

Edad, crecimiento y reproducción de *Diplodus sargus* Linnaeus, 1758 (Sparidae) en aguas asturianas (norte de España)

C. Martínez Pastor¹, M.^a L. Villegas Cuadros²

¹ Paseo del Muro, 2. 33202 Gijón (Asturias), España.

² Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Universidad de Oviedo (Asturias), España.

RESUMEN

Se analizaron 270 ejemplares de *Diplodus sargus* Linnaeus, 1758 con tallas comprendidas entre 11,5 y 45 cm de longitud total (LT) capturados en el litoral asturiano entre noviembre de 1983 y octubre de 1984. Los jóvenes de menos de 21 cm habitan en el área próxima al litoral y a partir de esta talla frecuentan fondos más profundos.

Las ecuaciones de crecimiento para el conjunto de la población son

$$L_t = 48,48 (1 - e^{-0,18(t + 0,58)}) \text{ y } PT = 2285,5 (1 - e^{0,178(t - 0,58)})^{3,014}$$

El mayor incremento absoluto en longitud tiene lugar durante el primer año de vida y el crecimiento relativo declina constantemente hasta constituir el 10 %, respecto al año anterior, a partir del quinto año.

La freza tiene lugar entre abril y junio. La condición de los machos es más baja que la de las hembras en los meses de freza y posteriores a la misma, dado que no sólo agotan la grasa perintestinal sino también gran parte de la hepática; la recuperación ocurre en verano y otoño.

La primera maduración tiene lugar a partir del tercer año de vida (20 cm LT) en los machos y cuarto año (25 cm LT) en las hembras. La proporción sexual encontrada en individuos de más de 20 cm LT fue 56,7 % machos, 37,7 % hembras y 5,6 % individuos en proceso de transformación que presentan gónadas masculinas y femeninas simultáneamente. La fecundidad media calculada para individuos entre 33,5 y 44 cm LT fue de $254,4 \pm 152$ huevos por gramo de pez eviscerado.

Palabras clave: Edad, crecimiento, reproducción, *Diplodus sargus*, Sparidae, golfo de Vizcaya.

ABSTRACT

Age, growth and reproduction of *Diplodus sargus* Linnaeus, 1758 (Sparidae) north of Spain.

Monthly samples of *Diplodus sargus* Linnaeus, 1758 taken north of Spain over one year were used to describe age, growth, annual cycle in condition factor and reproduction.

Results indicate that the greatest absolute increase in length was in the first year of life. The relative growth in length declined constantly, being less than 10% from the fifth year onwards. The equations of growth for the population are:

$$L_t = 48.48(1 - e^{-0.18(t + 0.58)}) \text{ and } PT = 2285.5 (1 - e^{0.178(t - 0.58)})^{3.014}$$

The first spawning occurs in the third year of life (>20 cm LT) in males and in the fourth year (>25 cm LT) in females. The sexual ratio was: 56.7 % males, 37.7 % females and 5.6 % hermaphrodite or bisexual.

Spawning took place over a period slightly longer than two months, from April to May or June. Condition is better in females than males during the spawning season; the latter spend nearly all their perintestinal fat as well as hepatic fat, during the spawning process. They recover their pre-spawning condition in summer and autumn.

The fecundity estimates was 2.54 ± 152 eggs/g eviscerated fish.

Key words: Age, growth, reproduction, *Diplodus sargus*, Sparidae, Bay of Biscay.

INTRODUCCIÓN

El sargo *Diplodus sargus* Linnaeus, 1758, conocido en Asturias como chopo, vive en fondos rocosos próximos a la costa y se captura con artes de anzuelo y trasmallos. Es una especie eurihalina que penetra en las lagunas salobres o en los estuarios (Tortonese, 1970); los juveniles son gregarios y viven muy cerca de la orilla.

Si bien en el litoral asturiano es poco abundante, presenta una apreciable importancia económica. Aunque diversos aspectos de la biología de *D. sargus* han sido estudiados en distintas zonas de su distribución geográfica (Bauchot y Daget, 1971; Paz, 1975; Joubert, 1981; Man-Wai y Quignard, 1982; Perodou y Nedelec, 1982), en el litoral asturiano sólo se ha realizado, hasta el momento, la caracterización morfobiométrica de la especie (Martínez y Villegas, 1992). El objetivo del presente trabajo es

ampliar el estado actual de conocimientos a otros aspectos como el crecimiento y reproducción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se examinaron 270 ejemplares de *D. sargus*, 208 de los cuales fueron capturados con palangre por barcos comerciales que faenan en la plataforma asturiana (figura 1) entre noviembre de 1983 y octubre de 1984, y los 62 restantes se obtuvieron en octubre y noviembre de 1984, pescando con caña desde la orilla.

De cada ejemplar se obtuvieron longitud total (LT), peso total (PT), peso eviscerado (PE), peso de las gónadas (PG) y peso del hígado (PH) y se extrajeron los otolitos. Estos últimos, una vez lavados, se midieron (longitud máxima y transversal) y se incluyeron en parafina y carbón vegetal; a conti-

