

DESARROLLO LONGITUDINAL Y PONDERAL DEL LUCIO (*Esox lucius*) EN UN AREA DE RECIENTE COLONIZACION: CUENCA DEL ESLA, NW ESPAÑA.

J. Domínguez y J.C. Pena

Dpto. de Biología Animal. Universidad de León. 24071 LEÓN. ESPAÑA. E.mail: dbajpa@unileon.es

Palabras clave: lucio, crecimiento, desarrollo ponderal, cuenca del Esla.

Keywords: pike, growth, length-weight equation, Esla Basin, Spain.

ABSTRACT

LENGTH AND GROWTH DEVELOPMENT IN PIKE (*Esox lucius*) IN AN NEW COLONIZED AREA: ESLA BASIN (N.W. SPAIN).

The growth of pike, *Esox lucius*, has been studied under natural conditions in the Esla basin (NW of Spain). The aim of this work is to analyse the differences between this population and others.

A large data set was obtained during seven years period. The length-weight relationship and relative condition was calculated on 4.369 specimens. Statistically significant differences between both sexes occurred in growth weight, affected by the gonad cycle of inature females.

Scales of 1,658 pike from Esla basin were used for age and back-calculated growth determinations. Pike growth was comparable with the slowest in others waters. We attempt to explain the relationships between development in length and feeding habits.

INTRODUCCIÓN

En 1949 se lleva a cabo la introducción de huevos embrionados de lucio (GUTIERREZ-CALDERON, 1954) a partir de los cuales se inicia la diseminación en numerosos ríos hasta los años 80.

La primera fecha en que se registra esta especie en la cuenca del Esla es en 1964 (PENA, 1986), convirtiéndose, a medida que asciende por los ríos de la cuenca, en un elemento distorsionador de las comunidades de peces establecidas, provocando un descenso importante en los efectivos de las poblaciones, bien por depredación o bien por desplazamiento (RINCON *et al.*, 1990). La rápida ocupación de un gran número de cursos fluviales evidencia el éxito conseguido.

El carácter truchero de muchas de las aguas de la cuenca confiere una dimensión diferente a la presencia del lucio respecto a cuencas fluviales de la mitad Sur de la Península Ibérica, donde la presencia de esta especie ha servido como aliciente para la pesca recreativa.

La oportunidad de efectuar el control de esta especie ha proporcionado el material de trabajo para poder tratar algunos aspectos de la biología del lucio en una cuenca fluvial cerrada.

MATERIAL Y METODOS

Zona de estudio

Situada en la parte sur de la provincia de León y norte de la de Zamora el área de estudio incluye la zona colonizada por el lucio en la cuenca del Esla, aguas arriba del embalse de Ricobayo (Figura 1). La red hidrográfica de dicha cuenca está constituida por los ríos Esla, Porma, Moro, Órbigo, Tuerto, Jamuz, Eria, Cea, Tera y los Arroyos de La Almucera, El Castrón, Retuerta, Regato y Bonul. De todos ellos sólo los arroyos y los ríos Cea, Eria y Moro, permanecen sin regular. El Esla está regulado en cabecera desde el año 1988, fecha posterior al periodo de muestreo, por el embalse de Riaño de 664 Hm³ y en la parte inferior por el embalse de Ricobayo (1 184 Hm³).

Muestreo y tratamiento de datos

El muestreo se ha realizado entre enero de 1982 y septiembre de 1987, aunque la mayor parte de los ejemplares se capturaron entre febrero de 1986 y septiembre de 1987. Se estudia un total de 4.369 ejemplares. La captura de los ejemplares se realizó mediante pesca eléctrica, trampas de reproductores y redes. La pesca eléctrica ha sido el método de elección complementado con trampas de reproductores en arroyos y accesos a lagunas y brazos muertos de río durante la época de freza, entre los meses de febrero y mayo (Arroyo de la Almucera, A" del Castrón, Hospital de Orbigo, Marne, La Nora, Puente Villarente-río Moro y Villafruela) y trasmallos de 3 cm de luz de malla desde barca. De cada ejemplar fue medida su longitud total, pesado -con precisión de 1 mm y 1 gr respectivamente- y se recogió una muestra de escamas (BOET & LE LOUARN, 1985) que posteriormente fueron limpiadas con hidróxido sódico al 4% y montadas, en seco, entre porta y cubre. La lectura de la edad y medición de los radios se efectuó con un lector de perfiles Nikon V-12 que permite una precisión de medida de 1 m. Se efectuaron dos lecturas de cada muestra, eliminando aquellas en que se obtenían diferentes resultados, como aconsejan BOET & LE LOUARN (1985). Cada ejemplar ha sido incluido en la clase correspondiente al número de *annuli* que presentaba.

Para la determinación de la edad se efectuó la lectura y medición de escamas de un total de 1.658 lucios seleccionados de entre el total de los utilizados en el estudio. Por dificultades de lectura o de distribución de los *annuli* se han desechado el 4,76% de las escamas seleccionadas.

Se estableció la relación entre el tamaño de la escama y la longitud del ejemplar del que procedía utilizando el radio anterior (Ra) y el posterior (Rp), con la disposición del eje anteroposterior y se calculó el mejor ajuste. La longitud del ejemplar más pequeño utilizado ha sido 73 mm, con el cuerpo totalmente cubierto de escamas. Para evaluar si la relación entre el radio de la escama y la longitud del ejemplar ofrecía diferencias en función del sexo de los individuos se realizó un análisis de covarianza (TAHACHNICK & FIDELL, 1986) y para estimar las diferencias de longitud entre sexos para cada clase de edad se realizó un análisis de varianza (STEEL & TORRIE, 1985).

El crecimiento se ha estimado mediante la ecuación de Von Bertalanffy (BAGENAL & TESCH, 1978) utilizando el programa para ordenador personal L.F.S.A. de SPARRE (1987).

Para evaluar si existían diferencias para las curvas de Von Bertalanffy calculadas para cada sexo se realizó el análisis de la suma de cuadrados de los residuales según modelo propuesto por Ratkowsky para modelos no lineales (CHEN *et al.*, 1992).

La estimación de las constantes de la ecuación que relaciona la longitud y el peso se efectuó mediante regresión por mínimos cuadrados (BAGENAL & TESCH, 1978). Para detectar la variación debida al sexo y al mes de captura de los ejemplares se empleó el análisis de covarianza; cuando existía más de una variable estas se recodificaban para proceder a un análisis de una sola vía (TABACHNICK & FIDELL, 1986). Se consideró un nivel de significación superior al 99%.

EDAD ^o	MACHOS		HEMBRAS			
	N. ^o	MEDIA	DE	N. ^o	MEDIA	DE
1	104	146,79	23,98	57	137,30	28,37
2	179	233,95	42,41	140	242,06	47,20
3	176	323,200	40,72	131	343,48	46,94
4	128	406,56	50,60	81	440,11	50,57
5	102	494,28	41,68	98	536,83	59,29
6	64	562,55	56,62	62	622,26	75,96
7	45	616,33	59,03	61	696,71	59,96
8	18	687,31	56,32	23	756,06	55,45
9	6	708,89	72,69	20	838,73	94,88
10				4	893,67	92,09
11				1	881,55	
12				1	978,49	
13				1	972,03	

Tabla 1. Valor de la longitud media (MEDIA, mm) y desviación estándar (DE) para cada clase de edad y sexo
Table 1. Values of mean length and standar deviation for each age class and sex

