

ALIMENTACIÓN DEL PISCARDO (*PHOXINUS PHOXINUS*) EN UN RÍO DEL NORTE DE ESPAÑA

JAVIER OSCOZ*, FRANCISCO CAMPOS* Y M.^a CARMEN ESCALA*

RESUMEN

En el río Larraun (norte de España) el piscardo se alimentó de invertebrados bentónicos, invertebrados terrestres y materia vegetal. Las presas más consumidas fueron Quironómidos y larvas de Tricópteros. La dieta varió significativamente a lo largo del río por diferencias en el consumo de presas terrestres (principalmente Dípteros) y de Gamáridos, Efémeras y Tricópteros. Los piscardos seleccionaron negativamente Gamáridos, Élmidos y Bétidos, y positivamente Quironómidos, Psicómidos y Ancílicos.

Palabras clave: piscardo, *Phoxinus phoxinus*, alimentación, España.

SUMMARY

Diet of minnow (*Phoxinus phoxinus*) from Larraun River (North of Spain) is described. The minnow fed mainly on benthic invertebrates, although terrestrial invertebrates and vegetal matter are also ingested. The prey most consumed were Chironomidae and Trichoptera larvae. There were differences in feeding habits of minnow along Larraun River. Minnow refused certain prey types (Gammariidae, Elmidae and Baetidae), showing preference for other groups (Chironomidae, Psychomyiidae and Ancylidae).

Key words: minnow, *Phoxinus phoxinus*, food, Spain.

INTRODUCCIÓN

El piscardo (*Phoxinus phoxinus*) se encuentra ampliamente distribuido por Europa y Asia (BANARESCU 1990). En la Península Ibérica está considerado como especie nativa (ELVIRA 1995) y su área de distribución comprende ríos del norte y nordeste (DOADRIO & GARZÓN 1986; DOADRIO *et al.* 1991). La biología del piscardo se ha estudiado en algunos países de Europa (LIEN 1981; NEVEU 1981; MYLLYLÄ *et al.* 1983; MILLS & ELORANTA 1987; MASTRORILLO *et al.* 1996), donde se han realizado

trabajos sobre sus hábitos alimenticios para ver su importancia como depredador de alevines de peces (HUUSKO & SUTELA 1997), y su interacción con poblaciones de trucha (STRASKRABA *et al.* 1966; BOLGER *et al.* 1990; HESTHAGEN *et al.* 1992). Estos estudios sobre la alimentación son una importante herramienta de cara a la gestión de las poblaciones piscícolas (NEVEU 1979). En la Península Ibérica, sin embargo, poco se ha publicado sobre la alimentación de esta especie, existiendo un trabajo realizado en el río Mercadillo, norte de España (DOCAMPO & VEGA 1990).

* Departamento de Zoología y Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, E-31080 Pamplona, España. E-mail: joscoz@unav.es

Con el presente trabajo se quiere paliar en parte esta situación, analizando la dieta de esta especie en el río Larraun (norte de España), así como su posible variación a lo largo del río.

MATERIAL Y MÉTODOS

El río Larraun nace en una zona kárstica a 650 m s.n.m. Desemboca en el río Araquil tras recorrer 21 km con una pendiente media de 1,02%. Su cuenca abarca una superficie de 221 km². El caudal medio es superior a los 1.000 l s⁻¹, pero registra grandes variaciones entre estaciones (CAN 1991). El lecho del río está formado principalmente por losas, bloques y cantos. La vegetación de ribera está constituida principalmente por alisos (*Alnus glutinosa*) y sauces (*Salix* sp.).

Además del piscardo, otras especies piscícolas presentes en el río son trucha común (*Salmo trutta*), madrilla (*Chondrostoma miegii*), barbo de Graells (*Barbus graellsii*), locha (*Barbatula barbatula*), gobio (*Gobio gobio*) y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), esta última procedente de una piscifactoría.