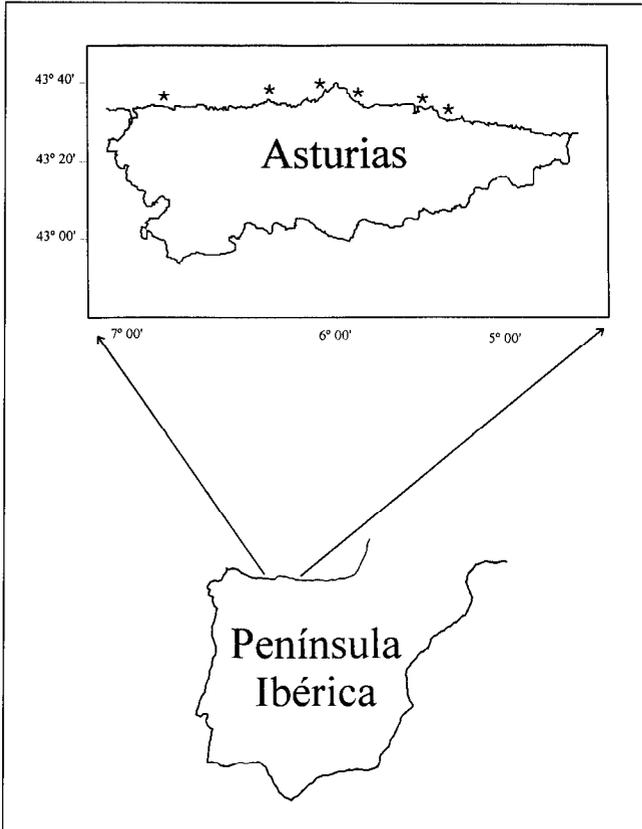


Figura 1. Situación geográfica de la zona de captura.

nuación, con una cortadora Isomet, se obtuvo una rodaja transversal conteniendo el núcleo. Para la determinación de la edad, siguiendo a Holden y Raitt (1975), se asumió que estos peces nacen el 1 de enero; se extrajeron los otolitos de los 270 ejemplares pero se desecharon los de 13 por ser su interpretación dudosa. El cálculo de las curvas de crecimiento en longitud y peso con la edad se hizo siguiendo el modelo de Von Bertalanffy (1938).

Para cada ejemplar se anotó el engrasamiento visceral por medio de la escala empírica: grado 0: ausencia total de grasa; grado 1: cordón de grasa muy delgado rodeando el intestino; grado 2: cordón de grasa algo más grueso; grado 3: intestino recubierto de grasa en su mayor parte; grado 4: la grasa llena la cavidad abdominal recubriendo totalmente el intestino.

Para el estudio del ciclo reproductivo se consideró la escala de maduración sexual de seis estados recomendada por Aboussouan y Lahaye (1979), semejante a la usada por Joubert (1981) para el estudio de esta misma especie en la costa sudafricana, completando esta información con la determinación de los siguientes índices:

- Índice gonadosomático IGS: $PG \times 100/PE$
- Índice hepatosomático IHS: $PH \times 100/PE$
- Factor de condición Fc: $PE \times 10^4/LT^3$
- Factor somático Fs: PE/PT

Los ovarios fueron introducidos en líquido de Gilson (Simpson, 1951) para facilitar la separación de los ovocitos del estroma ovárico. Con 14 de ellos, en estado de máxima madurez (V), se ha estimado la fecundidad de la especie aplicando el método gravimétrico y usando un contador de partículas Fisher-Counter 401; para ello se contabilizó el número de ovocitos maduros (de más de 200 μm) en el ovario ya que los tamaños más pequeños pertenecen al stock de reserva u ovocitos que no llegan a madurar (Fischer y Balboutin, 1970). Se calculó la fecundidad total (número de ovocitos en cada ovario) y la relativa (número de ovocitos por gramo de gónada o por gramo de pez eviscerado). Asimismo se midieron unos 500 ovocitos (de más de 150 μm) de cada una de las gónadas de los seis estados de desarrollo.

RESULTADOS

Crecimiento

La talla de los sargos de la población estudiada estuvo comprendida entre 11,5 y 45 cm de longitud total (LT), el peso (PT) entre 27,3 y 1 976,4 g, el peso eviscerado (PE) entre 27,2 y 1 767,5 g y la edad entre 1 y 12 años (tabla I; figuras 2 y 3). Se obser-

Tabla I. Longitudes medias (cm) observadas para cada edad en años (LT Obs.) y calculadas (LT Cal.) a partir de las ecuaciones de Von Bertalanffy para machos, hembras y conjunto (Conj.) en *D. sargus* asturiano. Pesos medios total (PT) y eviscerado (PE) observados y calculados (en gramos) para el conjunto de la población.

Edad	LT Obs.			LT Cal.			PT		PE	
	Machos	Hembras	Conj.	Machos	Hembras	Conj.	Obs.	Cal.	Obs.	Cal.
1	-	-	12,52	-	-	11,88	43,2	33,0	37,7	30,7
2	-	-	17,40	-	-	17,85	121,2	112,5	111,4	104,2
3	24,50	26,0	22,66	31,01	31,48	22,84	275,0	236,7	225,3	218,7
4	27,25	29,19	28,75	33,70	33,85	27,02	453,0	392,7	436,0	362,4
5	31,46	31,41	31,41	36,07	36,00	30,52	642,3	556,8	542,0	522,5
6	33,15	33,20	33,00	38,14	37,96	33,45	739,5	747,1	637,0	688,1
7	36,66	36,12	36,54	39,95	39,74	35,90	1 016,8	924,4	924,7	851,1
8	38,18	38,00	38,08	41,55	41,35	37,95	1 247,1	1 092,9	1 043,0	1 005,7
9	41,14	40,00	41,00	42,95	42,82	39,66	1 659,2	1 247,1	1 164,8	1 148,8
10	41,00	42,11	41,71	44,17	44,16	41,10	1 529,6	1 390,2	1 312,9	1 278,4