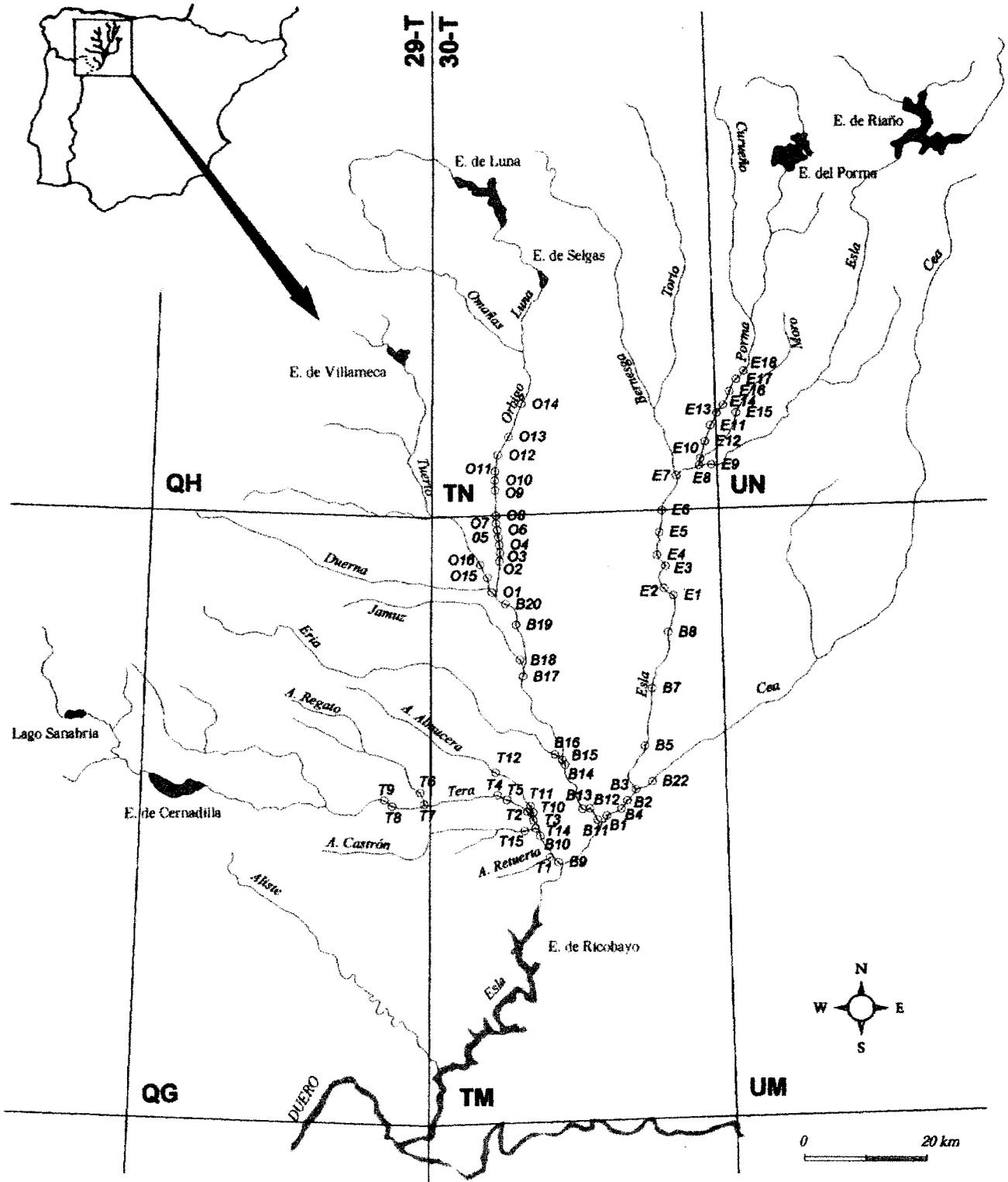


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo: E/Esla, O (Orbigo), T (Tera) y B (Zona de barro).
Figure 1. Sampling point distribution.

Además se han calculado el coeficiente de condición o factor de condición de Fulton y el coeficiente de condición relativa descrito por Le Cren (WEATHERLEY, 1972).

RESULTADOS

El mejor ajuste lineal ($r^2 = 0,95$) se obtuvo entre el radio anterior de la escama y la longitud total del ejemplar por lo que se utilizó este para estimar la longitud en el momento de formación del último anulus.

La elevada correlación exponencial entre el radio posterior de la escama y la longitud de los ejemplares revela un crecimiento alométrico respecto de la longitud, mientras que aquella entre el radio anterior y la longitud de los individuos aporta una mayor correlación lineal ($r^2 = 0,95$). Por ello se eligió este último para realizar la regresión que permitiera posteriormente efectuar la estimación de las longitudes pretéritas.

El análisis de covarianza de la longitud total (LT) en función del radio anterior de la escama (Ra) y el sexo mostró diferencias entre sexos ($p < 0,0001$) siendo las ecuaciones propuestas $LT = 7,94 + 107,72 Ra$ ($r = 0,969$, $N = 713$) para las hembras y $LT = 39,53 + 91,61 Ra$ ($r = 0,974$, $N = 866$) para machos.

Los valores medios de la longitud total para cada clase de edad y sexo se muestran en la Tabla 1. El análisis de varianza realizado muestra que las longitudes medias calculadas para cada edad comienzan a diferenciarse significativamente entre sexos ($p < 0,01$) a partir del tercer año.

Las longitudes medias de cada clase de edad y sus respectivas tasas de crecimiento anual para machos y hembras por separado

se muestran en la Figura 2. En el primer año los machos alcanzan una talla superior a la de hembras, a partir del segundo año las tallas medias de cada clase de edad siempre son superiores en las hembras. El descenso en la tasa de crecimiento es mínimo desde el segundo al quinto año, a partir de este momento el efecto se hace más patente, con oscilaciones en las edades más elevadas. Esta variación puede estar ocasionada por la amplia desviación de las longitudes individuales a la media de las clases de edad más alta, cuando, además, el número de muestras es reducido. Es un hecho normal que cuando aumenta la edad las variaciones individuales en el crecimiento se acentúa. Pese a todo el incremento anual en longitud se mantiene elevado para todas las clases de edad.

Se encontraron diferencias significativas entre las ecuaciones de crecimiento calculadas para los dos sexos, por ello las constantes de la ecuación de Von Bertalanffy, que describe el crecimiento teórico en longitud, se han calculado por separado para cada sexo obteniendo los valores relacionados en la Tabla 2.

Relación peso-longitud y coeficientes de condición

Los resultados del análisis de covarianza realizado para detectar la influencia del sexo sobre el crecimiento en peso muestran diferencias significativas ($p < 0,0001$). La longitud, que fue considerada como covariable, explica la mayor parte del crecimiento en peso. No obstante las diferencias entre los sexos son significativas tanto para los puntos de corte (sexo) como para las pendientes ($\text{Log LT} * \text{sexo}$). Las rectas estimadas para cada sexo son $\text{Log W} = -2,316 + 3,111 \text{ Log LT}$ para hembras y $\text{Log W} = -2,181 + 3,015 \text{ Log LT}$ en los machos.

Tabla 2. Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy estimados por sexos.
Table 2. Estimates of ultimate length (L_{∞}), and von Bertalanffy coefficients K and t_0 in both sexes.

