, donde se representa el vector de F tanto para la nasa de orilla y el palangre por separado como para ambos

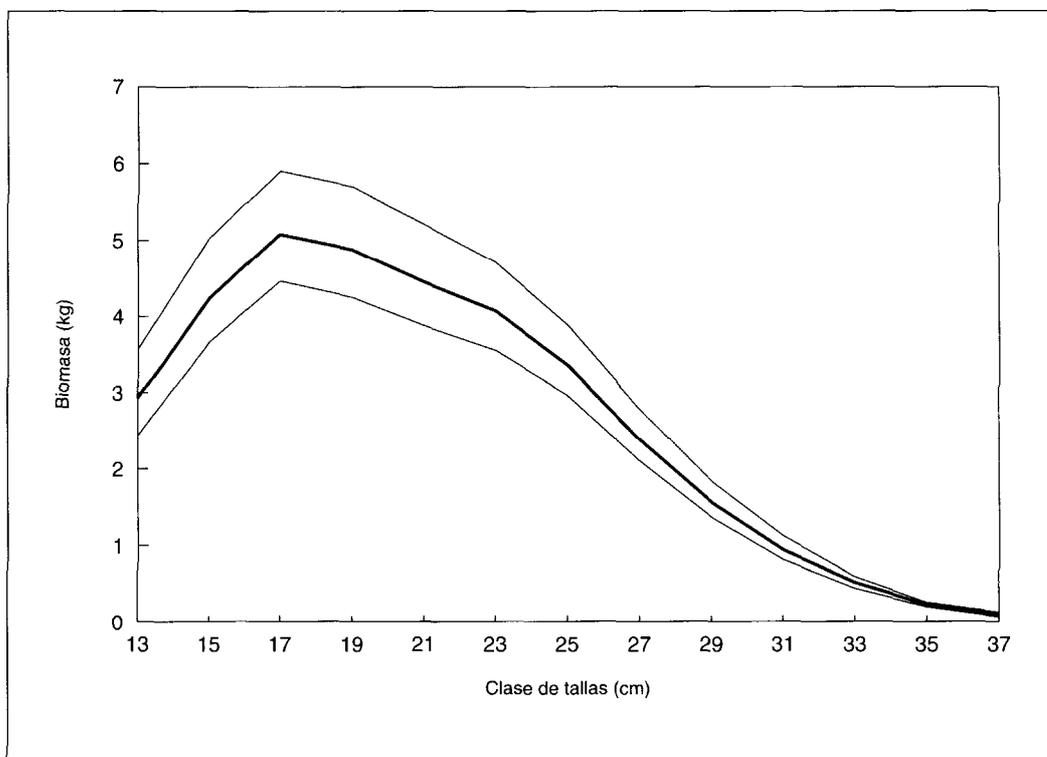


Figura 4. Biomasa media por clase de talla, considerando  $M = 0,35 \text{ años}^{-1}$  y los límites asumidos  $M = 0,25 \text{ años}^{-1}$  y  $M = 0,45 \text{ años}^{-1}$ .

Tabla III. Resultados del análisis de rendimiento por recluta. Se muestra el rendimiento por recluta, la biomasa por recluta y la biomasa de reproductores por recluta para el palangre y la nasa de orilla conjuntamente, y el rendimiento por recluta para ambas técnicas de pesca por separado.  $F_{m\acute{a}x(1)}$  y  $F_{m\acute{a}x(2)}$  indican los valores máximos para el palangre y la nasa de orilla, respectivamente.

	Multiplicador de F	Y/R	Biomasa	SSB	Y/R	
		(g/recluta)	(g/recluta)	(g/recluta)	(g/recluta)	
		Global	Global	Global	Palangre	Nasa
	0,00	0,00	620,47	533,63	0,00	0,00
$F_{0,1}$	0,30	50,83	234,55	159,46	10,64	50,20
$F_{m\acute{a}x(1)}$	0,30	56,06	282,65	204,94	10,65	45,41
$F_{m\acute{a}x}$	0,70	64,88	153,62	85,31	8,57	56,31
	1,00	63,98	114,68	51,87	6,21	57,78
$F_{m\acute{a}x(2)}$	1,10	63,40	106,02	44,81	5,53	57,88
	2,00	58,16	66,19	15,63	1,89	56,28

sistemas de pesca de manera conjunta, se observa que la nasa de orilla genera una F mayor que el palangre. El valor medio de F es  $0,39 \text{ a\~{n}os}^{-1}$ .

La biomasa media por clase de talla, con los límites asumidos para los valores de M, se representa en la figura 4. Se aprecia que la biomasa media varía de forma importan-

