Comunidades de odonatos (Insecta: Odonata) en tramos de diferentes características hidrotérmicas en la cuenca de río Carrión.

Communities of odonata (Insecta: Odonata) along sections of the basin of the river Carrión with different hydrothermic characteristics.

Fabio Flechoso^{1*}, Javier Morales¹, Miguel Lizana¹

Resumen

Se analizó la diversidad de odonatos en el entorno de Velilla del Río Carrión (NO de Palencia) en relación con la temperatura del agua y la modificación del régimen hídrico por el embalse de Compuerto. Se compararon las comunidades del eje principal del río Carrión en tres tramos con dinámicas diferentes con respecto a un tramo del río Besandino, no influido por la presencia de un gran embalse cercano. Los resultados aportaron la presencia de 11 especies (6 zigópteros y 5 anisópteros) en 23 citas conseguidas entre junio y septiembre durante los años 2014 y 2015. Debido a la suelta de agua para riego en verano, la temperatura y caudal en el río Carrión se invirtieron por debajo del embalse y se relacionaron con una disminución de la riqueza específica de odonatos con evidencias de reproducción, indicada ésta por la presencia de larvas y exuvias. Justo aguas abajo de la presa de Compuerto, a pesar de ser un tramo extenso y variado, sólo se encontró una única especie de un ejemplar observado en vuelo y sin evidencias de reproducción, mientras que en el resto de zonas aparecieron un mayor número de especies e indicios de reproducción en todas ellas. El efecto térmico de una presa de menor entidad se mostró atenuado y no limitó del mismo modo la presencia de odonatos.

Palabras clave: odonata, embalses, régimen hidráulico, embalse de Compuerto, río Carrión, península ibérica.

¹ Universidad de Salamanca.

Dpto. Biología Animal, Campus Miguel de Unamuno.
E-37007. Spain.

*Correspondencia autor: fabioflechoso@usal.es

Abstract

The diversity of odonata in the area around Velilla del Río Carrión (NW of Palencia) was analyzed in relation to the water temperature and the modification of the water regime by the Compuerto reservoir. The communities along the main axis of the Carrión river were compared in three sections with different dynamics with respect to a section of the Besandino river, not influenced by the presence of a large nearby reservoir. The results contributed the presence of 11 species (6 Zygoptera and 5 Anisoptera) in 23 records obtained between June and September during 2014 and 2015. Due to the release of water for irrigation in summer, the temperature and flow in the river Carrión were inverted below the reservoir and were associated with a decrease in the specific richness of odonata showing evidence of reproduction, indicated by the presence of larvae and exuviae. Downstream from the Compuerto dam, despite being a long and varied section, only one species was found of a specimen observed in flight and with no evidence of reproduction, while in the rest of the areas a larger number of species appeared with signs of reproduction in all of them. The thermal effect of a smaller dam was attenuated and did not restrict the presence of odonata in the same way.

Key words: odonata, reservoirs, streamflow regimen, reservoir of Compuerto, river Carrión, Iberian Peninsula.

Laburpena

Carrion (Palentzia ipar-ekialdea) erreka odonatoen dibertsitatea aztertu da, Compuertoko urtegiaren eraginez uraren tenperaturak eta erregimen hidrikoaren eraldaketak Carrion (Palentzia ipar-ekialdea) erreka odonatoen dibertsitatea aztertu da, Velilla inguruan. Carrion errekaen arro nagusiko komunitateak konparatu dira, hiru tramotan, Besandino errekaen tarte batekiko, azken honek ez baitu urtegi handi baten eraginik. Emaitez 11 espezieren presentzia erakutsi zuten (6 zigoptero eta 5 anisoptero), guztira 23 aipu bildu ziren 2014-2015 urteetako ekain eta irail artean. Udararen ureztatzeak ura askatzen denez, Carrion errekaen tenperaturak eta emariak aldatu egin ziren urtegitik behera, eta gertakari hau ugaltzekotan zeuden odonatoen aberastasun espezifikoaren beherakadarekin lotu zen, larba eta exubien presentzian ikus daitekeen moduan. Juxtu Compuertoko urtegiaren beheko aldean dagoen tramo batean, zabala eta luzea izan arren, espezie bakar baten ale bakar bat hegan ikusi zen, gainera ugaltzeko ebidentziarik gabea; aldiz, beste zonalde guztietan espezie kopuru gehiago agertu ziren eta guztietan ugaltze zantzuak atzeman ziren. Tamaina txikiagoko urtegi baten eragin termikoa apalagoa izan zen eta odonatoen presentzian ez zuen modu berean eragin.

