

# Biología y la alimentación del salvelino, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814), en cinco lagunas glaciares de la Sierra de Gredos (Ávila, España)

J. SÁNCHEZ<sup>1</sup>, F. COBO<sup>1,2</sup> & M. A. GONZÁLEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física. Facultade de Bioloxía  
Universidade de Santiago de Compostela. 15782-Santiago de Compostela España. (Spain)  
bajaviav@usc.es

<sup>2</sup> Estación de Hidrobioloxía "Encoro do Con". Castroagudín-Cea  
36617 Vilagarcía de Arousa. Pontevedra. (España)

(Recibido, diciembre de 2007. Aceptado, febrero de 2008)

## Resumen

SÁNCHEZ, J., COBO, F. & GONZÁLEZ, M. A. (2007). Biología y la alimentación del salvelino, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814), en cinco lagunas glaciares de la Sierra de Gredos (Ávila, España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 16: 129-144

Se han estudiado algunos aspectos de la biología como el crecimiento, fertilidad y la condición somática y se ha descrito la alimentación del salvelino, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814), durante el periodo estival, en cinco lagunas de origen glaciar de la Sierra de Gredos (España). Se analizaron 49 estómagos y se identificaron 10709 presas. Las presas más abundantes fueron los *Nabiidae* (*Heteroptera*), los *Formicidae* (*Hymenoptera*) y los adultos de *Chironomidae* (*Diptera*). No parece que existan grupos de individuos especializados en determinados *items*, ni se observó ningún patrón en función del sexo o la clase de edad. La actividad alimentaria en esta época del año, tiende a aumentar en las horas centrales del día, si bien en la clase de edad 2+ se prolonga hasta el crepúsculo.

**Palabras clave:** *Salvelinus fontinalis*, Salmónidos, alimentación, lagunas glaciares, Gredos, España.

## Abstract

SÁNCHEZ, J., COBO, F. & GONZÁLEZ, M. A. (2007). Biology and feeding ecology of brook charr, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814), in five glacier lagoons of the Sierra de Gredos (Ávila, Spain). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 16: 129-144

Growth, fertility and body condition of the brook charr, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814), were studied during summer period at five glacier lagoons of the Sierra de Gredos (Spain), and diet composition described. A total of 49 stomachs were analyzed, and 10709 preys were obtained. Most abundant preys were *Nabiidae* (*Heteroptera*), *Formicidae* (*Hymenoptera*) and adults of *Chironomidae* (*Diptera*). Apparently there are no groups of individuals specialized on certain prey items, and no clear tendencies were observed depending on sex or age class (no significant differences were observed between sexes or among age classes). Diel activity patterns over summer season show a peak of feeding activity around noon, although age class 2+ individuals feed continuously till dusk.

**Key words:** *Salvelinus fontinalis*, Salmonid, feeding, glacier lagoon, Gredos, Spain.

## INTRODUCCIÓN

El salvelino, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814), fue introducido en Europa procedente de Norte América a finales del siglo XIX. Salvo algunos estudios realizados en lagos franceses y canadienses (MAGNAN & FITZGERALD, 1982; GRANT & NOAKES, 1987; LACASSE & MAGNAN, 1992; SIROIS & BOISCLAIR, 1995; CAVALLI & CHAPPAZ, 1996; CAVALLI *et al.*, 1997; MARCHAND *et al.*, 2002; POWER *et al.*, 2002; KLEMETSEN *et al.*, 2003) y en ríos (COOPER, 1953; ALLAN, 1981; BECHARA & MOREAU, 1992; McLAUGHLIN *et al.*, 1994; McLAUGHLIN *et al.*, 2000; McLAUGHLIN, 2001; SOTIROPOULOS *et al.*, 2006), las publicaciones sobre la alimentación de *Salvelinus fontinalis* son escasas, especialmente en la Península Ibérica. Otros aspectos de la biología de las poblaciones ibéricas se tratan en ELVIRA & GISBERT (1989), ALMODÓVAR & ELVIRA (2000), TORO & GRANADOS (2001) y GRANADOS *et al.* (2006).

El objetivo de este trabajo es estudiar la alimentación del salvelino en cinco lagunas de alta montaña de la Sierra de Gredos (Ávila, España). Se pretende además conocer el nicho trófico y algunos datos sobre fecundidad y crecimiento de esta especie.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se ha realizado en cinco lagunas de origen glaciar que nutren a la garganta del Pinar, en la Sierra de Gredos de Ávila (Fig. 1). Las lagunas son de diferente morfometría y se caracterizan por ser oligotróficas y con dos periodos de mezcla de aguas (dimícticas). Por orden de altitud se denominan: Bajera (1.21 Ha, 2100 m s.n.m.), Brincalobitos (0.50 Ha, 2100 m s.n.m.), Mediana (0.59 Ha, 2130 m s.n.m.), Galana (1.79 Ha, 2135 m s.n.m.) y Címera (5.75 Ha, 2140 m s.n.m.). La ictiofauna de estas lagunas está representada únicamente por *Salvelinus fontinalis*.

Entre los días 7 y 8 de julio del 2006 se obtuvo una muestra de 49 ejemplares, 24 hembras y 25

machos. Ante las dificultades de acceso a las lagunas con un equipo de muestreo pesado, se optó por la captura de los ejemplares mediante la pesca con caña. Se capturaron individuos de las cinco lagunas (13 en la laguna Bajera, 10 en la laguna Brincalobitos, 1 en la laguna Mediana, 14 en la laguna Galana y 11 en la laguna Címera). Los salvelinos fueron capturados durante todo el día y no se encontró ningún individuo con el estómago vacío.

Se registraron los datos biométricos de: peso fresco, peso eviscerado, longitud furcal, longitud estándar, altura máxima del cuerpo, altura de la cabeza y longitud de la cabeza. Además se determinó el sexo y la madurez sexual de acuerdo con la metodología empleada por STEINGRÍMSSON & GÍSLASON (2002). Cada parte del animal, previamente etiquetada, se guardó en bolsas de polietileno y se conservaron temporalmente en los neveros naturales, hasta su posterior congelación a -30 °C en el laboratorio.

Para determinar la edad de los individuos se emplearon dos métodos: la lectura de escamas y el método de Petersen basado en el análisis de las frecuencias de las longitudes de los individuos. El cálculo de las longitudes pretéritas se efectuó mediante el retrocálculo.

En los peces se determinó la tasa de crecimiento instantánea [ $G = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$ ], donde  $W_1$  y  $W_2$  son los pesos medios correspondientes a los instantes  $t_1$  y  $t_2$  respectivamente], la tasa de crecimiento lineal mensual media [ $G = 2.8 * (\log L_2 - \log L_1) / (t_2/t_1)$ ], donde  $L_1$  y  $L_2$  son las longitudes medias correspondientes a los instantes  $t_1$  y  $t_2$  respectivamente] y la relación longitud-peso. Se calculó la curva de crecimiento teórica según el modelo de crecimiento de VON BERTALANFFY (1938).

Para cada ejemplar se determinó el índice de condición ( $K = 100 W / L^3$ ), el índice de forma (altura máxima corporal/longitud estándar), el índice cefálico (longitud de la cabeza/longitud estándar) y el índice de peso relativo [ $(W_f / W_s) * 100$ ], donde  $W$  es el peso observado y  $W_s$  es el peso estandarizado predicho por la ecuación de regresión peso-longitud calculada para cada población].

