



Universidad de Valladolid

Campus de Palencia

Instituto Universitario de Investigación en Gestión
Forestal Sostenible



**Master en Investigación y Conservación y Uso Sostenible de
Sistemas Forestales**

Trabajo Fin de Master

“Índice gonadosomático en barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*) y en boga del Duero (*Pseudochondrostoma duriense*) al momento de su migración y paso por escalas para peces en el Río Tormes (Salamanca)”

Autor:

Néstor Joel González-Alemán

Director:

Dr. Francisco Javier Sanz-Ronda

Junio del 2016

Palencia, España.



Universidad de Valladolid

Campus de Palencia

**Instituto Universitario de Investigación en Gestión
Forestal Sostenible**



**Master en Investigación y Conservación y Uso Sostenible de
Sistemas Forestales**

Trabajo Fin de Master

“Índice gonadosomático en barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*) y en boga del Duero (*Pseudochondrostoma duriense*) al momento de su migración y paso por escalas para peces en el Río Tormes (Salamanca)”

Autor:

Néstor Joel González-Alemán

Director:

Dr. Francisco Javier Sanz-Ronda

Junio del 2016

Palencia, España.

Contenido

I. Summary	6
II. Resumen	7
III. Antecedentes	8
3.1 Zona de estudio	8
3.2 Ictio-migraciones en la Península Iberica	9
3.3 Estudio de las Gónadas	10
3.4 <i>Luciobarbus bocagei</i> (Steindachner, 1864).....	12
3.5 <i>Pseudochondrostoma duriense</i> (Coelho, 1985)	13
IV. Objetivos	14
4.1 Objetivo General.....	14
4.2 Objetivos Específicos.....	14
V. Materiales y métodos	15
VI. Resultados	19
6.1 Descripción de la población.....	19
6.1.1 Muestra	19
6.1.2 Sexo.....	19
6.1.3 Clases de edad.....	19
6.2 Relación Longitud-peso.....	20
6.3 Fecundidad promedio, absoluta y tamaño de ovocitos	21
6.4 Índice Gonadosomático (IGS)	23
VII. Discusión	24
VIII. Conclusiones	28
IX. Agradecimientos.....	28
X. Referencias	29
XI. Anejos	34
11.1 Anejo Fotográfico.....	34
11.1.1 Gónadas de <i>P. duriense</i>	34
11.1.2 Gónadas de <i>L. bocagei</i> y testículos de <i>P. duriense</i> y <i>L. bocagei</i>	35
11.1.3 <i>Pseudochondrostoma duriense</i> del Tormes y del Duero	36
11.1.4 Desarrollo de tubérculos nupciales en <i>Luciobarbus bocagei</i>	37
11.2 Anejo de Datos de Campo.....	38
11.2.1 Bitácora de datos biométricos de <i>L. bocagei</i> y <i>P. duriense</i>	38

11.2.2	<i>Bitácora de Análisis de gónadas de L. bocagei y P. duriense</i>	41
--------	--	----

Índice de figuras

Figura Nº 1. Microembalse de la Presa San Fernando, justo aguas debajo de la presa (a), presa de San Fernando (b) y escala para peces (c).....	8
Figura Nº 2. Ejemplar de Barbo común Ibérico capturado en la escala de peces de la presa San Fernando en el Rio Tormes. Foto (Néstor González A.)	12
Figura Nº 3. Ejemplar de boga del Duero capturado en la escala para peces de la presa San Fernando del Rio Tormes. Foto (Néstor González A.).....	13
Figura Nº 4. Planos de localización con respecto a Salamanca (a) y a Guijuelo (b). Plano de situación del azud del Salto de San Fernando. (Fuente SIG-PAC) (c).....	15
Figura Nº 5. Equipo de disección (a), Ictiómetro (b), Frascos con alcohol (c) y Balanza digital (d).....	16
Figura Nº 6. Los Testículos (a y b). En cualquier fase del desarrollo, son más cortos que los ovarios, de color blanco rojizo y sección aplanada. Los Ovarios (c y d). Sea cual sea su desarrollo son de sección cilíndrica, de color amarillo o anaranjado y granulares. .	17
Figura Nº 7. Clase de edad en <i>P. duriense</i> (a) y <i>L. bocagei</i> (b) a partir de la lectura de anillos de crecimiento en escamas.....	20
Figura Nº 8. Conteo y medición del diámetro de ovocitos para <i>P. duriense</i> (a) y <i>L. bocagei</i> (b). Cada cuadrante equivale a 1mm.....	22
Figura Nº 9. Estadios de Maduración Sexual en <i>P. duriense</i> . Gonodas en estadio: Inmaduro (a), en fase de Maduración (b), Maduras (c) y Desovado (d).....	34
Figura Nº 10. Estadios de Maduración Sexual en <i>P. duriense</i> . Testículos en estadio: Inmaduro (a), Maduro (b) y Desovado (c).....	35
Figura Nº 11. Estadios de Maduración Sexual en <i>L. bocagei</i> . Ovarios en estadio: Inmaduro (a), en fase de Maduración (b) y Maduro (c). Testículos en estadio: Maduros (d) y Desovado (e).	35
Figura Nº 12. Tubérculos nupciales en machos de <i>Pseudochondrostoma duriense</i> . En boga del Tormes no son visibles (a y b), mientras que en boga del Duero son visibles y palpables (c y d).	36
Figura Nº 13. <i>Luciobarbus bocagei</i> (a). En EM I no son visibles los tubérculos nupciales (a y b), en EM II son visibles y poco desarrollados (c) y en EM III son visibles y muy desarrollados (d).....	37

Indice de gráficos

Gráfico N° 1. Modelo ajustado de la relación entre Peso total y Longitud furcal en <i>L. bocagei</i> (a) y <i>P. duriense</i> (b) durante la migración.....	21
Gráfico N° 2. Modelos ajustados de la relación Fecundidad Absoluta (número de ovocitos) y Longitud furcal. Modelo cuadrático en <i>L. bocagei</i> (a) y modelo lineal en <i>P. duriense</i> (b) al momento de su paso por la presa San Fernando en el Rio Tormes.....	23
Gráfico N° 3. Índice Gonadosomático promedio por fecha de muestreo para <i>P. duriense</i> y <i>L. bocagei</i>	23
Gráfico N° 4. Distribución de la proporción de organismos maduros sexualmente durante la migración en <i>L. bocagei</i> (a) y <i>P. duriense</i> (b).....	24

Indice de tablas

Tabla N° 1. Número de ejemplares según las clases de edad (CE) y estadio de maduración (EM) en <i>L. bocagei</i> y <i>P. duriense</i>	19
Tabla N° 2. Factor de condición (K) para <i>L. bocagei</i> y <i>P. duriense</i> por sexo y estadio de maduración sexual (EM).	21
Tabla N° 3. Datos biométricos de <i>L. bocagei</i>	38
Tabla N° 4. Datos biométricos de <i>P. duriense</i>	39
Tabla N° 5. Determinación del número total de ovocitos (huevos) a partir de las muestras de gónadas en <i>L. bocagei</i>	41
Tabla N° 6. Determinación del número total de ovocitos (huevos) a partir de las muestras de gónadas en <i>P. duriense</i>	42

I. Summary

Iberian Barbel (*Luciobarbus bocagei*) and northern straight-mouth nase (*Pseudochondrostoma duriense*) are species belonging to the Cyprinidae Family and both migrate in many Iberian rivers. It is important to determine the condition of sexual maturity stage (EM) for both species, using Vazzoler's visual characters, and other parameters such as sex, age and fertility. These data let us to estimate the Gonadsomatic Index (*GSI*) at the moment of their passage along San Fernando's fishway. The analysis was performed with 60 random samples, 20 of *L. bocagei* (8 males and 12 females) and 40 of *P. duriense* (12 males, 23 females and 5 indefinite ones). To study the biology of reproduction 23 ovaries were analyzed, 11 of *L. bocagei* and 12 of *P. duriense*. The average ratio female: male for the study was 1:0.52 for *P. duriense* and 0.6:1 for *L. bocagei*. During migration the highest *GSI* for *L. bocagei* occurred in the second half of June, for *P. duriense* was in the second half of May. The sample of *P. duriense* had an average Furcal Length (*FL*) of 16.53 cm, 5 age classes and an average number of oocytes of 2318, with a diameter of 1.89 +/- 0.10 mm: C.L. 95 %. For *L. bocagei* the average *FL* was 34.72 cm with 7 age classes and an average number of oocytes of 18393, with a diameter of 2.20 +/-0.07 mm: C.L. 95 %.

The relationship between *FL* and Absolute Fecundity (*AF*) in *L. bocagei* can be represent by the quadratic model: $AF = \sqrt{-1.41E9 + 1.316E6FL^2}$ and $r^2 = 0.903$ in case of *P. duriense* the linear model: $AF = -1387.87 + 13.2783FL^2$ and $r^2=0.195$ was the best fit. The relationship between *FL* and Total Weight (*W*) was explained by the potential model $W = a * FL^b$, for both species, in the case of *L. bocagei* the model explained 94.1% of weight variability and *P. duriense* explains 90.1%. The Condition Factor (*K*) was 1.15 g/cm³ for *L. bocagei* and 1.16 g/cm³ for *P. duriense*. The values of the *GSI* at the time of passage by the fishway for both species exceeds 50% of the sample in EM III (mature). In *L. bocagei* the maximum *GSI* (11.4) is given and end of June, while in *P. duriense* happened late May (*GSI* = 29.3). The difference between P and weight of the gonad was 11.47% in females and 1.5% in males of *L. bocagei*, and 7.92% in females and 2.92% in males of *P. duriense*. Every gram that increases the weight of the Female represents 374 oocytes potential for *L. bocagei* and 138 for *P. duriense*.

Key words: Gonadsomatic Index, Fertility, Gonad, Oocyte, Migration and Iberian Fish.

II. Resumen

El barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*) y la boga del duero (*Pseudochondrostoma duriense*) son especies piscícolas que pertenecen a la Familia Cyprinidae y que realizan migraciones con fines reproductivas en los ríos de la Península Ibérica. Por lo tanto es vital determinar el estado de madurez sexual de ambas especies, utilizando los estados de maduración (EM) de los caracteres visuales de Vazzoler, además de otros parámetros como el sexo, edad y fecundidad, con las cuales podremos estimar el índice gonadosomático (IGS) de estas especies al momento de su paso por la escala de San Fernando. Todas las muestras fueron seleccionadas aleatoriamente. El análisis se realizó con 60 muestras, 20 de *L. bocagei* (8 machos y 12 hembras) y 40 de *P. duriense* (12 machos, 23 hembras y 5 indefinidos). Para el estudio de la biología de la reproducción se analizaron 23 ovarios, 11 de *L. bocagei* y 12 de *P. duriense*. La relación hembra: macho promedio durante el estudio fue de 1:0,52 para *P. duriense* y de 1:1,5 para *L. bocagei*. Durante la migración el IGS más alto para *L. bocagei* se dio en la segunda quincena del mes de Junio, para *P. duriense* fue en la segunda quincena del mes de Mayo. La muestra de *P. duriense* presenta una Longitud Furcal (LF) media de 16,53 cm con 5 clases de edad y un número promedio de ovocitos de 2318 con diámetro de 1,89 +/- 0,10 mm: L.C 95%. Para *L. bocagei* la LF media es de 34,72 cm con 7 clases de edad y un número promedio de ovocitos de 18393 con diámetro de 2,20 +/- 0,07 mm: L.C 95%.

