

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/259195367>

“DINÁMICA POBLACIONAL Y BIOTOPO DE LOS SIMÚLIDOS EN LA CUENCA MONEGRINA DEL FLUMEN” Tesina de...

Book · June 2003

CITATIONS

0

READS

328

1 author:



Diego Villanúa

GANASA

29 PUBLICATIONS 488 CITATIONS

SEE PROFILE

“DINÁMICA POBLACIONAL Y BIOTOPO DE LOS SIMÚLIDOS EN LA CUENCA MONEGRINA DEL FLUMEN”



Autor: Diego Villanúa Inglada

Directores: Dr. Javier Lucientes y Dr. Jose Antonio Catillo,
Departamento de Patología Animal de la Universidad de Zaragoza

Los doctores Javier Lucientes y Jose Antonio Catillo, Profesores Titulares del Departamento de Patología Animal de la Universidad de Zaragoza,

HACEN CONSTAR

Que el trabajo titulado “DINÁMICA POBLACIONAL Y BIOTOPO DE LOS SIMÚLIDOS EN LA CUENCA MONEGRINA DEL FLUMEN”, del que es autor D. Diego Villanúa Inglada, ha sido realizado bajo nuestra dirección y cumple las condiciones exigidas para optar al grado de Licenciada en Veterinaria.

Zaragoza, Junio de 2003

Javier Lucientes Curdi

Jose Antonio Castillo

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.

2. OBJETIVOS.

3. REVISIÓN DE CONOCIMIENTOS.

3.1. MORFOLOGÍA, BIOLOGÍA E INTERÉS DE LOS SIMÚLIDOS.

3.1.1. Morfología.

3.1.1.1. Formas Imaginales.

3.1.1.2. Formas preimaginales.

3.1.1.2.1. Huevo.

3.1.1.2.2. Larva.

3.1.1.2.3. Pupa.

3.1.2. Biología.

3.1.2.1. Ciclo de vida.

3.1.2.1.1. Ovoposición.

3.1.2.1.2. Eclosión y desarrollo larvario.

3.1.2.1.3. Pupación.

3.1.2.1.4. Salida del capullo, cópula y dispersión.

3.1.2.2. Hábitats.

3.1.2.3. Alimentación.

3.1.3. Importancia.

3.1.3.1. Interés médico-sanitario.

3.1.3.1.1. Parasitosis transmitidas por los simúlidos al hombre; la oncocercosis.

3.1.3.1.2. Parasitosis animales transmitidas por los simúlidos.

3.1.3.1.3. Virus transmitidos por los simúlidos.

3.1.3.2. Interés Económico.

3.1.3.2.1. Disminución de producciones y muertes directas.

3.1.3.2.2. Influencia social y turística.

4. MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1. MATERIAL.

4.1.1. Material de campo.

4.1.2. Material de laboratorio.

4.1.3. Material bibliográfico.

4.2. MÉTODO.

4.2.1. Toma de muestras.

4.2.1.1. Pupas y larvas.

4.2.1.2. Imagos.

4.2.2. Preparación en laboratorio.

4.2.3. Experimentos paralelos

4.2.3.1. Influencia de sol/sombra en el desarrollo pupal

4.2.3.2. Influencia de sol/sombra en la oviposición.

4.2.3.3. Influencia de la profundidad en la oviposición.

4.2.3.4. Elección de substrato para la oviposición.

4.2.3.5. Influencia del color en la atracción de los simúlidos.

4.3. ZONA DE ESTUDIO.

4.3.1. Introducción y delimitación del área de estudio.

4.3.2. Geología.

4.3.3. Climatología.

4.3.3.1. Precipitaciones.

4.3.3.2. Temperaturas.

4.3.3.3. Vientos.

4.3.4. Usos del suelo.

4.3.5. Estaciones de muestreo.

5. RESULTADOS.

5.1. Introducción.

5.2. Especies identificadas.

5.2.1. *Simulium (Nevermannia) angustitarse* (Lundström, 1911)

5.2.2. *Simulium (Simulium) intermedium* (Roubaud, 1906)

5.2.3. *Simulium (Simulium) ornatum* (Meigen, 1818)

5.2.4. *Simulium (Wilhelmia) pseudoequinum* (Seguy, 1921)

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

5.2.6. *Simulium (Boophthora) erythrocephalum* (De Geer, 1776)

5.3. Localización en Los Monegros

5.3.1. Características del biotopo.

5.3.2. Estacionalidad.

5.4. Experimentos paralelos.

5.4.1. Influencia de sol/sombra en el desarrollo pupal.

5.4.2. Influencia de sol/sombra en la ovoposición.

5.4.3. Influencia de la profundidad en la ovoposición.

5.4.4. Elección de substrato para la oviposición.

5.4.5. Influencia del color en la atracción de los simúlidos.

6. DISCUSIÓN.

7. CONCLUSIONES.

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. INTRODUCCIÓN.

Los simúlidos son unos pequeños dípteros incluidos dentro de los nematóceros. Su color negro y el aspecto acorazado que presentan hace que hayan recibido los nombres de "Black -flies" ó "Bull-flies" en la terminología anglosajona. Estos dípteros han sido y son objeto de estudio en numerosos países de Europa y sobre todo América del Sur y África. El hecho de que sea en estos últimos donde más ímpetu se haya puesto en su estudio, se debe a la acción de los simúlidos como vectores de la oncocercosis ó ceguera de los pantanos, enfermedad muy importante en estas zonas y a cuyo control dedica grandes esfuerzos la OMS. En Europa el estudio está algo más retrasado, y en concreto en España todavía no hay ningún estudio general de la familia. No obstante sí se cuenta con estudios parciales de gran calidad (Beaucournu-Sagez, 1975; Prat et al., 1983, 84, 85; Puig et al., 1984; González, 1980-1985; González et al., 1986-87; Crosskey, 1991; Martínez, 1996) y alguna de referencia taxonómica (Grenier y Bertrand, 1954; Carlsson, 1969; Crosskey y Gracio, 1985). En Portugal cuentan desde 1985 con una monográfica elaborada por Gracio.

El estudio de esta familia comienza en 1800 con la descripción del género *Melusina* por Meigen. A pesar de ello, la denominación de *Simuliidae*, derivada del género *Simulium* identificado por Latreille (1802), es la que se impone desde los primeros estudios y la que se admite en la resolución de la ICZN (Internacional Comision of Zoological Nomenglature) de 1963. Las primeras publicaciones se limitan a tratados generales de dípteros en los que se mencionan los simúlidos. Las primeras monográficas aparecen en 1944 por Smart y en 1956 por Rubtsov, incrementándose el interés por esta familia desde finales de los sesenta hasta nuestros días siguiendo líneas taxonómicas (Davies, 1966; Crosskey, 1967-69; Zwick, 1974; Rivosecchi, 1978) y ecológicas (Wotton, 1977-78; Shröder, 1980-81). La taxonomía sigue basándose

todavía en las características morfológicas (Crosskey,1987), si bien la citotaxonomía presenta gran interés en la distinción de determinadas especies (Rothfels, 1987). A continuación exponemos la clasificación que de los simúlidos hace Santos Grácio en 1985.

Clasificación taxonómica de los simúlidos ibéricos según Grácio, 1985

Género Prosimulium (Roubaud, 1906)

P. (P.) latimucro (Enderlein, 1925)

P. (P.) tomosvaryi (Enderlein, 1921)

Género Metacnephia (Crosskey, 1969)

M. blanci (Grenier y Theodorides, 1953)

M. nuragica (Rivosecchi, Raastad y Contini, 1976)

Género Simulium (Latreille, 1802)

Subgénero Nevermania (Enderlein, 1921)

S. (N.) armonicum (Doby y David, 1961)

S. (N.) ruficorne (Macquart, 1838)

S. (N.) naturale (Davies, 1966)

S. (N.) vernum (Macquart, 1826)

S. (N.) cryophilum (Rubtsov, 1959)

S. (N.) angustitarse (Lundström, 1911)

S. (N.) pinhaoi sp.n.

Subgénero Eusimulium (Roubaud, 1906)

S. (E.) latinum (Rubtsov, 1962)

S. (E.) aureum (Fries, 1824 s.l.)

S. (E.) angustipes (Edwardas, 1915)

Subgénero Wilhelmia (Enderlein, 1921)

S. (W.) sergenti (Edwards, 1923)

S. (W.) equinum (Linnaeus, 1758)

S. (W.) lineatum (Meigen, 1804)

S. (W.) pseudoequinum (Séguy, 1921)

Subgénero Simulium (Latreille, 1802)

S. (S.) reptans (Linnaeus, 1758)

S. (S.) spinosum (Doby y Debolck, 1957)

S. (S.) intermedium (Edwards, 1920)

S. (S.) ornatum (Meigen, 1818)

S. (S.) hispaniola (Grenier y Bertrand, 1954)

S. (S.) monticola (Friederichs, 1920)

S. (S.) argyreatum (Meigen, 1838)

S. (S.) tuberosum (Lundström, 1911)

S. (S.) variegatum (Meigen, 1818)

Subgénero Obuchoiva (Rubtsov, 1947)

S. (O.) ibericum (Crosskey y Grácio, 1985)

S. (O.) auricoma (Meigen, 1818)

Subgénero Boophthora (Enderlein, 1921)

S. (B.) erythrocephalum (De Geer, 1776)

2.OBJETIVOS.

La presencia masiva de simúlidos en la región de los Monegros es relativamente reciente, lo que hace que a día de hoy se desconozcan cuáles son las especies presentes y el nicho ecológico que ocupan en esta zona. Llenar este vacío es pues el fin de nuestro estudio, en el que buscamos tres objetivos fundamentales:

- a) Identificación de las distintas especies de simúlidos presentes en Monegros.**
- b) Determinación de la distribución de las mismas, así como de su variación a lo largo del año.**
- c) Caracterización de biotopo que ocupan estos dípteros en Monegros**

Los datos obtenidos del presente estudio serán los que en el futuro permitan enfocar unos u otros tratamientos.

3. REVISIÓN DE CONOCIMIENTOS.

3.1. MORFOLOGÍA, BIOLOGÍA E INTERÉS DE LOS SIMÚLIDOS.

3.1.1. MORFOLOGÍA

3.1.1.1. Formas Imaginales

El aspecto de los simúlidos es el de unas pequeñas moscas de color oscuro, robustas y con cortas antenas y patas si las comparamos con otros nematóceros.

Llama la atención su prominente tórax, que les ha valido el nombre de “Buffalo flies” que reciben en determinadas regiones Su tamaño oscila entre 1,5 y 5,5 mm, si bien pueden existir diferencias entre individuos de la misma especie según procedan de

larvas desarrolladas en invierno o en verano, siendo menores las de larvas de verano (Rivosecchi,1971) (Neveu,1973).

Su color oscuro, predominantemente negro o marrón que contrasta con unas zonas aclaradas en las patas de colores amarillentos. Es ese color oscuro el que les ha dado su nombre inglés: “Black flies”. En algunas especies podemos encontrar un diseño típico en el mesonoto visible en determinadas posiciones respecto a la luz y una pigmentación característica en la frente de las hembras de las especies *S. intermedium* y *S. ornatum* muy útiles en taxonomía.

Los ojos presentan una conformación distinta en machos que en hembras. Los primeros tienen unos ojos de mayor tamaño llegando a contactar el derecho con el izquierdo a la altura de la frente (holópticos). Presentan además dos tipos de facetas, mayores en la parte superior y menores en la inferior. Las hembras por el contrario, cuentan con unos ojos de menor tamaño, constituidos por un único tipo de facetas y que no llegan a contactar en la parte superior de la cabeza (dicópticos). Junto a los ojos identificamos unas antenas gruesas, cortas y constituidas por ocho o nueve flagelómeros. También en las antenas podemos encontrar cierto dimorfismo sexual, apareciendo diferencias en la conformación del escapo y el pedicelo.

La armadura bucal presenta distinta morfología según se trate de machos o hembras y dentro de estas, según sean autógenas (no picadoras) o anautógenas (picadoras). En estas últimas encontramos dentículos apicales en el labro y unas madíbulas y maxilas finamente dentadas, mientras que en machos y hembras autógenas estas piezas están reducidas y carecen de dentículos. El labio esta desarrollado a modo de trompa corta o probóscide, y es fuerte en las hembras anautógenas y débil en los machos y hembras autógenas. Por último los palpos maxilares son largos y cuentan con cinco segmentos, el tercero de los cuales presenta una vesícula sensorial interna

denominada órgano de Lauterborn. Este órgano se comunica con el exterior por un cuello o directamente a través de un poro.

El tórax presenta un escudo muy desarrollado con respecto a escutelo y postescutelo que da una imagen muy arqueada al observarlo lateralmente. Esta diferencia de desarrollo es más acusada en machos que en hembras. En los laterales podemos apreciar los espiráculos y varios escleritos como el “sulco mesoepisternal” y la “membrana pleural” útiles en taxonomía. Recubriendo todo el tórax pueden aparecer setas en distinta densidad según especies.

Las patas están formadas por nueve segmentos; dos basales cortos (coxa y trocanter), dos algo más desarrollados (femur y tibia) y cinco artejos tarsales. El primero de estos artejos es el de mayor tamaño y recibe el nombre de basitarso. En este artejo y en el siguiente encontramos dos formaciones denominadas pedisculo y calcipala. Por último señalamos también la presencia de uñas simples en los extremos de las patas.

El abdomen está constituido por nueve segmentos, el primero de los cuales se limita a un anillo de sedas de considerable longitud. En los últimos segmentos encontramos la genitalia, conjunto de estructuras que participan en la cópula. En la hembra aparece a partir del margen medio y posterior del octavo segmento en forma de dos láminas (gonapófisis) que actúan como lóbulos de oviposición. Dentro se encuentra la furca, una pieza quitinizada en forma de “Y” con una determinada proporción entre los brazos. La espermateca es única y posee caracteres útiles para la diferenciación de determinadas especies. Los machos presentan una reducción del noveno esternito y su genitalia posee un importante valor taxonómico al presentar estructuras diferentes según especies como los coxitos, los estilos, la gonofurca, las espinas paramelares y gonosterno o lámina media.

Dentro de la anatomía interna nos limitamos a citar el tracto digestivo por el interés que posee desde punto de vista parasitológico. Desde el órgano bucal pasamos a la faringe en la que se insertan los músculos dilatadores, y de esta al esófago, el cual es fino y cuenta con un divertículo ventral; el proventrículo marca el punto de unión con el estómago. Este presenta una forma de botella insertándose en su unión con el intestino los cuatro tubos de Malpighi, que tienen una longitud similar al tubo digestivo. El intestino es corto, ensanchándose en la ampolla rectal y presenta seis papilas rectales bien marcadas. Por último señalar el gran tamaño de las glándulas salivares, las cuales tienen forma de corazón y un pequeño reservorio salivar en su base.

Fig. 1. Esquema hembra adulta de simúlido

1. Escudo
2. Escutelo
3. Antenas
4. Ojos
5. Armadura bucal
6. Membrana Pleural
7. Coxa
8. Trocanter
9. Fémur
10. Postescutelo
11. Abdomen
12. Espiráculo
13. Tibia
14. Pedisulco
15. Artejos
16. Uñas

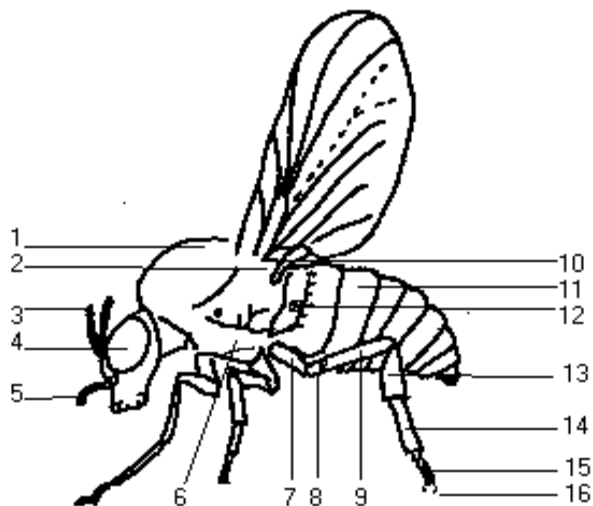
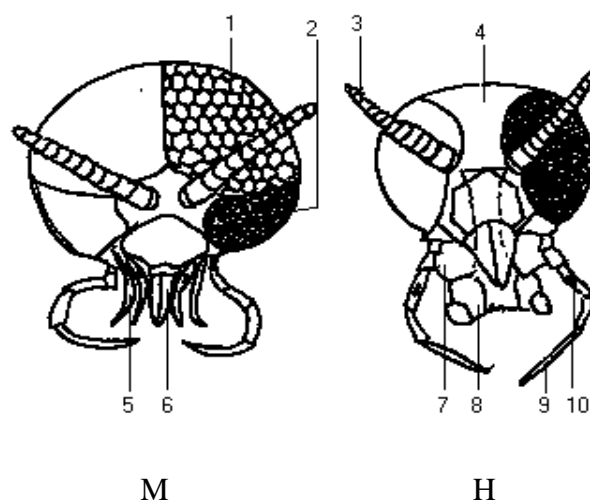


Fig. 2. Esquema cabeza de los simúlidos

1. Ojos de Falcetas grandes
2. Ojos de Falcetas pequeñas
3. Antenas
4. Frente
5. Labio
6. Labro
7. Maxila
8. Mandíbula
9. Palpo maxilar
10. Cripta sensorial



3.1.1.2. Formas preimaginales

3.1.1.2.1. Huevo.

Se encuentra habitualmente sumergido y adherido a distintos materiales del río por medio de una secreción viscosa que impregna su superficie. Esta superficie carece de cualquier tipo de ornamentación observable al microscopio óptico, siendo necesario recurrir al microscopio electrónico para detectar alguna característica (Martínez, 1996). El color no es constante, partiendo del blanco en el momento de la ovoposición y oscureciéndose con el paso del tiempo hasta alcanzar un tono negruzco. El tamaño del huevo oscila entre 0,1 y 0,5 mm y siendo su forma de ovalada a subtriangular (Gracio, 1985).