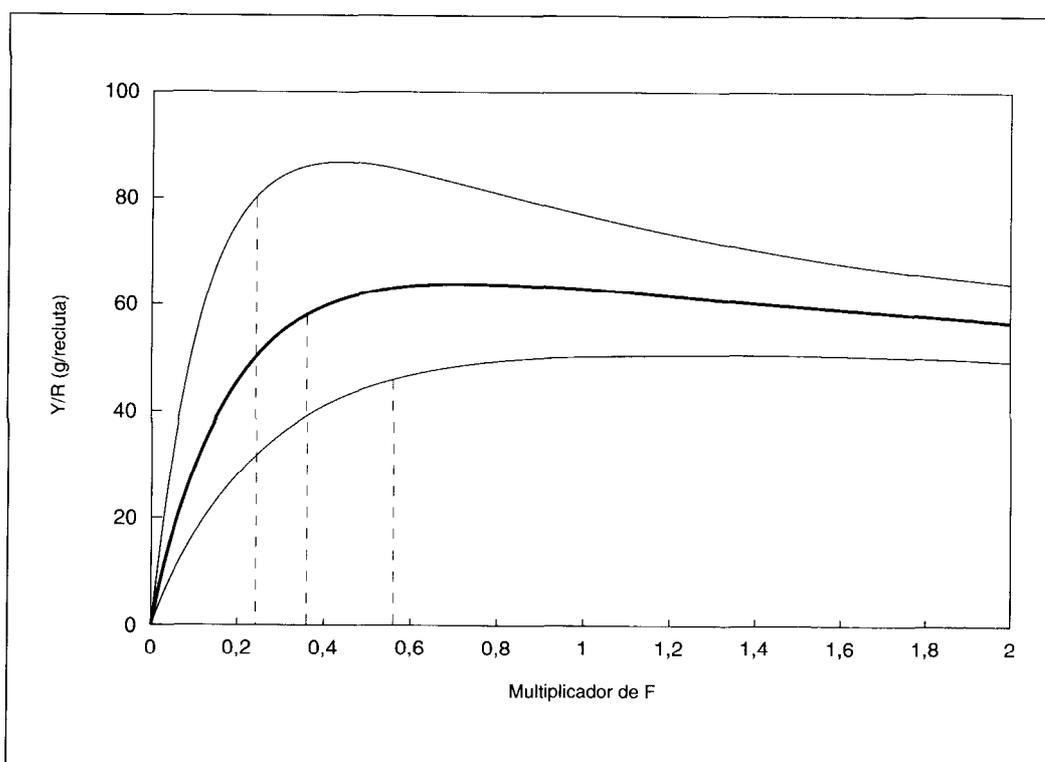


Figura 5. Curva de rendimiento por recluta, considerando  $M = 0,35 \text{ a\~{n}os}^{-1}$  y los límites asumidos  $M = 0,25 \text{ a\~{n}os}^{-1}$  y  $M = 0,45 \text{ a\~{n}os}^{-1}$ , para el palangre y la nasa de orilla conjuntamente. Las líneas verticales indican los multiplicadores de F correspondientes al nivel de explotación de  $F_{0,1}$ .

te en función del valor de  $M$  seleccionado, siendo mayor cuanto más alto es el valor de ese parámetro.

Los valores de reclutamiento (en número) y el vector de  $F$  empleados fueron los obtenidos en el LCA. Los resultados del análisis de rendimiento por recluta se presentan en la tabla III. Se advierte que el nivel de  $F$  correspondiente a  $F_{0,1}$  está por debajo del de  $F$  obtenido para el periodo global, correspondiendo a un 24-56 % del valor actual de  $F$  en función del valor de  $M$  seleccionado. Las curvas de rendimiento por recluta generadas se presentan en la figura 5. Se aprecia que la forma de las curvas cambia dependiendo del valor de  $M$  introducido, siendo más altas cuanto menor es  $M$ .

El rendimiento por recluta en varias situaciones de equilibrio, con distintos niveles de  $F$  para cada uno de los sistemas de pesca, se muestra en la tabla IV. De este análisis de competencia entre técnicas de pesca se deduce que el estado en el que se obtendría el mayor rendimiento es aquél que resultaría de duplicar el nivel de  $F$  actual para el palangre y reducirlo hasta cero para la nasa de orilla.

En la figura 6, donde se muestra la evolución del rendimiento por recluta y del tamaño relativo del stock bajo los supuestos considerados, se advierte que, durante el periodo de simulación, tanto el rendimiento por recluta como el tamaño relativo del stock varían poco, exhibiendo una ligera tendencia decreciente, más acentuada a partir del cuarto año.

En las figuras 7 a 10 se muestran gráficamente las variaciones en el rendimiento

por recluta y en el tamaño relativo del stock que tendrían lugar al aplicar diferentes multiplicadores de  $F$  sobre cada uno de los sistemas de pesca. El incremento de  $F$  actual para el palangre y su reducción para la nasa de orilla generaría un aumento de la producción esperable. La estrategia inversa ocasionaría una disminución de la producción esperable, hasta niveles de, aproximadamente, un 33 % del actual. Si bien lo anterior es cierto, al aumentar el valor de  $F$  actual para el palangre y reducirlo para la nasa se produciría una notable pérdida durante los dos o tres primeros años, incrementándose luego hasta en un 10-30 % del nivel actual. La estrategia inversa generaría un incremento de la producción esperable durante el primer año de simulación, seguido por un decrecimiento brusco en el segundo.

Analizando la evolución del tamaño relativo del stock se observa que éste sólo aumentaría si se produjera un incremento del valor de  $F$  para el palangre y su disminución para la nasa, pudiéndose alcanzar en ese caso valores que duplicarían los iniciales. La estrategia inversa conllevaría un decrecimiento del tamaño relativo del stock desde el primer momento, hasta niveles que oscilarían entre un 25 y 40 % del inicial.

