



Fotografía: Ana María García López

PALMA NOVOA, R.¹; FRONTERA, E.¹; RUIZ-ARRONDO, I.²; PELÁEZ, M.Á.³; REINA, D.¹; PÉREZ-MARTÍN, J.E.¹; SÁNCHEZ-MURILLO, J.M.^{4,5}; BRAVO-BARRIGA, D.^{1,6}

¹ Unidad de Parasitología, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura, Cáceres, España.

² Centro de Rickettsiosis y Enfermedades transmitidas por Artrópodos Vectores, Hospital Universitario San Pedro-CIBIR, Logroño, España.

³ Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.

⁴ Departamento de Parasitología, Laboratorio de Sanidad Animal de Badajoz, Junta de Extremadura, España.

⁵ Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz, España.

⁶ Grupo de investigación en Sanidad Animal y Zoonosis (GISAZ). Unidad de investigación en Zoonosis y Enfermedades Emergentes (ENZOEM). Universidad de Córdoba, España.

Presencia y distribución de simúlidos en zonas urbanas y periurbanas de Extremadura

Introducción

Los artrópodos constituyen el filo más extenso en el Reino Animal y se encuentran en prácticamente todos los ecosistemas (Edgecombe, 2010). Los grupos más destacados desde la perspectiva sanitaria son los arácnidos e insectos (Mullen y Durden, 2002). A lo largo de la historia, los insectos han desencadenado numerosas pandemias que han diezmando la población humana, debido a su capacidad de transmitir diversos patógenos que producen enfermedades como la peste, el tifus o el paludismo. Entre las enfermedades de transmisión vectorial por insectos más importantes actualmente a nivel global se encuentran los virus del Zika, dengue, chikungunya, fiebre amarilla, virus del Nilo y encefalitis japonesa, así como también algunas parasitosis como el paludismo, filariasis linfática, esquistosomiasis, oncocercosis, enfermedad de Chagas y leishmaniosis. Estas

enfermedades, normalmente restringidas a zonas tropicales, son cada vez más comunes en zonas templadas debido, entre otras razones, a la propagación de los invertebrados hematófagos que actúan como vectores debidos, por ejemplo, al cambio climático. Enfocarse en el estudio de estos vectores, responsables de molestias y transmisión de patógenos, es esencial para prevenir la mayoría de las enfermedades de transmisión vectorial.

Un insecto de gran importancia como plaga emergente e impacto sanitario en España en los últimos años son los simúlidos (Diptera, Simuliidae), comúnmente

conocidos como "moscas negras" (Figura 1).

Hasta hace poco, se estudiaban principalmente desde una perspectiva limnológica. Sin embargo, en las dos últimas décadas, han proliferado en nuevos ecosistemas fluviales y agrícolas, afectando la salud humana y animal debido a sus molestas picaduras (Ruiz-Arrondo et al., 2014). Además de los problemas de salud y bienestar, esta plaga también impacta en la economía de las áreas afectadas limitando las actividades al aire libre.

Los simúlidos, son dípteros hematóceros pertenecientes a la fa-



Figura 1. Adulto de mosca negra. Fuente: Mikel Alexander González.

milia Simuliidae, compuesto por una amplia variedad de especies. Presentan un ciclo holometábolo, es decir, de metamorfosis completa, cuyas fases inmaduras se desarrollan en aguas corrientes de ríos y arroyos, mientras que los adultos tienen una vida aérea (Estay et al., 2017). Las hembras son hematófagas, y según la especie, pueden tener una preferencia alimentaria ornitófila o mamófila, incluyendo éstas últimas al ser humano. Son insectos telmófagos, porque para alimentarse de los hospedadores, cortan la piel, ingiriendo la sangre que se forma en la herida, e introduciendo en el proceso con su saliva sustancias anestésicas, vasodilatadoras y anticoagulantes (Cupp y Cupp, 1997). Durante la picadura, son capaces de transmitir varios patógenos a poblaciones animales y humanas, incluyendo los parásitos *Leucocytozoon* spp., *Onchocerca* spp., *Trypanosoma* spp. o el virus de la Mixomatosis (Crooskey, 1990).

