

Ciclo de vida y composición de la dieta de *Nemoura lacustris* Pictet, 1865 (Plecoptera, Nemouridae)

MANUEL J. LÓPEZ-RODRÍGUEZ y JOSÉ MANUEL TIERNO DE FIGUEROA

Departamento de Biología Animal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. 18071, Granada, España. E-mail: manujlr@ugr.es, jmtdef@ugr.es

Recibido: 9-11-2004. Aceptado: 6-04-2005

ISSN: 0210-8984

RESUMEN

Se estudia el ciclo de vida de *Nemoura lacustris* en un arroyo temporal del sur de la Península Ibérica, así como las pautas de alimentación de la ninfa y del adulto. Se trata de una especie univoltina, con un período de crecimiento rápido de tan sólo cuatro meses (desde diciembre a marzo) y un período de vuelo primaveral en la zona de estudio. Tras la puesta, el huevo pasa, muy probablemente, por un estado de diapausa, coincidiendo con la época en la que el arroyo deja de tener agua. Las ninfas se alimentan principalmente de detritos y, en menor medida, de diatomeas, lo que permite catalogar a la especie como detritívora-fitófaga. Al estudiar la alimentación de los adultos se observa que los componentes principales de la dieta son el polen y las ascosporas. Se encontraron diferencias significativas entre sexos, siendo mayor la cantidad de polen en los machos y la de ascosporas en las hembras.

Palabras clave: plecópteros, *Nemoura lacustris*, ciclo de vida, alimentación, ninfa, adulto, Península Ibérica.

ABSTRACT

Life cycle and diet composition of *Nemoura lacustris* Pictet, 1865 (Plecoptera, Nemouridae)

The life cycle of *Nemoura lacustris* in a temporary stream in the southern Iberian Peninsula was studied, as well as feeding patterns of nymphs and adults. *Nemoura lacustris* is an univoltine species with a fast growth, in terms of size, for a few months (from December to March) and with a spring flight period in the study area. After being laid, the egg apparently goes through a diapause stage, coinciding with the period of absence of water in the stream. Nymphs feed mainly on detritus and, in lower quantity, on diatoms, allowing this species to be catalogued as detritivorous-phytophagous. Adult dietary components were pollen and ascospores. Significant differences were found between sexes. Pollen amounts were higher in males and ascospores amounts in females.

Key Words: stoneflies, *Nemoura lacustris*, life cycle, feeding, nymph, adult, Iberian Peninsula.

INTRODUCCIÓN

Nemoura lacustris Pictet, 1865, una de las 132 especies de nemúridos europeos, se distribuye por la Península Ibérica, sur de Francia y norte de África. Concretamente el género *Nemoura* está representado por 12 especies en la fauna ibérica. Por sus características primitivas (cercos poco modificados que no forman un gancho en su ápice y epiprocto asimétrico), *N. lacustris* se diferencia de las restantes especies de *Nemoura* europeas y se aproxima a *N. rifensis* Aubert, 1961 (distribuida por el norte de África y puntualmente en el sur de España) (TIERNO DE FIGUEROA & MEMBIELA IGLESIA, 2003).

La biología de esta especie es poco conocida. En cuanto a su fenología, los estudios realizados muestran un período de vuelo principalmente primaveral en el sur de España, que se puede prolongar hasta el verano en otras áreas peninsulares, si bien existen datos ocasionales de colecta de adultos desde enero hasta septiembre (TIERNO DE FIGUEROA & MEMBIELA IGLESIA, 2003). La ninfa ocupa hábitats variados de aguas permanentes y temporales (AUBERT, 1963; BERTHÉLEMY, 1966; PUIG, 1984; GALLARDO-MAYENCO, 1990; LUZÓN-ORTEGA et al., 1998). La alimentación ninfal ha sido estudiada en Marruecos, mostrando una dieta detritívora que tiende a la herbivoría conforme crece la ninfa, si bien son necesarios más datos para confirmar esta idea (AZZOUZ & SÁNCHEZ-ORTEGA, 2000).