Gako hitzak: odonata, urtegiak, erregimen hidraulikoa, Compuertoko urtegia, Carrion erreka, iberiar penintsula.

Introducción

La temperatura es uno de los factores ambientales que más influye sobre la vida de los organismos ectotermos ya que afecta directamente al desarrollo larvario y la duración del ciclo vital, explicando en gran medida la actividad de los adultos, su distribución y el comportamiento dentro del medio acuático (Begon *et al.*, 1987). Las alteraciones del régimen térmico y del ciclo natural de caudales en los ríos suelen por lo tanto suponer modificaciones relevantes en las comunidades de invertebrados (Corbet, 1999; Wiederholm, 1984).

El desarrollo larvario y el voltinismo presentan una duración variable entre especies, y dentro de una misma especie varían con la altitud y también con la latitud. Además, en el caso de los odonatos, normalmente existe una mayor riqueza de especies en áreas tropicales y subtropicales que se va reduciendo latitudinalmente por efecto de la temperatura (Corbet *et al.*, 2006). Este gradiente ambiental (básicamente térmico) es la causa de que las comunidades de odonatos reduzcan el número de taxones con la altitud (Ocharan y Torralba-Burrial, 2004). A pesar de que algunos taxones presentan adaptación a temperaturas bajas, o se muestran indiferentes frente a la altitud para una misma latitud (Corbet, 1999), la regla general es que la riqueza de odonatos suele ser mayor a temperaturas más elevadas (Pritchard y Leggott, 1987).

La relación entre temperatura y desarrollo de los macroinvertebrados dulceacuícolas, y en concreto de las fases larvarias acuáticas ha sido ampliamente comprobada (Corbet, 2002; Cothran y Thorp, 1982; Eversham y Cooper, 1998; Schmidt, 1985). Los odonatos presentan relaciones inversas entre el tiempo de desarrollo de los huevos y la temperatura (Pritchard *et al.*, 1996), por lo que condiciones frías del agua condicionan procesos vitales como la eclosión o el desarrollo, inactivándose en ocasiones a partir de cierta temperatura (Waringer y Humpesch, 1984).

No obstante, las comunidades de odonatos no responden exclusivamente a factores como la temperatura del agua, estando influidas, también, por otras características cambiantes del hábitat, como la calidad ecológica de las márgenes fluviales o la conectividad de los ecosistemas acuáticos con otras unidades del paisaje, por lo que otros factores también deben tenerse en cuenta a la hora de valorar la riqueza específica de un lugar (Chovanec y Waringer, 2001).

El embalse de Compuerto desarrolla una doble función, por una parte, laminar los caudales altos de aguas de deshielo del macizo de Fuentes Carrionas y, por otra, servir de reservorio de agua para usos consuntivos durante el verano. Dado que la presa tiene unos 78 m de altura, el embalse presenta estratificación estival de sus aguas. En los grandes embalses la liberación de agua de fondo para mantener los caudales ecológicos en los cauces provoca un enfriamiento notable y constante del agua respecto a la naturalmente esperada en verano (Val, 2003). En este caso se altera significativamente la dinámica térmica natural aguas abajo, al realizar además un mayor

desembalse de agua durante la campaña de riego del verano, de manera que el río presenta un régimen térmico invertido durante los meses estivales, cuando la temperatura del agua debería aumentar de manera natural y propiciar el desarrollo larvario de los invertebrados acuáticos. Además, existe una dinámica de caudales inversa con mayor flujo de agua en la época en que habitualmente se notarían los efectos del estiaje. Esto puede producir una reducción generalizada en la riqueza de taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos (Córdoba-Aguilar, 2008).

Debido al número reducido de datos, el objetivo del presente estudio es analizar de un modo sencillo cuatro tramos diferentes de una pequeña red fluvial, con similares características ecológicas y fisiográficas, la influencia de la inversión térmica generada por la acción humana, en la riqueza de odonatos y su capacidad para reproducirse.

