

Estrategias reproductoras de *Barbus graellsii* y *Chondrostoma miegii* (Pisces, Cyprinidae) en el río Cinca (NE Península Ibérica)

Reproductive strategies of *Barbus graellsii* and *Chondrostoma miegii* (Pisces, Cyprinidae) in the Cinca River (NE Iberian Peninsula)

F. J. OLIVA-PATERNA (1), P. A. MIÑANO (1), M. TORRALVA (1) &
C. FERNÁNDEZ-DELGADO (2)

(1) Departamento de Zoología y Antropología Física, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, 30100, Murcia, España. E-mail: fjoliva@um.es

(2) Departamento de Zoología, Universidad de Córdoba, 14071, Córdoba, España.

Recibido el 25 de octubre de 2006. Aceptado el 13 de febrero de 2007.

ISSN: 1130-4251 (2007), vol. 18, 3-20

Palabras clave: Ciprínidos, Estrategias de Vida, Reproducción, *Barbus graellsii*, *Chondrostoma miegii*.

Key words: Cyprinids, Life-History patterns, Reproduction, *Barbus graellsii*, *Chondrostoma miegii*.

RESUMEN

En este trabajo se describen las estrategias reproductoras de dos especies de ciprínidos endémicos de la Península Ibérica, *Barbus graellsii* y *Chondrostoma miegii* en el río Cinca (Cuenca Hidrográfica del Ebro, NE de España). Las hembras de *B. graellsii* muestran un periodo de quiescencia dilatado desde julio hasta el mes de enero, en febrero comienza la actividad gonadal, la cual se extiende hasta el mes de junio, a lo largo del cual se produce la freza. Los ovarios presentan una configuración bimodal de oocitos en desarrollo en los momentos previos a la puesta lo que parece indicar un tipo de puesta múltiple. Las hembras de *Ch. miegii* muestran un corto periodo de quiescencia de un mes (julio-agosto), a partir del cual comienza una nueva maduración oocitaria la cual se alarga hasta el siguiente periodo de puesta (meses de mayo-junio). Los ovarios desarrollan desde el comienzo de su actividad un único grupo de oocitos el cual será desovado al final del periodo reproductor aunque un grupo de hembras de la población desova a lo largo del mes de mayo (40%) y otro grupo lo hace a lo largo del siguiente mes (60%). No se encontró una correlación significativa entre la longitud furcal y el diámetro del oocito en *Ch. Miegii*,

lo que sugiere una selección del tamaño óptimo de oocito en esta población. *Barbus graellsii* y *Chondrostoma miegii* presentan estrategias reproductoras que, aunque son diferentes, se encuentran dentro de las características generales de los ciprínidos ibéricos adaptados a ambientes fluctuantes.

ABSTRACT

This paper describes the reproductive strategies of two endemic Iberian cyprinid species, *Barbus graellsii* and *Chondrostoma miegii*, in the Cinca River (Ebro River basin, NE Spain). *B. graellsii* females showed a long period of gonad quiescency from July to January, gonad activity beginning in February and extending to June with two modes of ripening oocytes just prior to spawning period (batch spawner). In *Ch. miegii* specimens, the females only developed one mode of yolky oocytes, which were spawned in May by 40% of the females and in June by the other 60%. There was no significant correlation between fork length and oocyte diameter in *Ch. miegii*, suggesting a selection of optimum oocyte size in this population. *Barbus graellsii* and *Chondrostoma miegii* develop life-history patterns that, though they differ between them, fall within the general characteristics of Iberian cyprinids adapted to fluctuating environments.

INTRODUCCIÓN

Las especies de la familia Cyprinidae resultan predominantes en numerosos ambientes acuáticos de toda Europa (Doadrio, 2002) desempeñando, debido a su diversidad y abundancia, funciones ecológicas clave (Winfield & Townsend, 1991). Sin embargo, debido a su escasa importancia económica, el conocimiento sobre la biología y ecología de muchas de estas especies resulta incompleto o incluso ausente (Weiser *et al.*, 1992). En este sentido, varios trabajos apuntan sobre la necesidad de aumentar nuestro conocimiento sobre las estrategias de vida de la ictiofauna endémica como una herramienta imprescindible para su correcta gestión y conservación (Wootton *et al.*, 2000).

Barbus graellsii Steindachner, 1866 y *Chondrostoma miegii* Steindachner, 1866 (= *Ch. toxostoma miegii*), son dos especies de ciprínidos endémicos del noreste de la Península Ibérica (Doadrio, 2002). Estas especies coexisten en las cuencas de los ríos Ebro y Llobregat (Cuencas mediterráneas); y Oria, Artibay, Oca y Nervión (Cuencas cantábricas) (Elvira, 1995).

En el presente trabajo se aportan datos relacionados con las estrategias reproductoras que estas dos especies desarrollan, existiendo hasta el momento datos publicados únicamente sobre su edad y parámetros del crecimiento (Sostoa & Sostoa, 1983a,b; Miñano *et al.*, 2000, Oscoz *et al.*, 2005).

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en la cabecera del río Cinca que discurre a lo largo de 178 kilómetros desde su nacimiento en el Valle de Pineta hasta su confluencia con el río Segre. En las localidades de Hospital de Tella (31T 267275,9E 4712229,4N) y Laspuña (31T 265496E 4710250,9N) fueron establecidas dos estaciones de muestreo (300 m de longitud), éstas no mostraban ningún tipo de barreras (naturales o artificiales) entre sí. La anchura del cauce varió entre 3-10 m y la profundidad entre 30-100 cm. Durante el periodo de estudio (Diciembre 1989 a Diciembre 1990) las precipitaciones medias mensuales presentaron máximos en mayo (Primavera) (510 mm) y septiembre (Otoño) (570 mm). Los valores mínimos de temperatura fueron detectados en enero (4°C) (Invierno) y los máximos en julio (27°C) y agosto (26°C) (Verano) (Miñano *et al.*, 2000).

En estas localidades, *B. graellsii* y *Ch. miegii* coexisten con *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, *Barbus haasi* Mertens, 1924 y *Squalius cephalus* Linnaeus, 1758.

Mediante pesca eléctrica (200-300 V, 2-4 A) y con periodicidad mensual (cinco primeros días de cada mes), fueron capturados un total de 279 ejemplares de *B. graellsii* y 189 ejemplares de *Ch. miegii* en ambas localidades de muestreo (no se capturaron ejemplares de ninguna de las dos especies entre octubre y diciembre de 1990). Tras su captura los individuos 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), peso húmedo eviscerado (Pe) y peso gonadal (Pg) \pm 0,01 g] y sexados mediante observación directa de las gónadas.

La proporción de sexos fue establecida para el total de ejemplares capturados de ambas especies. El grado de significación de los resultados obtenidos fue establecido mediante un test Chi-cuadrado (χ^2) $P < 0,05$.