3.1.1.2.2. Larva.

La localizamos generalmente unos centímetros por debajo de la superficie del agua y sujeta a la vegetación o materiales del cauce por medio del pseudopodo ventral y de la ventosa que presenta en el extremo del abdomen. Presenta una forma alargada subcilíndrica con dos engrosamientos a la altura del tórax y del abdomen respectivamente. Su tamaño oscila entre 3 y 15 mm (Martínez, 1996) siendo de mayor tamaño las larvas de finales de invierno. El color es muy variable, desde el blanco al marrón oscuro, viéndose influenciado por el contenido del tubo digestivo, apreciable a través de la cutícula gracias a la transparencia de esta. Esta transparencia permite observar también las glándulas salivares muy desarrolladas y dispuestas a lo largo del abdomen.

La cápsula cefálica es cuadrangular, de buen tamaño y está fuertemente esclerotizada. En la parte dorsal, el frontoclipeo presenta una coloración característica debida a la inserción de la musculatura de la cabeza que puede ser usada para la identificación. Presenta dos antenas con cuatro segmentos, siendo el cuarto de longitud variable. En la parte más apical distinguimos los abanicos labrales constituidos por radios curvados, finos y plegables que desempeñan la función filtro de nutrientes. En una posición latero-ventral encontramos las premandíbulas, el palpo maxilar, el submentón y la mandíbula con el “proceso tp”. Estas estructuras son también usadas en la diferenciación taxonómica, sobre todo la dentición del submentón en las especies de la Tribu Prosimuliini. Observando la cabeza desde una vista ventral podemos valorar la forma y profundidad de la hendidura ventral, muy variable de unas especies a otras y por lo tanto de gran valor taxonómico.

El tórax presenta tres segmentos anchos pero poco delimitados externamente. En los estados más avanzados del desarrollo podemos apreciar a ambos lados del tórax los

histoblastos de los filamentos respiratorios, que nos permiten correlacionar las fases de larva y pupa. En la parte ventral del tórax apreciamos el pseudopodo ventral, dotado de una corona de ganchos y desempeñando la función de sujeción y desplazamiento.

El abdomen aparece dividido en ocho segmentos mejor delimitados que en el tórax y que se hacen más anchos conforme se alejan de este. Algunas especies presentan unos tubérculos subcónicos en los segmentos 1° a 5° de distinto desarrollo según la especie de que se trate (Martínez, 1996). En el extremo del abdomen aparecen dorsalmente las branquias anales, evaginaciones del recto formadas por tres lóbulos en el caso más sencillo, pero que pueden presentar ramificaciones en número variable en algunas especies. Justo por debajo de estas branquias anales encontramos el “esclerito en X”, estructura quitinizada que sirve de punto de anclaje a la musculatura abdominal. En la parte ventral del abdomen encontramos el otro órgano de sujeción de la larva, un conjunto de filas de ganchos que actúa a modo de ventosa.

Fig. 3. Esquema de morfología larvaria

1. Abanicos labrales
2. Frontoclipeo
3. Tórax
4. Histoblasto
5. Abdomen
6. Esclerito en X
7. Disco de fijación
8. Antena
9. Mandíbula
10. Manchas laterales cápsula cefálica
11. Pseudopodo ventral
12. Tubérculos subcónicos
13. Papila ventral
14. Branquias anales

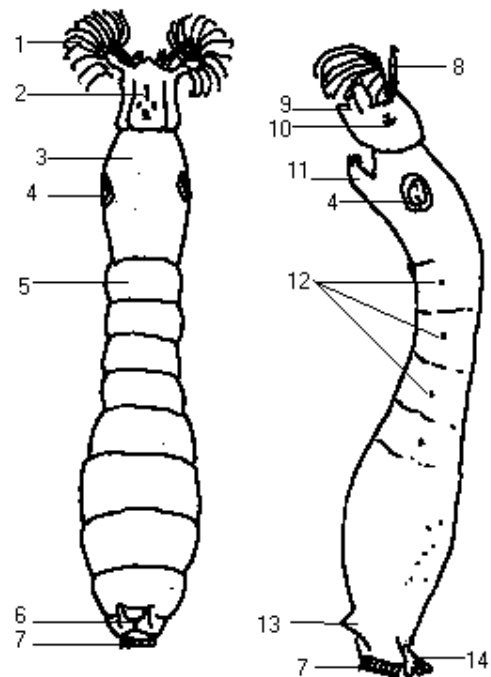


Fig. 4. Esquema de la morfología de la cápsula cefálica de la larva de simúlido

1. Abanicos labrales
2. Antenas
3. Frontoclipeo
4. Marcas características
5. Labrum
6. Maxila
7. Mandíbula
8. Hipostomum
9. Hendidura ventral

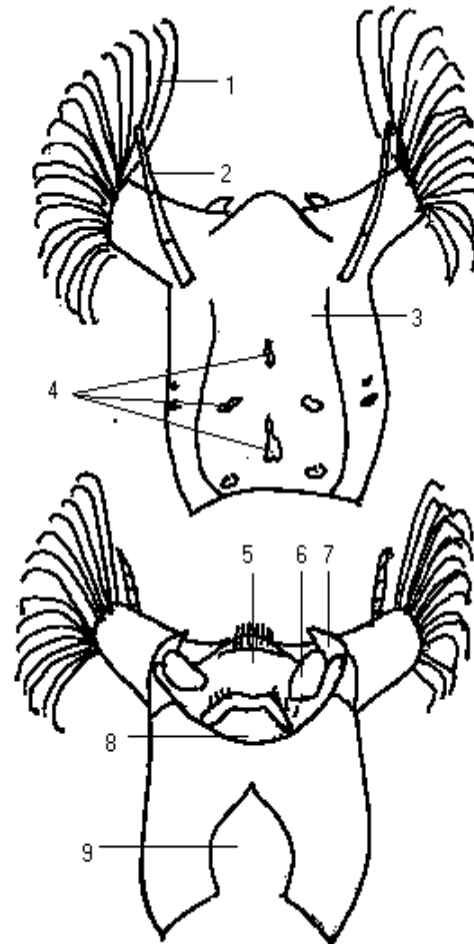


Fig. 5. Ejemplos de distintos tipos de branquias anales



3.1.1.2.3. Pupa.

En la fase final del último estadio, la larva segrega una sustancia sedosa con la cual va tejiendo una cápsula pupal en torno suyo. A esta estructura sedosa pueden adherir otros materiales, como por ejemplo granos de arena o minúsculos crustáceos añadidos por *S.(O) ibericum* (Grácio, 1985). Existen distintos modelos de cápsulas que son característicos de cada especie y que poseen un gran valor taxonómico (Lechevalier, 1953). En general podríamos decir que presenta una forma triangular o de “zapatilla” con el extremo anterior ampliamente abierto dejando libres la cabeza y los filamentos respiratorios y orientada en sentido contrario a la corriente (Martínez, 1996). En el género *Prosimulium*, esta cápsula se limita a unas fibras enredadas alrededor de la pupa anárquicamente y sin forma definida. Por el contrario, el resto de simúlidos las fibras están entretejidas más finamente y dan lugar a morfologías en algunos casos altamente sofisticadas. Entre las características morfológicas de la cápsula que permiten distinguir una especie de otra sobresalen las siguientes:

- Presencia o no de “ventanas” (janelas) o de proyecciones en la parte anterior de la pupa.
- Grado de homogeneidad y densidad del tejido.
- Presencia o no de cierta elevación del “cuello”.
- Mayor ó menor extensión de la cubierta en el abdomen de la pupa.

En la pupa propiamente dicha podemos distinguir dos regiones bien diferenciadas; cabeza y tórax por un lado y abdomen por otro.

En la cutícula dorsal de los primeros, aparecen en ocasiones pequeños tubérculos, espinas y sedas que pueden ser útiles en taxonomía (Grácio, 1985). En el tórax se encuentran adheridos un par de filamentos respiratorios característicos de cada especie y que constituyen la base de la diferenciación de múltiples especies. Estos

filamentos aparecen en forma de un tronco principal del que pueden partir otros secundarios y que a su vez pueden ramificarse dando distintos modelos.

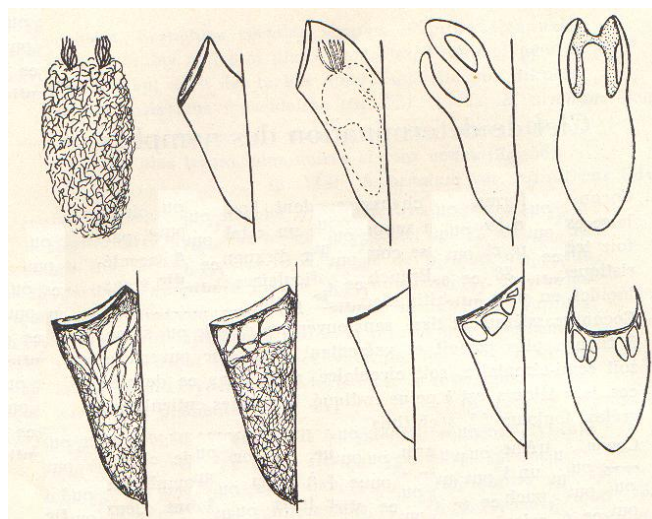
El abdomen está constituido al igual que en el adulto por 9 segmentos, el último de los cuales cuenta con dos ganchos cuya morfología puede ser útil a la hora de diferenciar especies (Grácio, 1985). El grado de pigmentación y la presencia de fibras o sedas en los distintos segmentos también se pueden usar en taxonomía, pero la mayor utilidad de otras estructuras hace que apenas se recurra a ellas.

Fig. 6. Esquema morfología pupal.



1. Órgano respiratorio
2. Ojos
3. Abdomen
4. Ganchos abdominales

Fig. 7. Ejemplo de estuches pupales.



3.1.2. BIOLOGÍA.

Estos dípteros desarrollan un ciclo de vida a caballo entre el medio acuático de las formas preimaginales y el aéreo de los adultos. A pesar de esta separación, no se puede separar el estudio y debemos considerarlo en conjunto. Por un lado la distribución de las puestas depende de los lugares elegidos por los adultos en función de unas determinadas condiciones atmosféricas. Por otra parte la eclosión de las pupas dando los adultos está regida por el caudal, el oxígeno, la temperatura y otras características del cauce fluvial. Vemos pues que la características del medio acuático influyen sobre la presencia de adultos y las condiciones del medio aéreo determinan la presencia de formas preimaginales. Como estos ejemplos existen otros múltiples que nos obligan, como decimos, a un estudio conjunto de adultos e inmaduros.

3.1.2.1. Ciclo de vida.

El ciclo de vida de los simúlidos sigue cuatro fases de desarrollo fundamentales: huevo, larva, pupa y adulto. El número de ciclos vitales por año puede ser variable, dependiendo de las variaciones climáticas y ambientales así como de las distintas especies. En este sentido se señala la existencia de especies univoltinas con un solo ciclo por año (*Prosimulium spp.*) y otras que pueden dar varios, como por ejemplo *S. erythrocephalum* que puede dar hasta cinco en un año (Post, 1983).

3.1.2.1.1. Ovoposición

Ya hemos comentado que el desarrollo de las formas preimaginales se lleva a cabo en el medio acuático. La puesta se realiza seis o siete días tras la fecundación, consta de unos 300 huevos y se corresponde en algunos simúlidos (*S. damnosum*) con

una ingesta de sangre (Rivosecchi, 1978). La hora del día elegida suele ser al anochecer, pudiéndose efectuar a otra hora en días ### nublados (Grácio, 1985). La forma de ovoposición varía entre las distintas especies, así pues puede efectuarse directamente sobre la superficie del agua (Davies y Peterson, 1956), bajo el agua tras inmersión de la hembra (Rivosechi, 1967) o incluso en zonas de salpicadura (Zwick y Zwick, 1990). La primera modalidad es probablemente la más común; en ella la hembra deja caer los huevos dentro del agua, bajando hasta el fondo donde, gracias a la gelatina que los recubre, quedan adheridos a algún sustrato (Goldini y Davies, 1987). Los huevos depositados por este método pueden presentar una diapausa hasta que las condiciones del cauce sean las óptimas. Existe otra posibilidad, y es que los huevos depositados por la hembra en la superficie del agua, se adhieran directamente a la vegetación justo por debajo de la superficie del agua (Grácio, 1985). La segunda modalidad de puesta está verificada para *Wilhemia mediterranea* y en ella la hembra se sumerge unos centímetros envuelta en una burbuja de aire, se ancla a un sustrato subacuático y deposita en este un manto de huevos. Por último existe también la posibilidad de puesta en zonas de salpicaduras tales como musgos o vegetales e incluso grietas del sedimento (Ladle et al, 1985). Esta última modalidad es la que siguen *P. hitipes* y *P. tomosvaryi* y constituye sin duda la más interesante por tratarse de puesta terrestre. Hay que señalar que, debido a la abundancia de oxígeno, este tipo de puesta presenta un desarrollo más rápido y no mostrando diapausa (Colbo y Moorhoue, 1974) (Ivaschenko, 1977). Además de esta influencia positiva del oxígeno en la embriogénesis, existen otros factores que regulan el desarrollo como son la temperatura y el fotoperíodo (Cupp, 1981) así como la abundancia de alimento (Zwick y Zwick, 1990). Por esto, según las condiciones ambientales algunas especies permanecerán en fase de huevo desde primavera hasta otoño, otras sólo durante el verano y otras durante el invierno. Tal es la influencia de los

factores externos que la misma especie puede tardar cuatro horas en eclosionar cuando se ubica en zonas tropicales y varios días si se encuentra en zonas templadas , como ocurre con el grupo *damnosum* (Goldini y Davies, 1987).

3.1.2.1.2.Eclosión y desarrollo larvario.

Tras la fase huevo acontece la fase larvaria. La eclosión se produce gracias a la espina que la larva posee en la cápsula cefálica y que se conoce como aparato ruptor. Una vez fuera del huevo, la larva se desplaza hasta alcanzar una posición adecuada fijada a algún substrato bajo el agua y en una orientación determinada con respecto a la corriente. El desplazamiento lo realizan encorvando el cuerpo hasta que la cabeza toque el soporte, y en ese momento, tras haber fijado el pseudópodo torácico por medio de una sustancia viscosa, desprenden el disco posterior y lo llevan a hasta ponerlo en contacto con la cabeza, fijándolo a su vez al soporte e irguiéndose inmediatamente (Gil Collado,1933). La fijación con el disco adhesivo posterior, se realiza de manera que la larva queda con una inclinación de unos 180° con respecto al soporte y con una orientación que le permite una correcta filtración del alimento (Grenier,1949). En el caso de las especies que realizan la ovoposición en las zonas de salpicaduras o grietas, la eclosión de los huevos coincide con la época de lluvias, de manera que son estas mismas las que arrastran a las larvas hasta el cauce (Zwick y Zwick, 1990).

La duración del desarrollo larvario depende, al igual que pasaba con el huevo, de las distintas especies y de las condiciones medioambientales. Así pues el número de estadios larvarios variará de seis a nueve (Colbo y Wotton,1981), y la duración de su desarrollo completo de una semana en zonas tropicales a varios meses en zonas templadas. El primer estadio larvario se reconoce por la presencia de prominencia cefálica usada para la ruptura del huevo. El resto se diferencian por pequeños detalles

morfológicos y principalmente por el tamaño, si bien esta última característica puede llevar a engaño debido al mayor tamaño de las especies que pasan el invierno en fase larvaria (Gracio, 1985) y el menor tamaño de los ejemplares de las zonas tropicales (Neveu, 1973; Crosskey, 1973).

Fig.8. Número de estadíos larvarios de algunas especies según varios autores.

| Especie | Nº estadíos | Autor |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| <u><i>S. damnosum</i></u> | 6 | Grenier (1953) |
| | 7 | Freeman y Meillon (1953) |
| <u><i>S. oviceps</i></u> | 7 | Dinulescu (1966) |
| | 8 | Craig (1975) |
| <u><i>S. articum</i></u> | 7 | Fredeen (1976) |
| <u><i>S. vittatum</i></u> | 7 | Ross (1979) |

3.1.2.1.3. Pupación.

Cuando la larva del último estadio ha completado su desarrollo o prepupa, se inicia la elaboración del estuche sedoso alrededor de su cuerpo. Esta construcción lleva aproximadamente 40-60 minutos (Gracio, 1985) y para ello la larva se sitúa en zonas más resguardadas de la corriente y produce una secreción sedosa que maneja con su pseudópodo ventral. La forma del estuche es constante y característica de cada especie, usándose como elemento de diferenciación taxonómica (Lechevalier, 1953). En general podríamos decir que presenta una forma triangular o de “zapatilla” con el extremo anterior ampliamente abierto dejando libres la cabeza y los filamentos respiratorios y orientada en sentido contrario a la corriente (Martínez, 1996). En la prepupa encontramos ya los ganchos dorso-abdominales y los filamentos respiratorios de la pupa aunque enrollados en el tórax. La duración del estadio de pupa es de 2 a 10 días (Gracio, 1985) durante los cuales el simúlido no se alimenta.

3.1.2.1.4. Salida del capullo, cópula y dispersión.

Una vez alcanzado su desarrollo, los adultos realizan una incisión en forma de T desde la parte posterior de la cabeza por toda la línea media del tórax por la cual saldrán al exterior. Una vez fuera del capullo asciende rápidamente hasta la superficie gracias a una burbuja de aire que le envuelve el cuerpo y evita que se empape. En cuanto sale de agua, se mantiene en la superficie por medio de una membrana de aire que se forma sobre los basitarsos de las patas. Este tipo de emersión hace que el agua pueda trasladar al simúlido distancias considerables según la corriente. Cuando ha alcanzado la superficie, el tegumento se consolida y el imago realiza un corto vuelo hasta un punto

donde terminar de secarse aportando al tegumento la consistencia necesaria. Otra opción es la de dejarse llevar por la corriente hasta la orilla, amarrándose ahí a algún sustrato.

