

UNIVERSITAT
DE
VALÈNCIA



FACULTAT
DE
FARMÀCIA

MASTER UNIVERSITARIO EN ENFERMEDADES PARASITARIAS TROPICALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Realizado en el Laboratorio de Entomología y Control de Plagas del Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva de la Universitat de València, Valencia, España.

Presentado en el Departamento de Biología Cel·lular i de Parasitologia, Facultat de Farmàcia, Universitat de València, Valencia, España.

**DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y PAPEL
EPIDEMIOLÓGICO DE LOS *SIMULIIDAE*
DEL RÍO SERPIS**

Por

DAVID LÓPEZ PEÑA

Director

Prof. Dr. RICARDO JIMÉNEZ PEYDRÓ

Catedrático de Zoología del Departamento de Zoología
Facultad de Biología de la Universitat de València, Valencia, España

Tutora

Dra. CARLA TERESA MUÑOZ ANTOLÍ-CANDELA

Profesora Titular de Parasitología, del Departament de Biologia Cel·lular i de Parasitologia,
Facultat de Farmàcia, Universitat de València, Valencia, España

Valencia 2014

En primer lugar, quisiera expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a mi director y mentor del presente trabajo fin de máster, el Prof. Dr. Ricardo Jiménez Peydró, Catedrático de Entomología y Control de Plagas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Valencia. Agradecerle de corazón la confianza depositada en mi persona desde el primer momento e intentar, cada día, hacerme creer que soy capaz de conseguir aquello que me proponga en la vida empezando por este asunto que nos ocupa, aumentando así la confianza en mí mismo y mis posibilidades, abandonando a un lado la negatividad, el derrotismo y los malos presagios. Así mismo darle las gracias por su apoyo y afecto brindado sin titubear ni dudar, aun tratándose de una persona extraña y desconocida, a lo largo de esta nueva etapa y aventura que acabo de iniciar, en el viaje del conocimiento científico, a través de la gran nave que dirige, como es el laboratorio situado en el Instituto Cavanilles.

También aprovecharé la oportunidad para ofrecer y expresar mi gratitud al Profesor José Vicente Falcó Garí por su interés mostrado en el tema tratado en este TFM, agradeciéndole las pequeñas orientaciones y puntos de vista que siempre pueden llevar a caminos interesantes, todavía vírgenes y por escrutar, que finalmente son gratificantes al conocimiento y a la satisfacción personal, hecho que he podido comprobar con otros estudiantes que me han precedido. Su formación les ha permitido convertirse en grandes profesionales e investigadores y, sobre todo, en grandes personas, como es el Dr. Rubén Bueno, que puntualmente me informa de las últimas novedades referidas a mi grupo de estudio, así como por las enseñanzas prestadas en el trabajo de campo y toma de muestras.

Y cómo no nombrar a la querida Natalia Conejero Ortega siempre dispuesta a socorrerme prestándome su ayuda sin pedir nada a cambio, siempre de manera altruista, sin ella no hubiera aprendido a hacer ciertas tareas que recientemente he adquirido y que tanto me sirven y servirán en el futuro próximo e inmediato, y seguro estoy que seguiré aprendiendo de ella y asombrándome de sus capacidades y paciencia.

Finalmente, agradecer desde lo más profundo de mi corazón a mi familia en general, pero en particular a mis padres y hermanos así como a algunos amigos cercanos que me han apoyado incesantemente en esta etapa que se suma a la gran andadura académica que empezó en la escuela primaria. Hacerles saber mi gratitud por su apoyo, lealtad, cariño y dedicación, suministrados pacientemente día tras día tan y tan necesarios para seguir adelante y recuperar la ambición después de caer en una y otra batalla pero no desesperarme, levantarme, recomponerme de mis heridas y querer alcanzar la victoria de la gran guerra que es la vida.

RESUMEN

Los Simuliidae (Diptera, Nematocera) constituyen uno de los grupos de insectos de gran notoriedad en Salud Pública no sólo por su molesta mordedura sino, sobre todo, por los efectos que este acto puede originar y que van desde las simples reacciones alérgicas a dermatitis severas y enfermedades graves, como la oncocercosis, que anualmente afecta a millares de seres humanos.

Este hecho hace necesario abordar planes de control contra las especies nocivas del grupo y para ello es necesario un conocimiento previo y preciso de la distribución de las especies, su biología y etología. Solo de este modo se pueden abordar planes de acción dirigidos específicamente al control de las poblaciones transmisoras, pues no todas tienen la misma importancia sanitaria ni todas tienen como hospedador preferente al ser humano.

En el año 2012 se inicia en el Laboratorio de Entomología y Control de Plagas el estudio de los simúlidos en todos los ríos de la Comunidad Valenciana y en este contexto este trabajo aborda el estudio parcial de los simúlidos del Río Serpis. El estudio de aspectos inherentes a la identificación y autoecología de las especies permite explicar las posibles alteraciones que las poblaciones de estas “moscas” pueden ocasionar desde el punto de vista epidemiológico.

Se ha identificado un total de siete especies, indicando sus preferencias biológicas, así como las posibilidades de afección a las poblaciones de los municipios colindantes al curso del río.

PALABRAS CLAVE

Simuliidae, Río Serpis, Taxonomía, Autoecología, Factores abióticos, Interés sanitario.

ABSTRACT

The Simuliidae (Diptera, Nematocera) are one of the groups of insects of great importance in Public Health not only for their annoying bites but, above all, by the effects of this act may result, ranging from simple allergic reactions to severe dermatitis and serious diseases such as onchocerciasis, which annually affects thousands of people.

It is necessary to address control plans against harmful species in the group and this requires a prior distribution and accurate knowledge of the species, their biology and ethology. Only in this way action plans can be addressed specifically targeted to control the transmitting populations, since not all have the same health importance and all have as a preferred host to humans.

In 2012, at the Laboratory of Entomology and Pest Control, started a study of blackflies in all the rivers of Valencia and in this context, this paper deals with the partial study of the blackfly in Serpis River. The study inherent of features of features in identifying and autecology of species helps to explain the possible alterations that populations of these "flies" may result from an epidemiological point of view.

A total of seven species have been identified, indicating their biological preferences and the possibilities of affection for the people of the neighboring towns to the river.

KEY WORDS

Simuliidae, Serpis River, Taxonomy, Autoecology, Abiotic factors, Public health

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE	iii
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. Introducción general	1
1.2. Posición taxonómica	2
1.3. Morfología y Biología	3
1.3.1. Morfología	3
1.3.1.1. Fases preimaginales	3
1.3.1.1.1. Huevo	3
1.3.1.1.2. Larva	4
1.3.1.1.3. Pupa	5
1.3.1.2. Fase adulta	6
1.3.2. Biología	8
1.3.2.1. Puesta	9
1.3.2.2. Eclosión y desarrollo larvario	9
1.3.2.3. Pupación	10
1.3.2.4. Emergencia, cópula y dispersión	10
1.3.2.5. Biotopos	11
1.3.2.6. Alimentación	12
1.4. Importancia sanitaria: papel vectorial	13
1.5. Efectos dañinos sobre las poblaciones humanas	16
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO	18

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Datos generales del área de estudio	19
3.2. Metodología de estudio	21
3.2.1. Elección de puntos de muestreo	21
3.2.2. Toma de datos físico-químicos y biológicos del agua	22
3.2.3. Georreferenciado	24
3.2.4. Toma de muestras	24
3.2.5. Transporte de la muestra al laboratorio	26
3.2.6. Fijación de la muestra	26
3.2.7. Conservación de la muestra	27
3.2.8. Identificación de la muestra	27

4. RESULTADOS

4.1. Distribución espacial de los focos	28
4.2. Estudio de las especies encontradas	32

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1. Discusión	52
5.2. Conclusiones	54

6. BIBLIOGRAFIA

56

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción general

Los Simuliidae constituyen un grupo de dípteros nematóceros que desde el año 1995 hasta la actualidad, han adquirido una gran relevancia en nuestra comunidad.

Estos insectos que son típicos de ambientes naturales, aguas limpias y lóaticas de notable flujo, han ido colonizando canalizaciones de agua de muy diversa consideración estando presentes en la actualidad en la mayoría de los cursos de agua de la Comunidad Valenciana, tanto en sus cabeceras como en su desembocadura, y a lo largo de su recorrido.

Su distribución es muy amplia encontrando especies en todas las regiones zoogeográficas, desde latitudes ecuatoriales hasta el ártico, pudiendo estar presentes en altitudes que superan los 4.500 metros sobre el nivel del mar.

En la actualidad se estima que el número de especies conocidas se sitúa alrededor de 2.000 aunque constituye un grupo poco estudiado y la esperanza de incrementar el número de especies es muy elevada.

En muchas regiones del mundo, las moscas negras como así se les denominan, constituyen uno de los grupos de artrópodos claramente nocivos aunque no transmitan enfermedades al hombre. No obstante, su presencia en las zonas tropicales y su papel en la transmisión de la oncocercosis constituye una de las enfermedades más graves transmitidas por este tipo de vectores.

El conocimiento de esta familia se inicia en 1800 con la descripción del género *Melusina* por Meigen, por lo que, en rigor, dicha familia debería llamarse Melusinidae. Ahora bien, desde los primeros estudios se adoptó el nombre de Simuliidae, procedente de la descripción del género *Simulium* por Latreille (1802) que obtuvo mayor resonancia. Esta situación se ha respetado desde la resolución de la ICZN (International Commission

of Zoological Nomenclature) de 1963, dados los inconvenientes que hubiera supuesto la sustitución del nombre.

El conocimiento de los simúlidos ha sido abordado generalmente en aquellas regiones geográficas donde han originado problemas sanitarios, como el anteriormente citado, como son África Central, América Central y América del Sur.

España permanece rezagada si se compara a nivel de estudios de simúlidos, con otros países de Europa. Después de la primera cita de Antiga en 1888, no se han producido nuevas aportaciones, hasta principios de siglo, a través de los trabajos de Strobl (1905) y Czerny & Strobl (1909).

En general existen muy pocas referencias de índole taxonómica (Grenier & Bertrand, 1954; Carlsson, 1969; Beaucournu-Saguez, 1975; Crosskey & Gracio, 1985), y concretamente en España no se ha realizado ningún estudio amplio sobre esta familia y hasta 1990 sólo se encuentran estudios parciales (Prat *et al.*, 1983, 85; Puig *et al.*, 1984; González, 1985; González *et al.*, 1986, 1987) que incrementan de forma sucinta el conocimiento de algunas especies paleárticas en nuestra zona.

1.2. Posición taxonómica

Actualmente la posición taxonómica del grupo se encuentra perfectamente definida. Las especies que se han estudiado en el presente trabajo se encuadran taxonómicamente bajo las categorías que a continuación se especifican:

Phylum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Diptera
Familia Simuliidae (Newman, 1834)
Género *Simulium* (Latreille, 1802)
Subgénero *Simulium* (Latreille, 1802)
S. (S.) reptans (Linnaeus, 1758)
S. (S.) ornatum (Meigen, 1818)
S. (S.) trifasciatum (Curtis, 1839)
S. (S.) intermedium (Edwards, 1920)
Subgénero *Nevermania* (Enderlein, 1921)
S. (N.) angustitarse (Lundström, 1911)
Subgénero *Wilhelmia* (Enderlein, 1921)
S. (W.) pseudoequinum (Séguy, 1921)
S. (W.) sergenti (Edwards, 1923)

1.3. Morfología y Biología

1.3.1. Morfología

Entre las formas preimaginales, la pupa constituye el material óptimo para llevar a cabo un estudio taxonómico, ya que las diferentes estructuras que presenta el órgano respiratorio facilitan la identificación de la especie.

La larva posee varias estructuras que muestran diferencias, según la especie, como pueden ser el frontoclípeo, la forma de la hendidura ventral, los dientes del submentón y de la mandíbula, antena, órgano adhesivo, branquias abdominales... que han sido analizados en los estudios taxonómicos. Se ha comprobado que aunque identifican en algunos casos a la especie, en la mayoría no son decisivos. Lo cierto es que la identificación de las especies es más rápida y segura utilizando imagos o pupas, aunque se ha de admitir o considerar las dificultades que entrañan el estudio taxonómico de los simúlidos.

1.3.1.1. Fases preimaginales

1.3.1.1.1. Huevo

El huevo no presenta un color constante, es blanco en el momento de la ovoposición y oscurecido con el paso del tiempo hasta alcanzar un tono negruzco.

Adquiere forma variable, de ovalada a subtriangular, con un tamaño que varía entre 0,1-0,5 mm (Gracio, 1985). La cubierta no presenta una ornamentación característica y suele encontrarse impregnada de una secreción viscosa, adhesiva, que permite la fijación del huevo al sustrato. Por ello la posible recolección de huevos, si fuera necesario, puede realizarse mediante su colecta en los sustratos sumergidos en el río o extrayéndolos de las hembras adultas antes de la puesta.

1.3.1.1.2. Larva

La larva presenta una forma subcilíndrica con un ensanchamiento en la zona torácica y en la zona terminal del abdomen. La cápsula cefálica está dotada de un par de apéndices filtradores de aspecto en abanico, que pueden plegarse y que derivan de las premandíbulas. La longitud de la larva puede oscilar, según se encuentre en el primer estadio o en el séptimo, entre 3 y 15mm (Martínez, 1996). Por otro lado la segmentación está poco marcada y resulta casi inapreciable. En la parte ventral del tórax se haya un pseudópodo provisto de una corona de ganchos útiles para el desplazamiento de la larva ayudándose de otra corona de filas de ganchos situada en la parte terminal abdominal y que actúan como ventosa, ambas estructuras evitan de este modo que la larva sea arrastrada por la corriente del agua. Las larvas también cuentan con la presencia de tres evaginaciones del recto que pueden ser sencillas o ramificadas y que reciben el nombre de branquias rectales, que les permiten obtener oxígeno del medio acuático.

Una apreciación a tener en cuenta es que la larva adquiere la coloración del alimento que ha consumido, ya que la cutícula larvaria es tan fina que permite apreciar el tubo digestivo. Figura 1.

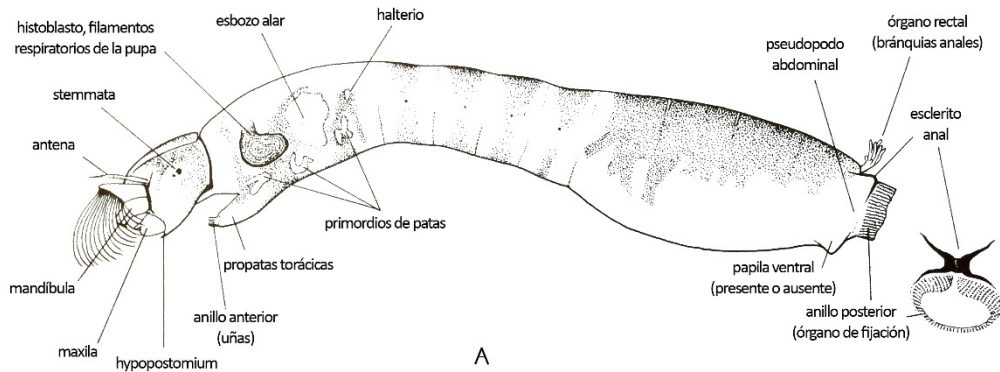


Figura 1: Morfología larvaria.

Otro dato a destacar es que en la larva de último estadio se distinguen las masas de tejidos (primordios) que darán lugar a los diferentes órganos de la pupa. Algunas estructuras propias de la larva y que tiene importancia taxonómica son los tubérculos torácicos, las antenas, palpo maxilar, pre-mandíbulas entre otras. La larva de último estadio segrega un material sedoso alrededor de su cuerpo con la que confecciona un estuche en el que pupar y metamorfosearse hasta convertirse en imago.

1.3.1.1.3. Pupa

La pupa tiene generalmente formas que recuerdan a “zapatos o zapatillas”, otras veces no presentan formas definidas, pero siempre dejan la parte anterior del estuche donde se alojan abierta. La textura del estuche puede ser compacta o laxa, pudiendo presentar en este último orificios que reciben el nombre de ventanas, situadas principalmente en los alrededores de la abertura y apareciendo en número determinado. El tamaño oscila de 2 a 6 mm sin contar la longitud de los filamentos respiratorios los cuales emergen por la abertura anterior del estuche. Además representan la estructura de mayor interés taxonómico puesto que muestra una gran diversidad de formas según la especie. Figura 2.