La determinación del estado de madurez gonadal se realizó mediante el análisis de caracteres visuales propuesto por Vazzoler (1996). A su vez, la variación temporal de desarrollo gonadal ha sido estudiada 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 y la fecundidad se ha realizado mediante el método gravimétrico propuesto por Bagenal y Tesch (1978). En ninguna de las dos especies objeto de análisis fueron detectadas diferencias significati-

vas en el diámetro y número de huevos según su localización en la gónada (*B. graellsii*: ANOVA $F_{(2, 14)} = 0,80$ $P = 0,47$; *Ch. miegii*: ANOVA $F_{(2, 14)} = 0,12$ $P = 0,89$), 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 realizar la medición de los oocitos observados (Lobón-Cervia & Elvira, 1981; Herrera & Fernández-Delgado, 1994).

La fecundidad absoluta (F_{ABS}) fue estimada como el número total de oocitos vitelados presentes en el ovario antes de su liberación (Wootton, 1998). El número total de oocitos opacos y vitelados fue usado para determinar la fecundidad estándar (F_s):

$$F_s = 10^5 F_{ABS} / LF^{3.152}$$

donde F_a = Fecundidad absoluta y 3,152 = exponente de la relación Longitud-Peso (Miñano *et al.*, 2000).

RESULTADOS

Todos los ejemplares capturados de ambas especies resultaron sexualmente maduros. En *B. graellsii*, los ejemplares de menor tamaño presentaron una longitud (Lf) de 147 mm en el caso de los machos (clase de edad 4+) y 141 mm para las hembras (clase de edad 4+). Las longitudes mínimas (Lf) en el caso de los ejemplares capturados de *Ch. miegii* fueron de 124 mm para los machos y 127 mm para las hembras (clase de edad 2+ en ambos casos).

En *B. graellsii* la proporción de sexos para el total de ejemplares capturados en el periodo de estudio ha resultado significativamente favorable a los machos (M:H; 2,13:1; $\chi^2 = 36,56$; $P < 0,05$) (Fig. 1b), mientras que los ejemplares de *Ch. miegii* mostraron una proporción significativamente favorable a las hembras (M:H; 0,12:1; $\chi^2 = 117,46$; $P < 0,05$) (Fig. 1a).

La variación temporal del esfuerzo reproductor (IG), a lo largo del periodo de estudio, presentó diferencias significativas en ambas especies (test Kruskal-Wallis; *B. graellsii*: machos, $H = 41,34$ y hembras, $H = 20,48$; $gl = 9$, $P < 0,05$; *Ch. miegii*: machos, $H = 18,46$ y hembras, $H = 92,27$; $gl = 7$, $P < 0,05$) (Figs. 2 y 4). Ambos sexos en cada especie presentaron tres fases bien diferenciadas en su actividad gonadal, una fase de quiescencia,

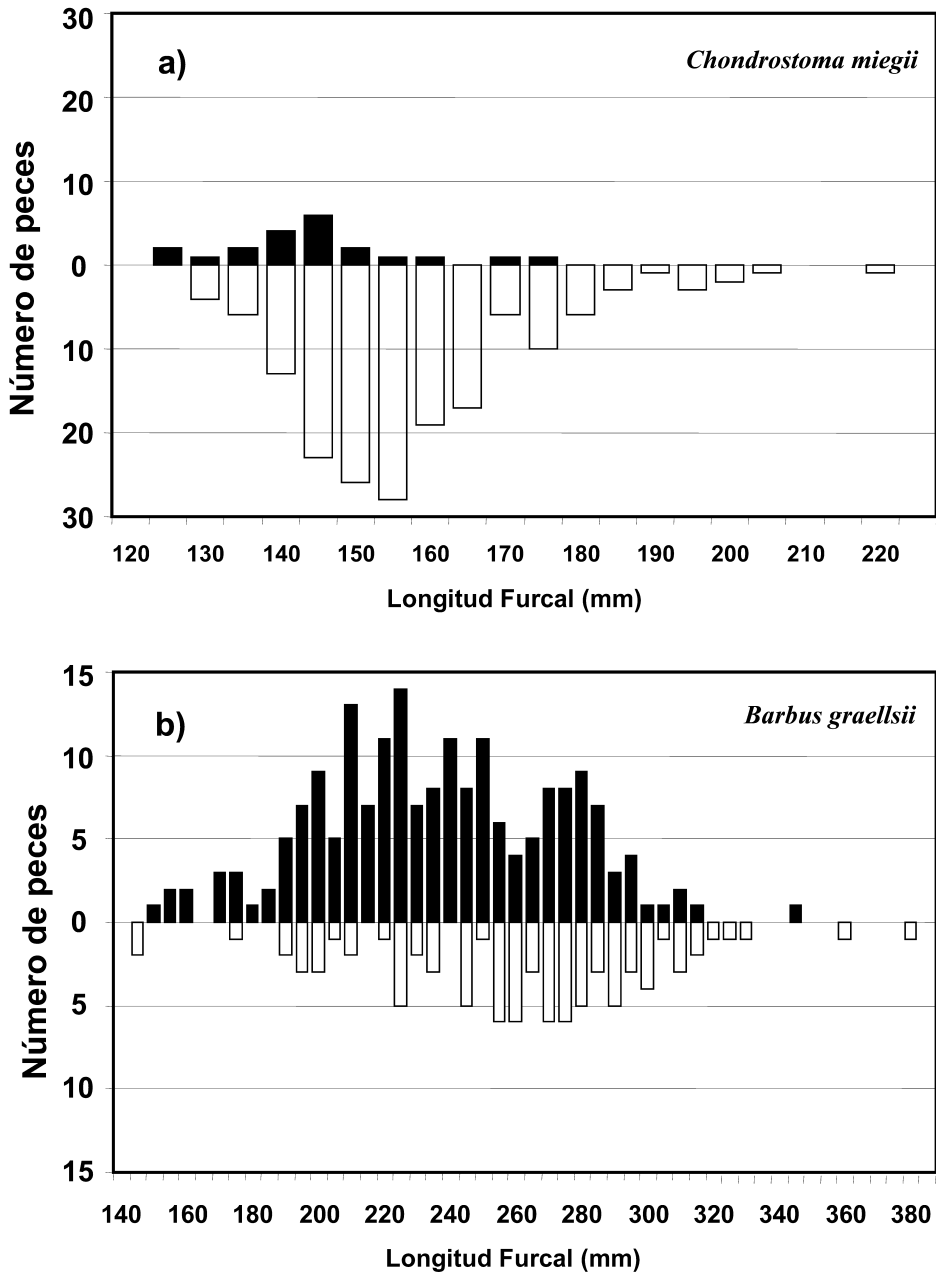


Fig. 1.—Distribución de frecuencias de tallas para machos (barras negras) y hembras (barras blancas) de (a) *Ch. miegii* y (b) *B. graellsii*.

Fig. 1.—Frequency distribution of body length for males (black bars) and females (white bars) of (a) *Ch. miegii* and (b) *B. graellsii*.