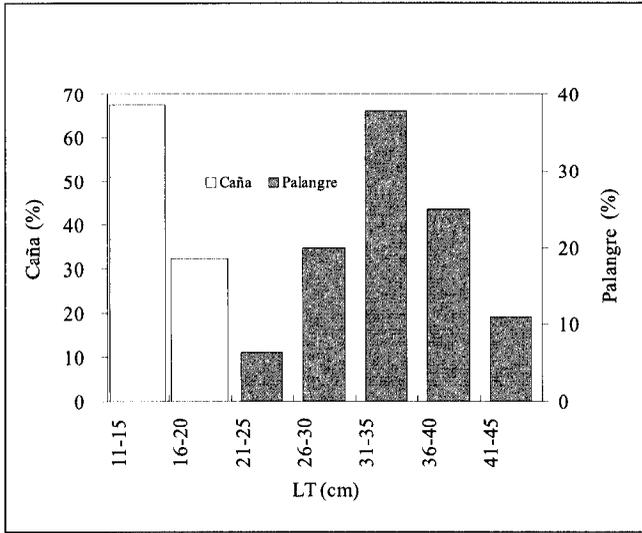


Figura 2. Proporción por tamaño de los ejemplares de *D. sargus* capturados.

van claramente dos grupos de tallas y edades según el procedimiento de captura utilizado: en las pescas con caña se capturaron individuos de 11 a 20 cm LT, predominando los de 11 a 15 cm y los de 1 año de edad; el palangre tradicional comienza a seleccionar a partir de 21 cm, predominando las tallas de 31 a 35 cm y los individuos de 5 y 6 años de edad.

Las ecuaciones que relacionan el tamaño del otolito con la longitud total del pez y con su edad, junto con los correspon-

dientes coeficientes de regresión obtenidos, son las siguientes:

Long. máx. otol. = 0,881 LT^{0.645}; r = 0,969.

Long. máx. otol. = 4,542 Edad^{0.359}; r = 0,939.

Existe un solapamiento de edades y tamaños a partir, sobre todo, de 26 cm (tabla II).

Los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy que expresa el crecimiento teórico en longitud para los individuos sexual-

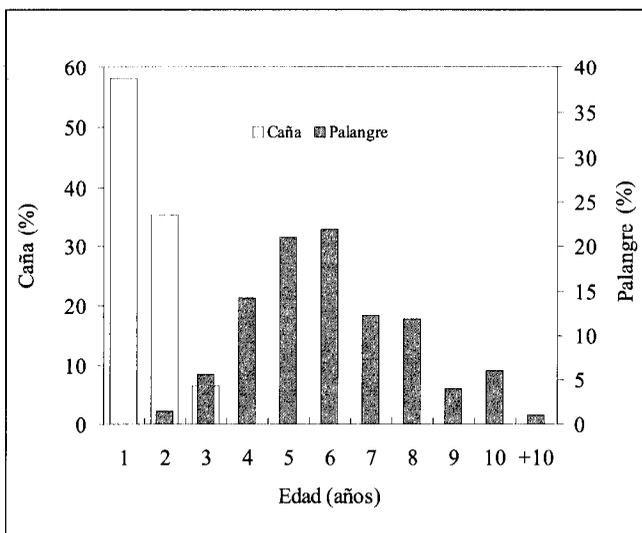


Figura 3. Proporción por edades de los ejemplares de *D. sargus* capturados.

Tabla II. Proporción de ejemplares de *D. sargus* por clase de talla (cm) y edad (años).

Talla/Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	+10	N
11-15	87,8	12,2										41
16-20		80,9	19,1									21
21-25		25,0	50,0	25,0								12
26-30			12,2	41,4	29,3	17,1						41
31-35				10,0	33,7	37,5	11,3	7,5				80
36-40					4,7	14,3	33,3	33,3	7,2	7,2		42
41-45							5,0	15,0	25,0	45,0	10,0	20
N	36	25	15	28	41	43	24	23	8	12	2	257

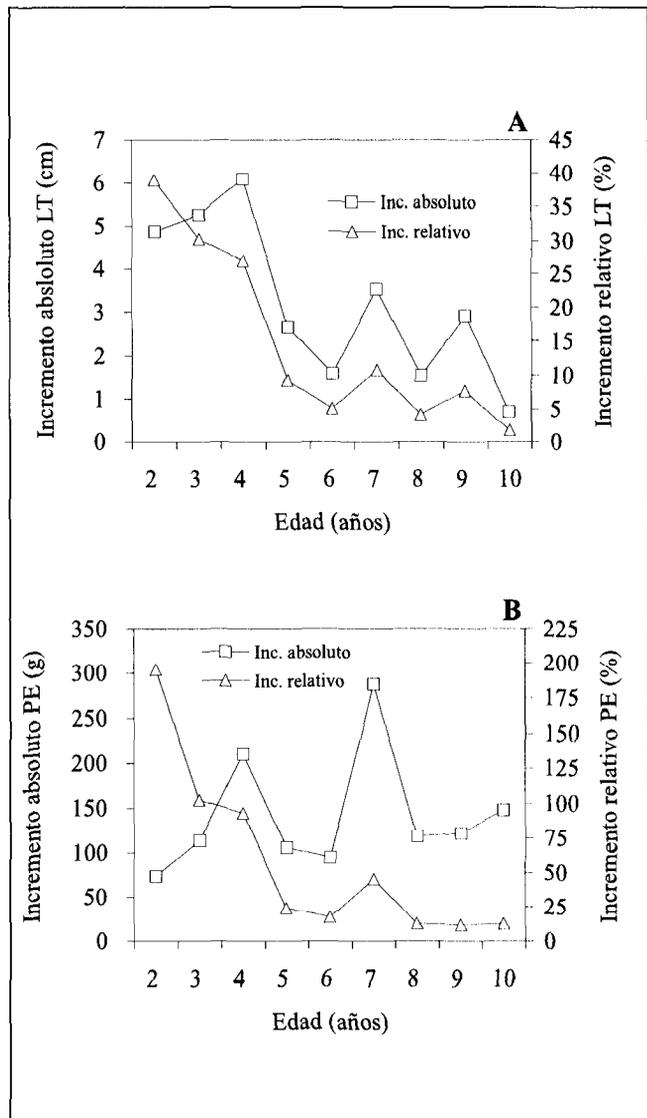


Figura 4. Incrementos anuales absolutos y relativos en longitud (A) y peso (B) de los ejemplares de *D. sargus*.