	Media	Desv. estándar	Límites de	confianza
MACHOS				
L_{∞}	1438,39	129,36	1148,93	1691,85
K	0,077	0,009	0,057	0,095
t_0	-0,412	0,074	-0,557	-0,266
HEMBRAS				
L_{∞}	1583,52	114,38	1359,32	1807,71
k	0,081	0,008	0,064	0,098
t_0	-0,066	0,073	-0,213	-0,073

Tabla 3. Valores de las constantes de la ecuación de regresión $\text{Log } W = \text{Log } a + b$ $\text{Log } LT$, separadamente para cada sexo y mes.
 Table 3. Values of mean length and standar deviation for each age age class and

	MACHOS		HEMBRAS	
	Log a	b	Log a	b
Enero	-3,375	3,153	-2,760	3,413
Febrero	-2,104	2,986	-2,357	3,152
Marzo	-2,241	3,042	-2,354	3,123
Abril	-2,122	2,973	-2,383	3,084
Mayo	-2,149	3,003	-2,243	3,085
Junio	-2,234	3,055	-2,249	3,079
Julio	-2,233	3,093	-2,233	3,090
Agosto	-2,082	2,983	-2,102	2,994
Septiembre	-2,378	3,173	-2,334	3,136
Octubre	-2,426	3,181	-2,440	3,190
Noviembre	-2,254	3,082	-2,347	3,148
Diciembre	-2,419	3,163	-2,649	3,328

Estas diferencias se explican porque las gónadas en las hembras alcanzan un valor medio de hasta el 20 % del peso corporal en el mes de febrero, período previo a la puesta, mientras se mantiene en valores por debajo del 3 % desde que la freza ha concluido (mayo) hasta que vuelve a incrementarse el volumen ovárico (octubre) (DOMÍNGUEZ, 1996). Por su parte los machos no han mostrado medias superiores al 3%.

Para constatar si las diferencias detectadas se mantienen a lo largo del año se realizó un nuevo análisis de covarianza incluyendo el factor mes. Los resultados evidencian diferencias significativas ($p < 0,0001$) tanto para la variación de los puntos de corte (sexo*mes) como para la de las pendientes ($\text{Log } LT * \text{sexo} * \text{mes}$) por lo que se procedió a calcular las constantes de la ecuación, separadamente para cada sexo y mes (Tabla 3).

La Figura 3 muestra la variación, para los distintos meses y sexos, de la pendiente estimada y en la Figura 4 se muestra la variación mensual de la media del coeficiente de condición. En líneas generales son inferiores los correspondientes a machos y la distancia entre las medias de cada mes se acentúa durante el período de maduración gonadal. A partir del momento en que ha concluido la freza (abril) se observa una recuperación del coeficiente de condición, que podría estar relacionada con la mayor ingesta de alimento que se produce durante esos meses (PENA *et al.*, 1987)

hasta el mes de agosto que coincide con un descenso en la tasa de ingesta.

La variación del índice en función de las tallas de los ejemplares, separadamente para machos y hembras, se pueden observar en la Figura 4 (B). En los dos casos se advierte una tendencia a aumentar a la vez que lo hace la talla. En las hembras no deja de estar relacionado con el incremento en peso de las gónadas. Para éstas la relación entre el valor del coeficiente de condición y la longitud ha mostrado una relación positiva y significativa ($p < 0,01$), por lo que puede establecerse la ecuación de regresión: $K = 0,6514 + 0,0002 LT$.

Los valores medios del índice y su desviación estándar, para cada mes y talla considerados se incluyen en la Tabla 4.

Calculado el coeficiente de condición para aquellos ejemplares que no tenían el suficiente desarrollo gonadal como para ser sexados (indiferenciados) se obtuvo un valor medio de $0,66 (\pm 0,2)$, inferior a los valores mostrados por los adultos.

El coeficiente de condición relativa fue calculado para cada individuo y expresado por meses, pues la relación longitud-peso mostró diferencias. Para los diferentes meses y para las diferentes clases de talla establecidas se obtienen valores próximos a la unidad. Los valores medios y las desviaciones, para cada caso se incluyen en la Tabla 5.

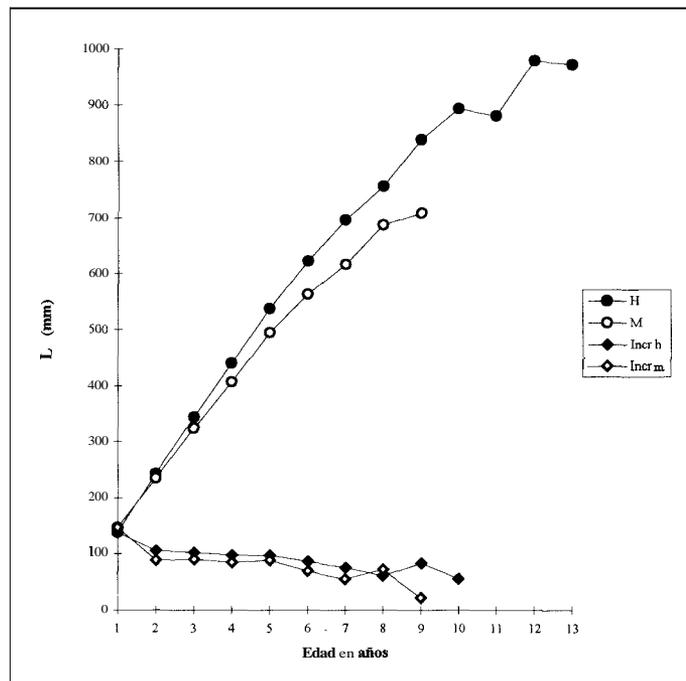


Figura 2. Longitudes medias de cada clase de edad (H=hembras, M=machos) y sus respectivos incrementos de longitud (Incr h=incremento hembras, Incr ni= incremento machos)
 Figure 2. Means lengths (in mm) in each age group (H=males). Length annual increase for both sex.