Los simúlidos están conformados por 2398 especies vivas, clasificadas en 26 géneros, siendo *Simulium* el más numeroso. Según Adler (2022) existen 55 es-

pecies en España, de las cuales 51 de ellas están presentes en la Península Ibérica, 3 son endémicas del archipiélago canario y una de las Islas Baleares.

Desde 2017, varios lugares en España, como Madrid, Murcia, La Rioja, Aragón, Córdoba, Cataluña y Comunidad Valenciana, han experimentado un aumento en las picaduras y molestias de estos dípteros nematóceros (López-Peña y Jiménez-Peydró, 2019; Ruiz-Arrondo et al., 2014, 2020). Dado su papel potencial como portadores de patógenos y las molestias causadas por sus picaduras, se requieren programas de vigilancia y control efectivos, donde la intervención de la administración a varios niveles es crucial.

Por tanto, Extremadura no se encuentra ajena a estos desafíos, y es necesario mantener una vigilancia entomológica transversal de estos vectores ya presentes para adquirir un conocimiento básico sobre su diversidad y dinámicas poblacionales. Aunque se tiene limitada y antigua información sobre la presencia de algunas especies en cuencas hidrográficas de la región (estudios de

Martínez de hace más de 25 años, en 1996), no se tiene información sobre la magnitud de las molestias y las consecuencias en la Salud Pública en áreas urbanas y periurbanas cercanas a los núcleos de población.

Objetivos

Este artículo es el tercero sobre la serie, dedicada al estudio de insectos vectores de enfermedades en zonas urbanas de Cáceres y Badajoz, dentro de un proyecto de investigación financiado por el Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz y ejecutado por distintos investigadores de la Facultad de Veterinaria de la UEX y con la colaboración de expertos entomólogos externos de otras instituciones.

Los objetivos específicos del presente trabajo fueron:

- Identificar las principales especies de simúlidos en cursos de agua de zonas urbanas y periurbanas de las ciudades de Badajoz y Cáceres.
- Conocer la distribución y estacionalidad de simúlidos en las ciudades de Badajoz y Cáceres.
- Valorar el riesgo para la salud pública y animal en función de la presencia y abundancia de las especies identificadas.

Material y métodos

Se realizó una búsqueda activa de pupas de simúlidos en cursos de agua en las áreas urbanas y también periurbanas de Badajoz y Cáceres. La captura se realizó mensualmente, desde abril de 2021 hasta marzo de 2022.

En Cáceres, se seleccionaron dos puntos de muestreo (Figura 2): la Ribera del Marco a su paso más cercano por el Hospital San Pedro de Alcántara y la Ribera del Marco en una zona periurbana cercana a varias explotaciones ganaderas.

En Badajoz, fueron también dos los puntos seleccionados (Figura 3): En la confluencia del río Rivillas con el Calamón, en una zona centro de la ciudad (urbana) y en el Azud del Guadiana, zona periurbana pero muy transitada por personas, principalmente familias que van a disfrutar de la naturaleza y también deportistas.



Figura 2: Distribución de los puntos de muestreo en la ciudad de Cáceres. A: Ribera del Marco (zona urbana); B: Ribera del Marco (zona periurbana).



Figura 3: Distribución de los puntos de muestreo en la ciudad de Badajoz. A: Confluencia ríos Rivillas y Calamón; B: Azud del Guadiana.



Figura 4. Diversos momentos de muestreo por el personal investigador

Método de captura de pupas
Se recogieron diferentes sustratos vegetales con formas preima-

ginales de simúlidos adheridas. Por su mayor facilidad en la identificación taxonómica, única-

mente se cuantificaron y se identificaron las pupas (Figura 4 y Figura 5).