Tabla III. Proporción de sexos (%) por clase de talla en *D. sargus*. El número de ejemplares de cada clase de talla se expresa entre paréntesis. (N): número de ejemplares examinados; (I): inmaduros; (M): machos; (H): hembras; (GMF): individuos que presentan gónadas masculinas y femeninas.

Sexo	N	11-15 cm	16-20 cm	21-25 cm	26-30 cm	31-35 cm	36-40 cm	41-45 cm
I	62	100 (41)	100 (21)					
M	91			58,35 (7)	23,80 (10)	45,70 (37)	50,00 (26)	52,38 (11)
H	102				66,68 (28)	48,20 (39)	48,10 (25)	47,62 (10)
GMF	15			41,65 (5)	9,52 (4)	6,10 (5)	1,90 (1)	

mente maduros y para el conjunto (incluyendo los inmaduros) son los que se indican:

Machos (3 a 8 años): $L_{\infty} = 52,92$ cm; $k = 0,13$; $t_0 = -3,73$.

Hembras (3 a 8 años): $L_{\infty} = 57,59$ cm; $k = 0,10$; $t_0 = -5,33$.

Conjunto (1 a 8 años): $L_{\infty} = 48,48$ cm; $k = 0,18$; $t_0 = -0,58$.

Con estos valores, dichas ecuaciones adoptan las siguientes expresiones:

Machos: $L_t = 52,94 (1 - e^{-0,13(t+3,73)})$

Hembras: $L_t = 57,59 (1 - e^{-0,10(t+5,33)})$

Conjunto: $L_t = 48,48 (1 - e^{-0,18(t+0,58)})$

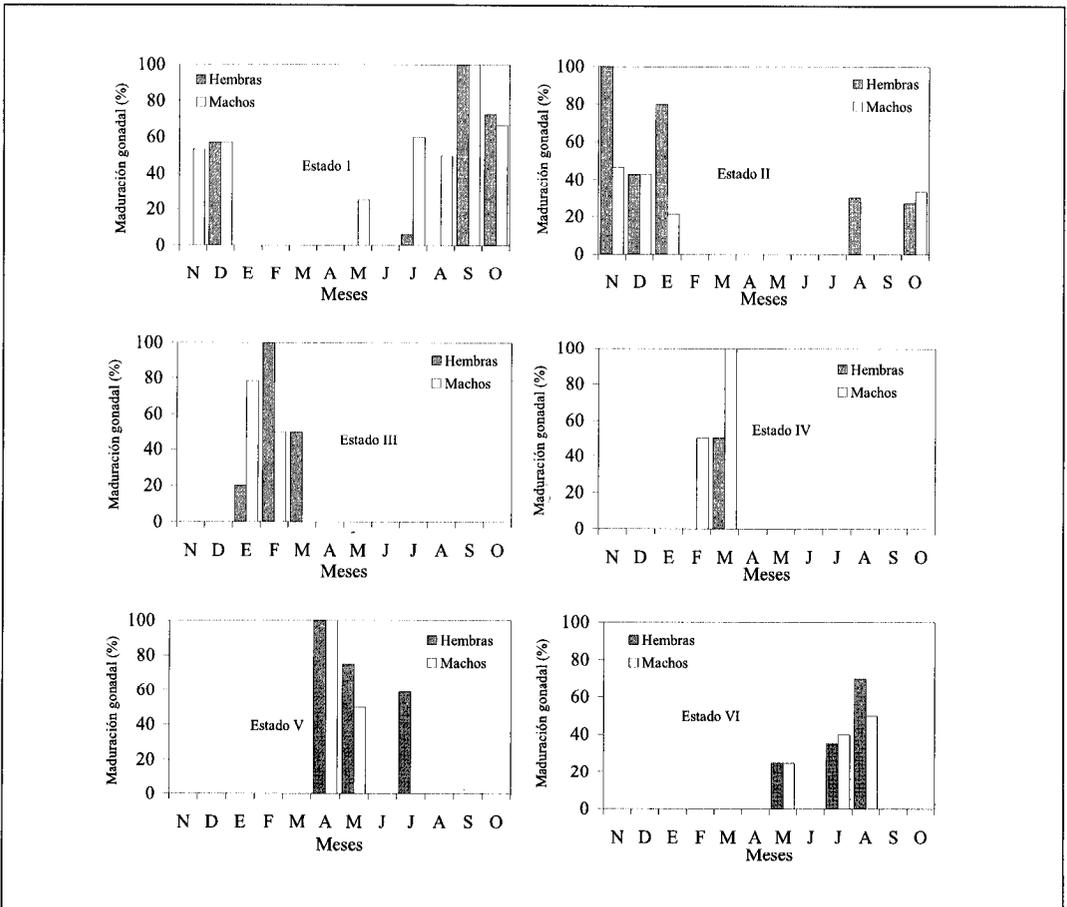


Figura 5. Distribución de los estados de maduración gonadal de *D. sargus* a lo largo del periodo de muestreo.

Se aprecia que la tasa k de crecimiento apenas difiere entre ambos sexos (0,13 en machos y 0,10 en hembras), no así la longitud máxima teórica, que es sensiblemente menor en machos (52,94 cm) que en hembras (57,59 cm); en el conjunto de la población, en el que se incluyeron también los individuos juveniles, el valor de k fue el mayor (0,18) y L_{∞} el menor (48,48 cm).