La eclosión del huevo tiene lugar generalmente durante el día dando picos a distintas horas según especies y condiciones atmosféricas (Grácio, 1985). En principio parecía influenciada por factores como la temperatura y la luz (Wenk, 1981), no obstante se han realizado experimentos en los cuales se han conseguido la eclosión en total oscuridad (Kureck, 1969). De esto se deduce que la luz no es el factor que determina la salida del huevo (Grácio, 1985). Una vez seco y endurecido, el simúlido puede desplazarse ya en busca de alimento. Estos desplazamientos pueden ser bastante largos (hasta más de 50 km.), si bien el viento desempeña un papel fundamental en este sentido. El acoplamiento puede seguir varias pautas. Puede producirse un acoplamiento en la vegetación de la orilla y sin vuelo nupcial anterior en especies cuyos machos presentan las facetas dorsales reducidas. En la otra modalidad, los machos se localizan formando pequeños enjambres en zonas próximas a los puntos a los que las hembras acuden para alimentarse (plantas en hembras autógenas y animales en hembras anatógenas) precipitándose sobre ellas y realizando la cópula tras el vuelo de cortejo (Wenk, 1981). La transferencia de espermatozoides del macho a la hembra se realiza a través de una pequeña bolsa denominada espermatóforo. Los acoplamientos tienen lugar generalmente al atardecer (Davies y Peterson, 1956). La ovogénesis es distinta según se trate de hembras autógenas ó anatógenas. Estas últimas requieren una toma previa de sangre para que se de lugar la ovogénesis, cosa que no ocurre en las autógenas. Esta no dependencia de la sangre, hace posible que en algunas especies no picadoras la ovogénesis se de ya en el fase de pupa. Existiría otra posibilidad en la cual las hembras se comportan como autógenas en la primera oviposición pero se tornan picadoras para las sucesivas (Grácio, 1985). Por último ha que señalar la posibilidad de que, en

poblaciones en las que el número de hembras excede mucho al de machos se pueden dar lugar casos de partenogénesis (Davies, 1950) si bien esto no es lo más habitual. Las picadas a hospedadores se suelen llevar a cabo al amanecer y en menor medida con la caída de la tarde (Wolfe y Peterson, 1960). Esta tendencia se modifica en los días nublados ##### en los que los simúlidos pueden atacar a sus hospedadores a cualquier hora (Wenk, 1981). La humedad relativa del aire parece influir también en la actividad picadora de estos dípteros aumentando una al aumentar la otra. Los simúlidos no penetran en construcciones (Rivosecchi, 1978) con lo cual sus ataques se limitan a animales al aire libre o en refugios muy abiertos. Cada especie de simúlido tiene unas preferencias a la hora de picar, distinguiéndose especies con tropismo por aves y con tropismo por mamíferos, incluido el hombre. Sin embargo lo que parece es que ninguna es exclusivamente antropófila, siendo esta tendencia una opción accesorio de las especies zoófilas (Crosskey, 1973).

3.1.2.2. Hábitats.

3.1.2.2.1. Adultos.

El hábitat que ocupan los simúlidos adultos depende mucho de los hábitos nutricionales de cada especie, así como de la época del año y las condiciones atmosféricas, no obstante podemos señalar una serie de características para centrar el hábitat de estos insectos.

Se localizan siempre en zonas abiertas, no entrando nunca en construcciones humanas (Gil Collado, 1962). En general se les encuentra en zonas húmedas y no muy soleadas próximas a torrentes y ríos. Según la especie, se localizarán descansando en la hierba o en las hojas de árboles a determinada altura. Las especies ornitófilas del género *Cnetha* (*C. latipes* y *C. fucensis*) se disponen en la máxima altura de álamos y demás árboles de

ribera, mientras que las de género *Eusimulium* y *Chelocnetha* prefieren arbustos de menor altura (Rivosecchi, 1972). Vemos pues que la distribución se ve muy influida por los hábitos alimenticios de la especie de simúlido.

3.1.2.2.2. Larvas

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 cauces con una baja concentración de oxígeno en el agua, asociada a un aumento de la población bacteriana, 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 *Greniera fabri*), los sustratos escabrosos y los recubiertos por algas filamentosas o gelatinosas (Martinez, 1996)

3.1.2.3. Alimentación.

3.1.2.3.1. Adultos.

La alimentación de los simúlidos adultos está constituida por el néctar de numerosas flores. Para obtener esta fuente pueden llegar a recorrer distancias considerables de por ejemplo 50-80 km. para *S. damnosum*, influyendo mucho en estos desplazamientos el viento y las condiciones atmosféricas (Wenk, 1981).

Cómo ya señalábamos anteriormente, existen especies autógenas y anautógenas, requiriendo estas últimas de la ingesta de sangre para el desarrollo de los huevos. Estas especies anautógenas cuentan con un aparato chupador modificado para ese fin (McIver y Sutcliffe, 1987). La sangre la obtendrían según la especie, tanto de aves como de mamíferos incluido el hombre. Cuando pican a los mamíferos, eligen la zona interna del pabellón auricular (Rivosecchi, 1963), 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.

La atracción de los simúlidos sobre el huésped sigue tres fases en relación a la distancia:

- Atracción por olor específico del huésped y por el anhídrido carbónico a gran distancia
- Atracción por anhídrido carbónico y visión del huésped a media distancia.
- Atracción visual a corta distancia.

En este último caso las características físicas del huésped tales como color, dimensiones y movimiento tienen una mayor importancia. De entre todas la más importante parece ser el color, mostrando preferencia por el negro, azul o rojo según la especie y evitando siempre el color amarillo ##### (Bradbury y Bennet, 1974).

Los ataques masivos son raros en Europa limitándose a varios casos puntuales de muerte en el Valle del Danubio e Italia (Zanin y Rivosecchi, 1974). Sobre el origen de estos ataques masivos existen varias teorías. La primera de ellas mantiene que es la falta de alimento durante la fase larvaria induce a esa generación de simúlidos a atacar de manera desproporcionada a sus huéspedes en cuanto salen del estuche pupal (Rubzov, 1959). La segunda y más aceptada de estas teorías apuntaría a unas

condiciones atmosféricas determinadas que diesen lugar a una eclosión simultánea de un número muy elevado de simúlidos, originando grandes enjambres capaces de matar a un animal al atacarle todos a la vez (Dinulescu, 1966).

3.1.2.3.2. Larvas.

Cómo ya mencionamos con anterioridad, las larvas de los simúlidos son filtradoras. Cuentan para realizar esta función con unos órganos especiales a modo de abanico con radios de sedas cortas similares a peines. Estos abanicos se sitúan enfocados hacia la corriente para captar el plancton, una vez obtenido este, se cierran de manera que pueden ser limpiados por las mandíbulas y aprovechado el alimento.

Además de la especial disposición de los abanicos, la propia larva adopta también una orientación con respecto a la corriente fijada al substrato con el disco adhesivo posterior y rotada 90-180 ° (Ross y Craig, 1980). El tamaño de las partículas filtradas varía entre 10 y 30 μm (varios autores in: Kurtak, 1978 y Currie y Graig, 1987) y está en consonancia con el tamaño de la larva, de manera que cuanto mayor sea esta, mayores serán las partículas que filtren sus abanicos. La diferencia de dimensiones de filtrado entre los distintos estadios de una misma especie es mayor que la interespecífica (Schröder, 1983). Los abanicos de la larva llevan a cavo una filtración no selectiva, de manera que retienen lo mismo que filtraría una redecilla con poro del tamaño del filtro bucal de la larva, sin embargo podemos encontrar partículas de menor tamaño que son retenidas gracias a la presencia de una sustancia pegajosa que recubre los radios de los abanicos (Ross y Craig, 1980). 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 y Wotton, 1981). En

el proceso de digestión se piensa que las partículas de menor tamaño ($<2\ \mu\text{m}$) son las que aportan los nutrientes, y que las de mayor tamaño poseen un papel mecánico al actuar como “pistones” (Carlsson et al. , 1977).

Además del sistema de filtración, las larvas de los simúlidos recurren también a la ingesta de la cubierta algal del substrato y de la materia orgánica sedimentada con la ayuda del submentón y de las mandíbulas (Serra-Tosio, 1967; Graig, 1977). Esta práctica ha sido considerada por algunos autores como un sistema para limpiar el substrato y mejorar el anclaje de la larva (Chance, 1970).

También debemos señalar el caso de las especies *Twinnia* y *Gymnopaia* así como el primer estadio de *Prosimulium*, que al carecer de elementos filtradores, se ven forzadas a esta última forma de alimentación.

Por último mencionaremos el hecho de que en ocasiones las larvas de simúlidos se comportan como depredadoras, consumiendo quironómidos, protozoos e incluso larvas pequeñas de los propios simúlidos (varios autores in: Currie y Craig, 1987).

3.1.2.3.3. Pupas.

Ya hemos comentado que esta última fase preimaginal no se ingiere alimento, recurriendo a las reservas acumuladas en la fase larvaria.

3.1.3. Importancia.

3.1.3.1. Interés médico-sanitario.

Desde hace mucho tiempo se conoce la implicación de los simúlidos en la transmisión de múltiples afecciones tanto del hombre como de los animales. Ya a finales del siglo XIX, Ruis Sandoval (1879) y Montoya y Flores (1889) (in Grenier, 1953) afirmaban la implicación de los simúlidos en la transmisión de una dermatitis infecciosa causada por Treponema carateum. Mas tarde, Grenier (1953) los proponía como transmisores de la lepra al encontrar el Mycobacterium leprae en Simulium pertinax capturados en la proximidades de leproserías de Brasil.

3.1.3.1.1. Parasitosis transmitidas por los simúlidos al hombre; la oncocercosis.

Uno de los principales riesgos que conlleva la presencia de simúlidos, es el hecho de que sean los transmisores de varias enfermedades producidas por parásitos entre las que destaca la oncocercosis o ceguera de los pantanos, enfermedad que afecta al ser humano. Su participación como vector de la enfermedad se demostró ya en 1926 y desde entonces se han venido realizando estudios encaminados a su control.

La oncocercosis es una filariosis producida por Onchocerca volvulus, y que presenta gran incidencia en determinadas zonas de África. 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 y Bianco, 1983).

Aunque como decimos es en África donde alcanza una mayor importancia, también se puede encontrar la oncocercosis en América central y del sur (Takaoka y Suzuki, 1987) donde llegó, parece ser, vehiculada por los esclavos africanos. En el nuevo continente son Simulium ochraceum, Simulium metallicum y Simulium callidum los vectores de Onchocerca volvulus (Ortega y Oliver, 1984) y se puede encontrar también otra filaria transmitida por simúlidos; la 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.

Señalaremos también la posible transmisión de especies de Onchocerca por insectos distintos a simúlidos como por ejemplo Aedes aegypti (Lok et al, 1980).

Por último llamaremos 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.

Fig. 9. Adulto de Onchocerca volvulus .



3.1.3.1.2. Parasitosis animales transmitidas por los simúlidos.

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). Con tropismo por el tejido ligamentosos encontramos *Onchocerca gutturosa* (Neuman, 1910) y *Onchocerca linealis* (Jhonston, 1921) localizadas en el ligamento nuchal 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 y que comparte con las anteriores el tropismo por el tejido ligamentoso.

Los animales silvestres sufren también filariosis 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 y Wenk, 1981).

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

3.1.3.1.3. Virus transmitidos por los simúlidos.

Aunque todavía no ha sido constatado en el campo, los simúlidos parecen estar relacionados con la transmisión de enfermedades víricas tales como la mixomatosis del conejo ##### (Joubert y Monnet, 1975), la encefalitis de Venezuela que afecta a los équidos (Anderson y DeFoliart, 1961) y otras encefalitis aviarias.

3.1.3.2. Interés Económico.

3.1.3.2.1. Disminución de producciones y muertes directas.

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 y Watts, 1976).
- Dermatitis y lesiones en la piel (Gräfner, 1981).
- Muerte directa debida a toxemia o shock anafiláctico (Watts, 1976 y 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, como ya se comentó, cuando se dan unas condiciones atmosféricas

determinadas 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).

3.1.3.2.2. Influencia social y turística.

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 y Ladle, 1979). Entre los signos que presentaban los afectados destacaban una marcada lifangitis 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 turismo y para el bienestar de las personas residentes en las zonas afectadas.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1. Material.

4.1.1. Material de campo.

- Botes de plástico de 30 ml. con alcohol de 70°
- Pinzas de acero
- Rotulador indeleble
- Libreta de anotaciones
- Termómetro
- Peachímetro
- Conductómetro
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Cazamariposas
- Bandejas de fotografía amarilla, blanca, verde y roja
- Aspirador de boca
- Vehículo
- Botas de agua altas
- Gorro con malla
- GPS y cartografía de la zona
- Cordón plástico
- Cintas de plástico de 2x50 cm.

4.1.2. Material de laboratorio

- Alcohol de 70°
- Líquido de Hoyer
- Placas petri de plástico
- Portas de 76x26 mm.
- Cubres de 18x18 mm.
- Pipeta Pasteur
- Pinzas metálicas
- Agujas enmangadas
- Tijeras
- Espátula
- Bisturí
- Rotulador indeleble
- Etiquetas adhesivas.
- Cuaderno de notas
- Lupa binocular y biluminosa
- Microscopio binocular
- Cámara digital Nikon
- Ordenador Macintosh iMac

4.1.3. Material bibliográfico.

- Claves de identificación de pupas y larvas:
 - 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. pp.451.
 - Rivoisechi, L., 1978. *Simuliidae* : Fauna d'Italia. *Diptera*

Nematocera. Accademia Nazionale di Entomologia e Unione
Zoologica Italiana. Bologna. pp. 533.

- Martínez, R., 1996. Estudio faunístico y ecológico de los
Simúlidos (Diptera, Simuliidae) de Extremadura. Tesina. Facultad
de Biología. Universidad de Salamanca. pp. 264.
- Gracio, A.J. Santos. 1985. Estudo sistematico e bioecológico dos
simulídeos de Portugal (Diptera-Simuliidae). Tesis doctoral.
Universidade de Lisboa. pp.796.

4.2. Método.

4.2.1. Toma de muestras.

4.2.1.1. Pupas y larvas.

Las distintas muestras fueron colectadas en torrentes y acequias de riego de la cuenca del río Flumen a su paso por Monegros, así como del propio cauce de este río. Se inició el muestreo el 28 de mayo del 2001, prolongándose hasta junio del 2002.

Con el fin de determinar la presencia de unas u otras especies en las distintas épocas del año así como la variación en número de individuos presentes, se tomaron muestras de manera sistemática cada 15 días en la orilla del Flumen a su paso por la localidad de Sangarrén (punto más al norte del estudio). Lo mismo se intentó con una acequia de riego en Sariñena (punto más al sur del estudio), si bien las prácticas agrícolas impidieron el seguimiento exhaustivo de esta última estación.

El resto de estaciones se distribuyeron a lo largo de la cuenca monegrina del Flumen abarcando distintos biotopos compatibles con la presencia simúlidos, y en ellas

se tomaron muestras puntuales con el fin de detectar el mayor número de especies posible. Todas las estaciones fueron localizadas con la ayuda de un GPS y señaladas en mapas cartográficos de la zona.

Se recogieron directamente las pupas o larvas con la ayuda de pinzas metálicas guardándose en los botes con alcohol de 70° para su posterior estudio.

Con el fin de determinar las características del hábitat preferencial de los simúlidos en Monegros y su estacionalidad, en cada toma de muestras se rellenó una ficha en la que se registraron distintos parámetros influyentes al parecer en la presencia de simúlidos. Lo primero que se anotaba en las fichas era la referencia de la estación de muestreo, puesto que buscamos identificar qué especies ocupan cada zona. El siguiente dato a registrar era la fecha y la hora, ya que uno de los principales objetivos del presente estudio es la determinación de las variaciones en el número de simúlidos a lo largo del día y del año.

A continuación se tomaba nota de la temperatura ambiente y de las condiciones meteorológicas del momento de recolección. Este dato resultaba interesante porque la actividad de los adultos y la salida de pupas y huevos parece verse muy influenciada por este factor (Rivosecchi, 1978; Grácio, 1985). En este apartado se distinguía entre días soleado, nublados, lluviosos y con viento.

Conforme avanzábamos en el estudio pudimos comprobar que las pupas y larvas de los simúlidos se localizaban prácticamente siempre en zonas sombreadas del río, por lo que nos decidimos a incluir este nuevo dato en la ficha.

A continuación se registraban ciertas características del cauce tales como pH del agua, conductividad, temperatura, anchura, profundidad, velocidad del agua, substrato del fondo y vegetación ocupada por los simúlidos, con el fin de identificar las características de los nichos ocupados por los simúlidos en Los Monegros. Como

substratos se consideraron tan sólo dos; cemento y tierra, que distinguen los dos tipos de cauces estudiados; arroyos o ríos y canales de riego. En lo concerniente al tipo de vegetación ocupada se distinguieron tres plantas distintas; carrizo (*Phragmites australis*), anea (*Typha angustifolia*) y cañas (###) por ser las más frecuentes, pero dejando la opción “otros” en la cual anotar el resto de posibilidades.

Tras estas anotaciones se registraba el número de pupas o larvas colectadas, buscando igualmente detectar las variaciones anuales en el número de estas. Se dejó un último apartado en el cual anotar otras características u observaciones de interés.