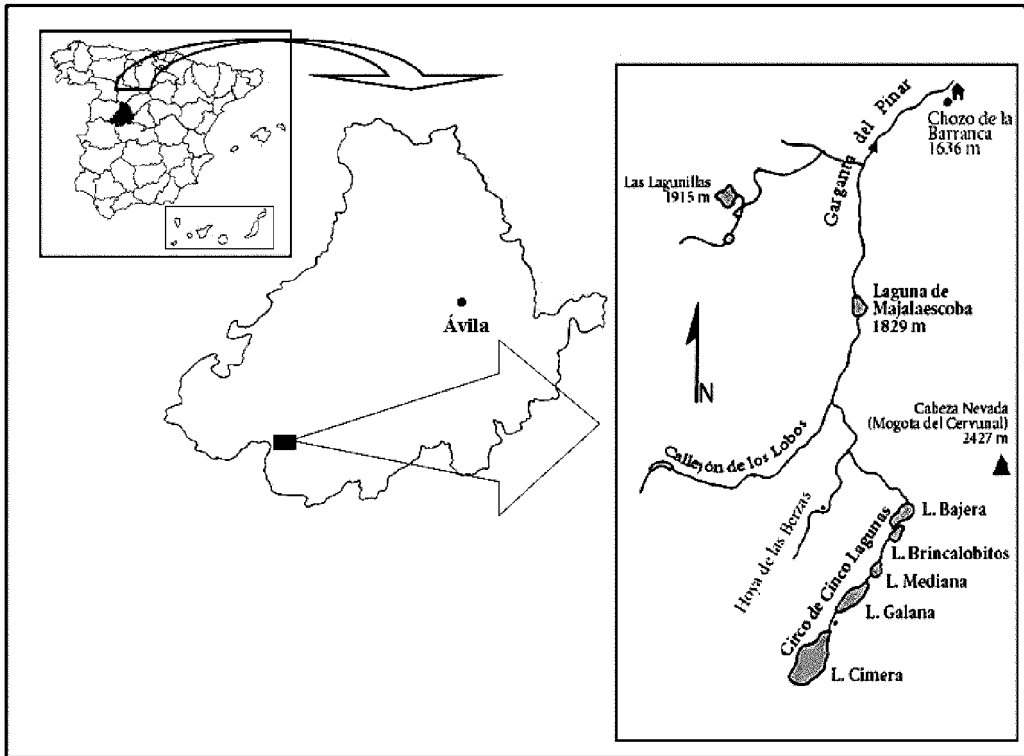


Fig. 1. Localización de las Cinco Lagunas en Ávila (España). *Location of study area (Cinco lagunas) in Ávila (Spain).*

En el laboratorio el contenido estomacal de cada individuo se montó en preparaciones semi-permanentes de gel de glicerina. Las presas se separaron en tres grandes grupos: invertebrados acuáticos (incluye larvas y adultos del bentos, zooplancton e imágos pelágicos y neustónicos), imágos acuáticos voladores (adultos aéreos de insectos acuáticos), e invertebrados terrestres; y se identificaron, siempre que fue posible, hasta el nivel de Familia.

Para el conjunto de estómagos se determinó el número de *items* ( $S$ ) o variedad de la dieta, la diversidad trófica según Margalef ( $R = (S_p - 1) / \ln N$ , donde  $S_p$  es el número de *items*), la diversidad trófica según el índice Shannon-Wiener ( $H' = -\sum P_i \log_{10} P_i$ , donde  $P_i$  es la proporción de individuos de la especie 'i' en la muestra), el índice de uniformidad ( $E = H' / H'_{\max}$ ), la dominancia ( $D = \sum p_i^2$ ), la amplitud de nicho ( $C = 1 /$

Dominancia), la frecuencia de ocurrencia de cada tipo de presa (porcentaje de estómagos donde aparece un tipo de presa), la relación de presas terrestres (porcentaje de presas aéreas respecto al número de presas totales) y la abundancia relativa ( $P_i$ ) de cada tipo de presa (porcentaje respecto al número total de presas). También se determinó el solapamiento trófico entre las clases de edad mediante el índice  $C_{if} = 1 - 0.5 * \sum |(P_{ij} - P_{if})|$  (SCHOENER, 1970).

Con el fin de poder establecer los patrones de actividad de los peces se ha calculado la ración diaria consumida en el momento de la captura para cada uno de los ejemplares o porcentaje de alimento contenido en el estómago respecto del peso fresco del salvelino y la talla media óptima de presa.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS (*Statistical*

*Package for the Social Sciences*, versión 13.0). Se realizaron análisis de varianza para comparar las medias de las variables, aceptando que todas estas pruebas eran estadísticamente significativas siempre que la probabilidad asociada resultara ser menor que 0.05.

## RESULTADOS

### Biometría

El peso medio y la longitud furcal media de los salvelinos es respectivamente  $70.24 \text{ g} \pm 5.52$  y  $18.25 \text{ cm} \pm 0.47$ . No hemos encontrado diferencias significativas en el peso ( $F = 2.61$ ;  $p = 0.11$ ) o la longitud furcal ( $F = 0.522$ ;  $p = 0.475$ ) entre los sexos. La relación entre el peso y la talla responde a la ecuación:  $\text{Log}_{10} \text{ peso} = 3.0055 * \text{Log}_{10} \text{ longitud furcal} - 1.9864$  ( $r = 0.981$ ;  $p = 0.000$ ).

El porcentaje de presas aéreas (imago acuáticos voladores e invertebrados terrestres) consumidas se incrementan con la talla y el peso ( $r = 0.377$ ;  $p = 0.008$ ,  $r = 0.345$ ;  $p = 0.015$ , respectivamente).

No hemos encontrado diferencias significativas entre el índice de forma y el sexo ( $F = 2.946$ ;  $p = 0.094$ ), pero si las hay entre el sexo y el índice cefálico ( $F = 13.313$ ;  $p = 0.001$ ) pues el valor medio del índice es mayor en los machos (machos =  $0.24 \pm 0.0039$  y hembras =  $0.22 \pm 0.004$ ). En la Tabla I se incluye información relativa a la biometría de los salvelinos analizados.

### Crecimiento

La tasa de crecimiento instantánea entre la clase de edad 1+ y la 2+ es  $0.82 \text{ g/año}$ , mientras que entre la 2+ y la 3+ es  $0.93 \text{ g/año}$ . La tasa de crecimiento lineal mensual media también es mayor entre las cohortes 2+ y 3+ con un valor de  $0.4 \text{ cm/año}$ , mientras que entre las clases de edad 1+ y 2+ es  $0.38 \text{ cm/año}$ . No obstante, los valores predichos por el modelo para la tasa instantánea de crecimiento y  $L_{\infty}$ , son respectivamente  $0.32 \text{ g/año}$  y  $35.08 \text{ cm}$  (Fig. 2). La tasa instantánea de crecimiento entre las cohortes 1+-2+ es similar

entre los machos y las hembras ( $0.58$  y  $0.59 \text{ g/año}$  respectivamente), mientras que entre las clases de edad 2+-3+ el crecimiento es mayor en machos que en hembras ( $1.39$  y  $0.80 \text{ g/año}$  respectivamente). La talla retrocalculada en el momento de la formación del *circulus* X es similar entre sexos ( $F = 0.59$ ;  $p = 0.81$ ) y entre las clases de edad ( $F = 1.239$ ;  $p = 0.303$ ). En la Tabla II se incluye información relativa al crecimiento y la condición somática de los salvelinos.

### Condición somática

El índice de condición (peso expresado en g y la longitud en cm) tiene un valor medio de  $1.05 \pm 0.02$ . Este es significativamente diferente entre las clases de edad estudiadas ( $F = 8.211$ ;  $p = 0.001$ ) (véase Tabla 2). El valor medio del índice es mayor en la clase de edad 1+ ( $1.10 \pm 0.05$ ). Hemos encontrado que el índice de condición está correlacionado negativamente con la variedad de la dieta ( $r = -0.37$ ;  $p = 0.009$ ), pero que aumenta con la amplitud del nicho ( $r = 0.321$ ;  $p = 0.024$ ).