Los valores de peso máximo teórico calculados para el conjunto $P_{\infty} = a (L_{\infty})^b$ siendo a y b los parámetros de la relación talla-peso obtenida, (Martínez y Villegas, 1992), fueron: $PT_{\infty} = 2285,5$ y $PE_{\infty} = 2099,5$ por lo

que la ecuación de crecimiento en peso de Von Bertalanffy para el conjunto de la población (1 a 8 años) es

$$PT_t = 2285,5 (1 - e^{-0,18(t + 0,58)})^{3,014}$$

$$PE_t = 2099,5 (1 - e^{-0,18(t + 0,58)})^{3,006}$$

siendo PT_t y PE_t los pesos total y eviscerado respectivamente a la edad t .

El incremento en longitud y peso es máximo durante el primer año de vida (figura 4), ralentizándose para hacerse mínimo a partir del quinto. El notable aumento en peso durante su séptimo año de vida (285 g) no se corresponde con el mismo incremento relativo.

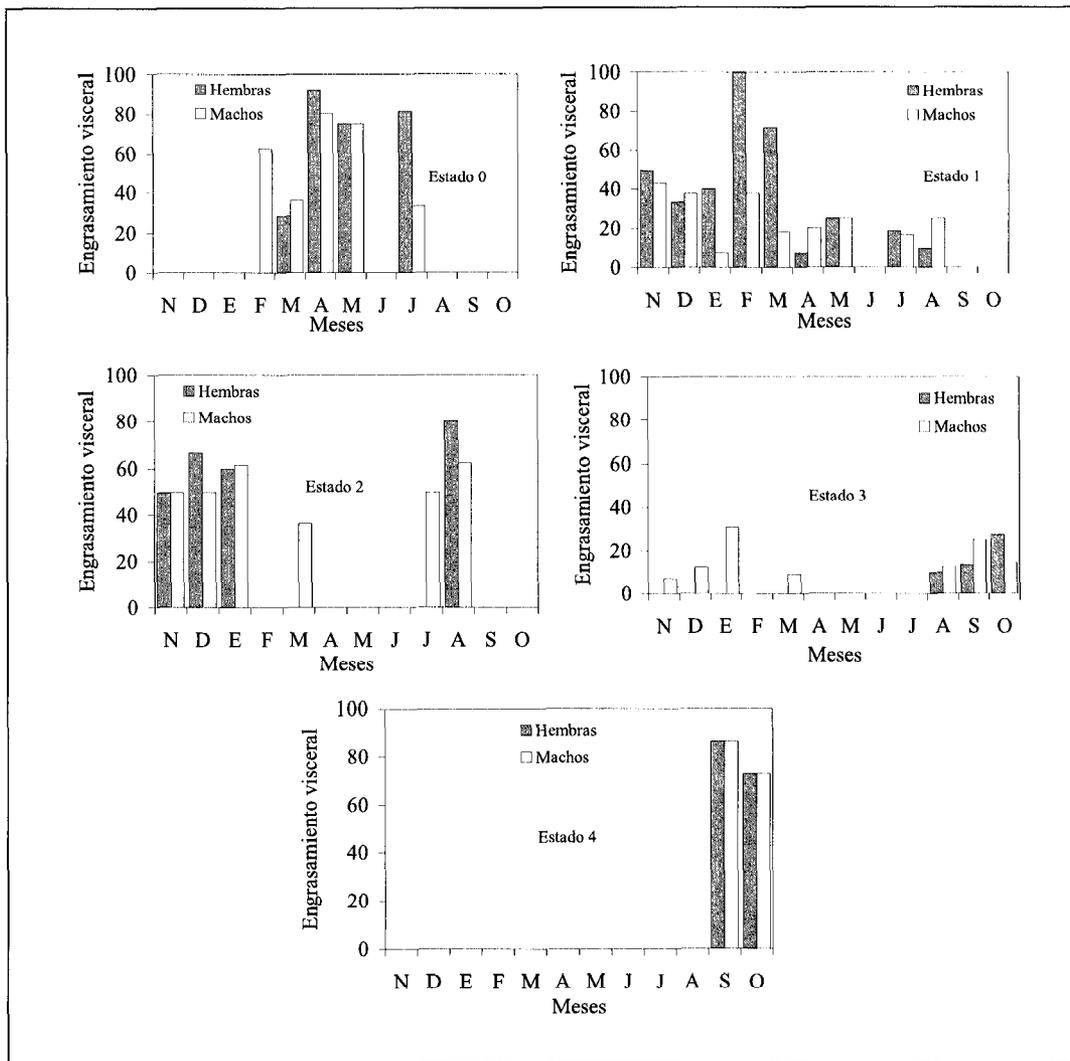


Figura 6. Distribución de los estados de engrasamiento perivisceral de *D. sargus*.

Reproducción

De los 270 ejemplares analizados, 62 son sexualmente inmaduros (23 %), 91 hembras (33,7 %), 102 machos (37,7 %) y 15 presentan gónadas masculinas y femeninas simultáneamente (5,6 %). La proporción sexual machos/hembras a partir del momento en que las gónadas se reconocen macroscópicamente (tercer año de vida) es 0,89 y es 1,8 si se considera que los inmaduros son todos machos.

D. sargus madura sexualmente a partir de 21 cm LT (tercer año de vida) apareciendo, una vez alcanzada esta talla, individuos que presentan gónadas masculinas y femeninas simultáneamente, y desarrollándose otros como machos; en el cuarto año,

y con tamaño superior a 25 cm, se produce inversión sexual y gran parte de ellos se desarrollan como hembras (tabla III).