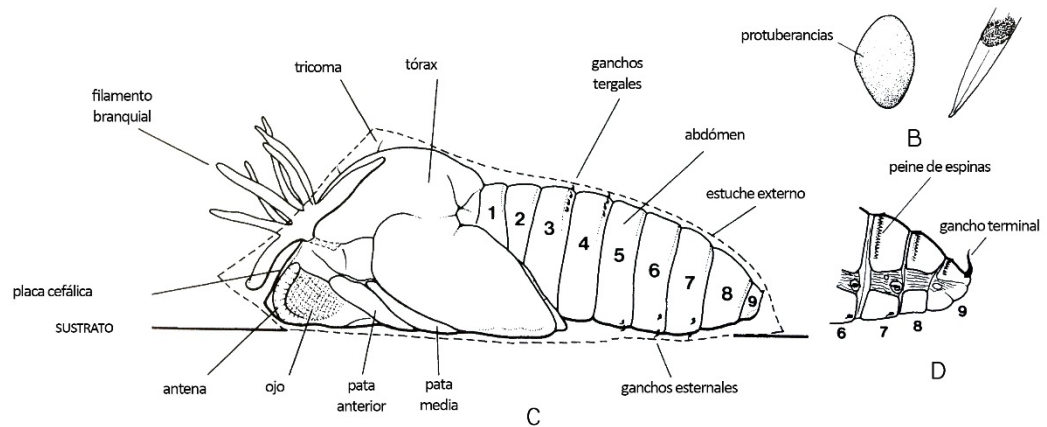


Figura 2: Morfología pupal.

Todos parten de un tronco basal que se ramifica en filamentos los cuales pueden volver a ramificarse. Cabe destacar los ganchos abdominales de la pupa, los cuales utiliza para asirse al estuche pupario.

1.3.1.2 Fase imaginal

Los imagos se asemejan, en apariencia, a las moscas. Tienen un tórax muy abombado y antenas y patas cortas. Son de pequeño tamaño, oscilando entre 1,5 y 5 mm dependiendo de la especie y de la generación, ya que los ejemplares que proceden de larvas desarrolladas durante el invierno son de mayor tamaño que los que proceden de larvas desarrolladas durante el verano (Neveu, 1973). Los adultos son de color oscuro, con ciertas áreas de coloración clara generalmente en las patas. Respecto a los ojos, estos presentan dimorfismo sexual ya que en las hembras están separados entre sí por un espacio o frente (ojos dicópticos) y en los machos desarrollan mayor tamaño llegando a tocarse el derecho con el izquierdo (ojos holópticos). Las antenas están formadas por un número de flagelómeros que oscila de 9 a 12. El aparato bucal está formado por piezas cortas y es diferente según se trate de machos y hembras, o de hembras no mordedoras (autógenas) o hembras mordedoras (anautógenas). Figura 3.

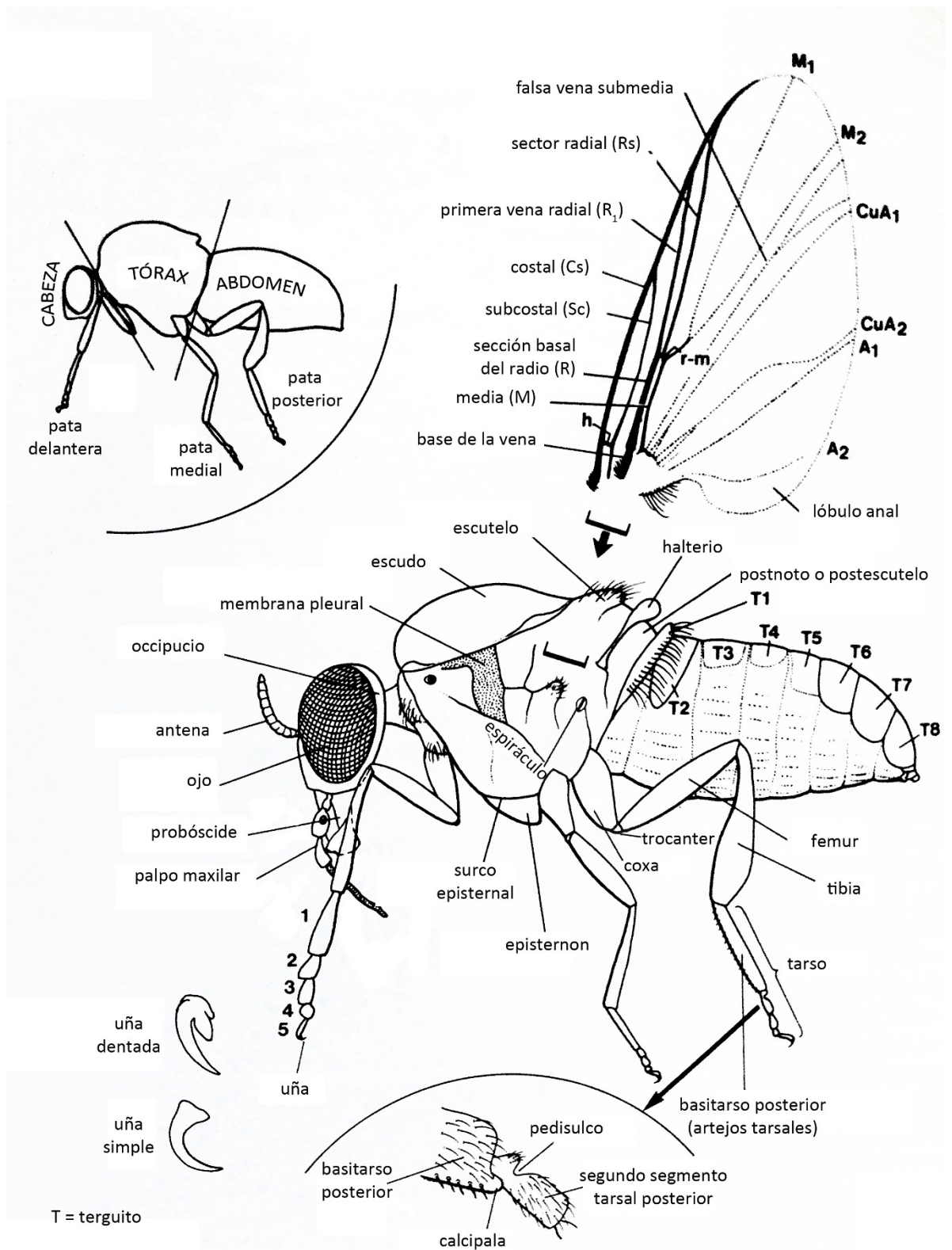


Figura 3: Morfología del imago.

Estas últimas presentan labro con dentículos apicales y mandíbulas y maxilas dentadas en su extremo final. Sin embargo los machos y las hembras autógenas carecen

de los dentículos y las tres piezas citadas las poseen reducidas. En los palpos maxilares destaca el tercer artejo, por alojar la cripta sensorial también denominada órgano de Lauterborn. El tórax muestra un gran desarrollo del escudo, así como también destacan unos escleritos llamados surco mesoepisternal y membrana pleural, por su importancia taxonómica. En las patas destaca el primer artejo tarsal denominado basitarso por su mayor longitud. Y en cuanto al abdomen se refiere, cabe destacar la presencia de 9 segmentos y la genitalia, la cual es evidentemente diferente según se trate de machos o hembras.

1.3.2 Biología

El ciclo vital comprende las fases acuáticas de huevo, larva y pupa así como la fase aérea de imago o adulto. El ciclo dura aproximadamente 20 días (Ramírez-Pérez, 1977). Algunas especies son univoltinas, es decir sólo completan un ciclo vital cada año.

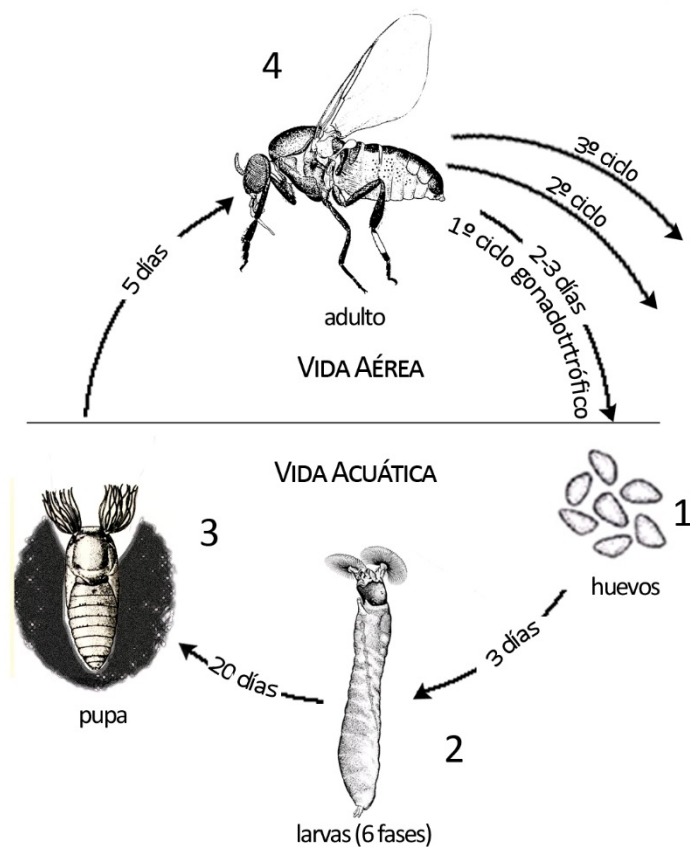


Figura 4: Ciclo vital familia Simuliidae.

Sin embargo hay otras que son multivoltinas, completando varios ciclos vitales al año, dependiendo el número de generaciones, de la localización geográfica y de las características ambientales y climáticas. Figura 4.

1.3.2.1 Puesta

Las hembras realizan la puesta en el medio acuático, depositando los huevos directamente en el agua, que al caer se hunden, alcanzando el sustrato sobre el que se fijarán. Mediante una sustancia gelatinosa que les recubre, se adhieren a las piedras, rocas u otros sustratos sólidos, como los vegetales, bien en partes sumergidas de vegetación arbustiva o arbórea de las riveras, o sobre la vegetación sumergida como es el caso de *Potamogeton* spp.

1.3.2.2 Eclosión y desarrollo larvario

Los huevos se caracterizan por su escasa resistencia a la desecación precisando por este motivo un ambiente húmedo (Colbo & Moorhouse, 1974). Por otro lado, los huevos depositados en los sedimentos fluviales, pueden permanecer en diapausa un periodo largo de tiempo hasta que se dan las condiciones óptimas para la eclosión. Incluso pueden resistir la desecación total del cauce. Los huevos también pueden retardar su eclosión con la disminución del oxígeno ya que la embriogénesis precisa de una alta concentración de O₂ (Ivashchenko, 1977). Los periodos de diapausa son una adaptación a la variabilidad estacional de los microhábitats, a la mayor abundancia de alimento en algunas épocas del año y a la temperatura óptima para el desarrollo (Zwick & Zwick, 1990). Las puestas oscilan entre 200 y 300 huevos (Rivosecchi, 1978) aunque algunos autores elevan su número a cifras cercanas a 500. El desarrollo embrionario está regulado por la temperatura, la oxigenación y el fotoperiodo (Cupp, 1981).

El desarrollo larvario se ve favorecido por la presencia de una espina en la cápsula cefálica que permite la ruptura de la cubierta del huevo desde su interior. Tras su emergencia las larvas se fijan en los sustratos sumergidos buscando los lugares óptimos de corriente y suministro de alimento. El número de estadios larvarios no es fijo, dependiendo de la especie. Colbo & Wotton, (1981) señalan una oscilación entre 6 y 9 estadios larvarios aunque frecuentemente completan 7 estadios. La duración de la fase larvaria varía con la especie y las condiciones climáticas, esta fase puede durar una semana o varias e incluso meses en la época desfavorable. Algunas especies pasan el invierno en fase larvaria. Los ejemplares que crecen en invierno y los de las regiones del norte tienen una talla mayor que los que se desarrollan en verano o en regiones tropicales (Neveo, 1973; Crosskey, 1973).

1.3.2.3 Pupación

La construcción del estuche pupal, donde tendrá lugar la pupación, dura entre 40 y 60 minutos (Gracio, 1985) y tiene lugar en zonas resguardadas. Se orientan con la abertura en dirección contraria a la corriente. La pupación dura entre 2 y 10 días (Gracio, 1985).

La emergencia del imago se realiza a través de un corte en forma de T en el tórax de la pupa desde el interior, lo cual lo clasifica como ortorrafo. También se ve favorecida por la salida desde el interior de la pupa de burbujas de aire originadas durante la metamorfosis y que arrastran consigo hasta la superficie al imago, una vez allí realiza un vuelo corto a algún sustrato, donde permanecen aproximadamente una hora con el fin de endurecer las estructuras cuticulares.

1.3.2.4 Emergencia, cópula y dispersión

Los machos forman enjambres constituidos por un número variable de individuos y que puede oscilar desde unos pocos ejemplares hasta varias decenas. Detectan a la

hembra y copulan con ella en el exterior del enjambre, la pareja cae a tierra y permanecen unidos de 30 a 120 segundos transfiriendo el espermatóforo (Wenk, 1987). Tras la cópula, la maduración de los huevos de algunas especies, como las anautógenas, puede requerir la ingesta de sangre, la cual adquiere la hembra de aves y/o mamíferos, incluyendo en este último al ser humano. En la búsqueda y localización de los hospedadores intervienen estímulos olfativos, visuales y táctiles, incluso el color, la silueta, concentración de CO₂ y el olor corporal desprendido como el procedente del sudor (Bennet *et al.*, 1972; Wenk, 1981). Para acceder a la sangre la hembra realiza una incisión cortante e inyecta sustancias anticoagulantes. Se ha de destacar que los hábitos de la alimentación de la hembra son diurnos y en el exterior, no penetra en las casas. Los machos y las hembras autógenas se alimentan del néctar de las flores para satisfacer sus requerimientos energéticos, para afrontar los desplazamientos a largas distancias de hasta 80 km siguiendo los cursos fluviales y zonas forestadas. Son buenas voladoras aunque seguramente el viento juega un papel muy importante (Wenk, 1981).

1.3.2.5 Biotopos

El hábitat que ocupan los simúlidos adultos depende de los hábitos nutricionales de cada especie, así como de la época del año y las condiciones atmosféricas.

Se localizan siempre en zonas abiertas, no entrando nunca en construcciones humanas (Gil Collado, 1962). Se les encuentra en zonas húmedas y no muy soleadas próximas a torrentes y ríos. Según la especie, se localizarán descansando en la hierba, en arbustos o en las hojas de árboles de ribera a determinada altura (Rivosecchi, 1972).

También en las larvas se identifica una distribución condicionada por los hábitos alimenticios (Carlsson, 1962), y por lo tanto podemos establecer cierta relación entre el aparato filtrador y la ubicación de las larvas. Las especies detritícolas que cuentan con un aparato filtrador robusto ocupan los torrentes de montaña, de aguas rápidas y violentas,

por el contrario, las de nutrición planctónica o bacteriana, que presentan un filtro más débil, se dan en riachuelos más lentos y con zonas ligeramente encharcadas ricas en materia orgánica. También la concentración de oxígeno (menor corriente) en el agua condiciona la presencia de los simúlidos, de manera que cauces con una baja concentración de oxígeno en el agua, cuentan con un número menor de simúlidos (Fredeen, 1969; Rivosecchi, 1978).

Como norma general podemos decir que los simúlidos evitan los cauces de fondos arenosos (salvo la especie *Greniera fabri*), los sustratos escabrosos y los recubiertos por algas filamentosas o gelatinosas (Martínez, 1996).

1.3.2.6 Alimentación

Los imagos cuando pican a los mamíferos, eligen la zona interna del pabellón auricular (Rivosecchi, 1963), vientres, ubres y línea de las pestañas. Al succionar la sangre, el abdomen de la hembra se hincha y puede levantar las patas quedándose sujetas con el aparato bucal.

Las larvas de los simúlidos son filtradoras. Cuentan con órganos a modo de abanico con radios de sedas enfocados hacia la corriente para captar el plancton, que se cierran y son limpiados por las mandíbulas, obteniendo el alimento. El tamaño de las partículas filtradas varía entre 10 y 30 μm (Kurtak, 1978 y Currie & Craig, 1987) y está en consonancia con el tamaño de la larva, cuanto mayor sea esta, mayores serán las partículas que filtren. Los abanicos filtran de manera no selectiva. Este sistema de filtración no es demasiado eficaz hasta el punto de que sólo el 1-10 % de las partículas suspendidas en el agua son captadas (Kurtak, 1978) y de ellas bastantes no pueden ser digeridas (Colbo & Wotton, 1981).