Con el presente estudio se pretende ahondar en el conocimiento de la biología de *N. lacustris*, concretamente en aspectos como el crecimiento ninfal, puesto de manifiesto en el estudio de su ciclo de vida, y en su comportamiento trófico, mediante el estudio de la dieta de la ninfa (y su variación con respecto al tamaño) y del adulto.

ÁREA DE ESTUDIO, MATERIAL Y MÉTODOS

Los individuos estudiados fueron capturados en un afluente del Arroyo de las Perdices (Sierra de Huétor, Granada), con coordenadas U.T.M. 30SVG574277, a 1380 m.s.n.m. Es un arroyo temporal que permanece seco desde julio hasta octubre, con un cauce pequeño (menos de un metro de anchura y de 30 cm de profundidad), un substrato compuesto fundamental-

mente de arena y grava, y con vegetación sumergida (briófitos) escasa. La vegetación de ribera se compone fundamentalmente de juncos (Juncaceae), zarzas (*Rubus* sp.) y algunos pies aislados de fresnos (*Fraxinus* sp.), si bien a escasos metros de las orillas abundan los pinos de repoblación (*Pinus* sp.) y las retamas (*Retama* sp.).

Las ninfas fueron capturadas con ayuda de una red de mano tipo “kick” de 300 µm de luz de malla, mediante la remoción del lecho del río. Los muestreos se realizaron desde septiembre de 2003 a agosto de 2004, a intervalos mensuales. Los adultos procedían de un estudio previo efectuado en la zona desde septiembre de 1996 hasta agosto de 1997 (LUZÓN-ORTEGA et al., 1998), y habían sido capturados batiendo la vegetación de ribera con una manga entomológica. Ambos, ninfas y adultos, fueron conservados en etanol al 70%. Durante cada muestreo se tomó la temperatura del agua.

Para la elaboración del ciclo de vida y observación del crecimiento se tomaron medidas de la anchura del pronoto y de la longitud del fémur derecho del tercer par de patas de las ninfas, mediante el uso del micrómetro de una lupa binocular Olympus® a 40 aumentos. En el estudio del contenido digestivo se procedió como en TIERNO DE FIGUEROA et al. (1998), TIERNO DE FIGUEROA & SÁNCHEZ-ORTEGA (1999, 2000), TIERNO DE FIGUEROA & FOCHETTI (2001) y DERKA et al. (2004), método basado en el empleado por BELLO & CABRERA (1999) para la identificación de insectos acuáticos, que consiste en la introducción de los individuos en líquido de Hertwigs (una modificación del líquido de Hoyer), para después colocarlos en la estufa a 65°C durante 22-24 horas. Tras esto, los individuos eran preparados sobre un portaobjetos y protegidos con un cubreobjetos, para después llevarlos a un microscopio Olympus®, donde se tomaron medidas (en porcentaje) de ocupación absoluta del tracto digestivo a 40 aumentos, y de ocupación relativa (en porcentaje respecto al total de alimento presente) de cada componente encontrado a 400 aumentos. Asimismo se estudió la variación de la cantidad de cada componente con el crecimiento de la ninfa.

Todos los datos fueron sometidos al test de Shapiro-Wilk para observar si presentaban una distribución normal. Dado que no fue así (ver resultados), se optó por el uso de tests no paramétricos para establecer la correlación entre la anchura del pronoto y la longitud del fémur, así como para la existente entre el contenido relativo de cada componente y el tamaño de la ninfa. Para caracterizar el contenido digestivo de los individuos (tanto absoluto como relativo) se utilizó la media, la desviación estándar y el rango. En el caso de los adultos se empleó un test de la U de Mann-Whitney para establecer si las diferencias en los distintos componentes de la dieta entre sexos eran significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 274 ninfas durante los meses de diciembre de 2003 a marzo de 2004. Durante los demás meses de muestreo ninguna ninfa fue capturada. Se estudiaron también 60 adultos (30 machos y 30 hembras) capturados en los meses de mayo y junio de 1997.