Para este trabajo en agosto de 1996 se muestrearon con pesca eléctrica cuatro puntos (P1 a P4) del río (figura 1), cuyas características se detallan en la tabla 1. La pendiente (en %) de cada punto se calculó con un nivel de agua (GARCÍA DE JALÓN & SCHMIDT 1995), y la velocidad de corriente (m s⁻¹)

con un reómetro. El sustrato del río se clasificó según las categorías de PLATTS *et al.* (1983). El porcentaje de cobertura vegetal sobre el cauce del

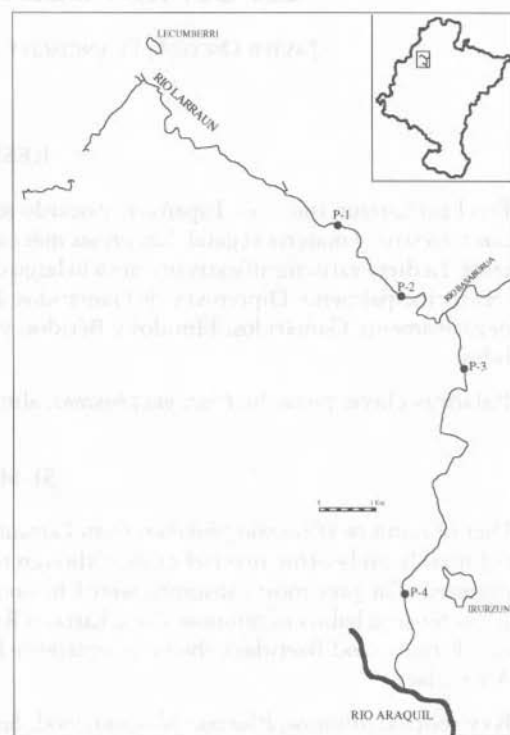


Fig. 1. Localización de los puntos de muestreo (P1-P4) a lo largo del río Larraun. [Location of the sampling sites (P1-P4) in the Larraun River (Navarra, North of Spain).]

TABLA 1

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CUATRO PUNTOS (P1-P4) DE MUESTREO EN EL RÍO LARRAUN. [SITES CHARACTERISTICS OF THE SAMPLING POINTS (P1-P4) IN THE LARRAUN RIVER.]

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|---------------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|---------------------|
| Coordenadas UTM | 30T WN 938590 | 30T WN 949578 | 30T WN 960565 | 30T WN 950527 |
| Cauce recorrido (km) | 9,0 | 11,0 | 13,5 | 19,2 |
| Altitud (msnm) | 500 | 490 | 470 | 430 |
| Pendiente (%) | 1,16 | 0,43 | 0,58 | 0,02 |
| Anchura media (m) | 6,5 | 11,8 | 19,6 | 13,0 |
| Profundidad media (cm) | 45 | 23 | 32 | 46 |
| Profundidad máxima (cm) | 88 | 40 | 98 | 90 |
| Velocidad media (m/s ⁻¹) | 0,53 | 0,51 | 0,52 | 0,47 |
| Velocidad máxima (m/s ⁻¹) | 1,39 | 0,88 | 0,93 | 0,80 |
| Sustrato predominante | Cantos + bloques | Cantos | Cantos + bloques | Cantos + roca madre |
| Vegetación riparia | Árboles (bosque galería) | Ausente | Abundantes (arbustos) | Escasa |
| Cobertura vegetal (%) | >70 | 0 | 10 | <10 |

río se estimó visualmente desde un punto elevado de la orilla.

Los piscardos capturados fueron trasladados en refrigeración al laboratorio, donde se congelaron para su estudio posterior. El digestivo fue separado y conservado en formaldehído al 4%. Su contenido fue vaciado y observado a la lupa binocular (x7-45). Se establecieron tres grandes grupos de presas: materia vegetal, invertebrados terrestres (insectos y arácnidos) e invertebrados acuáticos. En este último grupo, siempre que fue posible, se determinaron las

presas hasta nivel de familia. La materia vegetal no fue cuantificada, por lo que no se tuvo en cuenta para posteriores cálculos, salvo en lo que respecta al número de estómagos que la contenían.