Las larvas recurren a la ingesta de la cubierta algal del sustrato y de la materia orgánica sedimentada con la ayuda del submentón y de las mandíbulas (Serra-Tosio,

1967; Craig, 1977). Esta práctica ha sido considerada por algunos autores como un sistema para limpiar el substrato y mejorar el anclaje de la larva.

En ocasiones las larvas de simúlidos se comportan como depredadoras, consumiendo quironómidos, protozoos e incluso practican el canibalismo larvario (Currie & Craig, 1987).

1.4. Importancia sanitaria: papel vectorial

Las reacciones sufridas por el hombre tras la picadura de los simúlidos, han sido documentadas desde hace mucho tiempo pero hasta el año 1905 no existió la sospecha de que constituyeran un grupo transmisor de enfermedades. En ese año, Louis Sambon, señaló por primera vez la teoría de la pelagra, que suponía una enfermedad causada por especies de *Simulium* transmitiendo protozoos sanguíneos. Los estudios realizados entre 1906 y 1915 no evidenciaron éste hecho por lo que en 1916 la mencionada teoría fue finalmente abandonada. En realidad esta enfermedad es causada por una deficiencia dietética específica (Crosskey, 1990).

La única de las enfermedades cuya transmisión ha sido confirmada por los simúlidos, es la oncocercosis causada por la filaria *Onchocerca volvulus* específica del hombre. Figura 5.

Históricamente Rodolfo Robles fue el primero que hipotetizó esta asociación en 1917 por lo que recibió el nombre de “Enfermedad de Robles” en América Latina. En 1926 Blacklock demostró por primera vez que la oncocercosis era transmitida por simúlidos trabajando con *Simulium damnosum* en Sierra Leona. El caso tal vez más extremo sería el de la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial), en la cual se alcanza una prevalencia de casi un 75% (Mas *et al.*, 1995). En estas regiones es transmitida por *Simulium damnosum* s.l. No obstante, se ha demostrado que otras especies como

Simulium ornatum y *Simulium erythrocephalum* también podrían transmitirla (Ham & Bianco, 1983).

Aunque en África es donde alcanza una mayor importancia, también se puede encontrar la oncocercosis en América central y del sur (Takaoka & Suzuki, 1987) donde llegó, parece ser, vehiculada por los esclavos africanos.

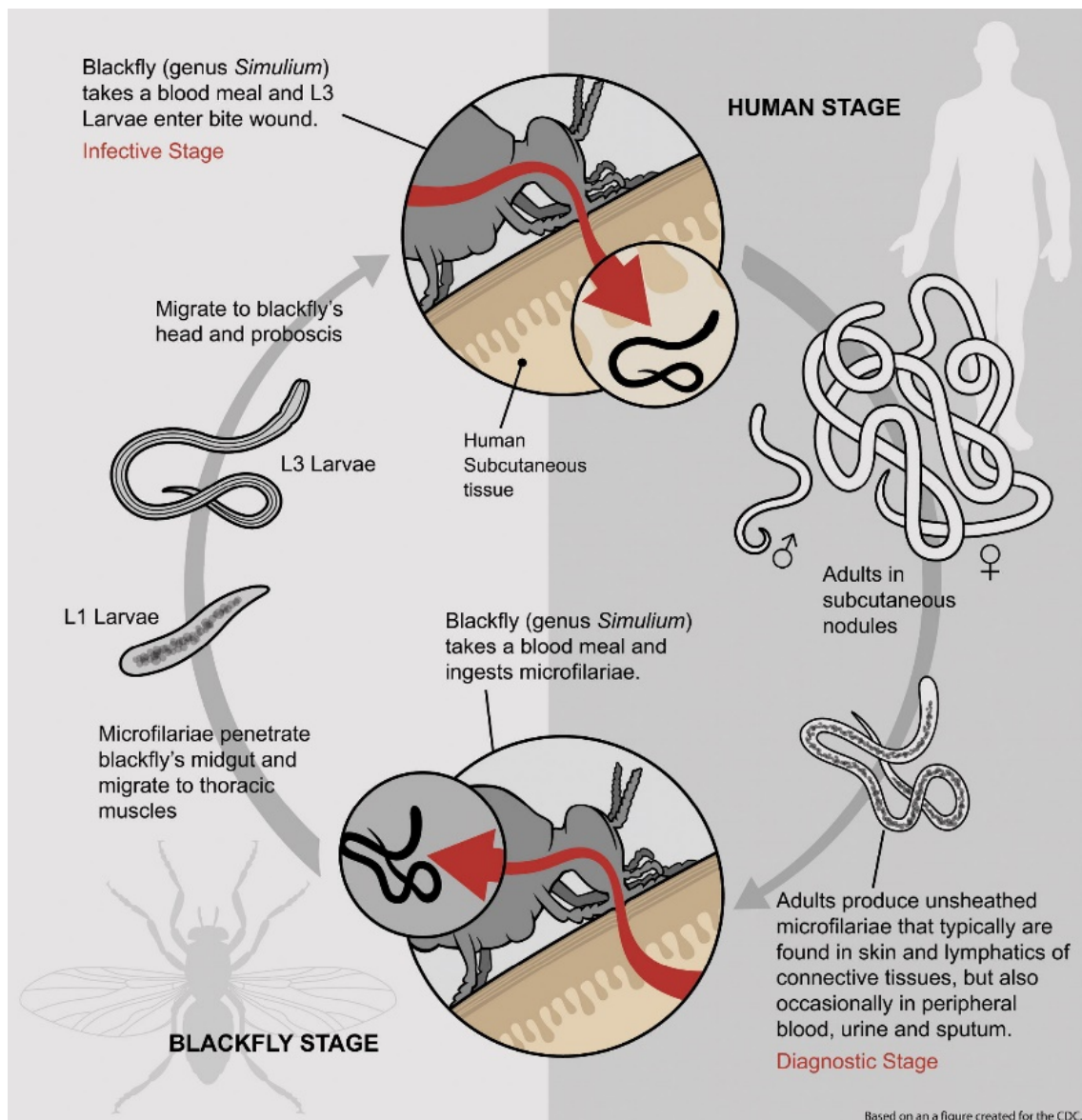


Figura 5: Ciclo vital *Onchocerca volvulus*.

En el nuevo continente son *Simulium ochraceum*, *Simulium metallicum* y *Simulium callidum* los vectores de *Onchocerca volvulus* (Ortega & Oliver, 1984) y se puede encontrar también otra filaria transmitida por simúlidos, *Mansonella ozzardi*, causante de la filariosis de Ozzard.

A la indudable importancia de la oncocercosis desde punto de vista médico, hay que añadir la inmediata repercusión económica y social, al dar lugar a una gran población invidente y por tanto incapacitada para el trabajo en aquellos países menos desarrollados. Por estos motivos, la OMS lleva realizando constantes estudios acerca de la epidemiología de esta enfermedad, dirigidos fundamentalmente al control de los simúlidos transmisores.

Por último, cabría llamar la atención sobre la posibilidad de importación de estas enfermedades a Europa. El tránsito de personas entre los países afectados y Europa, por turismo o emigración, junto con la presencia en este continente de algunas de las especies de simúlidos implicadas en la transmisión (*Simulium ornatum* y *Simulium erythrocephalum*), harían posible el surgimiento de algún brote.

No existe evidencia de que los simúlidos sean potenciales vectores de virosis al hombre aunque pueden mecánicamente transmitir la mixomatosis a los conejos (Joubert & Monet, 1975), la encefalitis de Venezuela que afecta a los équidos (Anderson & DeFoliart, 1961) y otras encefalitis aviares.

Lo que sí está comprobado es la transmisión de filarias al hombre por *O. volvulus* citada anteriormente.

Al igual que el hombre, los animales se ven afectados por parásitos transmitidos por diversas especies de simúlidos. El ganado vacuno sufre varias afecciones por filarias. La primera, *Onchocerca ochengi*, es un parásito intradérmico (Bwangamoi, 1969) transmitido por *S. damnosum s.l.* (Bain *et al.*, 1977). El interés de esta filaria radica en la

dificultad que entraña su diferenciación de *O. volvulus* que como ya se dijo anteriormente afecta al hombre (Omar *et al.*, 1979). *Onchocerca gutturosa* (Neuman, 1910) y *Onchocerca linealis* (Jhonston, 1921) afectan al ligamento nugal y gastroesplénico respectivamente. Estas dos especies poseen una distribución más al norte, alcanzando Gran Bretaña (Trees *et al.*, 1987) y los Estados Unidos (Eberhard, 1979) y pueden afectar también a los équidos (Bianco *et al.*, 1980). Otra de las filarias que afectan a los équidos es *O. reticulata*, ampliamente distribuida por todo Europa.

Los animales silvestres sufren también filariasis transmitidas por simúlidos. Las especies *S. ornatum* y *P. nigripes* por ejemplo, son las responsables de la transmisión de *Onchocerca tarsicola* al ciervo (*Cervus elaphus*) (Schulz-Key & Wenk, 1981).

Por último, mencionaremos varias parasitosis que afectan a las aves y que cuentan por vectores a los simúlidos, como la producida por *Ornithofilaria fallisensis* (Anderson, 1956), *Tripanosomas* (Bennett, 1961) y *Leukocytozoon* (Skidmore, 1931).

1.5. Efectos dañinos sobre las poblaciones animales

Además de la importancia sanitaria de los simúlidos como transmisores de enfermedades, no podemos dejar de lado el efecto que sobre la producción animal ejercen los ataques de estos dípteros. Varios estudios llevados a cabo en los Estados Unidos acerca de la importancia de los ataques de simúlidos sobre las producciones evidenciaban lo siguiente:

- Pérdida de peso y alteraciones en la reproducción (Fredeen, 1977).
- Disminución de la producción de huevos y leche (Jamnback, 1973; Steelman, 1976 & Watts, 1976).
- Dermatitis y lesiones en la piel (Gräfner, 1981).
- Muerte directa debida a toxemia o shock anafiláctico (Watts, 1976 & Steelman, 1976).

Con respecto a este último punto debemos señalar que aparecía generalmente en ataques masivos de simúlidos. Este tipo de ataque no es lo habitual en estos dípteros, y se origina cuando se presentan determinadas condiciones atmosféricas que dan lugar a una eclosión simultánea de un número muy elevado de simúlidos, dando lugar a grandes enjambres capaces de matar a un animal al atacarle todos de golpe (Dinulescu, 1966). Estos ataques no se han circunscrito sólo al continente africano y América del Sur, sino que se han presentado también en Europa y América del Norte. Casos especialmente graves se dieron en Canadá en 1972, llegando a morir 48 bovinos, en Francia en 1978 con 25 muertes (Noirtin et al, 1979) y en varias zonas de Italia (Rivosecchi, 1978).

Además de la transmisión de distintas enfermedades al hombre, el propio ataque de los simúlidos a éste puede llegar a resultar peligroso. Se trata de insectos hematófagos que inoculan un anticoagulante a sus víctimas antes de ingerir la sangre, el cual puede dar lugar a reacciones alérgicas tales como dermatitis que pueden persistir varios días. En la región paleártica aparecen varias especies de simúlidos con tropismo por el hombre (*S. equinum*, *S. ornatum*, *S. tuberosum* y *S. austeri* entre otras) y que por lo tanto pueden dar lugar en determinados casos a estas reacciones. La especie *S. austeri* causó entre 1960 y 1972 numerosos casos graves de picaduras masivas a humanos en Inglaterra, llegando a tener que recibir atención médica cerca de 600 personas en el brote de 1972 (Hansford & Ladle, 1979). Entre los signos que presentaban los afectados destacaban una marcada linfangitis e hipertermia de hasta 39°C.

Sin necesidad de llegar a estos ataques extremos el hecho de sufrir las picaduras de estos dípteros supone un importante freno para el bienestar de las personas residentes en las zonas afectadas.

2. OBJETIVOS

Los objetivos perseguidos en el presente trabajo son los siguientes:

- 1.- Detección e identificación de especies de simúlidos en el Río Serpis.
- 2.- Autoecología de las especies detectadas.
- 3.- Evaluación del interés epidemiológico en la zona de estudio.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Datos generales del área de estudio

El río Serpis y su entorno, en el tramo comprendido entre Alcoy y su desembocadura en Gandía, con una longitud de 50 km y una superficie aproximada de 10.000 ha, es un espacio singular por sus valores paisajísticos, ecológicos y culturales, derivados de una relación histórica armoniosa entre el hombre y el medio natural. Esta relación se manifiesta, por ejemplo, en la integración de los pueblos y caminos en el paisaje, en los bancales agrícolas que acompañan la topografía natural y la resaltan, o bien en el respeto histórico hacia los elementos topográficos que conforman la identidad del lugar, tales como laderas, crestas de montañas o hitos topográficos. En la actualidad, no obstante, el río discurre por municipios con una intensa actividad económica, social y territorial, la cual debe hacerse compatible con la conservación y el uso sostenible de los valores ambientales.

Limitado por las sierras de Mariola y Benicadell al norte y las sierras de la Safor, la Cuta, Alfaro, Serrella y Aitana al sur, este tramo del Serpis situado entre las provincias de Valencia y Alicante (Figura 6 y 7) actúa, en términos ecológicos y territoriales, como elemento conector entre la montaña y la costa, configurando un excepcional mosaico de ecosistemas y paisajes. Encontramos así, desde espacios forestales bien conservados a los rústicos cultivos de montaña, desde las riberas fluviales a los riscos más inaccesibles. El conjunto sintetiza, como pocos lugares valencianos, las características básicas y las peculiaridades de la montaña mediterránea.

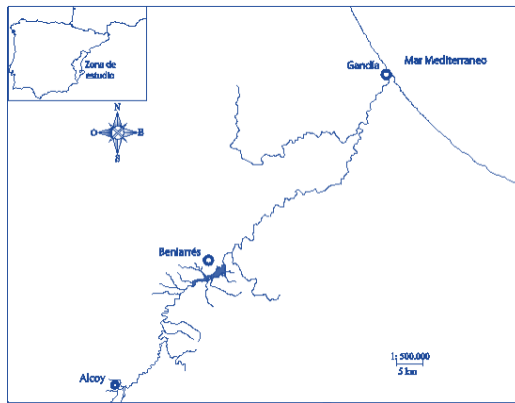


Figura 6 y 7: Situación geográfica del río Serpis desde su nacimiento hasta su desembocadura.

Los pueblos de este amplio territorio, agrupados bajo el hilo conductor del río, dibujan un itinerario cultural donde el paisaje se transforma en historia. La revolución industrial convirtió a la población de Alcoy en un centro textil que encontró su salida comercial hacia el mar mediante el ferrocarril Alcoy-Gandía, cuyo trazado discurre paralelo al Serpis en gran parte. Esta antigua línea en desuso, transformada en la actualidad en vía verde, es uno de los mayores atractivos de la zona, con grandes posibilidades para el uso público ordenado del medio natural y el disfrute de los paisajes.

A lo largo del río aparecen pequeños núcleos urbanos, conformando el fondo escénico que integra en el paisaje la naturaleza y los perfiles de asentamientos históricos. Entre ellos destacan: Planes, enclavado en la colina, con su ermita como hito paisajístico; Beniarrés, ubicado a los pies de la sierra de Benicadell; L'Orxa; Gaianes; Muro de Alcoy; Benimarfull; Cocentaina y Villalonga. Muchos de estos núcleos urbanos se encuentran en una posición prominente sobre los campos de cultivo abancalados, en pronunciado contraste de colores y texturas de gran calidad estética.

La zona posee cualidades geomorfológicas que la hacen merecedora de especial atención. En algunos tramos la acción erosiva secular del río ha dado lugar a espacios singulares como en el embalse de Beniarrés y en el Estret de l'Infern-Racó del Duc. Este

desfiladero entre las sierras de Safor y Cuta ha dejado visible los elementos geomorfológicos, configurando un paisaje de gran valor por su singularidad y su accesibilidad desde la antigua vía del tren.

Los hábitats montañosos y fluviales proporcionan, por otra parte, una gran variedad de hábitats. Encontramos desde retazos importantes de bosque mediterráneo en buen estado a bosques de ribera propiciados por el cañón fluvial, el curso de agua permanente y las abundantes fuentes y manantiales. Es destacable el barranco de La Encantada, afluente del Serpis, por su singular modelo cárstico y su vegetación de ribera. La acción del hombre queda patente en los muros de los bancales realizados en piedra seca de las vertientes montañosas, dedicados al cultivo de frutales de secano.