## DISCUSIÓN

Los muestreos realizados ponen de manifiesto que un alto porcentaje de las brechas capturadas en el área de estudio con nasas de orilla son de tallas pequeñas, de 17

Tabla IV. Resultados del análisis de la competencia entre técnicas de pesca en forma de rendimiento por recluta (g/recluta) en varias situaciones de equilibrio (0, ausencia de  $F$ ; 1,  $F$  actual; 2, doble de  $F$  actual). La primera cifra de cada par corresponde al palangre y la segunda a la nasa.

Nivel de $F$ del palangre	Nivel de $F$ de la nasa		
	0	1	2
2	67,54/0,00	10,66/52,80	2,14/54,80
1	51,86/0,00	6,76/56,12	1,25/55,66
0	0,00/0,00	0,00/61,58	0,00/56,85

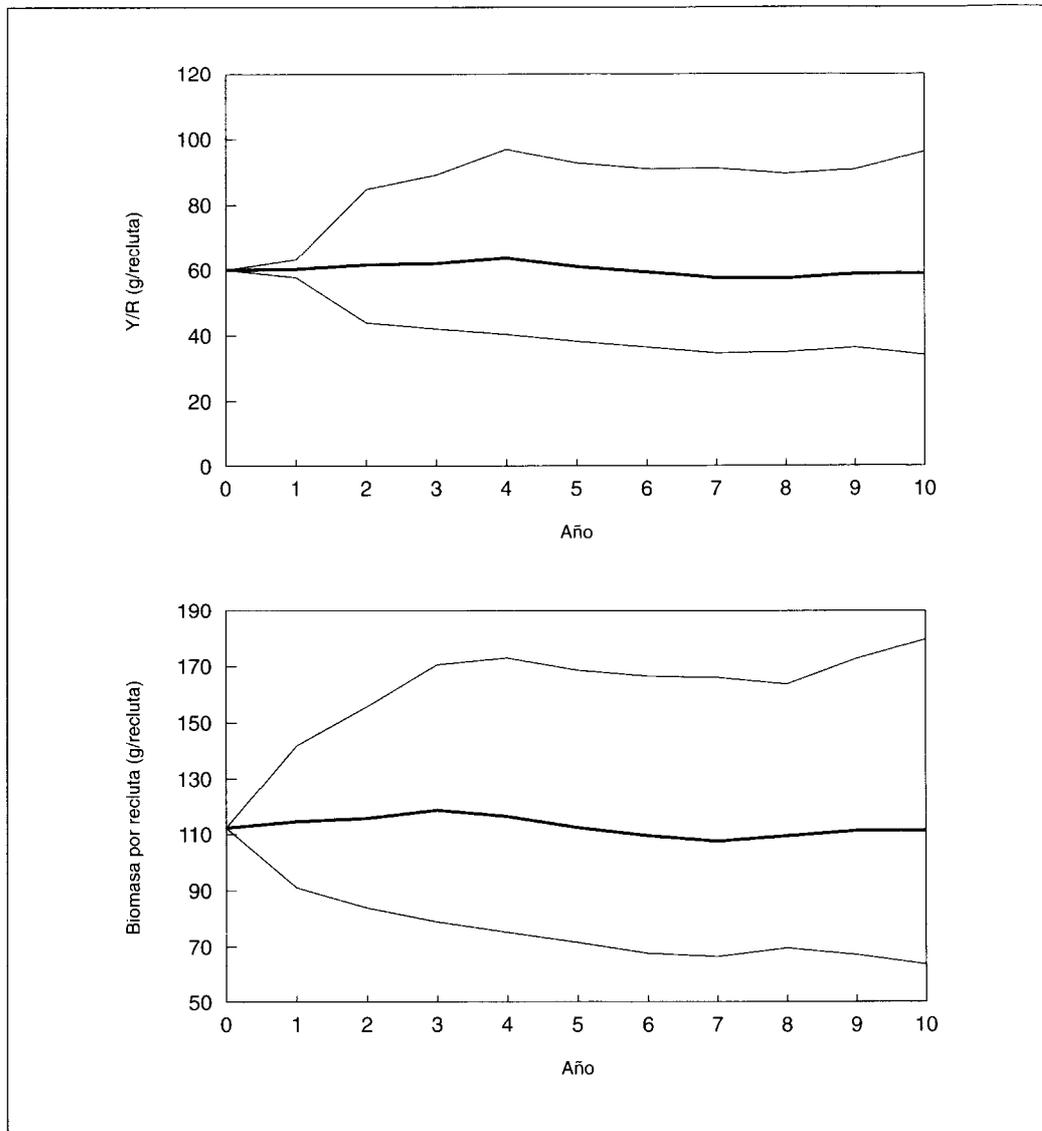


Figura 6. Evolución del rendimiento por recluta y del tamaño relativo del stock manteniendo el esquema de explotación actual y considerando un reclutamiento aleatorio durante un periodo de simulación de 10 años. Las líneas de trazo fino indican el límite de confianza al 95 %.

a 21 cm de longitud total. Esto, sin duda, es grave, pues la mayoría de los individuos (95 %) no alcanzan la madurez hasta, aproximadamente, los 26 cm de longitud total.

Los resultados que proporciona el LCA en el presente trabajo ponen de manifiesto la utilidad de este método para determinar el estado de explotación de la breca en aguas de Gran Canaria.