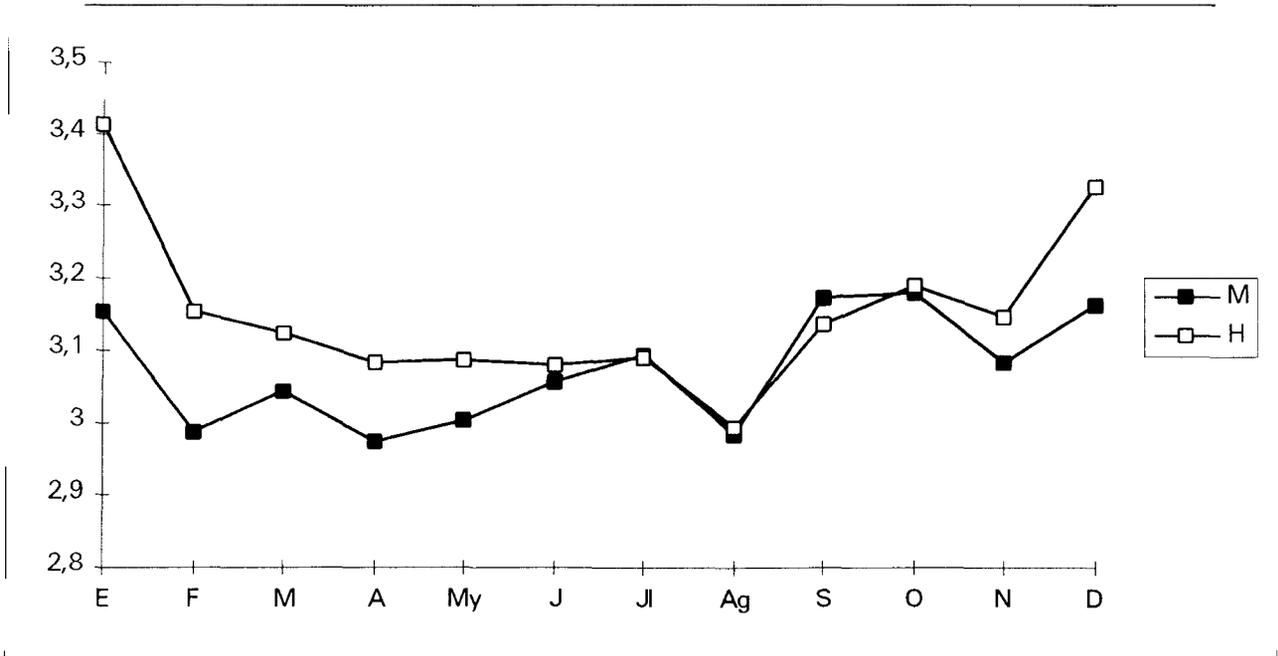
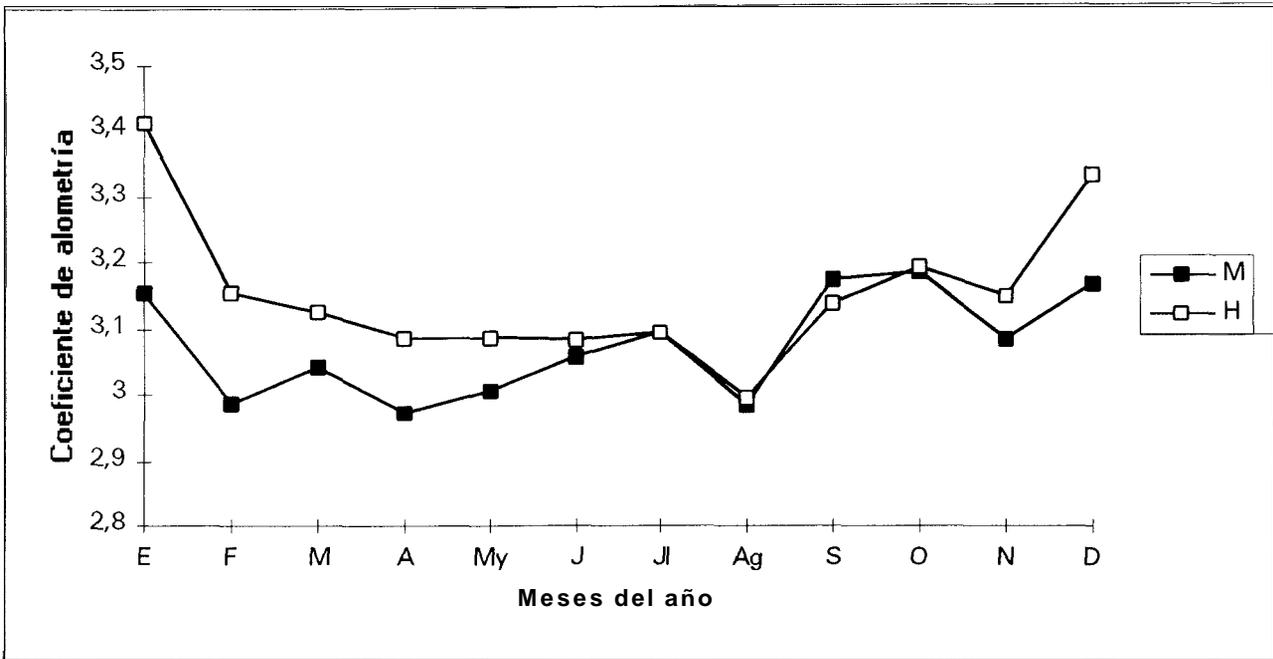
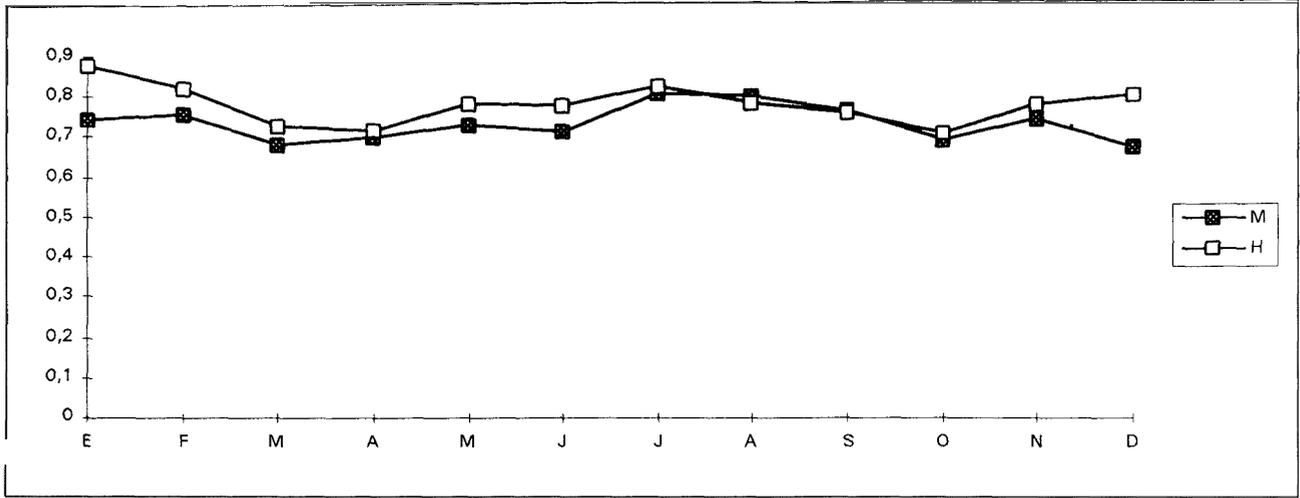
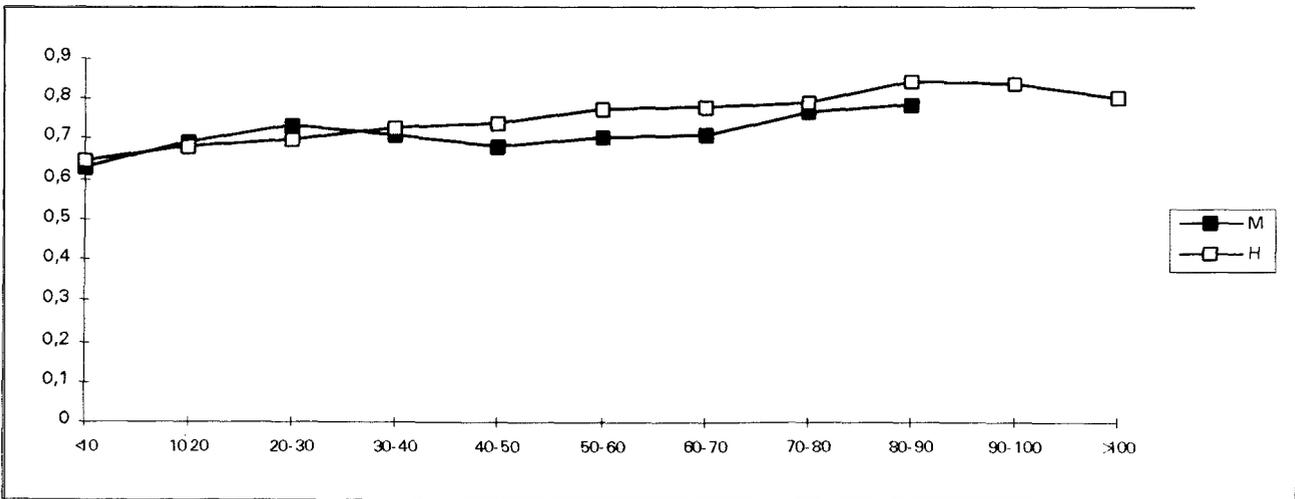


Figura 3. Variación del coeficiente de alometría (b), pendiente de la recta de regresión de la ecuación $\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ L}^a$ I.T, en los diferentes meses del año, separadamente para machos y hembras.
 Figure 3. Length-weight regression coefficient (b) calculated monthly and separately for both sex.



A



B

Figura 4. A Variación mensual de la media del coeficiente de condición separadamente para cada sexo. B. Variación del coeficiente de condición en función de la talla. Se representan los valores medios para cada clase de talla considerada y sexo. (M=machos, H=hembras).
Figure 4. Coefficient condition average. A Monthly variation for both sex. B. Variation on length. (M=males, H=females).