Para la representación del ciclo de vida y el crecimiento ninfal, en términos de tamaño del pronoto, tan sólo se usó la medida de la anchura de este, dado que existía una estrecha correlación entre esta y la longitud del fémur (test de Shapiro-Wilk $W = 0,98$ y $W = 0,97$, pronoto y fémur respectivamente; $p < 0,05$ para ambas variables; Spearman $R = 0,90$; $p < 0,05$).

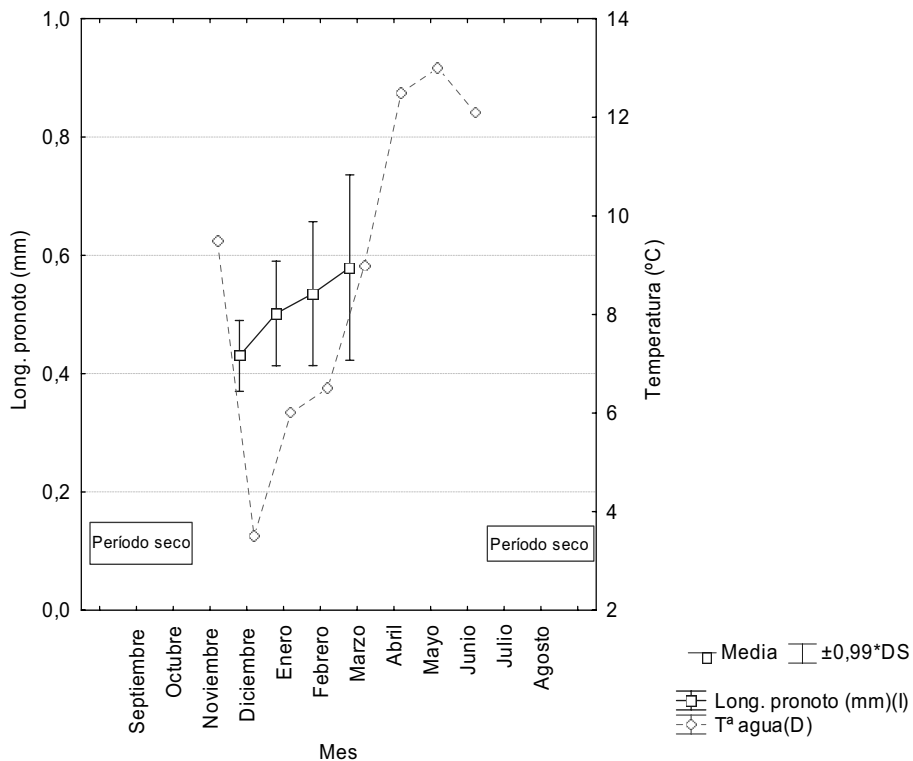


Fig. 1. Representación gráfica del crecimiento de la ninfa de *Nemoura lacustris*.

Fig. 1. Graphical representation of nymphal growth of *Nemoura lacustris*.