Cada muestra se sumergió en etanol 80% hasta su procesado en los laboratorios de Parasitología de la Facultad de Veterinaria de Cáceres. Posteriormente, se llevó a cabo la separación de las pupas de los sustratos a los que estaban adheridas y su posterior identificación.

Identificación taxonómica

De cada punto de muestreo y por cada mes se analizaron un total de 50 pupas procedentes de distintos sustratos. La identificación morfológica de las pupas se realizó examinando la morfología de los filamentos respiratorios y el estuche pupal siguiendo las claves dicotómicas de Gloria González (1997). Como existen numerosas especies crípticas que no se pueden separar únicamente por las características morfológicas de las pupas, se realizó también una identificación molecular a través del gen COI de individuos seleccionados siguiendo el protocolo de Ruiz-Arrondo et al. (2018).



Figura 5: Muestras de pupas y larvas de simúlidos asociadas a la vegetación obtenidas de su captura en los diferentes puntos de muestreo. A, B y C: pupas y larvas adheridos a diferente vegetación

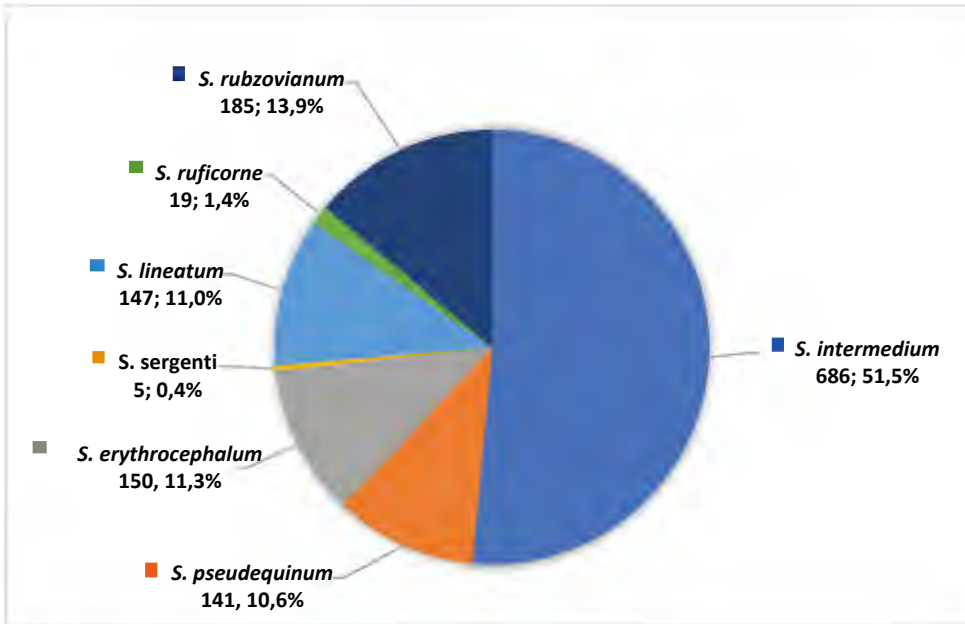


Figura 6: Especies de simúlidos encontradas en Extremadura, con el número de ejemplares analizados y el porcentaje encontrado de cada una de ellas.

antropófila, generando molestias severas y cuadros de reacciones alérgicas en aquellas zonas con alta abundancia (Ruiz-Arrondo et al., 2017). Las tres especies que se engloban dentro del subgénero *Wilhelmia* son mamófilas, siendo ávidas picadoras del ganado, sintiéndose atraídas por las personas, aunque no les llegan a picar. Lo que se traduce en molestias por su revoloteo constante alrededor de la cabeza de las personas.

En la Figura 7 se muestra la morfología de los filamentos respiratorios de cada una de las especies identificadas.