La evolución mensual del grado de maduración y del engrasamiento visceral (figuras 5 y 6) y de los índices IGS, IHS, Fc, Fs (figura 7) pone de manifiesto que la maduración sexual comienza en noviembre y la freza se produce de abril a junio, entrando en reposo gonadal en verano y parte del otoño.

El desgaste energético de la freza manifestado por las oscilaciones de los índices hepatosomático (IHS), factores de condición (Fc) y somático (Fs), es muy alto en la época de puesta, siendo mayor y de recuperación más lenta en los machos que en las hembras (figura 7).

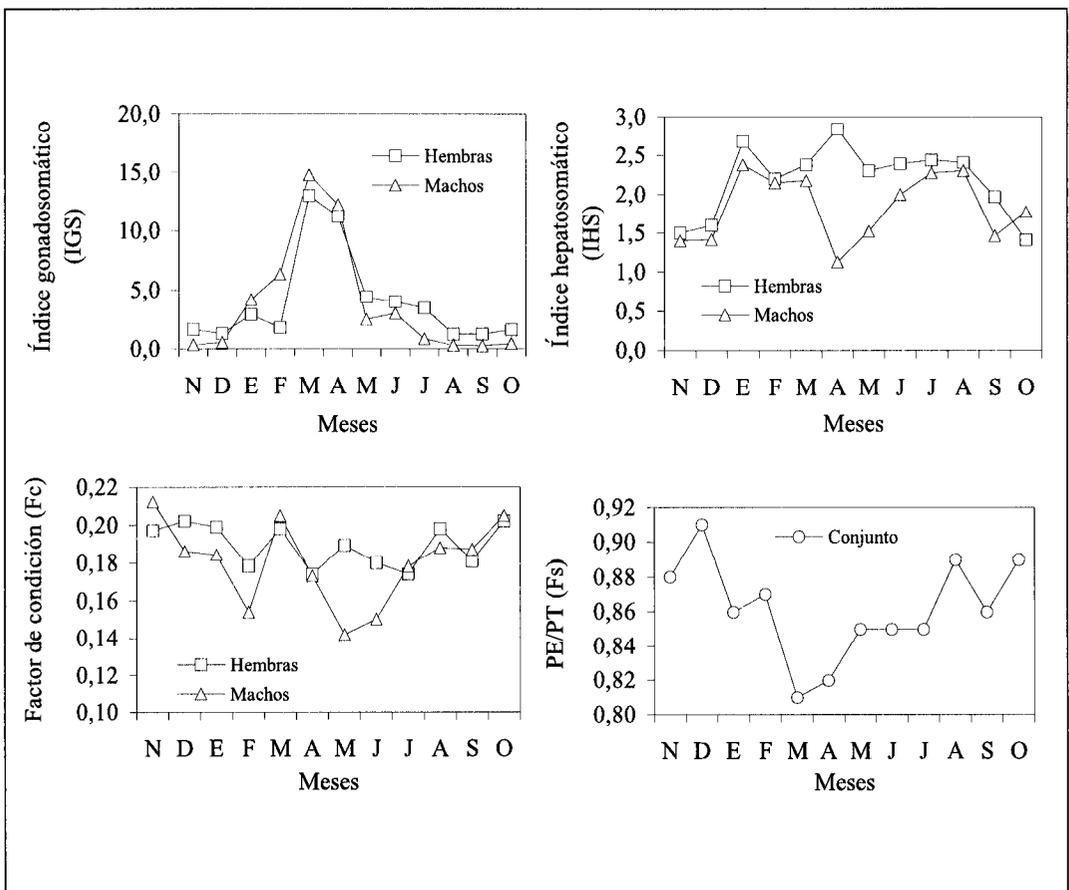


Figura 7. Valores mensuales medios de los índices gonadosomático, hepatosomático, factor de condición y factor somático de *D. sargus* en aguas asturianas.

La puesta es parcial y la maduración de los ovocitos progresiva (figura 8) alcanzando en gónadas no hidratadas un tamaño máximo de 1 050 μm , que coincide con el tamaño de los huevos recogido en el plancton (Tortonese, 1970).

La fecundidad total osciló entre 64 650 y casi 536 360 ovocitos/pez con valor medio de $250\,373 \pm 146\,262$ ovocitos/pez (tabla IV), mientras que la relativa varió entre 646 y 3 610 ovocitos/g de gónada ($1\,866 \pm 819$ ovocitos/g de gónada) y entre 60 y 556 ovo-

