

TESIS DOCTORAL

SIMÚLIDOS (DIPTERA: SIMULIIDAE) DE LOS RÍOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA: IMPLICACIONES EN LA SALUD PÚBLICA Y SU CONTROL



DAVID LÓPEZ PEÑA

Tesis Doctoral dirigida por el Prof. Ricardo Jiménez Peydró

Valencia, 2018

**DEPARTAMENT DE ZOOLOGIA I CONTROL DE
PLAGUES I DEPARTAMENT DE FARMÀCIA I
TECNOLOGÍA FARMACÈUTICA I PARASITOLOGIA**

Los abajo firmantes, Dr. RICARDO JIMÉNEZ PEYDRÓ y Dr. JOSÉ GUILLERMO ESTEBAN SANCHÍS, Catedráticos del Área de Control de Plagas del Departament de Zoologia de la Facultat de Ciències Biològiques de la Universitat de València y del Área de Parasitologia del Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica i Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de València respectivamente.

CERTIFICAN: que D. DAVID LÓPEZ PEÑA ha realizado la Tesis Doctoral titulada “Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control” en dichos departamentos de la Universitat de València con el fin de optar al grado de Doctor en Farmacia.

Y para que así conste a los efectos oportunos, firman la presente en Valencia a 14 de septiembre de dos mil dieciocho:

Fdo: Dr. R. Jiménez Peydró

Fdo: Dr. J.G. Esteban Sanchís

DEPARTAMENT DE PARASITOLOGÍA

Facultat de Farmàcia

David López Peña

Dirigida por el Prof. Ricardo Jiménez Peydró

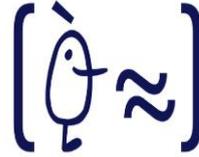
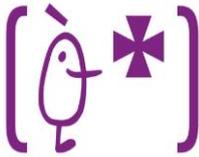


TESIS DOCTORAL

Programa de Doctorado en Parasitología Humana y Animal

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad
Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Valencia, 2018



D. **Ricardo Jiménez Peydró**, Catedrático de Universidad del Departamento de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universitat de València (Estudi General),

INFORMA QUE

D. **David López Peña**, Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universitat de València (Estudi general), ha realizado bajo su dirección el presente trabajo titulado: “Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control”, y que, hallándose concluido, autoriza su presentación a fin de que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente y optar así a la obtención del título de Doctor por la Universitat de València (Estudi General) dentro del **Programa de Doctorado en Parasitología Humana y animal**.

Y para que así conste, en cumplimiento de la ley vigente, firmo la presente:

Valencia, 14 de septiembre de 2018

Prof. Ricardo Jiménez Peydró

“El Rock and Roll me enseñó a no decir un SÍ por un NO,
y mis padres a hacer las cosas con AMOR”
-Loquillo-

A mis padres y hermanos, los que más quiero

RESUMEN Y ABSTRACT

RESUMEN

Los simúlidos (Diptera: Simuliidae) se encuentran distribuidos por casi todo el mundo. Su presencia está ampliamente influenciada por la disponibilidad de cursos de agua con flujo, necesarios para el desarrollo de los estados inmaduros (ADLER & McCREADIE, 2002), ocupando ambientes que van desde cursos temporales hasta grandes ríos. Los simúlidos crían en aguas corrientes, se les puede encontrar tanto en arroyos y torrentes de montaña como en los lentos flujos de agua de los ríos en sus tramos bajos. Además, existen unas pocas especies las cuales se han adaptado a flujos de agua tan escasos donde incluso la corriente es casi imperceptible (BURGER, 1987). En cualquier caso, se sabe que ciertos factores ambientales afectan y determinan la distribución de las larvas, y por ende de las pupas (ROSS & MERRITT, 1987).

En muchas regiones del mundo, estos dípteros nematóceros constituyen uno de los grupos de artrópodos claramente perjudiciales, aunque no transmitan enfermedades al hombre en esos lugares. No obstante, su presencia en las zonas tropicales, y su papel en la transmisión de la oncocercosis, constituye uno de los problemas más graves transmitidos por este tipo de vector. Por ello, el conocimiento de los simúlidos ha sido abordado principalmente en aquellas regiones geográficas donde han originado problemas sanitarios, como son África Central, América Central, América del Sur y algunas zonas de la Península arábiga, concretamente en Yemen.

Sin embargo, en España, la primera cita referente a los simúlidos, se debe a ANTIGA en 1888, momento desde el cual se siguieron realizando trabajos hasta el día de hoy, pero muy puntuales y en ocasiones muy espaciados en el tiempo unos de otros. En general existen muy pocas referencias, siendo estos estudios principalmente taxonómicos y faunísticos entre otras aportaciones que han tratado temáticas diversas, y que incrementan de forma sucinta el conocimiento de las especies de simúlidos presentes en el país. Se podría resumir que, la escasez de estudios efectuados en toda la península ibérica justifica la poca información que se tiene de dicha familia de dípteros.

Dicho grupo de dípteros, desde el año 1995 hasta la actualidad, han adquirido una gran relevancia en ciertas regiones del territorio nacional. Estos insectos, señalados como típicos de ambientes naturales de aguas limpias, lóxicas y de notable flujo, han ido colonizando canalizaciones de agua de muy diversa consideración, estando presentes en la actualidad en la mayoría de los cursos de agua de la Comunidad Valenciana, tanto en sus cabeceras, tramos medios, desembocaduras, así como en sistemas de regadío con mayor o menor permanencia del agua como azudes, canales y acequias. Desde el año 2017 y predecesores, en distintas regiones de todo el país como el caso de la Comunidad de Madrid, Murcia, La Rioja y de provincias como Zaragoza, Córdoba y de algunas áreas concretas de Cataluña y la Comunidad Valenciana entre otras, han empezado a sufrir cada vez con más asiduidad, las molestias características de estos artrópodos.

En la presente Tesis Doctoral se han estudiado 14 ríos de la Comunidad Autónoma Valenciana, haciendo hincapié en aquellos más importantes de cada una de las tres provincias por su caudal, riqueza ecológica, régimen permanente y la mayor accesibilidad a sus aguas para la toma de muestras. El objetivo de la cual ha sido conocer la composición de especies de simúlidos de los ríos que discurren por la Comunidad Valenciana y los factores abióticos que afectan e influyen en su dispersión. Asimismo, también se persigue ampliar el conocimiento que hasta el momento se tiene de dicha familia de insectos en el área de estudio y, conocer la implicación de algunas de las especies detectadas en el bienestar tanto animal como humano, debido a su comportamiento hematófago, causante principal de las molestias ocasionas a animales silvestres, domésticos y al ser humano. Para ello, se han estudiado un total de 112 muestras procedentes de diferentes ríos y afluentes de las seis provincias donde se ha llevado a cabo la presente tesis doctoral: Albacete, Alicante, Castellón, Cuenca, Teruel y Valencia. De igual modo, se aportan nuevas citas para las provincias citadas y un estudio faunístico detallado de los simúlidos de los ríos Cenia, Cérvol, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis, Girona, Jalón, Algar, Amadorio, Monnegre, Vinalopó y Segura, basándose en la identificación del estado de pupa. El muestreo se inició el 27 de junio

de 2013, prolongándose hasta el 07 de agosto de 2015, siendo la frecuencia de los muestreos aleatoria.

Se han detectado un total de 21 especies de simúlidos que se engloban en los géneros *Simulium* y *Metacnephia*. De ellas, *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum* y *S. reptans* son de importancia veterinaria por ocasionar daños en la salud animal que se traduce en depreciación económica y reducción del rendimiento productivo. Y *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum* y *S. reptans* son de importancia sanitaria por ocasionar lesiones epidérmicas y reacciones alérgicas y patológicas derivadas, debidas a las mordeduras producidas en busca de la obtención de la sangre requerida en su ciclo vital.