El valor medio del índice de peso relativo es  $100.02 \pm 0.42$  y no hemos encontrado diferencias entre los sexos ( $F = 0.24$ ;  $p = 0.625$ ) ni entre las clases de edad ( $F = 0.69$ ;  $p = 0.505$ ).

### Fecundidad

En todos los individuos diseccionados se ha podido determinar el sexo, de manera que la maduración se alcanza ya durante el segundo año de vida (clase de edad 1+).

El número de huevos aumenta con el peso del pez, con la talla y con el índice de peso relativo ( $r = 0.588$ ;  $p = 0.005$ ,  $r = 0.55$ ;  $p = 0.01$ ,  $r = 0.507$ ;  $p = 0.019$ , respectivamente). En función de la edad de los peces, el número medio de huevos por hembra es muy variable en la clase de edad 1+ ( $245.5 \pm 163.5$ ) y menos en la 2+ ( $323.5 \pm 39.6$ ) y 3+ ( $747.5 \pm 95.5$ ). Aunque existen diferencias significativas en el número de huevos entre las clases de edad ( $F = 6.303$ ;  $p = 0.008$ ), la clase de edad 3+ es la que presenta un mayor número de huevos por gónada, no hemos encontrado, sin embargo, diferencias apreciables entre las

TABLA I. Valores medios por clases de edad de la biometría. *Average values for classes of age of biometry.* (media  $\pm$  error típico de la media)

	1+	2+	3+	Muestra
Peso (g)	31.50 $\pm$ 5.089	71.67 $\pm$ 3.52	182.33 $\pm$ 12.6	70.24 $\pm$ 5.52
Longitud furcal (cm)	13.82 $\pm$ 0.64	18.82 $\pm$ 0.27	26.07 $\pm$ 0.63	18.24 $\pm$ 0.47
Altura máxima corporal (cm)	2.99 $\pm$ 0.18	4.1 $\pm$ 0.79	5.63 $\pm$ 0.43	3.96 $\pm$ 0.11
Longitud cabeza (cm)	2.9 $\pm$ 0.17	4.08 $\pm$ 0.07	5.9 $\pm$ 0.55	3.95 $\pm$ 0.12
Índice de forma	0.23 $\pm$ 0.0039	0.23 $\pm$ 0.0026	0.23 $\pm$ 0.012	0.23 $\pm$ 0.002
Índice cefálico	0.23 $\pm$ 0.004	0.23 $\pm$ 0.004	0.24 $\pm$ 0.016	0.23 $\pm$ 0.003
Nº individuos	10	36	3	49

Species: *Salvelinus fontinalis* (Salvelino)  
 Parameters: Loo=35.08 ; K=0.32 ;and to=0.00

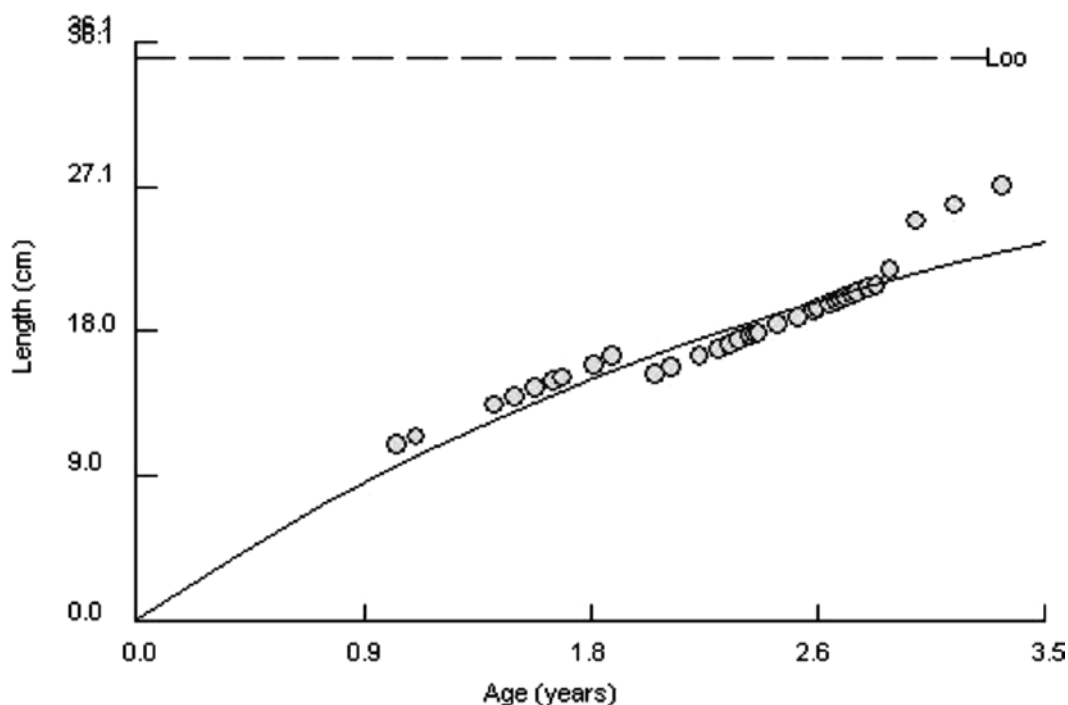


Fig. 2. Curva de crecimiento estimada a partir del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy. *Curve of growth (Von Bertalanffy).*

TABLA II. Crecimiento y condición somática de los salvelinos. *Growth and somatic condition of brook charr.* (media  $\pm$  error típico de la media)

	1+	2+	3+	Muestra
Índice condición	1.10 $\pm$ 0.053	1.04 $\pm$ 0.017	1.02 $\pm$ 0.008	1.05 $\pm$ 0.01
Índice de peso relativo (Wr)	101 $\pm$ 1.55	99.78 $\pm$ 0.38	99.62 $\pm$ 0.16	100.02 $\pm$ 0.42
Talla retrocalculada <i>circulus</i> X (cm)	6.38 $\pm$ 0.11	6.65 $\pm$ 0.13	7.11 $\pm$ 0.58	6.62 $\pm$ 0.10
Talla retrocalculada (cm)	14.51 $\pm$ 1.33	18.71 $\pm$ 0.27	22.51 $\pm$ 1.8	-
Radio escama (mm)	0.41 $\pm$ 0.015	0.5 $\pm$ 0.008	0.62 $\pm$ 0.058	0.49 $\pm$ 0.01

TABLA III. Valores medios por clases de la dieta. *Average values for cohorts.* (media  $\pm$  error típico de la media)

	1+	2+	3+	Muestra
Nº presas totales	199.8 $\pm$ 53.15	224.31 $\pm$ 28.50	212 $\pm$ 39.21	218.55 $\pm$ 23.43
Nº presas terrestres	106.3 $\pm$ 23.37	188.94 $\pm$ 28.77	206.33 $\pm$ 41	173.14 $\pm$ 22.20
Variedad de la dieta	18.9 $\pm$ 1.82	20.5 $\pm$ 1.19	19.67 $\pm$ 2.72	20.12 $\pm$ 0.95
Diversidad trófica, (Margalef) (d)	3.58 $\pm$ 0.36	3.68 $\pm$ 0.18	3.48 $\pm$ 0.39	3.64 $\pm$ 0.15
Diversidad trófica (Shannon) (H)	0.78 $\pm$ 0.09	0.84 $\pm$ 0.03	0.74 $\pm$ 0.02	0.82 $\pm$ 0.03
Índice de uniformidad (E)	0.67 $\pm$ 0.08	0.73 $\pm$ 0.02	0.64 $\pm$ 0.01	0.72 $\pm$ 0.02
Dominancia (D)	1.86 $\pm$ 0.49	2.09 $\pm$ 0.26	1.98 $\pm$ 0.36	2.04 $\pm$ 0.21
Amplitud nicho (C)	0.53	0.48	0.5	0.49
Relación presas aéreas (% PA)	68.53 $\pm$ 11.67	78.24 $\pm$ 3.92	96.88 $\pm$ 1.21	77.4 $\pm$ 3.78
Talla media presa óptima (mm)	5.9 $\pm$ 0.77	6.28 $\pm$ 0.29	6.53 $\pm$ 0.25	6.22 $\pm$ 0.26

cohortes 1+ y 2+. Según estos datos, la fecundidad relativa media (nº huevos/kg) es 4384.8  $\pm$  2272.1.