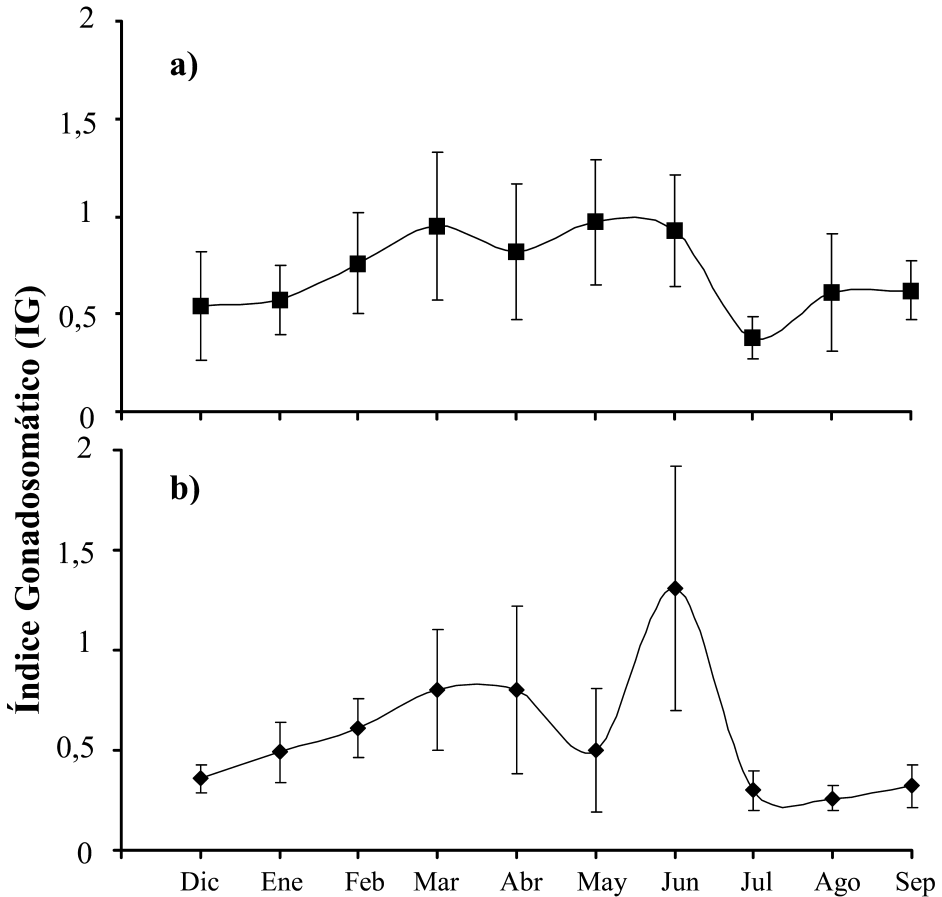


Fig. 2.—Dinámica mensual del Índice Gonadosomático (IG) de *B. graellsii*. (a) Hembras. (b) Machos. Media e intervalos de confianza al 95% para muestras de 5 o más ejemplares.

Fig. 2.—Monthly changes in gonadosomatic index (IG) for (a) *B. graellsii* females and (b) *B. graellsii* males. Mean and 95% confidence limits for samples of five or more fish.

otra de maduración y, finalmente, una fase de reproducción, la cual mostró los mayores valores del IG.

En las hembras de *B. graellsii* (Fig. 2a), el período de quiescencia tiene lugar desde el mes de julio hasta enero. En febrero comienza de nuevo la actividad gonadal, sin embargo, el IG sufre una inusual estabilización desde marzo hasta junio no presentando un máximo destacable en ninguno de estos meses (máximo $IG_{\text{marzo}} = 0,95 \pm 0,38$). Finalmente, el índice sufre un rápido descenso en el mes de julio mostrando el valor del índice más bajo registrado a lo largo de todo el ciclo ($IG_{\text{julio}} = 0,38 \pm 0,11$). En el caso de

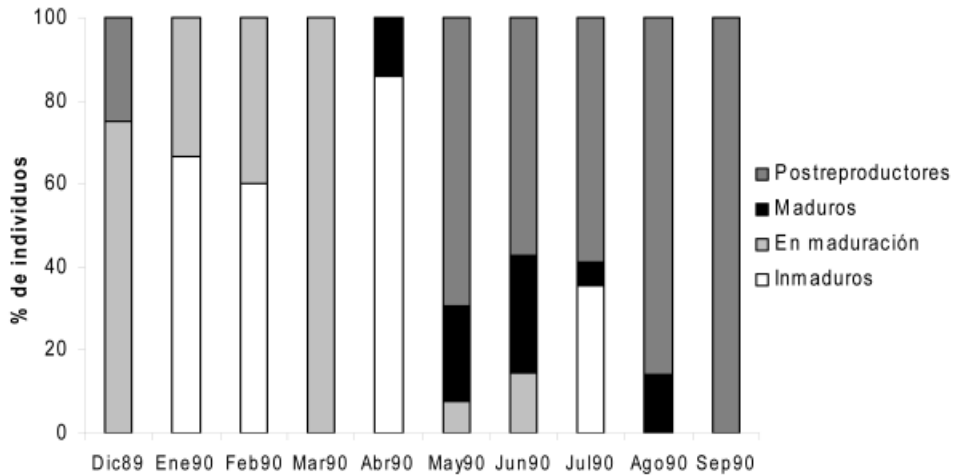


Fig. 3.—Porcentajes mensuales de los distintos estados de madurez gonadal (gónadas inmaduras, gónadas en maduración, gónadas maduras, gónadas desovadas) de las hembras de *B. graellsii* durante el periodo de estudio.

Fig. 3.—Monthly percentages of the different gonad maturity stages (Immature gonads, Ripening gonads, Ripe gonads and Spawned gonads) in *B. graellsii* females.

los machos de esta especie, las gónadas comienzan su desarrollo en el mes de enero tras un periodo de quiescencia de 7 meses (julio – diciembre) con un valor mínimo detectado en el mes de agosto ($IG_{\text{agosto}} = 0,26 \pm 0,06$) (Fig. 2b). El valor máximo del IG se alcanza en el mes de junio ($IG_{\text{junio}} = 1,31 \pm 0,61$), descendiendo rápidamente desde este punto hasta el comienzo del siguiente periodo de quiescencia gonadal.

El estado de madurez gonadal de las hembras (Fig. 3) mostró dos periodos bien diferenciados, un primer periodo con predominancia de gónadas en estado quiescente y de maduración (diciembre – abril) y un segundo periodo en el que predominan las gónadas desovadas (mayo – agosto). No se observa un periodo de gónadas maduras claramente diferenciado debido al bajo número de ejemplares capturados en este estado de madurez gonadal.