Los resultados estadísticos obtenidos revelan que las especies de simúlidos identificadas han sido encontradas en ambientes muy diversos dentro de las cuencas estudiadas. Algunas especies de simúlidos son dependientes de variables tales como el diámetro de partícula del sustrato, del potencial redox o del TDS, otras lo son tanto de la cantidad de oxígeno disuelto como de la altitud, otras del pH y la conductividad del agua y otras del nivel antrópico del hábitat y del grado de turbidez de esta. Lo cual indica que hay diferencias en las comunidades de pupas de simúlido en función de las características de los ambientes en los que se hayan. Las variables ambientales más influyentes han resultado ser la conductividad eléctrica, la altitud y la turbidez. Los resultados obtenidos también indican que existen diferencias entre las distintas cuencas hidrográficas respecto a las especies de simúlidos que albergan. Con lo que sí que se han encontrado diferencias significativas entre las cuencas y las especies de mosca negra que contienen. Por último, se analizó la diversidad de especies presente tanto en los diferentes tipos de sustratos muestreados como de los ríos objeto de estudio mediante cálculo de los índices de diversidad de Shannon y Simpson, así como la riqueza de especies y el tipo de distribución de sus poblaciones con el índice de Pielou.

Además, se han elaborado mapas de riesgo según la cercanía de los focos de cría a ciudades y granjas de explotación porcina, equina y bovina, y teniendo en cuenta el rango de vuelo de los

imagos de las especies problemáticas con el fin de poner de manifiesto el alcance geográfico subyugado a sufrir las molestas mordeduras de este hematófago, alertando e informando de este modo a los posibles afectados y a las instituciones sanitarias y veterinarias implicadas.

También se ha estudiado la eficacia y efectividad de ciertos productos destinados a controlar los tamaños poblacionales de mosca negra considerados plaga mediante el tratamiento localizado de diversos puntos en un tramo del río Serpis afectado por ataques de simúlidos. Siendo testada la eficacia del insecticida utilizado a base de preparados de *Bacillus thuringiensis* sobre el estado de larva.

Por otra parte, también se aporta información relevante sobre los parásitos que afectan a los estados preimaginales de los simúlidos, abordándose la especificidad de parasitación y la carga parasitaria soportada por las pupas de ciertas especies de mosca negra.

PALABRAS CLAVE

Simuliidae, especies, altitud, turbidez, conductividad eléctrica, distribución, importancia sanitaria y veterinaria, mapas de riesgo, tratamiento, parásitos, Comunidad Valenciana, España.

ABSTRACT

Simulids (Diptera: Simuliidae) are distributed almost all over the world. Their presence is largely influenced by the availability of flowing water courses, necessary for the development of immature stages (ADLER & McCREADIE, 2002), occupying environments ranging from temporary courses to large rivers. The simuliids breed in running waters, they can be found in streams and mountain torrents as well as in the slow water flows of rivers in their lower stretches. In addition, there are a few species which have adapted to such minimum water flows where the current is almost imperceptible (BURGER, 1987). Be that as it may, it is known that certain environmental factors affect and determine the distribution of the larvae, and therefore of the pupae (ROSS & MERRITT, 1987).

In many regions of the world, these diptera nematocera are one of the groups of clearly harmful arthropods, although not transmitting diseases to man in those places. However, their presence in the tropics and their role in the transmission of onchocerciasis, is one of the most serious problems carried by this type of vector. Therefore, knowledge of the simuliids has been addressed mainly in those geographical regions where they have caused health problems, such as Central Africa, Central America, South America and some areas of the Arabian Peninsula, specifically in the Yemen.

However, in Spain, the first citation referring to simuliids is dated to ANTIGA in 1888, from then on, the work has continued to this day but sporadically. In general, there are very few references, these studies being mainly taxonomic and faunal among other contributions, dealing with a wide range of topics. These brief and often indirect references have increased our knowledge of the simuliid species present in the country. It could be summarized sporadic one-off studies carried out in the Iberian Peninsula explain the scarcity of information that there is of this family of diptera.

This group of diptera, from 1995 to the present, has acquired great relevance in certain regions of the national territory. These insects, considered as typical of natural environments of clean waters, lotic and greater flows, have been colonizing water channeling of very different dimensions, being present currently in most of the water courses of the Valencian Autonomous Region, both in headwaters, middle stretches, mouths, as well as in irrigation systems with greater or lesser water permanence such as irrigation reservoirs, channels and ditches. Since 2017 and in the preceding years, different regions of the country, such as the case of the Community of Madrid, Murcia, La Rioja and provinces such as Zaragoza, Córdoba and some specific areas of Catalonia and the Valencian Autonomous Region among others, have started increasingly to suffer the discomforts characteristic of this arthropod.

In the present Doctoral Thesis, several rivers of the Valencian Autonomous Region have been studied, concentrating on the most important rivers of each of the three provinces in volume,

ecological diversity, permanent regime and greater accessibility for the taking of samples. The objective of which has been to establish the composition of simuliid species of the rivers that run through the Valencian Autonomous Region and the abiotic factors that affect and influence the dispersion of these. It also aims to expand the knowledge that we have so far of the insect family in the study area and evaluate the implications of some of the species detected in the welfare of both animals and humans, due to their hematophagous behavior, the principal cause of the discomfort caused to wild animals, domestic animals and humans. For this, a total of 112 samples were taken from different rivers and tributaries of the six provinces where this thesis has been carried out: Albacete, Alicante, Castellón, Cuenca, Teruel and Valencia have been studied. In the same way, new appointments for the mentioned provinces and a detailed fauna study of the simuliids of the Cenia, Cérvol, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis, Girona, Jalón, Algar, Amadorio, Monnegre, Vinalopó and Segura rivers are provided, based on the identification of pupal status. Sampling began on June 27, 2013, extending until August 7, 2015, with the frequency of random sampling.

A total of 21 *Simulium* species have been detected that are included in the genera *Simulium* and *Metacnephia*. Of these, *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum* and *S. reptans* are of veterinary importance because they cause damage to animal health that results in economic depreciation and reduction of productive yield. And *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum* and *S. reptans* are of sanitary importance, causing epidermal lesions and allergic and pathological derived reactions, due to the bites produced in the search to obtaining blood required in their life cycle.

The statistical results obtained reveal that the identified simuliid species have been found in very diverse environments within the basins studied. Some species of simuliids are dependent on variables such as the particle diameter of the substrate, the redox potential or the TDS, others factors include both the amount of dissolved oxygen and altitude, while others on the pH and conductivity of water and also the

anthropic level of the habitat and its degree of turbidity. This indicates that there are differences in the communities of blackfly pupae according to the characteristics of the environments in which they have been present. The most influential environmental variables have been electrical conductivity, altitude and turbidity. The results obtained also indicate that there are differences between the different river basins with respect to the simuliid species they harbour, having found significant differences between basins and black fly species that contain. Finally, we analyzed the diversity of species present both in the different types of substrates sampled and the rivers under study by calculating the Shannon and Simpson diversity indexes, as well as the species diversity and the type of distribution of species populations with the Pielou index.

In addition, risk maps have been drawn up according to the proximity of the breeding foci to cities and swine, equine and bovine farms, and taking into account the flight range of the imagos of the problematic species in order to highlight the geographical areas likely to suffer the annoying bites of this hematophagous insect, alerting and informing in this way as to the possible affected areas for the sanitary and veterinary institutions involved.