DISCUSIÓN

Crecimiento. Longitud de cada clase de edad

De forma general las hembras alcanzan mayor longitud que los machos para una misma clase de edad. Las diferencias son mínimas en las primeras edades y se acentúan con la edad. Así ha sido registrado por numerosos autores.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que, en el primer año, la talla media de los machos es ligeramente superior a la de las hembras, mientras para las siguientes clases de edad fueron siempre mayores los valores medios alcanzados por éstas, hecho coincidente con lo afirmado por CALDERONI (1965), WOLFERT & MILLER (1978), CRAIG & SMILEY (1986) y WRIGHT (1990).

Las diferencias de las medias de longitud para cada clase de edad son significativas a partir del tercer año. Las situaciones que revelan otros trabajos, a este respecto, son diversas. Así TREASURER *et al.* (1992) no encuentran diferencias entre

sexos, en un lago, mientras en otro comienzan a diferenciarse a partir del tercer año. ALESSIO (1983), concluye que los machos superan la longitud alcanzada por las hembras hasta los cinco años, momento en que la situación se invierte.

En nuestro estudio los individuos de uno y dos años de edad presentan longitudes medias inferiores a las obtenidas por otros autores. Sin embargo se registra un crecimiento superior en las edades siguientes, lo que hace que, en ocasiones, no solo alcancen sino que sobrepasen los valores de referencia.

Las tallas alcanzadas por los lucios de la cuenca del Esla son menores que las registradas por otros autores (Ver Tablas 6, 7 y 8). Solo superan a las descritas por MUNRO (1957) para un lago escocés y son muy próximas a las descritas por ALESSIO (1975 b) para la cuenca alta del Po (Italia) y CALDERONI (1965) en el lago Trasimeno (Italia).

Si se analizan por clases de edad, a partir de los tres años los lucios de la cuenca del Esla recuperan posiciones respecto a los datos aportados por otros siete autores: SNOW & BEARD

Tabla 4. Valores medios del coeficiente de condición y desviación estándar (DE para los diferentes meses y tallas consideradas.

Table 4. Means values for condition coefficient and S.D. for each month and size class.

MESES	MACHOS			HEMBRAS		
	N°	Media	DE	N°	Media	DE
Enero	49	0,774	0,107	52	0,877	0,161
Febrero	130	0,755	0,136	207	0,817	0,145
Marzo	1.019	0,681	0,117	1.011	0,723	0,163
Abril	468	0,698	0,151	284	0,715	0,133
Mayo	50	0,726	0,110	35	0,778	0,123
Junio	93	0,709	0,112	72	0,772	0,101
Julio	35	0,799	0,119	41	0,821	0,143
Agosto	125	0,794	0,017	79	0,780	0,090
Septiembre	169	0,758	0,167	158	0,752	0,084
Octubre	50	0,688	0,106	52	0,702	0,117
Noviembre	43	0,739	0,082	54	0,771	0,098
Diciembre	54	0,669	0,094	40	0,798	0,159
TALLAS (mm)	N°	Media	DE	N°	Media	DE
<10	9	0,629	0,0814	4	0,645	0,0537
10-20	283	0,691	0,1857	171	0,682	0,2118
20-30	518	0,733	0,0185	324	0,699	0,1418
30-40	461	0,707	0,0993	326	0,728	0,1186
40-50	377	0,679	0,1088	277	0,738	0,1304
50-60	348	0,700	0,0964	380	0,770	0,1401
60-70	229	0,709	0,0879	318	0,780	0,1509
70-80	54	0,767	0,0977	180	0,791	0,1492
80-90	5	0,783	0,1231	72	0,840	0,1447
90-100				30	0,838	0,1583
>100				3	0,803	0,0670

Tabla 5. Valores medios y desviaciones estándar del coeficiente de condición relativa para los diferentes meses y clases de talla consideradas.
 Table 5. Means values and S.D. of relative condition coefficient for each month and size class.

MESES	MACHOS			HEMBRAS		
	N°	Media	DE	N°	Media	DE
Enero	49	1,008	0,14	52	1,007	0,12
Febrero	130	1,013	0,18	207	1,015	0,17
Marzo	1.019	1,013	0,18	1.011	1,023	0,23
Abril	468	1,017	0,21	284	1,016	0,18
Mayo	50	1,013	0,15	35	1,011	0,15
Junio	93	1,011	0,16	72	1,007	0,12
Julio	35	1,009	0,14	41	1,011	0,17
Agosto	125	1,013	0,21	79	1,006	0,12
Septiembre	169	1,014	0,22	158	1,004	0,09
Octubre	50	1,004	0,10	52	1,004	0,09
Noviembre	43	1,005	0,10	54	1,003	0,09
Diciembre	54	1,006	0,11	40	1,008	0,13
TALLAS	N°	Media		N°	Media	DE
<10	9	0,955		4	0,979	0,09
10-20	283	1,006		171	1,034	0,32
20-30	518	1,042		324	1,006	0,20
30-40	461	1,017		326	1,010	0,16
40-50	377	0,981		277	1,011	0,17
50-60	348	1,004		380	1,025	0,17
60-70	229	1,013		318	1,015	0,18
70-80	54	1,039		180	1,001	0,17
80-90	5	1,080		72	1,042	0,17
90-100				30	1,015	0,19
>100				3	0,959	0,03

(1972), PRIEGEL & KROHN (1975), DAUBA (1981), LE LOUARN & RAGLINIERE (1985), PENZACK *et al.* (1986). CRAIC & SMILEY (1986) y WRIGHT (1990).

Esto parece relacionado con la alimentación del lucio. MUNRO (1957) y ALESSIO (1975 b). advierten la elevada presencia de invertebrados en la dieta de sus ejemplares. De igual forma, en nuestra zona son presa dominante hasta los cuatro años, cuando los peces comienzan a destacar en la dieta (DOMINGUEZ, 1996). DIANA (1987) señala que la inclusión de peces en la dieta eleva el rendimiento energético y por tanto puede tener un efecto significativo en el crecimiento.

Así crecimientos muy elevados en las primeras clases de edad, coinciden con una ictiofagia precoz, a partir de 35 mm (FROST, 1954 y FROST & KIPLING, 1959 y 1967). PRIEGEL & KROHN (1975) advierten el piscivorismo desde los 50 mm y WOLFERT & MILLER (1978) y LE LOUARN & RAGLINIERE (1985) encuentran peces como único alimento en todas las tallas.

No obstante el crecimiento del lucio muestra una enorme variabilidad, alcanzando mayores tallas, en general, en lagos y embalses RRACKEN (1973). FROST & KIPLING (1967) encuentran modificaciones en el crecimiento cuando la población ha sido sometida a sobrepesca que afectan fundamentalmente a los grandes ejemplares. Como consecuencia se detecta un incremento del crecimiento, que es superior en los de mayor edad.

El primer trabajo sobre lucio en nuestro país (GUTIÉRREZ-CALDERON, 1951), ofrece las longitudes máximas alcanzadas por ejemplares de dos meses que llegaron a los 12 cm de longitud. Como contraste en la cuenca del Esla ejemplares de dos meses miden solo 5,5 cm (AGUNDEZ, 1986). En un trabajo posterior de GUTIÉRREZ-CALDERON (1954) ofrece el dato de 45 cm al año de edad en estanque, 70 cm cuando tienen dos años y 90 cm a los cuatro. También GUTIÉRREZ-CALDERON (1969) indica las longitudes que han alcanzado en aguas libres, en el río Tajo, 53 y 54 cm a los 7 y 11 meses, 65 cm con 2 años, 87 y 97 cm a los tres años y 95 a los cuatro. Todos ellos son registros aislados.

Tabla 6. Comparación de las longitudes medias obtenidas en el presente estudio para cada clase de edad con los resultados de los autores relacionados (LT=Longitud total en cm)
 Table 6. Mean length (Total Length) values for each age-class of this study compared with results of others authors.