La estrategia de pesca actual es inadecuada teniendo en consideración las características biológicas de la especie. Si se analizan con detalle los valores del vector de  $F$  para cada uno de los sistemas de pesca, se observa que existe un grupo de tallas pequeñas, comprendidas entre los 15 y 21 cm, sobre el que incide de forma principal la nasa de orilla y para el cual se produce

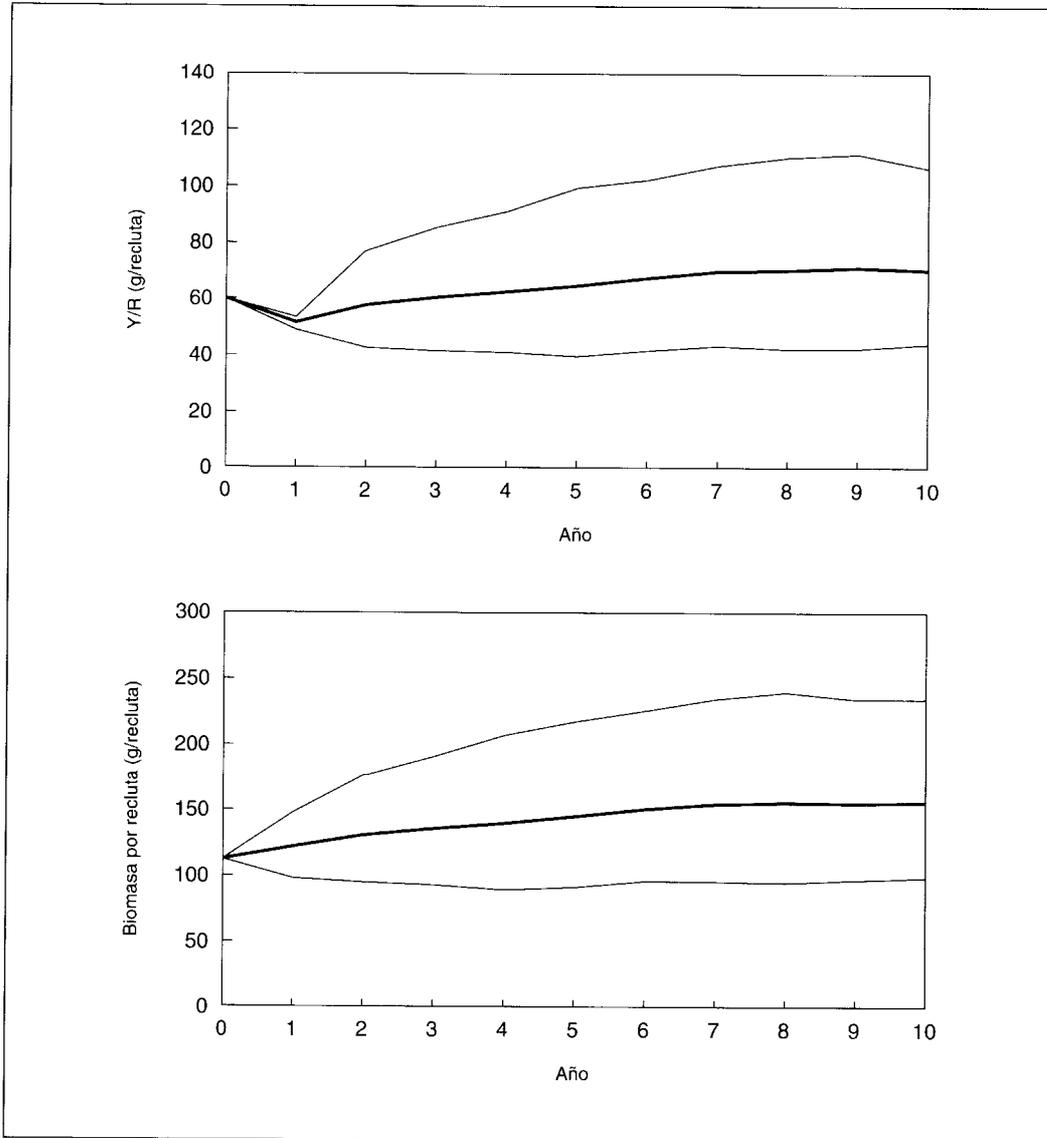


Figura 7. Evolución del rendimiento por recluta y del tamaño relativo del stock para un multiplicador de  $F$  de 1,25 para el palangre y 0,75 para la nasa de orilla durante un periodo de simulación de 10 años. Las líneas de trazo fino indican el límite de confianza al 95 %.

un rápido incremento del valor de  $F$ . Los valores del vector de  $F$  comienzan a ser relativamente importantes para este sistema de pesca a partir de los 17-21 cm, manteniéndose siempre elevados desde entonces. Esto sugiere que no existe un grupo de tallas objetivo en la captura de esta especie con nasa sino que, como consecuencia de su selectividad, ésta incide tanto sobre los indi-

viduos recién reclutados como sobre los más longevos, aunque principalmente sobre los primeros. El valor del vector de  $F$  para ambas técnicas consideradas de forma conjunta decae en algunas clases de tallas, aunque su tendencia general se suaviza al incidir el palangre sobre las tallas mayores. A diferencia de lo observado para la nasa de orilla, en el caso del palangre los valores