La relación existente entre la LF y la Fecundidad Absoluta (FA) en *L. bocagei* puede representarse a través del modelo cuadrático: $FA = \sqrt{-1,41E9 + 1,316E6LF^2}$ y $r^2 = 0,903$ en el caso de *P. duriense* el modelo lineal: $FA = -1387,87 + 13,2783LF^2$ y $r^2 = 0,195$ es el que mejor se ajusta. La relación entre LF y el Peso Total (P) se explican a través del modelo potencial $P = a * LF^b$ para ambas especies, en el caso de *L. bocagei* el modelo explica el 94,1% de la variabilidad del peso y en *P. duriense* explica el 90,1%. El Factor de Condición (K) fue de 1,15 g/cm³ para *L. bocagei* y de 1,16 g/cm³ para *P. duriense*. Los valores del IGS al momento del paso por la escala para ambas especies superan al 50% de la muestra en EM III (madura). En *L. bocagei* el máximo IGS (11,4) se da a finales de junio, mientras que en *P. duriense* ocurre a finales de mayo (IGS=29,3). La diferencia entre P y el peso de la gónada fue de 11,47% en hembras y 1,5% en machos de *L. bocagei*, y de 7,92% en hembras y 2,92% en machos de *P. duriense*. Cada gramo que incrementa el peso de la hembra representa 374 ovocitos potenciales para *L. bocagei* y 138 para *P. duriense*.

Palabras claves: Índice Gonadosomático, Fecundidad, Gónada, Ovocito, Migración e Ictiofauna Iberica.

III. Antecedentes

3.1 Zona de estudio

La presa de San Fernando, en el Río Tormes (UTM –Huso 30- X: 282.903 Y: 4.487.911), tiene 13 m de altura y cuenta con una escala para peces que permite a las especies locales (barbo ibérico, boga y trucha) realizar todo tipo de migraciones a lo largo del año. La estructura pertenece al municipio de Cespcedosa de Tormes (Salamanca) y fue ideada para la producción hidroeléctrica (Sanz-Ronda *et al*, 2014).



Figura Nº 1. Microembalse de la Presa San Fernando, justo aguas debajo de la presa (a), presa de San Fernando (b) y escala para peces (c).

La escala de peces está monitorizada desde 2012 mediante trampeo, video seguimiento y marcaje con PIT-tags durante la época de migración (Mayo, Junio y Julio), lo que permite controlar el número de peces que llegan al último estanque, grabar su paso y marcarlos (microchips y marcas externas), así como controlar las condiciones del paso, como el tiempo o el rendimiento (Sanz-Ronda *et al*, 2012, 2013 y 2014).

El caudal medio anual en este tramo del río Tormes ronda los 28,31 m³/s (www.chduero.es). La irregularidad en los caudales naturales es muy marcada. El

caudal ecológico que debe circular entre el azud y la restitución de las turbinas es de 2,5 m³/s (1,05 m³/s en periodos secos).

Por otro lado, se ha evaluado dentro de la escala su profundidad, velocidad y la potencia disipada. Se ha estudiado la escala hidráulicamente (profundidad, velocidad...) y biológicamente (capturas diarias, video seguimientos,...) para analizar el comportamiento de los peces en las escala San Fernando en comparación con otras tres escalas de peces (Sanz-Ronda *et al*, 2012).

3.2 Ictio-migraciones en la Península Iberica

En la Península Iberica podemos encontrar 71 especies autóctonas y 28 introducidas, esta diversidad es baja si la comparamos con los países del centro y norte de Europa (Kottelat & Freyhof, 2007). Debido a las características hidrológicas y al aislamiento geográfico que suponen los Pirineos, existe un gran número de géneros y especies endémicas (Doadrio, 1988; Elvira, 1990).

El 65% las especies oriundas realizan movimientos migratorios de mayor (cientos de km: anguila, salmón, reo, esturión, sábalos, sabogas, lampreas) o menor entidad (pocos km: barbos, bogas, cachos, gobios). Este porcentaje aumenta hasta un 80% en el caso de los endemismos (Sanz Ronda *et al.*, 2007).

Debido a las obras transversales en los ríos, las especies migratorias han disminuido su área de distribución (anguila –*Anguilla anguilla*–, sábalos –*Alosa alosa*–, saboga –*Alosa fallax*–), están amenazadas seriamente por los obstáculos (salmón –*Salmo salar*–) y otras ya se dan por desaparecidas (sollo o esturión –*Acipenser sturio*–, lamprea de río –*Lampetra fluviatilis*–) (Elvira *et al.*, 1998; Martínez de Azagra, 1999; Algarín, 2002).

Las migraciones de peces de agua dulce están relacionadas o asociadas con fines reproductivos, también se pueden distinguir otros tipos como las de carácter térmico, estacional, tróficos, ontogénicos y las que dependen de los ciclos hidrológicos (Bonetto & Castello, 1985).

En general, la temperatura es el principal factor que estimula la migración reproductiva de barbos y bogas (Rodríguez & Granado, 1992; Santos *et al.*, 2008), aunque en ocasiones el caudal (Santos *et al.*, 2005) o el fotoperiodo (Poncin, 1992 en Britton, 2014) también son importantes.

Al igual que *Barbus graellsii* y *Chondrostoma miegii* dos especies de ciprínidos endémicos del noreste de la Península Ibérica (Doadrio, 2002) y que coexisten en algunas cuencas del mediterráneo y del cantábrico (Elvira, 1995), al barbo ibérico (*Luciobarbus bocagei*) y la boga del duero (*Pseudochondrostoma duriense*) se les puede encontrar juntos en el Río Tormes (Ver Figura Nº 2 y 3, pag. 12 y 13), en donde se ha estimado la abundancia de *Luciobarbus bocagei* en 0,02 individuos/m² (Sánchez-Hernández & Cobo, 2011).

Un ejemplo de las migraciones de los peces relacionados con la reproducción lo observamos en el río Cinca (NE Península Iberica), las hembras de *B. graellsii* la actividad gonadal inicia en el mes de febrero, mientras en las hembras de *Ch. miegii* la actividad gonadal comienza en el mes de agosto (Oliva-Paterna *et al*, 2007). En la cuenca del Río Segura (SE de España), *Barbus sclateri* inicia la actividad gonadal en enero, siendo mayor en marzo y alcanzando su máximo en mayo, el índice gonadosomático es máximo en junio (Torralva, 1996).

Los movimientos migratorios de las bogas en el Río Tormes inician a mediados de mayo y la primera quincena de julio, mientras que los barbos comienzan en la última semana de mayo y durante todo el mes de junio, en donde la temperatura es el factor determinante (Doadrio *et al*, 2011). El umbral de 15 °C es el que activa el movimiento de barbos y bogas (Sanz-Ronda *et al*, 2013).

3.3 Estudio de las Gónadas

El estudio de las gónadas es un método comúnmente utilizado para interpretar las variaciones del desarrollo gonadal (ciclo sexual), e indicador de los cambios en la relación porcentual entre el peso del pez y el peso de las gónadas. Conocida como índice gonadosomático (IGS) (Iwazkiw, 1990). Por lo tanto este índice según Tresierra y Culquichicon (1993), es un parámetro muy útil para determinar las fases de madurez sexual, este puede determinarse en relación al peso corporal total o peso eviscerado. Por lo tanto es conveniente definir el peso que se va a utilizar para determinar su estimación.

El estadio de madurez sexual al que nos referimos es la fase durante la cual el pez alcanza el estado adulto con capacidades de reproducirse, aunque no solo comprende a los individuos que han alcanzado la primera madurez sexual sino también a los individuos que entran en maduración gonadal cada año durante la época de reproducción (Bagenal & Tesh, 1978).

El *IGS* además de ser útil como medida del grado de madurez en el ovario, también sirve como indicador del período de desove en función de las respectivas fluctuaciones estacionales (Gupta, 1974). Por lo tanto el *IGS* al cual nos referimos constituye la expresión más utilizada en el estudio del desarrollo de las gónadas y describir el ciclo reproductivo de los peces. La expresión se basa en el incremento del tamaño de la gónada a medida que se acerca el momento de la freza y varía con el estado de desarrollo de los ovocitos (Granado, 1996).

Esa relación directa que existe entre el peso de la gónada y el peso total del organismo, corresponde con el estadio de desarrollo gonádico, y alcanza un valor máximo inmediatamente antes del desove (Rodríguez-Gutiérrez, 1992). Este cambio no indica el estado específico de maduración, especialmente para peces con amplio rango de tallas (De Vlamning *et al.*, 1982). Es un índice de maduración reproductora (Crim & Glembe, 1990) que describe cambios en el tamaño de la gónada (Wootton, 1998) y mide el grado de madurez sexual.

Sin embargo, si el *IGS* es muy útil para peces que desovan una sola vez por época de reproducción, se vuelve impreciso para peces que desovan varias veces por época y en este caso es mejor utilizar las proporciones mensuales de los estadios de madurez de las gónadas (Duponchelle *et al.* 1999).

El *IGS* además nos proporciona conocimiento de la fecundidad de una especie, que es un factor importante para poder estimar la explotación racional de una población. Se emplea para calcular el potencial reproductor de una población y la supervivencia desde el huevo hasta la eclosión (Baxter, 1963).

En comparación con otros grupos de vertebrados, los peces de agua dulce de la Península Iberica han generado un escaso interés tanto desde el punto de vista científico como de su conservación (Doadrio, 2001), por lo tanto el estudio del *IGS* de estas dos especies nos permitirá conocer mejor su biología reproductora. Determinar parámetros como longitud, peso y la edad a partir de los cuales se podrá estimar la fecundidad y el número de ovocitos por hembra, son vitales para comprender la dinámica de la población y por lo tanto la gestión de dicho recurso.

3.4 *Luciobarbus bocagei* (Steindachner, 1864)



➤ Taxonomía (Steindachner, 1864)

Reino:	Animalia	Familia:	Cyprinidae
Filo:	Chordata	Género:	Luciobarbus
Clase:	Actinopterygii	Especie:	<i>L. bocagei</i>
Orden:	Cypriniformes	Nombre común:	Barbo común Ibérico

Figura Nº 2. Ejemplar de Barbo común Ibérico capturado en la escala de peces de la presa San Fernando en el río Tormes. Foto (Néstor González A.).

Descripción taxonómica (Doadrio, 2011)

D III-IV/(7)8(9), A III/5, P I/16-18, V II/8, LL (45)47-49 (-52), LTS 7-9, LTI 4-6, PT 5.3.2/5.3.2, Br 13-20. La especie es tetraploide ($2n=100$).

Boca protráctil y en posición ínfera, con un labio superior grueso y el inferior a menudo retraído, dejando ver el dentario. Dos pares de barbillas en la mandíbula superior, cortas en relación a la cabeza, no llegando el primer par al borde anterior del ojo y el segundo par al borde posterior. La aleta anal es pequeña, siendo más larga en la hembra, hecho relacionado con la forma de realizar la puesta. En la época de celo, los machos presentan tubérculos nupciales en la región cefálica. La coloración varía mucho según los ríos y sobre todo según la fase de desarrollo en la que se encuentran.

En general es uniformemente parda o plateada, con el vientre más claro y las escamas bordeadas por puntos negros. Los juveniles presentan manchas oscuras, que desaparecen en los adultos.

3.5 *Pseudochondrostoma duriense* (Coelho, 1985)



➤ Taxonomía (Coelho, 1985)

Reino: Animalia	Familia: Cyprinidae
Filo: Chordata	Género: Pseudochondrostoma
Clase: Actinopterygii	Especie: <i>P. duriense</i>
Orden: Cypriniformes	Nombre común: Boga del Duero

Figura Nº 3. Ejemplar de boga del Duero capturado en la escala para peces de la presa San Fernando del río Tormes. Foto (Néstor González A.).

Descripción taxonómica (Doadrio, 2011)

D III/(7)8-9, A III/(8)9-10, P I/(13)14-16(17), V I/(6)7, C I/(16)17(18)/I, LL 63-74, LTS (9)10-11(12), LTI 4-5(6), PT 5-5/6(7)(5), Br 12-24. La especie es diploide ($2n=50$).

