

# Edad, crecimiento y reproducción de *Gobio gobio* L. (Pisces, Cyprinidae) en un tramo regulado del río Segura (SE España)

P. A. Miñano, A. García-Mellado, F. J. Oliva-Paterna & M. Torralva

Miñano, P. A., García-Mellado, A., Oliva-Paterna, F. J. & Torralva, M., 2003. Edad, crecimiento y reproducción de *Gobio gobio* L. (Pisces, Cyprinidae) en un tramo regulado del río Segura (SE España). *Animal Biodiversity and Conservation*, 26.1: 67–76.

## Abstract

*Age, growth and reproduction of Gobio gobio L. (Pisces, Cyprinidae) in a regulated stretch of the Segura river (SE Spain).*— The age, growth and reproduction of *Gobio gobio*, were studied during a period of two years in a section of the Segura River regulated by the effect of a small upstream hydroelectric power station. A total of 254 specimens were caught monthly by electrofishing. The studied population showed a maximum of six age classes in females (0+–5+) and five in males (1+–5+). All females were mature at 2+ age class, whereas only 62.5% 2+ males showed mature gonads. During the studied period, both sexes showed maximum values of Gonadosomatic Index in May and spawn was different between the two studied periods. Compared with other populations, the studied population from a regulated locality is characterized by a non-seasonal body condition cycle and low captures of juvenile fish (0+, 1+) probably due to the effect of washing produced by drastic and unpredictable flow changes.

Key words: *Gobio gobio*, Life-history, Growth, Reproduction.

## Resumen

*Edad, crecimiento y reproducción de Gobio gobio L. (Pisces, Cyprinidae) en un tramo regulado del río Segura (SE de España).*— La edad, crecimiento y reproducción de *Gobio gobio*, ha sido estudiada a lo largo de dos años en un tramo del río Segura regulado por una pequeña central hidroeléctrica. Mediante pesca eléctrica fueron capturados, mensualmente, un total de 254 ejemplares. Las hembras presentaron seis clases de edad (0+–5+) mientras que los machos presentaron cinco clases (1+–5+). Todas las hembras de clase de edad 2+ resultaron maduras mientras que los machos 2+ resultaron maduros en un 62,5% de los casos. Durante el periodo de estudio, ambos sexos presentaron los máximos valores del Índice Gonadosomático durante los meses de mayo aunque el desove resultó diferente entre los dos periodos estudiados. En comparación con otras poblaciones, la población estudiada en un tramo regulado del río se caracteriza por no presentar un ciclo estacional en la condición somática y bajas capturas de ejemplares juveniles (0+, 1+) debido, probablemente, al efecto de lavado provocado por los drásticos e impredecibles cambios en el caudal.

Palabras clave: *Gobio gobio*, Estrategias de vida, Crecimiento, Reproducción.

(Received: 9 IV 02; Conditional acceptance: 22 VII 02; Final acceptance: 3 II 03)

P. A. Miñano\*, A. García-Mellado, F. J. Oliva-Paterna & M. Torralva, Dept. de Zoología y Antropología Física, Fac. de Biología, Univ. de Murcia, 30100-Murcia, España (Spain).

Corresponding author: P. A. Miñano. E-mail: paminano@um.es

## Introducción

*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758), es un ciprínido de pequeño tamaño que raramente supera los 150 mm de longitud. Su hábitat más característico es el curso medio de los ríos donde tiene preferencia por tramos de corriente con fondos arenosos o de grava, siendo indicador de una buena calidad de las aguas (DOADRIO, 2001). No obstante, también puede encontrarse en ambientes lénticos y someros como las colas de ciertos embalses. Es una especie gregaria y bentónica que se alimenta básicamente de macroinvertebrados. Su distribución nativa ocupa la mayor parte de Europa, siendo introducido en la península ibérica en el siglo XIX, donde se aclimató extendiéndose rápidamente por nuestros ríos (LOBÓN-CERVIÁ et al., 1991). Si bien, DOADRIO (2001) atribuye un carácter autóctono a las poblaciones de las cuencas del Ebro y Bidasoa, la presencia de *Gobio gobio* en la Cuenca Hidrográfica del Segura es, al igual que la de *Carassius auratus* L., 1758 (MAS, 1986; GARCÍA DE JALÓN et al., 1992) y *Chondrostoma polylepis* Steindachner, 1864 (TORRALVA & OLIVA-PATERNA, 1997), resultado de la transferencia de agua entre la Cuenca Hidrográfica del Tajo y el Segura (Trasvase Tajo-Segura).

El carácter de especie introducida en la Cuenca del Segura hace que el estudio de su estrategia de vida presente una importancia notable debido, principalmente, a las posibles repercusiones o influencias que pueda tener sobre las especies autóctonas de dicha Cuenca (ELVIRA, 1998b). A su vez, si bien existen antecedentes de estudios sobre las estrategias que presentan poblaciones de la especie localizadas en otras cuencas hidrográficas de la península (LOBÓN-CERVIÁ & TORRES, 1983; LOBÓN-CERVIÁ et al., 1991), en el presente estudio se presentan los primeros datos sobre el crecimiento y la reproducción de la especie en la Cuenca del Segura.

Asimismo, a pesar de que la regulación del caudal en los ríos de la península ibérica ha sido puesto de manifiesto en sucesivas ocasiones como uno de los principales problemas sobre su ictiofauna (ELVIRA, 1996, 1998a), pocos son los estudios sobre los efectos provocados por este tipo de perturbación sobre las poblaciones de peces (CAMARGO & GARCÍA DE JALÓN, 1990; GARCÍA DE JALÓN et al., 1992; 1994; TORRALVA et al., 1997; ALMODÓVAR & NICOLA, 1999). En el presente estudio se analiza la estrategia de *Gobio gobio* en un área donde las condiciones del medio se ven afectadas por continuas sueltas de agua, procedentes de una central hidroeléctrica, y caracterizada por la predominancia de una especie autóctona de la cuenca, *Barbus sclateri* Günther, 1868.