Figura 7: Diferencias morfológicas con interés taxonómico de los filamentos respiratorios de las pupas identificadas en Extremadura. A: *S. intermedium*. B: *S. pseudequinum*. C: *S. sergenti*. D: *S. erythrocephalum*. E: *S. ruficorne*. F: *S. lineatum*. G: Subgénero *Eusimulium*.

de al menos siete especies del género *Simulium* (Figura 6). Algunas de las pupas identificadas morfológicamente estaban integradas en el subgénero *Eusimulium*, cuyas especies son difíciles de distinguir por su morfología. Dentro de este subgénero la especie identificada en este trabajo probablemente fuera *S. rubzovianum*, dado que, en la revisión cromosómica llevada a cabo por Adler en el 2015, se indicó que todas aquellas especies citadas como *S. velutinum* para la península ibérica, debían ser consideradas como *S. rubzovianum*, dejando circunscrita *S. velutinum* al continente africano.

Las especies dominantes fueron *S. intermedium* y los integrantes que conforman el subgénero *Eusimulium*, seguidos de *S. pseudequinum* y *S. erythrocephalum*. Siguiendo a las anteriores, se encuentra *S. lineatum* y con una menor representación *S. ruficorne* y *S. sergenti*. De las especies identificadas, *S. erythrocephalum* es sin duda la especie más importante en salud pública, pues es muy

Especies identificadas molecularmente

Se analizaron 11 pupas mediante PCR del gen COI y posterior secuenciación Sanger para confirmar las diferentes especies identificadas morfológicamente.

De estas 11 muestras, 4 pupas del subgénero *Eusimulium* fueron identificadas como *S. rubzovianum*, otras 4 muestras analizadas molecularmente confirmaron la especie *S. ruficorne*. El análisis de otras 2 muestras pertenecientes a Badajoz, dieron como resultado a *S. erythrocephalum*. Por último, una de las 11 muestras pertenecientes al área de Badajoz, tuvo como resultado la identificación de la especie *S. intermedium*.

Distribución de especies según ciudades

En la provincia de Badajoz se identificaron seis especies, resaltando que las especies dominantes fueron *S. erythrocephalum* (30,49%) y *S. lineatum* (29,67%), seguidas del subgénero *Eusimulium* (26,42%) y *S. pseudequinum*

Resultados y discusión

Especies identificadas morfológicamente

Entre abril de 2021 y marzo de 2022 se analizaron un total de 1333 pupas de simúlidos. El análisis morfológico de las pupas reveló la presencia

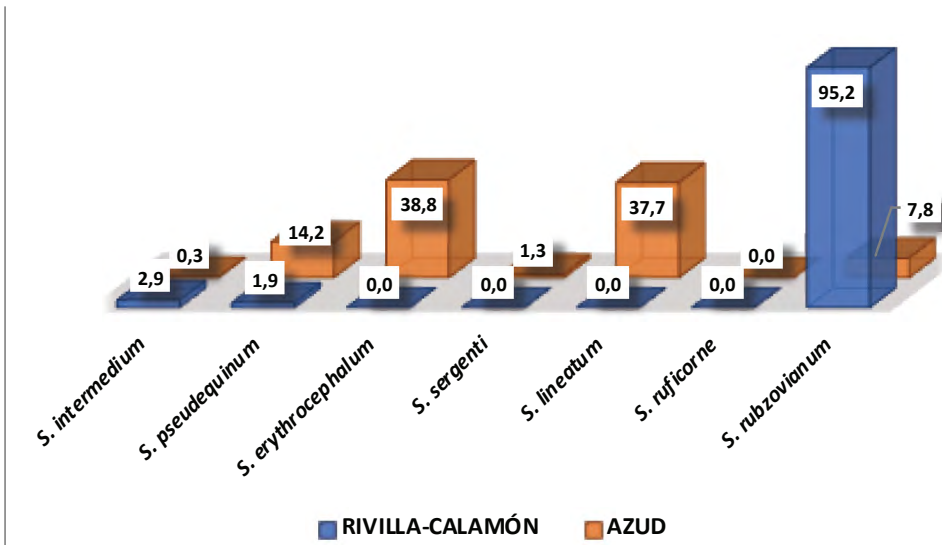


Figura 8: Porcentaje de ejemplares capturados en Badajoz según las especies recogidas en la confluencia de los ríos Rivilla y Calamón (zona urbana en azul) y en el Azud del Guadiana (zona periurbana en naranja).

