

**EDAD, CRECIMIENTO Y REPRODUCCION DE LA
BOGA DE RIO (*Chondrostoma polylepis polylepis* STEIN, 1865)
EN EL EMBALSE DE PINILLA (RIO LOZOYA)**

POR

J. LOBON-CERVIA* y B. ELVIRA*

N.º 317

* Centro de Zoología Aplicada. ICONA. Recinto Ferial de la Casa de Campo. Avd. de Portugal, s/n. Madrid (11) ESPAÑA.

BOL. INST. ESPA. OCEANO. TOMO VI

1981

RESUMEN

Los autores estudian algunos aspectos de la biología de la Boga de Río (*Chondrostoma polylepis polylepis* Stein.) en el embalse de "Pinilla" (río Lozoya, cuenca del Tajo). Para determinar el crecimiento se han estudiado las escamas de 284 ejemplares. La formación de anillos de crecimiento se hace visible por entrecruzamiento de círculos (Fig. 1 y 2). Las constantes de la ecuación de Von Bertalanffy se han calculado utilizando la gráfica de Ford-Waldford, cuyos resultados se muestran en la Fig. 4. El crecimiento en longitud y las tasas de crecimiento anual se muestran en el Cuadro 1 y en la Fig. 5. Se estudian además las relaciones Longitud-Peso (Cuadro 2) que se comparan con otras encontradas en la bibliografía y los coeficientes de condición y condición relativa (Fig. 7), que parecen estar influenciados por el desarrollo gonadal. La freza tiene lugar en mayo y junio, aunque algunos ejemplares pueden reproducirse en julio. También se ha determinado el número de huevos y su relación con la longitud, que viene dada por las ecuaciones:

$$\text{Log } N.^\circ H = -3.5743 + 3.1112 \cdot \text{Log } L_t \text{ (regresión GM)}$$

$$\text{Log } N.^\circ H = -1.2596 + 2.1374 \cdot \text{Log } L_t \text{ (m. cuadrados)}$$

que se representan en la Fig. 9. Los huevos una vez puestos miden $1,5 \pm 0,2$ mm. El tamaño mínimo de captura (minimum harvestable size) se ha calculado combinando el crecimiento de machos y hembras (Fig. 11) resultando 215 mm (145 g). Las algas parecen ser el principal componente de la dieta.

SUMMARY

The authors deal with some aspects of the biology of the Iberian Nase-Carp (*Chondrostoma polylepis polylepis* Stein.) from "Pinilla" reservoir (Lozoya River, Tagus basin). Scales of 284 specimens were used for age determinations. Females grow faster than males and they live two years more. Spawning occurred during last May and June though some specimens may spawn in July. Elaboration of gonads occurred between September and May. The condition of mature specimens is affected by gonads cycle. The fecundity is represented by the formulas:

$$\text{Log } N.^\circ E = -3,5743 + 3,1112 \text{ Log } L_t \text{ (GM regression)}$$

$$\text{Log } N.^\circ E = -1,2596 + 2,1374 \cdot \text{Log } L_t \text{ (least square)}$$

Approximately half of population attains sexual maturity at 3 + age class. Minimum harvestable size is 215 mm (145 g). Algae is the main item of food.

INTRODUCCION

Desde la descripción de la "Boga de Río" (*Chondrostoma polylepis* Steindachner 1865), la información sobre esta especie ha sido mínima, habiéndose publicado tan sólo algunas referencias sistemáticas, taxonómicas y geográ-

ficas (LOZANO-REY, 1935, 1947; I.F.I.E., 1952), estudio biométrico (HERNANDO y JIMENEZ-MUELA, 1977; ELVIRA y LOBON-CERVIA, 1980) y relaciones longitud-peso (EIRAS y GOUVEIA, 1979), y aunque en la actualidad contamos con algunos datos no publicados (PEREZ, 1979 y GRANA-

DO, 1979), los aspectos más generales de su biología y ecología siguen siendo desconocidos. Por ello, nos propusimos este trabajo que tiene como fin principal el estudio de estos aspectos, sobre todo los que están más relacionados con la productividad ecológica, es decir, la edad, crecimiento, ciclo biológico (desarrollo gonadal y reproducción) y alimentación.

Este es además el primero de una serie de trabajos que se están realizando en el embalse de "Pinilla" (Río Lozoya), encaminados hacia la creación de bases que permitan plantear su explotación en pesquerías industriales y su repercusión en la eutrofización del agua.

MÉTODOS DE CAPTURA

Los ejemplares de este estudio fueron capturados en la *cola* del embalse y en sus aguas medias, lo que nos ha permitido conocer también la migración de esta especie y otros aspectos relacionados con la selección de habitat. Las capturas se realizaron con un motor de pesca eléctrica, con el que trabajamos a 1,5-2,5 Amp. y 250-350 Volt. Cuando las capturas se hicieron en el embalse, utilizamos redes tipo "trasmallo" de 30 m de longitud y 20 x 2,5 cm para las luces externa e interna respectivamente y 20 m de longitud y 15 x 2 cm de luces.

Los muestreos se realizaron desde marzo de 1979 hasta junio de 1980 en intervalos de 30 días, a excepción del mes de diciembre, que abarca 45.

Los ejemplares, una vez en el laboratorio, fueron medidos con un ictiómetro standard con aproximación al milímetro y pesados hasta la décima de gramo, antes de ser fijados en formol (4%), donde permanecieron hasta su posterior análisis. No hemos utilizado ningún factor de corrección entre los peces frescos y en formol, ya que el período durante el que permanecieron en el fijador fue muy corto. Los ejemplares capturados ascienden a 789, de los que 284 fueron utilizados en la determinación de edad y los demás en los otros aspectos estudiados.