## Material y métodos

El área de estudio se encuentra localizada en un tramo de 500 m del río Segura a 44 km de la cabecera en el Sector 2 de los definidos por VIDAL-

ABARCA et al. (1990). Dicha zona se encuentra sometida a una fuerte regulación de su caudal debido a las descargas de agua procedentes de una central hidroeléctrica, localizada aguas arriba de la zona de estudio, la cual regula el flujo de agua en función de las necesidades de fluido eléctrico. Los cambios provocados por dicha regulación en el hábitat acuático de la localidad de estudio son drásticos. Así, con determinadas descargas de agua se pasa de una anchura media del cauce de 12,5 m y una profundidad media de 19 cm a una anchura media de 17,5 m de ancho y 1,5 m de profundidad al procederse la descarga (TORRALVA, 1996). En la figura 1 se puede observar la evolución diaria de los caudales, provocados por dicha central eléctrica, durante el periodo de estudio. Para más detalles sobre la localidad de muestreo revisar TORRALVA et al. (1997).

Mediante pesca eléctrica (200–350 V, 1–3 A) fueron capturados un total de 254 ejemplares de la especie *Gobio gobio* (101 machos y 153 hembras). Las muestras fueron tomadas con periodicidad mensual entre el mes de septiembre de 1989 y septiembre de 1991. Sin embargo, no fueron capturados ejemplares de esta especie durante los meses de octubre de 1989, agosto de 1990 y febrero, marzo y junio de 1991. Tras su captura los especímenes fueron fijados en formaldehído al 4% y transportados al laboratorio donde fueron medidos [longitud furcal (Lf) y longitud estándar (Ls)  $\pm$  1 mm], pesados [peso húmedo total (Pt) y peso húmedo eviscerado (Pe)  $\pm$  0,01 g] y sexados mediante observación directa de las gónadas.

De cada ejemplar se obtuvo una muestra de escamas (obtenidas del flanco izquierdo entre el inicio de la aleta dorsal y la línea lateral) para la determinación de la edad. El análisis del retrocálculo ha sido realizado aplicando el criterio de BAGENAL & TESCH (1978). El cálculo de las tasas instantáneas de crecimiento en longitud (g) se realizó según WOOTTON (1998):

$$g = (\log_e L_{t_2} - \log_e L_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

siendo  $L_{t_2}$  la longitud media retrocalculada final,  $L_{t_1}$  la longitud media retrocalculada inicial y  $t_2 - t_1$  el periodo de tiempo transcurrido.

La relación entre la longitud y el peso se calculó para el total de los ejemplares capturados y para machos y hembras sexualmente maduros por separado, según la relación:

$$Pe = a Lf^b$$

siendo Pe el peso húmedo eviscerado, Lf la longitud furcal, "a" una constante y "b" el exponente. La existencia de diferencias significativas en esta relación entre los sexos fue determinada mediante análisis de covarianzas (ANCOVA,  $p < 0,05$ ) (SOKAL & ROHLF, 1981). A su vez, la isometría ( $b = 3$ ) o alometría ( $b \neq 3$ ) de la curva fue contrastada mediante un test de Student (SOKAL & ROHLF, 1981).

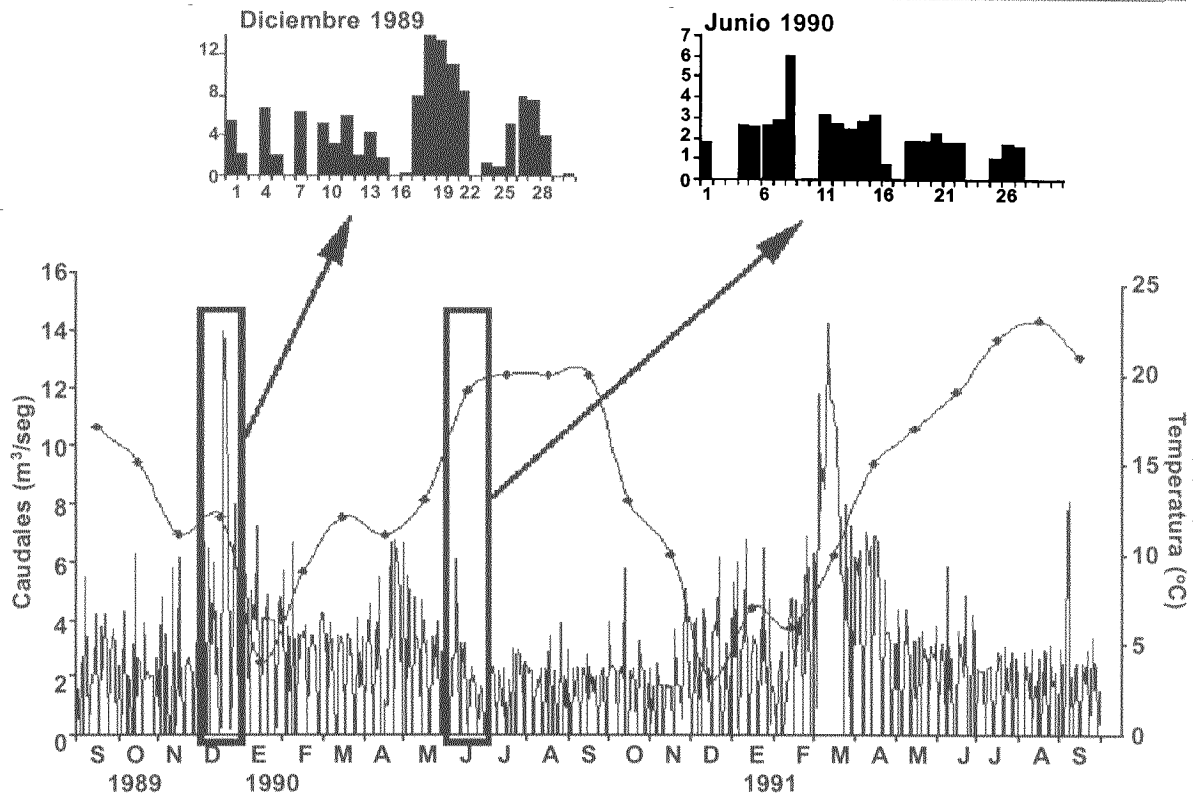


Fig. 1. Tasa diaria del caudal ( $m^3 s^{-1}$ ) y temperatura media mensual ( $^{\circ}C$ ) en el área de muestreo durante el periodo de estudio. Se muestra en detalle el caudal diario durante los meses de diciembre de 1989 y junio de 1990: S. Septiembre; O. Octubre; N. Noviembre; D. Diciembre; E. Enero; F. Febrero; M. Marzo; A. Abril; M. Mayo; J. Junio; J. Julio; A. Agosto.