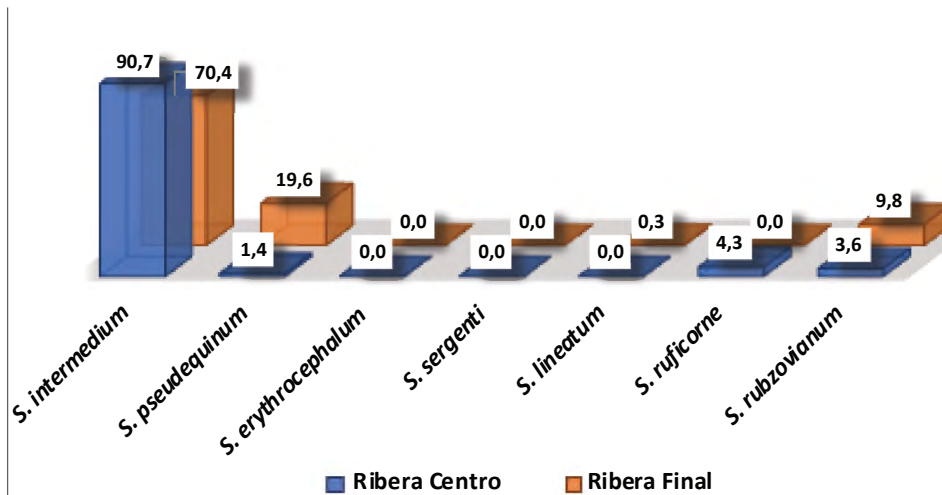


Figura 9: Porcentaje de ejemplares capturados en Cáceres según las especies recogidas en la Ribera del Marco junto al Hospital San Pedro de Alcántara (zona urbana en azul) y en la Ribera del Marco junto a explotaciones ganaderas (zona periurbana en naranja).

(11,59%). En comparación con el conjunto de especies de Extremadura, no se registraron individuos de la especie *S. ruficorne*.

Si observamos por punto de muestreo, vemos que en el punto del Azud hay una mayor diversidad con respecto al punto de Rivilla en el centro de Badajoz (Figura 8). En zona periurbana (Azud), hay una elevada población de *S. lineatum* y *S. erythrocephalum*. En la ciudad de Vitoria (País Vasco), de las especies dominantes en zonas periurbanas destacó también *S. lineatum* (González et al., 2023). Se trata de una especie con amplia distribución paleártica (Zwick, 1978).

La especie *S. rubzovianum*, también hace su presencia en Badajoz con algo más de incidencia que en la ciudad de Cáceres. Además, aparece otra es-

pecie no encontrada en Cáceres, *S. sergenti*. En Rivilla-calamón (zona urbana) la especie *S. rubzovianum*, alcanza más del 95% del total de las capturas analizadas, y *S. intermedium* y *S. pseudequinum* también hacen su aparición en esta zona, pero con un porcentaje muy bajo (Figura 9). Esto puede ser debido a los distintos ambientes ecológicos que favorezcan el desarrollo de uno u otro tipo de especie de simúlido.