En las hembras de *Ch. miegii* (Fig. 4a), la actividad gonadal comienza en el mes de agosto tras un periodo de quiescencia muy corto (únicamente el mes de julio). Sin embargo, esta reactivación ovárica se desarrolla lentamente durante los meses de invierno, aumentando rápidamente desde el mes de febrero hasta mayo, momento en el que se alcanza el valor máximo del IG ($IG_{\text{mayo}} = 9,78 \pm 2,02$). En el mes de junio ($IG_{\text{junio}} = 9,47 \pm 5,50$) se aprecia una gran variación en los valores del IG debido a la aparición de las primeras hembras desovadas. En julio el IG desciende iniciando un nuevo

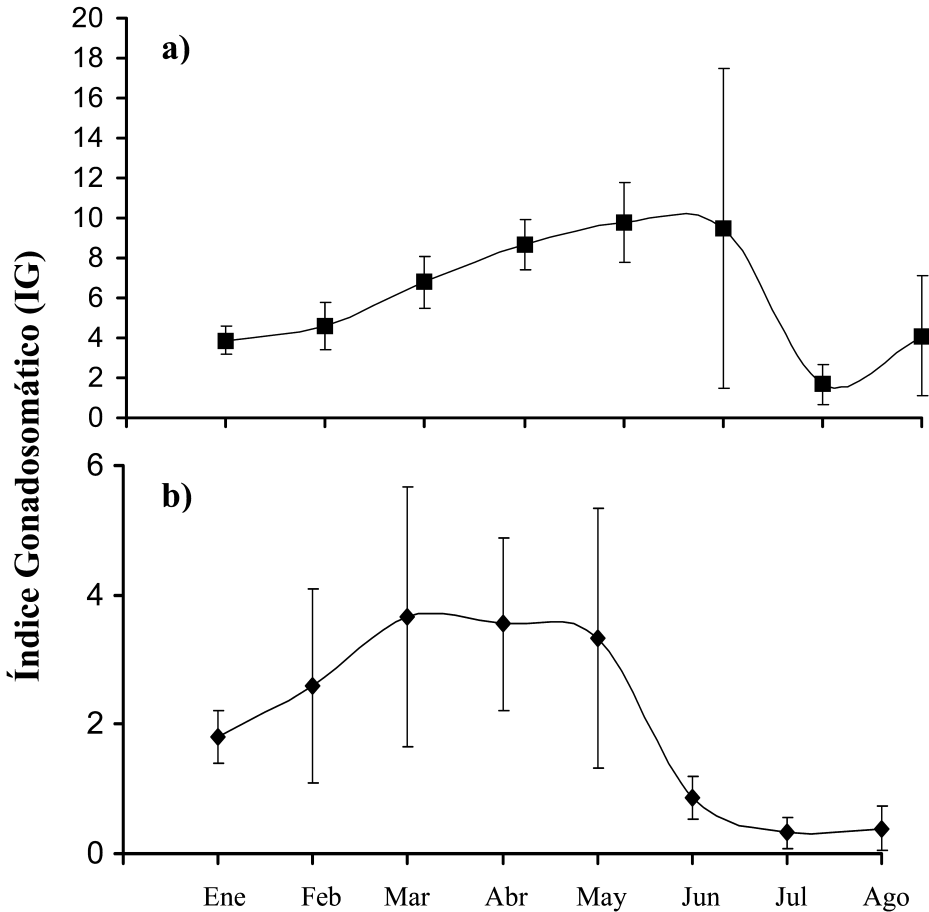


Fig. 4.—Dinámica mensual del Índice Gonadosomático (IG) de *Ch. miegii*. (a) Hembras. (b) Machos. Media e intervalos de confianza al 95% para muestras de 5 o más ejemplares excepto en los machos debido a la escasez de ejemplares.

Fig. 4.—Seasonal changes in gonadosomatic index (IG) for (a) *Ch. miegii* females and (b) *Ch. miegii* males. Mean and 95% CL for samples of five or more fish (except males due to the scarcity of data).

periodo de reposo gonadal ($IG_{\text{julio}} = 1,69 \pm 1,01$), apreciándose una nueva recuperación en el mes de agosto. De forma paralela, el estado de madurez gonadal de las hembras (Fig. 5) muestra un proceso de maduración gonadal en los meses de invierno (enero y febrero). A partir del mes de marzo se aprecia un descenso progresivo en el número de hembras en maduración a la vez que aumenta el número de hembras maduras hasta el mes de mayo, momento en el que el 90% de las hembras capturadas se encuentran en

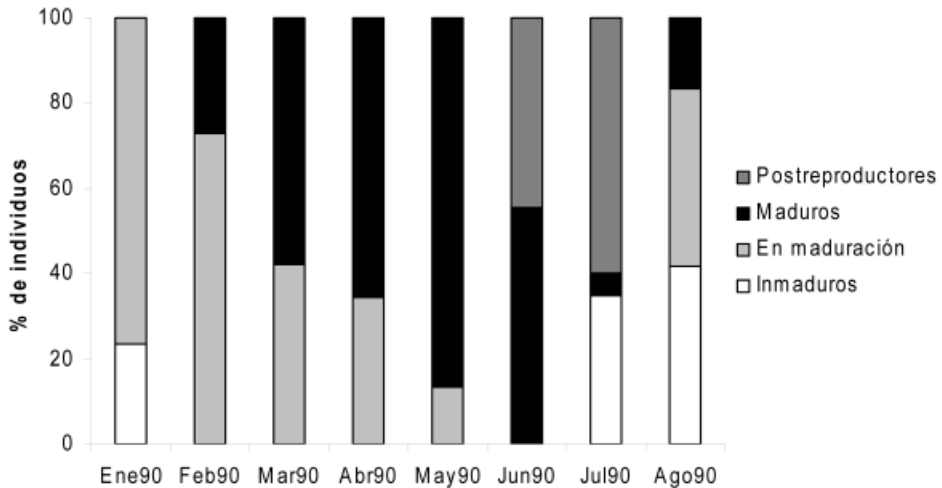


Fig. 5.—Porcentajes mensuales de los distintos estados de madurez gonadal (gónadas inmaduras, gónadas en maduración, gónadas maduras, gónadas desovadas) de las hembras de *Ch. miegii* durante el periodo de estudio.

Fig. 5.—Monthly percentage of the different gonad maturity stages in *Ch. miegii* females (Immature gonads, Ripening gonads, Ripe gonads and Spawned gonads).

este estado. En el mes de junio se detectan las primeras hembras desovadas (40% de las capturas) coincidiendo con los resultados obtenidos en los valores del IG (Fig. 4a). En el mes de julio se aprecian gónadas inmaduras (quiescentes) consecuencia de los desoves del mes anterior (35%), un escaso número de hembras maduras (5%) y un elevado número de hembras desovadas (60%). Finalmente, en el mes de agosto se observa la aparición de gónadas reactivadas en proceso de maduración.

En los machos (Fig. 4b), no ha sido observada la reactivación gonadal detectada en las hembras durante el mes de agosto. Sin embargo, debido a los valores observados en el mes de enero, los testículos deben desarrollar un paulatino incremento desde el otoño hasta el invierno. A su vez, el estado de madurez gonadal, no ha mostrado una dinámica mensual clara en los machos estudiados, posiblemente debido al escaso número de ejemplares capturados.

En las hembras de ambas especies no todos los ovarios se encontraron en el mismo estado de desarrollo al mismo tiempo, sin embargo en las figuras 6 y 7 se muestra la dinámica temporal representativa de las distribuciones de frecuencias oocitarias de hembras de tallas similares de cada una de las especies.