### Descripción de la dieta

En los 49 estómagos analizados se identificaron 10709 presas agrupadas en 63 *items*. El número medio de presas consumidas fue 218.5  $\pm$  23.4 y el número medio de *items* por ejemplar fue 20.1  $\pm$  0.9; además el número de presas aumenta con el número de *items* ( $r = 0.438$ ;  $p = 0.02$ ).

Los anovas de dos vías del número de presas totales y el número de *items* en función de la clase de edad y del sexo demuestran que no se encontraron diferencias significativas entre cohortes ( $F = 0.422$ ;  $p = 0.659$ ,  $F = 0.0223$ ;  $p = 0.801$ , respectivamente), ni entre sexos ( $F = 0.98$ ;  $p = 0.328$ ,  $F = 0.84$ ;  $p = 0.366$ , respectivamente).

Los valores de dominancia son muy semejantes entre las clases de edad 1+, 2+ y 3+ ( $F = 0.086$ ;  $p = 0.918$ ): 1.86, 2.09 y 1.98, respectivamente. Los índices de diversidad de Shannon-Wiener y de Margalef no muestran diferencias significativas entre las clases de edad 1+, 2+ y 3+ ( $F = 0.61$ ;  $p = 0.546$ ,  $F = 0.68$ ;  $p = 0.934$  respectivamente). La amplitud de nicho es semejante entre las cohortes ( $F = 0.192$ ;  $p = 0.826$ ). (véase Tabla III). Existe solapamiento trófico entre las clases de edad (1+ y 2+ = 66 %, 2+ y 3+ = 65 % y 1+ y 3+ = 92 %).

Tampoco hemos encontrado diferencias entre los sexos en el índice de Margalef, en el índice

de Shannon, en la dominancia y en la amplitud de nicho ( $F = 0.35$ ;  $p = 0.557$ ,  $F = 0.32$ ;  $p = 0.57$ ,  $F = 0.26$ ;  $p = 0.61$ ,  $F = 0.91$ ;  $p = 0.4$ ).

Se observa una gran variabilidad al considerar las dietas individuales, y no parece que existan grupos de individuos especializados en determinados *items*, ni se observa ningún patrón en función del sexo o la clase de edad. Un salvelino, de los 49 estudiados, presenta una dieta notablemente diferente con relación al resto pues está constituida mayoritariamente por Cladóceros del género *Daphnia* (el 97.3 % de su contenido estomacal).

En términos de abundancia, las presas más importantes fueron los *Nabiidae* (*Heteroptera*) con una abundancia del 25.54 %, seguidos de los *Formicidae* (*Hymenoptera*) con un 18.50 % y de los adultos de *Chironomidae* (*Diptera*), con una abundancia del 11.02 %. Estas abundancias varían ligeramente con la edad, de manera que en las cohortes 1+ y 2+ prefieren consumir *Nabiidae* con abundancias del 17.92 % y del 28.30 %, respectivamente, mientras que en la cohorte 3+ los *Formicidae* alcanzan una abundancia del 45.60 %.

Si tenemos en cuenta las consideraciones de NIKOLSKII (1963) respecto al índice de frecuencia (F), según el cual, si  $F > 0.5$  se considera alimento preferencial, el alimento preferencial para los salvelinos son los estadios acuáticos y adultos de *Chironomidae* (*Diptera*), los *Formicidae* (*Hymenoptera*), los *Pteromalidae* (*Hymenoptera*), los

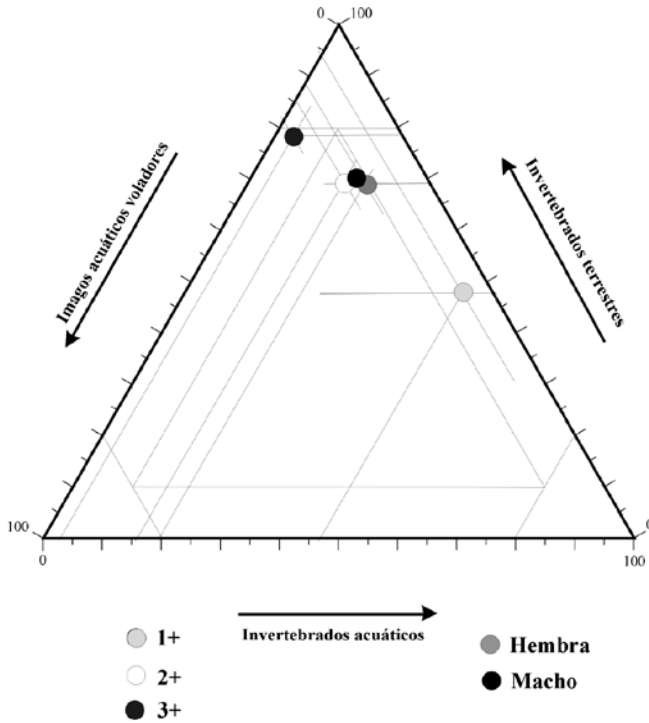


Fig. 3. Representación biplot de los tipos de presas consumidos por los salvelinos en función de la clase de edad y el sexo. *Representation biplot of the types of prey consumed by brook charr.*

*Cicadellidae* (Homoptera), los *Psyllidae* (Diptera), los *Lygaeidae* (Heteroptera), los *Cydnidae* (Heteroptera), los *Chrysomelidae* (Coleoptera), los *Curculionidae* (Coleoptera), los Araneidos y las exuvias y adultos de Tricópteros.

La presa con una mayor frecuencia de ocurrencia fueron los *Formicidae*, que es el único *item* que está en todos los estómagos analizados, seguido de los *Chironomidae* adultos que presentan una frecuencia de ocurrencia del 89.80 %. En los estómagos se han encontrado restos que no proporcionan ningún aporte energético como son las exuvias de Tricóptero (presentes en 27 salvelinos), los fragmentos minerales (presentes en 12 individuos) y los restos vegetales (presentes en 15 ejemplares). Además 10 individuos presentaron huevos de insectos que no fueron identificados. No se han encontrado individuos ictiófagos.

La cohorte que presenta la relación más equilibrada entre las presas aéreas y las acuáticas es la 1+, con un 68.53 % y 31.47 % respectivamente.

La clase de edad 2+ presenta esta relación a favor de las primeras con un 84 % y la cohorte 3+ muestra una dieta casi exclusivamente formada por presas aéreas, alcanzando el 97 %. La relación media de este tipo de presa es del 77.40 %  $\pm$  3.78; no obstante el valor máximo alcanzado individualmente es del 99.31 %. En la Tabla IV se incluye información relativa a la composición faunística de la dieta los salvelinos.

El 20.78 % del total de las presas consumidas por los salvelinos está compuesto por presas acuáticas y el 79.22 % lo constituye el alimento de superficie. Existen diferencias significativas en el porcentaje de presas aéreas consumidas entre las clases de edad ( $F = 3.67$ ;  $p = 0.036$ ) y en este caso es la clase de edad 3+ la que consume un mayor porcentaje de presas exógenas (valor medio = 96.88 %  $\pm$  1.21), pero no hemos encontrado diferencias entre las lagunas ( $F = 1.86$ ;  $p = 0.141$ ) ni entre los sexos ( $F = 0.00$ ;  $p = 0.99$ ) (véase Fig. 3).