En el caso de Cáceres, se detectaron cinco especies. Destaca especialmente *S. intermedium*

(81,09%), que supera en porcentaje a las otras especies, por lo que se puede afirmar que es la especie dominante del área estudiada de Cáceres. La segunda especie más abundante fue *S. pseudequinum*, con un porcentaje similar al observado en la provincia de Badajoz (casi un 10%). Con un 6,54% encontramos a *S. rubzovianum*, seguido por *S. ruficorne* y *S. lineatum*. Hay que indicar que no fue encontrada *S. sergenti* en la provincia de Cáceres, aunque si bien es cierto su presencia en Badajoz también fue escasa. Finalmente, en la provincia de Cáceres, destaca la ausencia de *S. erythrocephalum*, que como ya se ha comentado es una especie muy importante en el ámbito de la Salud Pública.

Como podemos observar en el punto de nuestro cercano al Hospital San Pedro de Alcántara, la especie dominante fue *S. intermedium*, seguida de *S. ruficorne* y *S. rubzovianum*, pero en un porcentaje muy bajo en comparación con la primera (Figura 9).

Se observan prácticamente las mismas especies en la zona urbana y periurbana de la Ribera del Marco, posiblemente al tratarse del mismo cauce y con unas características físico-químicas del agua similares. Sin embargo, destaca el incremento de ejemplares capturados de *S. pseudequinum* (Figura 9) en zona periurbana, posiblemente por ser una zona con presencia de ganado por las que esta especie tiene especial afinidad.

Distribución de especies según temporalidad

Para completar el análisis de las especies encontradas en Extremadura, resulta esencial estudiar su distribución a lo largo del año.

salud pública y medio ambiente

En algunos puntos de muestreo no fue posible obtener muestras durante todos los meses, debido a la disminución o desecación del caudal como la confluencia del río Rivilla con el Calamón, en el centro de Badajoz, afectando al normal desarrollo del ciclo de estos insectos.

La Figura 10 exhibe la distribución temporal de las especies halladas en Extremadura a lo largo de un año (de abril de 2021 a marzo de 2022).

En general podemos observar que, a priori, la mayoría de las especies identificadas son multivoltinas, es decir, con varios ciclos anuales. La gráfica revela que *S. intermedium* mantiene presencia durante todo el año, siendo la población de pupas más abundante en enero, junio y noviembre. En los meses de febrero a abril, así como de septiembre a noviembre, su presencia se mantiene relativamente constante, pero en aumento.

Simulium rubzovianum, por su parte, se manifiesta principalmente en febrero, mayo y octubre, mientras que su nivel poblacional en fase de pupa es limitado durante el resto del año.

Simulium erythrocephalum muestra una mayor presencia en mayo, agosto y diciembre, manteniéndose esencialmente constante en los demás meses. Su aparición coincide con los meses de verano, cuando las temperaturas son más altas, así como en finales de año, cuando el cauce del río suele aumentar.

Tanto *S. pseudequinum* como *S. ruficorne* mantienen una presencia constante a lo largo del año, aunque se observa un ligero incremento en su fase pupal durante septiembre.