Especie de talla media que no suele alcanzar los 50 cm de longitud total. Cuerpo alargado, más que otras especies de ciprínidos. La abertura bucal es inferior y recta. El labio inferior es grueso y presenta una lámina córnea bien desarrollada. Las aletas dorsal y anal son largas, frecuentemente con ocho radios ramificados y alguna vez con nueve. Escamas pequeñas, en la línea lateral se cuentan entre 63 y 74. El número de dientes faríngeos es de 5-5 y el de branquiespinas de 12 a 24. El cuerpo suele estar pigmentado con pequeñas manchas negras, muy marcadas en las poblaciones de los ríos de Galicia y Portugal, que suelen ser más amarillentas en su coloración corporal. Línea lateral muy marcada con dos las de puntos negros.

IV. Objetivos

4.1 Objetivo General

- ✚ Determinar el estado de madurez sexual de *Luciobarbus bocagei* y *Pseudochondrostoma duriense* en el momento de su paso por la escala para peces de la presa de San Fernando en el río Tormes.

4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el sexo, clase de edad y la relación longitud-peso de cada especie al momento de su migración.
- ✓ Estimar la fecundidad absoluta, fecundidad promedio y el tamaño de los ovocitos de cada especie.
- ✓ Calcular los principales índices relacionados con la madurez sexual al momento de su paso por la escala San Fernando.
- ✓ Estimar el tiempo necesario hasta la freza desde el momento de inicio de la migración en la Península Ibérica.

V. Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en la presa de San Fernando en el río Tormes, a la cola del embalse de Santa Teresa, que pertenece al municipio de Cespcedosa de Tormes (Salamanca).

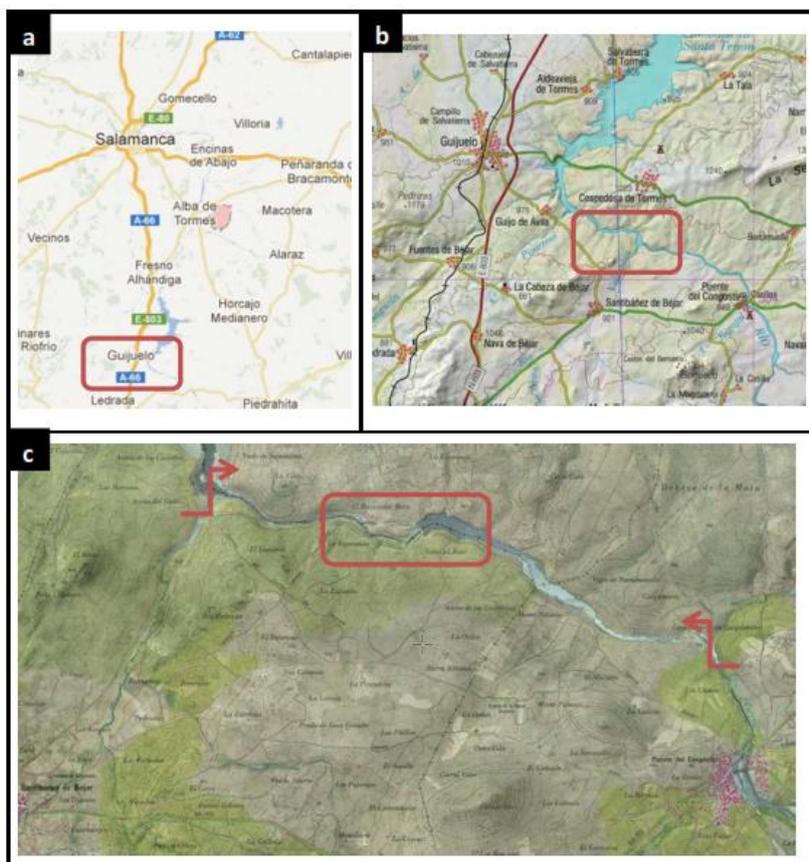


Figura Nº 4. Planos de localización con respecto a Salamanca (a) y a Guijuelo (b). Plano de situación del azud del Salto de San Fernando. (Fuente SIG-PAC) (c).

De Mayo a Julio de 2015 se realizaron catorce muestreos con una frecuencia quincenal. De las capturas realizadas durante el muestreo se seleccionaban de manera aleatoria varios ejemplares de *Luciobarbus bocagei* y de *Pseudochondrostoma duriense*. Tras la captura se sacrificaron los individuos mediante concusión cerebral (Real decreto 53/2013, además se cuenta con los permisos de la Junta de Castilla y León y la Confederación Hidrográfica del Duero) y se utilizó un equipo de disección para la obtención de las muestras de gónadas.

Con un Ictiómetro se obtuvieron los datos biométricos de interés: longitud total (desde la cabeza hasta el final de la aleta caudal), longitud furcal (desde la cabeza hasta el punto medio de la aleta caudal), ancho o alto (desde la base de la aleta dorsal hasta la zona ventral) y longitud de la gónada, con una balanza de campo y con precisión de +/-

0,1 g se obtuvieron los datos de peso (total, sin gónada y eviscerado). Todas las muestras de gónadas fueron conservadas en alcohol al 4% y transportada al laboratorio en donde se realizó el análisis mediante el uso de una balanza digital con precisión de 0,01 g. Las muestras de gónadas fueron observadas a través de un binocular con regleta calibrada de 10 mm como proponen diferentes autores (Lobón-Cervia & Elvira, 1981; Herrera & Fernández-Delgado, 1994) y montadas en un plato Petri con papel milimetrado, para facilitar el conteo, la medición de gónadas y análisis de escamas. De estas últimas se obtuvieron muestras del flanco izquierdo entre el inicio de la aleta dorsal y la línea lateral de cada ejemplar para determinar la clase de edad, utilizando el criterio de Bagenal & Tesch (1978), y con la ayuda del microscopio se da lectura a los anillos de crecimiento a la muestra que se monta en portaobjetos o en plato Petri.



Figura Nº 5. Equipo de disección (a), Ictiómetro (b), Frascos con alcohol (c) y Balanza digital (d).

La determinación del sexo y estadio de madurez sexual se llevó a cabo mediante los caracteres visuales (Vazzoler, 1996), el cual establece cuatro fases según los siguientes criterios:

- ✓ Fase I (Inmaduro): ovarios filiformes, translúcidos, de tamaño muy reducido, se localizan junto a la columna vertebral, ocupan 1/3 de la cavidad abdominal o celómica y los ovocitos no se observan a simple vista. Los testículos son reducidos, filiformes, translúcidos y se localizan también junto a la columna vertebral.
- ✓ Fase II (En maduración): ovarios ocupan de 1/3 a 2/3 de la cavidad abdominal, se aprecian los vasos capilares, a simple vista se observan gránulos opacos de

diferentes tamaños. Los testículos, se aprecian desarrollados, con forma lobulada. Si al pez se le aplica una leve presión abdominal (extrusión), los testículos eliminan esperma entre lechoso y viscoso.

- ✓ Fase III (Maduro): ovarios ocupan casi totalmente la cavidad celómica, a simple vista se observan ovocitos maduros como unos gránulos esféricos opacos y/o traslúcidos y grandes, cuya frecuencia varía con la maduración gonadal. Los testículos también ocupan gran parte de la cavidad celómica, se aprecian blanquecinos y al hacerse la extrusión fluye esperma menos viscoso que en el estado anterior.
- ✓ Fase IV (Vacíos o desovados): ovarios se observan con aspecto hemorrágico, completamente flácidos, ocupando menos de 1/3 de la cavidad abdominal, se aprecian pocos ovocitos, en estado de reabsorción. En peces con desove parcial, esta fase se confunde fácilmente con la II, diferenciándose por la presencia de zonas hemorrágicas. Los testículos también se presentan flácidos y con aspecto hemorrágico.

a - Pseudochondrostoma duriense



b - Luciobarbus bocagei



c - Pseudochondrostoma duriense



d - Luciobarbus bocagei



Figura Nº 6. Los Testículos (**a y b**). En cualquier fase del desarrollo, son más cortos que los ovarios, de color blanco rojizo y sección aplanada. Los Ovarios (**c y d**). Sea cual sea su desarrollo son de sección cilíndrica, de color amarillo o anaranjado y granulares.

La relación entre el peso de la gónada y el peso del organismo, es decir el índice gonadosomático, se obtiene a través del estudio de la gónada:

$$IGS = (Pg/Pt) * 100$$

donde; *Pg* = peso de la gónada (g) y *Pt* = peso total del pez (g) (Woottom, 1998).

La fecundidad absoluta se determinó mediante el método volumétrico, para lo cual se utilizaron ovarios en estadio de maduración II (en maduración) y III (maduras), y únicamente el izquierdo del par gonádico. Como el desarrollo de los ovocitos es homogéneo en todo el ovario, se extrajeron 0,1 g de muestra de la región central del

ovario y se guardaron en frascos con líquido de Gilson (Oliva *et al.*, 1986). El número de ovocitos por hembra o fecundidad absoluta (*FA*) se estimó mediante la fórmula (Caballero-Chávez, 2004):

$$FA = \bar{n} * A / (a * \frac{Pg}{g})$$

donde: \bar{n} = promedio de ovocitos por submuestra; *A* = volumen total (L); *a* = volumen de la submuestra (L); *Pg* = peso total de las gónadas (g); *g* = peso de la muestra de la gónada (g).

La fecundidad promedio se determinó como la media de los valores resultantes del conteo de huevos y por medio del método de Shoesmith (1990), mediante la fórmula

$$Fx = \Sigma a * LF$$

donde: *Fx* = fecundidad promedio; Σa = sumatoria del volumen de la muestra (mL); *LF* = longitud furcal (cm).

La relación entre la longitud y el peso se calculó utilizando la ecuación $P = a * LF^b$, donde *P* = peso total (g), *LF* = longitud furcal (cm) *a* y *b* = son coeficientes (Le Creen, 1951), además se hace el cálculo del factor de condición o forma $K = 100 * P/LF^3$ (Fulton, 1904), donde *K* = factor de forma (g/cm³). Para describir la relación analítica entre fecundidad absoluta (*FA*) y longitud furcal (*LF*) de las hembras con ovarios en fase II (en maduración) y fase III (maduras), se realizaron diferentes pruebas para encontrar el Modelo que mejor se ajuste para *L. bocagei* y para *P. duriense*.

El procedimiento de manejo de los peces se llevó a cabo en estricta conformidad con las recomendaciones anteriores y se han realizado todos los esfuerzos para minimizar el daño y estrés a los individuos. Todos los ensayos con peces y los muestreos realizados se han llevado a cabo de acuerdo con los criterios de bienestar animal que dicta la Unión Europea (Directiva 2010/63/UE). La autorización para el muestreo de peces y los permisos experimentales se obtuvieron de la Órgano Autonómico de Medio Ambiente (Junta de Castilla y León Consejería de Fomento y Medio Ambiente): JVB OTR -107/14. La Confederación Hidrográfica del Duero (Comisaría de Aguas) otorgó los permisos necesarios para modificar el caudal del río y escala de peces en las escasas ocasiones en que fue necesario durante los ensayos.

VI. Resultados

6.1 Descripción de la población

6.1.1 Muestra

El análisis se llevó a cabo con 20 muestras de *Luciobarbus bocagei* (8 machos y 12 hembras) y 40 muestras para *Pseudochondrostoma duriense* (12 machos, 23 hembras y 5 indefinido). En *P. duriense* la clase de edad 4+ presento un 45% de las capturas, de las cuales uno de cada tres individuos se encontraba en EM III (maduros) y más del 40% en EM IV (desovados). En esta especie el 45% de los ejemplares se encontraban en EM III (maduros) y el 25% en EM VI (desovados). En *L. bocagei* el 70% se encuentra en EM III (maduros) y el 15% en EM VI (desovado). Se consideran indefinidas las muestras que no presentaron testículos ni ovarios al momento de la diferenciación de sexo y obtención de gónadas para el análisis de IGS (Ver Tabla N° 1).