The efficacy of certain products aimed at controlling the population sizes of blackfly considered as a pest by the localized treatment of several points in a transect of the Serpis River affected by simuliid attacks has also been studied, the effectiveness of the insecticide used on the basis of *Bacillus thuringiensis* preparations on the larval stage being tested.

What is more, it also provides relevant information on the parasites that affect the preimaginal stages of the simuliids, tackling the specificity of parasitism and the parasitic load supported by the pupae of certain black fly species.

KEY WORDS

Simuliidae, species, altitude, turbidity, electrical conductivity, distribution, sanitary and veterinary importance, risk maps, treatment, parasites, Valencian Autonomous Region, Spain.

**CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS
VINCULADAS A LA TESIS DOCTORAL**

A. PUBLICACIONES EN REVISTAS CIENTÍFICAS

1. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2015. La invasión de la mosca negra en la Comunitat Valenciana. *Viure en Salut*, 105(IV-Mosquit tigre i salut): 17-18. Direcció General de Salut Pública, Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública, Generalitat Valenciana.
2. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2017a. Contribución al conocimiento de las moscas negras (Diptera, Simuliidae) en la cuenca hidrográfica del Júcar. *Boletín de la Asociación española de Entomología (AeE)*, 41(1-2): 167-196.
3. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2017b. Updated checklist and distribution maps of blackflies (Diptera: Simuliidae) of Spain. *The Simuliid Bulletin (formally The British Simuliid Group Bulletin)*, 48(supplement): 1-45.
4. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2018. Contribución al conocimiento de la simulidofauna (Díptera, Simuliidae) en la cuenca hidrográfica del río Mijares. *Boletín de la Asociación española de Entomología (AeE)*, (en prensa).

B. COMUNICACIONES EN CONGRESOS

1. BUENO-MARÍ, R.; **LÓPEZ-PEÑA, D.** & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2013. Análisis faunístico e interés sanitario de los simúlidos del tramo bajo del río Turia (Valencia). Comunicación en póster en el libro de resúmenes de las XXX *Jornadas de la Asociación española de Entomología (AeE)*. Salamanca: 74 p.
2. **LÓPEZ-PEÑA, D.**, COLOM-ORERO, A. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2014. Distribución, abundancia y papel epidemiológico de los Simuliidae (Diptera: Nematocera) del río Serpis. Comunicación en póster, en el libro de ponencias del XVI *Congreso Ibérico de Entomología*. Badajoz: 157 p.
3. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2014. Distribución espacial, caracterización del hábitat y datos

bioecológicos de simúlidos presentes en ríos de la Comunidad Valenciana. Comunicación oral, en el libro de ponencias del *XVI Congreso Ibérico de Entomología*. Badajoz: 27 p.

4. **LÓPEZ-PEÑA, D.**; HERREZUELO-ANTOLÍN, J. & FALCÓ-GARÍ, J., 2015. Control de poblaciones de Simuliidae en el río Serpis. Comunicación en póster en el libro de resúmenes de las *XXXII Jornadas de la Asociación española de Entomología*. Vilagarcía de Arousa: 120 p.
5. **LÓPEZ-PEÑA, D.**; FALCÓ-GARÍ, J. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2015. Bioecología de las especies de simúlidos del río Mijares. Comunicación oral en el libro de resúmenes de las *XXXII Jornadas de la Asociación española de Entomología*. Vilagarcía de Arousa: 43 p.
6. **LÓPEZ-PEÑA, D.**; FALCÓ-GARÍ, J. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2015. Estudio de la biodiversidad de simúlidos del río Turia. Comunicación en póster en el libro de resúmenes de las *XXXII Jornadas de la Asociación española de Entomología*. Vilagarcía de Arousa: 94 p.
7. **LÓPEZ-PEÑA, D.**; HERREZUELO-ANTOLÍN, J. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2016. Effect of altitude on Simuliidae species richness in rivers of Valencian Autonomous Region (Spain). Poster communication, in book of abstracts, *The 20th European Society for Vector Ecology (E-SOVE) Conference*. Lisbon (Portugal): 61 p.
8. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2016. Study of several species of black fly (Diptera, Simuliidae) in the Equinum group in three rivers of Valencian Community, Spain. Poster communication with oral discussion in the abstract book of the *VIIth International Simuliidae Symposium*. Zaragoza (Spain): 39 p.
9. **LÓPEZ-PEÑA, D.**; LIS-CANTÍN, A. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2016. Substrate preference by immatures phases of blackflies (Diptera: Simuliidae) in rivers of Valencian

Autonomous Region (Spain). Poster communication, in book of abstracts, *The 20th European Society for Vector Ecology (E-SOVE) Conference*. Lisbon (Portugal): 62 p.

10. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2016. Water mites (Acari: Hydrachnidia) parasites of Simuliidae in the Mijares river (Castellón-Spain). Poster communication with oral discussion in the abstract book of the *VIIth International Simuliidae Symposium*. Zaragoza (Spain): 36 p.
11. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017. Is the black fly community (Diptera: Simuliidae) affected by the different altitude of a river? Poster communication in abstract book of *VIIIth Conference European Mosquito Control Association (EMCA)*. Becici (Montenegro): 115 pp.
12. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017. New data of the black flies (Diptera: Simuliidae) in the Júcar river basin (Valencian Autonomous Region, East of Spain). Poster communication in abstract book of *VIIIth Conference European Mosquito Control Association (EMCA)*. Becici (Montenegro): 116 p.
13. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2018. Can the altitude impinges upon the black fly (Diptera: Simuliidae) species richness in the rivers of Valencian Autonomous Region (Spain)? Virtual poster communication in online program of *Entomological Society of America (ESA) I International Branch Virtual Symposium*.
14. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2018. Spanish blackfly (Diptera: Simuliidae) history, situation from past to present. 11 Oral communication: Control of blackflies and applied research II. In abstracts document of *VIII International Simuliidae Symposium*. Birmingham (UK): 14 p.
15. **LÓPEZ-PEÑA, D.** & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2018. Could the species richness of black fly (Diptera: Simuliidae) be affected by the altitudinal profile rivers of Valencian

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Autonomous Region (Spain)? 11.1 Oral communication:
Control of blackflies and applied research II. In abstracts
document of *VIII International Simuliidae Symposium*.
Birmingham (UK): 15 p.

AGRADECIMIENTOS



En primer lugar, quisiera expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a mi director y mentor de la presente tesis doctoral, el Profesor Doctor Ricardo Jiménez Peydró, Catedrático de Entomología y Control de Plagas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Valencia. Agradecerle de corazón la confianza depositada en mi persona desde el primer momento e intentar, cada día, hacerme creer que soy capaz de conseguir aquello que me proponga en la vida empezando por este asunto que nos ocupa. Hecho que ha aumentado la confianza en mí mismo y en mis posibilidades, desplazando a un lado la oscura negatividad, el derrotismo y los malos presagios. Así mismo darle las gracias por su apoyo y afecto brindado sin titubear ni dudar, aun tratándose de una persona extraña y desconocida, a lo largo de esta relativamente larga etapa y aventura que hace ya varios años que inicie y que afortunada o desafortunadamente ya llega a su fin. Un viaje de conocimiento científico, a bordo de la gran nave que dirige y gobierna, el laboratorio de Entomología y Control de Plagas situado en el Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva.

También aprovecharé la oportunidad para ofrecer y expresar mi gratitud al Profesor José Vicente Falcó Garí Profesor titular y secretario del Departamento de Zoología de la citada universidad, por sus consejos, charlas, debates e interés mostrado en mi proyecto de investigación científica, así como agradecerle las pequeñas orientaciones y puntos de vista que siempre pueden llevar a caminos interesantes, todavía vírgenes y por escrutar, que finalmente son gratificantes al conocimiento y a la satisfacción personal.