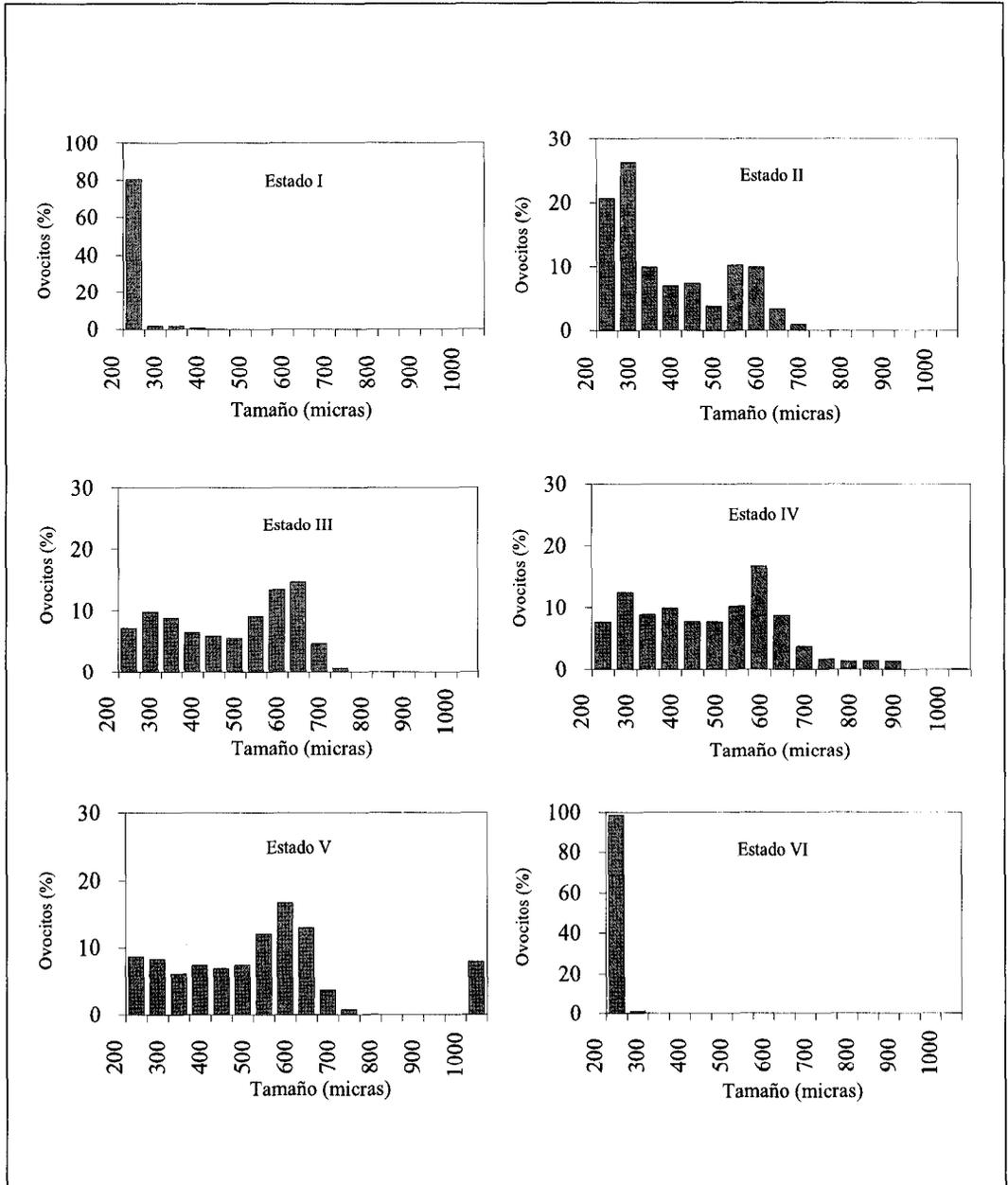


Figura 8. Distribución del tamaño de los ovocitos en gónadas de distinto estado de desarrollo de *D. sargus*.

Tabla IV. Fecundidad absoluta y relativa de *D. sargus* en las costas asturianas.

Fecundidad absoluta total	Fecundidad relativa g/gonada	Fecundidad relativa g/pez	Edad (años)	Peso eviscerado (g)	Peso gonadal (g)	Talla LT (cm)
209 400	3 610	385	6	543,6	58,0	33,5
433 480	2 717	556	8	778,7	159,5	34,0
213 400	2 073	318	6	669,6	102,9	34,0
81 250	949	88	-	977,0	95,3	35,0
150 640	1 673	181	8	917,3	85,6	36,5
187 440	2 389	225	7	830,1	78,4	36,5
98 000	961	89	8	1 092,1	101,9	37,0
536 360	1 849	515	-	1 040,6	290,0	39,0
321 000	1 869	223	8	1 434,4	171,7	40,0
64 650	646	60	10	1 061,1	100,0	40,0
446 000	2 646	340	-	1 311,0	168,5	40,5
301 000	2 146	259	-	1 161,5	140,2	41,0
370 000	1 924	254	8	1 454,2	192,3	43,0
92 600	673	68	10	1 351,9	1 364,5	44,0

citios/g de pez (254 ± 152 ovocitos/g de pez).

DISCUSIÓN

La distribución de tallas en las capturas indica que la selección de esta especie por el arte de palangre tradicional no se inicia hasta que el pez alcanza unos 21 cm LT (2 años) debido principalmente a que los jóvenes viven cerca de la orilla y los adultos en áreas más profundas, como ha sido señalado para otros miembros de esta familia (Tortonese, 1970; Bauchot y Daget, 1971); es esta selección completa con 30 cm LT (5 años).

El crecimiento de *Diplodus sargus* en nuestras costas es mayor que el observado por Man-Wai y Quignard (1982) para la mayoría del sargo del Mediterráneo; sin embargo, estos mismos autores apuntan la presencia de ejemplares que denominan de crecimiento rápido los cuales alcanzan un tamaño, para la misma edad, semejante a los de la zona asturiana (figura 9).

El periodo reproductivo coincide en época (finales de primavera-principios de verano) y duración (tres meses) con el observado en el golfo de León por Man-Wai

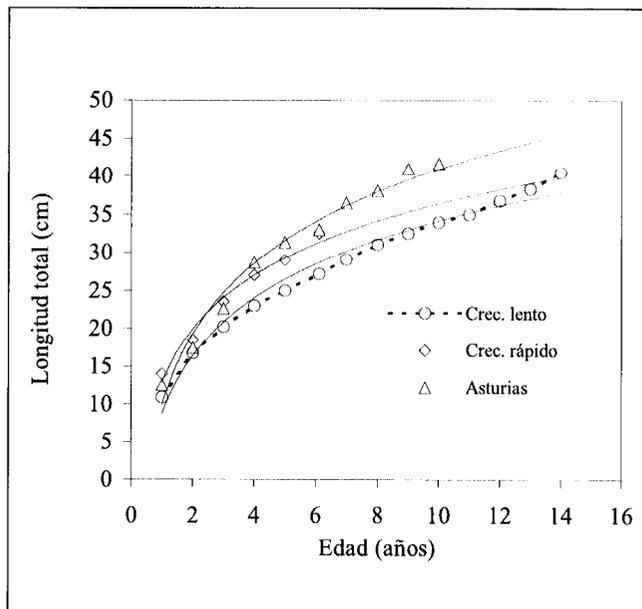
y Quignard (1982); sin embargo, en latitudes con aguas más cálidas (19-26 °C, en Suráfrica) la puesta se prolonga durante ocho meses (Joubert, 1981).

