

Estudio de la sexualidad del lenguado, *Solea vulgaris* (Pisces, Soleidae), en el Atlántico centro-oriental

J. A. GONZÁLEZ*, M. A. CALDENTEY**, C. M. HERNÁNDEZ*

*Cabildo Insular de Gran Canaria. Centro de Tecnología Pesquera. Departamento de Cultivos Marinos. Apdo. 56. 35200 Telde (Las Palmas). Islas Canarias. **Universidad de La Laguna. Facultad de Biología. Departamento de Biología Animal (Ciencias Marinas). 38200 La Laguna. Tenerife. Islas Canarias

(Aceptado el 13 de abril de 1989)

GONZÁLEZ, J. A., CALDENTEY, M. A. & HERNÁNDEZ, C. M., 1990. A sexuality study of the common sole, *Solea vulgaris* (Pisces, Soleidae), in Eastern Central Atlantic. *Vieraea* 19: 225-231

ABSTRACT: The minimum length at first maturation of female soles in the NW coast of Africa has been determined. The method consists of two steps: spawning season determination and maturity logistic curve elaboration. The spawning season determination was carried out by the study of monthly variation in the percentage of mature specimens and the mean value of the gonadosomatic index. The spawning season occurs from October to April, the peak occurring from January to March. The ratio maturation/length shows the minimum at first maturation in 203 mm.

Key words: Sexuality, Pisces, Pleuronectiformes, Soleidae, *Solea vulgaris*, Central-eastern Atlantic.

RESUMEN: Se ha determinado la talla mínima de primera madurez de hembras de lenguado de la costa NO de África. El método consta de dos etapas: determinación de la época de puesta y elaboración de la curva logística de madurez sexual. La determinación del período de freza se ha realizado por medio de la evolución mensual de dos índices: porcentaje de estados maduros e índice gonadosomático medio. Tiene lugar entre Octubre y Abril; la freza masiva ocurre en Enero-Marzo. De la relación entre maduración y talla se deduce una talla mínima de 203 mm. Palabras clave: Sexualidad, Pisces, Pleuronectiformes, Soleidae, *Solea vulgaris*, Atlántico centro-oriental.

INTRODUCCION

Al margen de los cefalópodos, los peces planos (Heterosomata Pleuronectiformes) constituyen uno de los recursos bentónicos de importancia pesquera en el área del NO de África, destacando por su frecuencia y abundancia los soleidos, fundamentalmente el lenguado *Solea vulgaris* Quensel, 1806.

En el NO de África, la edad y el crecimiento de esta especie fueron estudiados por GONZÁLEZ & CARRILLO (1985), mientras que su régimen alimentario fue determinado por GONZÁLEZ (1985). En el presente trabajo, se estudian diversos parámetros reproductivos del

lenguado de este sector del Atlántico centro-oriental.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron un total de 1418 ejemplares (847 hembras), que fueron capturados mediante artes de arrastre en la costa NO de Africa. En la tabla I se indica la distribución de ejemplares y rango de tallas en función de la fecha, lugar y profundidad de captura.

En general, en todos los ejemplares examinados se determinaron, entre otros parámetros, la talla o longitud total (L, en mm), peso gonadal (Pg, en g con precisión de 1/10 g), sexo y fase de madurez sexual. Para caracterizar este último parámetro se tomó en consideración la escala de madurez sexual de cinco puntos para reproductores parciales, propuesta por HOLDEN & RAITT, eds. (1975).

La determinación del período de puesta se realizó mediante el análisis conjunto de la evolución mensual del porcentaje de hembras sexualmente maduras y del índice gonado-somático (IGS) medio. Además, dentro de los valores elevados, los porcentajes e índices máximos sirvieron para precisar el período de freza masiva. El porcentaje de hembras maduras se expresó como la proporción de ejemplares en pre-freza más los frezantes, frente al total de hembras. El IGS se calculó como un índice gonadal volumétrico, a partir del Pg y de la L del pez, según la fórmula propuesta por KARTAS & QUIGNARD (1984):

$$\text{IGS} = 10 \cdot \frac{\text{Pg}}{\text{L}^3}$$

Se calculó la fórmula de la curva logística de madurez sexual para hembras, relativa al ciclo estudiado. Para cada clase de talla se obtuvo el porcentaje de hembras maduras (p) (en este caso, pre-freza + freza + post-freza) respecto al total de ejemplares de su clase. Las clases de talla se establecieron a partir de intervalos de talla de 10 mm de rango, denominándose cada clase por el valor del punto medio del intervalo; por ejemplo, la clase de talla de 225 mm comprende los ejemplares mayores de 221 mm y menores a 230 mm.