TABLE IV. Composición de la dieta de las Cinco Lagunas según la clase de edad. Sin identificar (s.i). Número de presas (N°), Abundancia relativa (Pi) y Frecuencia de ocurrencia (F). Composition of the diet according to the age class. Without identifying (s.i). Number of prey (N°), Abundance (a) and Frequency of occurrence (F)

Clase de edad	1+			2+			3+			Muestra		
	N°	Pi (%)	F(%)	N°	Pi (%)	F(%)	N°	Pi (%)	F(%)	N°	Pi (%)	F(%)
<b>Invertebrados acuáticos</b>												
Ancyliidae	-	-	-	48	0.59	22.22	-	-	-	48	0.45	16.33
Daphnia	638	31.93	10	-	-	-	-	-	-	638	5.96	2.04
Gerridae	-	-	-	1	0.01	2.78	-	-	-	1	0.01	2.04
Elmidae	2	0.1	10	10	0.12	16.67	-	-	-	12	0.11	14.29
Helophoridae	9	0.45	50	51	0.63	47.22	1	0.16	33.33	61	0.57	48.98
Polycentropodidae	30	1.5	70	86	1.07	69.44	5	0.79	66.67	121	1.13	30.61
Limnephilidae	-	-	-	26	0.32	19.44	-	-	-	26	0.24	14.29
Leptoceridae	5	0.25	20	23	0.28	19.44	1	0.16	33.33	29	0.27	20.41
Chironomidae	236	11.81	100	810	10.03	94.44	9	1.42	66.67	1055	9.85	93.88
Empididae	-	-	-	2	0.02	5.56	-	-	-	2	0.02	4.08
<b>Imagos acuáticos</b>												
Trichoptera (A) (s.i)	13	0.65	50	136	1.68	69.44	8	1.26	100	157	1.47	67.35
Chironomidae (A)	78	3.9	70	989	12.25	97.22	113	17.77	66.67	1180	11.02	89.8
Empididae (A)	14	0.7	30	81	1	36.11	1	0.16	33.33	96	0.9	34.69
<b>Invertebrados terrestres</b>												
Araneidos (s.i)	7	0.35	60	61	0.76	63.89	5	0.79	66.67	73	0.68	63.27
Ácaros (s.i)	2	0.1	10	-	-	-	-	-	-	2	0.02	2.04
Pseudoescorpiones (s.i)	-	-	-	1	0.01	2.78	-	-	-	1	0.01	2.04
Orthoptera (s.i)	-	-	-	1	0.01	2.78	-	-	-	1	0.01	2.04
Forficulidae	1	0.05	10	6	0.07	8.33	7	1.1	100	14	0.13	14.29
Psocoptera (s.i)	-	-	-	1	0.01	2.78	-	-	-	1	0.01	2.04
Cicadellidae	30	1.5	90	201	2.49	86.11	20	3.14	66.67	251	2.34	85.71
Psyllidae	142	7.11	90	478	5.92	83.33	1	0.16	33.33	621	5.8	81.63
Aphididae	-	-	-	1	0.01	2.78	-	-	-	1	0.01	2.04
Nabiidae	358	17.92	100	2285	28.3	94.44	92	14.47	100	2735	25.54	8.16
Lygaeidae	18	0.9	60	86	1.07	66.67	5	0.79	100	109	1.02	67.35
Tingidae	7	0.35	60	21	0.26	36.11	-	-	-	28	0.26	38.78

TABLE IV. Composición de la dieta de las Cinco Lagunas según la clase de edad. Sin identificar (s.i). Número de presas (N°), Abundancia relativa (Pi) y Frecuencia de ocurrencia (F). Composition of the diet according to the age class. Without identifying (s.i). Number of prey (N°), Abundance (a) and Frequency of occurrence (F) (continuación)

Clase de edad	1+			2+			3+			Muestra		
	N°	Pi (%)	F(%)	N°	Pi (%)	F(%)	N°	Pi (%)	F(%)	N°	Pi (%)	F(%)
Saldidae	3	0.15	30	3	0.04	8.33	-	-	-	6	0.06	12.24
Cydnidae	8	0.4	40	58	0.72	58.33	4	0.63	66.67	70	0.65	55.1
Pentatomidae	1	0.05	10	13	0.16	33.33	9	1.42	100	23	0.21	32.65
Reduviidae	4	0.2	10	7	0.09	13.89	3	0.47	66.67	14	0.13	16.33
Heteroptera (s.i)	-	-	-	1	0.01	2.78	1	0.16	33.33	2	0.02	4.08
Lepidoptera (L) (s.i)	-	-	-	15	0.19	11.11	5	0.79	33.33	20	0.19	10.2
Merohripidae	43	2.15	50	30	0.37	30.56	-	-	-	73	0.68	32.65
Chloropidae (A)	1	0.05	10	2	0.02	5.56	-	-	-	3	0.03	6.12
Sepsidae (L)	-	-	-	-	-	-	4	0.63	33.33	4	0.04	2.04
Tipulidae (A)	1	0.05	10	-	-	-	-	-	-	1	0.01	2.04
Diptera (s.i)	-	-	-	3	0.04	8.33	-	-	-	3	0.03	6.12
Formicidae	187	9.36	100	1504	18.63	100	290	45.6	100	1981	18.5	100
Sphecidae	5	0.25	40	15	0.19	30.56	-	-	-	20	0.19	30.61
Cynipidae	12	0.6	40	17	0.21	30.56	-	-	-	29	0.27	30.61
Pteromalidae	43	2.15	80	133	1.65	61.11	-	-	-	176	1.64	61.22
Trichogrammatidae	4	0.2	30	5	0.06	13.89	-	-	-	9	0.08	16.33
Platygasteridae	-	-	-	2	0.02	5.56	-	-	-	2	0.02	4.08
Ichneumonidae	-	-	-	1	0.01	2.78	-	-	-	1	0.01	2.04
Apoidea	-	-	-	1	0.01	2.78	-	-	-	1	0.01	2.04
Chalcidoidea	-	-	-	3	0.04	5.56	-	-	-	3	0.03	4.08
Hymenoptera (s.i)	22	1.1	60	147	1.82	47.22	7	1.1	33.33	176	1.64	51.02
Chrysomelidae	27	1.35	80	279	3.46	94.44	12	1.89	100	318	2.97	87.76
Carabidae	4	0.2	30	10	0.12	22.22	-	-	-	14	0.13	22.45
Escarabidae	7	0.35	50	41	0.51	63.89	17	2.67	100	65	0.61	36.73
Cerambycidae	1	0.05	10	16	0.2	30.56	1	0.16	33.33	18	0.17	26.53
Coccinellidae	1	0.05	10	16	0.2	19.44	-	-	-	17	0.16	16.33
Curculionidae	6	0.3	50	57	0.71	63.89	5	0.79	33.33	68	0.63	59.18
Staphylinidae	5	0.25	40	27	0.33	36.11	3	0.47	66.67	35	0.33	38.78