Fig. 1. Daily flow rate ( $m^3 s^{-1}$ ) and mean; monthly temperature ( $^{\circ}C$ ) in sampling area along the study period. Daily flow during December 1989 and June 1990 detailed in inset: S. September; O. October; N. November; D. December; E. January; F. February; M. March; A. April; M. May; J. June; J. July; A. August.

La condición somática (K) se ha obtenido mediante una modificación del índice de condición de Fulton (BAGENAL & TESCH, 1978; VAZZOLER, 1996):

$$K = Pe / Lf^b (10^2)$$

donde "b" es el exponente de la relación longitud-peso, Pe y Lf son el peso húmedo eviscerado y la longitud furcal respectivamente. A su vez, se comprobó la independencia del índice con la longitud de los ejemplares (Análisis de regresión,  $p > 0,05$ ) (SOKAL & ROHLF, 1981).

Las gónadas de cada ejemplar fueron clasificadas como inmaduras, en proceso de maduración, maduras y post-reproductoras, mediante los caracteres visuales que presentaron según la escala propuesta por VAZZOLER (1996) para la determinación del estado de madurez gonadal. De esta forma, la longitud y edad de primera maduración han sido determinadas mediante la representación por

edades y tallas del estado de madurez gonadal y del índice gonadosomático durante el periodo reproductor.

El desarrollo gonadal ha sido estudiado mediante el cálculo del índice gonadosomático (Ig) (WOOTTON, 1998):

$$Ig = 100 Pg / Pt$$

donde Pg es el peso de la gónada y Pt el peso húmedo total.

El estudio del ciclo ovular se ha realizado mediante el método gravimétrico propuesto por BAGENAL (1978). No han sido detectadas diferencias significativas en el diámetro y número de huevos según su localización en la gónada o entre ambos ovarios (ANOVA,  $p > 0,05$ ) por lo que los oocitos presentes en una submuestra de la zona media del ovario (5% del peso total de la gónada) fueron contados y medidos ( $\pm 0,05$  mm). Para ello, cada muestra fue

tratada con solución de Gilson (BAGENAL, 1978) con la finalidad de reblandecer el tejido gonadal y, de esta forma, disgregar los oocitos. Finalmente, la muestra era procesada en una lupa binocular cuyo ocular izquierdo presentaba una regleta calibrada de 10 mm para facilitar la medición de los oocitos observados.

## Resultados

### Edad y crecimiento anual

La estructura poblacional de los ejemplares capturados muestra seis clases de edad para las hembras (0+ – 5+) y cinco clases para los machos (1+ – 5+). El mayor número de ejemplares capturados, en ambos sexos, fueron los pertenecientes a la clase de edad 3+, representando un 39,8% de las capturas en los machos y un 45,3% en las hembras (tabla 1). Las longitudes máximas observadas han sido de 98 mm (Lf) en un macho capturado en el mes de diciembre de 1989 y de 101 mm (Lf) para una hembra capturada en el mes de octubre de 1990.

La relación entre la longitud furcal y el radio total de la escama resultó lineal en ambos sexos ( $L_f = 1,541 + 0,135R_t$ ;  $r = 90\%$ ;  $F(1,230) = 887,416$ ;  $p < 0,0005$ ). No fueron detectadas diferencias significativas en esta relación entre ambos sexos (ANCOVA,  $F(1,231) = 0,322$ ,  $p = 0,571$  de la pendiente) por lo que fueron tratados de forma conjunta. De esta forma, la ecuación obtenida para el retrocálculo es la siguiente:

$$L_n = [R_n / R_t (L_f - 1,541)] + 1,541$$

siendo  $L_n$  la longitud a la edad "n",  $R_t$  el radio total de la escama,  $R_n$  el radio de la escama a la edad "n" y "1,541" la ordenada en el origen de la relación

Tabla 1. Distribución de machos (M) y hembras (H) de *G. gobio* capturados en el río Segura por clases de edad.

Table 1. Distribution of *Gobio gobio* males (M) and females (H) caught in the Segura River grouped in age classes.

Edad	M (%)	H (%)
0+	–	2,9
1+	11,8	11,5
2+	35,5	31,7
3+	39,8	45,3
4+	11,8	7,9
5+	1,1	0,7

lineal obtenida entre el radio total de la escama ( $R_t$ ) y la longitud furcal ( $L_f$ ). De esta forma, en la tabla 2 se muestran las longitudes retrocalculadas para machos y hembras de forma independiente ya que fueron detectadas diferencias significativas entre ambos sexos en las longitudes retrocalculadas de las clases de edad 1+ y 2+ (t de Student,  $t_{1+} = -8,044$ ,  $gl = 226$ ,  $p < 0,0005$ ;  $t_{2+} = -2,363$ ,  $gl = 199$ ,  $p = 0,019$ ).

El cálculo de las tasas instantáneas de crecimiento muestra un elevado crecimiento de los ejemplares más jóvenes descendiendo a medida que avanzan en edad. Los machos presentaron tasas superiores a las hembras durante los primeros años de vida, estabilizándose a los 3 años, edad a la cual el 100% de ejemplares fueron maduros (tabla 2).

### Relación longitud–peso

La relación entre la longitud y el peso que mejor ajuste presentó viene dada por la siguiente ecuación:

$$P_e = 0,014 L_f^{2,8437}$$

( $R^2 = 0,885$ ;  $p < 0,05$ ;  $n = 228$ )

Ambos sexos se estudiaron conjuntamente ya que no fueron detectadas diferencias significativas entre ellos (ANCOVA,  $F(1,227) = 0,01$ ,  $p = 0,920$ ). Los datos reflejaron un crecimiento alométrico de la población estudiada ( $b \neq 3$ ;  $t = -2,294$ ,  $gl = 226$ ,  $p < 0,05$ ).