Existen especies faunísticas acuáticas de gran interés, tales como la gamba de agua dulce (*Dugastella valentina*), el caracol acuático (*Melanopsis dufouri*), el cacho (*Leuciscus pyrenaicus*) y el barbo (*Barbus bocagei*), entre otras más comunes. Las vertientes montañosas y el cañón fluvial muestran multitud de aves como el águila real (*Aquila chrysaetos*), el águila-azor perdicera (*Hieratus fasciatus*), el búho real (*Bubo bubo*) y el martín pescador (*Alcedo atthis*). Encontramos también mamíferos notables como el gato montés (*Felis silvestris*), además de otras más frecuentes como el jabalí (*Sus scrofa*), la mustela (*Mustela nivalis*), el turón (*Mustela putorius*), la gineta (*Genetta genetta*) y el zorro (*Vulpes vulpes*), junto con varios reptiles y anfibios de interés.

3.2. Metodología de estudio

3.2.1. Elección de puntos de muestreo

Para la elección de los puntos de muestreo se siguieron los siguientes principios:

- Focos de fácil acceso y que esa accesibilidad se asegure de forma continuada: zonas sin obras, poco variables, ...

- La elección de los puntos de muestreo se llevó a cabo tras un rastreo minucioso por todo el cauce del río anotando en una libreta y marcando por GPS (georreferenciado) las características de cada punto. No fue una elección al azar sobre varios puntos, sino que se seleccionaron todos los puntos potenciales de presencia de simúlidos. En algunas zonas, aun presentando características adecuadas para la realización de los muestreos, no se pudieron seleccionar por la dificultad de acceso a los mismos. Con todo ello obtuvimos un recuento 12 posibles focos de cría de simúlidos.

3.2.2. Toma de datos físico-químicos y biológicos del agua

Paralelamente, y para completar la obtención de datos, se llevó a cabo el estudio de parámetros físico-químicos del agua *in situ*. Se realizó la determinación del pH, temperatura, conductividad, salinidad, potencial redox y solutos en disolución (TDS) del cuerpo hídrico muestreado, para lo que se empleó instrumental portátil multiparamétrico modelo Consort-C535 con una sonda combinada para pH y temperatura y otra para conductividad y TDS. La sonda de pH permitió la medida del mismo en un rango estándar de entre 0 y 14, con una resolución de 0,01, mientras que la sonda de temperatura lo permitió entre 0 y 100°C, habiéndose establecido como resolución una cifra decimal (0,1°C). La sonda de conductividad permitió la medida de la misma en un rango comprendido entre 0 y 1000 mS/cm, con una resolución de 0.01µS/cm, y de TDS entre 0 y 100 g/L, con una resolución de 0,1 g/L. La determinación de la salinidad es calculada automáticamente por el instrumental basándose en el “Extended Practical Salinity Scale” de 1978, con un rango comprendido entre 0 y 70‰, con una resolución de 0,1‰. La determinación de la medida de la concentración del O₂ disuelto se realizó por medio de la sonda de oxígeno disuelto Consort SZ10T. Para llevar a cabo este tipo de análisis, se sumergían las respectivas sondas en la colección de agua muestreada hasta la

estabilización de la medida, efectuando, a continuación, la lectura y almacenaje de los datos en la siguiente plantilla. Tabla 1

Tabla 1: Plantilla de toma de datos.

RECOLECTORES:		FECHA:
NÚM. MUESTRA:	COORDENADAS GPS: • •	ALTITUD:
HORA INICIO:	LOCALIDAD:	
TEMPERATURA (°C) • Ambiente: AMBIENTE GENERAL: <input type="checkbox"/> Bosque perenne <input type="checkbox"/> Bosque caducifolio <input type="checkbox"/> Bosque conífero <input type="checkbox"/> Bosque húmedo <input type="checkbox"/> Pantano/Embalse <input type="checkbox"/> Río/Arroyo/Esorrentía <input type="checkbox"/> Desembocadura fluvial <input type="checkbox"/> Playa costera <input type="checkbox"/> Plantación/Huerta <input type="checkbox"/> Arrozal <input type="checkbox"/> Marjalería <input type="checkbox"/> Pastizal/Prado <input type="checkbox"/> Parque o jardín ESTADO DESARROLLO: <input type="checkbox"/> Larvas: % <input type="checkbox"/> Pupas: % <input type="checkbox"/> Adultos: %	HUMEDAD RELATIVA (%): • Ambiente: FISICOQUÍMICA: • pH: • Redox: mV • Conduct.: mS/cm • TDS: g/L • Salinidad: g/L • Turbidez: NTUs • Oxígeno dis.: % • Tª agua: °C TIPO DE SUSTRATO: <input type="checkbox"/> Rocoso <input type="checkbox"/> Pedregoso <input type="checkbox"/> Arenoso <input type="checkbox"/> Cenagoso <input type="checkbox"/> Vegetal ALTURA VEGETACIÓN: <input type="checkbox"/> Alta (>30 cm) <input type="checkbox"/> Media (15-30 cm) <input type="checkbox"/> Baja (<30 cm)	TIPO DE DÍA: <input type="checkbox"/> Soleado <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Lluvia <input type="checkbox"/> Niebla <input type="checkbox"/> Nieve INSOLACIÓN: <input type="checkbox"/> Total <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Nula FLUJO HÍDRICO: <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Fuerte PRENDIENTE: <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Fuerte
NIVEL ANTRÓPICO: <input type="checkbox"/> Salvaje <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Urbano • Distancia asentamiento:		FOTOGRAFÍA Y/U OBSERVACIONES:

Un dato a tener en cuenta es la salinidad del agua, esta se puede clasificar en 5 categorías: dulces o hiposalinas (0 – 0,49 gr/l), oligosalobres (0,5 – 4,9 gr/l), salobres (5 – 15,9 gr/l), polisalobres (16 – 39,9 gr/l) y saladas o hipersalinas (> 40 gr/l).

Por último, se procedió a la caracterización cualitativa de los puntos de muestreo seleccionados. Para ello, se empleó una plantilla de procesado de datos diseñada para la

obtención de la máxima información posible en base a la condición que mejor se ajustase para cada caso. En dicha plantilla se registraron parámetros referentes a la localización del punto de muestreo, su posición mediante coordenadas GPS, altitud, fecha, número de muestra, hora de inicio, el nivel de antropización del medio, características del hábitat larvario, morfometría, tipo de sustrato, características del ambiente acuático y su vegetación, nivel de insolación etc.

3.2.3. Georreferenciado

Todos los enclaves muestreados fueron georreferenciados mediante el sistema de coordenadas GMS (*Grados, Minutos, Segundos*), utilizando un dispositivo GPS portátil (*Garmin Etrex Legend y Garmin GPS 12/datum WGS 84*), obteniendo, igualmente, medida de la altitud, además de las coordenadas precisas de todos y cada uno de los puntos visitados. Por último, se tomaron fotografías tanto del ambiente general, circundante y concreto de los distintos biotopos larvarios muestreados.

3.2.4. Toma de muestras

Para realizar la toma de muestras se ha de realizar siempre un muestreo directo ya que tanto las larvas como las pupas y los adultos no pueden ser capturados de otra forma. Por este motivo se hace preciso hacer uso de un vadeador que permita penetrar en el cauce con la finalidad de coleccionar larvas y pupas. Con este fin se procedía a analizar la vegetación de las orillas del cauce de ribera como son, preferentemente las eneas, las cañas (*Arundo donax*) y los carrizos (*Phragmites australis*). Una detenida observación de su haz y su envés nos permitía capturar aquellas porciones de los vegetales en los que se encontraban adheridas las formas inmaduras. Habitualmente el depósito más abundante de las formas preimaginales se situaba en el envés de las hojas dado que es esta porción del vegetal la que se encuentra habitualmente en contacto con el agua. Por el contrario, su presencia en el haz es menor ya que en muchas ocasiones el agua alcanza esta parte

del vegetal en forma de gotas discontinuas, por salpicadura, o en forma de spray en las zonas de fuerte corriente.

Ocasionalmente también pueden quedar adheridos a otros tipos vegetación, siempre que se encuentre cercana al agua como *Arbutus unedo*, *Ficus carica*, *Robus ulmifolius*, etc. También se sometieron a observación las piedras y rocas ligeras del lecho del río ya que en su superficie tanto la que está en contacto con el agua como la que contacta con el sedimento, las mismas formas preimaginales se fijan y adhieren (es muy probable que el agua al pasar entre piedra y piedra coja velocidad y adopte un movimiento turbulento o en remolino que suspende de nuevo el material sedimentado del que se alimentan las larvas). En algunas ocasiones la elevada densidad de algas mucilaginosas que recubrían la vegetación dificultaba la adherencia de las formas inmaduras a ellas por lo que resultaba mucho más fácil su captura en el lecho sobre piedras y rocas.

También se sometía a observación la vegetación sumergida como es el caso de *Potamogeton* spp., situada generalmente en el centro del cuerpo de agua.

Una vez analizados los lugares en los que se podía recolectar el material se procedía a la recolección de una muestra representativa del material vegetal con pupas y larvas fijadas, intentando coger siempre una cantidad similar, pesando la muestra para poder hacer inferencias posteriores de densidad poblacional y hacer comparativas y extrapolaciones con otras materias vegetales, estación del año etc. y dilucidar o dar respuesta al hecho de que puedan ser más abundantes o de que prefieran un tipo de vegetal y no otro.

En algunos casos se recolectaban directamente a mano ya que se podían obtener sin dificultad y en otros casos se requería la ayuda de una tijera podadora para recolectar material robusto como podían ser las cañas o ramas de naturaleza leñosa. El material se

introducía en bolsas de muestreo de material plástico y transparente cuando se trataba de gran cantidad o en duquesas cuando la cantidad era menor.

3.2.5. Transporte de la muestra al laboratorio

Cada una de las muestras conseguidas era correctamente etiquetada con la identificación del punto de muestreo en el que habían sido recogidas, así como la indicación de la fecha y colector. Esta identificación se correspondía con el mismo número de muestra adjudicado en la libreta de campo. Todo el material capturado a lo largo de la jornada de muestreo se transportaba en neveras refrigeradas, con la finalidad de conseguir que este material llegara al laboratorio en las mejores condiciones posibles para su tratamiento posterior.

3.2.6. Fijación de la muestra

Dentro de las 24 horas siguientes a la captura del material este era debidamente fijado separando el material vivo de los soportes vegetales, o de cualquier otro tipo, con el que habían sido transportados al laboratorio.

Cada muestra se sumergía en una solución de alcohol de 70 volúmenes, con la finalidad de conseguir la muerte de los estados inmaduros y su fijación.

Pasados unos minutos se procedía a la separación de las pupas de los sustratos a los que estaban adheridos, realizando la misma operación con las larvas que todavía se mantuvieran adheridas a los ellos.

Por último, se procedía a la separación de las pupas y de las larvas tras un filtrado selectivo con la finalidad de conseguir un procedimiento más sencillo a la hora de la manipulación de la muestra.

3.2.7. Conservación de la muestra

Una vez que las formas inmaduras se encontraban separadas fueron depositadas en viales en alcohol de 80 volúmenes para su almacenamiento hasta el momento de su estudio.

Cada uno de los viales, debidamente etiquetados eran depositadas en cajas de conservación adquiridas a tal fin, y mantenidos en los armarios de las colecciones del laboratorio.

3.2.8. Identificación de la muestra

Para la identificación de las especies estudiadas se ha seguido la clasificación propuesta por Crosskey (1987), que considera un número reducido de 58 géneros, que contienen a su vez subgéneros (González, 1990), recogiendo, no obstante, las modificaciones de la nomenclatura y sinonimias propuestas recientemente.

La clasificación de los simúlidos parte de una primera división en dos grandes grupos: el género *Prosimulium* por un lado y los géneros *Simulium* y *Metacnephia* por otro. El género *Prosimulium* se caracteriza morfológicamente por presentar una cubierta pupal sin forma definida, limitándose a un grupo de fibras sedosas unidas irregularmente y que cubren en mayor o menor medida a la pupa (González, 1990). *Simulium* y *Metacnephia*, por el contrario, presentan un estuche pupal bien definido y característico de cada especie, siendo por ello de gran utilidad a la hora de clasificar las pupas. La división de los géneros *Simulium* y *Metacnephia* parte del número de filamentos respiratorios, que será de 14 o entre 35-40 en *Metacnephia* y de 2, 4, 6 u 8 en *Simulium* (González, 1990).

4. RESULTADOS

4.1 Distribución espacial de los focos muestreados

Los muestreos realizados desde el mes de julio de 2013 hasta el mes de junio de 2014, han permitido establecer un total de 12 puntos de muestreo. La elección efectuada permite una distribución espacial homogénea que representa los diferentes hábitats presentes en su recorrido, como se muestra en la figura 8.

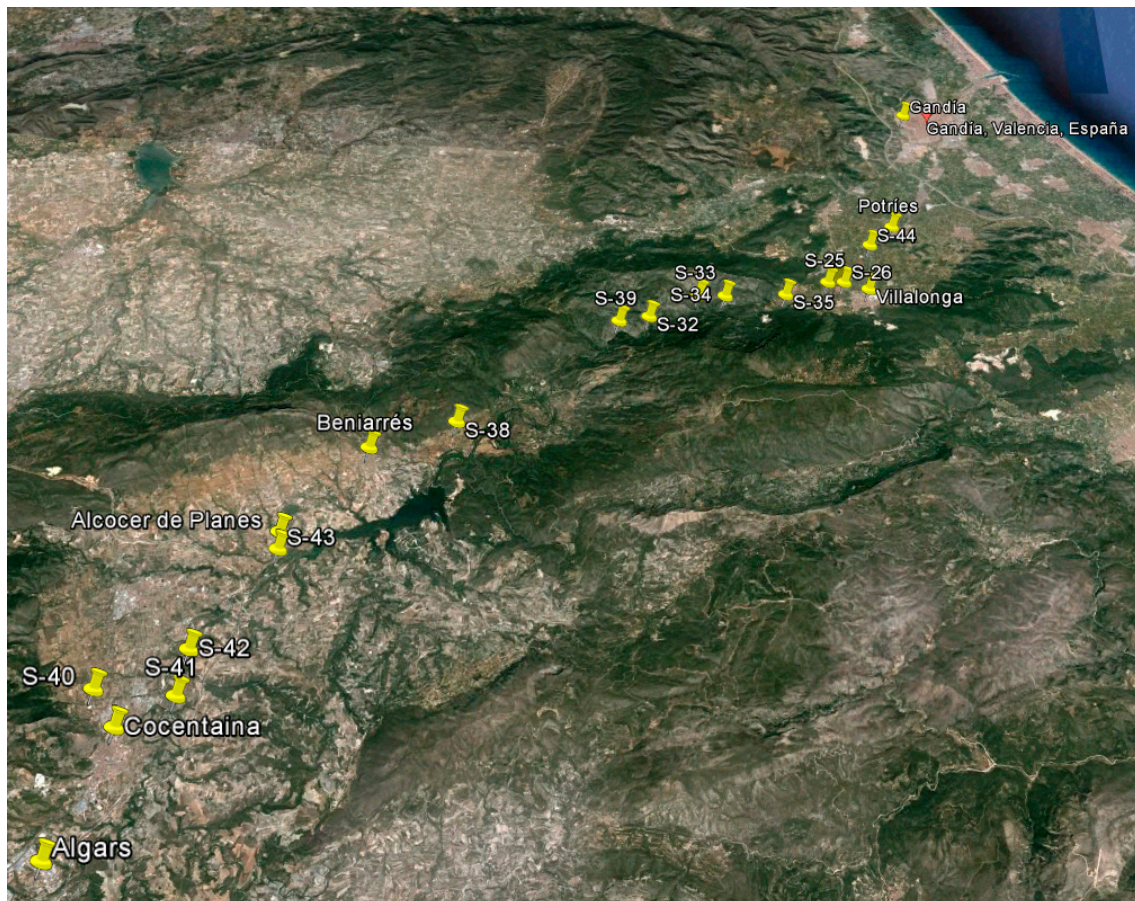


Figura 8: Ortofotomapa de la zona de muestreo.

Su establecimiento ha estado condicionado a la accesibilidad al punto seleccionado, a las características físicas del mismo, así como a la presencia o ausencia de vegetación, emergente o sumergida, en la que pudieran recolectarse las formas maduras e inmaduras del grupo de estudio.