Tabla N° 1. Número de ejemplares según las clases de edad (CE) y estadio de maduración (EM) en *L. bocagei* y *P. duriense*.

Especie	Clases de Edad (CE*)	Número de ejemplares	Estadio de Maduración (EM*)					LT* Promedio (cm)	Rango
			Ind*	I	II	III	IV		
<i>Pseudochondrostoma duriense</i>	1+	2	2					8,75	7 - 10 cm
	2+	3	2			1		13,06	10 - 13 cm
	3+	11	1	2		8		16,79	13 - 16 cm
	4+	18		2	2	6	8	17,78	16 - 19 cm
	5+	6		1		3	2	21,00	> 19 cm
<i>Luciobarbus bocagei</i>	6+	4		1		1	2	31,50	29 - 39 cm
	7+	2				1	1	35,90	
	8+	3				3		38,43	
	9+	3				3		38,70	
	10+	4			1	3		40,23	> 39 cm
	11+	2				2		42,50	
	12+	2			1	1		49,80	

* Estadios de Maduración (EM) I= Inmaduras, II= En proceso de Maduración, III= Maduras y IV= Post-reproductora (desovado). * Caracteres visuales "Vazzoler, 1996".

* Clases de edad (CE)
 * Estadio de Maduración (EM)
 * Ind (Indefinido). No hay gónadas ni testículo.
 * LT (Longitud Total)

6.1.2 Sexo

La proporción de sexo en el muestreo realizado fue de 1:0,66 (hembra: macho) para *L. bocagei* y de 1:0,57 (hembra: macho) para *P. duriense* (Ver Anejos Tabla N° 3 y 4, pag. 38 y 39).

6.1.3 Clases de edad

Las clases de edad obtenidas a partir de la lectura de las escamas dio como resultado 5 clases de edad para *Pseudochondrostoma duriense* y 7 clases de edad para *Luciobarbus bocagei*. En *P. duriense* 12 de los 18 ejemplares de la clase de edad 4+

son hembras. Los rangos se obtuvieron de acuerdo a la longitud total promedio obtenida por clase de edad (Ver Tabla N° 1 y Figura N° 7, pag. 19 y 20).

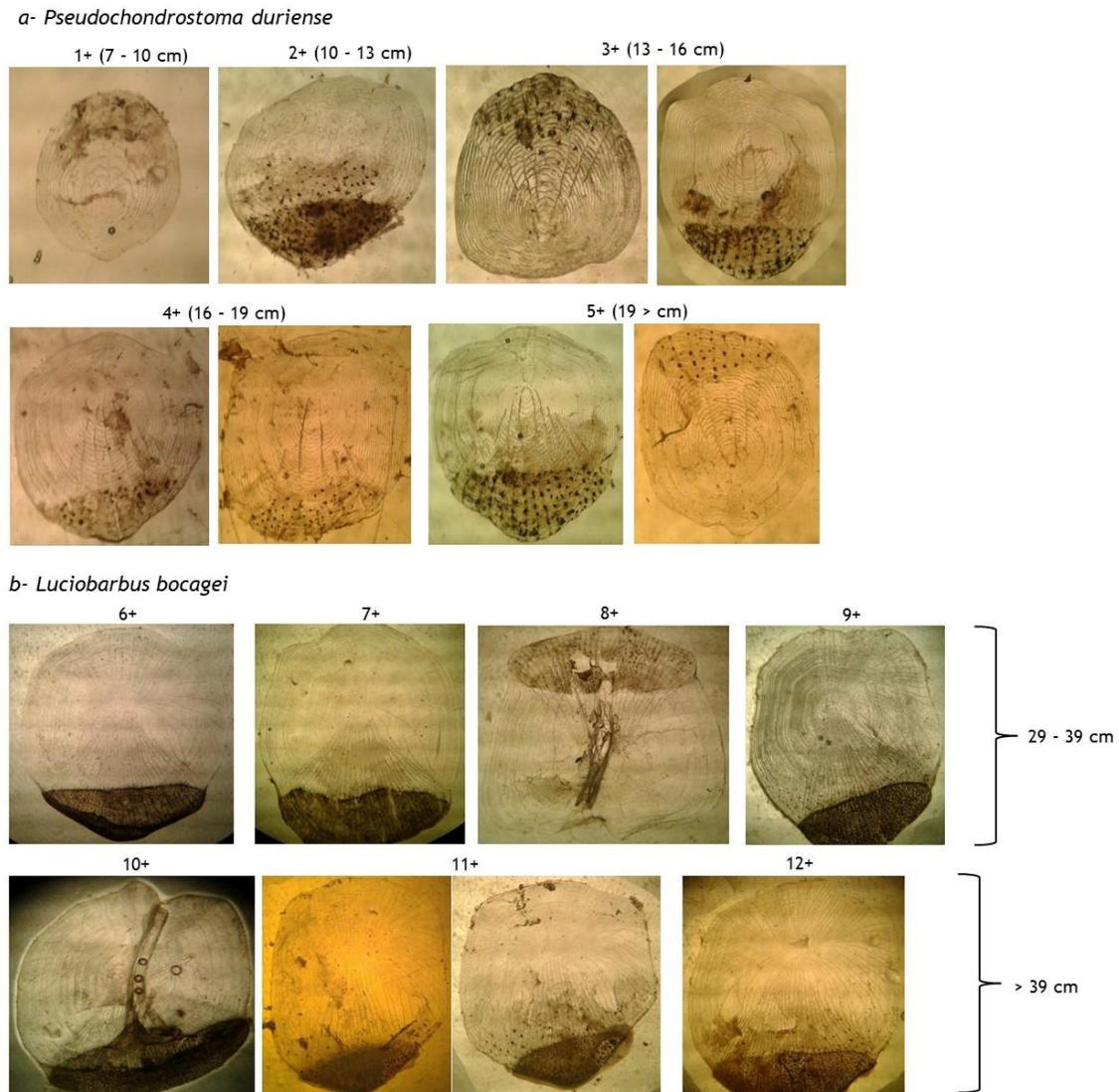


Figura N° 7. Clase de edad en *P. duriense* (a) y *L. bocagei* (b) a partir de la lectura de anillos de crecimiento en escamas.

6.2 Relación Longitud-peso

Las hembras de *L. bocagei* presentan una longitud total y peso total promedio de 41,0 cm y 595,8 g mientras que los machos de 35,3 cm y 373,0 g. El macho de mayor tamaño fue de 39,5 cm y un peso de 416,0 g, y el de menor tamaño fue de 29,2 cm y un peso de 249,0 g. En el caso de la hembra la de mayor tamaño fue de 55,4 cm y un peso de 1620,0 g, mientras que la de menor tamaño fue de 32,0 cm y un peso de 282,0 g (Ver Anejos Tabla N° 3, pag. 38).

En tanto la hembra de *P. duriense* presento una longitud total y un peso total promedio de 18,0 cm y 53,6 g en los machos es de 18,1 cm y 53,8 g. El macho de mayor tamaño fue de 20,5 cm con un peso de 72,0 g y el de menor tamaño fue de 14,8 cm y un peso

de 45,0 g. La hembra de mayor tamaño fue de 22,3 cm con un peso de 88,0 g y la de menor tamaño fue de 15,4 cm y un peso de 50,0 g (Ver Anejos Tabla N° 4, pag. 39).

De la relación entre el Peso total y Longitud furcal ($P = a * LF^b$), en *L. bocagei* se obtiene el modelo ($P = 0,0398 * LF^{2,65}$ y $r^2=0,941$), para *P. duriense* el modelo que se obtiene es ($P = 0,0085 * LF^{3,10}$ y $r^2=0,901$), siendo ambos los que mejor explican la variabilidad del Peso total (Ver Gráfico N° 1).

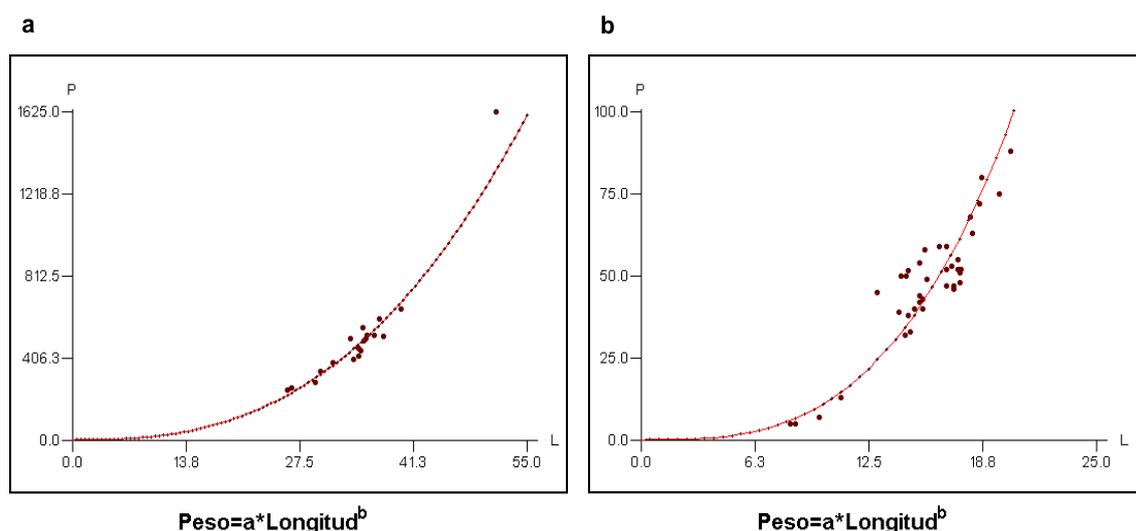


Gráfico N° 1. Modelo ajustado de la relación entre Peso total y Longitud furcal en *L. bocagei* (a) y *P. duriense* (b) durante la migración.

La media del factor de condición o de forma (K) fue de $1,15 \text{ g/cm}^3$ para *L. bocagei* y de $1,16 \text{ g/cm}^3$ para *P. duriense*. En cuanto a la variación de K con el sexo y los estadios de madurez sexual (EM) por especie, no se ha podido realizar una comparación estadística debido al reducido tamaño de la muestra (Ver Tabla N° 2). Estos datos se completarán con una nueva campaña de muestreo (2016) que permitirá realizar la comparación.

Tabla N° 2. Factor de condición (K) para *L. bocagei* y *P. duriense* por sexo y estadio de maduración sexual (EM).

<i>Luciobarbus bocagei</i>						<i>Pseudochondrostoma duriense</i>					
Individuos	Sexo		EM*	$K \text{ (g/cm}^3\text{)}$		Individuos	Sexo		EM*	$K \text{ (g/cm}^3\text{)}$	
	♀	♂		♀	♂		♀	♂			
1	1	-	I	1,11	-	5	3	2	I	1,23	1,15
2	2	-	II	1,17	-	2	2	-	II	1,00	-
14	9	5	III	1,12	1,11	18	10	8	III	1,21	1,28
3	-	3	IV	-	1,35	10	8	2	IV	1,13	1,16
-	-	-	Ind*	-	-	5	-	-	Ind*	0,96	-

6.3 Fecundidad promedio, absoluta y tamaño de ovocitos

Para determinar la fecundidad de *P. duriense* se analizaron 12 ovarios de hembras y en *L. bocagei* se analizaron 11 ovarios en ambos casos se encontraban en EM II y III. La

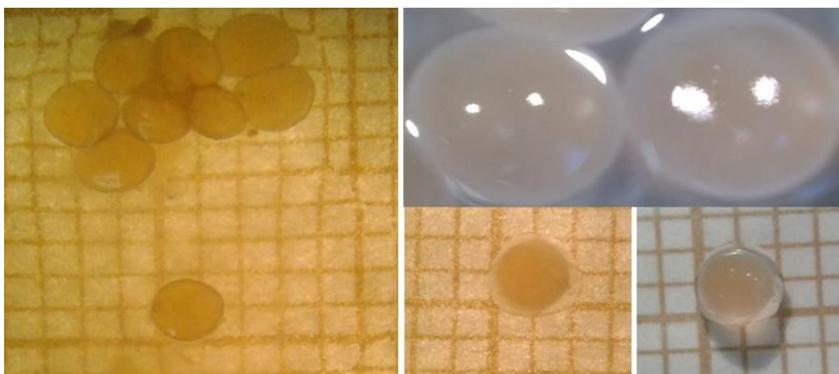
hebra de *P. duriense* con mayor número de ovocitos capturada en la escala fue de 6675 huevos (Peso gónada (PG) 19,1 g; LF 17,2 cm y EM III) y la de menor número de ovocitos fue de 90 huevos (PG 0,3 g; LF 17,5 cm y EM II), el diámetro promedio del ovocito para esta especie es 1,89 +/- 0,10 mm: L.C 95% (Ver Figura N° 8 “a”, pag. 22 y Anejos Tabla N° 6, pag. 42).