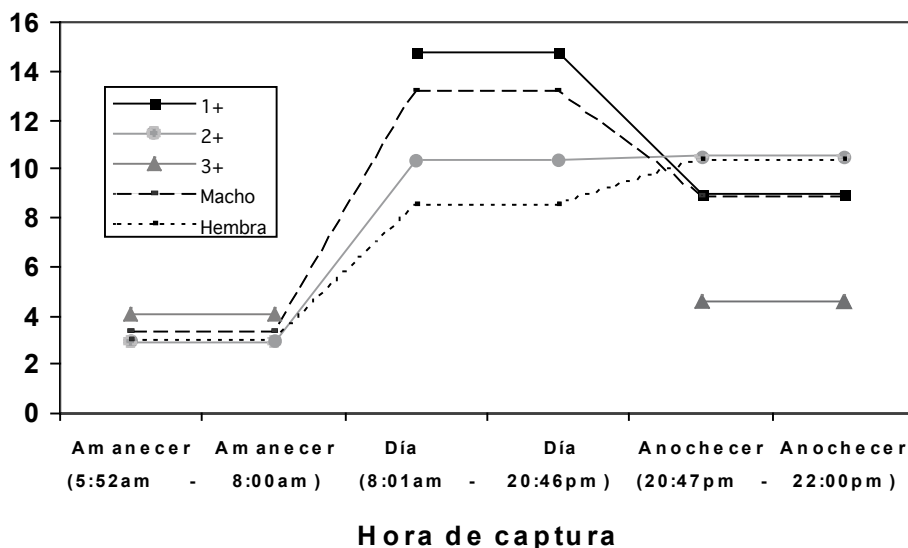


Fig. 4. Ración diaria consumida por los salvelinos en función de la hora de captura. *Daily pattern of activity.*

TABLA V. Ración diaria consumida por los salvelinos. *Daily ration consumed by brook charr.* (media  $\pm$  error típico de la media)

	Ración diaria consumida (%)						Nº individuos
	Clase edad				Sexo		
	1+	2+	3+	Todas	Macho	Hembra	
Amanecer (5:52 am- 8:00 am)	-	2.91 $\pm$ 0.647	4.08 $\pm$ 0	3.08 $\pm$ 0.572	3.35 $\pm$ 0.620	2.97 $\pm$ 0.799	7
Día (8:01 am- 20:46pm)	14.81 $\pm$ 1.688	10.37 $\pm$ 0.905	-	11.67 $\pm$ 0.892	13.23 $\pm$ 0.626	8.54 $\pm$ 1.445	18
Anochecer (20:47pm-22:00pm)	9.01 $\pm$ 1.296	10.75 $\pm$ 2.230	4.58 $\pm$ 1.140	9.77 $\pm$ 1.673	8.85 $\pm$ 1.957	10.36 $\pm$ 2.498	24
Total	13.07 $\pm$ 1.491	9.26 $\pm$ 1.017	4.41 $\pm$ 0.678	9.74 $\pm$ 0.855	11.21 $\pm$ 0.996	8.22 $\pm$ 1.349	49

El peso seco medio del contenido estomacal fue 5.97 g  $\pm$  0.675. No se apreciaron diferencias entre los sexos ( $F = 0.25$ ;  $p = 0.614$ ), ni entre las clases de edad ( $F = 1.64$ ;  $p = 0.203$ ) y ni entre las lagunas ( $F = 1.88$ ;  $p = 0.130$ ).

La ración media consumida por los salvelinos en el momento de su captura es el 9.74 %  $\pm$  0.85 del peso húmedo del pez. Esta ración es diferente a lo largo del día ( $F = 7.01$ ;  $p = 0.002$ ), de forma que los salvelinos capturados al amanecer presentaron una menor cantidad de alimento en el estómago mientras que al mediodía los individuos

presentaron las mayores tasas de consumo, pero no hemos encontrado diferencias entre los sexos ( $F = 3.22$ ;  $p = 0.079$ ) ni entre las clases de edad ( $F = 3.11$ ;  $p = 0.054$ ). En la Tabla V se añade información relativa a la ración diaria consumida en el momento de la captura en función del sexo y la cohorte.

En la Fig. 4 se representan los patrones de actividad alimentaria en esta época del año, que tiende a aumentar en las horas centrales del día, si bien en la clase de edad 2+ se prolonga hasta el crepúsculo.

El tamaño medio de presa consumido por los salvelinos es  $6.22 \text{ mm} \pm 0.26$ . A pesar de que la talla media de las presas aumenta ligeramente con la edad ( $1+ = 5.91 \text{ mm} \pm 0.77$ ,  $2+ = 6.28 \text{ mm} \pm 0.29$  y  $3+ = 6.53 \text{ mm} \pm 0.26$ ), estas diferencias no son significativas ( $F = 0.761$ ;  $p = 0.475$ ); tampoco existen diferencias entre los sexos ( $F = 0.07$ ;  $p = 0.793$ ). Cuanto mayor es el tamaño de las presas, menor es el número de ellas consumido ( $r = -0.392$ ;  $p = 0.002$ ), y menor es la variedad de la dieta ( $r = -0.377$ ;  $p = 0.008$ ).

## DISCUSIÓN

Aunque en las investigaciones de la dieta de peces se recomiendan los métodos de captura por artes pasivas (redes) o activas (pesca eléctrica), pero están contraindicados los métodos con cebo (natural o artificial) porque podrían sesgar algunos resultados, el objetivo primordial de este trabajo justifica la utilización de esta técnica, pues solamente los ejemplares con presas en el estómago suministran información al respecto. Por otro lado, la biología del salvelino, y no el método de captura empleado, explica la ausencia de ejemplares de la clase de edad 0+ en la muestra, pues éstos mayoritariamente se encuentran en los arroyos de comunicación entre lagunas donde la profundidad y la velocidad de la corriente es adecuada para su desarrollo.

La observación de que la tasa de crecimiento instantánea es mayor entre la clase de edad 2+ y la 3+ que entre la 1+ y la 2+ pueda estar relacionada con el tamaño de la muestra, pero también puede reflejar una cierta jerarquía en la población y estar relacionada con el rango social de cada individuo. Así los ejemplares dominantes de mayor tamaño tendrían un mejor acceso al alimento que los peces de escalas jerárquicas inferiores, lo cual se traduciría en un mayor consumo de presas aéreas que conduciría a una mayor tasa de crecimiento. Este fenómeno de competencia por el alimento ha sido descrito por L'ABÉE-LUND *et al.* (1993) y KLEMETSEN *et al.* (2002).

Por otro lado, el crecimiento en las cinco lagunas estudiadas se sitúa en valores intermedios

entre los encontrados por CAVALLI *et al.* (1997) y SCOTT & CROSSMAN (1974) y, además, las tasas de crecimiento son superiores a las predichas por el modelo teórico de VON BERTALANFFY (1938).

La fecundidad relativa es elevada si la comparamos con los valores aportados por CAVALLI *et al.* (1997), 3300 huevos/kg obtenidos entre mayo y octubre frente a los 4384 huevos/kg estimados por nosotros.

El salvelino es un depredador con un amplio espectro alimentario (SCOTT & CROSSMAN, 1974; BECHARA & MOREAU, 1992; CAVALLI *et al.*, 1997), pero con una dieta formada especialmente por invertebrados (MAGNAN & FITZGERALD, 1982; GRANT & NOAKES, 1987; LACASSE & MAGNAN, 1992; CAVALLI & CHAPPAZ, 1996; CAVALLI *et al.*, 1997; MARCHAND *et al.*, 2002; POWER *et al.*, 2002) y que puede llegar a consumir mayoritariamente zooplancton (TREMBLAY & MAGNAN, 1991; MAGNAN & FITZGERALD, 1984; BOURKE *et al.*, 1999). En los lagos de las "Cinco lagunas", como en otras regiones geográficas (DUSSART, 1952; BRUN *et al.*, 1983; GREGENSEN *et al.*, 2006; SOTIROPOULOS *et al.*, 2006; UTZ & HARTMAN, 2007), los invertebrados aéreos constituyen una parte muy importante de la dieta y a medida que aumenta la edad del individuo la proporción de presas exógenas consumidas es mayor.