AUTOR	ZONA DE ESTUDIO	LT1	LT2	LT3	LT4	LT5	LT6	LT7	LT8	LT9	LT10	LT11	LT12	LT13
Datos del presente estudio	Cuenca del Esla (España)													
Machos		14,6	23,4	32,3	40,6	49,4	56,2	61,6	68,7	70,8				
Hembras		13,7	24,2	34,3	44	53,6	62,2	69,6	75,6	83,8	89,3	88,1	97,8	97,2
Munro (1957)	Lago de Escocia													
Machos		7,2	18,5	29,1	36,3	41,6	46,4	49,9	53,2					
Hembras		8,2	19,3	31,1	40,3	47,4	53,6	57,4	63,4	70	87	90	93	
Buss & Miller (1961)	Lagos de Pennsylvania													
Snow & Beard (1972)	Buck Lake. Wisconsin	27	48	58	66	73,5	85							
Snow (1974)	Embalse de Wisconsin	20,5	32,3	38,5	43,3	47,5	51,7	55	67,3	74				
Nativos		39,6	45,7	55,6	60,2	66								
Repoblados		26,9	37,1	49,3	56,9	64,8								
Priegel & Krohn (1975)	Lagos de Wisconsin													
Machos		24,9	43,2	51,8	56,4	59,7	62,5	65,5	68,1	70,9	72,9			
Hembras		26,2	47,8	58,4	66	69,8	73,4	79,2	85	90,1				
Alessio (1975)	Cuenca del Po. Italia													
Lomellina: Machos		14,7	26,6	35,2	43,9	50,5	61,9	67,9	76					
Hembras		15,5	27,8	36,8	44,9	52,6	59,9	65,5						
S. Gaetano: Machos		19,8	31,8	40,7	46,4									
Hembras		20,1	33,2	44,3	51,8	57,5								
Paragamian (1976)	Río Plover. Wisconsin	25	43,8	58,6	68,1									
Kempinger & Carline (1978)	Lago Escanaba. Wisconsin	36,8	48,8	53,8	60,7	66	69,6	75,9						
Wolfert & Miller (1978)	Lago Ontario													
Machos		24,6	49,3	61,2	66,5	69,3	70,5	72,6	70,7					
Hembras		24	51,5	67,3	73	76,7	78,6	77,1	72,9					
Dauba (1981)	Embalses de Bretaña													
Chastang		32	50	62,2	67,5	69,2								
Luzecti		22,6	32,9	44,4	53	60	63	69,7						
Boet & Le Louarn (1985)	Lagos y embalses de Bretaña	23,3	35,6	43,4	54,7	61,7								
Neumann <i>et al.</i> (1993)	Lago de Dakota del Sur													
Machos		45,9	49,8	55,2	61,1	69,5								
Hembras		46,5	56,5	65	70,1	81,2	85,3	96	98,7					

Estos resultados son propios de unas condiciones puntuales y de cursos de agua que ofrecen presas ícticas que posibilitaron tales desarrollos. MARTINEZ (1985) describe para 1970, en el embalse de Santillana tallas de 38, 47, 58 y 61 cm respectivamente para las edades de 1 a 4 años, claramente superiores a las que se aportan en nuestro estudio.

Es de destacar la similaridad mostrada entre nuestros datos y los resultados obtenidos en Italia por CALDERONI (1965) y ALESSIO (1975 b). Los datos de MUNRO (1957) son de una población de lucios de un lago en el que la trucha desapareció después de la introducción del lucio. El grado de canibalismo y la elevada competencia intraespecífica se traduce en un menor crecimiento.

En cuanto a la longitud teórica máxima (L_{∞}), los elevados valores obtenidos son reflejo del crecimiento sostenido a lo largo de las clases de edad. Para hembras ha sido estimada en 158 cm y para machos en 144 (LT). A la vista de estos resultados puede advertirse que las asíntotas calculadas para las curvas de crecimiento son, en términos generales, más elevadas que las referidas por otros autores. Así únicamente son superiores las longitudes aportadas por SCHINDLER (1975), muy próximos a los valores hallados por HEALY (1956) y NEUMANN *et al.* (1994) y muy por debajo los de FROST & KIPLING (1967), MANN (1976), CRAIG & SMILEY (1986), TREASURER *et al.* (1992) y WRIGHT (1990).

También estos cálculos distan de las tallas de los lucios más grandes capturados por nosotros, si bien REGUERAS (1995) en un registro de capturas de pescadores profesionales en el río Esla, cita dos ejemplares de 20 y 26 Kg. A partir de la relación longitud - peso aquí elaborada, el primero de ellos tendría una longitud de 141 cm y el ejemplar de 26 Kg podría medir 154 cm. Paralelamente se afirma que han sido capturados lucios de hasta 150 cm pero esto debe tomarse con las debidas reservas hasta ser corroborados convenientemente.

Las constantes de las ecuaciones de crecimiento propuestas (k) son notablemente más bajas que las obtenidas por otros autores, lo que indica que la longitud de los lucios de la cuenca del Esla se aproxima muy lentamente a la asíntota de la curva.

Los valores obtenidos para k han resultado ser 0,077 para los machos y 0,081 para las hembras. Los datos más bajos referidos en otros trabajos han sido los de CRAIG & SMILEY (1986) que obtiene valores de 0,16 para machos y 0,13 en hembras y WRIGHT (1990) que estima 0,21 en machos y 0,12 en hembras. Mayores serían los de FROST & KIPLING (1967) y MANN (1976). En todos los casos las longitudes de las primeras clases de edad son muy superiores a las calculadas para la cuenca del Esla.

Por lo que se refiere a la longevidad, FROST & KIPLING (1967) inician una hebra de 17 años y dos machos de 16. SNOW & BEARD (1972) encuentran el ejemplar de mayor edad con 12 años, en el extremo opuesto BRACKEN (1973) refiere como rara vez encuentra ejemplares de más de 4 años. MANN (1976) registra en el río Stour hembras de 9 años y machos con 10, mientras en el Frome las hembras más longevas alcanzaron los 12 y los machos 5. RAAT (1988) considera que las hembras viven más años, 12 ó 13 como máximo, pero los machos alcanzarían su máximo en 5 ó 6. WRIGHT (1990) presenta hembras de 13 años y machos de hasta 9. Idénticos a estos últimos datos son los resultados del presente estudio; la mayor edad alcanzada fue de 13 años por las hembras y 9 por machos.

Relación peso-longitud y coeficientes de condición.

Para comparar los valores del coeficiente de alometría (b en la ecuación que relaciona el peso y la longitud) calculados en el presente estudio con los aportados por otros autores se ha tenido en cuenta el período del año y el sexo de los ejemplares, cuando estos datos son señalados en los trabajos referidos. También se ha considerado la longitud utilizada.

Tabla 7. Comparación de las longitudes medias obtenidas en el presente estudio con los resultados de los autores relacionados (LS= Longitud standard en cm)
Table 7. Mean length (Standard Length) values for each age-class of this study compared with results of others authors.

AUTOR	ZONA DE ESTUDIO	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	LSY	LS9	LS10	LS11	LS12	LS13
Datos del presente estudio	Cuenca del Esla. (España)													
Machos		12,5	20,4	28,5	36,1	44	50,2	55,1	61,5	63,4				
Hembras		11,7	21,2	30,3	30	47,9	55,6	62,3	67,7	75,2	80,2	79,1	87,9	87,3
Calderoni (1965)	Lago de Italia													
Machos		14,7	20,8	30,3	78	42,6	42,1							
Hembras		14,2	23	32,7	40,6	48,6	56,8	67	70,9	72,9				
Vostradovsky (1977)	Embalse Checoslovaquia													
Machos		25,9	39	47,1	53	59,8	63,5							
Hembras		27,9	41,1	51,6	61,8	72,1	83	91,2	93					
Penczak <i>et al.</i> (1986)	Rios none de Polonia	19,5	22,8	27,7	31,7	37,6	40,4	44,7	47,2	50,8	53,5	55,5		
Pivníka (1991)	Embalse Checoslovaquia	18	30	42	52	61	67	71	76					
Cerný (1992)	Danubio, Checoslovaquia	16,3	28	35,3	41,5	48,4	59,9	67,7						

Tabla 8. Comparación de las longitudes medias obtenidas en el presente estudio con los resultados de los autores relacionados (LTa=Longitud ahorquillada en cm).
 Table 8. Means length (Fork length values for each age-class of this study compared with results of others authoru.