DETERMINACION DE EDAD Y CRECIMIENTO

De cada ejemplar en fresco se tomaron ocho escamas de la zona comprendida entre el final de la aleta dorsal y la mitad de la distancia entre ésta y el principio de la aleta caudal, dos o tres escamas por encima de la línea lateral del costado izquierdo. Dichas escamas se limpiaron con NaOH (8%) y tras ser lavadas con agua destilada se montaron entre dos portaobjetos para su estudio con lupa binocular (estereomicroscopio). De las ocho escamas elegidas tan sólo una se utilizó para determinar las longitudes pretéritas y el único criterio seguido para su elección fue ser la más fácilmente legible.

Como en otros ciprínidos europeos (CRAGG-HINE & JONES, 1969) los anillos de crecimiento son visibles al aparecer dos o más círculos irregularmente espaciados que se entrecruzan con los inmediatamente superiores (Figuras 1 y 2). La determinación de la edad hasta los seis años resulta relativamente fácil pero, a partir de esta edad, la erosión que sufren las escamas es muy fuerte y la lectura se hace impracticable, teniendo que recurrir a la comparación con ejemplares de clases de edad inferiores. No obstante, hemos podido determinar la edad de todos los ejemplares de las muestras, que incluyen ejemplares que alcanzaron hasta los 313 mm.

En las escamas de muchos ciprínidos suelen aparecer anillos falsos cuya determinación lleva consigo errores al describir el crecimiento. En la especie estudiada estos anillos no suelen aparecer y si lo hacen son fácilmente reconocibles por no ser completos, aunque han aparecido anillos de origen dudoso que hemos resuelto por comparación con escamas de ejemplares capturados el mismo día y de la misma longitud, peso, sexo, etcétera. Por otra parte, hemos podido comprobar que varios ejemplares de las clases de edad más jóvenes presentaban marcadas diferencias en las longitudes

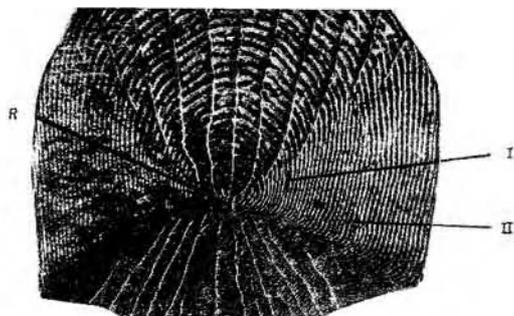


Figura 1.— Escama de un ejemplar de 158 mm capturado el 31.3.80. *R* representa el radio utilizado en el retro-cálculo. Edad 2+. Scale of a 158 mm nase-carp caught on 31.3.80. Age 2+.



Figura 2.— Escama de un ejemplar de 213 mm, hembra, capturado el 12.10.80. Edad 4+. Scale of a 213 mm female caught on 12.10.80. Age 4+.

desde el origen de la escama hasta los anillos de crecimiento, es decir, las longitudes alcanzadas por estos ejemplares de las clases de edad 1.^a y 2.^a presentaban una variabilidad muy grande, reduciéndose al incrementar las longitudes. Este hecho nos sugiere que el “Fenómeno de Lee” puede producirse en la población estudiada, hecho que podría explicarse por la predación de la trucha (*Salmo trutta m. fario*) sobre ejemplares que vuelven al embalse procedentes del río, lugar de nacimiento y desarrollo de los jóvenes del año, y que provocaría una clara mortalidad selectiva.

Para poder calcular las longitudes pretéritas utilizamos el método del “retro-cálculo”, para lo que hemos obte-

nido la relación entre la longitud total del pez (L_t) y la longitud de la escama (L_{es}). La longitud del pez fue tomada desde el extremo anterior del hocico hasta el posterior de la aleta caudal cuando ésta se encuentra en posición normal; mientras que la de la escama lo fue desde su centro original hasta el extremo, por la línea oblicua izquierda cuando ésta se encuentra con su margen interno hacia abajo. La relación entre ambas ha resultado ser una recta (Fig. 3) con la ecuación:

$$L_{es} = -3,0 + 0,3 \cdot L_t \quad (r = 0,89)$$

como el punto de corte de esta recta con el eje de las abscisas es bastante pequeño (10 mm), hemos prescindido de

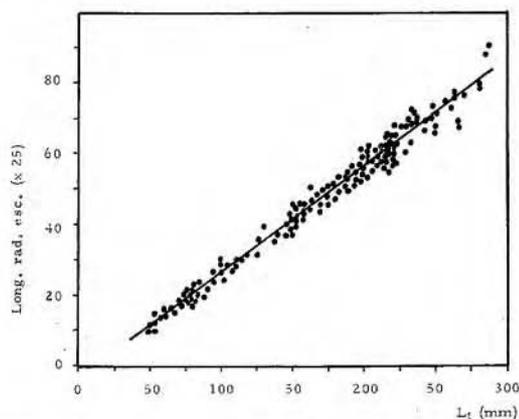


Figura 3.— Relación entre la longitud de la escama y la longitud total del pez (L_t). Relationship between total length of fish (L_t) and scale radius

utilizar correcciones y el cálculo se ha hecho de forma directa, en base a:

$$\frac{L'}{L} = \frac{S'}{S}$$

donde S' representa la longitud del radio de la escama en el anillo X , S la longitud del radio total de la escama, L' la

CUADRO 1

MACHOS

Núm.	Edad en la captura	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
42	I+	66,3							
12	II+	58,5	98,6						
25	III+	58,2	117,2	166,4					
19	IV+	58,1	118,4	168,4	194,0				
8	V+	59,2	126,3	167,3	192,2	206,4			
7	VI+	55,0	112,5	159,2	190,0	215,0	233,5		
3	VII+	59,3	99,8	159,4	192,1	210,7	237,4	257,3	
1	VIII+	55,2	114,4	160,3	192,0	211,9	231,5	254,5	271,0
117	Media =	58,6	112,5	163,7	192,1	211,0	233,8	255,9	271,0
	Crecimiento anual	53,9	51,2	28,4	18,9	22,8	22,1	15,1	