### Condición somática

Ambos sexos mostraron una dinámica temporal similar en el ciclo de la condición somática (Análisis de correlaciones,  $r = 0,890$ ,  $p < 0,0005$ ). No obstante, los machos presentaron valores superiores en condición para el total de los ejemplares capturados (ANOVA,  $F(1,227) = 7,668$ ,  $p = 0,006$ ). Sin embargo, no se ha observado un patrón estacional claro en el ciclo de la condición somática en ninguno de los dos sexos (fig. 2). Únicamente se observa un incremento significativo (ANOVA,  $F(3,51) = 18,696$ ,  $p < 0,001$ ) en las hembras durante los meses previos a la reproducción (enero–abril) del año 1990. Dicho incremento no ha sido observado en los machos (ANOVA,  $F(3,21) = 2,593$ ,  $p > 0,05$ ).

### Proporción de sexos

En la zona de estudio la proporción de sexos para el total de ejemplares capturados ha resultado significativamente favorable a las hembras ( $\chi^2 = 10,64$ ; 1  $gl$ ;  $p < 0,05$ ), siendo la proporción resultante de 0,66:1.

### Longitud y edad de primera madurez

Del total de ejemplares estudiados durante el periodo reproductor, el 100% de individuos 1+ de

Tabla 2. Longitudes medias retrocalculadas (mm), incremento anual del crecimiento y tasas instantáneas de crecimiento de los machos y hembras de *G. gobio*. Los números romanos indican las edades a las que han sido retrocalculadas las longitudes: g. Tasa instantánea de crecimiento.

Table 2. Mean back-calculated lengths (mm), annual growth increment and instantaneous growth rates of *G. gobio* males and females. Roman numbers indicate ages of back-calculated lengths: g. Instantaneous growth rate.

Edad de captura	n	Longitud a cada edad (mm)				
		I	II	III	IV	V
<b>Machos</b>						
1+	11	31,9				
2+	33	33,9	55,1			
3+	37	34,4	55,4	70,2		
4+	11	34,0	54,0	69,4	82,9	
5+	1	32,0	47,2	63,7	76,3	86,5
Media		33,85	54,99	69,93	82,37	86,5
L.C. 95%		0,48	0,10	0,16	0,43	
Incremento anual			21,14	14,94	12,44	4,13
g			0,48	0,24	0,16	0,05
<b>Hembras</b>						
1+	16	35,2				
2+	44	37,0	57,6			
3+	63	36,5	56,0	69,9		
4+	11	36,8	55,8	69,8	81,3	
5+	1	36,1	56,0	71,9	87,8	95,7
Media		36,52	56,57	69,94	81,86	95,7
L.C. 95%		0,43	0,83	1,16	4,24	
Incremento anual			20,05	13,38	11,92	13,84
g			0,44	0,21	0,16	0,16

ambos sexos resultaron inmaduros. De los ejemplares 2+ analizados, el 37,5% de los machos resultaron inmaduros, mientras que el 62,5% ya se encontraban con capacidad reproductora, presentando el ejemplar más pequeño capturado con dicha capacidad una talla de 62 mm (Lf). Las hembras de esta edad resultaron maduras en el 100% de los casos, siendo la talla mínima de los ejemplares capturados con esta edad de 58 mm (Lf). El total de machos 3+ capturados resultaron maduros.

#### Índice gonadosomático

Ambos sexos presentaron dinámicas temporales similares del índice gonadosomático (Análisis de correlación,  $r = 0,682$ ,  $p < 0,01$ ) (fig. 3). Asimismo, conforme a lo habitualmente observado en ciprinidos, las gónadas de las hembras mostraron un mayor desarrollo de forma significativa (ANOVA,  $F(1,226) = 92,787$ ,  $p < 0,0005$ ).

Con referencia al ciclo temporal que presentan los machos (fig. 3a), el periodo de quiescencia o reposo gonadal se produce entre los meses de agosto/septiembre y febrero (finales del verano, otoño e invierno), detectándose la reactivación gonadal al inicio de la primavera (marzo de 1990, abril de 1991) que culmina con el máximo desarrollo de la gónada en los meses de mayo de ambos años. A su vez, se puede observar como el periodo reproductor que presentan durante el año 1990 es algo más dilatado en el tiempo (mayo-agosto) que el observado para el año 1991 (mayo-julio).

En las hembras se observa un periodo de quiescencia similar a los machos (fig. 3b). Sin embargo, de forma antagónica a lo presentado por los machos, el periodo reproductor de las hembras correspondiente al año 1990 (mayo-junio) abarcó menos tiempo que en 1991 (mayo-julio), año en el que se detectó una elevada proporción de hembras maduras.

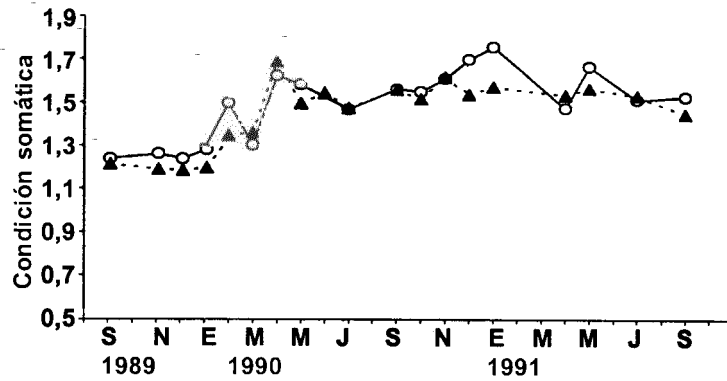


Fig. 2. Variación temporal en la condición somática de los machos (o) y hembras (•) de *G. gobio* durante el período de estudio. Medias para muestras de cinco o más individuos. Límites de confianza omitidos para mayor claridad de la figura. (Para las abreviaturas ver el pie de la fig. 1.)