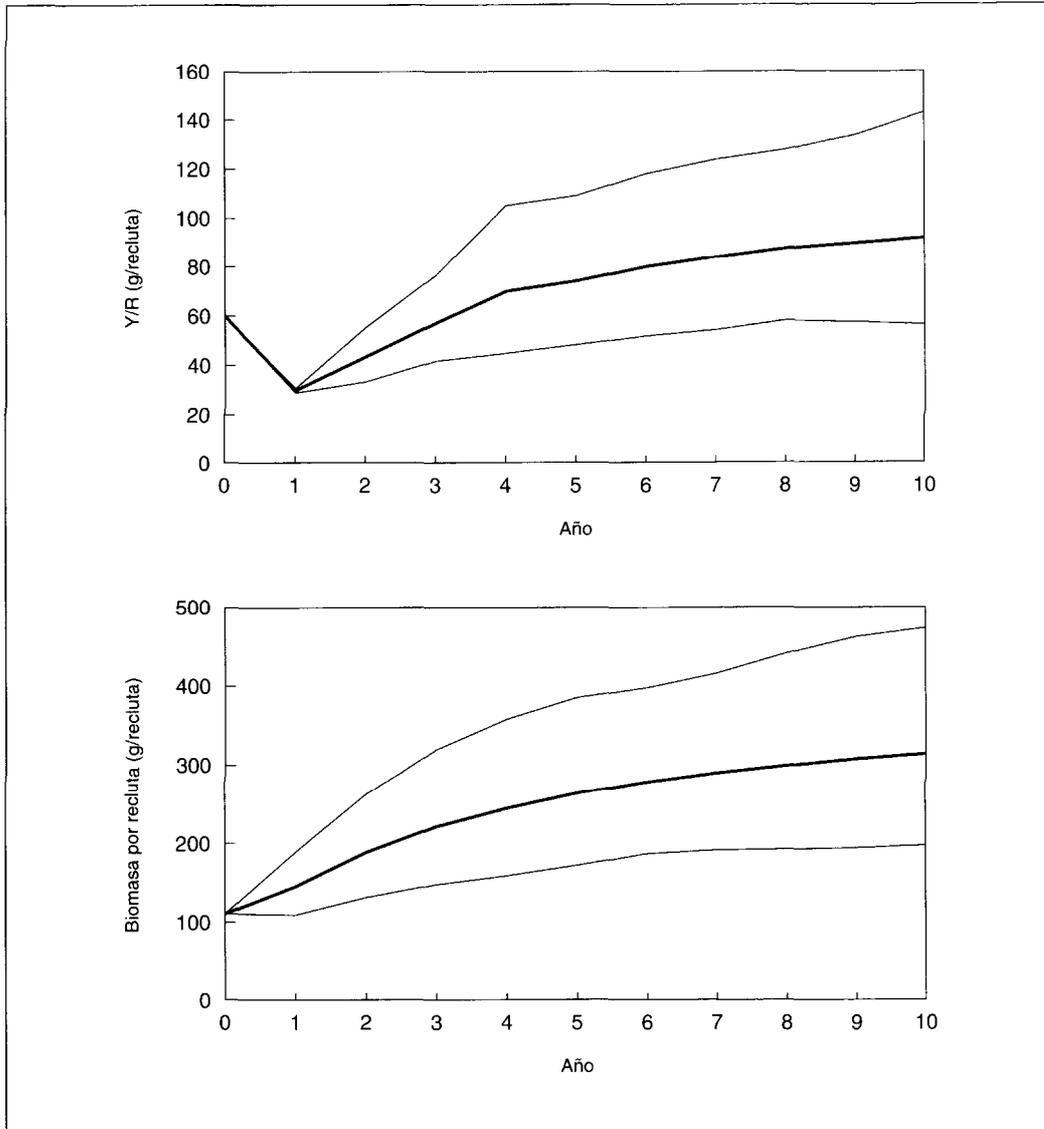


Figura 8. Evolución del rendimiento por recluta y del tamaño relativo del stock para un multiplicador de  $F$  de 1,75 para el palangre y 0,25 para la nasa de orilla durante un periodo de simulación de 10 años. Las líneas de trazo fino indican el límite de confianza al 95 %.

de  $F$  que se generan no son elevados. Sin embargo, para el palangre, sí se detecta un grupo de tallas objetivo, de entre 25 y 33 cm, que causan un aumento del valor de  $F$  global.

Una de las conclusiones más importantes que se pueden extraer del análisis se refiere a la interacción entre los dos sistemas de pesca. El mayor impacto es causado

por la nasa de orilla, si se comparan las capturas realizadas con una y otra técnica, tanto en número de individuos como en peso. Se advierte, además, que el patrón de explotación difiere de manera sustancial para los dos sistemas de pesca. Así, la nasa de orilla captura principalmente individuos de tallas pequeñas, mientras que el palangre sólo incide sobre los de tallas mayores.