Para *L. bocagei* la hembra con mayor número de ovocitos tuvo 42055 (PG 175,2 g, LF 51,3 cm y EM II) y la de menor número de ovocitos tuvo 10192 (PG 36,4 g, LF 36,6 cm y EM III) ambos capturados en la escala, el diámetro promedio del ovocito para esta especie es de 2,20 +/- 0,07 mm: L.C 95% (Ver Figura N° 8 “b”, pag. 22 y Anejos Tabla N° 5, pag. 41).

En cuanto al Estadio de Madurez (EM), en las muestras de *P. duriense* se encontró el 45% madura (10 hembras y 8 machos) y 25% desovadas (8 hembras y 2 machos). En *L. bocagei* el 70% de la muestra se encontraba maduras (Ver Tabla N° 1, pag. 19).

La fecundidad absoluta obtenida promediando los valores del conteo de ovocitos para *L. bocagei* fue de 18825, en tanto para *P. duriense* fue de 2272 y la fecundidad promedio obtenida por el método de Shoosmith (1990) es de 18393 y 2318 ovocitos respectivamente.

a- *Pseudochondrostoma duriense*



b- *Luciobarbus bocagei*

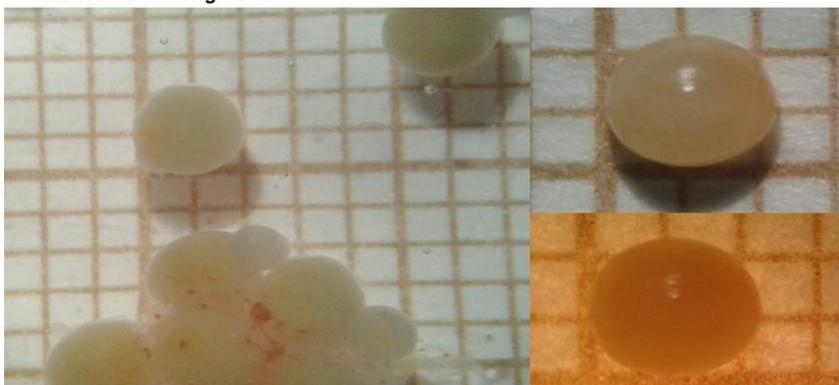


Figura N° 8. Conteo y medición del diámetro de ovocitos para *P. duriense* (a) y *L. bocagei* (b). Cada cuadrante equivale a 1mm.

La relación entre la longitud furcal (LF) y la fecundidad absoluta (FA), es decir, el número de ovocitos, para *Luciobarbus bocagei* se representó mediante un modelo cuadrático ajustado; ($Y = \sqrt{a + bx^2}$), (donde; $Y = FA$, $a = -1,41539E9$, $b = 1,31622E6$ y $x^2 = LF$) y $r^2 = 0,903$ y para *Pseudochondrostoma duriense* con el modelo lineal: ($Y = a + bx^2$), (donde; $Y = FA$, $a = -1387,87$, $b = 13,2783$ y $x^2 = LF$) y $r^2 = 0,195$ (Ver Gráfico N° 2).

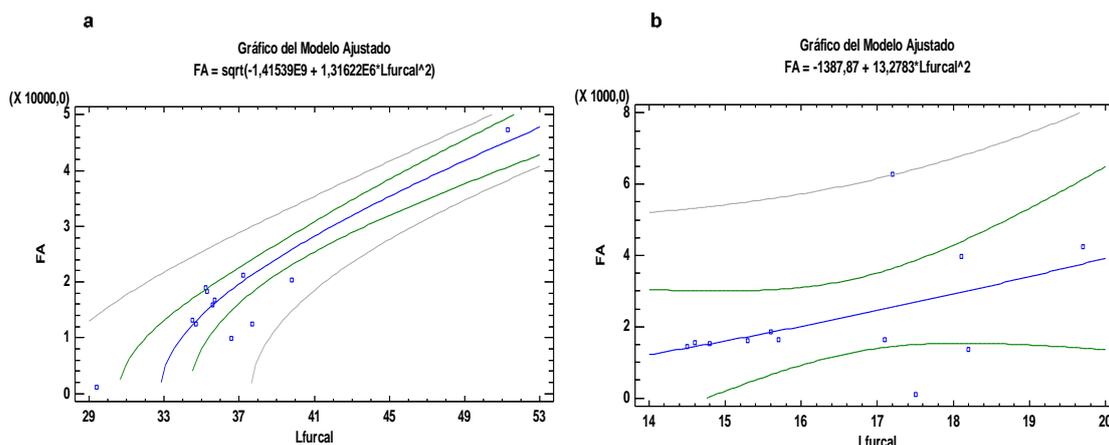


Gráfico N° 2. Modelos ajustados de la relación Fecundidad Absoluta (número de ovocitos) y Longitud furcal. Modelo cuadrático en *L. bocagei* (a) y modelo lineal en *P. duriense* (b) al momento de su paso por la presa San Fernando en el Río Tormes.

6.4 Índice Gonadosomático (IGS)

La mayor actividad reproductora para *L. bocagei* tiene lugar en la segunda quincena del mes de junio ($IGS=11,4$), en el caso de *P. duriense* se da en la segunda quincena del mes de mayo ($IGS= 29,3$) (Ver Gráfico N° 3). En *L. bocagei* la diferencia porcentual promedio entre el peso total y el peso sin gónadas es de 11,47% en hembras y 1,5% en machos. Para *P. duriense* la diferencia porcentual es de 7,92% en hembras y 2,92% en machos (Ver Anejos tabla N° 3 y 4, pag. 38 y 39).

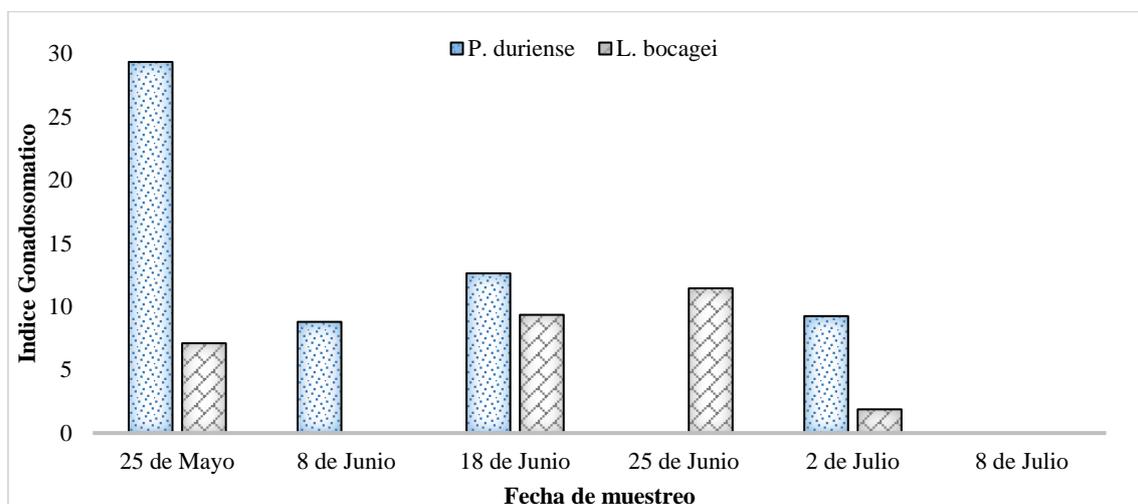


Gráfico N° 3. Índice Gonadosomático promedio por fecha de muestreo para *P. duriense* y *L. bocagei*.

La distribución de organismos maduros según sus características visuales en *L. bocagei* alcanza su proporción máxima en la última semana del mes de mayo, siendo la relación de 1:4 (hembra:macho), para *P. duriense* esta proporción de organismos maduros se mantiene en 1,25:1 (hembra:macho) durante la migración, alcanzando su máxima proporción en la primera semana del mes de julio, de 1:1,5 (hembra:macho), (Ver Gráfico N° 4).

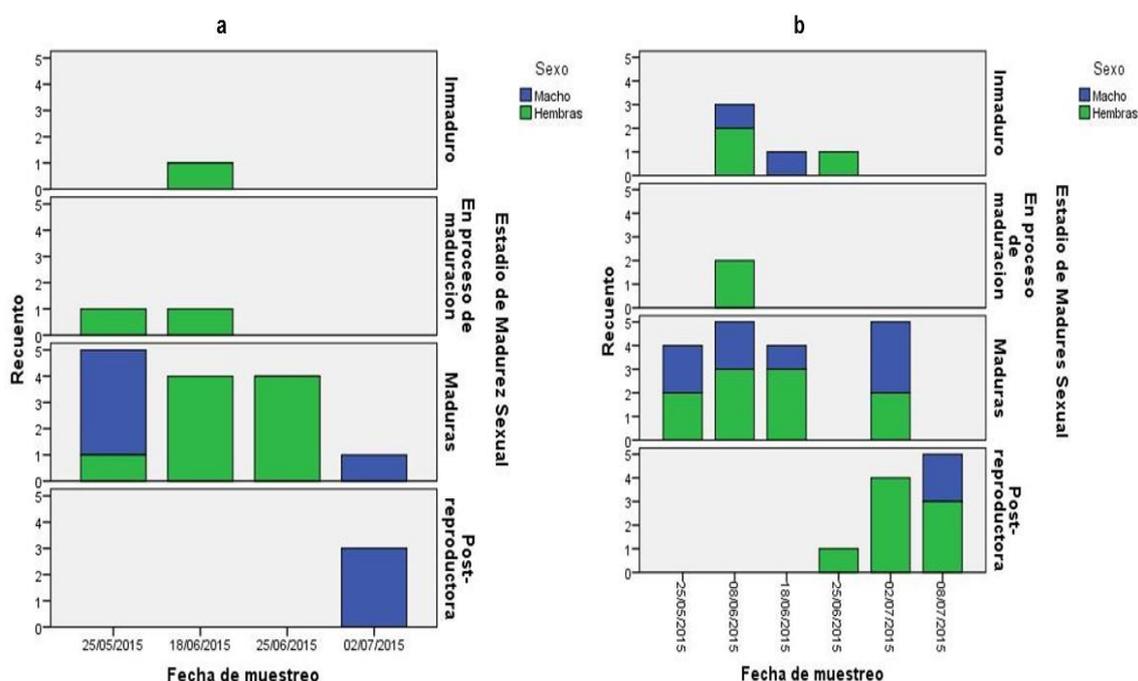


Gráfico N° 4. Distribución de la proporción de organismos maduros sexualmente durante la migración en *L. bocagei* (a) y *P. duriense* (b).