Y cómo no nombrar a la querida Natalia Conejero Ortega y al estimado Álvaro Lis Cantín, siempre dispuestos a socorrerme, cada uno a su manera, prestándome su ayuda sin pedir nada a cambio, siempre de manera altruista, sin ellos no hubiera aprendido a hacer ciertas tareas que recientemente he adquirido, o eso quiero

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control



positivamente pensar, y que tanto me sirven y servirán en el futuro próximo e inmediato, y seguro estoy que seguiré aprendiendo de ambos y asombrándome de sus capacidades y paciencia. Así como a otras personas me han brindado su mano amiga y voluntariosa a lo largo del camino andado y que siempre estarán en mi pensamiento.



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

ÍNDICE

RESUMEN Y ABSTRACT.....	1
CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS VINCULADAS A LA TESIS DOCTORAL.....	8
A. Publicaciones en revistas científicas.....	9
B. Comunicaciones en congresos.....	9
AGRADECIMIENTOS.....	14
ÍNDICE.....	18
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	28
1. Introducción general.....	29
2. Importancia médica.....	32
3. Distribución.....	34
4. Estados de desarrollo.....	36
4.1. Estados inmaduros.....	36
4.1.1. Huevo.....	36
4.1.2. Larva.....	38
4.1.3. Pupa.....	45
4.2. Estado imaginal.....	47
4.2.1. Imago.....	47
5. Ciclo de vida.....	53
5.1. Oviposición.....	54
5.2. Vida larvaria.....	57
5.3. Hábitats larvarios y lugares de cría.....	59
5.4. Cópula y apareamiento.....	60

5.5. Dispersión en imagos.....	63
5.6. Alimentación de los imagos.....	64
5.7. Búsqueda del hospedador.....	66
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS DE LA TESIS DOCTORAL.....	68
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	70
1. Material y métodos.....	71
1.1. Área de muestreo.....	71
1.1.1. Cuenca hidrográfica del Júcar.....	72
a) Situación geográfica.....	72
b) Rasgos geomorfológicos.....	73
c) Climatología.....	74
1.1.2. Cuenca hidrográfica del Segura.....	75
a) Ámbito territorial.....	75
b) Marco físico.....	76
c) Características climáticas.....	77
d) Temperatura.....	78
1.2. Generalidades de los ríos estudiados.....	79
1.2.1. Río Cenia.....	80
1.2.2. Río Cérvol.....	83
1.2.3. Río Mijares.....	85
1.2.4. Río Palancia.....	88
1.2.5. Río Turia.....	90
1.2.6. Río Júcar.....	94

1.2.7.	Río Serpis.....	98
1.2.8.	Río Girona.....	101
1.2.9.	Río Jalón.....	102
1.2.10.	Río Algar.....	104
1.2.11.	Río Amadorio.....	106
1.2.12.	Río Monnegre.....	108
1.2.13.	Río Vinalopó.....	110
1.2.14.	Río Segura.....	113
1.3.	Metodología de estudio.....	117
1.3.1.	Elección de los puntos de muestreo.....	117
1.3.2.	Toma de datos.....	117
1.3.3.	Toma de muestras.....	120
1.3.4.	Tratamiento de la muestra.....	122
1.3.5.	Identificación de la muestra.....	123
1.4.	Mapas y figuras.....	123
1.5.	Análisis estadístico.....	124
1.5.1.	Tipos de datos recogidos.....	124
1.5.2.	Análisis de datos.....	125
	a) Tratamiento de los datos: escalamiento, estandarización y gestión de valores perdidos.....	126
	b) Análisis de Componentes Principales (PCA), caracterización de los principales parámetros físico-químicos y ambientales	

de las cuencas y muestreos estudiados.....	128
c) Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función de las características físico-químicas de los muestreos efectuados.....	129
d) Óptimos y tolerancias frente a las variables físico-químicas del agua de las especies de simúlidos.....	131
e) Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de sustrato y análisis de especies indicadoras.....	131
f) Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de cuenca y análisis de especies indicadoras.....	133
g) Estudio de la riqueza de especies, diversidad y equitatividad.....	134
CAPÍTULO 4. REVISIÓN DE LA FAMILIA SIMULIIDAE EN ESPAÑA.....	136
1. Precedentes.....	137
1.1. Especies de simúlidos documentadas en España.....	138
1.2. Clasificación taxonómica.....	138
1.3. Especies presentes en España.....	141
CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....	204
A. ANÁLISIS FAUNÍSTICO.....	205
❖ Caracterización de los puntos de muestreo.....	205
1. Río Cenia.....	205

2. Río Cérvol.....	207
3. Río Mijares.....	210
4. Río Palancia.....	220
5. Río Turia.....	231
6. Río Júcar.....	243
7. Río Serpis.....	263
8. Río Girona.....	277
9. Río Jalón.....	277
10. Río Algar.....	278
11. Río Amadorio.....	281
12. Río Monnegre.....	284
13. Río Vinalopó.....	287
14. Río Segura.....	289
B. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	293
1. Parámetros físico-químicos del agua.....	293
2. Análisis de Componentes Principales (PCA), caracterización de los principales parámetros físico-químicos y ambientales de las cuencas y muestreos estudiados.....	294
3. Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función de las características físico-químicas de los muestreos.....	296
4. Óptimos y tolerancias frente a las variables físico-químicas del agua de las especies de simúlidos.....	300
5. Análisis de especies indicadoras de sustrato de adhesión y de cuenca fluvial.....	303

5.1. Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de sustrato y análisis de especies indicadoras.....	303
5.2. Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de cuenca y análisis de especies indicadoras.....	305
6. Estudio de la riqueza de especies, diversidad y equitatividad de pupas de simúlido.....	307
6.1. Análisis por sustrato.....	307
6.2. Análisis por cuenca y muestreo.....	308
a) Cuenca del río Cenia, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	308
b) Cuenca del río Cérvol, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	308
c) Cuenca del río Mijares, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	308
d) Cuenca del río Palancia, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	310
e) Cuenca del río Turia, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	310
f) Cuenca del río Júcar, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	312
g) Cuenca del río Serpis, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	313
h) Cuenca del río Algar, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	315
i) Cuenca del río Amadorio, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	315

j) Cuenca del río Monnegre, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J').....	316
C. INTERÉS SANITARIO Y VETERINARIO.....	318
1. Implicaciones y riesgos.....	318
1.1. Casuística en España.....	320
1.2. Comunidad Valenciana y especies simúlidas de interés médico-sanitario.....	322
1.2.1. <i>S. equinum</i>	322
1.2.2. <i>S. erythrocephalum</i>	328
1.2.3. <i>S. lineatum</i>	335
1.2.4. <i>S. ornatum</i>	342
1.2.5. <i>S. reptans</i>	352
1.3. Afección en animales.....	357
1.3.1. Comunidad Valenciana y especies simúlidas de interés veterinario.....	359
1.3.1.1. <i>S. equinum</i>	359
1.3.1.2. <i>S. erythrocephalum</i>	362
1.3.1.3. <i>S. lineatum</i>	365
1.3.1.4. <i>S. ornatum</i>	367
1.3.1.5. <i>S. reptans</i>	369
1.3.1.6. <i>S. pseudequinum</i>	372
D. TRATAMIENTO Y CONTROL.....	380
1. Control.....	380
1.1. Métodos físicos y mecánicos.....	380