N. lacustris presenta un ciclo de vida univoltino (fig. 1), con crecimiento rápido concentrado entre los meses de diciembre a marzo (si bien alguna ninfa de primer estadio podría haber aparecido ya a finales del mes de noviembre), coincidiendo con parte del período de presencia de agua en el cauce del arroyo y con un incremento progresivo en la temperatura del agua. Este modelo de ciclo de vida univoltino y breve (concentrado en unos pocos meses) ha sido detectado en otras especies de plecópteros de aguas estacionales, como *Rhabdiopteryx christinae* Theischinger, 1975 en este mismo arroyo (LÓPEZ-RODRÍGUEZ & TIerno DE FIGUEROA, 2004). La emergencia de los adultos tiene lugar a comienzos de la primavera, y durante toda la estación se extiende el período de vuelo de la especie (LUZÓN-ORTEGA et al., 1998) y, asimismo, la realización de la puesta. La eclosión de los huevos no ocurre posiblemente hasta el mes de diciembre, por lo que el ciclo de vida transcurriría en estado de huevo durante todo el verano y prácticamente todo el otoño. La aparición de ninfas durante un período de tan sólo cuatro meses implica la existencia de un período de diapausa que, en la superfamilia Nemouroidea en general, puede ocurrir tanto en etapa de huevo como en etapa de ninfa (HYNES, 1976; ZWICK, 1980; STEWART & STARK, 1993; TIerno DE FIGUEROA & SÁNCHEZ-ORTEGA, 2003). De hecho, como señaló HYNES (1976), los arroyos temporales, como el muestreado en nuestro estudio, pueden ser habitados normalmente sólo por especies de plecópteros que pasen por algún tipo de diapausa, cuyos mecanismos determinantes no son aún del todo conocidos en este grupo (ZWICK, 1980). Se acepta que esta etapa de diapausa en las especies de plecópteros de aguas temporales transcurre con la fase de ninfa o huevo generalmente enterrada en el substrato o, en algunos casos, entre los musgos, donde mantendría el grado de humedad necesario para evitar su desecación (HYNES, 1970; ZWICK, 1980; KOVÁCS & WEINZIERL, 2003). En particular, en la especie estudiada, la inexistencia de ninfas de primeros estadios previamente al período seco en el arroyo nos indica probablemente que la eclosión no tiene lugar hasta una vez que ha transcurrido dicho período, por lo que la diapausa tendría lugar durante la etapa de huevo (como es el caso más extendido). De hecho, si bien la diapausa ninfal ha sido detectada en la superfamilia Nemouroidea, tan sólo se ha observado hasta el momento en especies de las familias Taeniopterygidae, Capniidae y Leuctridae (HYNES, 1976; STEWART & STARK, 1993). Es destacable la existencia de una gran amplitud en la desviación estándar del tamaño de las ninfas a lo largo del ciclo de vida, lo cual estaría causado en parte por una diferencia en el desarrollo embrionario de los distintos individuos, una ruptura desigual de la diapausa (HYNES, 1970), la existencia de dimorfismo sexual en tamaño o la existencia de algunas pocas ninfas de pequeño

tamaño que no llegasen a completar con normalidad el ciclo de la especie (emergiendo con un tamaño muy pequeño o no siendo viable su emergencia llegada la etapa crítica para ello), aunque son necesarios más estudios para confirmar estas hipótesis.

En relación a la alimentación, de las 274 ninfas estudiadas, sólo 32 carecían totalmente de cualquier resto alimenticio en el tracto digestivo. La media de ocupación del mismo fue de alrededor de un 44% (tabla 1). El componente mayoritario fue el detrito (materia orgánica particulada fina de origen vegetal, que en nuestro estudio no superaba las 5 micras de tamaño), seguido por las diatomeas (epilíticas y epifíticas), si bien estas se encontraban en mucha menor proporción (tabla 1; fig. 2). Esto hace que pueda catalogarse a la especie como detritívora-colectora (dado el origen de los detritos) y, en menor medida, como fitófaga-raspadora, coincidiendo a grandes rasgos con lo señalado por AZZOUZ & SÁNCHEZ-ORTEGA (2000) para una población del Rif (Marruecos), aunque en dicho estudio algunos componentes concretos diferían de nuestros resultados. Estas observaciones se ajustan al modelo de alimentación generalmente aceptado para la familia Nemouridae (HYNES, 1976; STEWART & STARK, 1993; TIERNO DE FIGUEROA & SÁNCHEZ-ORTEGA, 2003), aunque, como ha sido señalado en la literatura (ZWICK, 1980, STEWART & STARK, 1993), esto es una simplificación, ya que deben ser estudiados los patrones alimenticios a nivel de especie a fin de detectar sus particularidades.

Observando las correlaciones entre tamaño de la ninfa y porcentaje de los distintos contenidos, se observa que el detrito (pese a ser el componente mayoritario en todos los casos) tiende a disminuir, aunque ligeramente, conforme se incrementa el tamaño de la ninfa ($R = -0,32$, tabla 2), mientras que el porcentaje de polen se incrementa en la misma medida ($R = 0,32$, tabla 2), y algo parecido, aunque a menor escala, ocurre con los restantes componentes (tabla 2). Se observa, por tanto, un paso de una alimentación

Tabla 1: Porcentajes absoluto y relativos del contenido digestivo de las ninfas de *Nemoura lacustris*.