Los datos fueron ajustados, como hicieron DELGADO & FERNANDEZ (1985), a una curva de tipo sigmoide cuya ecuación viene dada por la expresión:

$$p = 100 / (1 + \exp(-a + b \cdot L))$$

donde a y b son parámetros característicos de la especie que pueden fluctuar con el tiempo. Para la obtención de los valores de a y b es necesario realizar una transformación logarítmica hasta conseguir la expresión de la ecuación de una recta. Por consiguiente, a y b pueden ser obtenidos por el método de mínimos cuadrados. Sin embargo, su obtención presentaría el problema de que los porcentajes iguales a 0 ó a 100 dan un valor transformado indeterminado. Esta dificultad se solventó, como hicieron LOZANO et al. (en prensa), considerando todos los pares de valores excepto cuando $p = 0$ ó $p = 100\%$ y en cuyo rango no se alcancen los valores excluidos.

En el presente estudio, se adoptó, por ser el más utilizado en estudios de biología pesquera y al objeto de poder comparar con los autores, el criterio del 50 %, considerándose como talla de primera madurez sexual la longitud en la que el 50 % de las hembras se encuentran maduras. También se calculó la talla de maduración masiva (DELGADO & FERNANDEZ, 1985; entre otros), definida como la longitud en la que el 95 % de las hembras se hallan maduras. Otros parámetros reproductivos calculados fueron: la talla mínima de primera maduración sexual, definida como la menor talla a la que alguna hembra está madura, y la talla máxima de primera maduración sexual, equivalente a la menor talla a la que el 100 % de hembras están maduras (LARRANETA, 1970).

RESULTADOS

Se trata de una especie manifiestamente diandrica. El examen macroscópico de las gónadas revela que los ovarios tienen aspecto tubular, casi cónico (con la base contigua al gonoporo) y coloración que pasa de amarillenta a anaranjada, rojizos-violáceos cuando están flácidos; se disponen paralelamente y a lo largo del perfil ventral. Por el contrario, los testículos son de muchísimo menor tamaño, presentando morfología globular o lenticular y coloración grisácea a pardusca, si bien en individuos frezantes aparecen más aplanados, de contorno poligonal, brillantes y blanquecino-lechosos. Además, es un hecho habitual que la gónada del flanco cenital se halle más desarrollada que la del flanco nadiral, que a veces llega a atrofiarse.

Dado que el aspecto de los testículos no presenta variaciones suficientemente aparentes en el curso del año, el examen macroscópico de las gónadas no ofrece interés más que para la asignación del estado de madurez de las hembras, como tradicionalmente han considerado los autores (DE VEEN, 1970; GUILLOU, 1978; etc.).

En la tabla II se indican los valores mensuales del porcentaje de hembras sexualmente maduras frente al total de las mismas y los del índice gonado-somático medio, representándose en la figura 1.

En aguas del NO de África, en el ciclo reproductor estudiado, la freza se produce entre, al menos, mediados de octubre y finales de abril, observándose un periodo de freza masiva en enero-marzo.

El número total de hembras, número de hembras maduras y porcentaje de éstas respecto a aquéllas, por clase de talla, muestreadas durante el periodo de puesta, se indican en la tabla III. En la figura 2 se representa la curva logística de madurez sexual obtenida a partir de dichos valores, indicándose en la misma los parámetros de la ecuación correspondiente.

En el ciclo sexual estudiado, las hembras de lenguado presentaron una talla de primera madurez de 203 mm y de maduración masiva de 274 mm. La talla mínima de primera maduración fue de 145 mm y la máxima de primera maduración de 265 mm.

DISCUSION

En las costas británicas, Cunningham (1882) (en LAHAYE, 1972) señala la puesta en invierno-primavera, mientras que Russell (1976) (en RAMOS, 1982) entre febrero y junio, con un máximo en marzo.