Área de estudio y métodos

El área de estudio se localiza en el término municipal de Velilla del río Carrión (latitud: 42°49'N; longitud: 4°51'O) en el NO de Palencia, en las estribaciones meridionales de la Cordillera Cantábrica. La altitud promedio del área estudiada es de 1120 msnm. La zona objeto de estudio comprende un tramo fluvial del Carrión de unos 7 km entre el embalse de Compuerto y la localidad de Guardo. Paralelamente se muestreó el tramo final del río Besandino (P2) a los efectos de disponer de un río no alternado y cercano como referencia. Se establecieron 3 zonas de muestreo del eje principal del Carrión; P1: aguas abajo de la presa de Compuerto, P3: aguas embalsadas por el azud de la presa de la central térmica de Velilla y P4 en el eje del Carrión aguas abajo de este embalse. La localización de los tramos y sus características principales se describen sucintamente a continuación y se completan en la Figura 1 y el Anexo. El tramo P1 se corresponde con un cauce ancho de caudal permanente, bosque de ribera de gran porte y aguas frías y muy transparentes. La pendiente del cauce permite la sucesión de zonas de dinámica turbulenta (rabiones y rápidos) y lenítica (pozas). Se alternan tramos despejados y soleados propicios para los odonatos y otros más cerrados con sombra casi total sobre el cauce. La vegetación acuática es escasa, aunque hay zonas de macrófitas litorales en los bancos de arenas y limos, y la temperatura estival del agua es muy baja (8-12° C), por el vertido desde la presa de Compuerto. Predomina la litología gruesa de cantos y bloques.

La zona P2 corresponde a un tramo de 1 km de longitud en el río Besandino, bien conservado, con aguas transparentes estacionales, de menores dimensiones, y únicamente con estrato arbustivo en la ribera. Posee características típicas de un tramo fluvial alto de corriente turbulenta, y de granulometría variada (gravas y cantos, y escasean las zonas con arenas y fangos). Se alternan tramos soleados someros y zonas con vegetación sumergida y macrófitas emergentes y sumergidas. A pesar de

Fig. 1.- Red hidrográfica en el área de estudio y detalle de las cuatro zonas de muestreo para odonatos (P1-P4, ver Anexo). Se indica la localización de las estaciones de aforo (E.A.).

Fig. 1.- Hydrographic network in the study area and detail of the four odonata sampling areas (P1-P4, see Annex). The location of the gauging stations (E.A.).

la existencia de una presa aguas arriba a unos 4-5 km, el régimen hidrológico apenas está condicionado por ésta debido a que el embalse de Besande no llegó a ponerse en marcha nunca por problemas estructurales de la propia presa. De este modo se puede considerar este tramo como el de un río no alterado con unas condiciones térmicas y de caudal naturales. La menor profundidad del cauce y el nivel de insolación del agua ayudan a conseguir un régimen térmico más acorde con lo esperado sobre todo en verano.

El punto de muestreo P3 es un pequeño embalse con poca superficie y aguas no muy profundas. En sus orillas abunda la vegetación acuática sumergida y la sauceda arbustiva de orilla, aunque escasean las helófitas en las orillas. Se muestrearon las zonas someras próximas a la cola y una banda de unos 350 m cerca del azud del embalse de la C.T. de Velilla, con menor transparencia del agua que el resto de puntos.

La estación de muestreo P4 es un tramo (casi 1 km) inmediatamente aguas debajo de este embalse. La granulometría del lecho, la velocidad de la corriente y profundidad son similares a P1, aunque la temperatura es superior debido a la influencia atemperante del embalse. La vegetación acuática litoral y sumergida es abundante, con mayor presencia de helófitas, y sauceda arbustiva con fresnos y alisos en las orillas (ver Anexo).

Metodología del muestreo

Los muestreos se realizaron de junio a septiembre durante los años 2014 y 2015, mediante transectos a lo largo de las zonas de muestreo por la orilla de las masas de agua. La búsqueda de adultos se realizó en días soleados, con escaso o nulo viento y temperaturas ambientales entre 16 y 30 °C. Se evitaron las primeras y últimas horas del día siguiendo la metodología indicada por Smallshire y Beynon (2010). Los recorridos de cada año (junio: dos días; julio: 1 día; agosto: un día; septiembre: dos días) fueron realizados por dos personas, una por dentro del agua y otra fuera, equipados con manga entomológica para la captura e identificación “in vivo” de los ejemplares, cubriendo cada día de muestreo todas las zonas. Se utilizaron además de forma auxiliar cámaras tipo bridge 50x para fotografiar ejemplares a distancia.