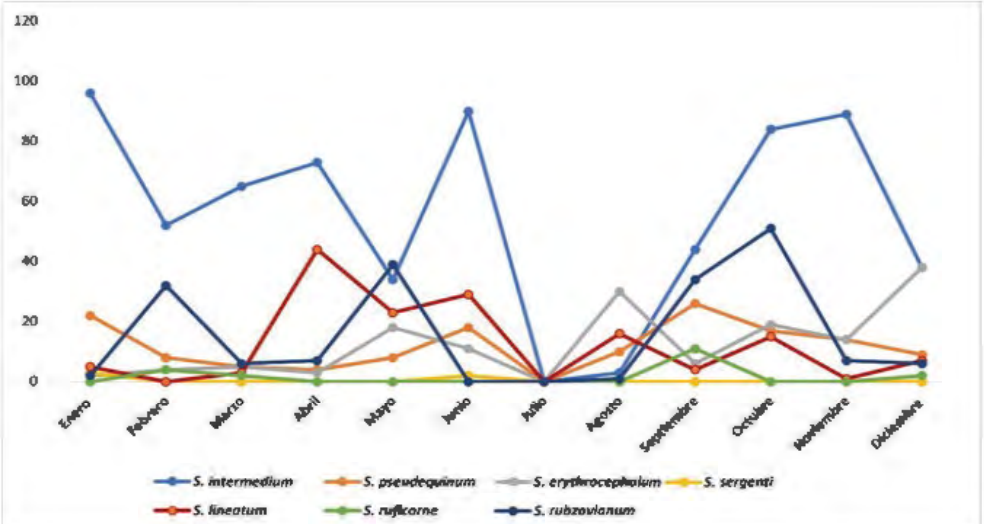


Figura 10: Distribución temporal de las especies encontradas en Extremadura.

En el caso de *S. lineatum*, se aprecia un aumento marcado en el número de individuos en fase de pupa en abril, uno de los meses con mayores lluvias. Sin embargo, sus densidades disminuyen a partir de mayo, coincidiendo con la llegada del verano.

Bioecología de las especies identificadas y su importancia sanitaria

Simulium (Simulium) intermedium Roubaud, 1906

Esta especie está ampliamente distribuida por toda la cuenca mediterránea (Rivosecchi, 1978) así como por Europa central. Tiende a ubicarse en torrentes y cursos fluviales de un amplio rango altitudinal, aunque González (1990) constata cierta preferencia por cotas intermedias o bajas. Considerada una especie que puede tener hábitos de alimentación antropofílicos, aunque preferentemente se alimenta de animales. Sin embargo, esta especie cobró especial interés recientemente en Italia al ser responsable de numerosos ataques a personas que vivían cerca del pueblo de Castel Gandolfo, a 15 km de Roma (Romiti et al., 2022). González et al. en el 2023 realizaron un estudio en las zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de Vitoria-Gasteiz, en el País Vasco, en el cual determinó, que la especie predominante en las zonas urbanas fue *S. intermedium*.

Simulium (Wilhelmia) pseudequinum Séguy, 1921

Se trata de una especie euriterma y multivoltina, con una distribución circunscrita a la cuenca mediterránea, ocupando la Península Ibérica, Italia, África del Norte y Grecia (Zwick, 1978). En España ocupa la mayor parte del territorio, a excepción de la Cornisa Cantábrica (González, 1990). Hay que destacar que se alimenta de varios hospedadores entre los que destacan los équidos, bóvidos y porcinos (Rivosecchi, 1978; Villanúa-Inglada et al., 2013) lo que implica que es una especie con gran impacto en sanidad animal.

Simulium (Boophthora) erythrocephalum (De Geer, 1776)

Es una especie con una amplia distribución paleártica. En Extremadura había sido detectada al oeste de la provincia de Cáceres y al este de Badajoz, aunque de forma dispersa (Martínez, 1996). Es una especie que coloniza ríos y riveras de aguas con corrientes moderadas y con substratos petrícolas y vegetal (Gracio, 1985).

Es una especie altamente antropofílica y responsa-

ble de las mayores molestias a humanos y que suele conllevar un aumento del número de consultas médicas por picaduras de artrópodos (Ruiz-Arrondo et al. 2014, 2020). Aunque a priori no parecen haber ocasionado ninguna alarma ni quejas importantes por parte de la población en la ciudad de Badajoz (información no contrastada con farmacias y/o centros de Salud), en otras ciudades españolas como Madrid, Logroño o Zaragoza es considerada una plaga de interés sanitario (González et al. 2023). Por ello, sería recomendable monitorizar estas zonas de Badajoz de forma continua, para conocer si las densidades de esta especie se incrementan, supongan un problema de salud pública y actuar en consecuencia.

***Simulium (Wilhelmia) sergenti* Edwards, 1923**

Es una especie con una gran capacidad de adaptación, ya que, siendo propia del norte de África, ha colonizado varios países europeos (Villanúa-Inglada et al., 2013).