En *B. graellsii*, durante el período de quiescencia, los ovarios únicamente mostraron oocitos inmaduros ($\emptyset < 0,4$ mm) (Fig. 6a y 6j). En el mes de enero, se aprecia el inicio de la vitelogénesis que provoca un aumento del diámetro oocitario (Fig. 6b).

A comienzos del mes de febrero se observa la aparición de una distribución bimodal constituida por oocitos inmaduros ($\emptyset < 0,4$ mm) y por otra moda de oocitos opacos (en proceso de maduración) ($\emptyset_{\text{medio}} = 0,50 \pm 0,01$ mm; L.C. 95%). El desarrollo progresivo de los oocitos opacos provoca la aparición, en el mes de marzo, de los primeros oocitos vitelados (maduros) (Fig. 6d). En abril y, especialmente, en mayo (Fig. 6e y 6f), aparece una moda de oocitos opacos ($\emptyset_{\text{medio}} = 0,56 \pm 0,02$ mm; L.C. 95%) y otra constituida por oocitos vitelados ($\emptyset_{\text{medio}} = 1,0 \pm 0,02$ mm; L.C. 95%). Los oocitos vitelados continúan su desarrollo hasta alcanzar su máximo tamaño a principios del mes de junio ($\emptyset_{\text{medio}} = 1,098 \pm 0,021$ mm, L.C. 95) (Fig. 6g). A lo largo de este mes se produce el desove de estos oocitos. A principios de julio, los ovarios presentan cierto número de oocitos opacos y vitelados que no han sido desovados, siendo posteriormente reabsorbidos en semanas posteriores. Finalmente, en el mes de agosto se observan gónadas quiescentes (Fig. 6i).

En *Ch. miegii*, la actividad gonadal se inicia en julio-agosto (dependiendo del mes de desove) tras un periodo de quiescencia de un mes. En el mes de agosto (Fig. 7h), un grupo de oocitos opacos ya se encuentra completamente desarrollado y continúa aumentando lentamente de diámetro durante el invierno hasta el mes de febrero (Fig. 7a) en el que queda constituido el stock de oocitos que será desovado durante el periodo reproductor. A principios de febrero (Fig. 7b), la distribución de frecuencias oocitarias muestra dos tipos de oocitos: opacos ($0,7$ mm $< \emptyset < 1,1$ mm) y vitelados ($\emptyset > 1,1$ mm). En el mes de marzo se observa una única moda constituida completamente por oocitos vitelados ($\emptyset_{\text{medio}} = 1,54 \pm 0,02$ mm, L.C. 95%) (Fig. 7c), los cuales alcanzan su máximo tamaño en mayo ($\emptyset_{\text{medio}} = 1,84 \pm 0,02$ mm, L.C. 95%) (Fig. 7e). Finalmente, en junio la moda de oocitos vitelados desaparece completamente en un elevado número de hembras (40% de las capturas) (Fig. 7f_B), mientras que otro grupo (60% de las capturas) todavía presenta esta moda de oocitos vitelados (Fig. 7f_A) la cual desaparece en el mes de julio (Fig. 7g). Las hembras de *Ch. miegii* desarrollan una sola moda de oocitos vitelados durante el periodo reproductor.

Debido al escaso número de hembras maduras capturadas de *B. graellsii*, los parámetros de la fecundidad no han podido ser analizados para esta población. En las hembras de *Ch. miegii*, la fecundidad estándar muestra un descenso significativo a lo largo del periodo reproductor (test Kruskal-

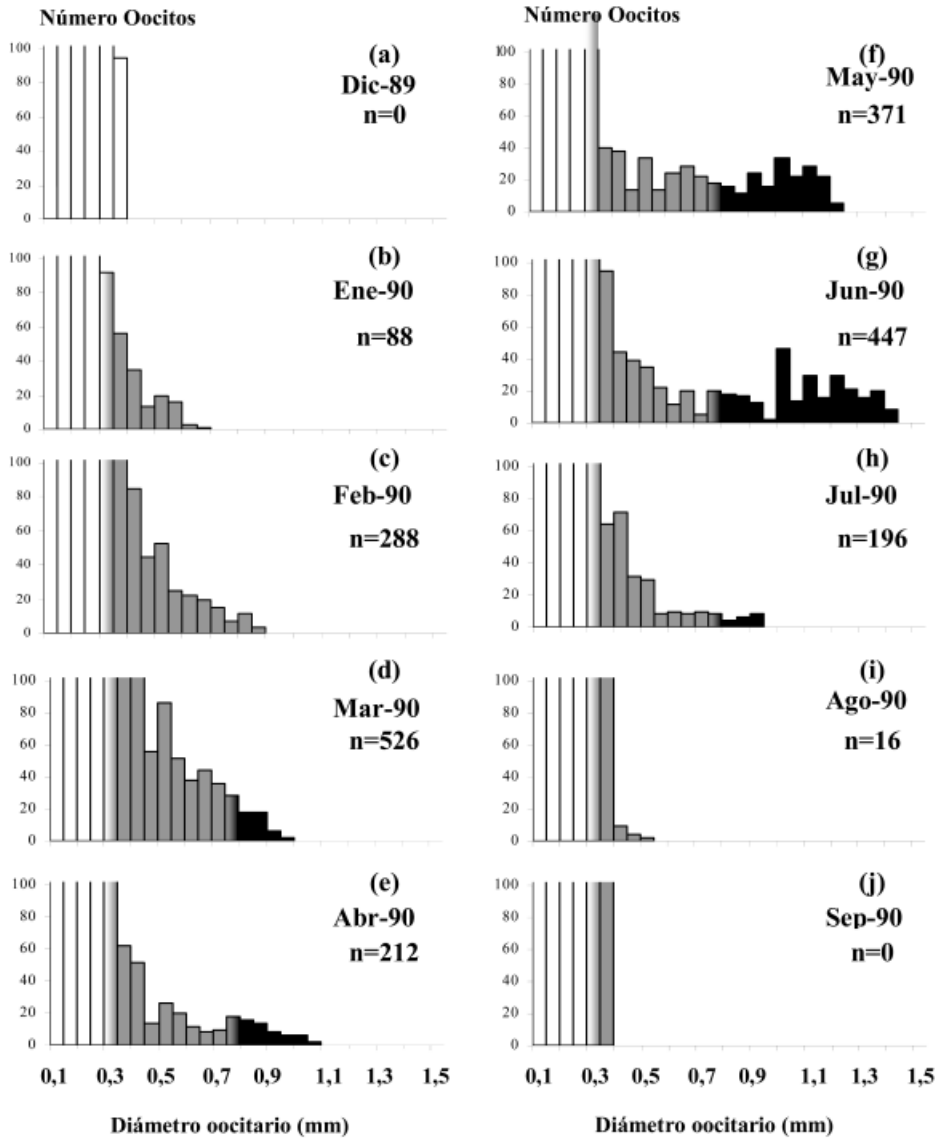


Fig. 6.—Distribuciones de frecuencias oocitarias de 10 hembras de *B. graellsii* (tallas similares) a lo largo del periodo de estudio. □ Oocitos inmaduros ■ Oocitos opacos ■ Oocitos vitelados. (N = oocitos con Ø > 0,4 mm).