En la tabla 2 se ofrecen la denominación, las coordenadas UTM, así como el municipio de cada uno de los puntos estudiados.

Tabla 2: Puntos de muestreo.

FOCO	MUNICIPIO	COORDENADAS
S-41	L'ALCUDIA	N 38° 45' 10,2"/ W 00° 25' 29,8"
S-42	COCENTAINA	N 38° 45' 49,8"/ W 00° 25' 25,9"
S-43	ALCOCER DE PLANES	N 38° 47' 26"/ W 00° 24' 11,3"
S-38	L'ORXA	N 38° 49' 50,5"/ W 00° 21' 5,7"
S-39	VILLALONGA	N 38° 52' 4,3"/ W 00° 17' 38,7"
S-32	VILLALONGA	N 38° 52' 13,3"/ W 00° 17' 2,3"
S-33	VILLALONGA	N 38° 52' 48"/ W 00° 16' 4,7"
S-35	VILLALONGA	N 38° 52' 54,7"/ W 00° 14' 12,6"
S-25	VILLALONGA	N 38° 53' 16,9"/ W 00° 13' 19,4"
S-24	VILLALONGA	N 38° 53' 20,6"/ W 00° 13' 8,3"
S-26	VILLALONGA	N 38° 53' 18,5"/ W 00° 12' 58,2"
S-44	POTRIES	N 38° 54' 14"/ W 00° 12' 26,5"

En la tabla 3 se recogen los datos cuantitativos encontrados en cada punto de muestreo. La fase larvaria aparece muy bien representada a lo largo de todo el año. Sin embargo, en el caso de las pupas, estas fueren numerosas, en menor cuantía que las larvas, tanto en invierno como en primavera y verano, siendo más abundantes en el mes en el que las condiciones fluviales son más duras, es decir en el invierno. La explicación a este hecho es consecuencia de que nos encontramos en una fase del ciclo en el que van a sufrir un periodo de quiescencia, que las va a mantener como tales, hasta que las condiciones ambientales sean las adecuadas para la emergencia de la fase adulta.

Tabla 3. Fases de desarrollo capturadas en cada foco.

Punto de Muestreo	Larvas	Pupas	Imagos
S-41	Abundantes	80	0
S-42	Abundantes	79	1
S-43	Abundantes	50	0
S-38	Escasas	22	0
S-39	Escasas	22	0
S-32	Escasas	20	0
S-33	Escasas	39	3
S-35	Abundantes	311	3
S-25	Abundantes	178	1
S-24	Abundantes	134	0
S-26	Abundantes	121	0
S-44	Escasas	2	0

En la figura 9 se representa la especie o especies por cada punto de muestreo. La valoración de estos datos nos permite establecer las siguientes consideraciones:

La especie *Simulium angustitarse* se encontró en 5 puntos de muestreo, S-25, S-33, S-38, S-39 y S-41, presentando su mayor representación en S-25 y la menor en S-41.

Simulium intermedium se halló exclusivamente en el punto S-32.

Simulium intermedium/ornatum se obtuvo en 9 puntos de muestreo: S-24, S-25, S-26, S-33, S-35, S-38, S-41, S-42 y S-43, siendo más abundante en el S-24 con 75 pupas seguido de cerca por S-35, S-25 y S-41 con 76, 75 y 74 pupas respectivamente.

Simulium pseudequinum se encontró presente en tan sólo dos puntos de muestreo, S-24 con 38 pupas y S-25 con 3 pupas.

Simulium reptans también se encontró en los 9 puntos de muestreo, S-26, S-32, S-33, S-35, S-38, S-39, S-42, S-43 y S-44, siendo más abundante en S-35 con 72 pupas, mostrando menor abundancia en S-44 con 2 pupas.

Simulium sergenti está presente en 5 puntos de muestreo: S-24, S-25, S-26, S-35, S-41, S-42 y S-43, mostrando una mayor abundancia en S-35 con 49 pupas y menos numeroso en S-41 con tan sólo 4 pupas, sin embargo, los restantes puntos presentan una cantidad más o menos constante, con un número de pupas que oscila entre 17 y 27.

Si hacemos una valoración global de todos los puntos muestreados a lo largo del río Serpis, desde Alcoy hasta Gandía, podemos observar que el punto de muestreo con mayor diversidad de especies es S-25 con 4 especies presentes: *S. angustitarse*, *S. intermedium/ornatum*, *S. pseudequinum* y *S. sergenti*. Por otro lado, el punto de muestreo menos diverso es S-44 con una sola especie presente y en número muy escaso *S. reptans*.

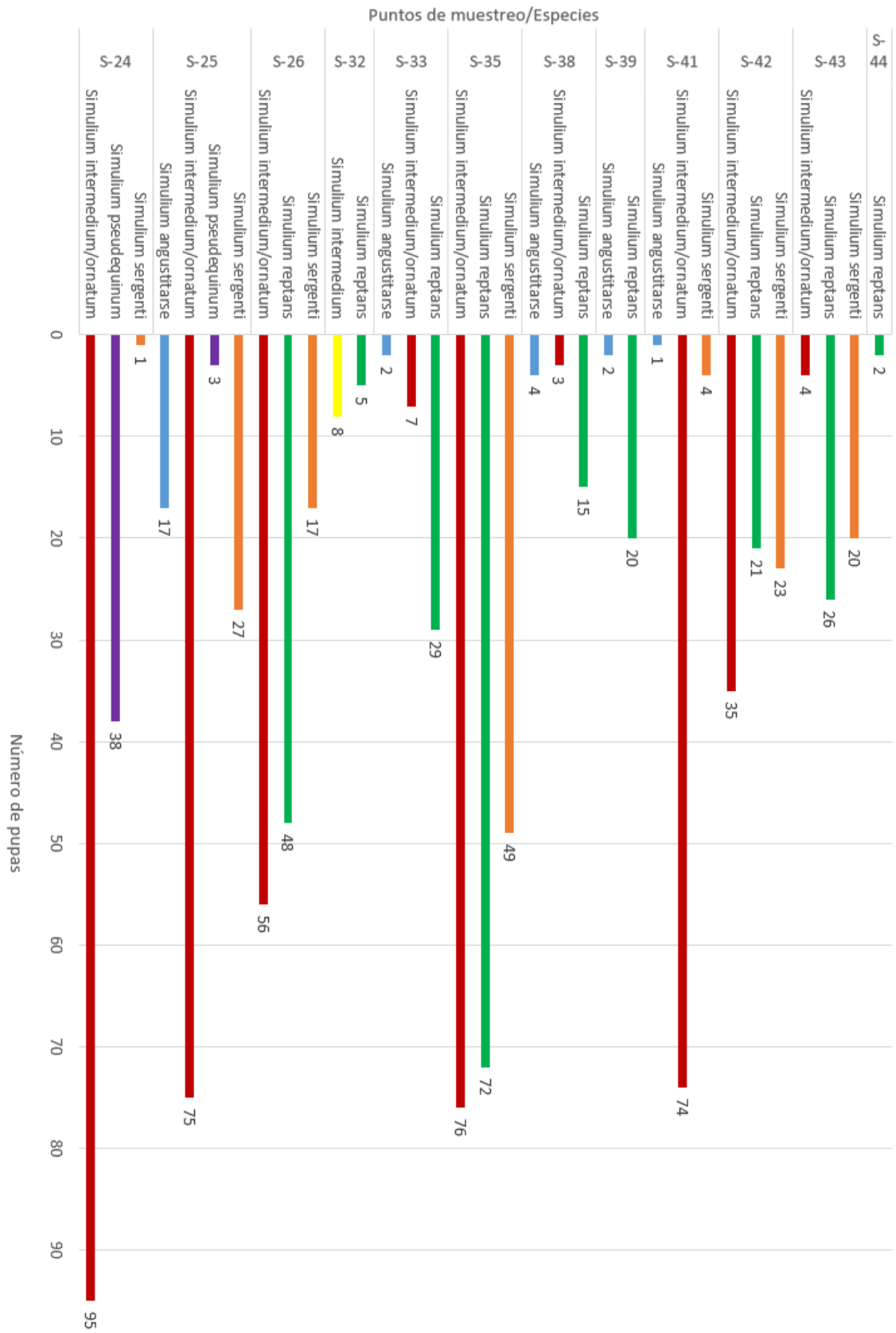


Figura 9: Abundancia de pupas por punto de muestreo y especie.

Por otro lado, se aprecia que la especie más abundante siempre ha sido *S. intermedium/ornatum*. También se constata que en los puntos S-35, S-42 y S-43, las tres especies presentes son las mismas: *S. intermedium/ornatum*, *S. reptans* y *S. sergenti*, con poblaciones cuantitativamente semejantes. Sin embargo, en otros puntos como son S-24, S-25, S-33 y S-43 siempre se aprecia una especie predominante, una con mera participación presencial y otra en estado intermedio entre ambas. Figura 10.

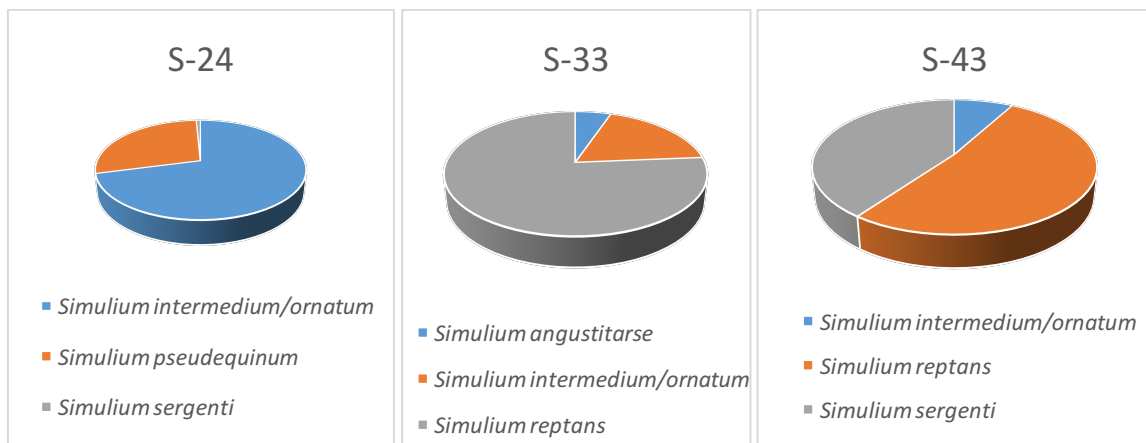


Figura 10: Porcentaje de pupas de los puntos de muestreo S-24, S-33 y S-43.

4.2 Estudio de las especies encontradas

- ***Simulium (Nevermannia) angustitarse (Lundström, 1911)***

Sinonimias

Melusina angustitarse (Lundström, 1911)

Simulium (Eusimulium) cambriense (Davies, 1967)

Simulium (Eusimulium) celticum (Davies, 1966)

Caracterización morfológica

La morfología larvaria se caracteriza por presentar marcadas manchas pigmentarias en el frontoclípeo, una hendidura ventral muy reducida y con un sombreado por encima del margen anterior. Importante desarrollo de los dientes del submentón y proceso de la mandíbula constituido por un diente mayor al que sigue otro de menor tamaño (en ocasiones se observa un tercer denticulo en la base del segundo

diente). Las branquias anales son simples (González, 1990). Las pupas se caracterizan porque la cubierta pupal presenta unas “alas o extensiones” laterales características y carece de proyección dorsal. El órgano respiratorio está formado por cuatro filamentos agrupados en dos pares. El par dorsal procede de un tronco basal corto y posee una marcada divergencia de los filamentos. El par ventral parte de un tronco casi sésil y encuentra el filamento ventral, del par dorsal, en su camino (González, 1990).

Ecología

En la tabla 4 se muestran los valores, en intervalo, de la físico-química del agua, las fechas de muestreo, así como los valores ambientales obtenidos.

Tabla 4: Valores físico-químicos del agua obtenidos para *S. angustitarse*.

Especie	<i>Simulium angustitarse</i>
Fecha	25/07/2013-10/03/2014
Alt (m)	88-642
Tª amb (°c)	15,3-28,5
Tª agua (°c)	12,8-21,5
Hum. Rel. (%)	8,9-61,0
pH	8,38-9,01
Redox (mv)	-98 a -68
Cond (ms/cm)	0,283-9,9
Tds (g/l)	0,148-5,300
Sal (g/l)	0,1-5,1
Turb (NTU)	2,75-6,65 Unidades de Turbidez Nefelométricas
O ₂ dis (%)	106,2
Peso (g)	74,5-339,0

Las capturas se han obtenido en los puntos de muestreo S25, S32, S33, S35, S38, S39 y S41.

Las características de los puntos muestreados se muestran en la siguiente tabla 5:

Tabla 5: Características de los enclaves con presencia de *S. angustitarse*.

Especie	<i>Simulium angustitarse</i>
Ambiente	Río-Arroyo-Escorrentía
Estado	Larva-Pupas-Adultos
Tipo sustrato	Rocoso-Pedregoso-Cenagoso-Arenoso
Altura vegetación	Alta-Media-Baja
Tipo día	Soleado-Nublado
Insolación	Total-Parcial
Flujo hídrico	Fuerte-Moderado-Bajo
Pendiente	Moderada-Baja
Nivel antrópico	Salvaje-Rural

Distribución Geográfica

La especie está citada de Inglaterra, Alemania, Dinamarca, Noruega, Portugal y Suecia (Zwick, 1978). Posee amplia distribución en Europa Central (Jensen, 1984), ocupando cauces de montaña. Los datos que poseemos en España indican que se localiza entre 650 y 920 m en la cuenca del río Duero y a 1020 m en el río Tajo y Tambre (González, 1990). En nuestro caso fue encontrado entre los 88 y 642 m. En Aragón la altitud es bastante menor a las anteriormente citadas, bajando hasta los 430 m en Sangarrén (Huesca). El ciclo de la especie es multivoltino, con al menos tres ciclos en nuestro caso.

- ***Simulium (Simulium) intermedium* (Roubaud, 1906)**

Sinonimias

Simulium ornatum var. *nitidifrons* (Edwards, 1929)

Simulium. (S.) nitidifrons (Edwards, 1929)

Odgmia nitidifrons (Edwards, 1929)

Simulium. insolitum (Santos Abreu, 1922)

Caracterización Morfológica

Las larvas se caracterizan por el diseño del frontoclipeo, similar al de *S. ornatum* con gran variabilidad de intensidad de la pigmentación de las distintas manchas. Además, la hendidura ventral es bastante profunda y presenta un margen anterior más o menos

triangular o redondeado. El proceso presenta dos dientes, uno superior y otro inferior, de menor tamaño (González, 1990). Por otro lado, la cubierta pupal es sencilla, presenta un aspecto irregular en el que se distinguen con facilidad las fibras que la componen. El órgano respiratorio está constituido por 4 troncos cortos que se dividen en 2 filamentos cada uno. En ocasiones el tronco ventral sale directamente del tronco principal presentando sus filamentos un recorrido divergente. No menos importante son los machos de la fase adulta o imago, los cuales se caracterizan por la conformación de la lámina media que cuenta con un proceso medio cónico unido al cuerpo espinoso por una línea suave y no levantado apicalmente. El estilo es alargado y de márgenes ligeramente sinuosos, sobre todo el interno. Las hembras sin embargo se diferencian por la coloración negra brillante de la frente.

Ecología

En la tabla 6 se muestran los valores, en intervalo, de la físico-química del agua, las fechas de muestreo, así como los valores ambientales obtenidos.

Tabla 6: Valores físico-químicos del agua obtenidos para *S. intermedium*.

Especie	<i>Simulium intermedium</i>
Fecha	24/01/2014-03/03/2014
Alt (m)	868
T ^a Amb (°C)	10,0-17,9
T ^a Agua (°C)	11,5-15,2
Hum. Rel. (%)	31,6-58,1
pH	6,26-8,83
REDOX (mV)	-92 a -41
Cond (mS/cm)	0,000 -0,330
TDS (g/L)	0,176-0,230
Sal (g/L)	0,0-0,2
Turb (NTU)	2,67-3,56
O ₂ Dis (‰)	? (Sin datos)
O ₂ Dis (%)	? (Sin datos)
Peso (g)	79,00-107,80

Las capturas se han obtenido en los puntos de muestreo S-32, S-32(2).

Las características ambientales de los puntos muestreados se muestran en la siguiente tabla 7.