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

1.2. Métodos químicos y biológicos.....	381
1.2.1. Orígenes y contextualización.....	381
1.2.2. Ventajas ambientales.....	382
2. Problemática en la Comunitat Valenciana.....	383
2.1. Ejemplificación y puesta en práctica, el caso del río Serpis y el municipio de Villalonga.....	383
3. Patógenos, parásitos y depredadores de simúlidos como método de control.....	392
3.1. Microsporas.....	393
3.2. Hongos.....	394
3.3. Nematodos.....	395
3.4. Ácaros.....	396
3.5. Depredadores.....	399
4. Experiencias personales.....	400
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN	414
1. Rangos de tolerancia frente a las variables físico-químicas del agua de las especies de simúlidos.....	415
1.1. Altitud.....	415
1.2. Conductividad eléctrica.....	425
1.3. Turbidez.....	429
2. Análisis de especies indicadoras de sustrato de adhesión... ..	432
3. Estudio de la riqueza de especies de simúlidos en España... ..	434
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.....	444
CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA.....	448

ANEXO. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR SIMÚLIDOS.....	500
1. Oncocercosis.....	501
1.1. ¿Qué es la oncocercosis y porqué es importante?.....	501
1.2. Contextualización histórica.....	502
1.3. Sintomatología.....	505
1.4. Diagnóstico.....	506
1.5. Distribución.....	507
1.6. Ciclo vital.....	508
1.7. Programas de prevención, control y eliminación.....	511
1.8. Tratamiento y prevención.....	512
1.9. Consecuencias, perjuicios y peligros.....	513

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Las moscas negras son dípteros nematóceros pertenecientes a la familia Simuliidae. Dicho grupo de dípteros, desde el año 1995 hasta la actualidad, han adquirido una gran relevancia en ciertas regiones del territorio nacional.

Estos insectos, señalados como típicos de ambientes naturales, aguas limpias y lóxicas, de notable flujo, han ido colonizando canalizaciones de agua de muy diversa consideración estando presentes en la actualidad en la mayoría de los cursos de agua de la Comunidad Valenciana, tanto en sus cabeceras, tramos medios, desembocaduras, así como en sistemas de riego más o menos permanentes como canales y acequias.

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

En muchas regiones del mundo, las moscas negras constituyen uno de los grupos de artrópodos claramente perjudiciales, aunque no transmitan enfermedades al hombre. No obstante, su presencia en las zonas tropicales y su papel en la transmisión de la oncocercosis (Anexo) constituye uno de los problemas más graves transmitidos por este tipo de vectores.

El conocimiento de esta familia se inicia en 1800 con la descripción del género *Melusina* por Meigen, por lo que, en rigor, dicha familia debería llamarse *Melusinidae*. Ahora bien, desde los primeros estudios se adoptó el nombre de *Simuliidae*, procedente de la descripción del género *Simulium* por Latreille (1802) que obtuvo mayor resonancia. Esta situación se ha respetado desde la resolución de la ICZN (International Commission of Zoological Nomenclature) de 1963, dados los inconvenientes que hubiera supuesto la sustitución del nombre.

El conocimiento de los simúlidos ha sido abordado principalmente en aquellas regiones geográficas donde han originado

problemas sanitarios, como el anteriormente citado, como son África Central, América Central y América del Sur.

Sin embargo, en España desde la primera cita de ANTIGA en 1888, no se produjeron nuevas aportaciones, hasta principios de siglo, a través de los trabajos de STROBL (1900, 1906) y CZERNY & STROBL (1909). En general existen muy pocas referencias de índole taxonómica (GRENIER & BERTRAND, 1954; CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a, 1975b; CROSSKEY & GRÁCIO, 1985), y concretamente en España no se ha realizado ningún estudio amplio sobre esta familia y hasta 1990 sólo se encuentran estudios parciales (PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ *et al.*, 1986, 1987; PUIG *et al.*, 1987) que incrementan de forma sucinta el conocimiento de algunas especies paleárticas en nuestra zona. Se podría resumir que: la escasez de estudios efectuados en toda la península ibérica justifica la parca información que se tiene de dicha familia de dípteros.

Los primeros estudios sobre simúlidos en España fueron llevados a cabo por STROBL y CZERNY a principios del siglo XX (STROBL, 1900, 1906; CZERNY & STROBL, 1909). Durante las décadas siguientes se realizaron estudios esporádicos dedicados principalmente a la descripción de nuevas especies (ENCOBET, 1912; ABREU, 1922; SÉGUY, 1925; GRENIER & BERTRAND, 1954; GRENIER & DORIER, 1959; CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a, 1975b; PUIG *et al.*, 1984; CROSSKEY & GRÁCIO, 1985; GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ *et al.*, 1986, 1987; PUIG *et al.*, 1987; CROSSKEY, 1988; CLERGUE-GAZEAU & VINÇON, 1990; CROSSKEY, 1991a; CROSSKEY *et al.*, 1998) pero raras veces dedicadas a su biología, ecología y/o biogeografía. En la década de los 90 se llevaron a cabo diversos trabajos focalizados en la taxonomía y la ecología (GALLEGO *et al.*, 1994; GONZÁLEZ, 1997; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a, 1999b). Recientemente se han llevado a cabo diversos estudios que abarcan trabajos faunísticos, catálogos e inventarios (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; LUCIENTES *et al.*, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; BELQAT & GARRIDO, 2008; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013; LESTÓN *et al.*, 2013, 2014a;

CÓRDOBA *et al.*, 2017; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a, 2017b), de distribución y expansión de especies (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2009; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2012a; MARQUÉS, 2012; LESTÓN *et al.*, 2014b), claves y guías de identificación (CROSSKEY & BÁEZ, 2004), o también, trabajos de control de poblaciones (ROVIRA *et al.*, 2007; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2011), de afección de simúlidos por agentes patógenos o parásitos (GIRBAL & SANTAMARÍA, 1998), y trabajos tanto de importancia sanitaria (GALLEGO *et al.*, 1994; NOGUERA-PALAU, 2003; ANÓNIMO, 2013; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2014; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2015; SÁNCHEZ-LÓPEZ *et al.*, 2017) como veterinaria (FIGUERAS *et al.*, 2011).

Incluso, además de las mencionadas publicaciones, también se han realizado aportaciones a congresos de muy diversas temáticas tales como estudios faunísticos (GONZÁLEZ *et al.*, 1986, 1987; JUSTO *et al.*, 2009; BUENO-MARÍ *et al.*, 2013; LÓPEZ-PEÑA *et al.*, 2015b; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2016a; BELQAT & GALLARDO-MAYENCO, 2016; CID *et al.*, 2017; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a, 2017b, 2018d), distribución (JUSTO *et al.*, 2008; MARQUÉS, 2012; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2012a; LÓPEZ-PEÑA *et al.*, 2014; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2014; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2015), ecología (JUSTO *et al.*, 2010; LÓPEZ-PEÑA *et al.*, 2015a, 2016a, 2016b; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2016a; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b, 2018c), parásitos (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2016b; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2017a); molecular (RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2016b; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2017c), importancia sanitaria (RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2012b; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2015; IGÑATOVIC-ĆUPINA *et al.*, 2018; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2018) importancia veterinaria (ORTIZ *et al.*, 2016), control (VALLE-TRUJILLO & ESCOSA, 2009; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2011; LÓPEZ-PEÑA *et al.*, 2015c; OBREGÓN *et al.*, 2016a, 2016b, 2017; MINGUET, 2017; BUENO-MARÍ *et al.*, 2017; MARTÍN-GAVÍN, 2018) y analíticos de la situación y evolución del conocimiento que se tiene de este díptero en el territorio nacional

desde sus inicios hasta el momento actual (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2018b).