Para agilizar el registro, las características de meteorología, sol/sombra, substrato y vegetación, se anotaron siguiendo la siguiente clave numérica:

| Clave de la ficha de recolección | | | |
|----------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Meteorología | Sol/Sombra | Substrato | Vegetación |
| - 1 : soleado | - 1 : sol | - 1 : cemento | - 1 : carrizo |
| - 2 : nublado | - 2 : sombra | - 2 : tierra | - 2 : anea |
| - 3 : lluvia | | | - 3 : cañas |
| - 4 : viento | | | - 4 : otros |

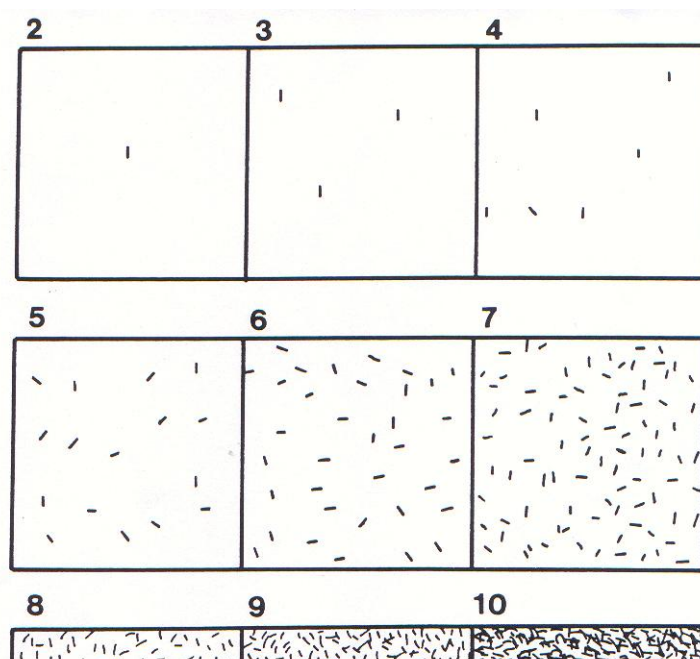
Para contabilizar las pupas y larvas colectados se barajaron varias opciones. La primera posibilidad era la de recurrir a soportes artificiales tales como tiras de tela, plástico, etc. de dimensiones conocidas que permitiesen un registro rápido (Tarshis, 1968; Disney, 1972). Uno de los problemas de esta técnica es la variabilidad a la hora de elegir el substrato por parte de las distintas especies de simúlidos que podría hacer que nos pasasen inadvertidas alguna de ellas. Por otra parte el registro usando

materiales artificiales requiere al menos dos visitas a la estación de muestreo, una para colocar las tiras y otra para contar, lo cual es imposible en los puntos de recolección puntual (Disney, 1972 ; Resh, 1979).

Otro de los métodos posibles es el basado en la comparación directa del substrato ocupado por los simúlidos con diez gráficas o dibujos (Palmer, 1994). En este método se representan diez cuadrados de 4x4 cm. con una concentración de larvas o pupas que aumenta gradualmente como se aprecia en la gráfica (Fig.9). Dibujos similares existen representando la ocupación de superficies cilíndricas para comparar con la ocupación de tallos. Este segundo método es muy rápido y permite evaluar muy bien, por ejemplo, la eficacia de un tratamiento ##### o la variación a lo largo del año del número de simúlidos en una estación (Palmer, 1994), pero no nos sirve cuando comparamos la ocupación de distintos substratos (hojas con tallos por ejemplo). Por este motivo se decidió registrar la densidad de pupas o larvas como individuos colectados por minuto. Este método requiere que sea siempre la misma persona y siguiendo el mismo protocolo la que recolecte los ejemplares.

Los datos obtenidos, se cuadraron en la escala propuesta por la OMS en el control de la oncocercosis. Esta escala consta de cuatro categorías: inexistentes, raros, frecuentes y muy frecuentes (Palmer, 1994).

Figura .9. Dibujos comparativos para conteo rápido de larvas según el modelo de Palmer (1994).



4.2.1.2. Imagos.

La recolección de adultos se realizó por varios métodos: cazamariposas, aspirador de boca y bandejas fotográficas amarilla, blanca, verde y roja. Los dos primeros métodos se usaron para detectar la oscilación diaria de la actividad de machos y hembras. El cazamariposas resultó muy eficaz para la captura de enjambres, y el aspirador para las hembras anautógenas mientras picaban. Las bandejas fotográficas se rellenaron con agua a la que se añadía azúcar para hacerla más atractiva a los simúlidos, y jabón para disminuir la tensión superficial. Con este último método se intentó identificar la posible preferencia por distintos colores.

Una vez capturados los imagos fueron guardados en los mismos botes con alcohol de 70° usados para las larvas y pupas. En las capturas de adultos se registraron también varias características del punto de muestreo usando las mismas fichas de las formas preimaginales dejando en blanco las características del cauce y anotando el tipo vegetación circundante y la proximidad a granjas.

Fig. 10. Ficha de recolección de simúlidos

| | | | |
|-------------------|--|---------------------------------|--|
| Referencia | | Velocidad del agua (m/s) | |
|-------------------|--|---------------------------------|--|

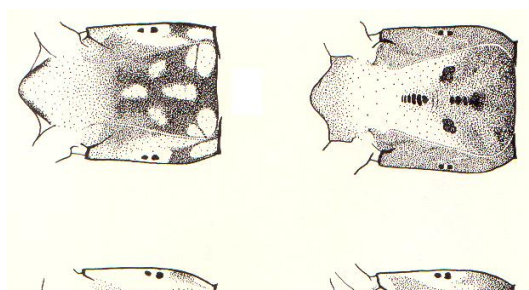
| | | | |
|--------------------|--|--------------------------------|--|
| Fecha | | Anchura cauce | |
| Hora | | Profundidad cauce | |
| Meteorología | | Substrato | |
| Sol/Sombra | | Vegetación | |
| Tª ambiente | | Nº de pupas | |
| Tª del agua | | Nº de larvas | |
| PH | | Nº de imagos | |
| Conductividad (µs) | | Otros: (Granja, vegetación...) | |

4.2.2. Preparación en laboratorio.

Las muestras obtenidas se depositaban en una placa petri de plástico y con alcohol para realizar un primer examen con la lupa binocular y elegir las pupas y larvas más interesantes o mejor conservadas. Con estos ejemplares se procedía a la clasificación taxonómica.

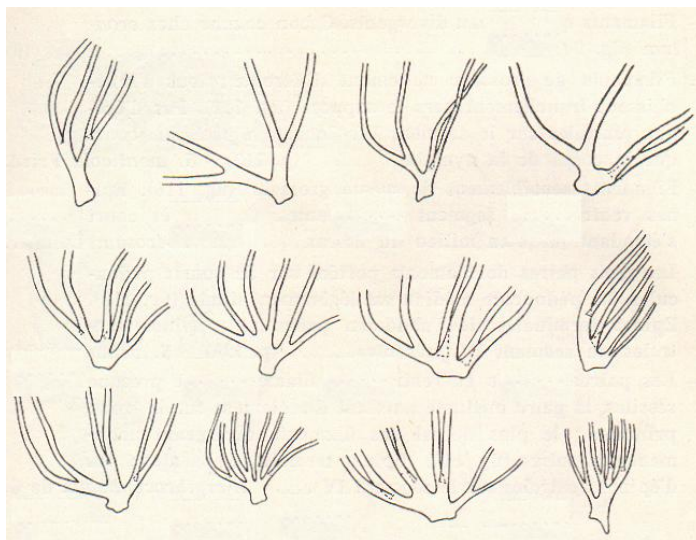
Las larvas eran observadas primero a la lupa sin montar prestando atención a la hendidura ventral, el submentón, la coloración del frontoclípeo, los esbozos ninfales del aparato respiratorio (o histoblasto), el disco adhesivo y las branquias rectales, realizando las anotaciones, dibujos o fotografías pertinentes. Posteriormente eran diseccionadas separando la cabeza del resto del cuerpo y montadas con líquido de Hoyer entre porta y cubre. Esta preparación se mantenía en la estufa a 37°C durante una semana, tras la cual se sellaban los bordes con laca de uñas y se guardaba para su posterior examen al microscopio.

Fig. 11. Ejemplo de distintas coloraciones del frontoclípeo según Crosskey (1969).



Con las pupas se procedía a la extracción de la misma del estuche y se diseccionaba separando los filamentos respiratorios, la cabeza y, en el caso de pupas maduras, la genitalia realizando un primer examen a la lupa sin montar, apreciando el estuche pupal, los filamentos respiratorios y la ornamentación de la envuelta cefalotorácica. En estos pasos se realizaban, igual que con las larvas, las anotaciones, dibujos o fotografías de los caracteres importantes. Tras esta disección, se procedía a montaje con líquido de Hoyer entre porta y cubre, almacén en estufa durante una semana, sellado de bordes con laca y examen posterior al microscopio.

Fig. 12. Ejemplo de distintos filamentos respiratorios según Crosskey (1969).



Tanto con las pupas como con las larvas, se realizaron tres preparaciones por porta hasta un total de 135 preparaciones, identificadas todas ellas con una numeración clave en etiquetas adhesivas.

4.2.3. Experimentos paralelos

Al parecer, los simúlidos tienen predilección por cauces sombreados, con poca profundidad y de aguas rápidas. Con el fin de verificar estas suposiciones en Monegros se propusieron una serie de experimentos paralelos al estudio principal en el cual se evaluaran dichos factores. El montaje de estos experimentos se realizó en el cauce del Flumen a su paso por Sangarrén durante los meses de junio y julio de 2001, durante los cuales se llevaron a cabo cuatro visitas separadas 15 días. En la primera de estas se montaron los distintos experimentos, evaluando la presencia de simúlidos en las tres restantes.

4.2.3.1. Influencia de sol/sombra en el desarrollo pupal.

Se tomó una mata de carrizo ocupada por pupas de simúlido y localizada en una zona sombreada del río para trasladarla a la orilla opuesta, donde el sol da buena parte del día. Evidentemente el nuevo emplazamiento poseía las mismas características de pH, conductividad, velocidad, sustrato y vegetación y se procuró hacer que coincidiera también la profundidad de las aguas. La mata fue sujeta a una estaca clavada al fondo y se fue comparando en lo sucesivo el desarrollo de los simúlidos en esta mata con el llevado a cabo en las ubicadas en la localización inicial. Si la luz directa de sol fuese un factor negativo, el desarrollo de estas pupas debería verse retrasado o incluso inhibido.

4.2.3.2. Influencia de sol/sombra en la ovoposición.

Se colocó un cordón de una orilla a otra atado a dos estacas de manera que se situase justo en la superficie del agua. La zona elegida presenta una profundidad más o menos constante y dentro de los límites en que suelen encontrarse las puestas de simúlidos en Monegros (40-60 cm.). Elegimos esta zona por estar su parte derecha a la sombra y la parte izquierda al sol. Al igual que en el experimento uno, el resto de características eran comunes para la zona de sombra y a la de sol. En este cordón atamos varias matas de anea a una distancia de 50 cm una de otra. Si la luz directa del sol fuese un factor negativo para la ovoposición, las matas de la sombra serían ocupadas, mientras que las del sol no.

4.2.3.3. Influencia de la profundidad en la ovoposición.

Colocamos un cordón de una orilla a otra atado a dos estacas de manera que fuese a justo a nivel de la superficie del agua. En este cordón atamos varias matas de anea a una distancia de 50 cm una de otra. La zona elegida presenta una profundidad que varía de los 20 cm. a los 95 cm. estando todo el cauce a la sombra, y presentando todas las propiedades necesarias para ser ocupado por los simúlidos que son además comunes a todo el ancho del río. Así pues el único factor variable sería la profundidad.

4.2.3.4. Elección de substrato para la ovoposición

Colocamos varios cordones de una orilla a otra atados cada uno a dos estacas de igual manera que en los experimentos anteriores. La zona elegida presentaba una profundidad más o menos constante y dentro de los límites en que suelen encontrarse las puestas de simúlido en Monegros (40-60 cm.). En estos cordones atamos matas de

distintas especies vegetales en las que se ha certificado la ovoposición (Anea, Carrizo, Junco, Zarza) así como cintas de plástico a modo de substrato para la puesta de los simúlidos.

La colocación de los substratos siguió el siguiente orden :

Cordón 1; carrizo, anea, plástico, carrizo, anea, plástico, carrizo, anea, plástico.

Cordón 2; junco, zarza, plástico, junco, zarza, plástico, junco, zarza, plástico.

Elegimos este orden para evitar la influencia de la proximidad de la orilla en la elección de una u otra especie. El resto de características fueron constantes para todos los substratos, de manera que fuera éste la única diferencia.

4.2.3.5. Influencia del color en la atracción de los simúlidos.

A primera hora de la mañana se colocaron las bandejas de fotografía de color amarillo, rojo, verde y azul en una orilla del río con abundante presencia de simúlidos. Se rellenaron con agua a la que se añadía azúcar para hacerla más atractiva a los simúlidos, y jabón para disminuir la tensión superficial.

A lo largo del día se fue pasando y recogiendo los simúlidos que caían en las bandejas, anotando el color de la bandeja donde se encontraban y el número de individuos capturados.

4.3. Zona de estudio.

4.3.1. Introducción y delimitación del área de estudio.

La región de los Monegros se localiza a caballo entre las provincias de Huesca y Zaragoza ocupando una amplia extensión de tierra que casi llega a alcanzar ambas capitales. Aunque su localización aproximada no comporta ningún problema, el hecho de carecer hasta hace poco de unos límites administrativos determinados ha hecho que su delimitación haya variado con el tiempo (Pedrocchi, 2000). En los primeros estudios se hablaba de Los Monegros como la región localizada entre el Ebro y la sierra de Alcubierre (Asso, 1798####) o al sur y nordeste de Alcubierre hacia los ríos Ebro y Cinca (Madoz####). Posteriormente esta zona se amplió al norte de la Sierra de Alcubierre incluyendo los ríos Sotón, Flumen, Alcanadre e incluso Segre (De los Ríos, 1949#####).

Actualmente existe ya una comarca de Los Monegros con carácter administrativo que incluye términos municipales al norte de la sierra de Alcubierre hasta el límite con la comarca de Hoya de Huesca con una extensión de 2.188,7 km..

Debemos tener en cuenta no obstante que esta nueva delimitación excluye términos típicamente monegrinos como Bujaraloz, Perdiguera e incluso Monegrillo.

Fig.13. Localización del área de estudio.



4.3.2. Geología.

El origen geológico de Los Monegros se remonta 100 millones de años atrás, cuando el mar de Tethys ocupaba gran parte de la tierra actual y contaba con los dos

viejos continentes, los Escudos Bálticos y el Gondwana como orillas. El acercamiento progresivo de estas placas en el Triásico y Jurásico, hizo que el fondo del mar fuese presándose y elevándose originando la cordillera Pirenaica. De la posterior erosión de los mismos es de la que se originan la Aquitania al norte y el valle del Ebro, con los Monegros, al sur. A la par de la formación de los Pirineos, se originan el Sistema Ibérico y la cordillera Costero Catalana dejando el valle del Ebro aislado de otras presiones orogenéticas limitando sus modificaciones al acúmulo de sedimentos procedentes de las cordilleras próximas. El resultado de esta actuación es una composición básica de rocas poco compactas, formadas por materiales detríticos finos (areniscas, margas y arcillas) y evaporíticos (calizas, yesos y halitas en general) (Pedrocchi, 2000).

Fig.14. Paisaje típico monegrino.



Principales tipos de suelos presentes en cada una de las unidades geomorfológicas en las tres zonas en que se ha dividido Monegros según Rodríguez-Ochoa y Artieda (1999)

| Unidad Geomorfológica | Zona Norte | Sierra | Zona sur |
|-----------------------|------------|--------|----------|
|-----------------------|------------|--------|----------|

| | | | |
|---|--|---|--|
| Relieves estructurales en arenitas | Torriorthents lítico-xéricos Torriorthets líticos | | |
| Relieves estructurales en calizas | Torriorthents lítico-xéricos Xerorthents típicos. Xerorthents líticos | Torriorthents lítico-xéricos Xerorthents típicos | Torriorthents típicos Torriorthents líticos Haplogypsids típicos Haplogypsids líticos |
| Relieves estructurales en yesos | | | Haplogypsids líticos Haplogypsids lépticos |
| Laderas desnudas con predominio de yeso-roca | Haplogypsids líticos Haplogypsids lépticos | Haplogypsids líticos Haplogypsids lépticos | Haplogypsids líticos Haplogypsids Lépticos |
| Laderas desnudas sobre otros materiales Terciarios | Torriorthents xéricos Xerorthents típicos | Xerorthents típicos Torriorthents xéricos Torriorthents típicos Haploxerolls típicos | Torriorthents típicos Haplogypsids típicos |
| Laderas coluviales | Xerorthents típicos Torriorthents xéricos Xerochrepts calcixerollicos | Xerorthents típicos Torriorthents xéricos Torriorthents típicos Haploxerolls típicos | Haplogypsids típicos Calcigypsids típicos Torriorthents típicos |
| Galcis subactuales | Xerofluvents típicos Xerochrept calcixeróllicos Xerochrept fluventicos Natrixeralfs típicos | | Haplogypsids típicos Haplogypsids sódicos |
| Valles defondo plano | Xerofluvents típicos Xerochrept gípsicos Xeroluvents oxyácuicos Natrixeralfs típicos | | Haplogypsids típicos Haplogypsids sódicos Haplogypsids lépticos Torrifluvents típicos Calcigypsids típicos |
| Depresiones endorréicas | Xerofluvents típicos Torriorthents xéricos Xerochrept ácuicos Xerorthents típicos | | Torrirhents Haplogypsids típicos Haplosalids gípsicos |
| Terrazas fluviales | Xerofluvents típicos Xerofluvents oxyácuicos | | Xerofluvents típicos Xerochrepts gípsicos |
| Terrazas fluviales antiguas | Haplocalcids xéricos Petrocalcids xéricos Xerochrepts calcixeróllicos Xerochrepts petrocálicos Haploxeralfs cálicos | | Petrocalcids típicos Petrogypsids típicos Haploclacids típicos Haplogypsids típicos Haplogypsids lépticos Calcigypsids típicos Torriorthents típicos |
| Glacis | Haplocalcids xéricos Petrocalcids Xéricos Xerochrepts calcixeróllicos Xerochrepts petrocálicos | | Haplocalcids típicos Petrocalcids típicos |

4.3.3. Climatología.

4.3.3.1. Precipitaciones.

El clima de la región de Monegros se caracteriza principalmente por la escasez e irregularidad de las precipitaciones. Como ya se dijo anteriormente, el valle del Ebro en general y los Monegros en particular, se encuentran encajonados por los Pirineos, el Sistema Ibérico y la Cordillera Costero-Catalana. Estas formaciones actúan a modo de pantalla haciendo que las nubes provenientes del mar descarguen su agua antes de llegar a la zona de Monegros. Cuando el aire húmedo asciende por las laderas de las cordilleras, se enfría, condensándose la humedad que lleva y dando lugar a las precipitaciones. Al descender por la ladera opuesta, se trata de un viento cálido y desecante. Este hecho hace que la zona de Monegros se encuentre entre las más secas de la Península con años de apenas 200 mm recogidos, aunque la media oscila alrededor de los 400 mm. (Pedrocchi, 2000).