Taula 7: Características de los enclaves con presencia de *S. intermedium*.

ESPECIE	<i>Simulium intermedium</i>
Ambiente	Río-Arroyo-Esorrentía
Estado	Larva-Pupa
Tipo Sustrato	Rocoso-Pedregoso
Altura Vegetación	Alta
Tipo Día	Soleado
Insolación	Parcial
Flujo Hídrico	Fuerte-Moderado
Pendiente	Moderada-Fuerte
Nivel Antrópico	Salvaje

Tiende a ocupar torrentes y cursos fluviales de un rango altitudinal amplio, aunque es más frecuente en cotas intermedias o bajas (González, 1990). Estos cauces poseen aguas rápidas y bien oxigenadas, aunque en ocasiones contengan altas cantidades de nutrientes (Rivosecchi, 1978). Se trata de una especie euriterma que aparece en aguas cuya temperatura oscila entre los 15-31 °C. En nuestra zona puede dar varias generaciones a lo largo del año, preferentemente en primavera o principios del verano; sin embargo, en el sur sólo aparece en invierno y principio de primavera debido al régimen fluvial y las altas temperaturas que se pueden alcanzar. El carácter más fiable para su clasificación es la genitalia, imprescindible para diferenciarlo de *S. ornatum* (González, 1990). Las hembras de esta especie, *S. intermedium* son picadoras del ganado, sobre todo vacuno y equino.

Distribución Geográfica

Presenta una amplia distribución por Europa central y occidental incluyendo la cuenca mediterránea (Rivosecchi, 1978). En España se puede encontrar en casi cualquier localización desde la cordillera Cantábrica hasta el sur de Andalucía, así como Cataluña

o la Meseta central (Grenier & Bertrand, 1954; Beacucournu-Saguez, 1975; González, 1990).

Fue descrita como una variedad de *Simulium ornatum* por mostrar gran semejanza morfológica con esta especie, sin embargo, el examen citológico las ha separado (Post, 1980). El nombre de *nitidifrons*, que inicialmente tomó, se sustituyó por el de *intermedium*, admitido actualmente (Crosskey, 1987). La primera cita en España a la que hemos tenido acceso corresponde a Grenier & Bertrand (1954) que la encontró en Jaca (Huesca), denominándola *S. ornatum* var. *nitidifrons* (Edwards, 1929). Beacucournu-Saguez (1975) la identifican en la provincia de Teruel nombrándola como *S. nitidifrons* (Edwards, 1929).

- ***Simulium (Simulium) ornatum* (Meigen, 1818)**

Sinonimias

Simulia ornata (Meigen, 1818)

Simulia fasciata (Meigen, 1830)

Melusina ornata (Meigen, 1818)

Odagmia ornata (Meigen, 1830)

Simulium (Odagmia) ornatum (Meigen, 1818)

Simulium ornatum (Meigen, 1830)

Caracterización morfológica

La fase larvaria es muy similar a la de *Simulium intermedium*. Presenta una pigmentación del frontoclipeo muy variable pero aun así suelen distinguirse las manchas características. La hendidura ventral es menos profunda que en el caso de *S. intermedium* y presenta los márgenes más o menos redondeados, aunque es difícil de observar debido a la pigmentación clara de la cara ventral de la cápsula cefálica. El submentón presenta la denticulación poco marcada y el proceso de la mandíbula presenta dos dientes de tamaño

desigual. Las branquias rectales al igual que en *S. intermedium* son simples. La distinción con esta especie es prácticamente imposible en la fase larvaria. El estuche pupal es simple y está compuesto por fibras de naturaleza sedosa fácilmente distinguibles. El órgano respiratorio consta de 8 filamentos agrupados en 4 troncos basales que en algunos casos son bastante largos, similares a *Simulium trifasiatum*, mientras que en otros son más cortos, como los de *Simulium intermedium*. Los machos pueden identificarse en visión lateral por la conformación de la lámina media. Así se aprecia que el proceso ventral suele presentarse dirigido hacia arriba, y la separación entre este y la cabezuela espinosa es menos suave que en *S. intermedium*. No obstante, estos caracteres pueden no ser demasiado evidentes en determinados individuos, lo que dificultaría la diferenciación de las especies basada en estas características. Las hembras se distinguen de las de *S. intermedium* por la coloración grisácea de la frente y la forma semilunar de la gonapófisis, siendo este último carácter el más fiable y útil en taxonomía.

Ecología

Los valores físico-químicos del agua obtenidos en las capturas se muestran a continuación en forma de intervalo, tabla 8. De la misma manera se indican las fechas en las que se capturaron y los valores ambientales de cada punto de muestreo.

Tabla 8: Características físico-químicas del agua obtenidas para *S. intermedium/ornatum*.

Especie	<i>Simulium intermedium/ornatum</i>
Fecha	25/07/2013-10/03/2014
Alt (m)	88-642
T ^a Amb (°C)	13,0-28,5
T ^a Agua (°C)	11,4-21,5
Hum. Rel. (%)	8,9-61,0
pH	8,35-9,01
REDOX (mV)	-98 a -66
Cond (mS/cm)	0,294 - 10,300
TDS (g/L)	0,152-5,500
Sal (g/L)	0,1-5,4
Turb (NTU)	2,75-13,67
O ₂ Dis (‰)	9,29-9,38
O ₂ Dis (%)	104,1-106,2
Peso (g)	74,50-378,00

Esta especie se ha hallado presente en los siguientes puntos de muestreo: S-24, S-25, S-25(3), S-26(2), S-33(2), S-35, S-35(2), S-38, S-41, S-42 y S-43 cuyas características ambientales son recogidas y representadas en la tabla 9.

Tabla 9: Características de los enclaves con presencia de *S. intermedium/ornatum*.

Especie	<i>Simulium intermedium/ornatum</i>
Ambiente	Río-Arroyo-Esorrentía
Estado	Larva-Pupa-Adultos
Tipo de Sustrato	Rocoso-Pedregoso-Cenagoso-Arenoso
Altura Vegetación	Alta-Media-Baja
Tipo Día	Soleado-Nublado
Insolación	Total-Parcial
Flujo Hídrico	Fuerte-Moderado-Bajo
Pendiente	Fuerte-Moderada-Baja
Nivel Antrópico	Salvaje-Rural

Se trata de una de las especies más frecuentes de Europa, con amplia distribución altitudinal, aunque es más frecuente en torrentes de baja altitud (Zwick & Crosskey, 1980). En relación con la mineralización y eutrofia podemos hallarla en distintas condiciones, viéndose beneficiada por cierta eutrofización ya que consume las bacterias asociadas a la materia orgánica (Rivosecchi, 1978), estando en nuestro caso presentes en aguas con una turbidez que varía en un rango muy amplio 2,75-13,67. Suele aparecer en torrentes y ríos grandes, de corriente regular, en un margen altitudinal amplio que puede ir de los 200 a los 1400 metros (Martínez, 1996) aunque con preferencia por cauces bajos o medios. La temperatura del agua asociada a pupación es muy variable, oscilando entre los 10 y 31 °C, si bien son más frecuentes en torno a los 15-22 °C (Martínez, 1996).

Distribución Geográfica

El nombre *S. ornatum* corresponde a un complejo de especies, lo que explica su amplia distribución que abarca Escandinavia, Checoslovaquia, Dinamarca, Francia, Portugal y España. En España ocupa la mayoría del territorio con condiciones de

desarrollo adecuadas. En España, la primera cita a la que hemos tenido acceso data de 1954 y es precisamente en el Pirineo aragonés donde Grenier y Bertrand la localizaron (Grenier, Bertrand, 1954). Posteriormente Carlsson la citó en Granada (Carlsson, 1969) como *Odagmia ornata* (Meigen, 1818). *Simulium ornatum* s.l descubierta por Meigen en 1818, de amplia distribución en los ríos europeos. Alcanza el sur de la Península Ibérica y el norte de África, aunque con una frecuencia menor que *S. intermedium*. Se suele encontrar en cursos fluviales variados preferentemente aquellos de tramos medios y bajos de corriente regular.

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

Sinonimias

Simulium sergenti (Edwards, 1923)

Simulium ariasi (Segury, 1925)

Caracterización morfológica

Las larvas se caracterizan por que apenas se logran apreciar las manchas características del frontoclipeo, por estar poco pigmentado. La hendidura ventral es ancha de bordes redondeados, aunque poco visibles. En caso de poder apreciar bien el histoblasto, se pueden distinguir los 6 filamentos respiratorios, cuatro anchos y dos más estrechos.

La envoltura pupal presenta un aspecto homogéneo similar al de *Simulium pseudoequinum* pero con un "talón" menos evidente. El órgano respiratorio consta de 6 filamentos. Los más exteriores forman el collar característico alrededor del cefalotórax; otros dos, también gruesos, parten del margen interno de los anteriores y dos más finos que muestran además cierta constricción en la base. Hay que considerar también el aspecto de la cutícula del órgano respiratorio que presenta un diseño poligonal. En los machos adultos el estilo está muy reducido y se articula lateralmente en el coxito que

muestra un gran desarrollo y cubre totalmente el estilo. La lámina media presenta una conformación en V y la furca presenta un inicio de separación de las cabezuelas espinosas propias de *Simulium pseudoequinum* y *Simulium equinum*. La hembra adulta presenta los lóbulos ovoposidores reducidos. La furca presenta los brazos gruesos siendo el central más largo y los laterales portan salientes dorsales y ventrales. El cerco es muy pequeño a diferencia del esclerito proctodeal que es mayor (Rivosecchi, 1978).

Ecología

Los valores físico-químicos del agua de cada una de las capturas donde apareció la especie en cuestión son mostrados a modo de intervalo en la tabla 10, así como también son indicadas las fechas de y los valores ambientales de cada uno de los citados muestreos.

Tabla 10: Características físico-químicas del agua obtenidas para *S.*

Especie	<i>Simulium sergenti</i>
Fecha	25/07/2013-10/03-2014
Alt (m)	88-372
T ^a Amb (°C)	13,0-28,5
T ^a Agua (°C)	11,4-21,5
Hum. Rel. (%)	8,9-61,0
pH	8,35-8,90
REDOX (mV)	-95 a -66
Cond (mS/cm)	0,283-10,300
TDS (g/L)	0,148-5,500
Sal (g/L)	0,1-5,4
Turb (NTU)	2,75-13,67
O ₂ Dis (‰)	9,29-9,38
O ₂ Dis (%)	104,1-106,2
Peso (g)	161,50-378

Dichos puntos en los que apareció *S. sergenti* son: S-24, S-25, S-25(2), S-25(3), S-26(2), S-35, S-35(2), S-41, S-42 y S-43. Cuyas características ambientales se reflejan en la tabla 11.

Tabla 11: Características de los enclaves con presencia de *S. sergenti*.

Especie	<i>Simulium sergenti</i>
Ambiente	Río-Arroyo-Escorrentía
Estado	Larva-Pupa-Adulto
Tipo Sustrato	Rocoso-Pedregoso-Cenagoso-Arenoso
Altura Vegetación	Alta-Media-Baja
Tipo Día	Soleado
Insolación	Total-Parcial
Flujo Hídrico	Fuerte-Moderado-Bajo
Pendiente	Fuerte-Moderada-Baja
Nivel Antrópico	Salvaje-Rural

Se trata de una especie con una gran capacidad de adaptación, que siendo propia del norte de África ha colonizado nuestras tierras. Ocupa cursos de agua variados, desde canales de riego hasta ríos de profundidad considerable, apareciendo a menudo acompañada de las especies *S. pseudoequinum* (como ocurre en los puntos S-24 y S-25 de nuestro estudio) y *S. ventulinum* (Beaucournu-Sagez, 1975; Boumaiza & Clergue, 1986), También se aprecia que aparece en compañía de otras especies de simúlidos destacando *S. intermedium/ornatum* con la cual aparece en los puntos de muestreo S-24, S-25, S-26, S-35, S-41, S-42 y S-43.. En nuestro caso presenta también una gran tolerancia a la temperatura, es decir, es euritermo (especies que soportan grandes oscilaciones de temperatura) así como a la salinidad de las aguas, de 0,1 a 5,4 g/L.

Distribución Geográfica

Se trata de una especie que habita cursos de agua variados como ríos, torrentes, canales de riego entre otros y que pueden ser cálidos y eutróficos, se distribuye principalmente por el Norte de África, invadiendo progresivamente Portugal y España. Se consideraba hasta hace poco circunscrita al sur de la Península con barrera norte en el Duero (González, 1990). Se distribuye igualmente en Aragón (Villanúa, 2003).

La primera cita que se ha encontrado de esta especie en España procede de Seguy que en 1925 describe la especie bajo el nombre de *S. ariasi* a partir de unas muestras procedentes de Madrid y Barcelona. Posteriormente se localizó en varios puntos del sur y centro de la península (Beaucournu-Sagez, 1972; Gracio, 1985). La primera cita en Aragón data de mediados de los setenta en Teruel (Beaucournu-Sagez, 1975).

- ***Simulium (Wilhelmia) pseudoequinum (Seguy, 1921)***

Sinonimias

Simulium pseudoequinum (Seguy, 1921)

Simulium canariense (Seguy, 1921)

Simulium equinum var. *Mediterraneum* (Puri, 1925)

Wilhelmia mediterraneum (Puri, 1925)

Simulium (Wilhelmia) mediterraneum (Puri 1925)

Caracterización morfológica

La larva se caracteriza por presentar el frontoclipeo unas manchas pigmentarias bien marcadas sobre fondo claro, aunque en ocasiones se puede observar cierto sombreado. La hendidura ventral es ancha, de forma ojival y profunda, aunque los bordes son difíciles de apreciar. El submentón presenta dientes pequeños y denticulación marginal acusada. Las branquias anales son simples y el esclerito en X con unos brazos ventrales muy largos. El estuche de la pupa está constituido por fibras estrechamente unidas entre sí dando un aspecto muy homogéneo y compacto. Presenta un talón elevado en la parte apical. El órgano respiratorio presenta dos filamentos exteriores muy engrosados y que se ajustan al cefalotórax del simúlido a modo de “collar”. Además de estos filamentos exteriores presenta otros seis más finos y que presentan una especie de repliegue en la base que recuerda a la forma de un muelle. En los imagos machos la furca presenta un cuerpo bastante largo, así como una bifurcación distal con un par de

cabezuelas espinosas. La lámina media tiene forma de V con los brazos separados. Destacan también el gran desarrollo de los coxitos frente al pequeño tamaño de los estilos. Sin embargo, en las hembras la furca presenta el brazo central largo y algo dilatado y la espermateca tiene una forma redondeada.

Ecología

Los valores físico-químicos del agua de cada una de las capturas donde apareció la especie en cuestión son mostrados a modo de intervalo en la tabla 12, así como también son indicados las fechas y los valores ambientales de cada uno de los citados muestreos.

Tabla 12: Características físico-químicas del agua obtenidas para *S. pseudequinum*.

Especie	<i>Simulium pseudequinum</i>
Fecha	25/07/2013
Alt (m)	88-102
T ^a Amb (°C)	26,5-28,5
T ^a Agua (°C)	20,7-21,5
Hum. Rel. (%)	56,3-61
pH	8,38-8,46
REDOX (mV)	-71 a -74
Cond (mS/cm)	0,385-0,391
TDS (g/L)	0,202-0,205
Sal (g/L)	0,2-0,2
TURB (NTU)	3,97-3,1
O ₂ Dis (‰)	9,29-9,38
O ₂ Dis (%)	104,1-106,2
Peso (g)	337,04-303,55

Las capturas se han obtenido en los siguientes puntos de muestreo: S-24 y S-25, donde las características ambientales eran las que muestran la tabla 13:

Tabla 13: Características de los enclaves con presencia de *S. pseudequinum*.

Especie	<i>Simulium pseudequinum</i>
Ambiente	Río-Arroyo-Escorrentía
Estado	Larva-Pupa-Adultos
Tipo de sustrato	Pedregoso
Altura Vegetación	Alta
Tipo Día	Soleado
Insolación	Total
Flujo Hídrico	Moderado-Fuerte
Pendiente	Moderada
Nivel Antrópico	Rural

Se trata posiblemente de la especie de *Wilhelmia* más frecuente en la cuenca mediterránea gracias a su gran adaptabilidad. Se localiza en cualquier biotipo acuático con corriente, que en ocasiones es muy baja, aguantan incluso condiciones de sequía del río (Beaucournu-Saguez, 1972). Puede anclarse a casi cualquier sustrato, aunque parece tener preferencia por los vegetales (Grácio, 1985). Es euriterma y multivoltina y sus hembras atacan al ganado tanto vacuno y equino como porcino (Rivosecchi, 1978). Los cauces ocupados se sitúan entre los 200 y 650 metros, en nuestros muestreos se encontraron en alturas entre 88 y 102 m y presentan una temperatura de 10-30,5 °C (Martínez, 1996). Puede aparecer en cualquier época del año, si bien es menos frecuente en verano, de hecho, en el punto de muestreo S-25 es la especie con menos representación al menos en cuanto a pupas se refiere, de las 4 especies de simúlidos presentes, en el punto S-24 donde también aparece, presenta una baja representación.