HEMBRAS

Núm.	Edad en la captura	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
42	I+	66,3									
16	II+	58,5	98,6								
30	III+	59,0	118,3	153,7							
41	IV+	58,9	117,9	165,6	197,9						
12	V+	58,9	127,2	165,3	202,0	223,2					
8	VI+	58,4	113,9	156,7	194,6	227,6	246,7				
6	VII+	57,6	114,8	152,5	197,0	226,3	248,5	264,4			
6	VIII+	58,6	117,1	167,9	198,8	238,4	252,3	265,5	280,3		
5	IX+	58,6	119,0	159,7	196,3	231,4	250,7	261,3	285,7	292,3	
1	X+	59,7	116,0	159,9	197,1	228,9	250,0	263,8	283,1	300,1	308,0
167	Media =	59,4	116,0	160,1	196,9	229,3	249,6	263,7	283,0	296,2	308,0
	Crecimiento anual	56,6	44,1	36,8	32,4	20,3	14,1	13,2	11,8		

Longitudes obtenidas por retro-cálculo para machos y hembras. Back-calculated lengths (mm) of male and female Jarama nase-carp.

longitud del pez en el momento de formarse el anillo X, y L la longitud del pez en el momento de su captura.

Los resultados obtenidos, separados por sexos, se muestran en el Cuadro 1. Con los valores medios por clase de edad hemos calculado las constantes de la ecuación de crecimiento teórico en longitud de Von Bertalanffy, que viene dada por:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}),$$

donde L_∞ representa la longitud hacia la que tiende a crecer el pez, k la constante de crecimiento, y t_0 el punto de corte de la curva con el eje de las abscisas, que no es más que un ajuste matemático sin sentido biológico.

Aunque LOBON-CERVIA (1979) sugiere que cuando se quiere ajustar esta ecuación a una muestra donde hay pocas clases de edad, el método a seguir debe ser el de los "Mínimos cuadrados", la imposibilidad de poder preparar el programa de computador adecuado, nos ha llevado a determinar dichas constantes utilizando el método de Ford-Walford (FORD, 1933; WALDFORD, 1946), cuya representación gráfica se muestra en la Fig. 4 y que nos ha proporcionado los siguientes resultados:

$$\begin{array}{ll} \text{MACHOS} & L_\infty = 322,23 \text{ mm} \\ & K = 0,24 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{HEMBRAS} & L_\infty = 358,75 \text{ mm} \\ & K = 0,21 \end{array}$$

La tasa de crecimiento anual (Incremento Anual en Longitud) ha sido calculada restando la longitud a la edad T la longitud a la edad T - 1. Los resultados junto a las ecuaciones de crecimiento se muestran en el Cuadro 1 y en la Fig. 5. En ambos puede verse que los machos sufren un descenso en la tasa de crecimiento en longitud a partir de la clase de edad 3+, que es precisamente el momento en el que empiezan a alcanzar la madurez sexual. Las hembras sufren

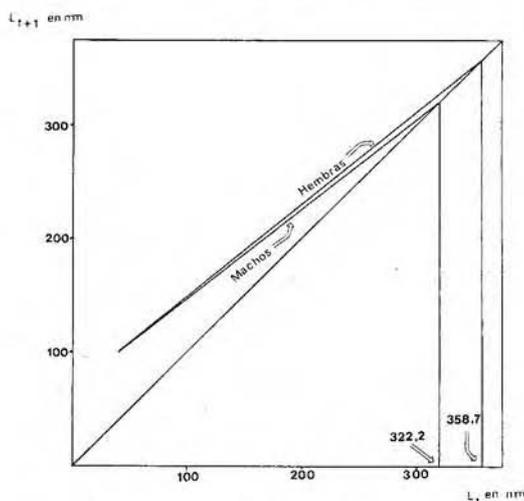


Figura 4.— Gráfica de Ford-Walford calculada para machos y hembras. La longitud infinita (L_∞) ha sido calculada con la intersección de la bisectriz (45°) mientras que la constante de crecimiento K representa la pendiente de la recta.

Fort-Walford plot for males and females Jarama nase-carp. Ultimate lengths were obtained from the intercepts with 45° slope lines, K values represent the slopes of the lines.

un descenso más atenuado y a partir de la clase 5+ ambos sexos reducen paralelamente su incremento en longitud.

Como ha sido puesto de manifiesto reiteradas veces en otras especies de ciprínidos europeos, las hembras tienden a crecer más en longitud que los machos y a vivir más años, hecho que se hace patente en la población estudiada donde las hembras alcanzan los 10 años y nunca hemos encontrado un macho superior a los 8. Es interesante ver que los machos crecen aproximadamente lo mismo que las hembras hasta que alcanzan su madurez y ocurre también, como veremos más adelante, que en este momento se cruzan las ecuaciones que relacionan la longitud y el peso; este hecho pone de manifiesto cambios fisiológicos importantes que creemos están relacionados con la reproducción.

Por otro lado, no nos ha sido posible comparar nuestros datos sobre el crecimiento con los que proporcionan otros

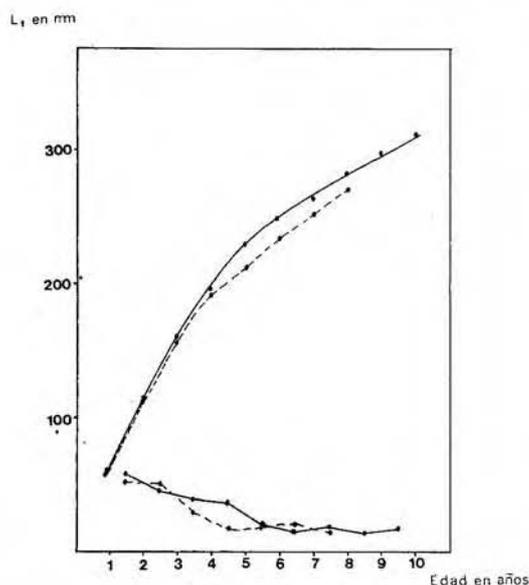


Figura 5.— Longitudes medias observadas e incremento anual en longitud para machos (---) y hembras (—).