En las presas animales se determinó su abundancia A (porcentaje respecto al número total de presas) y su frecuencia F (porcentaje de estómagos donde aparecía). Asimismo, se calculó la diversidad trófica según el índice de Shannon ($H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$) y la uniformidad ($E = H'/H'_{max}$) donde p_i es la frecuencia relativa de la presa i . La

TABLA 2
COMPOSICIÓN DE LA DIETA ANIMAL DEL PISCARDO EN CUATRO PUNTOS (P1-P4) DEL RÍO LARRAUN.
[ANIMAL DIET COMPOSITION OF MINNOW IN THE LARRAUN RIVER. THE DATA ARE EXPRESSED AS PERCENTAJE.]

| | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | | Total | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A |
| Invertebrados acuáticos | | | | | | | | | | |
| Nematoda | | | | | 2,1 | 0,3 | 5,3 | 3,8 | 2,7 | 1,2 |
| Hidracarina | | | 4,8 | 1,6 | 1,1 | 0,1 | 6,6 | 1,6 | 3,2 | 0,6 |
| Artrópoda indet. | 3,7 | 0,4 | | | 3,2 | 0,4 | 10,5 | 2,2 | 5,5 | 0,9 |
| Ancylidae | 11,1 | 3,1 | | | 7,4 | 3,2 | 6,6 | 1,4 | 6,8 | 2,5 |
| Hydrobiidae | | | 4,8 | 4,8 | 1,1 | 0,1 | | | 0,9 | 0,3 |
| Lymnaeidae | | | 4,8 | 1,6 | | | | | 0,5 | 0,1 |
| Gammaridae | 3,7 | 0,4 | 19,0 | 11,3 | | | 14,5 | 3,3 | 7,3 | 1,5 |
| Elmidae | 3,7 | 0,4 | | | 1,1 | 0,1 | 2,6 | 0,6 | 1,8 | 0,3 |
| Ephemeroptera indet. | 11,1 | 1,2 | | | | | 2,6 | 0,6 | 2,3 | 0,4 |
| Heptageniide | 29,6 | 3,5 | 9,5 | 3,2 | | | 1,3 | 0,3 | 5,0 | 0,9 |
| Baetidae | 55,6 | 11,7 | 23,8 | 8,1 | 8,4 | 1,6 | 2,6 | 0,6 | 13,7 | 3,5 |
| Caenidae | | | | | | | 1,3 | 0,6 | 0,5 | 0,1 |
| Ephemerellidae | 11,1 | 1,2 | | | 1,1 | 0,1 | | | 1,8 | 0,3 |
| Chironomidae | 85,2 | 72,3 | 47,6 | 51,7 | 68,4 | 34,9 | 77,6 | 59,5 | 71,7 | 49,1 |
| Limoniidae | | | | | 2,1 | 0,3 | 7,9 | 1,9 | 3,7 | 0,6 |
| Simuliidae | | | | | 3,2 | 0,4 | 1,3 | 0,3 | 1,8 | 0,3 |
| Leucridae | | | | | 1,1 | 0,1 | | | 0,5 | 0,1 |
| Trichoptera indet. | 22,2 | 2,7 | | | 1,1 | 0,1 | 2,6 | 0,6 | 4,1 | 0,7 |
| Hydropsychidae | | | | | 2,1 | 0,3 | 10,5 | 2,2 | 4,6 | 0,7 |
| Psychomyidae | 14,8 | 2,3 | 4,8 | 1,6 | 60,0 | 43,9 | 32,9 | 9,4 | 39,7 | 25,0 |
| Rhyacophilidae | 7,4 | 0,8 | | | 2,1 | 0,3 | 1,3 | 0,3 | 2,3 | 0,4 |
| Invertebrados terrestres | | | | | | | | | | |
| Aracnida | | | 23,8 | 16,1 | 51,6 | 13,8 | 28,9 | 10,8 | 34,7 | 10,5 |
| Ephemeroptera | | | | | 2,1 | 0,3 | 1,3 | 0,3 | 1,4 | 0,2 |
| Formicidae | | | | | 1,0 | 0,1 | | | 0,5 | 0,1 |
| Diptera | | | 23,8 | 16,1 | 8,4 | 1,6 | | | 3,7 | 0,8 |
| Trichoptera | | | | | 23,6 | 6,1 | 18,4 | 7,5 | 18,7 | 5,8 |
| Insecta indet. | | | | | 14,7 | 2,3 | 6,6 | 1,4 | 8,7 | 1,5 |
| | | | | | 15,8 | 3,3 | 6,6 | 1,7 | 9,1 | 2,1 |
| N.º digestivos | 27 | | 21 | | 95 | | 76 | | 219 | |
| N.º presas | 256 | | 62 | | 690 | | 361 | | 1369 | |
| H' | 1,59 | | 2,22 | | 1,95 | | 2,27 | | 2,32 | |
| E | 0,44 | | 0,70 | | 0,48 | | 0,55 | | 0,52 | |