La alimentación del salvelino en los ecosistemas lénticos suele ser bentónica-litoral, como lo encontrado por POWER *et al.* (2002), porque en los lagos la zona litoral es la más productiva y diversa (KALFF, 2002), debido a que es la parte del lago con una mayor heterogeneidad en el hábitat (TOLONEN *et al.*, 2005) y a que los aportes de fauna exógena se realizan mayoritariamente en las orillas. En relación con esto, la dieta varió con la edad y son los ejemplares de mayor edad los que consumen una mayor cantidad de alimento exógeno en superficie.

El hecho de que las cohortes 1+ y 2+ consuman principalmente *Nabiidae* (Heteroptera) y la cohorte 3+ consuma *Formicidae* (Hymenoptera), pudiera ser explicado considerando que estos Heterópteros son típicos de orillas y aguas someras donde quedarían relegados los salvelinos jóvenes por el comportamiento territorial de los

ejemplares más grandes, que se ocultarían en las zonas más profundas y centrales de la laguna a donde llegarían los Formícidos al quedar exhaustos en vuelo.

La morfometría del lago puede influir en la alimentación (LACASSE & MAGNAM, 1992); sin embargo, la alimentación entre las lagunas estudiadas es similar, presumiblemente por la proximidad geográfica.

La gran cantidad de presas aéreas consumidas respecto a las bentónicas, induce a considerar que el salvelino es capaz de utilizar las presas que en cada momento son más accesibles. Un fenómeno similar fue observado por L'ABÉE-LUND *et al.* (1993) al comprobar que los salvelinos seleccionaban las presas epibentónicas en lugar del zooplancton.

A pesar de que se ha comprobado repetidas veces que al aumentar la talla, el pez puede consumir presas de mayor tamaño como consecuencia de que el tamaño de la boca también es mayor (NEVEU & THIBAUT, 1977; GARCÍA DE JALÓN *et al.*, 1993) no hemos encontrado diferencias significativas que confirmen este fenómeno. Así, el tamaño medio de las presas no se incrementa alométricamente con la talla, como han observado otros investigadores para otras especies de salmónidos (WANKOWSKI, 1979; ELLIOTT, 1994; GERKING, 1994; NAKANO *et al.*, 1999; MONTORI *et al.*, 2006). No obstante, al igual que lo encontrado por FAHY (1980), el tamaño de la presa es mayor cuanto menor es el número de presas consumidas por el pez. Por otro lado, no hemos encontrado individuos ictiófagos, sin embargo CAVALLI *et al.* (1997) han puesto de manifiesto que muchos salvelinos pueden seleccionar otros peces como presa.

En las últimas décadas se ha venido observando una regresión de las poblaciones de anfibios que habitan en lagos de alta montaña en la Península Ibérica que ha sido, en ocasiones, relacionada con la introducción del salvelino (BRAÑA *et al.*, 1996; MARTÍNEZ-SOLANO *et al.*, 2003; BOSCH *et al.*, 2006; GRANADOS *et al.*, 2006; ORIZAOLA & BRAÑA, 2006). A pesar de la gran abundancia de renacuajos de sapo común (*Bufo bufo*) encontrados en las orillas de las lagunas

Bajera, Brincalobitos, Mediana y Galana, no hemos observado ningún indicio de este tipo de presa en los estómagos de los salvelinos analizados. GRANADOS *et al.* (2006) han reflejado que la introducción de salvelinos no modifica las poblaciones de sapo común pero si afecta a otras especies de anfibios. Así, HARTEL *et al.* (2007) constatan el incremento de las poblaciones de *Bufo bufo* por disminución de la competencia con otros anfibios. Probablemente, este tipo de presa no presenta una buena palatabilidad para los peces (SMITH *et al.*, 1999).

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más cordial agradecimiento a los compañeros Ricardo Sánchez Grande, Emilio Álvarez Álvarez y María del Carmen Cobo, que nos ayudaron a capturar el material durante las campañas de muestreo y al Dr. Carlos Otero (Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física, USC) por su asesoramiento en la identificación de los contenidos estomacales. Gracias también a Feliz López Moyano (Junta de Castilla y León) por habernos facilitado la tramitación de los permisos oportunos para la captura del material.

Parte de este trabajo se realizó en los laboratorios de la Estación de Hidrobiología de la USC "Encor do Con" de Vilagarcía de Arousa. Este trabajo se ha realizado con el apoyo del proyecto CGL2005-03644 del Ministerio de Educación y Ciencia, Dirección General de Investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. D. (1981). Determinants of diet of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in a mountain stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **38**: 184-192.
- ALMODÓVAR, A. & ELVIRA, B. (2000). Clasificación y conservación de los lagos de alta montaña de España según su ictiofauna. *In*: Granados, I. & Toro, M. (Eds.), *Conservación de los lagos y Humedales de Alta Montaña de*

- la Península Ibérica*: 201-206. Universidad Autónoma de Madrid.
- BECHARA, J. A. & MOREAU, G. (1992). Top-Down effects of Brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in a boreal forest stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**: 2093-2103.
- BERTALANFFY, L. VON. (1938). A quantitative theory of organic growth. *Huml.Biol.*, **10**: 181-213.
- BOSCH, J., RINCÓN, P. A., BOYERO, L. & MARTÍNEZ-SOLANO, I. (2006). Effects of introduced salmonids on a montane population of iberian frogs. *Conserv. Biol.*, **20** (1): 180-189.
- BOURKE, P., MAGNAN, P. & RODRÍGUEZ, M. A. (1999). Phenotypic responses of lacustrine brook charr in relation to the intensity of interspecific competition. *Evol. Ecol.*, **13**: 19-31.
- BRAÑA, F., FRECHILLA, L. & ORIZAOLA, G. (1996). Effect of introduced fish on amphibian assemblages in mountain lakes of northern Spain. *Herpetol. J.*, **6** (4): 145-148.
- BRUN, G., OLIVARI, G. & RADENEN-GIRARD, D. (1983). Régime alimentaire et croissance de la truite *Salmo trutta* L. dans un lac de haute montagne des Alpes françaises. *Verh. internat Vereins theor. angew. Limnol.*, **22**: 2615-1619.
- CAVALLI, L. & CHAPPAZ, R. (1996). Diet, growth and reproduction of the Arctic charr in a high alpine lake. *J. Fish. Biol.*, **49** (5): 953-964.
- CAVALLI, L., CHAPPAZ, R., BOUCHARD, P. & BRUN, G. (1997). Food availability and growth of the brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), in a French Alpine lake. *Fisheries. Manag. Ecol.*, **4**: 167-177.
- COOPER, E. L. (1953). Periodicity of growth and change of condition Brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in three Michigan Trout streams. *Copeia*, **2**: 107-114.
- DUSSART, B. (1952). Contribution à l'étude des lacs de savoie: le lac du Mont Cenis. *B. Fr. Peche. Piscic.*, **24**: 89-98.
- ELLIOTT, J. M. (1994). *Quantitative ecology and the brown trout*. Oxford University Press.
- ELVIRA, B. & GISBERT, J. (1989). Estudio faunístico de los peces de la sierra de Gredos. *Bol. Univ. UNED-Ávila*, **7**: 95-101.
- FAHY, E. (1980). Prey selection by young trout fry (*Salmo trutta*). *J. Zool. (London)*, **190**: 27-37.
- GARCÍA DE JALÓN, D., MAYO, M., HERVELLA, F., BARCELÓ, E. & FERNÁNDEZ, T. (1993). *Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales*. Ediciones Mundi-Prensa.
- GERKING, S. D. (1994). *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press, Inc., San Diego, California.
- GRANADOS, I., TORO, M. & RÚBIO-ROMERO, A. (2006). *Laguna Grande de Peñalara. 10 años de seguimiento limnológico*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Comunidad de Madrid.
- GRANT, J. W. A. & NOAKES, D. L. G. (1987). Movers and stayers: foraging tactics of young-of-the-year brook charr, *Salvelinus fontinalis*. *J. Anim. Ecol.*, **56**: 1001-1013.
- GREGERSEN, F., AASS, P., VØLLESTAD, L. A. & L'ABÉE-LUND, J. H. (2006). Long-term variation in diet of Arctic char, *Salvelinus alpinus*, and brown trout, *Salmo trutta*: Effects of changes in fish density and food availability. *Fisheries. Manag. Ecol.*, **13**: 243-250.
- HARTEL, T., NEMES, S., COGĂLNICEANU, D., ÖLLERER, K., SCHWEIGER, O., MOGA, C-I. & DEMETER, L. (2007). The effect of fish and aquatic habitat complexity on amphibians. *Hydrobiologia*, **583**: 173-182.
- HEPHER, B. (1988). Ingestión, digestión y absorción del alimento. In: Limusa (Ed.), *Nutrición de peces comerciales en estanques*: 33-81. Limusa, México.
- KALFF, J. (2002). *Limnology: Inland Water Systems*. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- KLEMETSEN, A., AMUNDSEN, P.A., GROTNES, P. E., KNUDSEN, R., KRISTOFFERSEN, R. & SVENNING, M.-A. (2002). Takvatn through 20 years: Long-term effects of an experimental mass removal of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, from a subarctic lake. *Environ. Biol. Fish.*, **64**: 39-47.