*Fig. 2. Seasonal changes in somatic condition in *G. gobio* males (o) and females (•) in the study period. Mean for samples of five or more specimens. Confidence limits have been omitted for clarity. (For abbreviations see the legend of fig. 1.)*

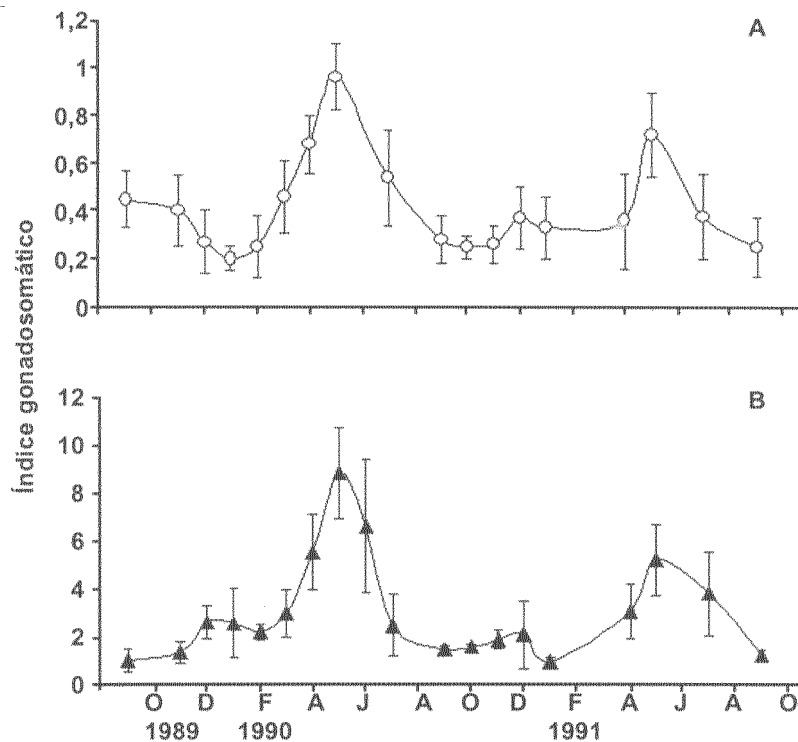


Fig. 3. Variación estacional del índice Gonadosomático (Ig) en las machos (A) y hembras (B) de *G. gobio*. Media y límites de confianza al 95% para muestras de cinco o más individuos. (Para las abreviaturas ver el pie de la fig. 1.)

*Fig. 3. Seasonal changes in gonadosomatic index (g) for (A) males and (F) females of *G. gobio*. Mean and 95% CL. for samples of five or more fish. (For abbreviations see the legend of fig. 1.)*

Ambos sexos presentaron los valores máximos de  $\lg$  durante los meses de mayo de 1990 ( $\lg_{\text{machos}} = 0,96 \pm 0,14$ ;  $\lg_{\text{hembras}} = 8,86 \pm 1,92$ ; L.C. 95%) y 1991 ( $\lg_{\text{machos}} = 0,72 \pm 0,18$ ;  $\lg_{\text{hembras}} = 5,19 \pm 1,5$ ; L.C. 95%).

#### Ciclo oocitario

Si bien no todas las hembras presentaron una sincronía en el desarrollo de sus ovarios, en la figura 4 se muestra una secuencia temporal representativa del desarrollo oocitario en 12 hembras de longitudes similares durante los años 1990 y 1991.

Durante el periodo de quiescencia del año 1990, los ovarios se caracterizan por presentar una única moda de oocitos translúcidos ( $\varnothing_{\text{max}} = 0,3$  mm). Con el inicio de la actividad gonadal en marzo, se observa el desarrollo de un elevado número de oocitos opacos ( $\varnothing = 0,39 \pm 0,006$  mm; L.C. 95%), los cuales, probablemente, constituirán el stock de huevos a desovar durante los siguientes meses. En el mes de abril se aprecia la división del grupo de oocitos anteriormente mencionado en dos grupos, uno de oocitos opacos con un diámetro similar al detectado ( $\varnothing = 0,38 \pm 0,01$  mm; L.C. 95%), y otro de nueva aparición constituido por oocitos vitelados ( $\varnothing = 0,68 \pm 0,01$  mm; L.C. 95%). A partir de que estos oocitos vitelados alcanzan su máximo desarrollo, durante el mes de junio ( $\varnothing = 0,89 \pm 0,01$  mm; L.C. 95%) se produce el desove de los mismos, aspecto que se observa claramente en la distribución oocitaria detectada para el mes de julio (fig. 4). Durante el año 1991 se aprecia un proceso similar al año anterior salvo en el hecho de que el máximo desarrollo de los oocitos vitelados se detecta en el mes de julio ( $\varnothing = 0,89 \pm 0,04$  mm; L.C. 95%), produciéndose el desove en meses posteriores (fig. 4).

Finalmente, se detectó una correlación significativa entre el diámetro oocitario y la longitud (Lf) de las hembras (Análisis de correlación,  $r = 0,484$ ,  $p < 0,0005$ ), denotando que las hembras de la población objeto de estudio tienden a presentar oocitos de mayor diámetro cuanto mayor es la longitud.

#### Discusión

La estructura por edades de la población de *Gobio gobio* estudiada en el río Segura es similar a la encontrada por LOBÓN-CERVIÁ et al. (1991) en el río Ucero, donde los ejemplares más longevos que fueron capturados en ambos estudios correspondieron con la clase de edad 5+. A su vez, esta estructura poblacional presenta un número de clases de edad superior al descrito en otros puntos de la península ibérica: ríos Matarraña y Moros donde la clase de edad máxima encontrada fue la 3+ (LOBÓN-CERVIÁ et al., 1991) o río Jarama y embalse de Pinilla donde la edad máxima alcanzada fue la 4+ (LOBÓN-CERVIÁ & TORRES, 1983). Sin embargo, LOBÓN-CERVIÁ et al. (1991)

obtienen mayores capturas de ejemplares juveniles (1+, 2+) en los ríos Ucero y Moros, mientras que la población analizada en el presente estudio se caracteriza por una mayor abundancia en las capturas de ejemplares 3+. Las continuas e impredecibles sueltas de agua procedentes de la central hidroeléctrica podrían estar provocando el arrastre de ejemplares, principalmente de tallas inferiores (0+, 1+), aguas abajo del área de estudio (COPP, 1990; COPP et al., 1991; JURAJDA, 1995; ALMODÓVAR & NICOLA, 1999).