DE VEEN (1970) demostró que, desde Bélgica hasta Alemania, el periodo de puesta no permanece constante en el transcurso de los ciclos reproductores y que está muy influenciado por la latitud. Halló que el inicio de la freza está relacionado con un cierto umbral de temperatura (5 °C) y que, en periodos en que la temperatura del fondo es diferente, la época de puesta puede llegar a atrasarse.

En las costas bretonas, LAHAYE (1972) establece la época de puesta entre finales de octubre y abril, señalando que esta puesta prolongada no significa que los individuos frezan en momentos diferentes, sino que la puesta de un mismo individuo se realiza en varios actos, dado que la maduración de los lotes de ovocitos no es simultánea.

En el golfo de Vizcaya, ARBAULT & LACROIX-BOUTIN (1969) señalan que la emisión de la freza presenta un máximo en invierno, mientras que GUILLOU (1978) sitúa la época de puesta entre diciembre y finales de abril, con un máximo a mediados de febrero, si bien detecta ciertos individuos en maduración a finales de mayo; en la misma área, LE BEC (1983) indica que la época de puesta comienza a finales de diciembre y termina a mediados de abril, con un máximo en enero-febrero, estimando que cada hembra emite entre 8 y 12 lotes de huevos por periodo de puesta, a razón de uno por semana, lo que ha sido corroborado por las experiencias de cultivo en Escocia y en Francia.

Por último, en las costas de Castellón, la puesta tiene lugar entre febrero y abril, sobre todo en febrero-marzo (RAMOS, 1982).

Estos datos comparativos ilustran la influencia de la temperatura sobre la freza, lo que explica el frecuente retraso estacional de los periodos de reproducción. El conjunto de los autores y el presente estudio fijan la etapa de freza masiva en el primer trimestre. Por otra parte, el carácter heterocrono (reproductor parcial) de esta especie es evidente.

Respecto a la talla de primera madurez, Holt (1892) (en RAMOS, 1982) señala 272 mm para el Mar del Norte; DE VEEN (1970), 275 mm para las costas belgas, holandesas y alemanas; y RAMOS (1982) 270 mm para el Mediterraneo occidental (Castellón). Estas tallas, tan coincidentes entre si, discrepan mucho de la calculada en el presente trabajo (203 mm) y sin embargo concuerdan con la que hemos denominado talla de maduración masiva (274 mm).

Por otro lado, Bückmann (1934) (en DE VEEN, 1970) indica 269 mm como la talla más pequeña a la que ocurren las primeras puestas en la costa alemana, mientras que GUILLOU (1978) señala una talla de 258 mm para el golfo de Vizcaya, que no concuerdan con la talla mínima de primera maduración (145 mm) obtenida por nosotros, pero si con la máxima de primera maduración (265 mm).

ROFF (1982) afirma que, en pleuronectiformes de mares templados, el inicio de la maduración depende de la talla o de la edad y que este último factor es el más importante en especies de madurez precoz, como sucede con el lenguado. El autor deduce que los cambios ambientales afectarán, al menos inicialmente, a la talla de madurez en estas especies, en las que un acortamiento en la edad de madurez sería impedido, al menos temporalmente, por los constreñimientos genético-fisiológicos del desarrollo ovocitario. Esta hipótesis ha sido comprobada y apoyada por datos históricos de numerosas especies europeas. Añade el investigador que, desgraciadamente, no hay evidencia directa de las causas de los cambios observados en los parámetros reproductivos, aunque De Veen (1976) ha sugerido que el arrastre hace más abundante el alimento y que esta es la causa probable de los cambios en el ciclo vital del lenguado. Concluye el autor que los cambios en los parámetros reproductores del lenguado fueron observados por primera vez en 1963 y por tanto existe evidencia circunstancial de que la intensificación de la pesca puede ser responsable.