Table 1: Nymphal absolute and relative percentages of gut content of *Nemoura lacustris*.

	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Rango</i>	<i>D. E.</i>
% Absoluto	274	44,32	0-100	28,02
% Detritos	242	81,82	0-100	23,74
% Diatomeas	242	11,69	0-98	20,79
% Hongos (hifas)	242	4,24	0-99	12,57
% Hongos (ascosporas)	242	1,12	0-60	5,02
% Polen	242	0,87	0-50	3,73
% Filidios	242	0,29	0-20	1,96

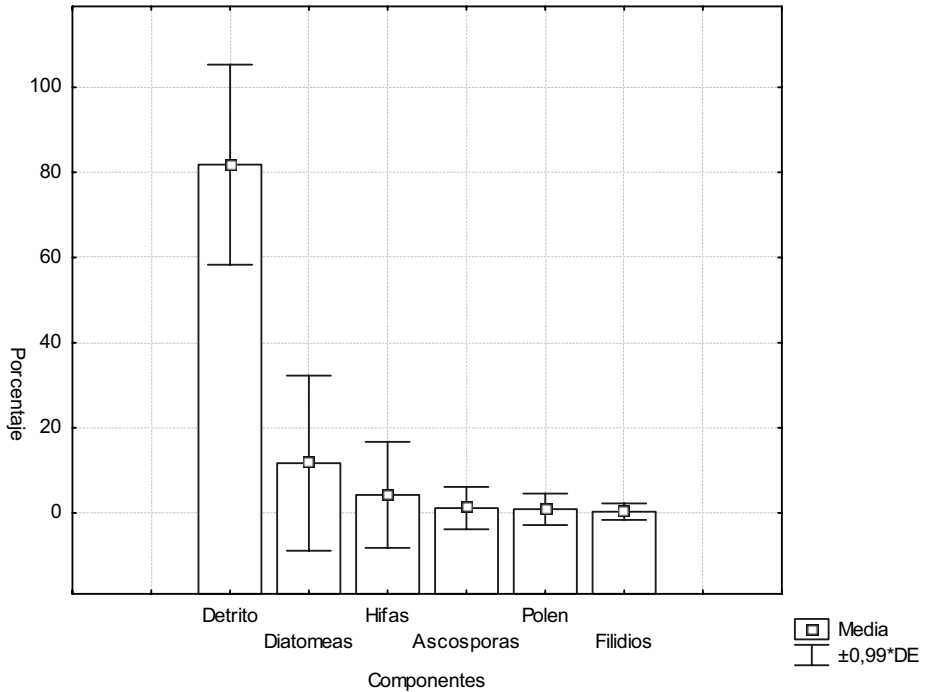


Fig. 2: Composición de la dieta de las ninfas de *Nemoura lacustris*.
Fig. 2: Diet composition of *Nemoura lacustris* nymphs.

Tabla 2: Relación entre el tamaño de la ninfa (anchura del pronoto) y el porcentaje de los diferentes componentes digestivos de *Nemoura lacustris*.

Table 2: Relationships between nymphal size (pronotum width) and percentage of the different gut components of *Nemoura lacustris*.

	<i>N</i>	<i>R Spearman</i>	<i>p</i>
Pronoto (mm) vs % absoluto	274	0,30	0,000
Pronoto (mm) vs % detritos	242	-0,32	0,000
Pronoto (mm) vs % diatomeas	242	0,29	0,000
Pronoto (mm) vs % hongos (hifas)	242	0,22	0,000
Pronoto (mm) vs % hongos (ascosporas)	242	0,12	0,055
Pronoto (mm) vs % polen	242	0,32	0,000
Pronoto (mm) vs % filidios	242	0,15	0,021

principalmente detritívora en los estadios más juveniles, a una con mayor proporción de materia vegetal no detrítico (polen, diatomeas, hongos y restos de filidios, en nuestro estudio) en los más avanzados, como ya señaló ZWICK (1980) para los Nemouroideos en general y, posteriormente, AZZOUZ & SÁNCHEZ-ORTEGA (2000) para *N. lacustris* en el norte de África (aunque quedaba pendiente de confirmación con más datos).