Pese a la presencia de un número elevado de clases de edad, en la población de *Gobio gobio* estudiada se observa un crecimiento inferior al descrito en otras poblaciones peninsulares de la misma especie. Así, en sistemas fluviales con mayor latitud como los ríos Ucero, Moros y Matarraña se han obtenido longitudes máximas de 140, 110 y 115 mm, respectivamente (LOBÓN-CERVIÁ et al., 1991), mientras que en nuestro caso los ejemplares no superaron los 101 mm. De la misma forma, LOBÓN-CERVIÁ & TORRES (1983) obtienen en el río Jarama y embalse de Pinilla longitudes máximas superiores a las obtenidas en el presente estudio. Sin embargo, las longitudes máximas descritas en todos estos sistemas peninsulares resultan inferiores a las observadas en ríos del resto de Europa caracterizados por dinámicas más estables (KENNEDY & FITZMAURICE, 1972; MANN, 1980). Los medios afectados por fuertes fluctuaciones ambientales pueden provocar en esta especie respuestas adaptativas que provocan una temprana madurez y elevado esfuerzo reproductor con la intención de asegurar la supervivencia de la progenie (MANN, 1980; LOBÓN-CERVIÁ & TORRES, 1983). Al tiempo que se alcanza un bajo número de clases de edad (GRANADO-LORENCO, 1992).

La población de estudio no ha mostrado un patrón claro en la dinámica temporal de la condición somática de sus individuos. Sin embargo, LOBÓN-CERVIÁ & TORRES (1983), en el río Jarama, sí detectan un patrón claro en la dinámica mensual de la condición somática con dos máximos al comienzo y final del período reproductor y valores mínimos en el mes de octubre.

Una ausencia de un patrón claro en el ciclo de condición somática se observó también para *Barbus sclateri* en la misma localidad de muestreo (TORRALVA et al., 1997), en contraste con el ciclo temporal claro que presentaron poblaciones de la misma especie en localidades sometidas a una dinámica natural de la misma cuenca hidrográfica (TORRALVA et al., 1997) y en otras cuencas (HERRERA et al., 1988; HERRERA & FERNÁNDEZ-DELGADO, 1992; ENCINA & GRANADO-LORENCO, 1997). En este sentido, el estrés ambiental, dadas las continuas sueltas de agua procedentes de la central hidroeléctrica, al que se encuentran sometidas las poblaciones de *Gobio gobio* y *Barbus sclateri* de la localidad de estudio puede ser la causa principal de la variación azarosa en la condición de sus individuos (TORRALVA et al., 1997).