Por otra parte, GONZALEZ & CARRILLO (1985), que estudiaron material de la misma zona que nosotros (sometida a intensa sobrepesca), manifestaron una progresiva e importante disminución en la talla de los lenguados capturados, a los que atribuyen un crecimiento más lento que en latitudes más septentrionales. Finalmente, si trasladamos la talla de primera madurez aquí calculada a las ecuaciones de crecimiento para hembras obtenidas por estos autores, resulta una edad de 2.51 a 2.55 años. A este respecto, GUILLOU (1978) señala que, en el golfo de Vizcaya, a la edad de 3 años las hembras comienzan a participar en la puesta, si bien detecta hembras frezantes de 2 años, y que la edad de 4 años es la edad media de las hembras en post-puesta en la primera reproducción. Estos datos pueden considerarse concordantes con los nuestros respecto a la edad de primera madurez y estarían de acuerdo con las barreras genético-fisiológicas propuestas por ROFF (1982).

BIBLIOGRAFIA

- ARBAULT, S. & N. LACROIX-BOUTIN, 1969. Epoques et aires de ponte des poissons téléostéens du golfe de Gascogne en 1965-1966 (oeufs et larves). Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 33 (2): 181-202.
- DE VEEN, J.F., 1970. On some aspects of maturation in the common sole *Solea solea* (L.). Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 21: 78-91.

- DELGADO, A. & M.A.R. FERNANDEZ, 1985. Datos sobre la biología de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb., 1792) capturada por los cerqueros españoles en África Occidental de 1976 a 1982. Simp. int. Afl. O Afr., Inst. Inv. Pesq., Barcelona 1985, v.II: 935-955.
- GONZALEZ, J.A., 1985. Régimen alimentario del lenguado *Solea vulgaris* Quensel, 1806 del noroeste de Africa. Secretariado Publ. Universidad La Laguna. Anuario 83-84. Biol., Farmac. y Medic. Tomo II. Libro 10: 83-94.
- GONZALEZ, J.A. & J. CARRILLO, 1985. Estudio de la edad y crecimiento del lenguado, *Solea vulgaris vulgaris* Quensel 1806, del Noroeste de Africa. Simp. int. Afl. O Afr., Inst. Inv. Pesq., Barcelona 1985, v. II: 921-934.
- GUILLOU, A., 1978. Biologie et niveau d'exploitation des stocks de Langoustine, de Merlu, des Baudroies et de Sole dans le proche Atlantique. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 42 (1-2): 128-153.
- HOLDEN, M.J. & D.F.S. RAITT (eds.), 1975. Manual de ciencia pesquera Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Téc. FAO Pesca, (115) Rev. 1: 211 p.
- KARTAS, F. & J.P. QUIGNARD, 1984. La fécondité des poissons téléostéens. Coll. Biol. Milieux Marins, 5. Ed. Mason, Paris: 121 p.
- LAHAYE, J., 1972. Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes bretonnes. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 36 (2): 191-207.
- LE BEC, C., 1983 (1985). Cycle sexuel et fécondité de la sole *Solea vulgaris* (Quensel, 1806) du golfe de Gascogne. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 47 (3-4): 179-189.
- LOZANO, I.J., M.A. CALDENTEY, J.A. GONZALEZ, J. CARRILLO & J.I. SANTANA, en prensa. Talla de primera madurez sexual de seis espáridos de interés pesquero en Canarias. Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.: 24 p.
- RAMOS, J., 1982. Contribución al estudio de la sexualidad del lenguado, *Solea solea* (Linneo, 1758) (Pisces, Soleidae). Inv. Pesq. 46 (2): 275-286.
- ROFF, D.A., 1982. Reproductive strategies in flatfish: a first synthesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1686-1698.

TABLA I

Distribución de ejemplares estudiados y su rango de tallas (en mm) en función de la fecha, lugar y profundidad (en m) de captura.

NUMERO	TALLA	FECHA	LUGAR	PROFUNDIDAD
13	195-265	15-01-88	La Malvina-Cabo Barbas	
65	225-325	28-01-88	Pta. Elbow	70-72
276	140-295	20-03-88	La Malvina-Cabo Barbas	34-92
53	180-260	13-04-88	La Malvina-Cabo Barbas	
75	85-315	26-04-88	La Malvina-Cabo Barbas	25-54
16	195-240	25-05-88	Arciprés Chico	25-54
153	110-315	04-06-88	Arciprés Chico	25-54
41	160-235	05-07-88	Arciprés Chico-Cabo Barbas	36-40
188	105-310	17-08-88	Pta. Leven-Arciprés Chico	27-36
259	170-377	16-10-88	Arciprés Grande	25-92
163	90-305	16-11-88	Roca Cabrón	32
116	80-380	10-12-88	La Malvina-Las Almenas	25-92