- KLEMETSEN, A., KNUDSEN, R., STALDVIK, J. F. & AMUNDSEN, P. A. (2003). Habitat, diet and food assimilation of Arctic charr under the winter ice in two subarctic lakes. *J. Fish. Biol.*, **62**: 1082-1098.
- L'ABÉE-LUND, J. H., LANGELAND, A., JONSSON, B. & UGEDAL, O (1993). Spatial segregation by age and size in Arctic Charr: a trade-off between feeding possibility and risk of predation. *J. Anim. Ecol.*, **62**: 160-168.
- LACASSE, S. & MAGNAN, P. (1992). Biotic and abiotic determinants of the diet of the brook trout, *Salvelinus fontinalis*, in lakes of the Laurentian Shield. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**: 1001-1009.
- MAGNAN, P. & FITZGERALD, G. (1982). Resource partitioning between brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell) and creek chub (*Semotilus atromaculatus* Mitchell) in selected oligotrophic lakes of southern Quebec. *Can. J. Zool.*, **60** (7): 1612-1617.
- MAGNAN, P. & FITZGERALD, G. (1984). Mechanisms responsible for the shift of brook charr, *Salvelinus fontinalis* Mitchell, when living sympatrically with creek chub, *Semotilus atromaculatus* Mitchell. *Can. J. Zool.*, **62**: 1548-1555.
- MARCHAND, F., MAGNAN, P. & BOISCLAIR, D. (2002). Water temperature, light intensity and zooplankton density and the feeding activity of the juvenile brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Freshwater. Biol.*, **47**: 2153-2162.
- MARTÍNEZ-SOLANO, I. , BARBADILLO, J. & LAPÉÑA, M. (2003). Effect of introduced fish on amphibian species richness and densities at a montane assemblage in the Sierra de Neila, Spain. *Herpetol. J.*, **13** (4): 167-173.
- MCLAUGHLIN, R. L. (2001). Behavioural diversification in brook charr: adaptive responses to local conditions. *J. Anim. Ecol.*, **70**: 325-337.
- MCLAUGHLIN, R. L., GRANT, J. W. A. & KRAMER, D.L. (1994). Foraging movements in relation to morphology, water column-use, and diet for recently emerged brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in still-water pools. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **51**: 268-279.
- MCLAUGHLIN, R. L., GRANT, J. W. A. & NOAKES, D. L. G. (2000). Living with failure: the prey capture success of young brook charr in streams. *Ecol. Freshw. Fish.*, **9**: 81-89.
- MONTORI, A., TIerno DE FIGUEROA, J. M. & SANTOS, X. (2006). The diet of the Brown trout *Salmo trutta* (L.) during the Reproductive Period: Size-Related and Sexual Effects. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, **91** (5): 438-450.
- NAKANO, S., MIYASAKA, H. & KUHARA, N. (1999). Terrestrial aquatic linkages: riparian arthropod inputs alter trophic cascades in a stream food web. *Ecology*, **80** (7): 2435-2441.
- NEVEU, A. & THIBAUT, M. (1977). Comportement alimentaire d'une population sauvage de truites fario (*Salmo trutta* L.) dans un ruisseau des Pyrénées Atlantiques, le Lissuraga. *Ann. Hydrobiol.* **8**: 111-128.
- NIKOLSKY, G. V. (1963). *The ecology of fishes*. Academic Press, Londres.
- ORIZAOLA, G. & BRAÑA, F. (2006). Effect of salmonid introduction and other environmental characteristics on amphibian distribution and abundance in mountain lakes of northern Spain. *Anim. Conserv.*, **9** (2): 171-178.
- POWER, M., POWER, G., CARON, F., DOUCETT, R. R. & GUIGUER, K. R. (2002). Growth and dietary niche in *Salvelinus fontinalis* as revealed by stable isotope analysis. *Environ. Biol. Fish.*, **64**: 75-85.
- SCHOENER, T.W. (1970). Size patterns in wets Indian *Anolis* lizards. II. Correlations with the size of particular sympatric species. Displacement and convergence. *Amer. Nat.*, **104**: 155-174.
- SCOTT, W. B. & CROSSMAN, E. J. (1974). Poissons d'eau douce du Canada. *Bulletin* **174**. Office des recherches sur les pêcheries du Canada Ottawa.
- SIROIS, P. & BOISCLAIR, D. (1995). The influence of prey biomass on activity and consumption rates of brook trout. *J. Fish. Biol.*, **46** (5): 787-805.
- SOTIROPOULOS, J. C., NISLOW, K. H. & ROSS, M. R. (2006). Brook trout, *Salvelinus fontinalis*, microhabitat selection and dirt under low

- summer stream flows. *Fisheries. Manag. Ecol.*, **13**: 149-155.
- SMITH, G. R., RETTIG, J. E. MITTELBACH, G., VALIULIS, J. L. & SCHAACK, R. R. (1999). The effects of fish on assemblages of amphibians in ponds: a field experiment. *Freswat. Biol.*, **41**: 829-837.
- STEINGRÍMSSOM, S. O. & GÍSLASON, G. M. (2002). Body size, diet and growth of landlocked brown trout, *Salmo trutta*, in the subarctic River Laxá, North-East Iceland. *Environ. Biol. Fish.*, **63** (4): 417-426.
- TOLONEN, K. T., HOLOPAINEN, I. J., HAMALAINEN, H., RAHKOLA-SORSA, M., YLOSTALO, P., MIKKONEN, K. & KARJALAINEN, J. (2005). Littoral species diversity and biomass: concordance among organismal groups and the effects of environmental variables. *Biodivers. Conserv.*, **14** (4): 961-980.
- TORO, M. & GRANADOS, I. (2001). *Las lagunas del parque regional de la Sierra de Gredos*. Monografías de la red de Espacios Naturales de Castilla y León, Serie Técnica, Junta de Castilla y León, Valladolid.
- TREMBLAY, S. & MAGNAN, P. (1991). Interactions between two distantly related species, brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and white sucker (*Catostomus commersoni*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **48**: 857-867.
- UTZ, R. M. & HARTMAN, K. J. (2007). Identification of critical prey items to Appalachian brook trout (*Salvelinus fontinalis*) with emphasis on terrestrial organisms. *Hydrologia*, **575** (1): 259-270.
- WANKOWSKI, J. W. (1979). Morphological limitations, prey size selectivity and growth response of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *J. Fish. Biol.*, **14** (1): 89-100.