Si bien en un principio se creía que los plecópteros no se alimentaban en la etapa imaginal, se ha comprobado reiteradamente que esta afirmación no es correcta, al menos para la mayoría de las especies. Concretamente en el caso de la familia Nemouridae se ha señalado la importancia de la alimentación durante la etapa adulta para los cuatro géneros presentes en Europa (TIERNO DE FIGUEROA & FOCHETTI, 2001), y en el caso concreto de *Nemoura* se ha demostrado su importancia como requisito previo al apareamiento (HYNES, 1942; en: ZWICK, 1990), para la maduración de los huevos en las hembras (ZWICK, 1990), para incrementar la longevidad (HYNES, 1942), y para la búsqueda de la pareja y la realización de los vuelos de oviposición y dispersión (ZWICK, 1990).

De los 60 adultos estudiados, 30 machos y 30 hembras, sólo 49 ejemplares (29 machos y 20 hembras) presentaron algún tipo de materia en el tubo digestivo. Se contabilizó una media de aproximadamente el 23% de contenido absoluto, siendo algo mayor en los machos que en las hembras, aunque no de un modo estadísticamente significativo (tabla 3; tabla 4). Los componentes mayoritarios fueron en todo caso el polen y las ascosporas, si bien el primero predominó de un modo estadísticamente significativo en el caso de los machos y las segundas en el de las hembras (tabla 4). Asimismo se detectaron porcentajes menores de detritos y de hifas (tabla 3, fig. 3).

Tabla 3: Porcentajes absoluto y relativos del contenido digestivo del total de adultos, machos y hembras, de *Nemoura lacustris*.

Table 3: Absolute and relative percentages of gut content of total adults, males and females, of *Nemoura lacustris*.

	<i>Total de adultos</i>				<i>Machos</i>				<i>Hembras</i>			
	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Rango</i>	<i>D. E.</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Rango</i>	<i>D. E.</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Rango</i>	<i>D. E.</i>
% Absoluto	60	22,60	0-100	26,37	30	26,53	0-100	27,23	30	18,67	0-90	25,32
% Ascosporas	49	39,14	0-100	32,06	29	28,38	0-93	29,70	20	54,75	0-100	29,40
% Hifas	49	10,71	0-50	13,69	29	10,52	0-50	14,96	20	11,00	0-40	11,99
% Detritos	49	12,35	0-80	18,66	29	12,59	0-80	20,34	20	12,00	0-60	16,42
% Polen	49	37,80	0-100	36,56	29	48,52	0-100	39,69	20	22,25	0-100	25,00

Tabla 4. Comparación de los componentes de la dieta de los machos y de las hembras de *Nemoura lacustris*.

Table 4. Comparison between diet components of males and females of *Nemoura lacustris*.

	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>N machos</i>	<i>N hembras</i>
% Absoluto	330,500	0,075	30	30
% Ascosporas	156,000	0,006	29	20
% Hifas	254,000	0,438	29	20
% Detritos	258,000	0,497	29	20
% Polen	188,000	0,037	29	20