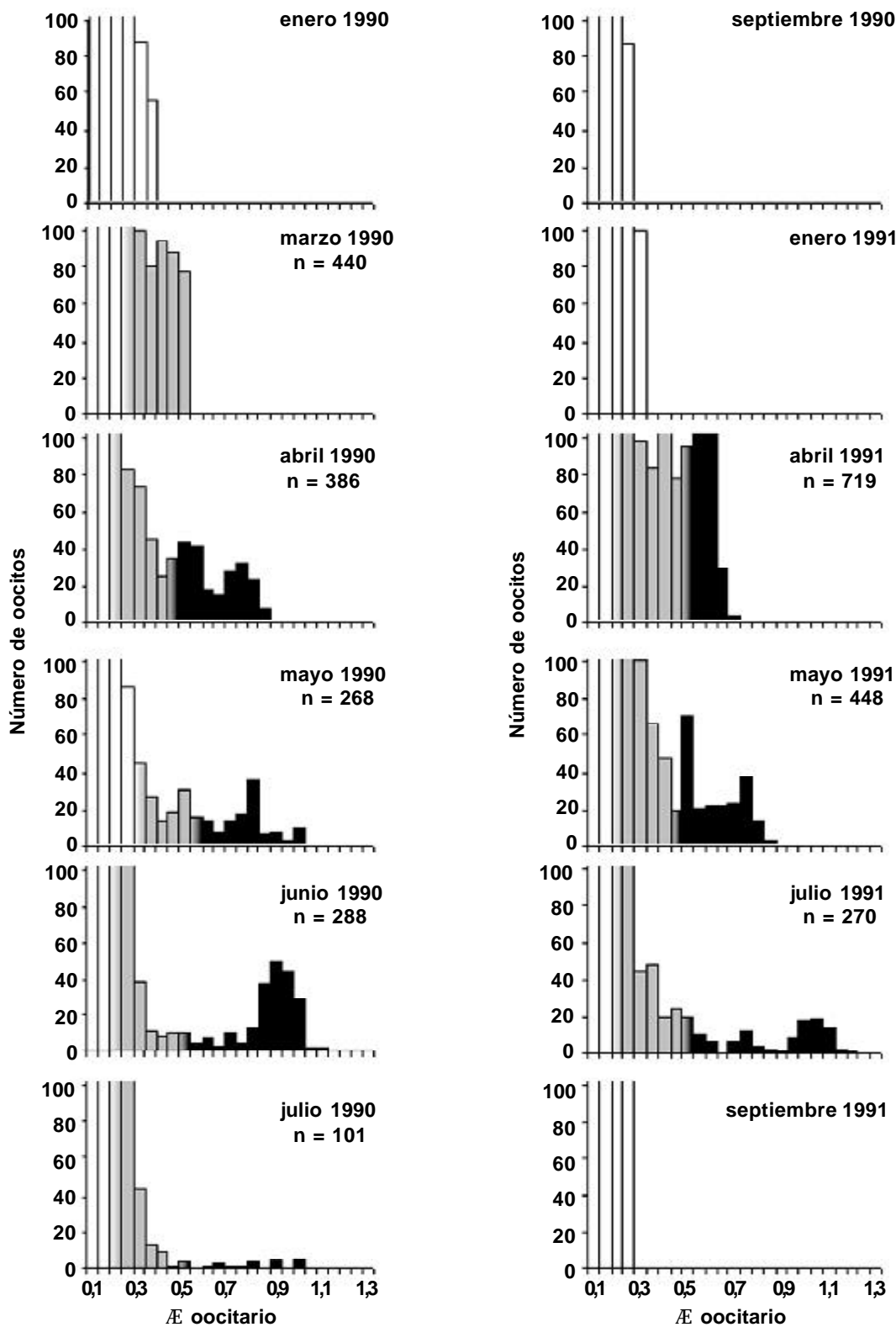


Fig. 4. Distribución de frecuencias oocitarias de 12 hembras de *G. gobio* de tamaño similar: n. Oocitos opacos + oocitos vitelados ( $\varnothing > 0,3$  mm); □ Oocitos inmaduros; ▒ Oocitos opacos; ■ Oocitos vitelados.

Fig. 4. Size-frequency distribution of oocytes from ten similar size *G. gobio* females: n. Opaque oocytes + yolk oocytes ( $\varnothing > 0.3$  mm); □ Immature oocytes; ▒ Opaque oocytes; ■ Yolk oocytes.



LOBÓN-CERVIÁ et al. (1991) describe el alcance de la madurez sexual de *Gobio gobio* a edades muy tempranas, de forma similar a la población del río Segura, mientras que LOBÓN-CERVIÁ & TORRES (1983) observan que la mayor parte de los individuos son sexualmente maduros un año después, al igual que sucede en otras poblaciones europeas de la especie (BANARESCU et al., 1999).

Los resultados del análisis de la reproducción muestran un periodo reproductor de la población en estudio muy extenso, abarcando desde el mes de abril, en el que ya encontramos en las gónadas oocitos vitelados, hasta el mes de junio (año 1990) y julio (año 1991), en el que se alcanza el máximo desarrollo de los mismos, momento a partir del cual se produce el desove. La duración del periodo reproductivo, en esta especie, varía de unas poblaciones a otras. Así, en poblaciones europeas, se han detectado periodos reproductores de dos meses, abril-mayo, en los ríos Frome y Themes, en Inglaterra (MATHEWS, 1971; MANN, 1980) y mayo-junio en Czechia y Eslovaquia (PENAZ & PROKES, 1978). Sin embargo, en la península ibérica se han observado periodos de tres meses, mayo-julio, en el embalse de Pinilla, e incluso de cuatro meses, mayo-agosto en el río Jarama (LOBÓN-CERVIÁ & TORRES, 1983). Esta misma situación se ha observado en el río Nivelles, en Francia (BERNET, 1960). De esta forma, la población del presente estudio junto con la población del río Jarama presentan, al igual que los ciprínidos que son capaces de poner dos e incluso tres o más lotes de huevos en una misma estación reproductora, periodos reproductores extensos (MANN, 1980; LOBÓN-CERVIÁ et al., 1991; MILLS, 1991). Este aspecto, sumado al hecho de que en las especies de ciprínidos con puesta múltiple es frecuente encontrar que los pesos de las gónadas, durante el periodo reproductor, representan en torno al 10% del peso del cuerpo (MILLS, 1991) nos hace inclinarnos hacia la presencia de dicha puesta múltiple, con las ventajas que conlleva en ambientes fluctuantes (CAMBRAY & BRUTON, 1984), en la población de estudio. No obstante, ha resultado difícil, mediante el análisis del ciclo oocitario en esta población, la determinación de una segunda puesta debido a la periodicidad mensual de los muestreos que puede provocar la no visualización de la misma, siendo necesario realizar muestreos semanales para su confirmación, como ha sido expuesto para otras especies (HERRERA & FERNÁNDEZ-DELGADO, 1992).

En resumen, las alteraciones provocadas por la regulación de las aguas en los ecosistemas fluviales someten a las comunidades de peces a un estrés añadido que se ve reflejado en una falta de coherencia y sincronía en la dinámica estacional de sus estrategias de vida en un intento de adaptarse al nuevo ambiente (TORRALVA, 1996). Así, la población de *Gobio gobio* analizada, en condiciones de regulación

de caudal drásticas, se caracteriza por presentar ejemplares con tallas bajas, con una madurez sexual a edades tempranas, primando la supervivencia de la especie ante el crecimiento en un intento por adaptarse y permanecer en este medio de gran inestabilidad. Finalmente, la puesta fraccionada a lo largo del periodo reproductor puede ser una estrategia, presente en otras poblaciones de la especie, que en este ambiente le confiere la ventaja de no arriesgar toda la progenie en un solo evento reproductor.

#### Agradecimientos

Mostrar nuestro agradecimiento a Asunción Andreu, Paloma Sánchez y Mónica Faraco por su colaboración en el procesado y análisis del material utilizado. Dichas tareas han sido realizadas en el Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Murcia, al cual agradecemos su inestimable ayuda.

#### Referencias

- ALMODOVAR, A. & NICOLA, G. G., 1999. Effects of a small hydropower station upon brown trout *Salmo trutta* L. in the river Hoz Seca (Tagus Basin, Spain) one year after regulation. *Regulated rivers: Research and Investigation*, 15: 477-484.
- BAGENAL, T., 1978. *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Blackwell Scientific Publications, London.
- BAGENAL, T. & TESCH, F. W., 1978. Age and Growth. In: *Methods for assessment of fish production in fresh waters*: 101-136 (T. Bagenal, Ed.). Blackwell Scientific Publications, London.
- BANARESCU, P. M., SORIC, V. M. & ECONOMIDIS, P. S., 1999. *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758). In: *The Freshwater Fishes of Europe*: 81-134. (P. M. Banarescu, Ed.). Aula-Verlag GmbH, Wiebelsheim.
- BERNET, B., 1960. Recherches biologiques sur les populations du *Gobio gobio* (Linne, 1758) a la Nivelles fleuve cotier du Pays Basque. *Ann. St. Centr. Hydrobiol. Appl.*, 8: 127-180.
- CAMARGO, J. A. & GARCÍA DE JALÓN, D., 1990. The downstream impact of the Burgomillodo reservoir, Spain. *Regulated Rivers: Research and Management*, 5: 305-317.
- CAMBRAY, J. A. & BRUTON, M., 1984. The reproductive strategy of a barb, *Barbus anoplus* (Pisces, Cyprinidae), colonizing a man made lake in South Africa. *J.Zool.Lond.*, 204: 143-168.
- COPP, G. H., 1990. Effect of regulation on 0+ fish recruitment in the Great Ouse, a lowland river. *Regulated Rivers: Research and Management*, 5: 251-263.
- COPP, G. H., OLIVER, J. M., PENÁZ, M. & ROUX, A. L., 1991. Juvenile fishes as functional descriptors of fluvial ecosystem dynamics: applications on the River, Rhone, France. *Regulated Rivers: Re-*