TABLA II

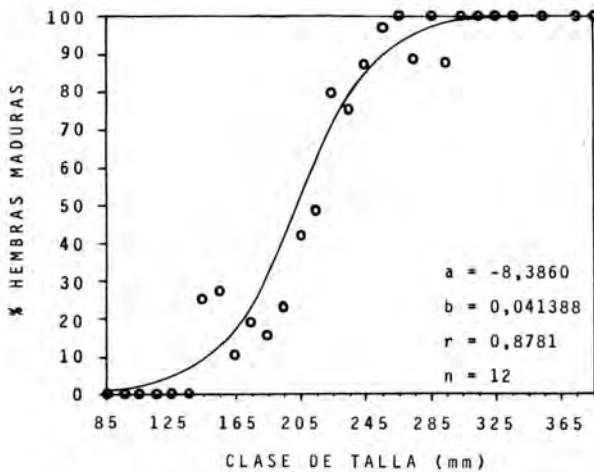
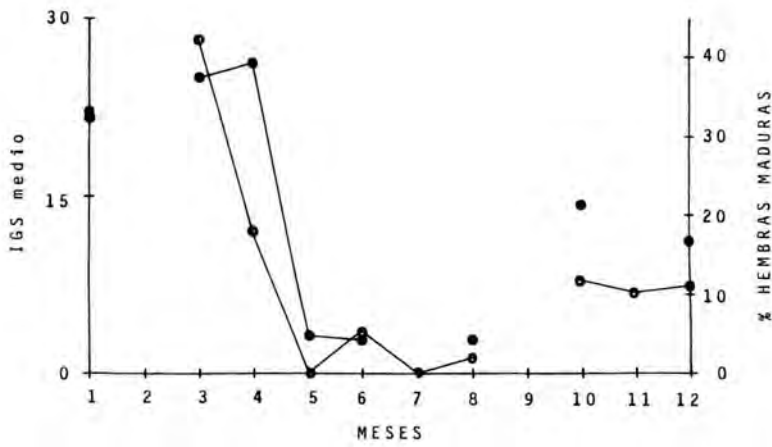
Valores mensuales del porcentaje de hembras sexualmente maduras frente al total de las mismas y del índice gónado-somático (IGS) medio (n = número de ejemplares; s = desviación estándar).

MES	% MADURAS	n	IGS medio	n	s
01	32,76	58	21,91	58	10,15
02	-	-	-	-	-
03	41,84	98	25,59	98	23,61
04	17,78	90	26,85	88	24,02
05	0,00	16	3,94	16	1,22
06	5,19	77	3,73	70	2,71
07	0,00	35	-	-	-
08	1,87	107	3,50	28	3,54
09	-	-	-	-	-
10	11,74	179	14,65	52	8,84
11	10,10	99	-	-	-
12	11,37	88	11,50	49	9,37

TABLA III

Distribución de hembras maduras y porcentaje de las mismas (p), por clase de talla (en mm), en periodo de puesta en 1988.

CLASE DE TALLA	HEMBRAS	HEMBRAS MADURAS	p
85	1	0	0,00
95	2	0	0,00
105	5	0	0,00
115	6	0	0,00
125	3	0	0,00
135	4	0	0,00
145	4	1	25,00
155	22	6	27,27
165	29	3	10,34
175	64	12	18,75
185	66	10	15,15
195	67	15	22,39
205	67	28	41,79
215	54	26	48,15
225	49	39	79,59
235	36	27	75,00
245	39	34	87,18
255	31	30	96,77
265	14	14	100,00
275	18	16	88,89
285	6	6	100,00
295	8	7	87,50
305	4	4	100,00
315	4	4	100,00
325	4	4	100,00
335	1	1	100,00
345	-	-	-
355	2	2	100,00
365	-	-	-
375	1	1	100,00
385	1	1	100,00



FIGS. 1-2. Evolución mensual del porcentaje de hembras maduras (o-o) y del índice gonado-somático medio (●-●). Curva logística de madurez sexual de hembras (a, b = parámetros específicos; r = coeficiente de correlación; n = pares de valores).