VII. Discusión

Durante las evaluaciones biológicas previas realizadas en la escala San Fernando, la relación de sexo (hembra:macho) en *L. bocagei* ha ido variando: 1:1,93 (2012), 1:2,81 (2013), 1:4,71 (2014) y 1:2,97 (2015), normalmente las hembras de *L. bocagei* y *P. duriense* suelen ser de mayor tamaño que los machos y las proporciones de sexo sean mayores en machos (Sanz-Ronda *et al*, 2012, 2013, 2014 y 2015).

La proporción de sexo obtenido de la muestra durante el presente estudio para *L. bocagei* fue de 1:0,66 hembra:macho (no es la proporción real, porque se pueda seleccionar de manera aleatoria igual número de machos y hembras), 7 clases de edades y diámetro de ovocitos 2,20 +/- 0,07 mm: L.C 95%. Para *P. duriense* la proporción de hembra: macho es de 1:0,57 con 5 clases de edades y diámetro de ovocitos de 1,89 +/- 0,10 mm: L.C 95% (Ver figura N° 7, pag. 20 y Anejos tabla N° 5 y 6,

pag. 41 y 42), en *P. duriense* es difícil determinar la proporción de sexo si no se extrae una muestra de la población y se analizan las gónadas de los individuos.

Las proporciones de sexo son muy similares a los encontrados por Lobón-Cervia & Fernández-Delgado (1984). Ellos encontraron 12 clases de edad y proporción de sexo en *L. bocagei* de 1,8:1 y 1,35:1 con intervalos de 10-15 y 15-20 cm respectivamente con predominancia de machos. Oliva *et al* (2007), en *Barbus graellsii*, encontraron proporciones de sexo 2,13:1 con predominancia de machos y en *Chondrostoma miegii* de 0,12:1 con predominancia de hembras: Los ovocitos de *B. graellsii* alcanzan un diámetro de 1,098 mm, menor que *L. bocagei*, al ser una especie de menor tamaño. Para *Ch. miegii* se alcanza un diámetro de 1,84 mm, semejante a su homóloga *P. duriense*.

Torralva (1996) en *Luciobarbus sclateri*, de igual dimensiones a *L. bocagei*, encontró proporciones de sexo 1,51:1 con predominancia de hembras y diámetro máximo de ovocitos de 2,20 mm.

A lo largo de la migración, los machos predominan sobre las hembras en proporción promedio de 2:1 en *L. bocagei*, similar a Oliva *et al.* (2007) para *Luciobarbus sclateri*. En *P. duriense* es difícil realizar la diferenciación de sexo en la población si no se realiza la disección del individuo (Ver figura N° 6, pag. 17), aunque en época de apareamiento los machos desarrollan pequeños tubérculos en todo el cuerpo (Doadrio, 2001).

En las poblaciones de *P. duriense* en el Tormes no se observan ni son palpables el desarrollo de tubérculos nupciales en machos como en otros ríos más lénticos, por ejemplo el Duero (Ver Anejos Figura N° 12, pag. 36). En *L. bocagei* sí se observan claramente el desarrollo de tubérculos en los estadios II y III de maduración, en el estadio I no son visibles (Ver Anejos Figura N° 13, pag. 37).

En el análisis de escamas realizado en *P. duriense* se pudo establecer 5 clases de edad con ciertos intervalos, mientras que en *L. bocagei* fue difícil establecer estos intervalos en las 7 clases de edad encontradas (Ver Figura N° 7, pag. 20). Esto se relaciona con el hecho de que el crecimiento de los peces es continuo, aunque la tasa de crecimiento disminuye a medida que el pez es más viejo (Bagenal, 1973).

En la relación entre P y LF utilizando el modelo más habitual $P = a * LF^b$, en *L. bocagei* explica el 94,1% de la variabilidad del peso con un factor de condición (K) de 1,15 g/cm³ y en *P. duriense* explica 90,1% y K de 1,16 g/cm³. Sanz-Ronda *et al*, 2012, con el mismo modelo explica el 87,7% y K de 1,086 g/cm³ en machos de *L. bocagei* y el 94,1% y K de 1,090 g/cm³ en hembras. Mientras que en *P. duriense* explica el 91,4% y K de 1,205

g/cm³. Sanz-Ronda *et al*, 2013, con el mismo modelo explica el 79% y *K* de 1,11 g/cm³ en machos de *L. bocagei* y el 88,7% y *K* de 1,10 g/cm³ en hembras. En *P. duriense* el 91,4% y *K* de 1,21 g/cm³.

Torralva (1996) encuentra que el modelo explica el 93,3% de la variabilidad del peso en machos y hembras combinados de *Luciobarbus sclateri* en la estación de la Graya y del 97% en la estación de la Ayna. Lobón-Cervia & Fernández-Delgado (1984), en poblaciones de *L. bocagei* en el Rio Jarama obtienen una explicación a la variabilidad del peso del 89,6% relacionado con la fecundidad y el peso de la gónada.

Con relación a la fecundidad absoluta encontrada, 18825 para *L. bocagei* y 2272 para *P. duriense*, en individuos con talla de 36,91 y 16,62 cm respectivamente, Lobón-Cervia, 1982., Lobón-Cervia & Fernández-Delgado (1984), en *L. bocagei* encuentran una relación directa de la fecundidad con el tamaño y la masa corporal, encontrando hembras de 200 mm *LF* con 3000 huevos y de 350 mm *LF* con 14.000 huevos en el Rio Jarama entre el 15 de mayo y el 1 de junio. Oliva *et al* (2007), encuentra una hembra de *Chondrostoma miegii* de 200 mm *LF* con 6295 huevos, similar a lo encontrado en el muestreo con una hembra de *Pseudochondrostoma duriense* de 17,2 cm *LF* con 6675 huevos. Herrera & Fernández-Delgado (1994), encontraron en hembras de *Chondrostoma polylepis* de 200 mm *LF* con 15600 huevos.

Hasta el momento se puede validar a través del *IGS* que el periodo de reproducción en *L. bocagei* se da en la segunda quincena del mes de Junio y en *P. duriense* en la segunda quincena del mes de Mayo con promedio de *IGS* de (7,44 y 9,99), lo cual coincide con la época de reproducción para *P. duriense* va de abril y junio, en el caso de *L. bocagei* que va de febrero y junio, soliendo realizar la puesta entre mayo y junio (Doadrio *et al*, 2011). También coincide por lo encontrado por Lobón-Cervia & Fernández-Delgado (1984) en *Barbus barbus bocagei* en el Rio Jarama.

Durante el periodo reproductor de *L. bocagei*, en más del 95% de la muestras se encontró una distribución unimodal de diámetros oocitarios; en *P. duriense* en el total de la muestra. Este tipo de reproducción es rara en ciprínidos ibéricos (Oliva *et al*, 2007), observado por Mann & Mills (1985) en *Squalius leuciscus* en el río Frome (Inglaterra). Torralva (1996) encuentra que en el mes de mayo de 1990 y 1991 se registra la mayor actividad gonadal en *Luciobarbus sclateri* con 9,44 y 7,32 *IGS*, al igual que una distribución trimodal de sus diámetros oocitarios.

En la época reproductora, en las especies de ciprínidos con puesta múltiple (multispawners), el peso de las gónadas (índice gonadosomático) representa en torno al 10% del peso corporal (Mills, 1991); en el caso de ciertas poblaciones de barbos es de un 11% (Mann, 1991; Lobón-Cerviá, 1982a), mientras que en algunas poblaciones de boga puede alcanzar el 15% en hembras y el 5% en machos (Lobón-Cerviá y Elvira, 1981). Según Lobón-Cerviá y Fernández-Delgado (1984), es muy poco común en ciprínidos que los machos y las hembras tengan los mismos valores de índices gonadosomático en el período reproductivo.

En cuanto a la relación de Fecundidad Absoluta encontrada en *L. bocagei* y *P. duriense*, encontramos modelos similares en: Herrera y Fernández-Delgado (1994), en *Chondrostoma willkommii* en latitudes bajas. Oliva *et al.* (2007), en *Chondrostoma miegii*, Lobón-Cerviá (1982), en *Chondrostoma polylepsis*. Finalmente en el río Mundo (Ayna) y en el Río Segura (La Graya), Torralva (1996), encontró fecundidad de 7839 y 7349 huevos en hembras de *Luciobarbus sclateri*. Todos estos modelos relacionan la longitud furcal (*LF*) y la fecundidad absoluta (*FA*) en especies diferentes y con 200 mm *LF* como talla de referencia.

Hasta el momento con los datos de *IGS* obtenido durante el estudio no se puede determinar con exactitud el periodo de máximo desove, tampoco se puede definir la fecha exacta del máximo desarrollo de las gónadas, lo cual se ve condicionado por el tamaño de la muestra, por lo tanto es necesario que los datos se obtengan con una frecuencia semanal.

Finalmente podemos decir que en la temporada de reproducción que se observa durante los meses de Marzo a Julio durante la migración de la Ictiofauna Iberica, el desove o la puesta depende de la temperatura, lo cual coincide con (Rodríguez & Granado, 1992; Santos *et al.*, 2008; Doadrio *et al.*, 2011; Sanz-Ronda *et al.*, 2013). Con relación al tiempo estimado al desove una vez alcanzada la maduración y habiendo superado la escala, dependerán de dos factores que son nuestras futuras líneas de investigación:

➤ **Tiempo Estimado al desove**

- 1) Distancia y disponibilidad de sitios idóneos para el desove (frezaderos).
- 2) Estimulación externa, es decir la disponibilidad de machos.

➤ **Reabsorción**

- 1) ¿En cuánto tiempo se realiza la reabsorción?
- 2) ¿Qué porcentaje es reabsorbido?

VIII. Conclusiones

- 1) Con el uso del Índice gonadosomático se puede conocer el periodo de reproducción durante la migración, en *Luciobarbus bocagei* se da en la segunda quincena del mes de Junio y en *Pseudochondrostoma duriense* se inicia a partir de la segunda quincena del mes de Mayo y finaliza a principio del mes de Julio.
- 2) La metodología de Vazzoler nos permite determinar el estado de maduración sexual de los peces durante la migración. Al momento del paso por la escala, el 5% de la muestra en *L. bocagei* se encuentra en estado EM I (inmaduras), 10% en EM II (en maduración), el 70% EM III (maduras) y un 15% en EM IV (desovados). En *P. duriense* el 12,5% se encuentran indefinidas, 12,5% se encuentran en estado EM I (inmaduras), 5% en EM II (en maduración), 45% en EM III (maduras) y 25% en EM IV (desovados).
- 3) La fecundidad promedio y absoluta está directamente relacionado con la longitud furcal y el peso total, en *L. bocagei* se explica a través de un Modelo cuadrático y en *P. duriense* a través del Modelo lineal.
- 4) La longitud y el peso están directamente relacionados con el IGS y con la fecundidad, pues cada gramo que incrementa el peso de la Hembra representa un aumento potencial en el número de ovocitos para *L. bocagei* y para *P. duriense*.
- 5) El estadio de madurez de las gónadas y el diámetro de los ovocitos son el mejor indicador previo al desove de las hembras. El tiempo para que se realice la puesta una vez que el ovocito alcance su máximo diámetro dependerá de la distancia y disponibilidad de hábitat con las condiciones necesarias para el desove, en *P. duriense* alcanza su máximo a finales de Mayo y en *L. bocagei* a finales del mes de Junio.

IX. Agradecimientos

Mi agradecimiento al centro tecnológico agrario y agroalimentario de la universidad de Valladolid (Itagra.ct), a la Central de San Fernando S.L. A mis compañeros Jorge Ruiz Legazpi y Fco. Javier Bravo Córdoba de la Unidad Docente de Hidráulica e Hidrología (grupo Gea-Ecohidráulica), por el apoyo logístico brindado durante las jornadas de campo y laboratorio.