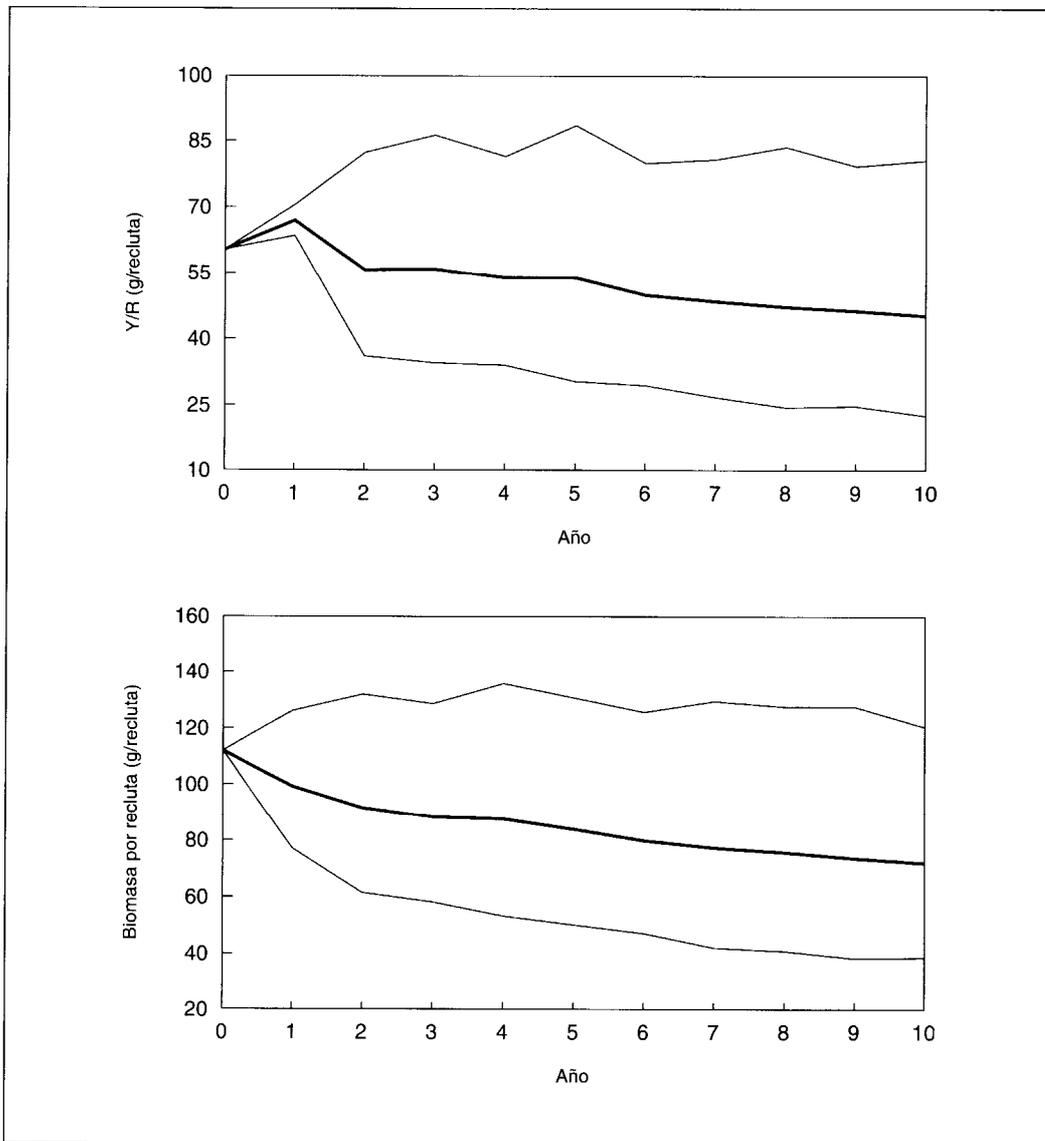


Figura 9. Evolución del rendimiento por recluta y del tamaño relativo del stock para un multiplicador de  $F$  de 0,75 para el palangre y 1,25 para la nasa de orilla durante un periodo de simulación de 10 años. Las líneas de trazo fino indican el límite de confianza al 95 %.

Las capturas efectuadas con palangre, escasas en número, están, en consecuencia, afectadas por la tasa de supervivencia de los individuos jóvenes y, por tanto, dependen de la presión que sobre ellos ejerce la nasa de orilla.

Es de destacar, además, que el recurso está sometido a un patrón de explotación poco adecuado, que da lugar a una acusada

sobrepesca en crecimiento, de la que es responsable la nasa. En relación con esto, hay que señalar que el nivel de  $F$  que genera  $F_{0,1}$  de  $F_{máx}$  ha sido superado con creces. En general, sería aconsejable reducir el valor de  $F$  hasta el nivel de  $F_{0,1}$  y combinar esta medida con un cambio en el esquema de explotación encaminado a desplazar el valor de  $F$  actual hacia valores más bajos. De