Para localizar exuvias o larvas emergiendo del agua se inspeccionaron visualmente las orillas y los islotes del cauce; se realizaron asimismo mangueros con salabre sobre los fondos vadeables y entre la vegetación sumergida para la detección de fases larvarias. También se llevaron a cabo recorridos en las masas arbustivas y boscosas próximas al agua en busca de adultos en fase de maduración. La identificación de los adultos capturados se hizo “in vivo” y las larvas y exuvias recogidas fueron conservadas en etanol 70% e identificadas mediante lupa binocular con ayuda de claves específicas (Conesa, 1985; Doucet, 2011; Brochard *et al.*, 2012; Brochard y van der Ploeg, 2014).

Análisis de datos

La temperatura del agua (T), la conductividad (COND), el pH, el oxígeno disuelto (O₂) y los sólidos totales disueltos (TDS) se midieron “in situ” todos los días y en cada zona de muestreo (salvo P3) mediante sonda multiparamétrica Hanna HI9828. Con el fin de examinar la hipótesis de que las muestras para los parámetros anteriores provengan de la misma población o de poblaciones de idéntico comportamiento, frente a la alternativa de que no todas procedan de la misma población se utilizó el test de H de Kruskal-Wallis.

Con el objetivo de poder medir la similitud o disimilitud existente entre las zonas de muestreo se calculó la diversidad beta entre comunidades mediante el coeficiente de similitud J de Jaccard (Magurran, 2003; Gardener, 2017).

Para comparar el régimen de caudales fluyentes se obtuvieron datos a partir de series largas (1961-2015) registrados en las estaciones de aforo oficiales de Confederación Hidrográfica del Duero, ubicadas debajo de la presa de Compuerto (E.A. 2037) y en Besande (E.A. 2035) (Figura 3).

Tanto el método de alisado exponencial empleado en la figura 2, como el resto de cálculos y análisis estadísticos se hicieron utilizando el programa Statistica (StatSoft, Inc., 2008).

Con el fin de representar la cartografía de citas (Figura 1) y calcular de este modo las distancias, altitudes y pendientes se utilizó un Sistema de Información Geográfica ArcGIS 9.2 (ESRI, Inc.) sobre capas vectoriales de la red hidrográfica propia del sistema cartográfico Mírame-IDE-Duero (datos y capas disponibles en: www.mirame.chduero.es/).

Resultados

Se constató la presencia de 11 especies (6 zigópteros y 5 anisópteros) en el área de estudio, que suponen el 24% de las 46 especies citadas en la provincia de Palencia en Prunier et al. (2015). El conjunto total de datos incluye 23 citas conseguidas entre junio y septiembre. La especie más frecuentemente detectada en fase adulta fue *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807), que también resultó ser la mejor representada en las diferentes masas de agua apareciendo en tres de los cuatro puntos de muestreo; al igual que *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer, 1776); aunque esta última en P1 se encontraba ligada a un pequeño canal aledaño y no en el propio cauce del Carrión (Tabla 1). En el embalse (P3) se detectaron cinco especies y en el eje del río debajo de Compuerto (P1) únicamente una especie (Tabla 1). El coeficiente J mostró menor similaridad entre la comunidad del río Besandino (P2xP1= 0,17; P2xP3 = 0,13;

Taxones	P1	P2	P3	P4
<i>Calopteryx xanthostoma</i> (Charpentier, 1825)			X	
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)		R		
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)			R	X
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)			R	
<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)		R		
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	X*		X	X
<i>Cordulegaster boltonii</i> (Donovan, 1807)	X	R		R
<i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)			X	
<i>Aeshna mixta</i> (Latreille, 1805)	X*			
<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)				X
<i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798)		R		
Riqueza ZYGOPTERA	1	2	4	2
Riqueza ANISOPTERA	2	2	1	2

* Detectadas fuera del cauce principal

Tabla 1.- Distribución de las diferentes especies a lo largo de los puntos de agua muestreados (n: número de transectos), y puntos donde se han hallado indicios de reproducción mediante larvas o exuvias. [X: presencia de la especie, R: presencia con reproducción confirmada]

Table 1.- Distribution of the species along the water points sampled (n: number of transects), and locations where evidence of reproduction by larvae or exuviae has been found. [X: presence of the species, R: presence with confirmed reproduction].