Growth of nase-carp in Jarama river and annual increments in length for males (---) and females (—).

autores, porque no coinciden los criterios para determinar la edad. De hecho, GRANADO (1979) al estudiar la población de Bogas de río (*Chondrostoma polylepis polylepis*) en el embalse de Arrocampo (Cáceres) encuentra tan sólo cuatro clases de edad, en cambio, en su histograma de frecuencias incluye ejemplares de 380 mm, que son los mayores citados en la bibliografía. Dichos ejemplares deben alcanzar, según nuestros criterios, los siete u ocho años.

Para comparar nuestros resultados con otros que se vayan publicando y dado que los ictiólogos utilizan indiscriminadamente las longitudes total y standard, hemos calculado la relación entre ambas, y ha resultado ser una recta con la ecuación:

$$L_s = - 7,57 + 0,88 \cdot L_t \quad (r = 0,99)$$

CRECIMIENTO ESTACIONAL

La dificultad de analizar las distribuciones de frecuencia en longitud de las clases de edad más jóvenes en una especie como ésta cuyo período reproductivo es tan largo (ver pág. 208) y la carencia de mayores colecciones de escamas y/o huesos operculares que nos permitiera estudiar las variaciones en longitud a partir de los anillos de crecimiento, nos ha llevado a prescindir de este capítulo e incluirlo en un trabajo que actualmente estamos realizando, en el que revisamos los métodos para determinar la edad en esta especie. No obstante, podemos adelantar, en base a los datos que hoy tenemos, que el período de crecimiento debe durar desde mayo hasta finales de octubre, formándose los anillos entre este primer mes y principios de junio.

RELACION LONGITUD-PESO, COEFICIENTE DE CONDICION Y CONDICION RELATIVA

La relación Longitud-Peso se expresa con la ecuación $W = a \cdot L^n$ ó en forma logarítmica $\text{Log } W = \text{Log } a + n \cdot \text{Log } L$, donde W representa el peso fresco en gramos, L la longitud total en milímetros y a y n son constantes. Estas suelen ser características de la población, sexo, edad, etc. y por ello muy útiles para conocer la influencia de alguna variable ambiental sobre los peces en estudio. Tradicionalmente esta ecuación se ajustaba por el método de los mínimos cuadrados, pero RICKER (1973) apuntó los errores probables de este ajuste debido a la variabilidad de ambas medidas, sugiriendo como método más idóneo la regresión de la media geométrica (GM regression). Por nuestra parte —y en este trabajo— hemos utilizado los mínimos cuadrados, dado que las relaciones longitud-peso encontradas en la bibliografía utilizan este método, y por ello, podemos compararlas.

CUADRO II

	<u>N</u>	<u>Regresión</u>	<u>r</u>	<u>L.M.</u>	<u>L.m.</u>
1) <u>rio Lozoya (Tajo)</u>					
masa de agua: embalse (Pinilla)					
Inmaduros	152	$\text{Log } W = - 5,12 + 3,04 \cdot \text{Log } L_t$	0,99	—	—
Machos	141	$\text{Log } W = - 3,09 + 2,16 \cdot \text{Log } L_t$	0,83	0,88	0,77
Hembras	168	$\text{Log } W = - 4,66 + 2,83 \cdot \text{Log } L_t$	0,79	0,84	0,72
P. total	461	$\text{Log } W = - 5,09 + 3,02 \cdot \text{Log } L_t$	0,99	—	—
2) <u>rio Arrocampo (Tajo)</u>					
masa de agua: embalse (Arrocampo)					
Machos	82	$\text{Log } W = - 1,70 + 2,80 \cdot \text{Log } L_t$	0,96	—	—
Hembras	64	$\text{Log } W = 1,90 + 2,99 \cdot \text{Log } L_t$	0,95	—	—
3) <u>rio Ferreira (Duero)</u>					
masa de agua: corriente					
P. total	77	$W = -31,40 + 3,94 \cdot L_t$	0,85	—	—
3) <u>rio Sousa (Duero)</u>					
masa de agua: corriente					
P. total	77	$W = -37,30 + 4,46 \cdot L_t$	0,89	—	—
3) <u>rio Tamega (Duero)</u>					
masa de agua: corriente					
P. total	77	$W = -48,00 + 5,46 \cdot L_t$	0,90	—	—

Relaciones longitud-peso: 1, datos propios; 2, GRANADO (1979); 3, EIRAS Y GOUVEIA (1979); *N* representa el número de ejemplares; *r* el coeficiente de regresión y *L.M.* y *L.m.* sus límites máximos y mínimos.
Length-weight relationships compared with other authors.

Hemos calculado esta relación para las muestras mensuales, utilizando para su comparación un t-student (ZAR, 1974); de la misma forma, hemos estudiado estas relaciones para machos, hembras, inmaduros y total de población. Las únicas diferencias significativas encontradas han sido precisamente intersexuales (Fig. 6). En el Cuadro 2 se incluyen éstas y otras relaciones encontradas en la bibliografía y aunque la falta de una mayor informa-

hembras se cruzan en el momento que adquieren el máximo desarrollo reproductivo, y es precisamente cuando las hembras superan a los machos en cuanto a su incremento en peso para cada longitud.

El Coeficiente de Condición o Factor de Condición viene expresado por la ecuación $K = W/L^3$, mientras que el Coeficiente de Condición Relativa se define como $K_n = W/\bar{W}$, donde \bar{W} el peso medio procedente de la relación longitud-peso y L la longitud en milímetros. Ambos coeficientes son cuantitativamente distintos, ya que el primero (K) mide la desviación individual de cierta morfa teóricamente ideal, mientras que el segundo (K_n) cuantifica la desviación de la relación longitud-peso. Aunque LE CREN (1951; en WEATHERLY, 1972) sugiere que la utilización de uno u otro índice depende de las circunstancias de cada trabajo, hay cierta tendencia a utilizar tan sólo el segundo (K_n). Por nuestra parte hemos calculado ambos, tanto para las muestras mensuales como para los distintos grupos de longitud. Las variaciones estacionales se muestran en las Figuras 7a y 7b, donde puede apreciarse que, aunque ambos índices proporcionan la misma información, la varianza que recoge K_n es menor y por ello más fácil de interpretar. El ciclo resultante se encuentra dividido en dos, teniendo un mínimo tras la reproducción que dura hasta julio. A partir de este momento, las hembras parecen entrar en un período estable que dura hasta septiembre, mientras que los machos comienzan el desarrollo un mes antes.