Distribución Geográfica

Especie de amplia distribución en la cuenca mediterránea, habita cursos fluviales con corriente que puede llegar a ser mínima. Es más frecuente en la mitad sur de la Península Ibérica, especialmente en ríos litorales y prelitorales. Presenta una distribución circunscrita a la cuenca mediterránea, ocupando la Península Ibérica, Italia, Norte de

África y Grecia (Zwick, 1978). Es la especie de *Wilhelmia* con mayor distribución en Portugal, sobre todo en el sur (Gracio, 1985). En España ocupa la mayor parte del territorio a excepción de la Cornisa Cantábrica (González, 1990). Durante un tiempo fue considerada una variedad de *Simulium* (*Wilhelmia*) *equinum* debido a la gran similitud existente entre las larvas y hembras adultas de ambas especies. Los machos y pupas por el contrario presentan notables diferencias, lo que hace que sean el material adecuado para su clasificación. La primera cita de esta especie en España corresponde a Carlsson (1969) el cual la identificó en Granada y se refirió a ella como *Wilhelmia mediterranea* (Puri, 1925). También se registran citas posteriores por otros autores (Grenier & Bertrand, 1954) aunque siempre en el sur de la Península.

- ***Simulium* (*Simulium*) *reptans* (Linnaeus, 1758):**

Sinonimias

Simulium pictum (Meigen, 1838)

Simulium reptans (Linnaeus, 1758)

Caracterización morfológica

En las larvas, en la parte terminal del abdomen no se observan las papilas o están muy reducidas. El margen anterior del submentón es ligeramente ondulado. Los dientes presentan un desarrollo variable, siendo el central y los laterales mayores que el resto. El histoblasto presenta 6 u 8 filamentos tubulares. En el hipoblasto se contabilizan 8 filamentos respiratorios tubulares. La hendidura ventral no alcanza el margen posterior del submentón, pero es profunda y de forma acuminada. La pigmentación del frontoclípeo puede ser nula o muy escasa, con solo un sombreado en la base. Las branquias rectales son ramificadas. En la pupa el órgano respiratorio presenta 8 filamentos respiratorios los cuales son delgados y tubulares. La cubierta pupal presenta una forma triangular, con ventanas o procesos, alrededor de la abertura y carece de talón elevado. Alrededor de la

abertura, la textura es más laxa y se observan 3 o 4 orificios. Los filamentos respiratorios proceden de 4 troncos basales cortos.

Ecología

Los valores físico-químicos del agua de cada una de las capturas donde apareció la especie en cuestión son mostrados a modo de intervalo en la tabla 14, así como también son indicados las fechas y los valores ambientales de cada uno de los citados muestreos.

Tabla 14: Características físico-químicas del agua obtenidas para *S. reptans*.

Especie	<i>Simulium reptans</i>
Fecha	24/01/2014-11/03/2014
Alt (m)	70-868
T ^a Amb (°C)	10,0-18,4
T ^a Agua (°C)	11,4-16,7
Hum. Rel. (%)	8,9-58,1
pH	6,26-9,01
REDOX (mV)	-98 a -41
Cond (mS/cm)	0,000-10,300
TDS (g/L)	0,152-5,500
Sal (g/L)	0,0-5,4
Turb (NTU)	2,51-13,67
O ₂ Dis (‰)	?
O ₂ Dis (%)	?
Peso (g)	73,50-378,00

Dichos muestreos presentaron las siguientes características ambientales mostradas

Tabla 15: Características ambientales de cada punto de muestreo con *S. reptans*.
en la tabla 15.

Especie	<i>Simulium reptans</i>
Ambiente	Río-Arroyo-Escorrentía
Estado	Larva-Pupa-Adultos
Tipo Sustrato	Rocoso-Pedregoso-Cenagoso-Arenoso
Altura Vegetación	Alta-Media-Baja
Tipo Día	Soleado-Nublado
Insolación	Total-Parcial
Flujo Hídrico	Fuerte-Moderado-Bajo
Pendiente	Fuerte-Moderada-Baja

Distribución geográfica

La especie fue reportada como *Simulium pictum*, en Asturias, (Puig et al., 1984). Se distribuye en el norte y centro de la Península Ibérica (Grenier & Bertrand, 1954; Gracio, 1985; González, 1990–97). Es una especie de distribución paleártica aunque en la Península Ibérica es más frecuente en la mitad norte, y en los tramos finales de valles en zonas de montaña.

Dicha especie presenta una distribución paleártica, aunque en la Península Ibérica es más frecuente en la mitad norte, concretamente en los tramos finales de valles en zonas montañosas.

- ***Simulium (Simulium) trifasciatum* (Curtis, 1839):**

Sinonimias

Simulium spinosum (Doby & Deblock, 1957)

Simulium ornatum f. *spinosum* (Doby & Deblock, 1957)

Caracterización morfológica

El estado larvario también carece en la parte terminal del abdomen de las papilas o están muy reducidas. El margen anterior del submentón es ligeramente ondulado y los dientes presentan un desarrollo variable, siendo el central y los laterales mayores que el resto. El histoblasto presenta 6 u 8 filamentos tubulares. Las branquias rectales son simples. La hendidura ventral es poco profunda, no alcanza el margen posterior del submentón y muestra una forma sub-cuadrada o sub-rectangular. La cápsula cefálica y el frontoclípeo suelen estar bastante pigmentados. La mancha postero-mediana es, en general triangular.

El órgano respiratorio de las pupas tiene 8 filamentos respiratorios. Los filamentos respiratorios son delgados y tubulares. La cubierta pupal es generalmente triangular si

bien puede presentar proyecciones en la cara dorsal y laterales o simplemente algunas. La cubierta pupal carece de cualquier tipo de formación tipo ventanas o procesos, alrededor de la abertura. En la cutícula cefalo-torácica se observa la presencia de gránulos espinosos. El órgano respiratorio se caracteriza por tener los 4 troncos basales largos, principalmente el ventral.

Ecología:

Simulium trifasciatum presenta una distribución paleártica, fue mencionada en Asturias, Badajoz, Barcelona, Cáceres, Gerona, Lleida y Lugo (Beaucournu-Saguez, 1975b; González, 1990; Martínez & Portillo, 1999b; Belqat & Garrido, 2008). Además, también ha sido localizada en el Algarve portugués (Gracio, 1985).

Los valores físico-químicos del agua de cada una de las capturas donde apareció la especie en S-33 y posiblemente en S-32, S-35 y S-41 son mostrados a modo de intervalo en la tabla 16, así como también son indicadas las fechas y los valores ambientales de

Tabla 16: Características físico-químicas del agua obtenidas para *S. trifasciatum*.
cada uno de los citados muestreos.

Especie	<i>Simulium trifasciatum</i>
Fecha	24/01/2014-10/03/2014
Alt (m)	96-868
T ^a Amb (°C)	13,0-17,9
T ^a Agua (°C)	11,40-15,20
Hum. Rel. (%)	31,5-54,8
pH	8,35-8,83
REDOX (mV)	-92 a -66
Cond (mS/cm)	0,294-9,900
TDS (g/L)	0,152-5,300
Sal (g/L)	0,1-5,1
Turb (NTU)	2,75-3,76
O ₂ DIS (‰)	?
O ₂ DIS (%)	?
Peso (g)	74,50-310,14

Tabla 17: Características ambientales de cada foco con *S. trifasciatum*.

Dichos muestreos presentaron las siguientes características ambientales mostradas en la Tabla 17.

Especie	<i>Simulium trifasciatum</i>
Ambiente	Río-Arroyo-Esorrentía
Estado	Larva-Pupa-Adulto
Tipo de sustrato	Rocoso-Pedregoso-Cenagoso-Arenoso
Altura vegetación	Alta-Media
Tipo día	Soleado
Insolación	Total-Parcial
Flujo hídrico	Fuerte-Moderado-Bajo
Pendiente	Fuerte-Moderada-Baja
Nivel antrópico	Salvaje-Rural

En cuanto a su fenología, se ha localizado durante todo el año en la cuenca de los ríos Llobregat y Segre (González, 1990) y en las cuencas de los ríos Guadalquivir, Guadiana y Tajo (Martínez & Portillo, 1999b). En el río Serpis se han registrado pupas durante los meses de abril a julio alcanzándose el máximo en el mes de octubre (Víctor *et al.*, 2013).

En nuestro caso solo aparece en el punto S-33(2), pero se han encontrado otros ejemplares que recuerdan a *S. trifasciatum* pero con pequeñas variaciones que dificultan su descripción para asegurar con total certeza que se trata de esta especie y no de otra, aun así su información queda recogida dentro de las dos últimas tablas.

Distribución geográfica

Simulium trifasciatum es una especie ampliamente distribuida por el norte y centro de Portugal (Gracio, 1985). En España la especie ha sido reportada sólo desde los Pirineos (González, 1990–1997; Vinçon & Clergue–Gazeau, 1993) y de Asturias y Galicia (Beaucournu-Saguez, 1975b).

Se trata de una especie rara en España que se encuentra en arroyos y torrentes de montaña en zonas forestales, siendo más frecuentemente en Portugal.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1 Discusión

En el presente estudio se han recogido ejemplares pertenecientes a varias especies de simúlidos en puntos de muestreo seleccionados en el río Serpis. La identificación de las especies presentes, en cada uno de los focos de nuestro estudio, nos han permitido catalogarlos, y la toma de los datos de la físico-química del agua, así como los datos ambientales, nos han ofrecido abundante información que permite abordar el estudio de la autoecología de las especies a lo largo de un ciclo anual.

Las siete especies identificadas permiten elevar a 10 las especies citadas en el río Serpis, lo que muestra un número de especies elevado si tenemos en cuenta los valores que aparecen en otros estudios de ríos españoles, en los que el número habitual se encuentra entre tres y seis. El valor obtenido en el Serpis solo es inferior a los obtenidos en el río Tajo, el Guadiana, el Llobregat, el Ter y el Yeguas.

La presencia de las diferentes especies estudiadas en los puntos de captura, muestra una presencia en un 75% de los focos para *S. reptans* y para *S. intermedium/ornatum*. *S. sergenti* con un 58,3% y *S. agustitarsae* con un 41,6, manifiestan una infestación importante, aunque bastante alejada de las dos especies anteriormente mencionadas que muy probablemente sea debido a los requerimientos de salinidad y/ solutos disueltos, frente a los valores que toleran otras especies. Por su parte *S. pseudoequinum* solo está representada en el 16,6% de los focos, mientras que las especies *S. trifasciatum* y *S. intermedium* solo aparecen presentes en el 8,3% de los focos estudiados. Los mayores porcentajes que ofrecen las especies *S. reptans* y *S. intermedium/ornatum* nos muestran su gran capacidad colonizadora de hábitats muy diversos, así como su tolerancia a rangos muy amplios de las características físico-químicas.

La distribución altitudinal de los puntos de muestreos muestra grandes variaciones y, de manera paralela, tal y como se muestra en la tabla 18, estas variaciones se manifiestan igualmente para las especies, si exceptuamos los casos de *S. pseudoequinum*, *S. intermedium* y *S. trifasciatum*, en las que podemos apreciar una distribución que no muestra una dependencia altitudinal. Únicamente *S. angustitarsae* manifiesta una distribución altitudinal igualmente amplia. Muy probablemente no es la altitud, sino otros factores biológicos los que condicionan, con mayor dependencia, la presencia o ausencia de las especies en determinados enclaves.

Especies	Altitud (m)
<i>S. angustitarsae</i>	88, 96, 102, 159, 191, 372, 642
<i>S. intermedium</i>	868
<i>S. intermedium/ornatum</i>	88, 96, 102, 159, 319, 352, 372, 642
<i>S. pseudoequinum</i>	88, 102
<i>S. reptans</i>	70, 88, 96, 159, 191, 319, 352, 868
<i>S. sergenti</i>	88, 96, 102, 319, 352, 372
<i>S. trifasciatum</i>	159

Tabla 18: Distribución altitudinal de los puntos de muestreo.

Los simúlidos tienen unos requerimientos biológicos que afectan a su distribución. Sin duda alguna el complejo *S. intermedium/ornatum* es el que manifiesta una mayor capacidad de adaptación a condiciones muy cambiantes. Así cuando revisamos la tolerancia salina podemos observar como este complejo, junto con *S. sergenti* y *S. reptans* son capaces de desarrollarse bajo condiciones de salinidad que alcanzan valores superiores a 5,5 g/l así como en zonas cuya salinidad apenas supera los 0,2 g/l. Por este motivo podemos señalar que, con nuestros datos debemos calificar a la mayoría de las especies identificadas como propias de aguas hiposalinas o dulces, con la excepción señalada que hace que las tres especies muestren una tendencia oligosalobre. Estos valores elevados de salinidad únicamente se han obtenido en los puntos de muestreo que se encuentran en la parte alta del río, antes del embalse de Beniarrés.

En este tipo de ríos en los que el caudal se encuentra regulado por la apertura o cierre de las compuertas de los pantanos, en nuestro caso el pantano de Beniarrés, podemos observar como existe una marcada fluctuación en los valores de turbidez del agua. Una vez más el grupo de especies ya mencionado, son las únicas que resisten valores de turbidez elevados que alcanzan valores superiores a 13,5 NUT de turbidez, cuando para la mayoría de las especies soportan aguas con menor turbidez, oscilando entre 2,5 y 4 NTU.

En relación con los valores de pH obtenidos en los distintos puntos de muestreo debemos señalar que muestran marcada basicidad uniforme a lo largo del curso del río y que únicamente se puede apreciar un incremento moderado en los tres puntos de muestreo situados por encima del pantano y colonizados por las especies *S. sergenti*, *S. reptans* y *S. intermedium/ornatum*.

Las mayores densidades poblacionales se han observado siempre en la proximidad de los núcleos urbanos, presentando en los restantes puntos poblaciones escasas. Este hecho resulta significativo desde el punto de vista de afección al ser humano ya que es en estas zonas en las que él se convierte en una de sus presas preferidas para adquirir la sangre necesaria para su alimentación. Tanto la población de Cocentaina como la de Villalonga han venido sufriendo ataques de estos dípteros especialmente en verano, julio y/o agosto, época en la que los adultos de la segunda generación, la más numerosa, emergen de los puparios y van en busca de sus posibles presas.