P2xP4= 0,14) y el resto de las estaciones lólicas y leníticas del Carrión, que entre ellas (P1xP3= 0,40; P1xP4= 0,40; P3xP4= 0,29).

En P1 es resaltable la escasez de odonatos con una única especie observada (un solo adulto en vuelo) y sin evidencias de reproducción, mientras que en P2, P3 y P4 aparecen un mayor número de especies e indicios de reproducción en todas estas zonas para seis de las 10 especies detectadas (Tabla 1).

Se determinó un amplio gradiente de temperatura (8 °C de media entre el punto más frío y el más cálido) durante los meses de verano pese a su proximidad geográfica (Figura 2).

Del mismo modo que la temperatura, el ritmo de caudales durante el verano también está invertido en P1 (Figura 3), ya que tienen los máximos de agua fluyente en verano y los mínimos en invierno.

El test H resultó significativo para la comparación de las medianas térmicas (H_{TTA} : 7,72, $p<0.05$), mientras que para los demás parámetros de calidad del agua no se

Fig. 2.- Evolución de los parámetros fisicoquímicos del agua medidos en el periodo de verano y otoño (2014 y 2015). El sombreado representa el método de alisado exponencial ($\lambda: 0,05$). [*T*: temperatura del agua, *O2*: oxígeno disuelto, *COND*: conductividad eléctrica, *pH*, *TDS*: sólidos totales disueltos].

Fig. 2.-Evolution of the physicochemical parameters of water measured in summer and autumn period (2014 and 2015). Shading represents the exponential smoothing method ($\lambda: 0,05$). [*T*: water temperature, *O2*: dissolved oxygen, *COND*: electrical conductivity, *pH*, *TDS*: total dissolved solids].

encontraron diferencias. Aunque para *COND* y *TDS* los valores de P1 fueron más elevados, y de mayor rango de variación (Figura 2).

Los valores de temperatura en P1 son bajos, estables y sin máximo estival, mientras que los demás parámetros varían en verano. Las temperaturas en P2, P3 y P4 sufren un aumento en verano (Figura 2).

Discusión

El patrón de temperatura del agua encontrado en el alto Carrión implica una inversión térmica (con aguas mucho más frías de lo normal durante el verano) del caudal, respecto de lo que se supone sería el régimen natural esperado si no se viera afectado

Fig. 3.- Gráfica de ritmo porcentual de caudales, a lo largo de un año hidrológico (OCT - SEP) y una sucesión estacional (OTO - VER), en las estaciones de aforo; consideradas de ritmo natural en el Besande (EA2035) de ritmo regulado para el riego en Compuerto (EA2037). Periodo 1961-2015.

Fig. 3.- Graph of percentage flow rhythms, over a hydrological year (OCT - SEP) and a seasonal succession (AUT - SUM), in the gauging stations; considered to have a natural rhythm in the Besande (EA2035) and a regulated rhythm for the irrigation in Compuerto (EA2037). 1961-2015 period.

por la dinámica estival de vertido de agua para el riego agrícola desde el embalse de Compuerto. La baja temperatura durante todo el año en P1, y especialmente los meses de verano (estable y sin aumentar) causada por las descargas para uso de riego de las aguas del hipolimnion de Compuerto, parece ser la causa más probable que explicaría la pobreza en especies de odonatos descrita en el presente trabajo. Los demás parámetros en esta zona sí sufren variaciones en el periodo estival, tal y como corresponde a un río de montaña húmeda silíceo. Paralelamente, se aprecia como las temperaturas en las demás zonas sufren un aumento o variación natural durante los meses de verano.