Respecto a las relaciones de estos índices con la longitud y edad, HERNANDO (1975) estudiando una población del Guadalquivir y EIRAS y GOUVEIA (1979) en varias poblaciones del Duero, encuentran que en ambos casos K aumenta cuando lo hace la longitud. Por nuestra parte hemos calculado ambos índices y hemos podido comprobar que se mantienen constantes a lo largo

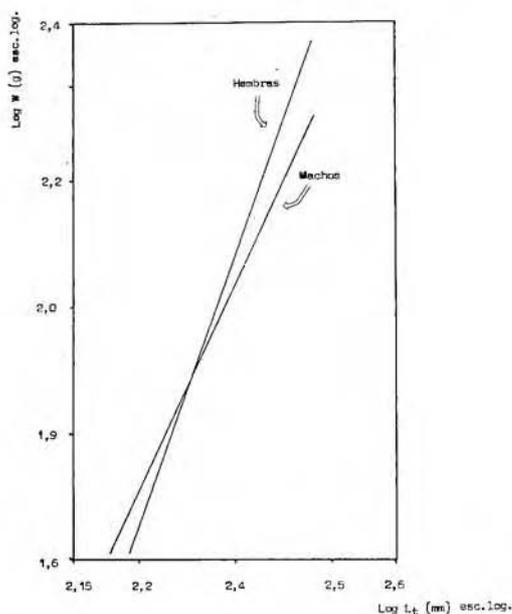


Figura 6.— Relación longitud-peso para ejemplares adultos machos y hembras.
Length-weight relationship for adult males and females.

ción no nos permite llegar a conclusiones más generales, los resultados nos sugieren que el incremento en peso para cada longitud es mayor en las grandes masas de agua (embalses) que en los ríos, lo que nos lleva a pensar que estos ecosistemas artificiales favorecen el crecimiento de esta especie, y de hecho, la Boga se encuentra perfectamente adaptada a la vida en estas masas de agua. Cabe destacar, como apuntábamos antes, que las gráficas obtenidas para los machos y las

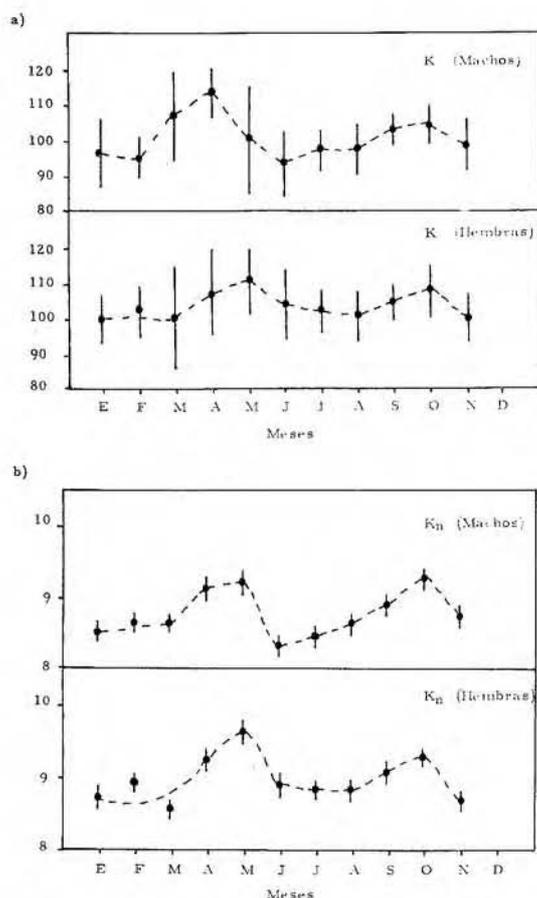


Figura 7a.— Coeficiente de Condición para machos y hembras. Los valores medios (●) se representan junto a los intervalos de confianza.

7b.— Condición Relativa para machos y hembras. Los valores medios (●) se representan junto a los intervalos de confianza.

7a.— Condition factor of males and females. (●) mean and confidence limits. 7b.— Relative condition for males and females. (●) mean and confidence limits.

de la vida de los peces. Este hecho, pone de manifiesto las distintas respuestas de las poblaciones a las condiciones ambientales.

CRECIMIENTO EN PESO

El crecimiento en peso ha sido calculado transformando las longitudes me-

dias a partir de las relaciones longitud-peso. En el Cuadro 3 se muestran los pesos medios por clase de edad y las tasas instantáneas de crecimiento (G), que han sido calculadas en base a la fórmula $G = \ln(W_{t+1}/W_t)$, donde W_t representa el peso a la edad t y W_{t+1} el peso a la edad $t + 1$.

CUADRO 3

Edad	MACHOS		HEMBRAS	
	g	G	g	G
1	1,8		1,8	
2	12,9	4,44	14,2	4,31
3	50,0	1,53	39,0	1,38
4	70,6	1,09	70,1	1,16
5	86,5	1,05	107,9	1,10
6	108,0	1,05	137,2	1,05
7	131,2	1,04	160,2	1,03
8	148,5	1,03	195,7	1,04
9	—	—	222,6	1,02
10	—	—	248,7	1,02

Pesos medios (g) y Tasas instantáneas de crecimiento (G) calculadas para machos y hembras.

Mean weights (g) and instantaneous growth rates (G) for males and females.