La grasa perintestinal se consume en ambos sexos durante la elaboración y emisión de los productos sexuales, pero mientras las hembras la consumen preferentemente durante la maduración, los machos lo hacen también durante la época de freza, quizás debido a una detención de la alimentación y alteración consiguiente de su metabolismo, como ocurre en otras especies (Iles, 1984).

La maduración sexual se produce más tarde (20 cm LT) que lo señalado por Joubert (1981) en las costas de Suráfrica (17 cm LT).

A nivel macroscópico no se aprecia el sexo de los ejemplares aun inmaduros, para lo que siempre es necesario recurrir a cortes histológicos; por ello, no podemos confirmar las observaciones de Ancona (1949; en Bertin, 1958) y Yamamoto (1969) sobre el hermafroditismo proterándrico de esta especie o de otras de la familia de los espáridos (Bonnet, 1969; Buxton y Garrat, 1990; González Pajuelo y Lorenzo Nespereira, 1994 o Lissia-Frau, 1968, entre otros); el hecho de la ausencia de hembras en los

Figura 9. Curvas de crecimiento de varias poblaciones de *D. sargus* en distintas áreas geográficas: crecimiento lento y rápido (golfo de León) (Man-Wai y Quignard, 1982) y población asturiana (norte de España).



tamaños más pequeños (menos de 25 cm LT) y la presencia de ejemplares con tejido ovárico y testicular simultáneamente frente a machos y bisexuales apunta en este sentido. Así, en su primera maduración sexual (20 cm LT) la mayoría se desarrollan como machos y otros presentan ambas gónadas; a partir de 25 cm LT se desarrollan como hembras y los individuos que presentan ambas gónadas son escasos a partir de 35 cm LT.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboussouan, A. y J. Lahaye. 1979. Les potentialités des populations ichthyologiques. Fécondité et Ichthyoplancton. *Cybium* serie 3, 6: 29-46.
- Bauchot M. L. y J. Daget. 1971. Les *Diplodes* (Pisces, Sparidae) du groupe *cervinus-fasciatus*. *Cah. ORSTOM. Ser. Oceanogr.* IX (3): 319-338.
- Bertalanffy, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.* 10 (2): 181-213.
- Bertin, L. 1958. Sexualité et fécondation. En: *Traité de Zoologie. Anatomie, systématique, biologie* XIII (2). Masson & Cie, ed. Paris: 1584-1652.
- Bonnet, M. 1969. Les sparides des côtes nord-ouest africaines. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 33 (1): 97-116.
- Buxton, C. D. y P. A. Garrat. 1990. Alternative reproductive styles in seabreams (Pisces Sparidae). *Environ. Biol. Fishes* 28: 113-124.
- Fischer, W. y F. Balboutin. 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. *Berichte Der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission Fuer Meeresforschung* 21: 56-77.
- González Pajuelo, J. M. y J. M^a Lorenzo Nespereira. 1994. Parámetros biológicos del besugo *Pagellus acarne* (Pisces: Sparidae) en Gran Canaria (islas Canarias). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 10 (2): 155-164.
- Holden, M. I. y D. F. S. Raitt. 1975. Manual de Ciencia Pesquera. Parte II. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *FAO. Documentos Técnicos de Pesca* 115: 211 pp.
- Iles, T. D. 1984. Allocation of Resources to Gonad and Soma in Atlantic Herring *Clupea harengus* L. En *Fish Reproduction. Strategies and tactics*. Pott and Wooton (eds.). Academic Press. Londres: 331-346.
- Joubert, C. S. W. 1981. Aspects of the biology of five species of inshore reef fishes on the Natal coast of South Africa. *Investigational Report. Oceanographic Research Institute (Durban)* 52: 16 pp.
- Lissia-Frau, A. M. 1968. Le manifestazioni della sessualità negli Sparidi (Teleostei, Perciformes). *Studi Sassaesi* 46: 243-261.
- Man-Wai, L. e I. P. Quignard. 1982. Le sars *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758) du Golfe du Lion:

- Croissance et caractéristiques des débarquements aux criées de Sète et du grand du Roi. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit* 46 (3): 173-194.
- Martínez, C. y M.^a L. Villegas. 1992. Caracterización morfológica de *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758) (F. Sparidae) de las costas asturianas (N de España). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 8 (2): 317-326.
- Paz, R. de la. 1975. Systématique et phylogénese des Sparidae du genre *Diplodus* Raf. (Pisces, Teleostei). *Trav. Doc. ORSTOM* 45: 1-96.
- Perodou, J. B. y D. Nedelec. 1982. Croissances des dorades grises. *ICES*: 21 pp.
- Simpson, A. C. 1951. The fecundity of the plaice. *Fishery Investigations. Ministry of Agriculture and Fisheries. Series II XVII* (5): 27 pp.
- Tortonese, E. 1970. *Osteichthyes. Pesci ossei Fauna d'Italia XI*. Ed. Calderini. Bologna: 567 pp.
- Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. En: *Fish Physiology*. Hoard and Randall (eds.). Academic Press. Londres III: 117-175.

Recibido en noviembre de 1995. Aceptado en diciembre de 1996.