Esta variación estacional en los meses estivales parece indicar que el efecto del pequeño embalse existente en P3 no supone un efecto negativo sobre P4 en cuanto al aporte de aguas frías en verano, al contrario de como sucede en P1 con el embalse de Compuerto. Los embalses como hábitats antropizados soportan cambios intensos en cuanto al régimen hidrológico y pueden constituir hábitats favorables que aprovechan gran cantidad de especies especializadas en reproducirse en aguas estancadas y someras (Hardersen, 2008), provocando la ausencia de reófilas.

Si comparamos la riqueza de odonatos de la zona estudiada con las publicadas en zonas más o menos próximas y similares características como es un río de montaña

cantábrica con un gran embalse en cabecera (río Ebro a su paso por el espacio natural de las Hoces del alto Ebro y Rudrón), observamos que la riqueza en cuanto al número de especies para el tipo de medios muestreados es semejante (Vega *et al.*, 2004).

Los datos de 2014 y 2015 apuntan a que en el cauce del Carrión aguas debajo de Compuerto no se reproduce ningún odonato, ya que no se encontraron ni larvas ni exuvias, a pesar de ser un tramo extenso (unos 3,5 km) que incluye una gran variedad de hábitats. Este hecho probablemente deba achacarse a las alteraciones térmicas y de caudal que sufre el río debido a los usos consuntivos del agua en el verano. Nuestros datos apoyan la hipótesis de influencia térmica negativa en la odonatofauna en un tramo que recibe agua muy fría desde el hipolimnion de un gran embalse, y que por lo tanto impediría o limitaría el desarrollo larvario de estos insectos. Esta influencia negativa del componente térmico del hábitat se vería reforzada de manera sinérgica por el aumento del caudal de un modo antinatural en verano como consecuencia de los usos consuntivos del agua.

En P2 el régimen térmico estival de aguas cálidas refleja una mayor riqueza en especies reproductoras. Lo mismo sucede en P3 y P4 también con mayor número de especies detectadas e indicios de reproducción en ambos casos. Todo parece indicar que los represamientos de menor entidad provocan un efecto de aumento en la diversidad atemperando el agua y aportando microhábitats leníticos de orillas tranquilas y buenas coberturas de macrófitas, en las que se asientan otras especies, constituyéndose en este caso como hábitats favorables para la odonatofauna local (Hardersen, 2008). Además y según los datos obtenidos, parece que la influencia negativa (aguas frías en verano) por debajo de estos pequeños embalses no existe o al menos está atenuada respecto al caso de grandes presas.

Es probable que la doble alteración (temperatura y caudal) del régimen natural del Carrión en los meses de verano sea clave en el desarrollo larvario de invertebrados acuáticos, y por lo tanto en la escasa riqueza detectada. Si comparamos los tres tramos lóticos destaca en primer lugar la escasez de citas en P1 respecto a P2, a pesar de coincidir en los valores de los parámetros indicadores de la calidad de agua y en el grado de conservación de la ribera (Anexo), y de estar separados tan solo unos 400 metros de distancia. No se han detectado otros factores de alteración sustancial de la ecología del río, dado que el resto de parámetros analizados presentaron valores normales propios de ríos en buen estado de conservación.

Tanto para *C. boltonii* como *Boyeria irene* (Fonscolombe, 1838), ambas especies reófilas típicas de aguas corrientes, se ha indicado su intolerancia a la contaminación y han sido propuestas como indicadoras de calidad del agua en estado larvario (Torralba-Burrial, 2009; Martín y Manyou, 2016).

Parece deducirse que la alteración del régimen hidrológico y térmico natural de un río permanente como el río Carrión durante la época de reproducción sería un factor

determinante en la composición y diversidad de la odonatofauna. Por otra parte, los odonatos encuentran en otras masas de agua estacionales, o incluso de flujo intermitente, los hábitats adecuados poder completar sus ciclos vitales. Debido a que es más difícil favorecer a las especies lólicas por el efecto negativo de un gran embalse, sería posible llevar a cabo una mejora de la llanura aluvial en favor de la conservación de las comunidades de libélulas y caballitos de agua, ampliando con pequeños humedales y masas de agua la red fluvial natural (Chovanec y Waringer, 2001).