REPRODUCCION Y CICLO GONADAL

a) Desarrollo gonadal. El desarrollo gonadal ha sido estudiado calculando el Índice Gonadosomático, que viene expresado por:

$$I_{gs} = \frac{\text{Peso de las Gónadas}}{\text{Peso del pez}} \times 100$$

cuyos resultados se muestran en la Figura 8; en esta gráfica puede verse que las gónadas aumentan nuevamente de peso poco después de la reproducción, es decir, en septiembre tras un mes de quiescencia (agosto). Posteriormente, en el mes de abril sufren el mayor aumento duplicando su peso, llegando a alcanzar el 15 % del peso total en las hembras

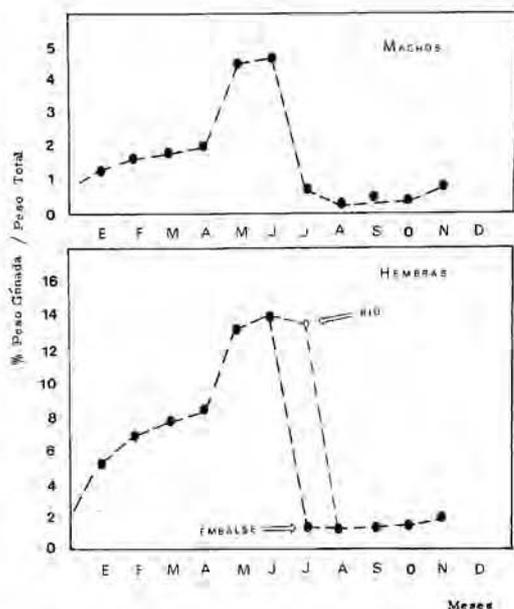


Figura 8.— Desarrollo gonadal de machos y hembras. La línea de puntos ha sido dibujada «a ojo» a partir de los valores medios obtenidos.

Gonads development in males and females. Lines were drawn by eye through the mean values.

y el 5% en los machos. Es en mayo cuando preferentemente se realiza la puesta, prolongándose hasta finales de junio/primeros de julio, hecho que ocurre siempre en el río. Durante estos dos meses, miles de ejemplares se reúnen y salen del embalse río arriba, donde permanecen hasta que finaliza la reproducción, momento en el que vuelven aguas abajo (embalse), donde prácticamente viven todo el año. Durante 1979 pudimos comprobar que la “invasión reproductiva” se produjo a primeros de mayo entre el 7 y el 15, mientras que en 1980 se retrasó hasta finales, debido sin duda a la nieve que todavía permanecía en los picos y cuyo deshielo mantenía el agua fría. En los muestreos que realizamos en el río durante el mes de julio de 1979 capturamos un total de 66 individuos (11 hembras y 55 machos); las hembras no habían frezado, mientras que los machos ya lo habían hecho; el mismo día

capturamos en el embalse 108 ejemplares y tanto los machos como las hembras que habían realizado la puesta, por ello, pensamos que aquellas hembras que permanecen en el río en un período tan tardío no deben tener éxito reproductivo, bien por no haber machos que fertilicen sus huevos, o bien por no llegar a realizar la freza; en este caso, creemos que deben reabsorber el tejido gonadal, porque en los meses posteriores (septiembre, octubre, etcétera) no hemos encontrado hembras con las gónadas desarrolladas.

Así, podemos concluir en que el período reproductivo de esta población dura desde mediados del mes de mayo hasta finales de junio, pudiéndose prolongar hasta mediados de julio.

b) Madurez sexual. En el Cuadro adjunto mostramos la edad de los ejemplares capturados durante los meses de abril y mayo (1979 y 1980) en porcentaje de individuos reproductivos por clase de edad. El 50-70% de ellos son maduros a la edad de tres años (clase 3+) y cuando alcanzan su cuarto verano son todos reproductivos.

EDAD	0+	1+	2+	3+	4+	5+
MACHOS	0%	0%	1%	53%	100%	100% etc.
HEMBRAS	0%	0%	7%	67%	100%	100% etc.

c) Fecundidad. Por fecundidad entendemos el número de huevos desarrollados que tienen las gónadas antes de la reproducción (BAGENAL, 1978). Para su determinación hemos utilizado el método gravimétrico que consiste en tomar tres muestras de cada gónada, pesarlas y contar el número de huevos, extrapolando a la gónada total de forma directa. La determinación se ha llevado a cabo en un total de 28 hembras capturadas durante el mes de mayo (1979), ya que en este mes pudimos comprobar que resultaba realmente sencillo diferenciar los huevos desarrollados. Por término medio una hembra de 200 mm pone de 4.000 a 5.000 huevos, una de

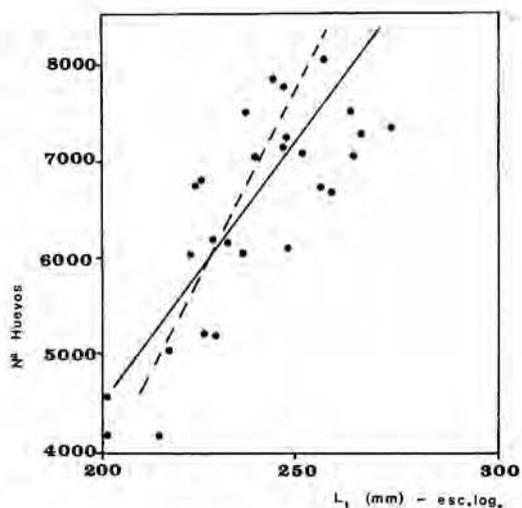


Figura 9.— Relación entre la longitud total del pez y el número de huevos. La línea a trazos ha sido calculada mediante la regresión de la media geométrica (GM regression), la línea continua mediante mínimos cuadrados (least squares).

Figura 9.— Relation between total length of fish and number of eggs calculated by GM regression (pecked line) and least squares (solid line).