- search and Management, 6: 135–145.
- DOADRIO, I., 2001. Atlas y Libro Rojo de los peces continentales de España. CSIC, Madrid.
- ELVIRA, B., 1996. Endangered freshwater fish of Spain. In: *Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe*: 55–61 (A. Kirchhofer & D. Hefti, Eds.). Basel: Birkhäuser Verlag.
- 1998a. El declive de los peces fluviales en España. *Ecosistemas*, 22: 66–71.
- 1998b. Peces introducidos. Un cáncer en nuestros ríos. *Biológica* (Septiembre): 42–51.
- ENCINA, L. & GRANADO-LORENCIO, C., 1997. Seasonal changes in condition, nutrition, gonad maturation and energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuating river. *Env. Biol. Fish.*, 50: 75–84.
- GARCÍA DE JALÓN, D., GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. & CASADO, C., 1992. Ecology of regulated streams in Spain: An overview. *Limnética*, 8: 161–166.
- GARCÍA DE JALÓN, D., SANCHEZ, P., CAMARGO, J. A., 1994. Downstream effects of a new hydropower impoundment on macrophyte, macroinvertebrate and fish communities. *Regulated Rivers: Research and Management*, 9: 253–261.
- GRANADO-LORENCIO, C., 1992. Fish species ecology in Spanish Freshwater ecosystems. *Limnética*, 8: 255–261.
- HERRERA, M. & FERNÁNDEZ-DELGADO, C., 1992. The life-history patterns of *Barbus bocagei sclateri* (Günther, 1868) in a tributary stream of the Guadalquivir River Basin, southern Spain. *Ecology of Freshwater Fish*, 1: 42–51.
- HERRERA, M., HERNANDO, J. A., FERNÁNDEZ-DELGADO, C. & BELLIDO, M., 1988. Age, growth and reproduction of the barbel, *Barbus sclateri* (Günther, 1868), in a first order stream in southern Spain. *J. Fish Biol.*, 33: 371–381.
- JURAJDA, P., 1995. Effect of channelization and regulation on fish recruitment in a flood plain river. *Regulated Rivers: Research and Management*, 10: 207–215.
- KENNEDY, M. & FITZMAURICE, P., 1972. Some aspects of the biology of gudgeon *Gobio gobio* (L.) in Irish waters. *J. Fish Biol.*, 4: 425–440.
- LOBÓN-CERVIÁ, J., MONTAÑÉS C. & DE SOST OA A., 1991. Influence of environment upon the life history of gudgeon, *Gobio gobio* (L.): a recent and successful colonizer of the Iberian Peninsula. *Journal of Fish Biology*, 39: 285–300.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. & TORRES, S., 1983. On the growth and reproduction of two populations of gudgeon (*Gobio gobio* L.) in Central Spain. *Acta. Hydrobiol.*, 1: 101–115.
- MANN, R. H. K., 1980. The growth and reproductive strategy of the gudgeon, *Gobio gobio* (L.), in two hard-water rivers in southern England. *J. Fish Biol.*, 17: 163–176.
- MAS, J., 1986. La ictiofauna continental de la cuenca del Río Segura, evolución histórica y estado actual. *Anales de Biología*, 8(2): 3–17.
- MATHEWS, C. P., 1971. Contribution of young fish to total production of fish in the River Thames near Reading. *J. Fish Biol.*, 3: 157–180.
- MILLS, C. A., 1991. Reproduction and Life History. In: *Cyprinid fishes. Systematics, biology and exploitation*: 483–508 (I. J. Winfield & J. S. Nelson, Eds.) Chapman & Hall. Fish and Fisheries Series, 3. Great Britain.
- PENAZ, M. & PROKES, M., 1978. Reproduction and early development of the gudgeon, *Gobio gobio* L. 1. Spawning and embryonic period. *Folia Zool.*, 27: 257–267.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J., 1981. *Biometry*. W. H. Freeman & Co., San Francisco, California.
- TORRALVA, M., 1996. Biología de *Barbus sclateri* Günther, 1868 (Pises, Cyprinidae) en dos cursos de agua con distinto grado de regulación en la Cuenca del Río Segura (S.E. de España). Tesis doctoral, Universidad de Murcia.
- TORRALVA, M. & OLIVA-PATERNA, F.J., 1997. First record of *Chondrostoma polylepis* Steindachner, 1865 (Ostariophysi, Cyprinidae) in the basin of the river Segura, S.E. of Spain. *Limnética*, 13(1): 1–3.
- TORRALVA, M., PUIG, M. A. & FERNÁNDEZ-DELGADO, C., 1997. Effect of river regulation on the life-history patterns of *Barbus sclateri* in the Segura river basin (south-east Spain). *Journal of Fish Biology*, 51: 300–311.
- VAZZOLER, A. E. A. DE M., 1996. Biología da reprodução de peixes Teleosteos: Teoría e prática. EDUEM, Maringa, PR.
- VIDAL-ABARCA, M.R., MONTES, C., SUÁREZ, M. L. & RAMÍREZ-DÍAZ, L., 1990. Sectorización ecológica de cuencas fluviales: aplicación a la cuenca del río Segura (SE España). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 10: 149–182.
- WOOTTON, R. J., 1998. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall. London.