F: Frecuencia. A: Abundancia. H': diversidad trófica. E: uniformidad.

F: occurrence (frequency of each item with respect to the all stomach analyzed). A: abundance. H': trophic diversity. E: uniformity.

variación de la dieta entre puntos de muestreo se comprobó con el test χ^2 .

Se analizó la selección de presas del piscardo comparando la composición de su dieta con los macroinvertebrados presentes en el río. Para ello en cada punto se muestrearon los microhábitat lóticos y lénticos con una manga de recolección de 35 cm de boca y malla de 0,1 mm de luz. La selección se comprobó mediante el índice S de SAVAGE (1931) $S = Ui/Di$, donde Ui es el uso que el piscardo hace del recurso i , y Di es la disponibilidad de ese recurso en el río, expresándose como porcentajes de las presas consumidas y disponibles, respectivamente. Los valores de S varían entre 0 e ∞ , siendo 1 el valor correspondiente a la no selección. Se eligió este índice en lugar de otros como, por ejemplo, el índice de IVLEV (1961), porque el primero permite comprobar su significación estadística comparándola con una χ^2 de un grado de libertad (MANLY *et al.* 1993).

RESULTADOS

Se capturaron 265 piscardos, de los que 35 (13,2%) tenían vacío el digestivo y no se tuvieron en cuenta en análisis posteriores. Las presas contenidas en los 230 digestivos restantes fueron 1.458 (tabla 2), siendo Quironómidos los más consumidos, seguidos de Tricópteros (Psicómidos principalmente) y presas de origen terrestre (principalmente Dípteros). Se hallaron restos de mate-

ria vegetal en 49 peces (21,3% de los digestivos), pero sólo en 11 de ellos (4,8%) fue el único recurso trófico. En los puntos P1 y P2 no se encontró materia vegetal en ningún piscardo.

La composición de la dieta varió entre los puntos de muestreo ($\chi^2 = 452,3$, 15 g.l., $p < 0,001$). En los puntos P1, P2 y P4 los Quironómidos fueron las presas más consumidas, mientras que en el punto P3 fueron los Psicómidos. Asimismo varió el consumo de invertebrados terrestres: fue nulo en el punto P1 y osciló entre 10,5 y 16,1% en los demás. Estos cambios provocaron que la diversidad trófica fuera mayor en los puntos inferiores del río (tabla 2). Por otra parte, los piscardos seleccionaron positivamente Quironómidos y Psicómidos, y negativamente Gamáridos y Élmidos (tabla 3). Además, en los puntos P3 y P4 hubo selección positiva de Ancílidos y negativa de larvas de Bétidos.

DISCUSIÓN

La fracción animal de la dieta del piscardo en el río Larraun se compuso principalmente de presas bentónicas, lo que concuerda con lo señalado también por otros autores (LIEN 1981; NEVEU 1981; MYLLYLÄ *et al.* 1983; DOCAMPO & VEGA 1990). Las presas más consumidas fueron Quironómidos, algo habitual en sistemas lóticos (FROST 1943; STRASKRABA *et al.* 1966). La materia vegetal fue un recurso trófico poco utilizado por el piscardo,

TABLA 3
SELECCIÓN DE PRESAS POR LOS PISCARDOS EN EL RÍO LARRAUN.
[PREY SELECTION BY MINNOW FROM THE LARRAUN RIVER.]