La proporción de días sin precipitación alcanza el 80 % siendo julio y agosto los meses más secos, pero pudiéndose dar también periodos secos bastante prolongados durante la estación fría. También es muy característico la antes mencionada irregularidad de las precipitaciones, pudiéndose duplicar o triplicar el agua recogida en años sucesivos.

4.3.3.2. Temperaturas.

Las extremas temperaturas alcanzadas en esta región, ponen de manifiesto el clima continental de la zona, con largos inviernos y veranos y primaveras y otoños inexistentes. La temperatura media anual es de unos 14,5 °C, con enero como mes más frío y julio como mes más cálido con medias de 5 y 26 °C respectivamente. La oscilación térmica máxima absoluta alcanza los 53 °C a partir de los -12 °C de mínima y los 41 °C de máxima (Pedrocchi, 2000).

4.3.3.3. Vientos.

Tan característico como las escasas precipitaciones o las temperaturas extremas es el viento en todo el valle medio del Ebro. La media de días con viento es de 109 al año con máxima frecuencia en invierno y primavera (Pedrocchi, 2000). El llamado cierzo, viento de dirección NW-SE, barre todo el valle encajonado por la orografía. La velocidad alcanzada puede sobrepasar los 100 km/h, pero se establece una media de 16 km/h en Zaragoza, extrapolable a la zona de Monegros (Pedrocchi, 2000).

El resultado de la acción de estos tres factores, pluviosidad, temperaturas y viento, es clima extremo con importante aridez.

4.3.4. Usos del suelo.

Hasta la construcción del canal de Monegros, el del Cinca y la acequia del Flúmen, el cereal de secano fue lo característico de esta zona, limitándose las zonas de regadío a pequeñas extensiones en los bordes de los cauces naturales. Los primeros cultivos de regadío instaurados fueron el maíz, la alfalfa y el girasol, ocupando principalmente la zona al norte de la sierra de Alcubierre, así como los frutales en el área próxima al río Cinca. En los últimos años y debido a varios factores, el cultivo del arroz está aumentando ganando terreno al secano y los cultivos tradicionales de regadío. Este cambio de uso del suelo trae asociado una modificación de la fauna y flora asociada al mismo.

4.3.5. Estaciones de muestreo.

Como ya se comentó anteriormente, en el presente estudio se han distinguido dos tipos de estaciones de muestreo, las de visita puntual para identificar las distintas especies presentes en la zona y las de seguimiento intenso para determinar las variaciones en número y especie a lo largo del año.

Las estaciones de recogida puntual se distribuyeron por torrentes y acequias de riego de la cuenca del río Flumen a su paso por Monegros, así como del propio cauce de este río. La elección de los puntos de muestreo se basó en unas determinadas características que el cauce debía cumplir para ser ocupado por los simúlidos así como la comunicación por parte los vecinos de pueblo o el personal del equipo de control de mosquitos de la mancomunidad de la presencia de simúlidos en la zona.

Las estaciones de seguimiento anual se localizaron en dos puntos: el río Flumen a su paso por Sangarrén y una acequia de riego en Sariñena. Tales estaciones fueron vistas cada 15 días desde mayo del 2001 hasta junio del 2002, si bien los usos agrícolas de esta última impidieron su seguimiento.

La localización exacta de las distintas estaciones aparece en la siguiente tabla:

| REF. | Localidad | Coordenada X | Coordenada Y | Altura | Seguimiento |
|------|------------|----------------|-----------------|--------|-------------|
| O1 | Tardienta | N 41° 58.311 ‘ | W 000° 31.805 ‘ | 383 | Puntual |
| O2 | Valfonda | N 41° 56.996 ‘ | W 000° 28.366 ‘ | 371 | Puntual |
| O3 | Almuniente | N 41° 56.875 ‘ | W 000° 24.687 ‘ | 330 | Puntual |
| O4 | Almuniente | N 41° 56.758 ‘ | W 000° 23.382 ‘ | 323 | Puntual |

| | | | | | |
|-----|------------|----------------|-----------------|-----|----------|
| O5 | Grañén | N 41° 56.211 ‘ | W 000° 22.322 ‘ | 326 | Puntual |
| O6 | Montesusín | N 41° 53.291 ‘ | W 000° 23.443 ‘ | 348 | Puntual |
| O7 | Poleñino | N 41° 51.880’ | W 000° 19.348’ | 340 | Puntual |
| O8 | Lalueza | N 41° 50.907’ | W 000° 16.513’ | 304 | Puntual |
| O9 | Oriñena | N 41° 47.847’ | W 000° 17.488’ | 359 | Puntual |
| O10 | Lanaja | N 41° 45.901’ | W 000° 19.552’ | 362 | Puntual |
| O11 | Torres | N 41° 57.128’ | W 000° 25.763’ | 360 | Puntual |
| O12 | Sariñena | N 41° 47.391’ | W 000° 12.505’ | 268 | Puntual |
| O13 | Sodeto | N 41° 55.206’ | W 000° 16.386’ | 390 | Puntual |
| O14 | Callén | N 42° 00.201’ | W 000° 21.459’ | 391 | Puntual |
| O15 | Barbués | N 41° 58.993’ | W 000° 25.372’ | 352 | Puntual |
| O16 | Barbués | N 41° 59.175’ | W 000° 25.844’ | 365 | Puntual |
| SÑ | Sariñena | N 41° 46.946’ | W 000° 10.815’ | 293 | Contínuo |
| SG | Sangarrén | N 41° 00.873’ | W 000° 25.824 | 365 | Contínuo |

5. RESULTADOS.

5.1. Introducción.

Como ya se dijo anteriormente, el estudio de los simúlidos en España ha ido siempre algo retrasado con respecto al resto de Europa. A día de hoy, todavía no

contamos con un monográfico nacional sobre este grupo de dípteros, y los trabajos existentes, aunque de gran calidad, se limitan a su estudio en determinadas regiones (González,1980;García Rojas, 1985; García Jalón, 1986; Casado, 1986; Catalán,1987; González ,1990; Martínez, 1996).

Las primeras citas de simúlidos que encontramos en España proceden de Seguy , que en 1925 describe la especie S. ariasi (hoy Simulium (Wilhelmia) sergenti) a partir de unas muestras procedentes de Madrid y Barcelona. Posteriormente Gil Collado (1933) incluye a estos dípteros en sus estudios sobre distribución de insectos hematófagos en España. El siguiente estudio serio se debe a Grenier y Bertrand (1954) los cuales realizan prospecciones en nuestro país identificando diecisiete especies, algunas de las cuales habían sido ya citadas por Seguy (1925).

En Aragón las publicaciones existentes se limitan a citas puntuales de alguna especie y nunca englobadas dentro de ningún estudio concreto en nuestra comunidad autónoma. La primera cita en Aragón a la que hemos tenido acceso corresponde a Grenier y Bertrand (1954) que encuentran en Jaca (Huesca) ejemplares de Simulium (S.) intermedium refiriéndose a ella con el nombre de S.ornatum var. nitidifrons (Edwards, 1929, fide Crosskey, 1987). Posteriormente Beaucornu-Saguez identifican otras especies en localidades de Teruel, pero limitándose a citas puntuales. Queda por tanto mucho por estudiar de estos dípteros en España en general y en Aragón en particular. Sin mayores pretensiones intentamos colaborar en la medida de lo posible en este campo prospectando la región de los Monegros con el fin de identificar las especies presentes y las características de los cauces que ocupan.

5.2. Clasificación.

A la hora de nombrar a las distintas especies encontradas se ha seguido la corriente taxonómica propuesta por Crosskey, que considera un número reducido de

géneros que contienen a su vez subgéneros (González, 1990) recogiendo no obstante, las modificaciones de la nomenclatura y sinonimias propuestas recientemente (Crosskey, 1987). La otra opción habría sido la propuesta por Rubzov y seguida por los autores Italianos y de Europa central, en la cual se admiten un mayor número de géneros. Se optó por la primera tendencia por ser la utilizada por la mayoría de los autores de Gran Bretaña, Francia y Portugal que son precisamente los que han estado trabajando con los simúlidos en España hasta ahora.

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).

De las especies encontradas en la cuenca del río Flúmen a su paso por los Monegros, ninguna se ### engloban dentro del género *Prosimulium*, sí hallado en otros estudios del resto de España (González, 1990) (Martínez, 1996). Justificamos su ausencia por la tendencia de estos simúlidos a ocupar arroyos y torrentes de montaña a más de 1000 metros (Dossier, 1960-61; Clergue y Gazagnes, 1986; Gonzalez, 1990) excepto las especies *P. Hirtipes* (Fries, 1824) o *P. (P.) Juncii* (Contini, 1966) que pueden aparecer con relativa frecuencia a menores alturas (González, 1990).

Tampoco encontramos en Monegros especies del género *Metacnephia* ## tal vez debido a la alta mineralización de la cuenca del Flumen (González, 1990). Así pues, nuestro estudio se limita a especies del Género *Simulium*.

5.2.1. Especies.

5.2.1.1. *Simulium (Nevermannia) angustitarse* (Lundström, 1911)

Sinonimias

Melusina angustitarse ; Lundström, 1911

Simulium (Eusimulium) cambriense ; Davies, 1967; FIDE Zwick, 1974

Simulium (Eusimulium) celticum ; Davies, 1966 fide Crosskey, 1987

Morfología

Larva: marcadas manchas pigmentarias en el frontoclipeo y hendidura ventral muy reducida y con sombreado por encima del margen anterior.

Importante desarrollo de los dientes del submentón y proceso “tp” 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).

Pupa: la cubierta pupal presenta unas “alas” 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 sesil y encuentra el filamento ventral del par dorsal en su camino (González, 1990).

Ecología

Posee amplia distribución en Europa Central (Jensen, 1984), ocupando cauces de montaña. En España 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 el presente estudio la altitud es bastante menos a las anteriormente citadas, bajando hasta los 430m en la estación de Sangarrén (Huesca). El ciclo de la especie será posiblemente multivoltino, aunque el reducido número de capturas no permite deducir el mismo.

Distribución Geográfica

Podemos localizar esta especie en Inglaterra, Alemania, Suecia, Noruega y Dinamarca (Zwick, 1978). En la Península Ibérica se ha identificado tanto en Portugal (Gracio, 1985) como en España (González, 1990)

Citas anteriores

La primera cita de *S.(N.) angustitarse* en España se debe a González (1990) que la identifica en varios puntos de nuestra geografía. En Portugal, Gracio (1985) la menciona, si bien señala que las pupas presentan la cubierta con un pequeño proceso dorsal, lo que correspondería en realidad a *S. lundströmi*. No hemos encontrado ninguna referencia a esta especie en Aragón siendo por tanto la del presente estudio la primera cita en la comunidad autónoma.

Características medias de los cauces ocupados en Los Monegros

Tª ambiente (°C): 22.8

Anchura cauce (cm): 114

Tª del agua (°C): 14.76

Profundidad cauce (cm): 29.3

pH : 8.36

Substrato principal: cemento

Conductividad (µs) : 763.5

Vegetación principal: hiervas

Velocidad del agua (m/s) : 0.32

Sol/Sombra : sombra

5.2.1.2. *Simulium (Simulium) intermedium* (Roubaud, 1906)

Sinonimias

Simulium ornatum var. *nitidifrons* Edwards, 1929, fide Crosskey, 1987

S. (S.) nitidifrons (Edw.); Davies, 1966, fide id.

Odagmia nitidifrons (Edw.) ; Rivoecchi, 67-78, FIDE id.

S. insolitum (Santos Abreu, 1922), Fide id.

Morfología

Larva: Diseño del frontoclipeo similar al del resto de las especies del gr.

Ornatum existiendo gran variabilidad de intensidad de la pigmentación de las distintas manchas. La hendidura ventrales bastante profunda y presenta un margen anterior más o menos triangular o redondeado. El proceso “tp” presenta dos dientes uno superior y otro inferior de menor tamaño (González, 1990).

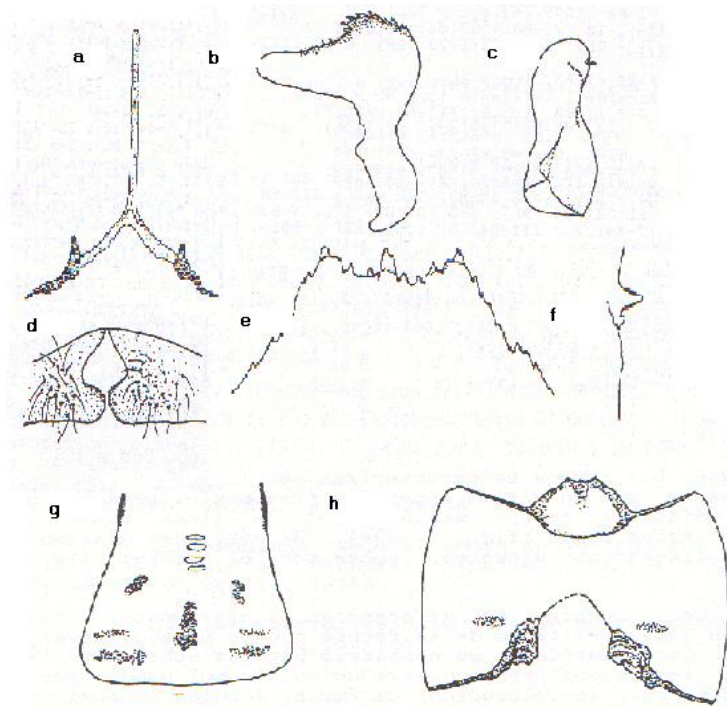
Pupa: la cubierta pupal es sencilla, presentando un aspecto irregular en el que se distinguen con facilidad las fibras que la componen. El órgano respiratorio esta constituido por 4 troncos cortos que se dividen en 2 filamentos cada uno. En ocasiones el tronco ventral sale directamente del tronco principal presentando sus filamentos un recorrido divergente.

Imagos: Los machos 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 se diferencian por la coloración negra brillante de la frente en seco.

Si se conservan en alcohol este carácter puede verse modificado. El carácter más fiable para su clasificación es la genitalia, imprescindible para su diferenciación de *S. (S.) ornatum*.

- a) furca
- b) lámina media
- c) estilo
- d) lóbulos ovipositores
- e) submentón
- f) proceso tp
- g) frontoclipeo
- h) hendidura ventral



Ecología

Presenta amplia distribución por toda la cuenca mediterránea (Rivosecchi, 1978) así como por Europa central. 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 en

esas regiones (González, 1990). Las hembras de esta especie son picadoras del ganado, sobre todo vacuno y equino.

Distribución Geográfica

Presenta como ya se dijo una amplia distribución por Europa central y occidental incluyendo la cuenca mediterránea. En España se la puede encontrar en casi cualquier localización desde la cordillera Cantábrica hasta el sur de Andalucía así como Cataluña o la Meseta central (Grenier y Bertrand, 1954; Beacucournu-Saguez, 1975;González, 1990).

Citas anteriores

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 y Bertrand (1954) que la encuentran en Jaca (Huesca), denominándola S.ornatum var. nitidifrons (Edwards, 1929, fide Crosskey, 1987). Beacucournu-Saguez (1975) la identifican en la provincia de Teruel nombrándola como S. (S.) nitidifrons (Edw.); Davies, 1966 Fide id. Por último también González (1990) la localiza en el cauce del Matarraña, próxima a nuestra comunidad autónoma.

Características medias de los cauces ocupados en Los Monegros

| | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Tª ambiente (°C) : 22,16 | Anchura cauce (cm): 270.56 |
| Tª del agua (°C):14,9 | Profundidad cauce (cm): 39.47 |
| pH : 8,65 | Substrato principal: tierra |
| Conductividad (µs) : 762,23 | Vegetación principal: carrizo |
| Velocidad del agua (m/s) : 0,68 | Sol/Sombra : sombra |

5.2.1.3. *Simulium (Simulium) ornatum* (Meigen, 1818)

Sinonimias

Simulia ornata, Meigen, 1818

Simulia fasciata (Mg. 1830)

Melusina ornata Meigen, 1818

Odagmia ornata (Mg.); Rubzov, 1967; Rivosecchi, 1978)

Simulium (Odagmia) ornatum Mg.; Raastad, 1979; Jensen, 1984

S.(S.) ornatum Mg.; Davies, 1966; Gracio, 1985

Morfología

Larva: la morfología de este estadio de desarrollo es muy similar al del resto de las especies del gr. *ornatum*, sobre todo a la de *S. (S.) intermedium*. Presenta una pigmentación del frontoclipeo muy variable pero suelen distinguirse las manchas características. La hendidura ventral es menos profunda que en el caso de *S. (S.) intermedium* y con 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 “tp” de la mandíbula presenta dos dientes de tamaño desigual. Las branquias rectales al igual que en *S.(S.) intermedium* son simples. La distinción con esta última especie es prácticamente imposible en la fase larvaria.