250 mm alrededor de 6.500 y una de 300 alcanza o supera los 9.000. La relación entre el número de huevos y la longitud de los ejemplares (Fig. 9), parece ser más potencial ($r = 0,66$) que lineal ($r = 0,53$) aunque los datos son bastante dispersos. El ajuste de las ecuaciones se ha hecho para los logaritmos de los valores, obteniendo la regresión de media geométrica (RICKER, 1973) y la regresión por mínimos cuadrados. Ambos ajustes nos han proporcionado las siguientes ecuaciones:

Regresión GM:

$$\text{Log } N.^\circ H = -3.5743 + 3.1112 \cdot \text{Log } L_t$$

Mínimos cuadrados:

$$\text{Log } N.^\circ H = -1.2596 + 2.1374 \cdot \text{Log } L_t$$

No incluimos la relación entre el peso de los ejemplares y el número de huevos

porque su correlación ha mostrado ser muy baja ($r = 0,2$).

Los huevos tras la freza, aparecen de color amarillo-blancuzco y miden $1,5 \pm 0,2$ mm.

MIGRACION Y PROPORCION DE SEXOS

La Boga de Río, al igual que otros ciprínidos, realiza migraciones reproductivas. La población de nuestro estudio presentaba unas condiciones óptimas para poder conocer esta migración, ya que a 1 ó 2 Km de la "cola" del embalse, río arriba, hay una pequeña presa salmonera que es utilizada precisamente para seleccionar la pesca y es allí donde pudimos contabilizar los ejemplares a lo largo del período que duró el estudio. Como ya dijimos antes, la subida comienza en el

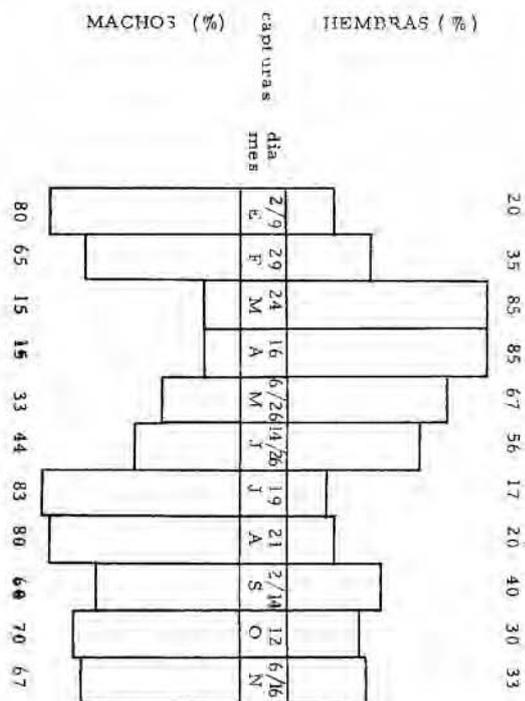


Figura 10.— Proporción de sexos en porcentaje de las capturas mensuales. Sex ratio in % of monthly captures.

mes de mayo y termina en julio, aunque algunos ejemplares pueden permanecer en el río durante el mes de agosto. Además, hemos podido notar que las fluctuaciones del embalse pueden afectar a la subida.

La proporción de sexos se ha estudiado para las muestras mensuales y se indican en la Fig. 10; en esta gráfica puede verse que las hembras tienden a permanecer en el río menos tiempo que los machos, estando sólo en mayoría durante la época reproductiva.

La relación entre la proporción de sexos y la edad muestra claramente una tendencia a aumentar, en favor de las hembras, cuando lo hace la edad, de modo que supera a partir del cuarto año la relación 1:2.

ALIMENTACION

Los únicos datos que tenemos sobre la alimentación de esta especie son los que proporciona LOZANO-REY (1935; p. 165) al asegurar que "...No sólo se alimentan de substancias vegetales, sino que devoran a las puestas y crías de otros peces, por lo que son perjudiciales cuando están en cantidad". Por su parte GRANADO (1979), aceptando seguramente la idea de LOZANO-REY, incluye a esta especie como predador primario en la cadena trófica del embalse de Arrocampo.

Por otra parte, sabemos por HERNANDO (com. per.) que el análisis estomacal de algunos ejemplares ha mostrado que algunos invertebrados pueden formar parte de su dieta.

Nuestros resultados difieren claramente de lo expuesto anteriormente, ya que el análisis de 54 digestivos de ejemplares capturados en las cuatro estaciones de año muestra que la alimentación fundamental de esta especie son las algas. Así, los resultados obtenidos, expresados como porcentaje de estómagos abiertos, es el siguiente:

	ALGAS (%)	RESTOS INORGANICOS (%)
Primavera	100	0
Verano	100	2
Otoño	100	60
Invierno	100	75

Aunque los invertebrados puedan formar parte de la dieta de esta especie, consideramos que la mayor parte deben ser ingeridos como resultado del stress prereproductivo, que lleva a muchas especies a "lanzarse" sobre insectos flotantes. En cuando a su predación sobre larvas y huevos de otras especies, sabemos positivamente que no ocurre, siendo tan sólo parte del legado cultural de nuestros pescadores. Lo que desde nuestro punto de vista conviene resaltar, es la importancia de esta especie en el equilibrio de los embalses, al ser la única especie que se alimenta fundamentalmente de algas.

TAMAÑO MINIMO DE CAPTURA

Como uno de los fines principales de este estudio ha sido conocer las posibilidades de explotación en pesquerías in-

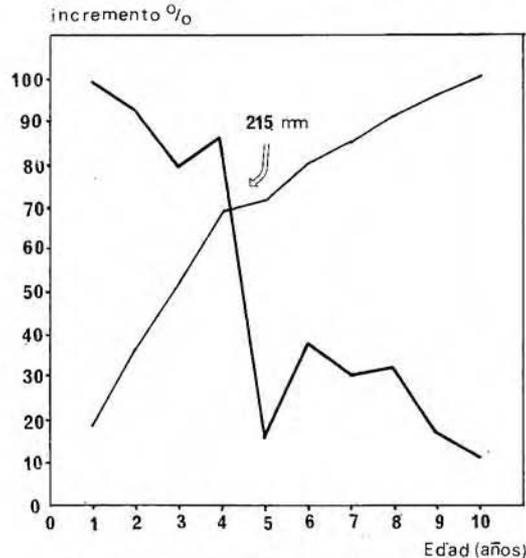


Figura 11.— Tamaño mínimo de captura. Minimum harvestable size.