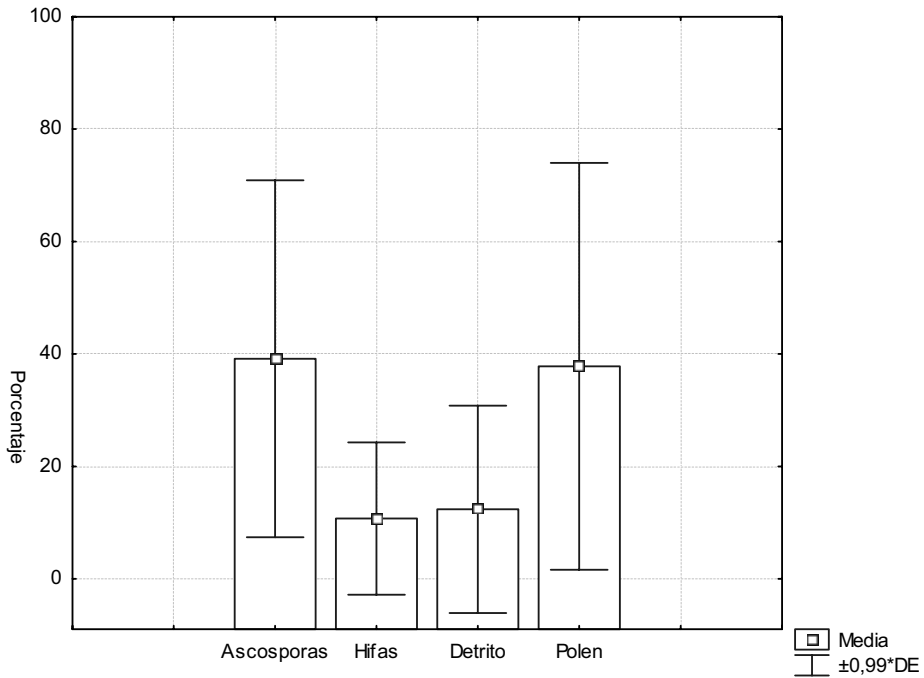


Fig. 3: Composición de la dieta de los adultos de *Nemoura lacustris*.

Fig. 3: Diet composition of *Nemoura lacustris* adults.

La presencia de cianolíquenes y cianobacterias es la pauta general en la dieta de muchos adultos, particularmente de las especies otoñales e invernales, de la familia Nemouridae (y de toda la superfamilia Nemouroidea), si bien los pólenes son frecuentes en especies primaverales o primaverales-estivales [tales como *Amphinemura triangularis* Ris, 1902 o *Nemoura*

cinerea (Retzius, 1783)] (TIERNO DE FIGUEROA & SÁNCHEZ-ORTEGA, 2000). Se ha señalado incluso una dieta basada principalmente en hojas en la especie *Soyedina vallicularia* (Wu, 1923), antes *Nemoura vallicularia*, (WU, 1923; en: TIERNO DE FIGUEROA & SÁNCHEZ-ORTEGA, 2000) o que incluye restos de hojas entre sus componentes, como en *Protonemura meyeri* (Pictet, 1842), *Nemoura erratica* Claassen, 1936 y *N. cinerea* (Retzius, 1783), estas dos últimas en condiciones de laboratorio (BRINCK, 1949). Nuestro estudio, por tanto, pone de manifiesto una vez más que la dieta de las especies en particular no puede ser extrapolada de modelos generales a nivel de familias o géneros.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a Julio M. Luzón-Ortega por su colaboración en la colecta de ejemplares.

BIBLIOGRAFÍA

- AUBERT, J., 1963. Les Plécoptères de la Péninsule Iberique. *Eos* (Madrid), 39: 23-107.
- AZZOUZ, M. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA, 2000. Feeding of the nymphs of nine stonefly species (Insecta, Plecoptera) from North Africa (Rif Mountain, Morocco). *Zoologica baetica*, 11: 35-50.
- BELLO, C. L. & M. I. CABRERA, 1999. Uso de la técnica microhistológica de Cavender y Hansen en la identificación de insectos acuáticos. *Boletín Entomológico Venezolano*, 14(1): 77-79.
- BERTHÉLEMY, C., 1966. Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (Hydraena et Elminthidae) des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, 1(2): 227-458.
- BRINCK, P., 1949. Studies on swedish stoneflies [Plecoptera]. *Opuscula entomologica supplementum XI*. 250 pp.
- DERKA, T., J. M. TIERNO DE FIGUEROA & I. KRNO, 2004. Life cycle, feeding and production of *Isoptena serricornis* (Pictet, 1841) (Plecoptera, Chloroperlidae). *International Review of Hydrobiology*, 89(2): 165-174.
- GALLARDO-MAYENCO, A., 1990. Distribución de los plecópteros en el río Guadimar (Sevilla). *Ecología*, 4: 333-337.
- HYNES, H. B. N., 1942. A study on the feeding of adult stoneflies (Plecoptera). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London, Series A, General Entomology*, 17: 81-82.
- HYNES, H. B. N., 1970. *The ecology of running waters*. Liverpool University Press. Liverpool, 551 pp.
- HYNES, H. B. N., 1976. Biology of Plecoptera. *Annual Review of Entomology*, 21: 135-153.
- KOVÁCS, T. & A. WEINZIERL, 2003. The larva and life history of *Rhabdiopteryx haboln*. *Asoc. esp. Ent.*, 29 (1-2): 87-97, 2005