Fig. 6.—Frequency distribution of oocyte size from ten *B. graellsii* females of similar size. □ Immature oocytes ■ Ripening oocytes ■ Ripe oocytes. (N = oocytes con Ø > 0,4 mm).

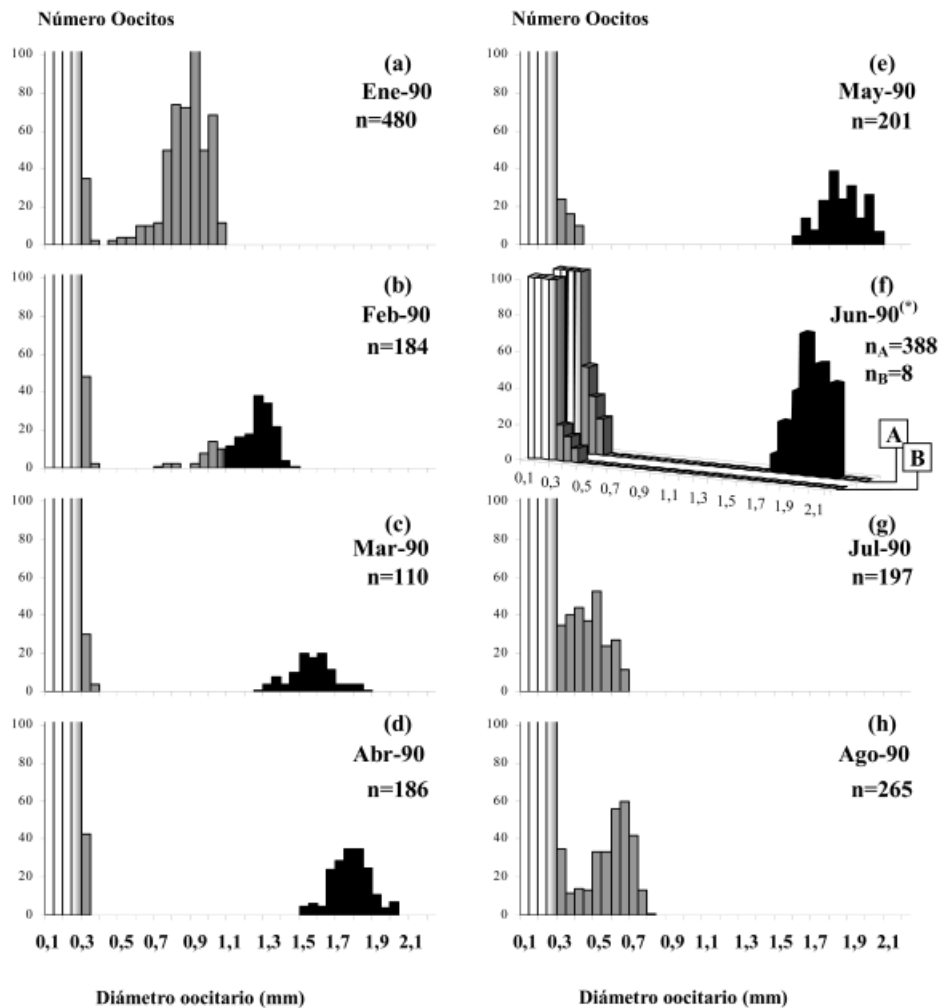


Fig. 7.—Distribuciones de frecuencias oocitarias de 10 hembras de *Ch. miegii* (tallas similares) a lo largo del periodo de estudio. □ Oocitos inmaduros ■ Oocitos opacos ■ Oocitos vitelados. (N = oocitos con $\varnothing > 0,4$ mm).

Fig. 7.—Frequency distribution of oocyte size from ten *Ch. miegii* females of similar size. □ Immature oocytes ■ Ripening oocytes ■ Ripe oocytes. (N = oocytes con $\varnothing > 0,4$ mm).

Wallis; $H = 10,086$; $gl = 3$, $P = 0,018$), indicando un descenso paulatino del número de oocitos vitelados a lo largo de dicho periodo.

En esta misma especie, el análisis del diámetro medio de los oocitos vitelados respecto a la longitud furcal revela una total independencia entre estos dos factores (Análisis de correlación de Pearson = $0,63$; $P = 0,755$),

indicando la selección de un tamaño óptimo de huevo en las hembras de esta especie (Wootton, 1998).

La relación entre la fecundidad absoluta (F_{abs}) y la Lf para el total de hembras maduras capturadas durante el periodo reproductor se presenta en la figura 8. La regresión obtenida resultó significativa:

$$F_{abs} = 4 (10^{-4}) FL^{3.128} \quad r = 0,68 \quad F_{1,25} = 20,94 \quad P < 0,001$$

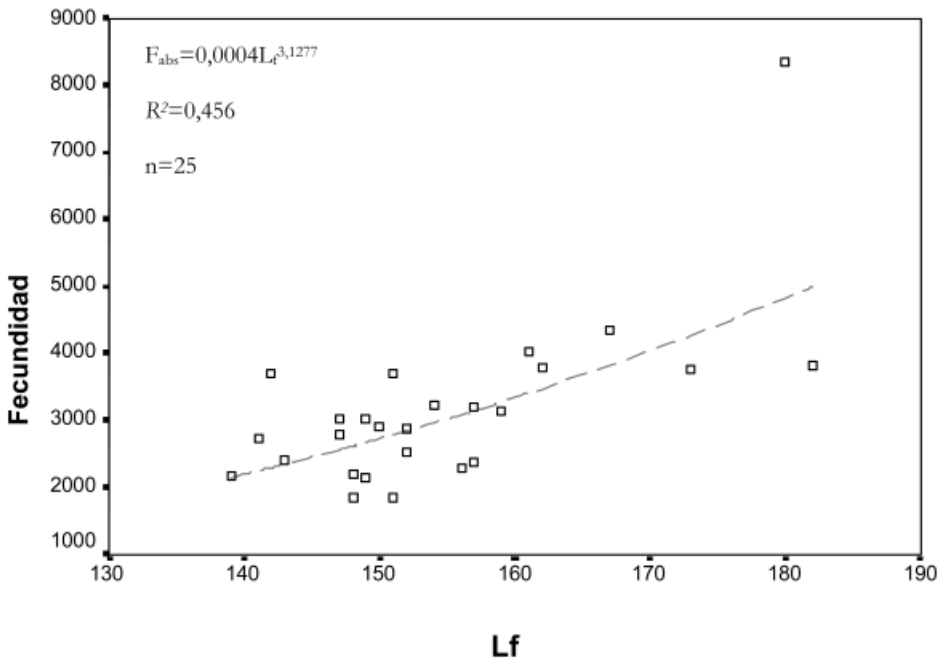


Fig. 8.—Relación entre la longitud furcal (Lf) y la fecundidad absoluta (F_{abs}) para el total de hembras reproductoras.

Fig. 8.—Relationship between fork length (Lf) and absolute fecundity (F_{abs}) in *Ch miegii* females prior to spawn.