Finalmente señalamos también que el muestreo únicamente de adultos en vuelo puede producir una imagen falseada de la odonatofauna fluvial, debido a que, medios sometidos a sequía temporal son colonizados con facilidad cada año por especies univoltinas (Hardersen, 2008; Raebel *et al.*, 2010; Bried *et al.*, 2012). Por su parte, la presencia de larvas en el embalse de Velilla (salvo de *C. xanthostoma*) podría corroborar su importante papel como lugar de reproducción en este tramo alto del Carrión. Este resultado parece relevante, ya que en el entorno de Velilla se constató una gran escasez de otros medios acuáticos de reproducción para libélulas y caballitos, como canales, arroyos, charcas o pilones.

Agradecimientos

Los trabajos de campo sobre odonatos se desarrollaron dentro del Proyecto de Investigación “Estudio y caracterización de la biodiversidad en el entorno de la central térmica de Velilla del Río Carrión, Palencia”, financiado a través de la Cátedra Iberdrola de la Universidad de Salamanca durante los años 2014 y 2015. Los muestreos fueron autorizados por el Servicio Territorial de Fomento y Medioambiente de Palencia.

Bibliografía

- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R., 1987. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bried, J. T., D’Amico, F., Samways, M. J., 2012. A critique of the dragonfly delusion hypothesis: why sampling exuviae does not avoid bias. *Insect Conserv. Divers.* 5(5), 398–402. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00171.x>
- Brochard, CH., Groenendijk, D., van der Ploeg, E., Termaat, T., 2012. Fotogids Larvenhuidjes van Libellen. KNNV Uitgeverij. Vereniging voor Veldbiologie, Trento, Italia.
- Brochard, CH., van der Ploeg, E., 2014. Fotogids Larven van Libellen. KNNV Uitgeverij. Vereniging voor Veldbiologie, Trento, Italia.
- Chovanec, A., Waringer, J., 2001. Ecological integrity of river/floodplain-systems - assessment by dragonfly surveys. *Regul. Rivers Res. Manag.* 17, 493–507.

- Conesa, M.A., 1985. Larvas de odonatos. Col. Claves para la identificación de la fauna española. Nº 14. Ed. Universidad Complutense, Madrid.
- Corbet, P.S., 1999. Dragonflies, Behaviour and Ecology of Odonata. Harley Books, Colchester.
- Corbet, P.S., 2002. Stadia and growth ratios of Odonata: a review. *Int. J. Odonatol.* 5, 45-73.
- Corbet, P.S., Suhling, F., Soendgerath, D., 2006. Voltinism of Odonata: a review. *Int. J. Odonatol.* 9, 1-44.
- Córdoba-Aguilar, A., 2008. Dragonflies and damselflies: Model organisms for ecological and evolutionary research. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Cothran, M.L., Thorp, J.H., 1982. Emergence patterns and size variation of Odonata in a thermal reservoir. *Freshw. Invertebr. Biol.* 1(4), 30-39.
- Doucet, G., 2011. Clé de détermination des Exuvies des Odonates de France. 2^e ed. Société Française D'Odonatologie.
- Eversham, B.C., Cooper, J.M., 1998. Dragonfly species richness and temperature: national patterns and latitude trends in Britain. *Odonatologica* 27, 307-316.
- Gardener, M., 2017. Statistics for Ecologists Using R and Excel 2nd Edition. Data Collection, Exploration, Analysis and Presentation. Pelagic Publishing. Exeter, UK.
- Hardersen, S., 2008. Dragonfly (Odonata) communities at three lotic sites with different hydrological characteristics. *Ital. J. Zool.* 75(3), 271-283.
- Magurran A.E., 2003. Measuring biological diversity. Wiley Blackwell Science, Oxford.
- Martín, R., Manyou, X., 2016. Dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of habitat quality in Mediterranean streams and rivers in the province of Barcelona (Catalonia, Iberian Peninsula). *Int. J. Odonatol.* 19, 107-124.
- Ocharan, F., Torralba-Burrial, A., 2004. La relación entre los odonatos y la altitud: el caso de Asturias (Norte de España) y la Península Ibérica (Odonata). *Bol. Soc. Entomol. Aragonesa* 35, 103-116.
- Pritchard, G., Leggott, M., 1987. Temperature, incubation rates and the origins of dragonflies. *Advances in Odonatology* 3, 121-126.
- Pritchard, G., Harder, L.D., Mutch, R.A., 1996. Development of aquatic insect eggs in relation to temperature and strategies for dealing with different thermal environments. *Biol. J. Linn. Soc.* 58, 221-244.
- Prunier, F., Brotóns, M., Cabana, M., Campos, F., Casanueva Gómez, P., Chelmick, D., Cordero-Rivera, A., Díaz Martínez, C., Evangelio, M., Gainzarain, J., García-Moreno, J., Lockwood, M., de los Reyes, L., Mañani-Pérez, J., Mezquita, I., Muddeman, J., Ocharan, F., Otero Pérez, F., Prieto, E., Zaldivar, R., 2015. Actualización del inventario provincial de Odonatos de España peninsular e Islas Baleares. *Boletín Rola* 6, 59-84.