| Punto | P1 | | | P2 | | | P3 | | | P4 | | |
|---------------|--------|--------|----------|--------|--------|-----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|
| | U_i | D_i | S | U_i | D_i | S | U_i | D_i | S | U_i | D_i | S |
| Chironomidae | 0,7227 | 0,0184 | 39,36 ** | 0,6154 | 0,0042 | 147,04 ** | 0,4034 | 0,2188 | 1,84 ** | 0,6677 | 0,2776 | 2,41 ** |
| Psychomyiidae | 0,0234 | - | -- | 0,0192 | - | -- | 0,5076 | 0,0204 | 24,86 ** | 0,1056 | 0,0018 | 58,32 ** |
| Baetidae | 0,1172 | 0,1176 | 1,00 ns | 0,0962 | 0,0385 | 2,50 ns | 0,0185 | 0,2070 | 0,09 ** | 0,0062 | 0,0501 | 0,12 ** |
| Ancyliidae | 0,0313 | 0,0180 | 1,74 ns | - | 0,0843 | 0,00 ns | 0,0370 | 0,0078 | 4,72 ** | 0,0155 | 0,0018 | 8,58 ** |
| Gammaridae | 0,0039 | 0,5700 | 0,01 ** | 0,1346 | 0,5714 | 0,24 ** | - | 0,2291 | 0,00 ** | 0,0373 | 0,1129 | 0,33 ** |
| Elmidae | 0,0039 | 0,1279 | 0,03 ** | - | 0,0371 | 0,00 ns | 0,0017 | 0,0890 | 0,02 ** | 0,0062 | 0,0863 | 0,07 ** |
| Hydrobiidae | - | - | -- | 0,0577 | 0,2226 | 0,26 * | 0,0017 | 0,0039 | 0,42 ns | - | - | -- |
| Otros | 0,0977 | 0,1482 | 0,66 ns | 0,0769 | 0,0419 | 1,84 ns | 0,0303 | 0,2239 | 0,13 ** | 0,1615 | 0,4695 | 0,34 ** |

U_i = uso del recurso; D_i = disponibilidad del recurso; S = índice de Savage. ns: $P > 0,05$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$. El nivel de significación se obtuvo tras la corrección de Bonferroni (a/número de categorías).

U_i = use; D_i = availability; S = Savage index. ns: $P > 0,05$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$. The levels of significance were obtained after applying the Bonferroni correction (α /number of categories).

quizá como consecuencia de su baja tasa de absorción y escaso contenido energético (LIEN 1981).

En peces la variación de la dieta está relacionada, entre otras cosas, con la disponibilidad de presas (STRASKRABA *et al.* 1966; CRISP *et al.* 1978; WASIKIEWICZ 1987; BOLGER *et al.* 1990), con la accesibilidad de la presa (DOCAMPO & VEGA 1990) y el riesgo de depredación (GREENBERG *et al.* 1997). Presas que requieran poca actividad del piscardo para capturarlas, o que sean de alta rentabilidad energética, serán más consumidas (VINYARD 1980). Esto podría explicar el mayor consumo de Psicómidos (en el punto P3) y Quironómidos (en los puntos P1, P2 y P4) en el río Larraun, ya que ambos grupos son fácilmente capturables por su escasa movilidad (EDINGTON & HILDREW 1981, EASTON & ORTH 1992) y resultan rentables energéticamente (PENCZAK *et al.* 1984, LOBÓN-CERVIÁ *et al.* 1985). Apoya esta hipótesis el hecho de que en el río Larraun los piscardos seleccionaron positivamente los Quironómidos y Psycómidos, los cuales suelen ubicarse sobre piedras y macrofitas (obs. pers.), donde los piscardos capturan sus presas (STRASKRABA *et al.* 1966).

Los piscardos seleccionaron negativamente Élmidos y Gamáridos, como asimismo ocurrió en Francia (NEVEU 1981). La selección negativa de Élmi-

dos pudo deberse a su intensa esclerotización, comportamiento también observado en salmónidos (GARCÍA DE JALÓN & BARCELÓ 1987; OSOZCO *et al.* 2000).