Finalmente, y a partir de los noventa, empiezan a surgir resultados de investigaciones académico-científicas realizados en universidades públicas del país. En primera instancia fueron apariciones tímidas y puntuales como la Tesina de Licenciatura de GONZÁLEZ en 1981, y escasos años después esta misma científica aportó la primera tesis doctoral sobre simúlidos (GONZÁLEZ, 1990), En ambos casos llevadas a cabo en la Universidad de Barcelona. Más tarde, aparecieron dos nuevas tesinas, la primera de ellas realizada en la Universidad de Salamanca (MARTÍNEZ, 1996) y la segunda en la Universidad de Zaragoza (VILLANÚA-INGLADA, 2003). Posteriormente, han aparecido nuevos trabajos de investigación como la tesis doctoral procedente de la Universidad de Santiago de Compostela (LESTÓN, 2012), así como Trabajos Fin de Master (LÓPEZ-PEÑA, 2014) por la Universidad de Valencia y Trabajos Fin de Grado (RICOY, 2015) por la Universidad de Jaén. Y por último, la aportación más reciente, una nueva Tesis Doctoral nuevamente a cargo de la Universidad de Zaragoza (RUIZ-ARRONDO, 2018)

2. IMPORTANCIA MÉDICA

La mosca negra también conocida en otras áreas del mundo bajo los nombres de *black fly*, moscas del café, mosquito de los búfalos (buffalo gnats), mosquito de los pavos (turkey gnats), moscas blandford, jejenos o bariguis. Son términos que intuitivamente se relacionan con los lugares donde crean molestia o sobre los animales a los que perturban. Nombres compuestos que asocian palabras sin conexión (CUPP, 1996; BENELLI & PAVELA, 2018).

La importancia médica de los simúlidos es doble: primero porque esta familia de dípteros incluye todas las especies portadoras de la oncocercosis humana también denominada “ceguera de los ríos”, y segundo porque incluye especies las cuales son consideradas algunas de las plagas de insectos que realizan sus mordeduras en el hombre más persistentes y desmoralizadoras del mundo. De hecho, existen diversas áreas mundiales en las cuales los simúlidos son el artrópodo nocivo más

temido, tanto por humanos como por animales silvestres y domésticos (CROSSKEY, 1993).

Crean problemas en diferentes lugares del mundo como consecuencia de su agresividad, que es consecuencia de su requerimiento sanguíneo (CUPP, 1996). En Norteamérica y Europa, se han descrito casos de simuliotoxicosis, asociadas a la secreción salival durante los eventos masivos de alimentación de especies de simúlidos univoltinas sobre ganado (CUPP, 1986). En Sudamérica se han descrito casos en humanos de síndromes hemorrágicos en inmigrantes que han estado en áreas atestadas de ejemplares de mosca negra (PINHEIRO *et al.*, 1974; NOBLE *et al.*, 1974).

Todas las especies vectoras pertenecen al género *Simulium* y como es típico en los dípteros nematóceros picadores, sólo las hembras succionan sangre, mientras que los machos son inofensivos en este aspecto (CROSSKEY, 1993) estos se alimentan principalmente de néctar y sustancias azucaradas (MULLEN & DURDEN, 2009; BENELLI & PAVELA, 2018). Como consecuencia de este comportamiento hematófago, pueden actuar como vehículos vectores tanto de virosis epizoóticas y enzoóticas de vesiculovirus que cursan como cuadros víricos de estomatitis vesicular (CUPP *et al.*, 1992), como de protozoos tales como *Trypanosoma* spp. y *Leucocytozoon* spp. (KISZEWSKI & CUPP, 1986) y de nematodos filáricos.

Los hospedadores son vertebrados de sangre caliente, hasta el momento principalmente aves y mamíferos. Entre las aves, son vectores de protozoos parásitos sanguíneos pertenecientes al género *Leucocytozoon*, es decir, plasmodios apicomplexos. Se conoce el ciclo vital de algunas especies del citado género que afectan a aves domésticas como son: *L. simondi* la cual actúa como parásito patógeno en patos y *L. smithi* que causa una infección virulenta en pavos conocida bajo el nombre de “malaria de los pavos” y que tiene repercusión económica. Además, también transmiten filarias e incluso ciertas tripanosomiasis a los patos. Entre los mamíferos, la mosca negra puede transmitir varias especies de nematodos filáricos de la familia Onchocercidae, destacando el género *Onchocerca*, agente causal de la “ceguera de los ríos” que afecta a seres humanos y a mamíferos

ungulados, el género *Mansonella* que afecta exclusivamente al hombre y el género *Dirofilaria* que afecta a úrsidos. En referencia a la ceguera de los ríos, (CUPP, 1986) sugirió que la enfermedad en humanos podría haberse debido a un salto de hospedador, concretamente del ganado al hombre, sugiriendo así que la domesticación de los bóvidos ligada a la actividad del pastoreo frecuentando áreas próximas a las riberas de los ríos africanos, podría haber posibilitado el desarrollo y evolución a la conversión del ser humano como nuevo hospedador para el agente patógeno. Es importante recalcar y aclarar que con la denominación oncocercosis, se hace referencia únicamente a la infección desencadenada por las filarias del género *Onchocerca* citado anteriormente. Al hilo de lo inmediatamente comentado, la oncocercosis humana es una enfermedad producida por la infección con la especie *Onchocerca volvulus*. Sin embargo, la otra filaria parásita de humanos, *Mansonella ozzardi* se caracteriza por no ser patógena (CROSSKEY, 1993). Este tema es ampliamente tratado en el capítulo de importancia sanitaria y veterinaria.

3. DISTRIBUCIÓN

La existencia de los simúlidos data de al menos desde el Jurásico medio, hace alrededor de 170 millones de años según indican los fósiles hallados hasta el momento (Figura 1), pero podría remontarse aún más en el tiempo (PERKOVSKY & SUKHOMLIN, 2016). En esa época no se puede saber con mucha certeza cuál sería su distribución, aunque se puede inferir teniendo en cuenta las exhibidas en el presente por las especies aún vivas. Así, hoy día sabemos que los estados inmaduros de mosca negra se han adaptado a vivir en ambientes acuáticos de aguas corrientes de torrentes y ríos donde los individuos crecen y se desarrollan, con lo que son organismos lóticos que habitan los citados hábitats. Los simúlidos, por lo general, se caracterizan por ser insectos cosmopolitas presentes en todas las regiones zoogeográficas desde el ártico hasta latitudes ecuatoriales. Así mismo también se les puede encontrar en un rango de altitudes muy amplio que van desde el nivel del mar hasta los 4500 metros (CROSSKEY, 1993).

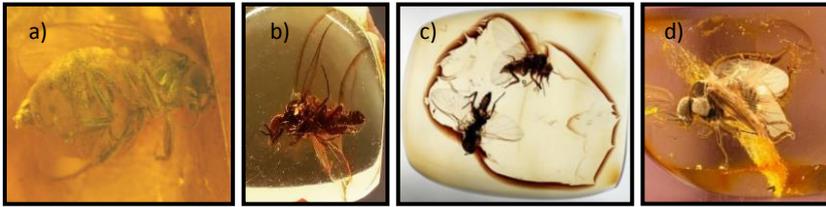


Figura 1.- Ejemplares adultos fosilizados en ámbar: a) hembra b) macho c) una pareja, y d) otro imago macho.

(a) http://www.amberabg.com/b_systematyka/s_diptera/simuliidae_zd3.html,

b) http://www.imgrum.org/media/1289997571510877899_3510531466,

c) <https://news.artsci.utoronto.ca/all-news/species/>,

d) http://www.imgrum.org/media/1627790592438660067_3510531466.