AUTOR	ZONA DE ESTUDIO	LTa1	LTa2	LTa3	LTa4	LTa5	LTa6	LTa7	LTa8	LTa9	LTa10	LTa11	LTa12	LTa13	LTa14	LTa15
Datos del presente estudio	Cuenca del Esla (España)															
Machos		13,7	22,1	30,7	38,7	47,2	53,7	58,9	64,7	67,8						
Hembras		12,8	22,9	32,6	41,9	51,2	59,4	66,6	72,3	80,3	85,5	84,4	93,7	93,1		
Healy (1956)	Lagos de Irlanda															
Lough Rca		26	45	60	72	84	94	103	104							
Lough Glore		22	36	49	61	74	86	95	106	112						
Barnagrow Lake		18	29	40	50	58	64	71	86,8							
Frost & Kipling (1959)	Lago Windermere U.K															
Machos		23,1	40	52,1	59,1	63,3	65,4	66	68	68,4	70,4	72	71,5	71,3	72,5	73,5
Hembras		22,7	39,9	55,3	64,4	69,8	75,7	79,7	84,4	87,8	90,4	92,8	96,3	101,7	102,5	
Frost & Kipling (1967)	Lago Windermere U.K															
datos 1930-38: Machos		21	37	48	54	59	62	64								
Hembras		22	38	52	61	69	75	79								
datos 1951-55: Machos		22	38	52	61	69	75	79								
Hembras		23	39	52	59	64	68	71								
Bracken & Champ (1971)	Lagos de Irlanda															
Lough Corrib: Machos		25,8	44,5	58,8	68,2	73,8	75,4									
Hembras		26,5	48	63	76,9	85,6	93,6	102,6								
Lough Sillan: Machos		25,5	38,3	49,3	57,1	62,6	68	72,3								
Hembras		25,6	42,3	54,6	64,9	74,2	86,4									
Mann (1976)	Ríos de Inglaterra															
Río Stour: Machos		25	40,2	51,7	58,2	62,6	66,8	69,8	72	75,9	77,2					
Hembras		25,3	41,3	53,5	62,4	70,2	76,2	79,4	88,4	93,6						
Río Frome: Machos		20,7	37,6	50,7	64,4	73,2										
Hembras		22,6	36,9	52,2	63,7	73	83,7	89,1	94,8	96,7	100,2	102,9	106			
Gee (1978)	Lagunas S.E. Inglaterra	20	30	40	50											
Oliva y Naiksatam (1979)	Río Dunajec. Rep. Checa	19,8	28,9	37,9	49,4	55	70,2	80								
Le Louarn & Bagliniere (1985)	Río Scorff, Francia: curso alto	17,8	30,9	36,9	38,8											
	curso bajo	27,8	47	60,9	68,1											
Craig & Smiley (1986)	Lagos Alberta															
Ethel : Machos		22	34	40	45	48	51	53	55							
Hembras		20	37	42	48	51	53	56	59							
Marie: Machos		22	34	43	50	52	55	57	60							
Hembras		22	35	47	53	57	62	65	69							
Wolf: Machos		21	33	41	45	49	52	55	57							
Hembras		20	33	42	48	52	55	62	64							
Wright (1990)	Lagos U.K															
Main Lake. Machos		25,4	32,3	43,9	48,3	56,1	60,2	64,3	65,1	71						
Hembras		23,3	37	47,9	55,6	61,6	65,3	73,2	79,3	86,8	90,2	85	92,5	102		
St Peters. Machos		21,5	28,1	35	43,1	45	51,2	47	68							
Hembras		24,1	28,5	35,7	43,9	47,1	50,7	57,8	66,5	84,3	94	83	94	96		

Valores muy próximos son los mencionados por MUNRO (1957), HOLCICK (1968), MANN (1976), LE LOUARN & BAGLINIERE (1985), PENCZAK *et al.* (1986) y PROKES (1993). También es muy coincidente con el valor del coeficiente de la ecuación estándar propuesta por WILLIS (1989) realizada sobre 23 poblaciones de lucio de Estados Unidos y Canadá.

Ligeramente inferior es la constante mostrada por CALDERONI *et al.* (1980) para los dos sexos. Por el contrario son superiores, en términos generales, los coeficientes calculados por FROST & KIPLING (1967), ALESSIO (1975 a), PARAGAMIAN (1976), KEMPINGER & CARLINE (1978), WRIGHT (1990) y PIVNICKA (1991).

Los resultados obtenidos en este trabajo son, para el total de los ejemplares, muy próximos al valor teórico tres, si bien, como ya se ha descrito en el apartado de resultados, las variaciones están muy influenciadas por el estado gonadal. Por ello las diferencias a lo largo del año son más acusadas en las hembras.

El coeficiente de condición es inferior al mostrado por HOLCICK (1968) y superior al referido por BAUCHOT & RAUCHOT (1978).

La condición relativa, por su parte, se muestra más constante, en torno al valor 1, tanto para los meses como para las clases de talla consideradas. No ocurre así con los resultados obtenidos por MANN (1976) quien encuentra variaciones de la media a lo largo de los meses del año.

AGRADECIMIENTOS

A los Servicios de Vida Silvestre de la Junta de Castilla y León de León y Zamora por las facilidades y la colaboración en la captura de los ejemplares. A R. Aguado por su labor en la preparación y lectura de escamas. A R. Ontañón y al Dr. Luis Calabuji por la ayuda prestada en el tratamiento de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- ACUNDEZ, P. 1986. Estudio de la reproducción y desarrollo larvario del lucio, *Esox lucius* L. 1758, en la cuenca del Esla. Memoria de Licenciatura. Universidad de León. 87 PP.
- ALESSIO, G. 1975 a. Ricerche sulla biologia del luccio, *Esox lucius* L. (Osteichthyes, Esocidae), in Lomellina Occidentale ed in un "Valle" Veneta. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 30 (2): 235-256.
- ALESSIO, G. 1975 b. Accrescimento lineare e ponderale del luccio, *Esox lucius* L. (Osteichthyes, Esocidae), in Lomellina Occidentale ed in una "Valle" Veneta. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 30 (2): 257-275.
- ALESSIO, G. 1983. Quelques aspects de la biologie et de l'élevage du brochet (*Esox lucius* L.) en Italie. En: Billard, R. cd. *Le brochet: gestion dans le milieu naturel et élevage*. INRA Publ., Paris, 283-296.
- RAGENAL, T.R. & F.W. TESCH. 1978. Age and growth. En Bagenal, T.B. ed., *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP Handbook N° 3. Blackwell Scientific Publications. Oxford: 101-136.
- BAUCHOT, R. & M.L. BAUCHOT. 1978. Coefficient de condition et indice pondéral chez les Téléostéens. *Cybiun*, 3 (4): 3-16.
- BOET, P. & H. LE LOUARN. 1985. La croissance du poisson. Techniques d'étude. En: Gerdeaux, D & R. Billard ed. *Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles*. INRA. Paris, 125-142.
- BRACKEN, J.J. 1973. The age and growth of pike *Esox lucius* from Irish trout rivers. *Ir. Fish. Invest. (A Freshwater)*, 12: 3-15.
- CALDERONI, P. 1965. Contributo allo studio dell'accrescimento del luccio (*Esox lucius* L.) del lago Trasiincno. *Riv. Idrobiol.*, 4: 3-15.
- CALDERONI, P., G. GIOVINAZZO, M. MEARELLI & L. VOLPI. 1980. Contributo alla conoscenza di *Esox lucius* L. del lago Trasimeno. *Riv. Idrobiol.* :347-359.
- CRAIG, J.F. & K. SMILEY. 1986. Weyelle, *Stizostedion vitreum*, and northern pike, *Esox lucius*, populations in three Alberta lakes. *J. Fish Biol.*, 29: 67-85.
- CHEN, Y., D.A. JACKSON, & H.H. HARVEY. 1992. A comparison for Von Rertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49 (6): 1228-1235.
- DAUBA, F. 1981. *Etude comparative de la faune des poissons dans les ecosystèmes de deux réservoirs: Luzech (Lot) et Chastang (Dordogne)*. These. Institut National Polytechnique de Toulouse. 228 pp.
- DIANA, J.S. 1987. Simulation of mechanisms causing stunting in northern pike populations. *Trans. Am. Fish. Soc.* 116: 612-617.
- DOMINGUEZ, J. 1996. Contribución al conocimiento de la biología del lucio (*Esox lucius*) en un área de reciente colonización: Cuenca del Esla. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- FROST, W. 1954. The food of pike, *Esox lucius* L., in Windermere. *J. Anim. Ecol.*, 23: 339-360.
- FROST, W. & C. KIPLING. 1959. The determination of the age and growth of pike (*Esox lucius* L.) from scales and opercular bones. *Journal du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer*, 24: 314-341.
- FROST, W. & C. KIPLING. 1967. Removal of pike (*Esox lucius*) from Windermere and some of its effect on the population dynamics of that fish. *Proceedings of the third British Coarse Fish Conference*. Liverpool, 53-56.