Utiliza diversos cursos de agua, que van desde canales de riego hasta ríos de considerable profundidad, y a menudo se encuentra en compañía de las especies *S. pseudequinum* y *S. rubzovianum* (Villanúa-Inglada et al., 2013). Además, muestra una notable adaptabilidad a las variaciones de temperatura y salinidad en el entorno acuático, lo que la convierten en una excelente candidata para habitar los cursos de agua con poca luz. Esta especie, aunque con baja prevalencia, es también una de las responsables de las mayores molestias en España por estos insectos, debido a su revoloteo constante alrededor de las cabezas de las personas, in-

troduciéndose en la boca, orejas y nariz (Sánchez-López et al., 2017).

***Simulium (Wilhelmia) lineatum* (Meigen, 1804)**

Esta especie se caracteriza por su tendencia a colonizar tramos inferiores de ríos (Martínez, 1996). Es una especie multivoltina y eminentemente mamofílica, picando al ganado equino y bovino.

***Simulium (Nevermania) ruficorne* Macquart, 1838**

Es especialista en colonizar nuevos lugares, siendo la única especie conocida de las regiones afrotropical y paleártica (Cherairia M, Adler, 2018). Es altamente tolerante a las altas temperaturas y las sequías. En España, aunque en bajas densidades, está presente en la zona sur e Islas Baleares y Canarias (López-Peña y Jiménez-Peydró, 2017). Tiene una preferencia corroborada por aguas claras y de curso lento debido a sus estructuras de abanicos filtradores débiles (Rivers-Moore & Palmer, 2018). Se considera una especie con preferencias principalmente ornitofílicas (Crosskey et al., 2002), por lo que su interés para la Salud Pública es bajo.

***Simulium (Eusimulium) rubzovianum* (Sherban, 1961)**

Es una especie de bajas altitudes y se encuentra ampliamente extendida en ríos de pequeño tamaño y corrientes moderadas, poco profundos, aguas cálidas y generalmente eutróficas de la mayor parte del área mediterránea (Martínez, 1996; López-Peña, 2018). Es una de las últimas especies en desaparecer de corrientes que se secan, pues tolera velocidades reducidas e incrementos del grado de contaminación, tal y como se ha podido observar en la confluencia de los ríos Rivilla-Calamón en Badajoz. Desarrolla varias generaciones al año.

Conclusiones

1.- En las zonas urbanas y periurbanas de Extremadura, se observa una diversidad moderada de especies de simúlidos. De las 24 especies descritas previamente para la región, se han identificado hasta 7 especies distintas en zonas urbanas y periurbanas: *Simulium intermedium*, *Simulium pseudequinum*, *Simulium lineatum*, *Simulium sergenti*, *Simulium erythrocephalum*, *Simulium ruficorne* y la especie *S. rubzovianum* dentro del subgénero *Eusimulium*.

2.- El Azud del Guadiana, en la zona periurbana de Badajoz, se erige como una zona de riesgo para la población, con probabilidad de picadura por la gran densidad poblacional de *Simulium erythrocephalum*, una de las principales especies antropofílicas europeas.

3.- En las áreas periurbanas de Cáceres, la presencia de *Simulium intermedium* y *Simulium pseudequinum* también representa un riesgo para la Sanidad Animal, debido a su preferencia principalmente zoolofílica.

4.- Se evidencia una presencia continua de simúlidos a lo largo del año, aumentando la actividad pupal durante los meses de otoño e invierno, información de gran utilidad en el contexto de la instauración de un programa de control de estos insectos plaga.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz, a través del convenio con la UEX con Ref. 013/21. A los Ayuntamientos de Badajoz y de Cáceres, por las facilidades ofrecidas para el desarrollo del proyecto. A los alumnos internos de la unidad de Parasitología de la Facultad de Veterinaria de la UEX, por su ayuda en los trabajos de campo.

Para más información:

En el Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz, se podrá consultar la bibliografía completa correspondiente a este artículo para todos aquellos interesados.