Raebel, E. M., Merckx, T., Riordan, P., Macdonald, D. W., Thompson, D. J., 2010. The dragonfly delusion: why it is essential to sample exuviae to avoid biased surveys. *J. Insect Conserv.* 14(5), 523–533. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9281-7>

Schmidt, E., 1985. Habitat inventarization, characterization and bioindication by a 'Representative Spectrum of Odonata Species (RSO)'. *Odonatologica* 14(2), 127-133.

Smallshire, D., Beynon, T., 2010. Dragonfly Monitoring Scheme Manual. British Dragonfly Society.

StatSoft, Inc., 2008. Statistica (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.

Torralba-Burrial, A., 2009. Estado ecológico, comunidades de macroinvertebrados y de odonatos de la red fluvial de Aragón. Consejo Económico y Social de Aragón, Zaragoza.

Val, R., 2003. Incidencia de los embalses en el comportamiento térmico del río Ebro. Caso del sistema de embalses Mequinenza - Ribarroja - Flix en el río Ebro. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Vega, F., García-Criado, F., Valladares, L., 2004. Odonatofauna del Espacio Natural Hoces del Alto Ebro y del Rudrón (Burgos, España). *Bol. Soc. Entomol. Aragonesa* 34, 147-150.

Waringer, J.A., Humpesch, U.H. 1984. Embryonic development, larval growth and life cycle of *Coenagrion puella* (Odonata: Zygoptera) from an Austrian pond. *Freshw. Biol.* 14, 385-399.

Wiederholm, T., 1984. Responses of aquatic insects to environmental pollution. En: Resh, V.H., Rosenberg, D.M. (Eds.), 508-557. *The ecology of aquatic insects*. Praeger Publishers, Nueva York.

Fecha de recepción / Date of reception: 22/01/2020

Fecha de aceptación / Date of acceptance: 16/05/2020

Editor Asociado / Associate editor: Alberto Castro

Anexo. Características principales de las masas de agua en la red de puntos de muestreo durante el periodo de actividad de los odonatos.

Annex. Main characteristics of the water bodies in the network of sampling points during the odonata activity period.

Tramo	P1 tramo alto del Carrión	P2 arroyo Besandino	P3 embalse de Velilla	P4 tramo bajo del Carrión
Altitud (msnm)	1161 - 1120	1142 - 1128	1116 - 1115	1105 - 1099
Pendiente promedio	0.0136	0.0110	0.0005	0.0041
Dinámica hidrológica	Lótica turbulenta, alternancia de rápidos, rabiones someros y pozas profundas.	Lótica turbulenta, alternancia de rápidos con tramos someros de escasa profundidad.	Léntica, aguas embalsadas poco profundas.	Lótica turbulenta, alternancia de rápidos, rabiones someros y pozas profundas.
Hidroperiodo · hídrico · térmico°C)	permanente 6,76 - 12,32	temporal 4,76 - 22,47	permanente	permanente 9,77 - 14,74
Lecho del cauce	Gravas y bloques, pocas arenas y limos.	Gravas y bloques, apenas arenas y limos.	Gravas, arenas y limos.	Gravas y bloques, pocas arenas y limos.
Bosque de ribera	Denso y de gran porte, se alternan tramos estrechos sombreados con tramos más anchos suficientemente soleados.	Denso y de gran porte, sombrea gran parte del cauce	Existente en la orilla aunque no sombrea apenas respecto del total de la masa de agua.	Denso y de gran porte, se alternan tramos estrechos sombreados con tramos más anchos suficientemente soleados. Es de mayor anchura en general que en P1.
Fotografías