- GUTIERREZ-CALDERON, E. 1951. L'acclimatation du brochet en Espagne. *Travaux de l'Association Internationale de Limnologie théorique et appliquée*, XI: 69-74.
- GUTIERREZ-CALDERON, E. 1954. El lucio en España. *Caza y Pesca*, 140: 490-493.
- GUTIERREZ-CALDERON, E. 1969. *El lucio (su biología y aprovechamiento)*. Ministerio de Agricultura. Madrid. 87 pp.
- HEALY, A. 1956. Pike (*Esox lucius* L.) in three Irish Lakes. *Sci. Proc. R. Dublin Soc.*, 27: 51-63.
- HOLCIK, J. 1968. Life history of the pike *Esox lucius* Linnaeus, 1758, in the Klíčava reservoir. *Věstník Cs. Spol. Zool.* 32 (2): 166-180.
- KEMPINGER, J.J. & R.F. CARLINE. 1978. Changes in population density, growth, and harvest of northern pike in Escanaba lake after implementation of a 22-inch size limit. Dep. Nat. Res. Madison. Wisconsin. *Techn. Bull.*, N° 104:1-15.
- LE LOUARN, H. & J.L. HAGLINIERE. 1985. Quelques éléments de la biologie du brochet (*Esox lucius* L. 1758) sur une rivière à salmonidés: Le Scorff. *Cybiurn*, 9 (1): 75-87.
- MANN, R.H.K. 1976. Observations on the age, growth, reproduction and food of the pike *Esox lucius* (L.) in two rivers in southern England. *J. Fish Biol.*, 8: 179-197.
- MARTINEZ, J.B. 1985. El lucio, treinta años después. *Vida Silvestre*, 3: 80-92.
- MUNRO, W.R. 1957. The pike of Loch Choin. *Freshwater and Salmon Fish. Res.*, 16: 16 pp.
- NEUMANN, R.M., D.W. WILLIS & S.M. SAMMONS. 1994. Seasonal growth of northern pike (*Esox lucius*) in a South Dakota glacial lake. *J. Freshw. Ecol.*, 9 (3): 191-196.
- PARAGAMIAN, V.L. 1976. Population characteristics of northern pike in the Plover river, Wisconsin. *The Progressive Fish-Culturist*, 38 (3): 160-163.
- PENA, J.C. 1986. Introducción y expansión del lucio (*Esox lucius* L., 1758) en la Península Ibérica: síntesis general y estudio de las poblaciones en la cuenca del Esla. *Limnética*, 2: 241-251.
- PENA, J.C., F.J. PURROY & J. DOMINGUEZ. 1987. Primeros datos de la alimentación del lucio, *Esox lucius* L. 1758, en la cuenca del Esla (España). *Actas IV Congreso Español de Limnología*: 271-280.
- PENCZAK, T., J. LOBON-CERVIA, K. O'HARA & H. JAKUHOWSKI. 1986. Production and food consumption by fish populations in the Pilawa and Dobrzyca rivers. North Poland. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 33 (3.4): 345-372.
- PIVNIKA, K. 1991. Long-term study of the growth of four fish species in the Klíčava reservoir with respect to the changes of abundance and temperature. *Environmentalica*, 5 (1-2): 91-106.
- PRIEGEL, G.R. & D.C. KROHN. 1975. Characteristics of a northern pike spawning population. Wisconsin Dep. Nat. Res. *Techn. Bull.*, 86:1-18.
- PROKES, M. 1993. Growth of pike (*Esox lucius*) larvae and juveniles in the Musov reservoir. *Folia Zoologica*, 42 (1): 77-93.
- RAAT, A. 1988. *Synopsis of biological data on the northern pike Esox lucius Linnaeus, 1758*. F.A.O. Fisheries Synopsis N° 30 Rev. 2. Roma. 178 pp.
- REGUERAS, J.I. 1995. Capturas de pescadores profesionales en el río Esla. *Brigecio* (4-5): 235-244.
- RINCON, P.A., J.C. VELASCO, N. GONZALEZ-SANCHEZ & C. POLLO. 1990. Fish assemblages in small streams in western Spain: The influence of an introduced predator. *Arch. Hydrobiol.* 118 (1): 81-91.
- SCHINDLER, O. 1975. *Unsere Süßwasserfische*. Kosmos Franckh. Stuttgart. 236 pp.
- SNOW, H.E. & T.D. BEARD. 1972. A ten-year study of native northern pike in Bucks lake, Wisconsin. Wisconsin Dep. Nat. Res. *Techn. Bull.*, N° 56:1-20.
- SPARRE, P. 1987. *Computer programs for fish stock assessment. Length-based Fish Stock Assessment*. F.A.O. Fisheries Techn. Paper 101. Roma. 218 pp.
- STEEL, R.G.D. & J.H. TORRIE. 1985. *Bioestadística: Principios fundamentales*. McGraw-Hill Ed. México. 622 pp.
- TABACHNICK, B.G. & L.S. FIDELL, 1986. *Using multivariate statistics*. Harper and Row, Publ. New York. 746 pp.
- TREASURER, J. W., R. OWEN & E. HOWERS. 1992. The population dynamics of pike, *Esox lucius*, and perch, *Perca fluviatilis*, in a simple predator-prey system. *Environmental Biology of Fishes*, 34: 65-78.
- WEATHERLEY, A.H. 1972. *Growth and ecology of fish populations*. Academic Press. London. 293 pp.
- WILLIS, D.W. 1989. Proposed standard length-weight equation for northern pike. *North Am. J. Fish. Manag.*, 9: 203-208.
- WOLFERT, D.R. & T.J. MILLER. 1978. Age, growth, and food of northern pike in eastern lake Oritario. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107 (5): 696-702.
- WRIGHT, R.M. 1990. The population biology of pike, *Esox lucius* L., in two gravel pit lakes, with special reference to early life history. *J. Fish Biol.*, 36: 215-229.