Por otro lado, es sabido que la topografía del lugar influye en la abundancia de presas terrestres en la dieta (VOLLESTAD & ANDERSEN 1985). En el punto P1 del río Larraun dominaron las zonas lólicas, con abundante bosque galería, y la frecuencia de invertebrados terrestres en la dieta fue mínima. En el punto P3, con zonas lólicas y lénticas igualmente distribuidas, y sin bosque galería, esa abundancia fue máxima, y en los puntos P2 y P4 (zonas de escasa vegetación riparia) fue intermedia. Posiblemente la mayor cantidad de vegetación riparia (desde donde las presas terrestres pueden caer al agua) y la presencia de zonas lénticas en el río (donde la captura de presas terrestres es más fácil) hayan causado las diferencias en la proporción de presas terrestres en la dieta.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por Viveiros y Repoblaciones de Navarra S.A. Nuestro agradecimiento a todas las personas que colaboraron en las labores de pesca eléctrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANARESCU, P. 1990. Zoogeography of fresh waters. General distribution and dispersal of freshwater animals, vol. 1. Aula Verlag Wiesbaden.
- BOLGER, T., BRACKEN, J.J. & DAUOD, H.A. 1990. The feeding relationships of brown trout, minnow and three-spined stickleback in an upland reservoir system. *Hydrobiologia* 208: 169-185.
- C.A.N. 1991. El agua en Navarra. Caja de Ahorros de Navarra. Pamplona.
- CRISP, D.T., MANN, R.H.K. & MCCORMACK, J.C. 1978. The effects of impoundment and regulation upon the stomach contents of fish at Cow Green, Upper Teesdale. *J. Fish Biol.* 12: 287-301.
- DOADRIO, I. & GARZÓN, P. 1986. Nuevas localidades de *Phoxinus phoxinus* (L., 1758) (Ostariophysi, Cyprinidae) en la Península Ibérica. *Miscel-lànea Zoològica*, 10: 389-390.
- DOADRIO, I., ELVIRA, B. & BERNAT, Y. 1991. Peces continentales españoles (Inventario y clasificación de zonas fluviales). ICONA. Madrid.
- DOCAMPO, L. & VEGA, M.M. 1990. Contribución al estudio de la alimentación de *Barbus bocagei* (Steindachner, 1866), *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) y *Rana perezi* (Seoane, 1885) en ríos de Bizkaia. *Scientia gerundensis*, 16/1: 61-73.