5.2. Conclusiones

1. Se ha detectado un total de 12 focos con presencia de formas adultas y/o preimaginales de Simuliidae en la zona objeto de estudio.
2. Se ha identificado un total de 7 especies del género *Simulium*: *S. angustitarse*, *S. intermedium*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum*, *S. reptans*, *S. sergenti* y *S. trifasciatum*.
3. Las especies *S. sergenti*, *S. angustitarse* y *S. reptans* se citan por primera vez en el río Serpis.
4. La especie más abundante y habitual, de las 7 estudiadas, es *S. intermedium/ornatum*, que se ha localizado en 10 de los 12 puntos de muestreo.
5. *S. intermedium/ornatum* presenta una cohabitación habitual con *S. sergenti*, seguida por la cohabitación con *S. reptans*.
6. Las poblaciones más abundantes, de las especies estudiadas, la presentan *S. reptans* y *S. intermedium/ornatum*, colonizando biotopos con amplia variación de sus características físico-químicas.
7. El tramo del Río Serpis, que recorre el término municipal de Villalonga, es donde existe una mayor concentración de puntos de muestreo, comparado con los municipios restantes, y es en él donde se han evaluado las poblaciones de simúlidos más elevadas.
8. La población de Villalonga se ha visto sometida a la acción de los simúlidos, habiéndose requerido de la atención médica contra las mordeduras de estas “moscas”, de manera especial, en el año 2013. Las manifestaciones observadas han sido reacciones alérgicas observadas principalmente en niños y personas ancianas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson (R.C.) 1956.- The life cycle and seasonal transmission of *Ornithofilaria fallisensis* Anderson, a parasite of domestic and wild ducks. *Canad. J. Zool*, 34: 485-525.
- Anderson (J.R.) & DeFoliart (G.R.). 1961.- Feeding behaviour and host preferences of some blackflies (Diptera: Simuliidae) in Wisconsin. *Ann. Ent. Soc. Amer*, 54: 716-729.
- Antiga (P.), 1888.- Contribución a la fauna de Cataluña. Catálogo de los dípteros observados en diferentes sitios del principado. Barcelona. En: Arias Encobert, J. 1912. Datos para el conocimiento de la distribución geográfica de los dípteros de España. *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 7. pp: 63-247.
- Bain (O.) Denke (A.M), Amégée (Y.) & Chabaud (A.G.) 1977.- Les onchocerques des bovines au Togo: les microfilaires et leurs distribution. *Ann. Univ. Bénin*, 3: 117-123.
- Beaucournu-Saguez (F.) 1972.- Captures de Simulies dans la moite sud du Portugal. Premières captures en Europe de *Simulium sergenti* Edwards 1923 et de *Simulium ruficorne* Macquart, 1838. *Ann. Esc. Nac. Saúde públ. de Med. Trop*, 6: 73-83.
- Beaucournu-Saguez (F.) 1975.- Récoltess de Simulies (Diptera Simuliidae) dans le Sud-Est de l'Espagne. *Ann. Soc. Entom. Fr*, 11: 73-89.
- Beaucournu-Saguez (F.) 1975b.- Sur quelques Simulies (Diptera, Simuliidae) du Nord-Ouest de l'Espagne. *Ann. de Parasitol. Hum. et Comp*, 50: 105-122.
- Belqat (B.) & Garrido (J.) 2008.- Inventaire faunistique et bibliographique des Simulies d'Espagne (Diptera, Simuliidae). *Rev. Entomol*, 24: 201-219.

- Bennett (G.F.) 1961.- On the specificity and transmission of some avian trypanosomes. *Can. J. Zool*, 39: 17-33
- Bennet (G.H.), Fallis (A.M) & Campbell (A.) 1972.- The response of *Simulium* (*Eusimulium*) *euryadminiculum* Davies (Diptera, Simuliidae) to some olfactory and visual stimuli. *Can. J. Zool.*, 50: 793-800.
- Boumaiza (M.) & Clergue-Gazcau (M.) 1986.- Le peuplement simulidien de la Tunisie: I. Inventaire Faunistique et biogeographie (Diptera: Nematocera). *Ann. Limnol*, 22: 31-39.
- Bwangamoi (O.) 1969.- *Onchocerca ochengi* new species, an intradermal parasite of cattle in East Africa. *Bull. Epizool. Dis. Africa*, 17: 321-335.
- Carles-Tolrá (M.) & Hjorth-Andersen 2002.- Catálogo de los Diptera de España, Portugal y Andorra (Insecta). Monografías S.E.A.
- Carlsson (G.), 1962.- Studies on Scandinavian blackflies (Fam. Simuliidae). *Opusc. Ent*, 21 (Suppl.): 1-280.
- Carlsson (G.) 1969.- Some Simuliidae (Diptera) from Southern Spain. *Ent. Meddelelser*, 37: 202-206.
- Chance (M.M.) 1970.- The functional morphology of the mouthparts of black flies larvae. (Diptera, Simuliidae). *Quaest.Entomol*, 6: 245-284.
- Colbo (M.H.) & Moorhouse (D.) 1974.- The survival of the eggs of *Austrosimulium pestilens* Mack. Y Mack. (Diptera, Simuliidae). *Bull. Entomol. Res*, 64: 629-632.
- Colbo (M.H.) & Wotton (R.S.), 1981.- Preimaginal blackfly bionomics. In: *Blackflies. The future for biological methods in integrated control.* (M. Laird ed.). London: Academic Press. pp: 209-226.

- Craig (D.A.), 1977.- Mouthparts and feeding behavior of Tahitian larval Simuliidae (Diptera: Nematocera). In: Currie y Craig, 1987. Quaest. Entomol, 13: 195-218.
- Crosskey (R.W.), 1973.- Simuliidae. In: *Insects and other Artropods of Medical Importance* (W.G.V.Smith, ed.). London, Brtitish Museum (Natural History). pp: 109-153.
- Crosskey (R.W.), 1987.- The future of black fly taxonomy. In: Black flies. Ecology, Population Managament and Annotated World List. (K.Ch. Kim & R.W. Merritt eds.). Pennsylvania State University. pp: 11-23.
- Crosskey (R.W.) 1990.- *The natural hystory of blackflies*. Ix Jhon Wiley: Chichester. 711pp.
- Cupp (E.W.), 1981.- *Blackfly physiology*. In: Blackflies: *The future for biological methods in integrated control*. (M.Laird, ed.). Academic Press. London. pp: 199-208.
- Currie (D.C.) & Craig (D.A.), 1987.- Feeding stratedies of larval black-flies. In: Black flies. Ecology, Population management and Annotated World List. (K.Ch. Kim y R.W. Merritt eds.). Pennsylvania: States University. pp: 155-170.
- Czerny (L.) & Strobl, (G.) 1909.- Spanische Dipteren, III Beitrag. Verbandl. Der K. K. zool.-botan. Gessells. In Wien Jahr. 121 pp.
- Davies (L.) 1966.- The taxonomy of British blackflies (Diptera- Simuliidae). Trans. R. Ent. Soc. Lond. 188: 413-511.
- Dinulescu (G.) 1966.- Fauna Republici Soc. Romania. Insecta, Diptera, Fam. Simuliidae. Fauna. Rep. Soc. Rom, 11: 1-600.

- Eberhard (M.L.) 1979.- Studies on the *onchocerca* (Nematoda: Filarioidea) found in cattle in the United States. I. Systematics of *O. gutturosa* and *O. linealis* with a description of *O. stilesi* sp. NJ. Parasite, 63: 379-388.
- Eichler (D.A.) & Nelson (G.S.) 1971.- Studies on *Onchocerca gutturosa* (Neumann, 1910) and its development in *Simulium ornatum* (Meigen, 1918). I. Observations on *O. gutturosa* in cattle in south-east England. J. Helminthol, 45: 245-258.
- Eichler (D.A.) 1971.- Studies of *O. gutturosa* (Neumann, 1910) and its development in *Simulium ornatum* (Meigen, 1918). II. Behaviour of *S. ornatum* in relation to the transmission of *O. gutturosa*. J. Helminthol, 45: 259-270.
- Eichler (D.A.) 1973.- Studies of *O. gutturosa* (Neumann, 1910) and its development in *Simulium ornatum* (Meigen, 1918). 3. Factors affecting the development of the parasite in its vector. J. Helminthol, 47: 73-88.
- Fredeen (F.J.H.) 1969.- Outbreaks of the Black fly *Simulium articum* Malloch in Alberta. Quaest. Entomol, 21: 175-208.
- Fredeen (F.J.H.) 1977.- A review of economic importance of blackflies (*Simuliidae*) in Canada. Quaest. Entomol, 13: 219-229.
- Gil (J.C.), 1933.- Distribución de los insectos hematófagos de España. I Congres. Nac. Sanidad Madrid. 4: 96-106.
- González (G.), 1990.- Sistemática y ecología de los Simuliidae (Diptera) de los ríos de Catalunya y de otras cuencas hidrográficas españolas. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona. 451 pp.
- González (G.), 1997.- Claves para la identificación de las larvas y pupas de los simúlidos (Diptera) de la Península Ibérica. Asociación Española de Limnología. Publicación nº6. pp 77.

- Gracio (A.J.Santos.), 1985.- Estudio sistematico e bioecológico dos simulideos de Portugal (Diptera-Simuliidae). Tesis doctoral. Universidad de Lisboa. 796 pp.
- Gräfner (G.) 1981.- Merkbälter nr. 26 uber angewandte parasiten kunde und Schädlingbekämpfung Kriebelmücken (Simuliidae). Angew.Parasitol, 22: 1-16.
- Grenier (P.) & Bertrand (H.) 1954.- Simuliidae (Diptera, Nematocera) d'Espagne. Ann. Paras. Hum. Comp, 29: 447-459.
- Ham (P.J.) & Bianco (A.E.) 1983.- Development of *Onchocerca volvulus* from cryopreserved microfilariae in three temperate species of laboratory-reared Blackflies. Trop. Parasitol, 34: 137-139.
- Hansford (R.G.) & Ladle (M.) 1979.- The medical importance and behaviour of *Simulium austeni* Edwards (Diptera: Simuliidae) in England. Bull. Ent. Res, 69: 33-41.
- Hawking (F.) 1975.- Circadian and other rhythms in parasites. Adv. Parasitol, 13: 123-182.
- Ivashchenko (L.A.) 1977.- The effect of oxygen and light on embryonic development and time of hatching of simuliid larvae (Diptera, Simuliidae). Medskava Parazit, 46: 37-41.
- Jamnback (H.) 1973.- Recent developments in control of Blackflies. Ann. Rev. Ent, 18: 281-304.
- Jensen (F.) 1984.- A revision of the taxonomy and distribution of the Danish black-flies (Diptera-Simuliidae), with keys to the larval and pupal stages. Natura Jutlandica, 21: 69-116.
- Johnston (T.H.) 1921.- Onchocerciasis in Queensland cattle. Trans. Proc. R. Soc. South Aust, 45: 231-247.

- Joubert (L.) & Monet (P.) 1975.- Vérification expérimentale du rôle des simuliides *Testisimulium bezzii* y *Odagmia* groupe *ornatum* dans la transmission du virus Mysomateux en Haute-Provence. Rev. Méd. Vét, 126: 617-634.
- Kettle (D.S.) (2nd Edition.), 1995.- *Medical and Veterinary Entomology*. CAB International: Oxon UK. 677-680 pp.
- Kurtak, (D.C.) 1978.- Efficiency of filter feeding of black-fly larvae (Diptera-Simuliidae). Can. J. Zool, 56: 1608-1623.
- Lane (R.P.) & Crosskey (R.W). 1993.- *Medical Insects and Arachnids*. London. 723 pp.
- Lestón (V.), Díaz (J.), Quirce (C.) & Cobo (F.) 2013.- Los Simuliidae (Diptera) de la cuenca del río Serpis (SE, España). Estudio faunístico. Bon. Asoc. esp. Ent, 37: 285-299.
- Martínez (R.), 1996.- Estudio faunístico y ecológico de los Simúlidos (Diptera, Simuliidae) de extremadura. Tesina. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca. 264 pp.
- Martínez (R.E.) & Portillo (M.) 1999b.- Faunistic and ecological study of Simuliids (Black-flies) (Diptera: Simuliidae) in a zone in southeast Spain. *Memoirs on Entomology, International*, 14: 605-623.
- Mas (J.) Yumbe (A.), Solé (N.), Capote (R.) & Cremades (T.) .1995.- Prevalence, geographical distribution and clinical manifestations of onchocerciasis on the Island of Bioko (Equatorial Ginea). *Tropical Medicine and Parasitology*, 46: 13-18.
- Neumann (L.G.) 1910.- Un nouveau Nematode parasite du Boeuf (*Onchocerca gutturosa n. sp.*). Rev. Vet, 67: 270-278.

- Neveu (A.) 1973.- Variations biométriques saisonnières chez les adultes de quelques espèces de Simuliidae (Diptera-Nematocera) Arch. Zool. Exp. Gen., 114: 261-270.
- Noirtin (C.) & Boiteux (P.) 1979.- Mort de 25 animaux de ferme (dont 24 bovins) par piqûres de simuliés dans les Vosges. Bull. Mem. Soc. Vet. Parasitol, 63: 41-54.
- Omar (M.S.), Denke (A.M.) & Raybould (J.N.) 1979. The development of *O. ochengi* (Nematoda Filarioidea) to the infective stage in *S. damnosum* s.l with a note on the histochemical staining of the parasite. Trop. Parasitol, 30: 157-162.
- Ortega (M.) & Oliver (M.) 1984.- Entomología de la oncocercosis en el Soconusco, Chiapas. I. Estudio sobre los hábitos de picadura de las tres especies de simúlidos considerados transmisores de la oncocercosis en el foco del sur de Chiapas. Fol. Ent. Mex, 62: 125-140.
- Post (R.J.) 1980.- Cytotaxonomy of the *Simulium ornatum* species-group in Britain. Newsl. Br. Simulium Group, 3: 3-5.
- Puig (M. A.), González (G.) & Soriano (O.) 1984. Introducción al estudio de las comunidades macrobentónicas de los ríos asturianos: Efemerópteros, Plecópteros, Tricópteros, Simúlidos y Quironómidos. Limnética, 1: 187-196.
- Radostits (O.M.) & Blood (D.C.) 1994.- *Veterinary Medicine: Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs and Horses*. London: Baillière Tindall.
- Rivosecchi (L.) 1963.- C.C.S.I.. VI – Su due forme del gruppo *latizonum*. Riv. Parass, 24: 1-30.
- Rivosecchi (L.) 1972.- Contributo alla conoscenza dei Simulidi Italiani XXI: nel grupo *equina*. Riv. Paras, 33.
- Rivosecchi (L.) 1978.- Simuliidae: Fauna d'Italia. Diptera Nematocera. Bologna: Accademia Nazionale di Entomologia e Unione Zoologica Italiana. 533 pp.

- Rivosecchi (L.) (13. Ed.), 1978.- Simuliidae: Diptera, Nematocera. Fauna D'halia Calderini: Bologna. 533 pp.
- Schulz-Key (H.) & Wenk (P.) 1981.- The transmission of *Onchocerca tarsicola* (Filaroidea: Onchocerciae) by *Odagmia ornata* and *Prosimulium nigripes* (Diptera: Simuliidae). J. Helminthol, 55: 161-166.
- Serra-Tosio (B.) 1967.- La prise de nourriture chez la larve de *Prosimulium inflatum* Davies 1957. Trab. Lab. Hydrobiol. Pisc. Univ. Grenoble, 55-58: 97-103.
- Skidmore (L.V.) 1931.- *Leukocytozoon smithi* infection in turkeys and its transmission by *Simulium occidentale* Townsend. J. Parasitol, 18: 130.
- Steelman (C.D.) 1976.- Effects of external arthropod parasites on domestic livestock productions. Ann.Rev.Ent, 21: 155-178.
- Steward (J.S.) 1937.- *Onchocerca cervicalis* (Raillet and Henry, 1910) and its development in *Culicoides nuveculosus* MG. Review of Applied Entomology B, 22: 58-59. (1934).
- Strobl (G.) 1905.- Spanische Dipteren. II Beitrag. Mem. Real. Soc. Esp. Hist. Nat., 3 (Memoria 5^a): 271-422.
- Takaoka (H.) & Suzuki (T.) 1987.- Epidemiology and control of Guatemalan Onchocerciasis. In: Black flies. Ecology, Population management and Annotated World List. (K. Ch. Kim & R.W. Merritt eds.) Pennsylvania: States University pp: 374-386.
- Tress (A.J.), McCall (P.J.) & Crozier (S.J.) 1987.- Onchocerciasis in British Cattle: a study of *Onchocerca gutturosa* and *O. linealis* in North Wales. J. Helminthol, 61: 103-113.
- Vinçon (G.) & Clergue-Gazeau (M.) 1993.- Les Simulies (Diptera Simuliidae) du Sud-Ouest de l'Europe: le crénel et l'épirhithral. Ann. Limnol, 29: 157-169.

- Wahl (G.) & Renz (A.) 1991.- Transmission of *O. dukei* by *S. bovis* in north Cameroon. *Tropical Medicine and Parasitology*, 42: 368-370.
- Watts (S.B.) 1976.- Blackflies (Diptera: Simuliidae): a problem review and evaluation. *Pest.Man. Pap*, 5: 1-117.
- Wenk (P.) 1981.- Bionomics of adult blackflies. In: *Blackflies: The future for biological methods in integrated control*. (M.Laird, ed.). London: Academic Press. pp: 259-282.
- Wenk (P.) 1987.- Swarming and mating behaviour of black flies. In: *Black flies. Ecology, Population Management and Annotated World List*. (K.Ch.Kim and R.W.Merritt, eds.). Pennsylvania: State University. pp: 215-227.
- Zwick (H.), 1978.- *Simuliidae*. In: *Limnofauna Europaea*, (J. Illies ed.). Stuttgart, pp: 333-395.
- Zwick (H.) & Zwick (P.) 1990.- *Terrestrial mass-oviposition of Prosimulium species (Diptera-Simuliidae)*. *Aquatic Insects*. 12.