X. Referencias

- ALGARÍN, S. 2002. La historia última de los esturiones del Guadalquivir. *Azotea*, 13-14: 19-88.
- BAGENAL, T. & TESCH, F.W. 1978. Age and Growth. In: Bagenal, T. (Ed.), *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. 101-136. Blackwell Scientific Publications, London.
- BAGENAL, T. B. 1973. Fish fecundity and its relations with stock and recruitment. *Rapp.P. V. Recun. Cons. Int. Explor. Mer.* 164: 186 – 198.
- BAXTER, I. G. 1963. A comparison of fecundities of early and late maturity stages of herring. In the north – western North Sea. *Rapp. P. y Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 154: 170 – 174.
- BONETTO, A. & H.P. CASTELLO. 1985. Pesca y acuicultura en aguas continentales de América Latina. Serie Biología N° 31. OEA 118 p.
- BRITTON J.R. & PEGG J. 2014. Ecology of European Barbel *Barbus barbus*: implications for river, fishery, and conservation management. *Reviews in Fisheries Science*, 19:4, 321-330.
- CRIM, L.W. & B.D. GLEMBE, 1990. Reproduction. En C.B. Schreck y P.B. Moyle (eds). *Methods for fish biology*. Pp. 529-544. American Fisheries Society. Bethesda. Maryland. USA.
- CABALLERO-CHÁVEZ, V. 2004. Evaluación de la pesquería ribereña de robalo blanco *Centropomus undecimalis* y bandera Bagre *marinus*, en el sur de Campeche. Informe de Investigación (documento interno) Dirección General del Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. México. 65p.
- DE VLAMING, V., G. GROSSMAN & F. CHAPMAN, 1982. On the use of the gonadsomátic index. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73^a (1): 31-39.
- DOADRIO, I. 1988. Delimitation of areas in the Iberian Peninsula on the basis of freshwater fishes. *Bonner Zoologische Beiträge* 39: 113-128.

- DOADRIO, I., 2001. Atlas y Libro Rojo de los peces continentales de España. CSIC, Madrid.
- 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., PEREA, S., GARZÓN-HEYDT, P., Y J.L. GONZÁLEZ. 2011. Ictiofauna continental española. Bases para su seguimiento. DG Medio Natural y Política Forestal. MARM. 616 pp. Madrid.
- DUPONCHELLE F., CECCHI P., CORBIN D., NUÑEZ J. & M. LEGENDRE, 1999. Spawning Season variations of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Env. Biol. Fish.*, 56: 377-389.
- ELVIRA, B. 1990. Iberian endemic freshwater fishes and their conservation status in Spain. *Journal of Fish Biology*, 37 (A): 231-232.
- ELVIRA, B. 1995. Conservation status of endemic freshwater fish in Spain. *Biological Conservation*, 72: 129-136.
- ELVIRA, B., NICOLA, G.G. & ALMODOVAR, A. 1998. Sistemas de paso para peces en presas. Ed. CEDEX. Madrid. 113 pp.
- FULTON, T.W. 1904. The rate of growth of fishes. 22nd Annual Report of the Fishery Board of Scotland 1904 (3):141-241.
- GRANADO, C. 1996. Ecología de Peces. Ed. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. España. 352pp.
- GUPTA, S. 1974. Observations on the reproductive biology of *Mastasembelus armatus* (Lacepede) *J. Fish. Biol.* 6: 13 – 21.
- HERRERA, M., & FERNÁNDEZ-DELGADO, C. (1994). The age, growth and reproduction of *Chondrostoma polylepis willkommi* in a seasonal stream in the Guadalquivir River basin (southern Spain). *Journal of fish Biology*, 44(1), 11-22.
- IWASZKIW, J. 1990. Biología reproductiva. Instituto de Limnología Dr. R. A. Ringuelet. (1): 25 – 28.
- KOTTELAT, M. & FREYHOF, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Ed. Kottelat. Suiza. 646 pp.

- LE GREEN, E.D., (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *J. Anim. Ecol.*, 20(2): 201-219.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. & ELVI RA, B. (1981). Edad, crecimiento y reproducción de la boga de río (*Chondrostoma polylepis* Stein., 1865) en el embalse de la Pinilla (Río Lozoya). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6(3): 200-213.
- LOBÓN-CERVIÁ J. (1982a). Ecología de la Ictiofauna del río Jarama. Ph.D. Thesis. Autonoma University of Madrid. 262 pp.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. (1982). Population analysis of the Iberian nose (*Chondrostoma polylepis* Stein, 1865) in the Jarama River. *Vie et milieu*, 32(3), 139-148.
- LOBÓN-CERVIÁ, J., & FERNÁNDEZ-DELGADO, C. (1984). On the biology of the barbel (*Barbus barbus bocagei*) in the Jarama river. *Folia Zoológica*, 33(4), 371-384.
- 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.
- MANN R.H.K. (1991). Growth and Production. En: Winfield IJ, Nelson JS (eds). *Cyprinid Fishes, Systematics, Biology and Exploitation*. Chapman & Hall, London. 1991: 456-482.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A. 1999. Diseño de escalas para peces. Universidad de Valladolid. E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia.
- MILLS CA. (1991). Reproduction and Life History. En: Winfield IJ, Nelson S (eds). *Cyprinid fishes. Systematics, biology and exploitation*. Chapman & Hall. Fish and Fisheries Series, 3. Great Britain.1991; 483-508.
- 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). *Miscel·lània Zoològica*, 23(2), 9-19.
- 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.

- OLIVA-PATERNA FJ, MIÑANO PA Y M TORRALVA (2007). Estrategia reproductora de *Barbus graellsii* y *Chondrostoma miegii* (Pisces, Cyprinidae) en el río Cinca (NE Península Ibérica). *Zoológica Baetica* 18: 3-20, 2007.
- OLIVA, J.N., J. W. Carbajal y A. Tresierra. 1986. *Reproducción e histología de gónadas de peces*. Univ. Nacional de Trujillo, Dpto. Ciencias Biológicas, Sección de Recursos Acuáticos, Trujillo, Perú. 93p.
- RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, M. 1992. Técnicas de Evaluación Cuantitativa de la Madurez Gonádica en Peces. AGT Editor, S. A., 8-10 pp.
- RODRIGUEZ-RUIZ, A., & GRANADO-LORENCIO, C. (1992). Spawning period and migration of three species of cyprinids in a stream with Mediterranean regimen (SW Spain). *Journal of fish Biology*, 41(4), 545-556.
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J., COBO, F. (2011). Summer food resource partitioning between four sympatric fish species in Central Spain (River Tormes). *Folia Zoológica*, 60 (3): 189-202.
- SANTOS JM, FERREIRA MT, GODINHO FN, BOCHECHAS J. 2005. Efficacy of a nature-like bypass channel in a Portuguese lowland river. *Journal of Applied Ichthyology* 21: 381–388.
- SANTOS, J. M., PINHEIRO, P. J., FERREIRA, M. T. AND BOCHECHAS, J. (2008). Monitoring fish passes using infrared beaming: a case study in an Iberian river. *Journal of Applied Ichthyology*, 24: 26–30. doi: 10.1111/j.1439-0426.2007.01008.x
- SANZ RONDA, F. J.; NAVARRO, J.; SAIZ ROJO, A. & MARTÍNEZ DE AZAGRA, A. 2007. Soluciones al problema de la migración de los peces. *Infonáyade*, 65: 16-19.
- SANZ RONDA, F.J., BRAVO CÓRDOBA, F.J., RUIZ LEGAZPI, J., FUENTES PÉREZ, J.F. GARCÍA VEGA, A. & HEREDERO MUÑOZ, S. (2012). Evaluación hidráulica y biológica de la escala de peces en la CH del Salto de San Fernando (Río Tormes, Salamanca). Informe Técnico. Dpto. Ingeniería agrícola y Forestal. U.D. Hidráulica e Hidrología. E.T.S.II.AA. Palencia.

SANZ RONDA, F.J., BRAVO CÓRDOBA, F.J., RUIZ LEGAZPI, J., FUENTES PÉREZ, J.F. GARCÍA VEGA, A. SALGADO GONZALEZ, V. & HEREDERO MUÑOZ, S. (2013). Evaluación biológica – Campaña 2013 - de la escala de peces en la presa San Fernando (Río Tormes, Salamanca). Informe Técnico. Dpto. Ingeniería agrícola y Forestal. U.D. Hidráulica e Hidrología. E.T.S.II.AA. Palencia.

SANZ RONDA, F.J., BRAVO CÓRDOBA, F.J., RUIZ LEGAZPI, J., FUENTES PÉREZ, J.F. GARCÍA VEGA, A. & SALGADO GONZALEZ, V. (2014). Evaluación biológica – Campaña 2014 - de la escala de peces en la CH del salto de San Fernando (Río Tormes, Salamanca). Informe Técnico. Dpto. Ingeniería agrícola y Forestal. U.D. Hidráulica e Hidrología. E.T.S.II.AA. Palencia.

SANZ RONDA, F.J., RUIZ LEGAZPI, J., BRAVO CÓRDOBA, F.J., MAKRAKIS, S. & CASTRO-SANTO, T. (2015). Sprinting performance of two Iberian fish: *Luciobarbus bocagei* and *Pseudochondrostoma duriense* in an open channel flume. *Ecological Engineering* 83 (2015) 61–70.

SHOESMITH, E. 1990. A comparison of Methods for estimating mean fecundity. *Journal of Fish Biology* 36: 29-37.

TORRALVA FORERO, M. (1996). Biología de *Barbus Sclateri* Gunther, 1868 (PISCES, CYPRINIDAE) en dos cursos de agua con distinto grado de regulación en la Cuenca del Río Segura (SE de España).

TRESIERRA, A. Y Z. CULQUICHICÓN. 1993. Biología pesquera. Trujillo. Perú. 432pp.

VAZZOLER, A. E. A. DE M., 1996. Biología da reprodução de peixes Teleósteos: Teoría e práctica. EDUEM, Maringa, PR.

WOOTTON, R. J., 1998. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall. London. 404 pp.

XI. Anejos

11.1 Anejo Fotográfico

11.1.1 Gónadas de *P. duriense*

Pseudochondrostoma duriense



Figura Nº 9. Estadios de Maduración Sexual en *P. duriense*. Gonodas en estadio: Inmaduro (a), en fase de Maduración (b), Maduras (c) y Desovado (d).

11.1.2 Gónadas de *L. bocagei* y testículos de *P. duriense* y *L. bocagei*

Pseudochondrostoma duriense

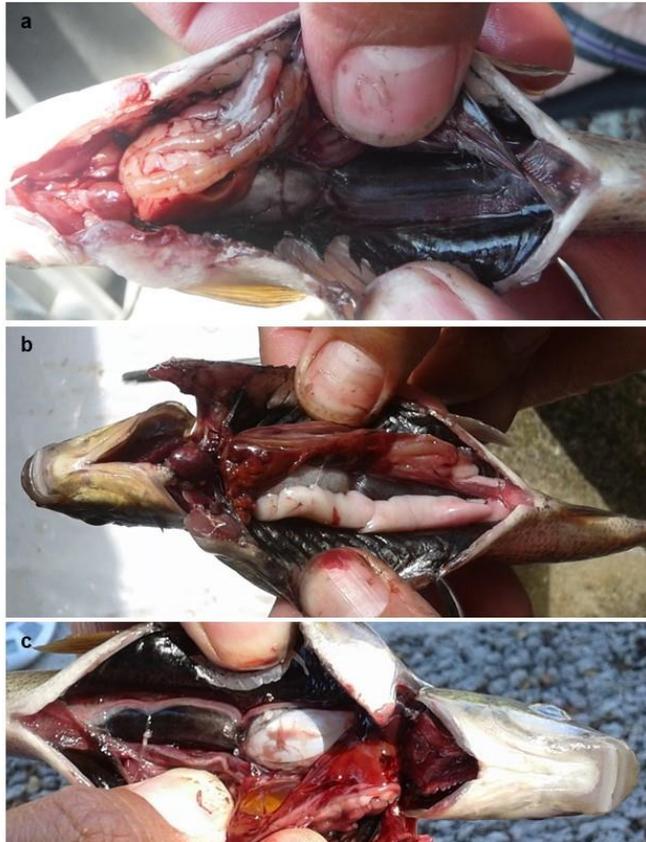


Figura Nº 10. Estadios de Maduración Sexual en *P. duriense*. Testículos en estadio: Inmaduro (a), Maduro (b) y Desovado (c).