- mulata* Klapálek, 1902 (Plecoptera: Taeniopterygidae). *Folia Entomologica Hungarica*, 64: 63-68.
- LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. & J. M. TIERNO DE FIGUEROA, 2004. Ciclo de vida y alimentación de la ninfa de *Rhabdiopteryx christinae* (Plecoptera, Taeniopterygidae). *XI Congreso Ibérico de Entomología, Funchal (Madeira, Portugal)*, 13-17 Setembro 2004.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., J. M. TIERNO DE FIGUEROA & A. SÁNCHEZ-ORTEGA, 1998. Faunística y fenología de los plecópteros (Insecta: Plecoptera) de la Sierra de Huétor (Granada, España). Relación con otras áreas del sur de la Península Ibérica y norte de África. *Zoologica baetica*, 9: 91-106.
- PUIG, M.A., 1984. Distribution and ecology of the stoneflies (Plecoptera) in Catalanian rivers (NE-Spain). *Annales de Limnologie*, 20(1-2): 75-80.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & R. FOCHETTI, 2001. On the adult feeding of several European stoneflies (Insecta, Plecoptera). *Entomological News*, 112: 128-132.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & P. MEMBIELA IGLESIA, 2003. Familia Nemouridae, Billberg, 1820. En: *Plecoptera*. TIERNO DE FIGUEROA, J. M., A. SÁNCHEZ-ORTEGA, P. MEMBIELA IGLESIA & J. M. LUZÓN-ORTEGA, *Fauna Ibérica*, vol. 22. RAMOS, M. A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid: 166-238.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA, 1999. Imaginal feeding of certain Systellognathan Stonefly species (Insecta: Plecoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 92(2): 218-221.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA, 2000. Imaginal feeding of twelve Nemouroidean Stonefly species (Insecta, Plecoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 93(2): 251-253.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., J. M. LUZÓN-ORTEGA & A. SÁNCHEZ-ORTEGA, 1998. Imaginal biology of *Hemimelaena flaviventris* (Pictet, 1841) (Plecoptera, Perlodidae). *Annales Zoologici Fennici*, 35: 225-230.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M. & A. SÁNCHEZ-ORTEGA, 2003. Historia Natural de los Plecópteros. En: *Plecoptera*. TIERNO DE FIGUEROA, J. M., A. SÁNCHEZ-ORTEGA, P. MEMBIELA IGLESIA & J. M. LUZÓN-ORTEGA, *Fauna Ibérica*, vol. 22. RAMOS, M. A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid: 28-45.
- STEWART, K. W. & B. P. STARK, 1993. *Nymphs of North American Stonefly Genera (Plecoptera)*. University of North Texas Press. Denton, Texas, 460 pp.
- WU, C. F., 1923. Morphology, anatomy and ethology of *Nemoura*. *Bulletin of the Lloyd Library of Botany, Natural History, Pharmacy and Materia Medica. Entomological Series*, 3: 1-46.
- ZWICK, P., 1980. Plecoptera (Steinfliegen). En: *Handbuch der Zoologie*, 26. Walter de Gruyter. Berlin, 115 pp.
- ZWICK, P., 1990. Emergence, maturation and upstream oviposition flights of Plecoptera from the Breitenbach, with notes on the adult phase as a possible control of stream insect populations. *Hydrobiologia*, 194: 207-223.