- EASTON, R.S. & ORTH, D.J. 1992. Ontogenetic diet shifts of age 0 smallmouth bass (*Micropterus dolomieu* Lacepede) in the New River, West Virginia, USA. *Ecology of Freshwater Fish* 1: 86-98.
- EDINGTON, J.M. & HILDRIEW, A.G. 1981. A key to caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* 43.
- ELVIRA, B. 1995. Native and exotic freshwater fishes in Spanish river basins. *Freshwater Biology* 33: 103-108.
- FROST, W.E. 1943. The natural history of the minnow (*Phoxinus phoxinus*). *J. Anim. Ecol.* 12: 139-162.
- GARCÍA DE JALÓN, D. & BARCELÓ, E. 1987. Estudio sobre la alimentación de la trucha común en ríos pirenaicos. *Ecología* 1: 263-269.
- GARCÍA DE JALÓN, D. & SCHMIDT, G. 1995. Manual práctico para la gestión sostenible de la pesca fluvial. Edita AEMS, Madrid.
- GREENBERG, L.A., BERGMAN, E. & EKLOV, A.G. 1997. Effects of predation and intraspecific interactions on habitat use and foraging by brown trout in artificial streams. *Ecology of Freshwater Fish* 6 (1): 16-26.
- HESTHAGEN, T., HEGGE, O. & SKURDAL, J. 1992. Food choice and vertical distribution of european minnow, *Phoxinus phoxinus*, and young native and stocked brown trout, *Salmo trutta*, in the littoral zone of a subalpine lake. *Nordic J. Freshw. Res.* 67: 72-76.
- HUUSKO, A. & SUTELA, T. 1997. Minnow predation on vendance larvae: intersection of alternative prey phenologies and size-based vulnerability. *J. Fish Biol.* 50: 965-977.
- IVLEV, V.S. 1961. *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University Press, New Haven, 302 pp.
- LIEN, L. 1981. Biology of the minnow *Phoxinus phoxinus* and its interactions with brown trout *Salmo trutta* in Ovre Heimdalsvatn, Norway. *Holarctic Ecology* 4: 191-200.
- LOBÓN-CERVIÁ, J., MONTAÑÉS, C. & SOSTOA, A. 1985. Production and food consumption of a population of brown trout (*Salmo trutta* L.) in an aquifer-fed stream of Old Castile (Spain). *Proc. 4th. Brit. Freshw. Fish. Conf., Liverpool*.
- MANLY, B., McDONALD, L. & THOMAS, D. 1993. *Resource selection by animals. Statistical design and analysis for field studies*. Chapman & Hall, Londres.
- MASTRORILLO, S., DAUBA, F. & BELAUD, A. 1996. Utilisation des microhabitats par le vairon, le goujon et la loche franche dans trois rivières du Sud-ouest de la France. *Annales de Limnologie*. 32: 185-195.
- MILLS, C.A. & ELORANTA, A. 1987. The biology of *Phoxinus phoxinus* (L.) and other littoral zone fishes in Lake Konnevesi, central Finland. *Annales Zoologici Fennici* 22: 1-12.
- MYLLYLÄ, M., TORSSONEN, M., PULLIAINEN, E. & KUUSELA, K. 1983. Biological studies on the minnow, *Phoxinus phoxinus*, in northern Finland. *Aquilo Serie Zoologica* 22: 149-156.
- NEVEU, A. 1979. Les problèmes posés par l'étude de l'alimentation naturelle des populations sauvages de poissons. *Bull. Cent. Etud. Rech. sc., Biarritz* 12 (3): 501-512.
- NEVEU, A. 1981. Rythme alimentaire et relations trophiques chez l'anguille (*Anguilla anguilla* L.), la loche franche (*Nemacabeilus barbatulus* L.), le vairon (*Phoxinus phoxinus* L.) et le goujon (*Gobio gobio* L.) dans des conditions naturelles. *Bull. Cent. Etud. Rech. sc., Biarritz* 13 (4): 431-444.

- OSCOZ, J., ESCALA, M.C. & CAMPOS, F. 2000. La alimentación de la trucha común (*Salmo trutta* L., 1758) en un río de Navarra (N. España). *Limnética* 18: 29-35.
- PENCZAK, T., KUSTO, E., KRZYANOWSKA D., MOLINSKI, M. & SUSZYCKA, E. 1984. Food consumption and energy transformations by fish populations in two small lowland rivers in Poland. *Hydrobiologia* 108: 135-144.
- PLATTS, W.S., MEGAHAN, W.F. & MINSHALL, G.W. 1983. Methods for evaluating stream, riparian and biotic conditions. United States Department of Agriculture. Intermountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report INT-138. 70 pp.
- SAVAGE, R.E. 1931. The relation between the feeding of the herring off the east coast of England and the plankton of the surrounding waters. Fishery Investigation, Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, Series 2, 12: 1-88.
- STRASKRABA, M., CIHAR, J., FRANK, S. & HRUSKA V. 1966. Contribution to the problem of food competition among the sculpin, minnow and brown-trout. *J. Anim. Ecol.* 35: 303-311.
- VINYARD, G.L. 1980. Differential prey vulnerability and predator selectivity: the effects of evasive prey on sunfish (*Lepomis*) predation. *Canadian Journal of Aquatic Science* 37: 2294-2299.
- VOLLESTAD, L.A. & ANDERSEN R. 1985. Resource partitioning of various age groups of brown trout *Salmo trutta* in the littoral zone of Lake Selura, Norway. *Arch. Hydrobiol.* 105 (2): 177-185.
- WASIKIEWICZ, D. 1987. Food and seasonal changes in the feeding of the minnow (*Phoxinus phoxinus* L.) from the upper Vistula (Southern Poland). *Acta Hydrobiol.* 29 (4): 479-487.