Pupa: el estuche pupal es simple y está compuesto por fibras fácilmente distinguibles. El órgano respiratorio consta de 8 filamentos agrupados en 4 troncos basales que en algunos casos son bastante largos, similares a *S. trifasiatum*, mientras que en otros son más cortos, como los de *S.(S.) intermedium*.

Adulto: 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 espinosas menos suave que en S.(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 S.(S.) *intermedium* por la coloración grisácea de la frente y la forma semilunar de la gonapofisis, siendo este último carácter el más fiable y útil en taxonomía.

Ecología

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 y Crosskey, 1980). En relación con la mineralización y eutrofia podemos hallarla en distintas condiciones, viéndose beneficiada por cierta eutrofilización ya que consume las bacterias asociadas a la materia orgánica (Rivosecchi, 1978). 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.(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.

Citas anteriores

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 localizan (Grenier, Bertrand, 1954). Posteriormente Carlsson la cita en Granada (Carlsson, 1969) como Odagmia ornata (Meigen, 1818).

Características medias de los cauces ocupados en Los Monegros

| | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Tª ambiente (°C) : 22,16 | Anchura cauce (cm): 270.56 |
| Tª del agua (°C): 14,9 | Profundidad cauce (cm): 39.47 |
| pH : 8,65 | Substrato principal: tierra |
| Conductividad (µs) : 762,23 | Vegetación principal: carrizo |
| Velocidad del agua (m/s) : 0,68 | Sol/Sombra : sombra |

5.2.1.4. Simulium (Wilhelmia) pseudoequinum (Seguy, 1921)

Sinonimias

Simulium pseudoequinum Seguy, 1921

Simulium canariense Seguy, 1921; FIDE Crosskey, 1981

Simulium equinum var. Mediterraneum Puri, 1925; Fide id.; Grenier y Bertrand, 1954

Wilhelmia mediterraneum (P.) ; Carlsson, 1969

S.(W.) mediterraneum P. ; Beaucournu-Sagez, 1972-1975

Morfología

Larva: El frontoclipeo presenta las manchas pigmentarias bien marcadas sobre fondo claro, aunque en ocasiones se observa 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

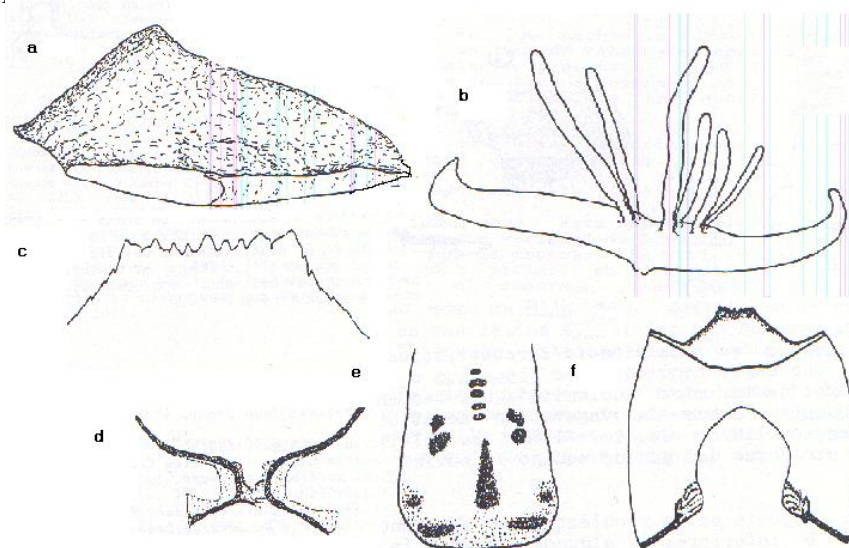
anales son nuevamente simples y el esclerito en X cuenta con unos brazos ventrales muy largos.

Pupa: El estuche de la pupa está constituido por fibras estrechamente unidas entre sí dando un aspecto muy homogéneo. 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.

Adultos: En los 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. Destacar también el gran desarrollo de los cositos frente al pequeño tamaño de los estilos.

En las hembras la furca presenta el brazo central largo y algo dilatado y la Espermateca tiene una forma redondeada

- a) **estuche pupal**
- b) **filamento respiratorios**
- c) **submentón**
- d) **esclerito en X**
- e) **frontoclipeo**
- f) **hendidura ventral**



Ecología

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, aguantando hasta el último momento en condiciones de secado del río (Beaucournu-Saguez, 1972). Puede anclarse a casi cualquier substrato, 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 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.

Distribución Geográfica

Presenta una distribución circunscrita a la cuenca mediterránea, ocupando la Península Ibérica, Italia, África del Norte y Grecia (Zwick, 1978). Es la especie de Wilhelmia con mayor distribución en Portugal, sobre todo en el sur (Grácio, 1985). En España ocupa la mayor parte del territorio a excepción de la Cornisa Cantábrica (González, 1990).

Citas anteriores

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 que hemos encontrado de esta especie en España corresponde a Carlsson (1969) el cual la identifica en Granada y refiriéndose a ella como *Wilhelmia mediterranea* (Puri, 1925). También se registran citas posteriores por otros autores (Grenier y Bertrand, 1954) aunque siempre en el sur de la Península. La primera cita registrada en Aragón se debe a Beauournu-Saguez (1975) que identifican esta especie en la provincia de Teruel, nombrándola nuevamente como *Wilhelmia mediterranea* (Puri, 1925).

Características medias de los cauces ocupados en Los Monegros

Tª ambiente (°C) : 13.95

Anchura cauce (cm): 250

Tª del agua (°C): 10.4

Profundidad cauce (cm): 65

pH : 8.2

Substrato principal: tierra

Conductividad (µs): 926

Vegetación principal: hierva

Velocidad del agua (m/s): 0.56

Sol/Sombra : sombra

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

Sinonimias

Simulium sergenti Edwards, 1923; Grenier, 1953

Simulium ariasi Segury, 1925; fide Crosskey, 1987

Simulium (Wilhelmia)sergenti Edw. ; Beaucournr-Saguez, 1972

Simulium (Wilhelmia)sergenti sergenti Edw. ; Beaucournr-Saguez, 1975

Morfología

Larva: En el frontoclipeo apenas se aprecian las manchas características 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.

Pupa: La envoltura pupal presenta un aspecto homogéneo similar al de *Simulium (Wilhelmia) 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.

Adulto: En los machos el estilo está muy reducido y se articula lateralmente en el coxito que muestra un gran desarrollo y cubre totalmente el primero. La lámina media presenta una conformación en V y la furca presenta un inicio de separación de las cabezuelas espinosas propias de Simulium (W) pseudoequinum y Simulium (W.)equinum. La hembra presenta los lóbulos ovopositores 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

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 amenudo acompañada de las especies S. pseudoequinum y S. ventulinum (Beaucournu-Sagez, 1975; Boumaiza y Clergue, 1986). Presenta también una gran tolerancia a la temperatura así como a la salinidad de las aguas. Estas características la hacen candidata perfecta para ocupar los cursos de agua monegrinos.

Distribución Geográfica

Esta especie 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) mas debemos ampliar su área de distribución al haber sido identificada en los Monegros. También cabe señalar su ausencia en las cuecas extremeñas estudiadas por Martínez (1996).

Citas anteriores

La primera cita que encontramos 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 localiza en varios puntos del sur y centro de la península (Beaucournu-Sagez, 1972; Gracio, 1985). La primera cita en Aragón a la que hemos tenido acceso data de mediados de los setenta en Teruel (Beaucournu-Sagez, 1975). Por último, en el presente estudio, hemos podido identificarla en la zona de los Monegros (Huesca), siendo tal vez esta su localización más al norte.

Características de los cauces ocupados en Los Monegros

| | |
|---------------------------------------|---|
| Tª ambiente media (°C) : 20,68 | Anchura media del cauce (cm.) : 378,3 |
| Tª media del agua (°C) : 14,64 | Profundidad media del cauce (cm.) : 48,57 |
| pH medio : 8,74 | Substrato principal : tierra |
| Conductividad media (µs) : 728,8 | Vegetación principal : carrizo |
| Velocidad media del agua (m/s) : 0,83 | Sol/Sombra : sombra |

5.2.1.6. *Simulium (Boophthora) erythrocephalum* (De Geer, 1776)

Sinonimias

Simulia erythrocephala De Geer; Carlsson, 1962

Simulium (S.) erythrocephalum De Geer; Davies, 1966; Knoz, 1965;

Rivosecchi, 1978

Simulium sericata Meigen 1830; fide Rühn, 1971

Simulium (Boophthora) erythrocephalum De Geer; Raastad, 1974

Morfología

Larva: El frontoclipeo presenta una cierta variabilidad, pero las manchas antero

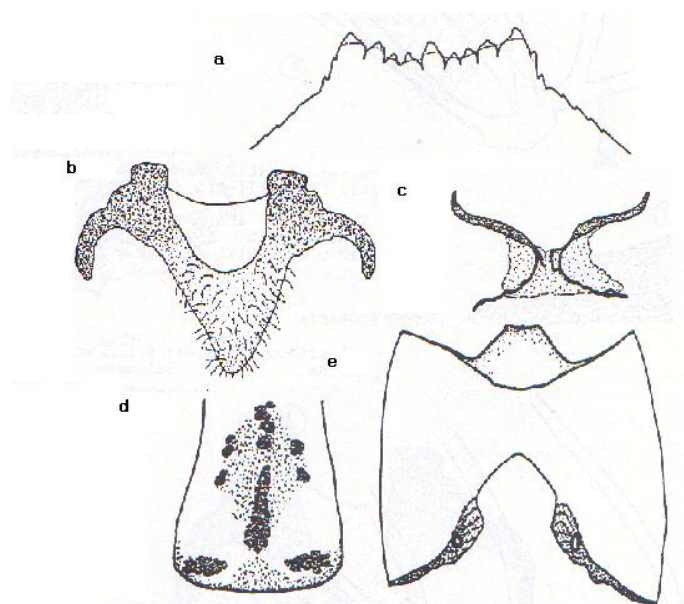
y postero medianas suelen destacar sobre el fondo claro, más o menos unidas por un sombreado común mientras que las manchas laterales suelen ser más difusas. La hendidura ventral es ancha y de bordes redondeados y el proceso tp de la mandíbula presenta 3 o 4 dientes más o menos fusionadas entre sí. En el extremo del abdomen, el órgano de fijación tiene una inclinación de unos 40 grados al eje longitudinal del cuerpo y pueden observarse un par de papilas de disposición latero-ventral.

Pupa: En la cápsula pupal podemos apreciar las fibras que la componen y que le confieren un aspecto algo rugoso y un refuerzo no muy marcado en la apertura. El órgano respiratorio está constituido por 6 filamentos, el par dorsal y el par ventral provienen de unos troncos basales cortos, mientras que los centrales se insertan en la base misma.

Adulto: Los machos poseen una genitalia con los estilos más cortos que el coxito, destacando en el margen interno de los primeros una fila doble de espinas pequeñas. La lámina media es característica y presenta el margen posterior en forma de U, y dos procesos espinosos laterales.

Las hembras se identifican en base a caracteres ajenos a la terminalia (Davies, 1966; Rivosecchi, 1978) presentando la furca el brazo medio tan largo como los laterales.

- a) submentón
- b) lámina media
- c) esclerito en X
- d) frontoclipeo
- e) hendidura ventral



Ecología

Podemos encontrar a esta especie ocupando ríos de corriente moderada y con substratos petrícola y vegetal (Gracio,1985). En países del norte (Alemania, Dinamarca) es una especie típica de los tramos inferiores de los ríos (potamon) (Zwick, 1974; Jensen, 1984). González (1990) señala su presencia en cauces con temperaturas de unos 12,6 °C (3,5-21 ° C), pendiente menor al 6% y altitud en general menor a 850 m. aunque existen citas a 1080 m. Puede dar lugar a varias generaciones al año, hasta 5 en Alemania (Rühm, 1971; Post, 1983). En España puede observarse durante casi todo el año con pupación en junio y octubre (González, 1990).

Distribución Geográfica

Se trata de una especie con amplia distribución paleártica encontrándose en Alemania, Francia, Dinamarca, Gran Bretaña, Hungría, Península Ibérica e Italia (Zwick, 1978; Gracio, 1985). En España aparece más frecuentemente en la zona norte y centro, evitando al parecer las regiones mediterráneas (González, 1990).

Citas anteriores

La primera cita en la Península fue en una localidad de Zamora (Beaucournu

-Saguez, 1975). Posteriormente se encontró en la vertiente norte-atlántica de Portugal (Gracio, 1985) así como en las cuencas de Ter y el Duero (González, 1990). En Aragón parece no haber sido citada con anterioridad a este estudio.

Características medias de los cauces ocupados en Los Monegros

| | |
|---------------------------------|------------------------------|
| Tª ambiente (°C): 28.4 | Anchura cauce (cm): 70 |
| Tª del agua (°C): 14.3 | Profundidad cauce (cm): 17 |
| pH : 8.1 | Substrato principal: cemento |
| Conductividad (µs) : 1490 | Vegetación principal: hierva |
| Velocidad del agua (m/s) : 0.25 | Sol/Sombra : sombra |

5.3. Localización en Los Monegros

5.3.1. Características del biotopo.

Se han recolectado simúlidos en distintos tipos de cauces, tales como acequias de riego de cemento y de tierra, arroyos y el propio cauce del Flumen. Todos estos emplazamientos compartían una serie de características que nos pueden servir para definir el biotopo ocupado por los simúlidos en Monegros.

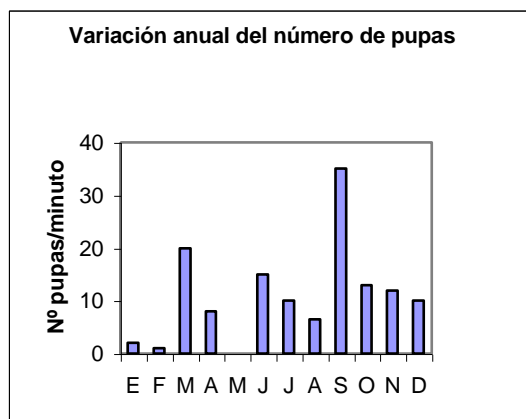
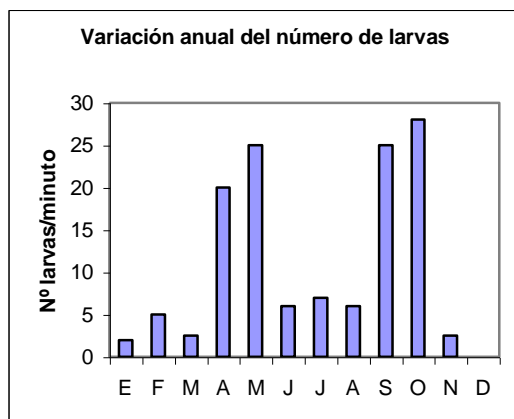
Los cauces elegidos por los simúlidos presentaban siempre una corriente importante de alrededor de 0.85 m/s, vegetación ligeramente sumergida a la cual se anclasen pupas y larvas, y zonas de sombra aportada por puentes ó vegetación de la orilla. El pH del agua era siempre básico y muy constante, oscilando entre 8,1 y 9,2. Lo que si presentaba una mayor variabilidad era la conductividad, con mínimos de 320 µs y máximos de 1490 µs, lo cual hace que este dato no nos sea útil para encasillar el biotopo de los simúlidos. También la temperatura del agua presentó grandes variaciones con

mínimas de 2,3 °C en el mes de Diciembre y máximas de 22,3 °C en Agosto. En cuanto al tipo de substrato elegido para la fijación de larvas y pupas, más del 55% de los casos se encontraban en hojas de anea y casi el 40% en carrizos, pero este hecho puede deberse a la mayor presencia de estas plantas en los cauces estudiados. La proximidad a zonas habitadas o granjas, que en principio se pensó podía favorecer la presencia de simúlidos, parece no influir.

| | Mínima | Media | Máxima |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Tª ambiente (°C) | -4 | 22.42 | 36.4 |
| Tª H₂O (°C) | 2.3 | 15.64 | 22.3 |
| pH | 8.1 | 8.68 | 9.2 |
| Conductividad (µs) | 320 | 789.60 | 1490 |
| Velocidad (m/s) | 0.25 | 0.85 | 1.7 |
| Profundidad (cm) | 10 | 39.57 | 70 |

5.3.2. Estacionalidad.

En Los Moengros se pueden encontrar formas preimaginales de simúlido durante todos los meses del año, aunque su número varía notablemente. Podemos distinguir dos picos claros de máxima presencia de larvas en los cauces, uno en los meses de abril y mayo, y otro de septiembre a octubre. Tanto en los meses centrales del verano como en el invierno, su número disminuye muy notablemente hasta el punto de llegar a desaparecer en diciembre. Las pupas siguen más o menos el mismo, aunque de forma menos acusada.



5.3. Experimentos paralelos.

5.3.1. Influencia de sol/sombra en el desarrollo pupal.

Las pupas trasladadas a la zona de sol del cauce se desarrollaron igual que las de la zona de sombra, con lo cual parece que la luz directa del sol no tiene influencia en el desarrollo pupal.