Por otro lado, y como en muchas familias de dípteros, es de importancia tener en cuenta que los simúlidos contienen grupos de poblaciones de especies hermanas, las cuales son isomórficas y simpátricas, es decir, especies que se originaron en la misma área geográfica pero que no pueden cruzarse entre sí (CUPP, 1996).

En resumen, Los simúlidos (Diptera, Simuliidae) se encuentran distribuidos por todo el mundo a excepción del continente antártico, desiertos y ciertas islas oceánicas desprovistas de cursos de agua (CROSSKEY, 1990). Su presencia está ampliamente influenciada por la disponibilidad de cursos de agua con flujo, necesarios para el desarrollo de los estados inmaduros (ADLER & McCREADIE, 2002). Ocupan ambientes desde cursos temporales hasta grandes ríos. La diversidad y distribución se pueden explicar por factores bióticos, como las relaciones tróficas, y por factores abióticos como las condiciones del agua, de temperatura, pH, oxigenación, turbidez (McCREADIE *et al.*, 2006). La región Paleártica es la que presenta mayor biodiversidad específica con un 33 % de las especies actuales; 17 % en la Oriental; 16 % en la Neotropical; 12 % en la Australasia; 11 % en la Neártica y 11 % en la Afrotropical (ADLER & CROSSKEY, 2016). Hasta el momento se han descrito 2232 especies de simúlidos actuales además de 15 especies fósiles en todo el mundo (ADLER & CROSSKEY, 2017, 2018).

4. ESTADOS DE DESARROLLO

La familia Simuliidae es una familia cuyas especiales características morfológicas la hace fácilmente identificable, al menos en cuanto a su estado de larva, pupa e imago se refiere.

4.1. Estados inmaduros

Tres de las 4 fases del ciclo de vida tienen lugar en el agua, la cuarta fase es aérea.

4.1.1. Huevo

Los huevos son el primer estado de desarrollo, en cuyo interior alberga el cigoto fecundado que, tras una serie de procesos de multiplicación y división celular, da lugar al embrión en cuestión. Dicho embrión finalmente originará el primer estadio larvario.

Los huevos de simúlido pueden ser reconocidos entre otros huevos acuáticos por su superficie lisa, su tamaño (0,15 – 0,30 milímetros) o 0,1 - 0,5 mm (CROSSKEY, 1990), pero sobre todo por su forma, ya que además de ser ovoide, presenta un saliente en uno de los lados que le proporciona un aspecto triangular (CROSSKEY, 1993) (Figura 2). Salvo por los rasgos citados, el estado de huevo de las moscas negras carece de características útiles para su identificación taxonómica.



Figura 2.- Puesta de huevos, embriogénesis, y huevo con *stemmata* de la larva visibles, (fotografías realizadas por D. López-Peña).

En el momento de la puesta poseen un color blanquecino, sin embargo, tras un periodo de tiempo, estos adquieren una coloración pardo clara o pardo-amarillenta.

El tiempo que transcurre desde su puesta, hasta que este eclosiona, es muy variable y dependiente de diversos factores. Por ejemplo, en las áreas tropicales cálidas, la eclosión puede ocurrir en tan sólo uno o dos días después de la puesta. Por lo que el tiempo del ciclo completo desde huevo a adulto se puede completar en escasas dos semanas, posibilitando así entre 15 y 20 generaciones anuales (CROSSKEY, 1993). Sin embargo, en las latitudes templadas, donde pueden encontrarse poblaciones de especies hematófagas, pueden llegar a completar entre dos y cuatro generaciones al año. Contrariamente, en regiones frías, y más concretamente en áreas árticas, las especies de simúlidos únicamente logran completar una generación al año, con lo que el multivoltinismo se pierde dando paso al univoltinismo.

Bajo estas condiciones extremas y gélidas, los huevos pueden seguir dos estrategias: eclosionar rápidamente, si escogen esta opción, las larvas se desarrollarán lentamente a través del largo invierno. O esperar sin eclosionar durante varios meses desde su puesta, a la espera de la mejora de las condiciones.

Hay que tener en cuenta que, el tiempo que transcurre hasta que tiene lugar la eclosión, varía según la región. Además, la diapausa es distinta según la especie de simúlido que se trate. Hay especies que muestran diapausa invernal (el ejemplo con el que se comenzó la explicación de este término), mientras que otras exhiben este comportamiento en el periodo estival, e incluso en el primaveral. De hecho, algunos autores como (ZWICK & ZWICK, 1990) afirman que la diapausa puede estar influenciada de alguna manera, por características que puedan dificultar el desarrollo de los estados larvarios o que puedan poner en riesgo su supervivencia, como puede ser la cantidad de alimento disponible en la zona entre otras. Las puestas depositadas directamente en el agua, pueden permanecer durante un periodo de tiempo largo en diapausa. Además, este tipo de puesta es la más frecuente y eficiente.

Por otro lado, los huevos pueden permanecer viables en los lechos secos de los efímeros arroyos de zonas con marcada estacionalidad o semiáridas hasta dos años desde su puesta. Pero sólo si estos descansan o están resguardados en las zonas más profundas y húmedas de los

intersticios del sedimento cuarteado y deshidratado por efecto de la luz solar (COLBO & MOORHOUSE, 1974; CROSSKEY, 1993). Durante este tiempo, y cuando las inundaciones tienen lugar, los arroyos reciben agua, y los huevos en diapausa son liberados al torrente de agua donde eclosionan tras ser estimulados por el agua. O sea que, en cualquiera de los casos explicados, con agua o en ausencia de ella, el fenómeno de diapausa es desencadenado por las condiciones climáticas (GOLINI & DAVIES, 1987).

Los huevos de la especie *S. argyreatum* pueden resistir tanto los periodos de sequía otoñales como las bajas temperaturas y la congelación que pueden alcanzarse durante el invierno, sobreviviendo durante estas extremas épocas del año y eclosionar en primavera (KURTAK, 1974; RÜHM, 1975).

De todo lo comentado anteriormente, se concluye que el número de generaciones anuales depende fundamentalmente de las condiciones ambientales de cada zona, es decir, de la localización geográfica y de las características ambientales. Por otro lado, el número de generaciones por año también varía entre géneros, desde una generación anual en el género *Prosimulium* hasta cinco generaciones anuales en algunas especies del género *Simulium*, como el descrito en la especie *Simulium erythrocephalum* o aún muchísimas más generaciones en las especies que habitan los trópicos (POST, 1983).

4.1.2. Larva

Son identificables principalmente porque presentan dos pseudópodos, uno situado al final del último segmento abdominal y el otro en la parte ventral del tórax el cual se extiende como un apéndice. Todo ello le confiere una morfología corporal que se asemeja a un reloj de arena, donde el tórax y la parte final son más anchas que la zona central del cuerpo (KETTLE, 1995) (Figura 3). Los dos pseudópodos presentan una corona de ganchos muy numerosos dispuestos en filas paralelas que se cierran conformando finalmente un círculo. Dicho círculo deja un interior desnudo en el caso del anillo posterior. También se caracterizan por la presencia de un par de abanicos cefálicos, pero que no están presentes en todos los géneros, en algunos están reducidos,

en otros no se desarrollan hasta su muda a larva L2 como en el género *Prosimulium*, y en otros están ausentes como es el caso del género *Gymnops* distribuido en el ártico (CROSSKEY, 1993).