El seguimiento del incremento del diámetro medio de los oocitos vitelados durante el periodo reproductor establece dos ciclos de maduración en el conjunto de la población de hembras, un primer grupo cuyo máximo desarrollo oocitario se produce a principios de mayo y un segundo grupo con un máximo desarrollo oocitario en junio (Fig. 9).

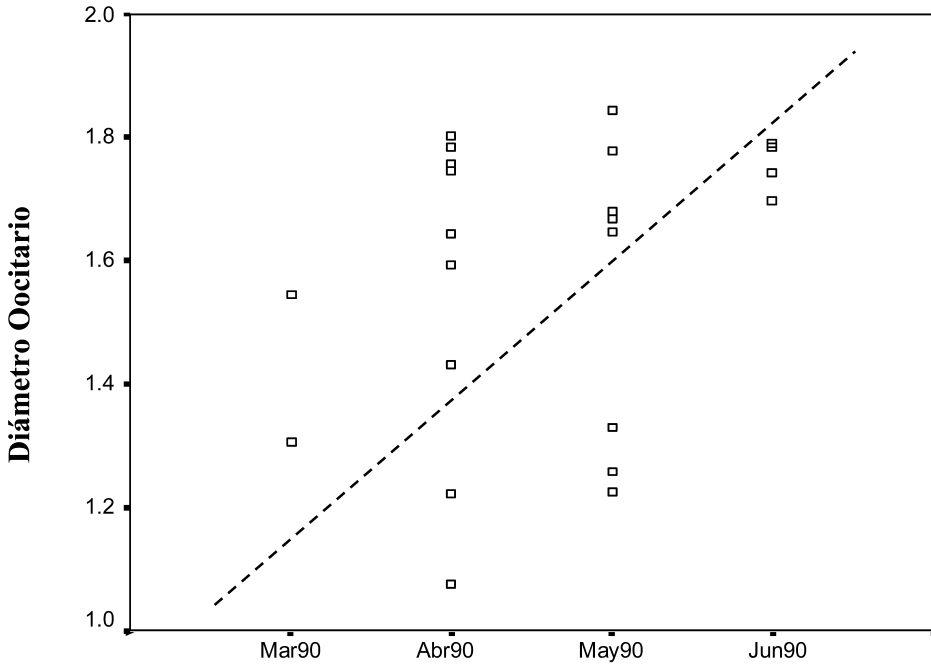


Fig. 9.—Incrementos mensuales en el diámetro medio de los oocitos vitelados de *Ch. miegii* a lo largo del periodo reproductor.

Fig. 9.—Monthly changes in mean diameter of ripe oocytes of *Ch. miegii* females along the reproductive season.

DISCUSIÓN

Todos los especímenes capturados resultaron maduros sin embargo, estos no presentaron edades inferiores a los 4 años en el caso de *B. graellsii* y 2 años en *Ch. miegii* (Miñano *et al.*, 2000). Este hecho impide el establecimiento de la edad de primera madurez de forma directa debido a la ausencia de ejemplares inmaduros. Sin embargo, el comportamiento migratorio pre-reproductor de estas especies (Balon, 1975, Sostoa *et al.*, 1990, Doadrio *et al.*, 1991) y las características del área de estudio (zona de cabecera con aguas claras y bien oxigenadas y ausencia de vegetación sumergida) permiten clasificarla como una zona de freza para ambas especies, lo cual podría justificar la ausencia de capturas de ejemplares inmaduros a lo largo del periodo de estudio. A su vez, la segregación espacial de las áreas reproductoras que otras especies de ciprínidos desarrollan (*Barbus sclateri* y *Chondrostoma polylepis*) cuando sus periodos reproductores se solapan (Rodríguez-Ruiz & Granado, 1992), podría estar sucediendo de igual forma

en las dos especies objeto de estudio. Así, *B. graellsii* desarrollaría la freza aguas arriba del área de estudio, siendo capturado durante su ascenso pre-reproductor y descenso post-reproductor lo que explicaría el alto porcentaje de ejemplares en maduración y desovados y el escaso número de ejemplares maduros capturados así como la inusual estabilización observada en el IG. De igual forma, en el caso de *Ch. miegii* se aprecian con claridad las tres fases de la reproducción (gónadas en proceso de maduración, maduras y desovadas) por lo que el ciclo reproductor de esta especie se desarrollaría por completo en el área seleccionada.

Durante el periodo reproductor, las hembras de *B. graellsii* presentaron una distribución trimodal de sus diámetros oocitarios, sin embargo solo ha sido detectada una puesta de oocitos. Torralva *et al.* (1997) y Soriguer *et al.* (2000) obtuvieron resultados similares en poblaciones de *Barbus sclateri*. Es posible que la segunda puesta de oocitos sea enmascarada debido a la periodicidad mensual de los muestreos, siendo necesarios muestreos semanales para detectar esta segunda puesta oocitaria. De esta forma, mediante muestreos semanales, Herrera & Fernández-Delgado (1992), detectan una distribución oocitaria trimodal y dos puestas de oocitos en una población de *B. sclateri*. Aparicio & Sostoa (1998) proponen entre 2 y 5 puestas por periodo reproductor en *Barbus haasi*. La ventaja de las puestas múltiples en medios fluctuantes ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores (Miller, 1979; Mills, 1991, entre otros). Bagenal (1978) argumenta que este tipo de distribución oocitaria es característica de especies con desove múltiple por lo que es muy posible que las hembras de *B. graellsii* desarrollen un tipo de puesta similar en el área de estudio pero serían necesarios nuevos análisis con muestreos semanales para asegurar esta afirmación.

Las hembras de *Ch. miegii* desarrollan una distribución oocitaria unimodal durante el periodo reproductor. Esta es la primera información a cerca de un desarrollo oocitario unimodal en ciprínidos ibéricos, habiendo sido observada con anterioridad por Mann & Mills (1985) en *Squalius leuciscus* en el río Frome (Inglaterra). Sin embargo, las hembras no desovan al mismo tiempo. A principios del mes de junio, el 60% de las hembras capturadas todavía continúan maduras mientras que el 40% ya ha desovado. Esto implicaría una división en el total de la población de hembras con un primer grupo de desove en mayo y otro grupo de desove en junio. A su vez, el seguimiento del diámetro medio de los oocitos vitelados durante el periodo reproductor nos mostró dos ciclos de maduración en el conjunto de la población de hembras. De esta forma, el desove se produce tanto en los meses de mayo como de junio. El resultado de esta estrategia podría ser similar al desove múltiple aunque elevado al nivel de población, no arriesgando el total de la progenie en un único evento reproductor.

La selección del tamaño óptimo de huevo es una estrategia adoptada por determinadas especies con la finalidad de optimizar el número de nuevos efectivos poblacionales y su supervivencia en el medio durante el periodo larvario (Wootton, 1998). La independencia entre el diámetro medio de los oocitos con respecto a la longitud de las hembras de *Ch. miegii* indica tamaños similares de huevos maduros a desovar tanto en las hembras de menor tamaño como en las de mayores tallas. De esta forma, la correlación detectada entre la longitud y la fecundidad indican un mayor número de huevos cuanto mayor es la hembra aunque todos ellos de tamaños similares.