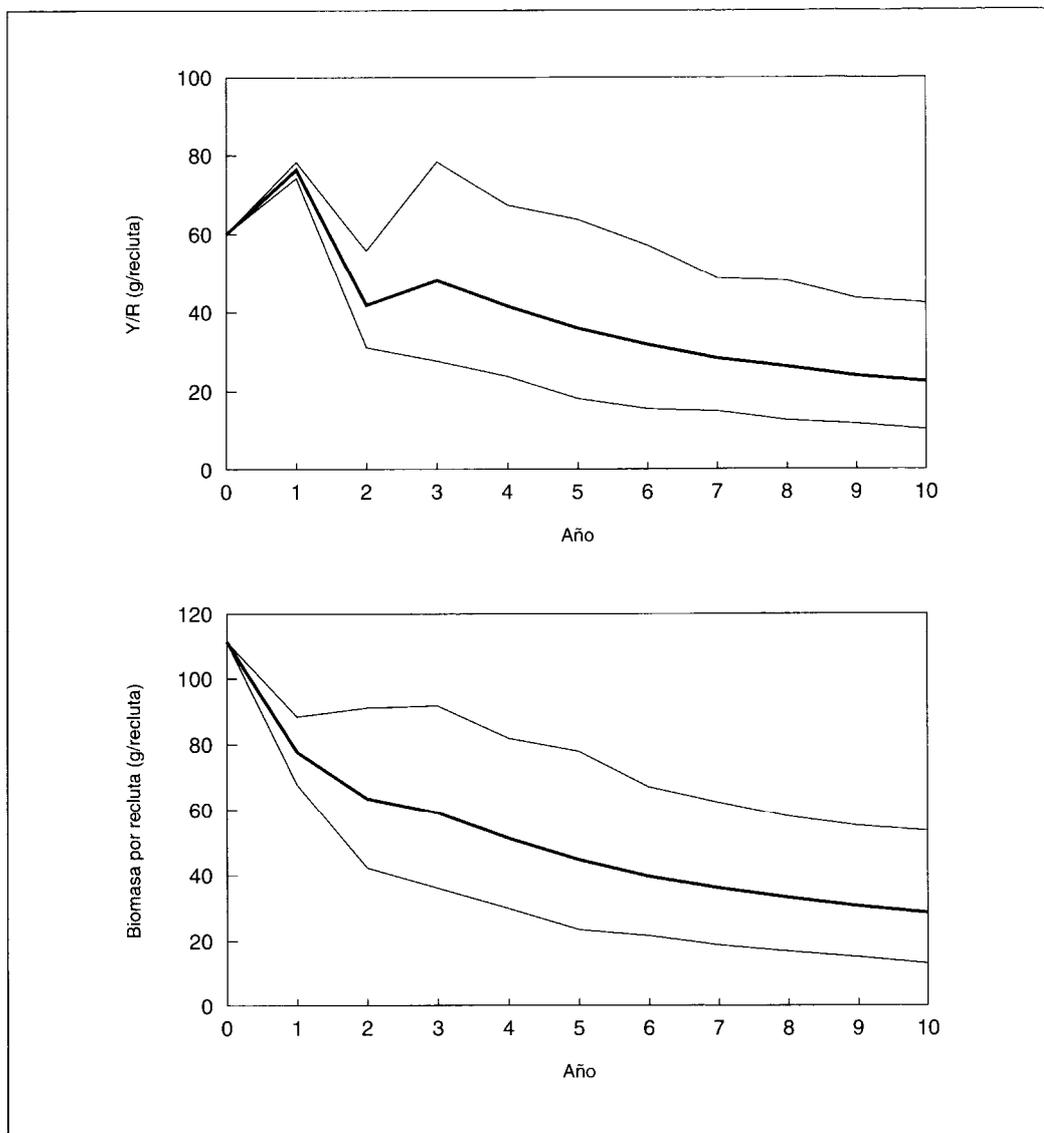


Figura 10. Evolución del rendimiento por recluta y del tamaño relativo del stock para un multiplicador de  $F$  de 0,25 para el palangre y 1,75 para la nasa de orilla durante un periodo de simulación de 10 años. Las líneas de trazo fino indican el límite de confianza al 95 %.

esta manera se protegería a los individuos de tallas pequeñas, los cuales, al llegar reforzados, contribuirían a la reconstrucción de los mayores y, por consiguiente, a la mejora del stock reproductor, el cual, al menos teóricamente, debería generar buenos reclutamientos más frecuentemente. Esto produciría una tendencia hacia una condición de estabilidad típica de las espe-

cies demersales (Oliver, 1993). Cualquier medida de regulación, tanto relativa a la reducción del nivel de  $F$  como a la mejora del esquema de explotación, sería beneficiosa de cara a mejorar la explotación del stock que se estudia.

Si se analiza el esquema de explotación del recurso por sistemas de pesca según la estrategia actual, se advierte que la explota-

ción simultánea con dos técnicas de pesca es, desde el punto de vista de la estabilidad del stock, inadecuada. Como ya se ha indicado, el palangre incide sobre los individuos de tallas mayores y la nasa sobre las primeras clases de tallas. Del estudio de la competencia entre las técnicas de pesca se deduce que la situación en que se obtendría el mayor rendimiento sería aquella resultante de duplicar el valor de  $F$  actual para el palangre y reducirlo hasta cero para la nasa de orilla. Hay que señalar, no obstante, que no se obtendrían mejores rendimientos con una estrategia que respondiera a un aumento del valor de  $F$  para uno de los dos sistemas de pesca y al mantenimiento del nivel actual para el otro. Esto sugiere que el mantenimiento de la actual estrategia de explotación con las dos técnicas de pesca o un aumento del valor de  $F$  para cualquiera de ellas, sin una reducción de la otra, sería la decisión menos acertada. Si bien lo anterior es cierto, la explotación intensiva de la fracción reproductora para proteger a las clases de tallas más pequeñas, que en el caso que se sigue resultaría al sustituir la nasa de orilla por el palangre, en muchos casos ha dado como consecuencia el colapso de la pesquería (Pauly, 1979). Por ello, el cambio debe ser gradual y controlado.