5.3.2. Influencia de sol/sombra en la ovoposición.

En las distintas visitas efectuadas al cordón con aneas de nuestro segundo experimento paralelo se pudo verificar la ocupación de las matas de la zona de sombra y en aquellas en las que el sol sólo daba una parte del día. En la parte expuesta constantemente al sol la ocupación fue nula, con lo cual parece confirmarse la influencia negativa que sobre la elección de la zona de puesta ejerce la luz directa del sol.

5.3.3. Influencia de la profundidad en la ovoposición.

A diferencia de lo que pensábamos, la profundidad del cauce parece no desempeñar un papel demasiado importante a la hora de elegir los puntos de puesta, ya que en el tercer experimento ocuparon por igual las matas de las distintas profundidades. Hay que señalar no obstante que el rango fue tal vez demasiado estrecho, y que profundidades mayores sí puedan inhibir la ovoposición.

5.3.4. Elección de sustrato para la oviposición.

De este cuarto experimento no podemos extraer un orden de prioridad a la hora de elegir uno u otro material para efectuar la puesta, ya que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos materiales. Lo que sí permitió este experimento fue confirmar la ovoposición en plásticos, no detectada en Monegros con el muestreo común.

5.3.5. Influencia del color en la atracción de los simúlidos.

La atracción de los simúlidos por distintos colores fue demostrada con anterioridad, pero en nuestro caso no se cumplió, ya que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre el número de simúlidos capturados en las distintas bandejas.

6. DISCUSIÓN.

Los simúlidos son unos pequeños dípteros incluidos dentro de los nematóceros. Su papel en la transmisión de *Onchocerca volvulus*, filaria que produce la enfermedad conocida como ceguera de los pantanos, hace que sean objeto de numerosos estudios en todo el mundo, sobre todo en África y América del Sur. En los animales producen

disminución de las producciones y colaboran en la transmisión de otras filariosis. En España su estudio está más retrasado y existiendo tan sólo estudios parciales. En Aragón tan sólo existen citas de algunas especies, pero no ningún estudio completo.

Durante los años 2001 y 2002 se han venido recolectando muestras de larvas, pupas y adultos de simúlido a lo largo de la cuenca monegrina del río Flumen con el fin de identificar las especies presentes, el biotopo que ocupan y su variación específica y numérica en el tiempo.

6.1. Especies.

Las especies de simúlidos encontradas pertenecen todas al género *Simulium*, no habiéndose identificado ninguna perteneciente a *Prosimulium*, sí hallado en otros estudios del resto de España (González, 1990) (Martínez, 1996). Justificamos su ausencia por la tendencia de estos simúlidos a ocupar arroyos y torrentes de montaña a más de 1000 metros (Dossier, 1960-61; Clergue y Gazagnes, 1986; Gonzalez, 1990) excepto las especies *P. Hirtipes* (Fries, 1824) o *P. (P.) Juncii* (Contini, 1966) que pueden aparecer con relativa frecuencia a menores alturas (González, 1990).

Tampoco encontramos en Monegros especies del género *Metacnephia* tal vez debido a la alta mineralización de la cuenca del Flumen (González, 1990).

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

Esta especie posee amplia distribución en Europa Central (Jensen, 1984), ocupando cauces de montaña. La primera cita de *S.(N.) angustitarse* en España se debe a González (1990) que la identifica en varios puntos de nuestra geografía. En Portugal, Grácio (1985) la menciona, si bien señala que las pupas presentan la cubierta con un pequeño proceso dorsal, lo que correspondería en realidad a *S. lundströmi*. No hemos encontrado ninguna referencia a esta especie en Aragón siendo por tanto la del presente

estudio la **primera cita en la comunidad autónoma**. Su **localiación** en Monegros es la **de menor altitud**, tendiendo esta especie a ocupar cotas de más de 650 msm.

Simulium (Simulium) intermedium (Roubaud, 1906)

Especie ampliamente distribuida por toda la cuenca mediterránea (Rivosecchi, 1978) así como por Europa central. Tiende a ocupar torrentes y cursos fluviales de un rango altitudinal amplio, aunque González (1990) certifica cierta preferencia por cotas intermedias o bajas, coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Se trata de una especie euriterma que aparece en aguas cuya temperatura oscila entre los 15-31 °C (González, 1990), si bien en nuestro caso hemos colectado **pupas en aguas a 2,3 °C** que se desarrollaron con normalidad.

En España se la puede encontrar en casi cualquier localización desde la cordillera Cantábrica hasta el sur de Andalucía así como Cataluña o la Meseta central (Grenier y Bertrand, 1954; Beacucournu-Saguez, 1975; González, 1990).

En Aragón fue ya citada por Grenier y Bertrand (1954) y Beacucournu-Saguez (1975).

Simulium (Simulium) ornatum (Meigen, 1818)

Se trata de una de las especies más frecuentes de Europa. 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), tales como el Flumen.

La **temperatura** del agua asociada a **pupación** en Monegros oscila entre los **2,3** y **26 °C**, rango mayor al que propone Martínez (1996) para esta especie (10 y 31 °C).

Esta especie ya había sido citada en Aragón aunque a mayor altura por Grenier y Bertrand (1954).

Simulium (Wilhelmia) pseudoequinum (Seguy, 1921)

Presenta una distribución circunscrita a la cuenca mediterránea, ocupando la Península Ibérica, Italia, África del Norte 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). En Aragón se debe a Beauournu-Saguez (1975) que identifican esta especie en la provincia de Teruel.

Los cauces ocupados se sitúan entre los 200 y 650 metros, márgenes entre los que se encuentran los Monegros y presentan una temperatura de 10-30,5 °C según Martínez (1996), si bien en nuestro estudio los hemos localizado **en aguas a 7 °C**.

Simulium (Wilhelmia) sergenti (Edwards, 1923)

Se trata de una especie con una gran capacidad de adaptación, que siendo propia del norte de África ha colonizado nuestras tierras. González (1990) la situaba circunscrita al sur de la Península con barrera norte en el Duero mas debemos ampliar su área de distribución al haber sido identificada en el presente estudio en los Monegros (Huesca), siendo tal vez esta su **localización más al norte**.

Simulium (Boophthora) erythrocephalum (De Geer, 1776)

Se trata de una especie con amplia distribución paleártica encontrándose en Alemania, Francia, Dinamarca, Gran Bretaña, Hungría, Península Ibérica e Italia (Zwick, 1978; Gracio, 1985). González (1990) menciona su presencia en España evitando la región mediterránea y centrándose en el Norte y centro de la Península. La del presente estudio es la **primera cita en Aragón**.

Gracio (1985) la sitúa ocupando ríos de corriente moderada y con sustratos petrícola y vegetal, nosotros por el contrario la hemos localizado exclusivamente **en acequias de riego de cemento y pequeño tamaño**. La temperatura del agua de los cauces ocupados por esta especie está dentro de los límites marcados por González (1990) (3,5-21 ° C), así como la altitud menor a 850 m. La época de **pupación en Monegros** se sitúa en **Mayo**, un mes antes de lo citado por González (1990).

6.2. Biotopo.

Los cauces elegidos por los simúlidos fueron tanto **acequias artificiales de cemento** como **cauces naturales**, presentando eso sí, siempre una **corriente importante**, hecho ya citado anteriormente por otros autores (Rivosecchi, 1978; González, 1990). Una menor corriente implica menor concentración de oxígeno en el agua y por lo tanto un aumento de la población bacteriana (Fredeen, 1969; Rivosecchi, 1978).

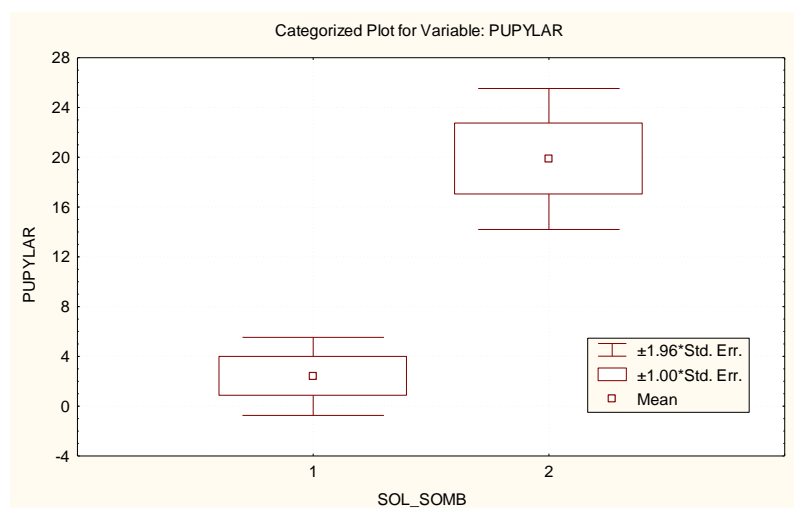
Las **pupas y larvas** estaban generalmente ancladas a distintas especies vegetales ligeramente **sumergidas** tal como ya menciona Gracio (1985). En un único caso las pupas y larvas se encontraban situadas **en la zona de salpicadura**, opción ya comentada por Zwick y Zwick (1990).

Gracio (1985) advierte la **influencia positiva de la sombra** a la hora de la elección de zonas de puesta. En nuestro caso se cumple absolutamente en todos los

casos, estando situadas la zonas ocupadas siempre bajo puentes ó vegetación de la orilla.).

El **pH** del agua era siempre básico y muy constante, oscilando **entre 8,1 y 9,2**. La conductividad por contra presentaba una mayor variabilidad, con mínimos de 320 μ s y máximos de 1490 μ s, lo cual hace que este último dato no nos sea útil para encasillar el biotopo de los simúlidos.

La **temperatura** del agua presentó grandes variaciones con mínimas de **2,3 °C** en el mes de Diciembre y máximas de **22,3 °C** en Agosto.



En puntos con sol (2) el número medio de pupas+larvas es de 2.4 ± 3.5 , mientras que en sombra (1) es de 19.8 ± 17.5 , siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($F_{1,40}=4,8$, $p<0.05$).

6.3. Estacionalidad.

La presencia de simúlidos en los cauces monegrinos varía mucho a lo largo del año. En el **otoño y primavera** su **presencia es máxima**, disminuyendo hasta casi desaparecer en los meses centrales de verano e invierno. Este hecho contrasta con los

datos sobre abundancia relativa obtenidos por González (1990), los cuales mostraban máximos en otoño e invierno, con disminución del número en primavera y verano.

Teniendo en cuenta este cronograma, un posible **tratamiento** debería iniciarse por ejemplo en el mes de **marzo**, antes del pico de primavera y repetirse en **agosto**, antes del pico de otoño.

7. CONCLUSIONES.

7.1. Se han identificado 6 especies de simúlido diferentes en la cuenca monegrina del río Flumen, dos de las cuales son nuevas para Aragón:

-Simulium (Nevermannia) angustitarse (Lundström, 1911)

-Simulium (Simulium) intermedium (Roubaud, 1906)

-Simulium (Simulium) ornatum (Meigen, 1818)

-Simulium (Wilhelmia) pseudoequinum (Seguy, 1921)

-Simulium (Wilhelmia) sergenti (Edwards, 1923)

-Simulium (Boophthora) erythrocephalum (De Geer, 1776)

7.2. Se ha descrito el biotopo ocupado por los simúlidos en Los Monegros, con las siguientes características:

| | Mínima | Media | Máxima |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| Tª ambiente (°C) : | -4 | 22.42 | 36.4 |
| Tª H ₂ O (°C) : | 2.3 | 15.64 | 22.3 |
| PH : | 8.1 | 8.68 | 9.2 |
| Conductividad (µs) : | 320 | 789.60 | 1490 |

| | | | |
|--------------------|------|-------|-----|
| Velocidad (m/s) : | 0.25 | 0.85 | 1.7 |
| Profundidad (cm) : | 10 | 39.57 | 70 |

Las zonas ocupadas eran tanto acequias artificiales como cauces naturales, estaban situadas a la sombra y contaban con vegetación o plásticos sumergidos en los cuales fijarse pupas y larvas.

7.3. Se ha registrado la estacionalidad de estos dípteros en la zona, caracterizada por la presencia en todo el año pero con dos momentos de presencia máxima: en los meses de abril-mayo y en septiembre-octubre. En verano e invierno, su número disminuye muy notablemente hasta llegar a desaparecer en diciembre.

7.4. Se ha demostrado la influencia negativa que ejerce la luz directa del sol a la hora de elegir los puntos de puesta de los simúlidos, siendo no significativa la influencia del resto de factores estudiados.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- Anderson, J.R. y G.R. DeFoliart. 1961. Feeding behaviour and host preferences of some blackflies (*Diptera: Simuliidae*) in Wisconsin. Ann. Ent. Soc. Amer. 54: 716-729.
- 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..
- Bain, O., A.M. Denke, Y. Amégée y A.G. Chabaud. 1977. Les onchocercos des bovines au Togo: les microfilaires et leurs distribution. Ann. Univ. Bénin, 3 : 117-123.
- Beaucournu-Sagez, F. 1972. Captures de Simulies dans la moitié sud du Portugal. Premières captures en Europe de *Simulium sergenti* Edwards 1923 et de *Simulium ruficorne* Macquart, 1838. An. Esc. Nac. Saúde públ. De Med. Trop. 6: 73-83.
- Beaucournu-Sagez, F. 1975. Récoltes de *Simulies* (*Diptera Simuliidae*) dans le Sud-Est de l'Espagne. Ann. Soc. Entom. Fr. 11(1): 73-89.
- Bennett, G.F. 1961. On the specificity and transmission of some avian trypanosomes. Canad. J. Zool. 39: 17-33.
- Bianco, A. E., P.J. Ham, K. El Sinnary y G.S. Nelson. 1980. Large scale recovery of *Onchocerca* microfilariae from naturally infected cattle and horses. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 74 :109.
- Boumaiza, M. y M. Clergue-Gazcau. 1986. Le peuplement simuliidien de la Tunisie: I. Inventaire Faunistique et biogéographie (*Diptera : Nematocera*). Annls. Limnol. 22(1): 31-39.

- Bradbury, C.W. y G. Bennet. 1974. Behaviour of adult *Simuliidae* (Diptera) II Vision and olfaction en near orientation and landing. Cand. Jour. Zool., 52: 1355-1346.
- Bwangamoi, O. 1969. *Onchocerca ochengi* new species, an intradermal parasite of cattle in East Africa. Bull. epizool. Dis. Afr. 17: 321-335.
- Carlsson, G. 1962. Studies on Scandinavian blackflies (Fam. *Simuliidae*). Opusc. ent., Suppl. 21: 1-280.
- Carlsson, G. 1969. Some *Simuliidae* (Diptera) from Southern Spain. Ent. Meddelelser. 37: 202-206.
- Carlsson, M. , L.M. Nilsson, B.J. Svensson, S. Ulfstrand and R.S. Wotton. 1977. Lacustrine seston and other factors influencing the blackflies (Diptera-*Simuliidae*) inhabiting lake outlets in Swedish Lapland. Oikos 29: 332-335.
- Casado, C. 1986. Composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados de un río intensamente regulado del Sistema Central. Río Lozoya (C. Del Tajo). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.
- Catalán, J. 1987. Limnologia de l'estany Redó (Pirineus centrals). El sistema planctònic d'un llac profund d'alta muntanya. Tesis doctoral. Unversitat de Barcelona.
- Clergue-Gazaeu, M y G. Gazagnes. 1986. Les *Simuliidae* (Diptera: *Nematocera*) de la Neste d'Aure (Pyrénées Centrales). I. Impact des aménagements hydroelectriques dans la haute vallée. Annls. Limnol. 22(2): 195-203.
- Colbo, M.H. y D. Moorhouse. 1974. The survival of the eggs of *Austrosimulium pestilens* Mack y Mack. (Diptera, *Simuliidae*). Bull. ent. Res. 64: 629-632.
- Colbo, M.H. y R.S. Wotton. 1981. Preimaginal blackfly bionomics. In: Blackflies. The future for biological methods in integrated control. M. Laird ed. Academic Press. London, 209-226.
- Contini, C. 1966. *Urosimulium juncii* n. sp. (Diptera: *Simuliidae*). Nuova specie di simulide della Sardegna. Riv. Parass. 27(4): 269-289.
- Craig, D.A. 1977. Mouthparts and feeding behavior of Tahitian larval *Simuliidae* (Diptera : *Nematocera*). Quaest. ent. 13: 195-218. In: Currie y Craig, 1987.
- Crosskey, R. W. 1967. A preliminary revision of the blackflies (Diptera, *Simuliidae*) of the Middle East. Trans. R. Ent. Soc. Lond. 119 : 1-45.

- Crosskey, R. W. 1969. A re-clasification of *Simuliidae* (Diptera) of Africa and its islands. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.) Suppl. 14: 1-195.
- Crosskey, R. W. 1973. *Simuliidae*. In: Insects and other Artropods of Medical Importance. K.G.V. Smith, Ed. London, British Museum (Natural History): 109-153.
- Crosskey, R. W. y A.J. Santos-Grácio. 1985. New species and New records of Blackfly Subgenus *Simulium* (*Obuchovia*) from Spain and Portugal (Diptera: *Simuliidae*). Aquatic Insects, 7(3): 149-160.
- Crosskey, R. W. 1987. The future of black fly taxonomy. In: Black flies. Ecology, Population Managament and Annotated World List. K.Ch. Kim y R.W. Merritt eds. Pennsylvania State University; 11-23.
- Cupp, E.W. 1981. Blackfly physiology. In: Blackflies: The future for biological methods in integrated control. M. Laird ed. Academic Press. London : 199-208.
- Currie D.C. y D.A. Craig. 1987. Feeding stratadies 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: 155-170.
- Chance, M.M. 1970. The functional morphology of the mouthparts of black flies larvae. (Diptera, *Simuliidae*). Quaest.ent. 6: 245-284.
- Davies, L. 1966. The taxonomy of British blackflies (Diptera- *Simuliidae*). Trans. R, ent, Soc. Lond. 188 (14) : 413-511.
- Davies, L. y B.V. Peterson. 1956. Observation on the mating, feeding, ovaarian dvelopment, and oviposition of adult black-flies (*Simuliidae*, Diptera). Anad. J. Zool. 34: 615-635.
- Davies, L. y B.V. Peterson. 1957. Black-flies over lakes (*Simuliidae*, Diptera). Ann. Entom. Soc. America, 50: 512-514.
- Disney, R.H.L. 1972. Observations on sampling pre-imaginal populations of blackflies (Diptera, *Simuliidae*) in west Cameroon. Bull. Ent. Res. 61: 485-503.
- Dinulescu, G. 1966. Fauna Republici Soc. Romania. Insecta, Diptera, Fam. *Simuliidae*. Fauna Rep. Soc. Rom. 11(8) : 1-600.
- Dorier, A. 1960-61. Description de l'ímago et de la larva de *Simulium gaudi* Grenier and Faure. Trav. Lab. Hydrobiol. Piscic. Univ. Grenoble, 52-53, 87-91.
- Eberhard, M.L. 1979. Studies on the *onchocerca* (Nematoda: *Filaroidea*) found in cattle in the United States. I. Systematics of *O. gutturosa* and *O. linealis* with a description of *O. stilesi* sp.n. J.Paras. 63 (3): 379-388.