Luciobarbus bocagei

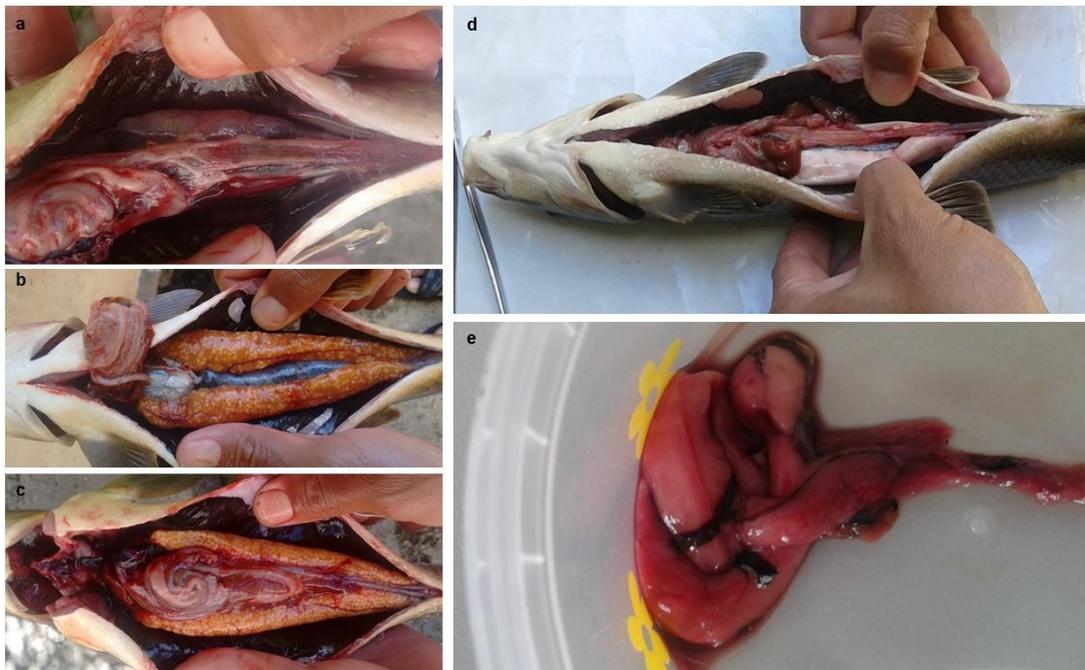


Figura Nº 11. Estadios de Maduración Sexual en *L. bocagei*. Ovarios en estadio: Inmaduro (a), en fase de Maduración (b) y Maduro (c). Testículos en estadio: Maduros (d) y Desovado (e).

11.1.3 *Pseudochondrostoma duriense* del Tormes y del Duero



Figura Nº 12. Tubérculos nupciales en machos de *Pseudochondrostoma duriense*. En boga del Tormes no son visibles (a y b), mientras que en boga del Duero son visibles y palpables (c y d).

11.1.4 Desarrollo de tubérculos nupciales en *Luciobarbus bocagei*



Figura Nº 13. *Luciobarbus bocagei* (a). En EM I no son visibles los tubérculos nupciales (a y b), en EM II son visibles y poco desarrollados (c) y en EM III son visibles y muy desarrollados (d).

11.2 Anejo de Datos de Campo

11.2.1 Bitácora de datos biométricos de *L. bocagei* y *P. duriense*

Tabla Nº 3. Datos biométricos de *L. bocagei*.

No	Longitud (cm)			Peso (g)			Gónada		Edad	Sexo	Fecha
	Total	Furcal	Alto	Total	Sin Gónada	Eviscerado	Longitud (cm)	Peso (g)			
1	37,6	34	6,06	398	389	342,5	9,6	9,00	7+	M	25/05/2015
2	39,5	34,7	6,34	416	397	358	12,7	15,00	10+	M	
3	38,4	35,6	6,30	500	440,8	420	17,2	59,10	8+	H	
4	55,4	51,3	8,90	1620	1444,76	1,330	19,8	175,23	12+	H	
5	35	31,5	6,70	384	374	318	9,3	8,00	6+	M	
6	38,5	33,7	6,70	502	485	452	17	26,00	8+	M	
7	32	29,4	5,00	282	243	267	15	3,90	6+	H	18/06/2015
8	40,5	35,2	5,80	554	480	441	16,7	70,50	10+	H	
9	42,6	37,7	5,60	510	461	427	15,6	46,00	11+	H	
10	39,5	35,3	5,80	488	417	378	14,6	68,00	9+	H	
11	40,4	36,6	5,50	520	481	439	13,2	36,40	10+	H	
12	40,5	35,7	6,00	519	454	411	14,8	62,00	10+	H	
13	38,4	34,5	5,70	460	411	369	16	48,9	9+	H	25/06/2015
14	38,2	34,7	5,60	451	404,4	367	15,4	46,4	9+	H	
15	44,2	39,8	6,30	647	572,3	521	18,5	75,5	12+	H	
16	42,4	37,2	6,30	599	520	474	18,2	78,9	11+	H	
17	38,4	34,9	6,90	440	435,7	394	12,2	14,2	8+	M	02/07/2015
18	34,2	30	4,90	336	332,5	302	3,3	3,3	7+	M	
19	29,2	26,1	4,20	249	247,4	225,5	1,5	1,5	6+	M	
20	29,8	26,5	4,90	259	251,7	227	7,1	7,1	6+	M	

Tabla N° 4. Datos biométricos de *P. duriense*.

No	Longitud (cm)			Peso (g)			Gónada		Edad	Sexo	Fecha
	Total	Furcal	Alto	Total	Sin Gónada	Eviscerado	Longitud (cm)	Peso (g)			
1	18,6	17,2	2,89	46	41	38	5,78	19,07	3+	H	25/05/2015
2	18,8	17,4	3,06	52	49	42	7,10	3,00	3+	M	
3	19,2	17,5	3,3	48	46	40	6,80	1,00	3+	M	
4	21,8	19,7	5,5	75	60	55	9,10	12,90	5+	H	
5	20,6	18,1	4,2	68	52	52	9,40	12,00	5+	H	
6	17,5	15,6	3,6	57,76	52,2	44	5,20	5,60	2+	H	
7	15,6	14,7	3,4	51,5	51,3	42	3,60	0,20	3+	H	08/06/2015
8	18,5	17,2	3	47	46,7	39	3,60	0,30	3+	H	
9	22,3	20,3	3,9	88	86,3	65	3,40	1,6	5+	M	
10	19,2	17,4	3,2	55	53,4	46	3,00	1,5	4+	M	
11	20,5	18,6	4,1	72	71,5	64	9,20	0,40	5+	M	
12	19	18,2	3,5	63	48	51	7,00	4,16	4+	H	
13	18,1	17,5	3,2	51	50	44	5,60	0,30	4+	H	
14	18	17,1	3,4	53	47	44	5,20	5,00	4+	H	
15	16,7	15,3	2,9	44	40	36	5,30	3,00	4+	M	
16	16,8	15,3	2,7	42	x	37	x	x	4+	M	
17	17,2	15,7	2,9	49	43	39	5,60	5,00	4+	H	18/06/2015
18	16,4	15	2,8	40	x	35	x	x	3+	?	
19	16,2	14,8	2,6	33	28	30	6,00	4,60	3+	H	
20	16	14,5	2,4	32	27,5	27	5,80	4,40	3+	H	
21	17	15,5	2,7	43	41,6	36	2,60	0,2	4+	H	
22	17,9	16,8	2,6	52	51,6	46	5,10	0,3	4+	H	

23	18,4	16,8	2,6	59	57,7	52	5,70	1,2	4+	M	25/06/2015
24	22,3	20,3	3,9	88	86,3	65	3,40	1,6	5+	H	
25	19,2	17,4	3,2	55	53,4	46	3,00	1,5	4+	H	02/07/2015
26	20,3	18,7	3	80	78,7	62	3,10	1,2	4+	H	
27	15,2	14,3	3	50	48,8	42	3,9	1,1	3+	M	
28	14,8	13	2,8	45	44,1	36	3,5	0,8	3+	M	
29	17,2	16,4	3,3	59	58,6	51	4,9	0,3	4+	H	
30	15,4	14,6	3,1	50	45,2	40	4,8	4,7	3+	H	
31	16,1	15,3	3,4	54	49	45	5,2	4,9	4+	H	
32	18,2	17,6	3	52	51,5	48	4,6	0,4	4+	M	
33	16,4	14,7	2,7	38	37,6	32	3,4	0,3	4+	H	
34	18,5	16,8	2,9	47	46,5	40	3,6	0,4	5+	H	08/07/2015
35	17,3	15,5	2,5	40	39,6	34	3,7	0,3	4+	H	
36	17,1	14,2	2,6	39	38,6	31	4,2	0,3	4+	M	
37	8,6	8,2	1,2	5					1+	?	
38	11,5	11	1,6	13					2+	?	
39	10,2	9,8	1,5	7					2+	?	
40	8,9	8,5	1,2	5					1+	?	

11.2.2 Bitácora de Análisis de gónadas de *L. bocagei* y *P. duriense*

Tabla Nº 5. Determinación del número total de ovocitos (huevos) a partir de las muestras de gónadas en *L. bocagei*.

Análisis de gónadas <i>Luciobarbus bocagei</i>									
Nº	Peso Total (g)	Peso Muestra (g)	Numero de Huevos de la muestra	Diámetro del Ovocito (mm)	Número total de Huevos	Estado de Maduración Sexual			
						I	II	III	IV
3	59,10	0,1	26	2,25	15366			x	
4	175,23	0,1	24	2	42055		x		
8	70,50	0,1	25	2,3	17625			x	
9	46,00	0,1	28	2,25	12880			x	
10	68,00	0,1	24	2,2	16320			x	
11	36,40	0,1	28	2,25	10192			x	
12	62,00	0,1	25	2	15500		x		
13	48,90	0,1	28	2,3	13692			x	
14	46,40	0,1	30	2,25	13920			x	
15	75,50	0,1	29	2,2	21895			x	
16	78,90	0,1	29	2,3	22881			x	

Tabla Nº 6. Determinación del número total de ovocitos (huevos) a partir de las muestras de gónadas en *P. duriense*.

Análisis de gónadas <i>Pseudochondrostoma duriense</i>									
Nº	Peso Total (g)	Peso Muestra (g)	Numero de Huevos de la muestra	Diámetro del Ovocito (mm)	Número total de Huevos	Estadio de maduración			
						I	II	III	IV
1	19,07	0,1	35	2	6675			x	
4	12,90	0,1	32	1,90	4127			x	
5	12,00	0,1	33	1,95	3960			x	
6	5,60	0,1	37	2	2072			x	
12	4,16	0,1	36	1,50	1499		x		
13	0,30	0,1	30	1,60	90		x		
14	5,00	0,1	33	2	1650			x	
17	5,00	0,1	34	1,90	1700			x	
19	4,60	0,1	33	1,95	1518			x	
20	4,40	0,1	33	2	1452			x	
30	4,70	0,1	32	1,95	1504			x	
31	4,90	0,1	32	2	1568			x	