El análisis de transición ofrece, sin duda, resultados de gran interés. El nuevo patrón de explotación que se propone, basado en la disminución del nivel de  $F$  para una de las técnicas de pesca y su aumento para la otra, mejoraría de manera significativa los rendimientos y la biomasa. El análisis de transición no está influido por las variaciones del reclutamiento que puedan presentarse, ya que, como indican Pallarés y Pereiro (1990), el LCA es un buen método cuando se aplica sobre una distribución media de tallas, aunque se produzcan fuertes fluctuaciones del reclutamiento.

La estrategia que rinde los mejores resultados, tanto desde el punto de vista poblacional como desde el punto de vista pesquero, es, en definitiva, la que se deriva de disminuir el valor de  $F$  para la nasa de

orilla y aumentarlo para el palangre. Esto produciría un aumento inmediato de la biomasa, duplicándose su nivel inicial. El cambio en la estrategia de explotación produciría, durante los primeros años, una disminución de la producción que se obtiene de la pesquería al reducirse la captura de ejemplares pequeños, cuya aportación es alta. Una vez esos ejemplares jóvenes hayan alcanzado tallas mayores, en un plazo aproximado de cuatro años, se produciría un aumento del rendimiento al potenciarse las cohortes que comienzan a ser explotadas por el palangre. Es preciso señalar que, a pesar de la disminución del rendimiento por recluta durante los primeros años de la transición, la biomasa por recluta exhibiría siempre una tendencia creciente, lo que implica que un cambio de estrategia permitiría obtener desde el momento inicial una recuperación de la biomasa.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Eduardo Balguerías Guerra del Centro Oceanográfico de Canarias (Instituto Español de Oceanografía) sus valiosos comentarios y enseñanzas acerca de la metodología empleada en el trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldebert, Y., L. Recasens y J. Lleonart. 1993. Analysis of gear interaction in a hake fishery: The case of the Gulf of Lion (NW Mediterranean). *Scientia Marina* 57 (2-3): 207-217.
- Bauchot, M. L. y J. C. Hureau. 1986. Sparidae. En: *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. P. J. P. Whitehead, M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen y E. Tortonese (eds.) II: 883-907. Unesco. París.
- Beverton, R. J. H. y S. J. Holt. 1957. *On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Investigations. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Series II XIX*: 533 pp.
- Chevalier, P. y A. Laurec. 1990. Logiciels pour l'évaluation des stocks de poisson. ANALEN: Logiciel d'analyse des données de capture par classes de taille et de simulation des pêcheries

- multi-engins avec analyse de sensibilité. *FAO. Document Technique sur les Pêches* 101 (4): 124 pp.
- Farrugio, H., F. Alvarez, J. Leonart y S. De Ranieri. 1991. *Etude pour l'aménagement et la gestion des pêches en Méditerranée occidentale. Rapport Intermediaire 3, Project CEE, FAR Contrat MA-1-232*: 104 pp.
- González Pajuelo, J. M. y J. M.<sup>a</sup> Lorenzo Nespereira. 1995. Edad y crecimiento de la breca *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) en aguas de Gran Canaria (islas Canarias). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 11 (2): 105-111.
- Jones, R. 1982. The use of length composition data in fish stock assessments (with notes on VPA and Cohort analysis). *FAO Fish. Circ.* 734: 55 pp.
- Jones, R. 1990. Length-cohort analysis: The importance of choosing the correct growth parameters. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 46: 133-139
- Leonart, J. y J. Salat. 1992. VIT, Programa de análisis de pesquerías. *Inf. Técn. Scientia Marina* 168-169: 116 pp.
- Oliver, P. 1993. Analysis of fluctuations observed in the trawl fleet landings of Balearic Islands. *Scientia Marina* 57 (2-3): 219-227.
- Pallarés, P. y J. A. Pereiro. 1990. ICA errors with recruitment fluctuations. *ICES C. M.* 1990/D 32: 9 pp.
- Pauly, D. 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks: A review, with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM Studies and Reviews* 1: 35 pp.
- Pereiro, J. A. 1992. Verificación y extensión de la metodología del análisis de distribuciones de tallas para la estimación de tasas instantáneas de mortalidad por pesca y de la producción por recluta de un stock explotado en estado de equilibrio. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* 10: 103 pp.
- Pereiro, J. A. y P. Pallarés. 1984. Consequences of introducing errors in the values of the input parameters in the "Length Distribution Analysis" (R. Jones) as applied to the Northern stock of hake. *ICES C. M.* 1984/G 61: 17 pp.
- Pereiro, J. A. y P. Pallarés. 1988. ICA behaviour in transition periods. *ICES C. M.* 1988/D 17: 9 pp.
- Pope, J. G. 1972. An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis using Cohort Analysis. *ICNAF Research Bulletin* 9: 65-74.

Recibido en septiembre de 1996. Aceptado en diciembre de 1996.