dustriales de estas poblaciones, hemos calculado el "Tamaño mínimo de Captura" (Minimum harvestable size) basándonos en BALON & COCHE (1974). Este tamaño se calcula a partir de los incrementos en longitud traducidos en porcentajes; por nuestra parte hemos reunido los incrementos de ambos sexos siendo el tamaño obtenido (Fig. 11) 215 mm, que corresponde, según la relación longitud-peso, a 145 gramos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La falta de datos sobre esta especie no nos ha permitido comparar nuestros resultados en la medida de lo deseable. No obstante hemos podido comprobar, en base a los parámetros estudiados, que la población de Bogas (*Chondrostoma polylepis polylepis* Stein.) del embalse de "Pinilla" se encuentra perfectamente adaptada a vivir en esta masa de agua y tanto el crecimiento como la reproducción pueden considerarse satisfactorios, estando las tasas de crecimiento calculadas dentro de las conocidas para otras especies de ciprínidos europeos. No obstante, las condiciones en las que se desenvuelve la reproducción pueden y deben ser mejoradas, dejando subir a los reproductores que encuentran su paso cortado en la presa salmonera, donde se realiza la denominada "pesca selectiva".

El tamaño mínimo de captura (minimum harvestable size) coincide con el autorizado por el ICONA para la pesca deportiva.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría podido realizarse sin la constante ayuda de la señora P. Rovira y del doctor F. Palacios, que en todo momento nos prestaron su incondicional apoyo, por ello, les estamos profundamente agradecidos.

Queremos también expresar nuestro más cordial reconocimiento al doctor J. Corral y a C. Massó del Inst. Esp. Ocean., que amablemente pusieron a nuestra disposición los programas utilizados en este trabajo y nos ayudaron en la recopilación de bibliografía. Este agradecimiento es ampliable a nuestros compañeros B. Ramos, I. Doadrio, C. R. Vigal, P. Garzón, L. de la Cuesta y R. Rodríguez. Un agradecimiento especial se lo debemos al doctor Ing. D. R. García, Sec. Gen. del ICONA, que siempre estuvo dispuesto a resolver los problemas que fueron surgiendo a lo largo del trabajo y que nos proporcionó los permisos necesarios para su realización. El profesor doctor T. Penzcak (Universidad de ŁÓDŹ, Polonia) leyó el manuscrito aportando nuevas e interesantes críticas.

BIBLIOGRAFIA

- BAGENAL, T. B. (1978): "Aspects of fish fecundity". In *Ecology of freshwater Fish Production*, pp. 75-101 (Ed.: Shelby D. Gerking). Blackwell Scientific Publications, Oxford, 519 pp.
- BALON, E. K., & COCHE, A. G. (1974): "Lake Kariba: A man-made tropical Ecosystem in Central Africa". *Monographies biologicae* 24. Dr. Junk Publish. The Hague, 767 pp.
- CRAGG-HINE, D., & JONES, J. W. (1969): "The growth of dace *Leuciscus leuciscus* (L.), roach *Rutilus rutilus* (L.) and chub *Squalius cephalus* (L.) in Willow Brook, Northamptonshire. *J. Fish Biol.* 1:59-82.
- EIRAS, J. C., & GOUVEIA, A. (1979): "Note sur l'influence dans relations poids-longueur et facteur de condition dans trois sous-espèces de poissons du nord de Portugal". *Publ. Inst. Zool. "Dr. Augusto Nobre"*, 144: 11-20.
- ELVIRA, B., & LOBON-CERVIA, J. (1980): "Diferenciación sexual de la boga de río *Chondrostoma polylepis polylepis* Stein. basada en análisis biométrico. II Reun. Ibero-Amer. Zool. y Conser. Vert. Cáceres.
- FORD, E. (1933): "An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years 1924-1933. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 19: 305-384.

- GRANADO, C. (1979): *Estudio ecológico de las poblaciones de peces del embalse de Arrocampo (Cáceres)*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Sevilla.
- HERNANDO, J. A. (1975): *Estudio biométrico comparativo de dos poblaciones de Chondrostoma polylepis willkommi Stein. en el río Ribera de Huelva*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Sevilla.
- HERNANDO, J. A., & JIMENEZ-MUELA, V. (1977): "Aplicación de técnicas multivariantes al estudio de dos poblaciones de Bogas (*Chondrostoma polylepis willkommi Stein.*) (PISCES, CYPRINIDAE). I. Reun. Ibero-Amer. de Zool. Ver. La Rábida, Huelva.
- I. F. I. E. (1952): "Las colecciones de peces de la sección de biología de las aguas continentales". *Inst. Forest. de Inv. y Exp. Minist. de Agric.* n.º 163, 140 págs.
- LOBON-CERVIA, J. (1979): "El crecimiento del barbo común ibérico (*Barbus barbus bocagei Stein.*) en el embalse de "El Atazar" (río Lozoya, cuenca del Tajo). Memoria de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.
- LOZANO-REY, L. (1935): "Los peces fluviales de España". *Mem. Real Acad. Cien. Exact. Fis. y Nat.*, 5: 1-390.
- LOZANO-REY, L. (1947): "Ictiología Ibérica". Tomo II: Peces Ganoideos y Fisóstomos. *Mem. Real Acad. Cien. Exact. Fis. y Nat. Serie Cien. Nat.* 11.
- PEREZ, L. (1979): *El crecimiento de la boga Chondrostoma polylepis Stein. y el cacho Leuciscus cephalus Bonn.* Memoria de Licenciatura. Universidad de León.
- RICKER, W. E. (1973): "Linear regressions in fishery sciences". *J. Fish. Res. board Can.* 30: 409-434.
- WALFORD, L. A. (1946): "A new graphic method of describing the growth of animals". *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole* 90: 141-147.
- WEATHERLY, A. H. (1972): *Growth and ecology of fish Populations*. Acad. Press, 293 pp.
- ZAR, J. H. (1974): *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall Biol. Sciences Series. Prentice-Hall Inc., London, 620 pp.