En la población de *Ch. miegii*, una hembra de 200 mm (Lf) produce 6295 huevos. Esta fecundidad es muy similar a los 7000 huevos estimados para un espécimen de *Chondrostoma toxostoma* de talla similar (Chappaz *et al.*, 1989) en el sur de Francia. En otras poblaciones ibéricas del género *Chondrostoma*, Lobón-Cerviá & Elvira (1981) y Lobón-Cerviá (1982) describen 5500 y 7300 huevos respectivamente en hembras de 200 mm de *Ch. polylepis*. Por otro lado, en latitudes mas bajas, *Ch. willkommii* presenta una mayor fecundidad, 15600 huevos para una hembra de talla similar a la anterior (Herrera y Fernández-Delgado, 1994).

De esta forma, *B. graellsii* y *Ch. miegii* desarrollan estrategias reproductoras que, si bien difieren entre ellas, pueden quedar enmarcadas en las características generales de los ciprínidos ibéricos adaptados a medios fluctuantes. De esta forma, la madurez sexual se alcanza a edades tempranas, la estación reproductora se encuentra asociada a la primavera y principios del verano. A su vez, su corta esperanza de vida provoca un alto grado de fecundidad con desoves múltiples a nivel individual para *B. graellsii* y a nivel poblacional en *Ch. miegii*, ambas estrategias ventajosas en medios fluctuantes como son la mayor parte de los ríos peninsulares.

AGRADECIMIENTOS

Mostrar nuestro agradecimiento a Paloma Borrachina por su participación en la fase de campo se este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO, E. & SOSTOA, A. 1998. Reproduction and growth of *Barbus haasi* in a small stream in the N.E. of the Iberian Peninsula. *Archive fur Hydrobiologie*, 142(1): 95-110.
- BAGENAL, T. 1978. *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. Blackwell Scientific Publications, London. 365 pp.
- BAGENAL, T. & TESCH, F.W. 1978. Age and Growth. In: Bagenal, T. (Ed.), *Methods for as-*
Zool. baetica, **18**: 3-20, 2007

- assessment of fish production in freshwaters*. 101-136. Blackwell Scientific Publications, London.
- BALON, E.K. 1975. Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 32(6): 821-864.
- CHAPPAZ, R.; BRUN, G. & OLIVARI, G. 1989. Données nouvelles sur la biologie et l'écologie d'un poisson Cyprinidé peu étudié *Chondrostoma toxostoma* (Vallot, 1836). Comparaison avec *Chondrostoma nasus* (L. 1766). *Comptes Rendus de l'Académie Sciences Paris*, 309(3): 181-186.
- DOADRIO, I. 2002. *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España* (2ª Edición). CSIC - Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 374 pp.
- DOADRIO, I., ELVIRA, B. & BERNAT, Y. 1991. *Peces continentales Españoles. Inventario y clasificación de zonas fluviales*. ICONA, España. 221 pp.
- ELVIRA, B. 1995. Conservation status of endemic freshwater fish in Spain. *Biological Conservation*, 72: 129-136.
- 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.
- 1994. The age, growth and reproduction of *Chondrostoma willkommii* in a seasonal stream in the Guadalquivir River basin (southern Spain). *Journal of Fish Biology*, 44: 11-22.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. 1982. *Ecología de la Ictiofauna del Río Jarama*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. & ELVIRA, B. 1981. Edad, crecimiento y reproducción de la boga de río (*Chondrostoma polylepis polylepis* Stein., 1865) en el embalse de la Pinilla (Río Lozoya). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6(3): 200-213.
- MANN, R.H.K. & MILLS C.A. 1985. Variations in the sizes of gonads, eggs and larvae of the dace, *Leuciscus leuciscus*. *Environmental Biology of Fishes*, 13(4): 277-287.
- MILLER, P.J. 1979. *Fish Phenology: Anabolic Adaptiveness in Teleost*. Academic Press, London. 449 pp.
- MILLS, C.A. 1991. Reproduction and Life-History. In: Winfield, I.J. & Nelson, J.S. (Eds.), *Cyprinid fishes. Systematics, biology and exploitation*. 483-508. Chapman & Hall. Fish and Fisheries Series, 3, Great Britain.
- MIÑANO, P.A.; OLIVA-PATERNA, F.J.; FERNÁNDEZ-DELGADO, C. & TORRALVA, M. 2000. Edad y crecimiento de *Barbus graellsii* Steindachner, 1866 y *Chondrostoma miegii* Steindachner, 1866 (Pisces, Cyprinidae) en el río Cinca (Cuenca Hidrográfica del Ebro, NE España). *Miscelania Zoologica*, 23(2): 9-19.
- OSCOZ, J.; CAMPOS, F. & ESCALA M.C. 2005. Weight-length relationships of some fish species of the Iberian Peninsula. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 73.
- RODRÍGUEZ-RUIZ, A. & GRANADO, C. 1992. Spawning period and migration of three species of cyprinids in a stream with Mediterranean regimen (SW Spain). *Journal of Fish Biology*, 41: 545-556.
- SORIGUER, M.C., BRAVO, R., VALLESPÍN, C., GÓMEZ-CAMA, C. & HERNANDO, J.A. 2000. Reproductive strategies of two species of cyprinids in a stream with Mediterranean regimen (SW Spain). *Archive fur Hydrobiologie*, 148(1): 119-134.
- SOSTOA, A. & SOSTOA, F.J. 1983a. Edad y crecimiento de *Barbus graellsii* STEINDACHNER, 1866, en el curso inferior del río Ebro (NE España) (Pisces, Cyprinidae). *Miscelania Zoologica*, 7: 99-108.
- 1983b. Edad y crecimiento de *Chondrostoma toxostoma* Vallot, 1837, en el curso inferior del río Ebro (Tarragona-España). *Actas I Congreso Español de Limnología, Barcelona, España*: 242-252.

- SOSTOA, A., ALLUE, R., BAS, C., CASALS, F., CASAPONSA, J., CASTILLO, M. & DOADRIO, I. 1990. *Historia Natural dels Països Catalans. Peixos*. Fundació Enciclopedia Catalana, Barcelona.
- 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. 1996. *Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e prática*. EDUEM, Maringá, PR. 169 pp.
- WEISER, W.; SCHIEMER, F.; GOLDSCHMIDT, A. & KOTRSCHAL, K. 1992. *Environmental biology of European Cyprinids*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- WINFIELD, I.J. & TOWNSEND, C.R. 1991. The role of cyprinids in ecosystems. In: Winfield, I.J. & Nelson, J.S. (Eds.), *Cyprinid Fishes. Systematics, biology and exploitation*. 552-567. Chapman & Hall. Fish and Fisheries Series, 3, Great Britain.
- WOOTTON, R.J. 1998. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London.
- WOOTTON, R.J.; ELVIRA, B. & BAKER, J.A. 2000. Life-history evolution, biology and conservation of stream fish: introductory note. *Ecology of Freshwater Fish*, 9: 90-91.