- Fredeen, F.J.H. 1969. Outbreaks of the Black fly *Simulium articum* Malloch in Alberta. Quaest. Entomol. 21: 175-208.
- Fredeen, F.J.H. 1976 The seven larval instars of *Simulium arcticum* (Diptera-Simuliidae). Can. Ent. 108: 591-600.
- Fredeen, F.J.H. 1977. A review of the economic importance of blackflies (Simuliidae) in Canada. Quaestiones Ent. 13: 219-229.
- Freeman, P. y B. De Meillon. 1953. Simuliidae of the Ethiopian Region. London, Brit. Mus. (Nat. Hist), 224 pp.
- García de Jalón, D. 1986. Los *Hydropsychidae* (Trichoptera) de la cuenca del Duero. Bol. Asoc. Esp. Entom. 10: 127-138.
- García Rojas, A. 1985. Estudio de la comunidad de insectos acuáticos del río Yeguas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Córdoba.
- Gil Collado, J. 1933. Distribución de los insectos hematófagos de España. I Congres. Nac. Sanidad Madrid. 4: 96-106.
- Gil Collado, J. 1962. Estudios sobre dípteros hematófagos. La familia Simúlidos. Med. Trop. 38: 560-571.
- Glatthaar, R. 1978. Verdreitung und Okologie der Kriebelmücken (Diptera-Simuliidae) in der Schweiz. Vischr. Naturf. Ges. Zurich, 123: 71-124.
- Goldini, V.I. y D.M. Davies. 1987. Oviposition of Black Flies. In: Black Flies. Ecology, Population Management and Annotated World List. K.Ch. Kim y R.W. Merritt eds. Pennsylvania State University. 261-275.
- González, G. 1980. Primeres dades sobre la distribució dels *Simuliidae* (Diptera, Nematocera) d'Andorra. Butll. I.C.H.N. 45: 97-106.
- González, G. 1985. Distribución de los *Simuliidae* (Diptera) en dos ríos de régimen mediterráneo afectados por la contaminación: Besós y foie. Bolm. Soc. Port. Ent. 4 (1): 187-196.
- González, G. , M. Ferreras y A. García. 1986. Introducción al estudio de los simúlidos (Diptera) de Sierra Morena (Sur de España) : Río Yeguas. Actas de las VIII Jornadas Asociación española de Entomología, 733-744. Sevilla.
- González, G. , M. González del Tánago y D. García de Jalón. 1987. Los simúlidos (Diptera) de los ríos Guadalope y Guadiario (Málaga, SE España). Actas IV Congreso español de limnología: 233-242.

- 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. pp.451.
- Gracio, A.J. Santos. 1985. Estudo sistematico e bioecológico dos simulideos de Portugal (Diptera-Simuliidae). Tesis doctoral. Universidad de Lisboa. pp.796.
- Gräfnér, G. 1981. Merkbälter nr. 26 über angewandte parasiten kunde und Schädlingsbekämpfung Kriebelmücken (*Simuliidae*). Angew.Parasit. 22 : 1-16.
- Grenier, P. 1949. Contribution a l'étude biologique des Simuliides de France. Entern. J. Comp. Physiol.- Ecology. 1: 168-330.
- Grenier, P. 1953. *Simuliidae* de France et d'Afrique du Nord. Encycl. Ent. Ser A. 29 : 1-170.
- Grenier, P. y H. Bertrand. 1954 *Simuliidae (Diptera, Nematocera)* d'Espagne. Ann. Paras. Hum. comp. 29 (4): 447-459.
- Grenier, P. y A. Dossier. 1958-59. Deux Simulides nouvelles *S. bertrandi* n. sp. et *S. carthusiense* n. sp. du groupe latipes, récoltées en France et Espagne. Trav. Labor. Hydrob. Pisc. Univ. Grenoble. 40-41 : 205-223.
- Ham, P.J. y A.E. Bianco. 1983. Development of *Onchocerca volvulus* from cryopreserved microfilariae in three temperate species of laboratory-reared Blackflies. Trop. Paras. 34: 137-139.
- Hansford, R.G. y M. Ladle. 1979. The medical importance and behaviour of *Simulium austeni* Edwards (*Diptera:Simuliidae*) in England.Bull.Ent.Res.69: 33-41.
- International Commission on Zoological Nomenclature. 1963 b. Opinion 678. The suppression under the plenary powers of the pamphlet published by Meigen, 1800. Bull. Zool. Nomencl. 20:339-42. (21 October)
- Ivashchenko, L.A. 1977. The effect of oxygen and light on embryonic developed and time of simuliid larvae (*Diptera-simuliidae*). Medskaya Parazit. 46:37-41. In: Colbo y Wotton, 1981.
- Jamnback, H. 1973. Recent developments in control of Blackflies. Annu. 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(6): 69-116.
- Johnston, T.H. 1921. Onchocerciasis in Queensland cattle. Trans Proc R Soc South Aust 45: 231-247.

- Joubert, L. y P. Monet. 1975. Vérification expérimentale du rôle des simulides *Testisimulium bezzii* y *Odagmia* groupe *ornatum* dans la transmission du virus Mysomateux en Haute-Provence. Rev. Méd. vét. 126: 617-634.
- Kurtak, D.C. 1978. Efficency of filter feeding of black-fly larvae (*Diptera-Simuliidae*). Can. J. Zool. 56 (7): 1608-1623.
- Ladle, M. , J.A.B. Bass y L.J. Cannicott. 1985. A unique strategy of blackfly oviposition (*Diptera-Simuliidae*). Entomologist's Gaz. 36: 147-149.
- Lok, J.B., E.W. Cupp, E.I. Braide y M.J. Bernardo. 1980. *Aedes aegypti* as a surrogate host for *Onchocerca* spp. Am J. Trop. Med. Hyg. 29 : 382-388.
- Martínez, R. 1996. Estudio faunístico y ecológico de los Simúlidos (*Diptera, Simuliidae*) de extremadura. Tesina. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca.pp.264.
- Mas, J., A. Yumbe, N. Solé, R. Capote y T. Cremades. 1995. Prevalence, geographical distribution and clinical manifestations of onchocerciasis on the Island of Bioko (Equatorial Ginea). Tropical Medicine and Parasitology, 46: 13-18.
- McIber S.B. y J.F. Sutcliffe. 1987. Sensory basis of behavior and structural adaptations for feeding in black flies. In: Black flies. Ecology, Population management and Annotated World List. K.Ch. Kim y R.W. Merritt eds. Pennsylvania State University: 228-249.
- Montoya y Flores, 1889, in Grenier, 1953.
- Neumann, L.G. 1910. Un nouveau Nematode parasite du Bœuf (*Onchocerca gutturosa* n. sp.). Rev. Vet. 67: 270-278.
- Neveu, A. 1973. Le cycle de développement des Simuliidae (Diptera) d'un ruisseau des Pyrénées-Atlantiques. Le Lissuraga. Ann. Hydrobiol. 4 (1) : 51-75.
- Neveu, A. 1973. Variations biometriques saisonnières chez les adultes de quelques espèces de *Simuliidae* (*Diptera-Nematocera*). Arch. Zool. exp. gen. 114: 261-270.
- Noirtin, C. y P. Boiteux et al. 1979. Mort de 25 animaux de ferme (dont 24 bovins) par piqures de simulies dans les Vosges. Bull. Men. Soc. Vet. Prat. 63: 41-54.
- Omar, M.S., A.M. Denke y J.N. Raybould. 1979. The development of *Onchocerca ochengi* (*Nematoda: Filarioidea*) to the infective stage in *Simulium damnosum* s.l. with a note on the histochemical staining of the parasite. Tropenmed. Parasit. 30: 157-162.

- Ortega, M. y M. Oliver. 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. Entom. Mex. 62: 125-140.
- Palmer, R.W. 1994. A rapid method of estimating the abundance of immature blackflies (*Diptera, Simuliidae*). Ond. J. Vet. Res. 61: 117-126.
- Pedrocchi, C. 2000. Historia Natural de Los Monegros. Huesca. Instituto de Estudios de Los Monegros. 79 pp.
- Post, R.J. 1980. Cytotaxonomy of the *Simulium ornatum* species-group in Britain. Newsl. Br. Simulium Group 3: 3-5.
- Post, R.J. 1983. The annual cycle of *Simulium erythrocephalum* (*Diptera-Simuliidae*) at a site in Norfolk. Fresh. Biol. 13: 379-388.
- Prat, N. , G. González y M.A. Puig. 1983. Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besós i Llobregat. II : El poblament faunístic i la seva relació amb la qualitat de les aigües. Monografies 9, pp.164. Servei del medi ambient de la Diputació de Barcelona.
- Prat, N. , G. González, X. Millet y M.A. Puig. 1984. Control de la qualitat de les aigües dels rius catalans mitjançant índexs biotícs. Aplicació a la zona 5 del pla de sanejament de Catalunya. Informe para la Generalitat de Catalunya. pp.85.
- Prat, N. , G. González, X. Millet y M.A. Puig. 1985. El Foie, entre l'eixutesa i la contaminació. Estudis i Monografies 11, pp 92 Servei del Medi ambient de la Diputació de Barcelona.
- Puig, M.A., G. González y O. Soriano. 1984. Introducción al estudio de las comunidades macrobentónicas de los ríos asturianos: *Efemerópteros*, *Plecópteros*, *Tricópteros*, *Simulidos* y *Quironómidos*. Limnética 1: 187-196.
- Resh, V. H. 1979. Sampling variability and life history feature: basic considerations in the design of aquatic insect studies. J. Fish. Res. Board Can. 36: 290-311.
- Rivosecchi, L. 1963. C.C.S.I.. VI – Su due forme del gruppo *latizonum*. Riv. Parass. 24: 1-30.
- Rivosecchi, L. 1967. I Simulidi degli Appennini. Parassitol. 9 :129-304.
- Rivosecchi, L. 1971. Note biogeografiche sui Simulidi (*Diptera-Nematocera*) dei massici montuosi dell'Appennino centrale. Lav, Soc. Ital. Biogeogr. 2: 271-299.

- Rivosecchi, L. 1972. Contributo alla conoscenza dei Simuliidi Italiani XXI: nel grupo *equina*. Riv. Paras. 33 (2).
- Rivosecchi, L. 1978. *Simuliidae* : Fauna d'Italia. *Diptera Nematocera*. Accademia Nazionale di Entomologia e Unione Zoologica Italiana. Bologna. pp. 533.
- Rodríguez-Ochoa, R. y Artieda, O. 1999. Introducción a los suelos de Monegros. En: Melic, A. y Blasco-Zumeta, J. (Eds.) Manifiesto por Los Monegros. Bol. SEA 67-72.
- Ross, D.H. y D.A. Craig. 1980. Mechanisms of fine particle capture by larval blackflies (*Diptera, Simuliidae*) Can. J. Zool. 58: 1186-1192.
- Ross, D.H. y R.W. Merritt. 1978. The Larval instars and population dynamics of five species of black flies (*Diptera, Simuliidae*) and their responses to selected environmental factors. Can. J. Zool. 56: 1633-42.
- Ross, D.H. y R.W. Merritt. 1987. Factors affecting larval black flies distributions and populations dynamics. In: Black flies. Ecology, Population management and Annotated world List. K. Ch. Kim y R.W. Merritt eds. Pennsylvania States University.
- Rothfels, K. H. 1979. Cytotaxonomy of black flies (*Simuliidae*). Ann. Rev. Ent. 24: 507-539.
- Rothfels, K. H. 1987. Cytological Approaches to Black Fly Taxonomy. In: Black flies. Ecology, Population Management and Annotated World List. K. Ch. Kim y R.W. Merritt eds. Pennsylvania State University: 39-52.
- Rubtsov, P.A. 1956. Blackflies (Fam. Simuliidae) Ed. 2 Fauna SSSR (*Ens Diptera*) , 6 (6).
- Rubtsov, P.A. 1959-1964. *Simuliidae (Melusinidae)*. Fliegen palaearkt. Reg., 14: 1-689.
- Rubtsov, P.A. 1974. On the evolution, phylogeny and classification of blackflies (*Simuliidae- Diptera*). Trudy sool. Inst. Leningr. 53: 230-281. (Evolution, phylogeny and classification of the family *Simuliidae (Diptera)*, British Library Lending Division).
- Rubzov, I.A. 1959-1964. *Simuliidae (Melusinidae)* in Lindner. Flieg. Palearkt. Reg. 14. 689 pp.
- Rühm, W. 1971 Zur Taxonomie und Morphologie von *Boophthora erythrocephala* de Geer. Dutsch. Ent. Z.N.F. 18 : 149-193.
- Ruis- Sandoval, 1897, in Greinnier, 1953.

- Ryan, J.K. y G.L. Hilchie. 1982. Black Fly Problem in Athabasca Country and Vicinity, Alberta, Canada. Mosquito News, 42(4): 614-618
- Schröder, P. 1980. Zur Ernährungsbiologie der Larven von *Odagmia ornate* Meigen (*Diptera, Simuliidae*). Morphometrische und physiologische Bezugsgrößen. Darmentleerung und Füllzeit Ingestion. Arch. Hydrobiol. Suppl. 59: 53-95.
- Schröder, P. 1981. Zur Ernährungsbiologie der Larven von *Odagmia ornate* Meigen (*Diptera, Simuliidae*). Ingestion egestion und assimilation C markierter algen. Arch. Hydrobiol. 59 (2/3): 97-133.
- Schröder, P. 1983. Zur Ernährungsbiologie der Larven von *Odagmia ornata* Meigen (*Diptera, Simuliidae*). Die Diatomeen Nahrung der Krebsbach Population. Arch. Hydrobiol. 66 (1) : 109-125.
- Schulz-Key, H y P. Wenk. 1981. The transmission of *Onchocerca tarsicola* (*Filaroidea: Onchocerciae*) by *Odagmia ornata* and *Prosimulium nigripes* (*Diptera: Simuliidae*). J. Helm. 55: 161-166.
- Seguy, E. 1925. Description d'un nouveau *Simulium* et synopsis des espèces méditerranéennes (*Diptera : Simuliidae*). Eos, 1(2) : 321-238.
- 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.Parasit. 18: 130
- Smart, J. 1944. The British *Simuliidae* with keys to the species in the adult, pupal and larval stages. Fresh. Biol. Ass. Sc. Publ., 9, 1-57.
- Steelman, C.D. 1976. Effects of external arthropod parasites on domestic livestock productions. Ann.Rev.Ent. 21: 155-178.
- Takaoka, H. y T. Suzuki. 1987. Epidemiology and control of Guatemalan Onchocerciasis. In: Black flies. Ecology, Population management and Annotated World List. K. Ch. Kim y R.W. Merritt eds. Pennsylvania States University: 374-386.
- Tarshis, I.B. 1968. Use of fabrics in streams to collect black fly larvae. Ann. Ent. Soc. Am. 61(4): 960-961.
- Tress, A.J., P.J. McCall y S.J. Crozier. 1987. Onchocerciasis in British Cattle: a study of *Onchocerca gutturosa* and *O. linealis* in North Wales. J. Helm. 61: 103-113.
- 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. Blackflies: The future for biological methods in integrated control. M. Laird ed. Academic Press. London : 259-282.
- Wotton, R.S. 1977. The size of the particles ingested by moorland stream blackfly larvae (*Simuliidae*). Oikos, 29 (2): 332-335.
- Wotton, R.S. 1978. Growth, respiration and assimilation of blackfly larvae (*Diptera, Simuliidae*) in a lake- outlet in Finland. Oekologia 33: 279-290.
- Wotton, R.S. 1980. Bacteria as food for blackfly larvae (*Diptera-Simuliidae*) in lake outlet in Finland. Ann. Zool. Fennici. 17: 127-130.
- Wotton, R.S. 1980. Coprophagy as an economic feeding tactic in blackfly larvae. Oikos 34: 282-286.
- Zanin, E. y L. Rivosecchi. 1974. Attacco masivo e ruolo patógeno de Simulidi del grupo *reptans* sul bestiame in provincia di Trento. Atti S.I. Sc. V. 28 : 865-868.
- Zwick, H. 1974. Faunistical, ecological and taxonomic studies on *Simuliidae* mainly of the Fulda-area. Abh. senckenb. naturforsch. Ges. 533, 116 págs.
- Zwick, H. 1978. *Simuliidae*. In: Limnofauna Europaea, J. Illies ed., Stuttgart, 333-395 p.
- Zwick, H y P. Zwick. 1990. Terrestrial maa-oviposition of *Prosimulim* species (*Diptera-Simuliidae*). Aquatic Insects 12 (1) : 33-46.