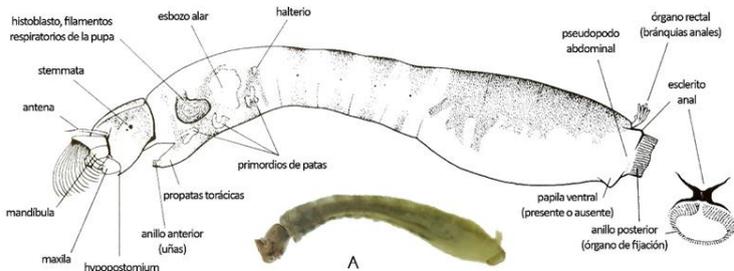


Figura 3.- Morfología larvaria, representación gráfica modificada de CROSSKEY (1993) y fotografía real realizada por D. López-Peña.

La cápsula cefálica de la larva raramente se encuentra completamente esclerotizada ya que presenta zonas membranosas. Esta, además, muestra puntos o manchas de pigmentación en la zona dorsal con importancia taxonómica. También presentan un par de manchas oculares o *stemmata* situadas a cada lado de cabeza. El par de abanicos filtradores, estructuras derivadas de las maxilas, son utilizados por la gran mayoría de las especies como tamiz con el que interceptan las partículas suspendidas y arrastradas por el flujo mediante la secreción de sustancias mucosas y pegajosas. Además, presentan el labro que sobresale de la entrada de la boca o cibario, un par de mandíbulas que cuentan con pelos y dientes cuya forma es diversa y es utilizada en taxonomía, un par de maxilas, el labio hipofaríngeo situado debajo del cibario y finalmente el hipostomio que presenta dientes terminales que varían en su forma (Figura 4). A través del cibario se emiten hilos de seda que utilizan para su fijación al sustrato, además de encargarse de la construcción del pupario al final de su desarrollo larvario. El hipostomio normalmente presenta una hilera de nueve dientes cónicos donde el par exterior y el diente central tienen una forma prominente. Hay especies que muestran un número diferente de dientes y todos ellos con igual tamaño, e incluso en el caso del género *Gymnops* donde están ausentes el par de abanicos cefálicos

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

filtradores, los dientes son planos y con forma de cincel que facilitan el raspado del alimento adherido al sustrato (CROSSKEY, 1993).

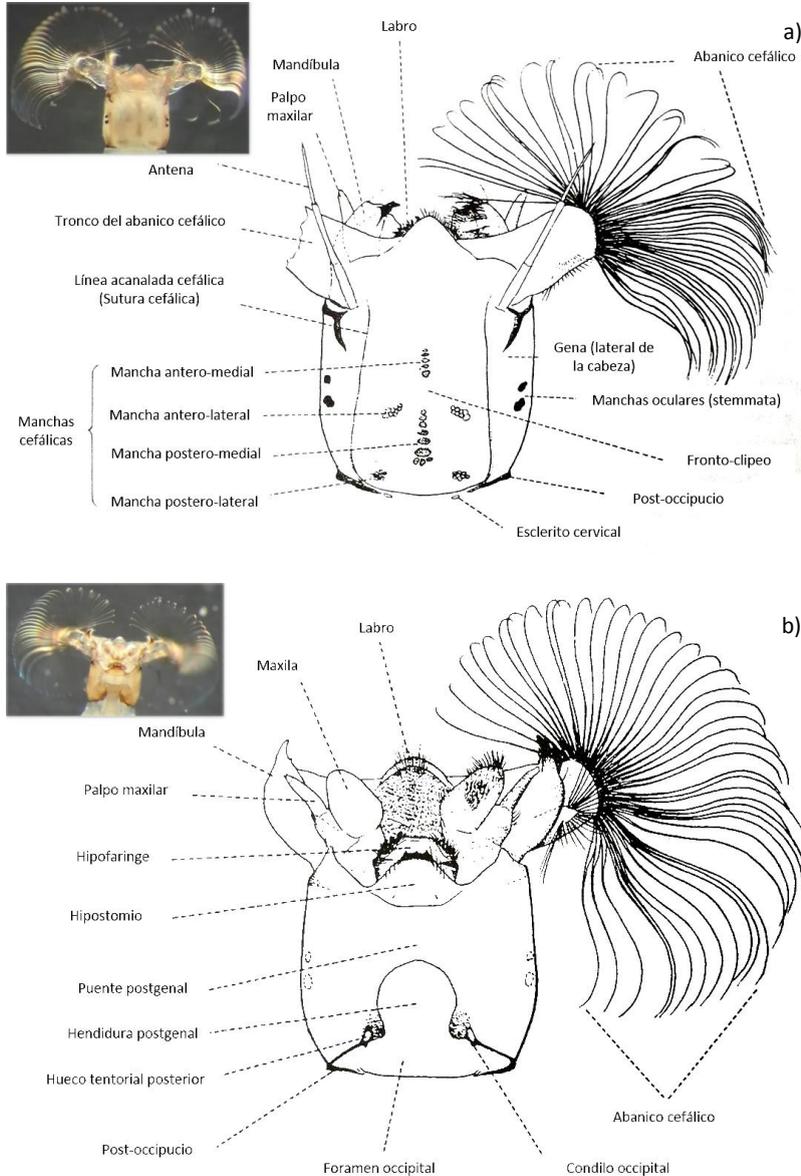


Figura 4.- Vistas dorsal de la cabeza de la larva en a) y ventral en b). Fotografías reales realizadas por D. López-Peña y diagramas modificados de STONE (1964).

Las larvas en este estado pueden llegar a alcanzar un tamaño que oscila, según la especie y el éxito nutricional, entre 4 y 12 mm de longitud. El perfil general del cuerpo difiere ligeramente ya se trate de especies cuyas larvas se encuentren en hábitats de aguas rápidas donde el último segmento del abdomen se ensancha gradualmente hacia el final de este antes de contraerse bruscamente en las proximidades del disco ventral. Mientras que las larvas que se encuentran en hábitats de aguas de flujo más lento muestran en su último segmento abdominal un perfil expandido uniformemente. Las larvas de algunas especies poseen un par de protuberancias cónicas o también llamadas papilas ventrales situadas justamente antes del anillo de ganchos posterior. Otras como las del complejo *Simulium damnosum* cuentan con pares de protuberancias dorsales o tubérculos subcónicos desde el primer segmento abdominal hasta el octavo, de los cuales aún no se conoce que función desempeñan. Cerca del disco posterior, se abre dorsalmente el ano por el cual se evagina el órgano rectal también llamado branquias anales, que adquiere un aspecto trilobulado, cuyos lóbulos pueden subdividirse o ramificarse dependiendo de la especie. Dichas branquias anales están relacionadas con la eliminación de cloruro procedente del agua y con la función de respiración donde el movimiento del agua sobre las citadas estructuras proporciona a la larva la cantidad de oxígeno disuelto requerida para cubrir sus necesidades fisiológicas y bioquímicas. Además, cuando detectan que la concentración de oxígeno disminuye o que la larva se encuentra en aguas desoxigenadas, se desengancha del sustrato al cual está fijado cual ventosa y se deja llevar a la deriva en busca de aguas con mejores condiciones oxigénicas. También en esta posición terminal del abdomen, se encuentra el esclerito anal, entre el ano y el disco posterior, y que tiene forma de “X”, está quitinizada y sirve de punto de anclaje a la musculatura abdominal (CROSSKEY, 1993).

Cuando la larva eclosiona, produce hilos de seda con los que teje una red en el sustrato para su sujeción (Figura 5). A continuación, la larva produce una ingente cantidad de proteína pegajosa que utiliza para adherirse al sustrato con éxito. Este comportamiento es exhibido con mayor frecuencia cuando las larvas se encuentran en zonas de fuertes corrientes. Si las condiciones de

sujeción no le son favorables, a través de la emisión de un hilo sedoso, se deja trasladar por la corriente hasta encontrar el lugar adecuado.

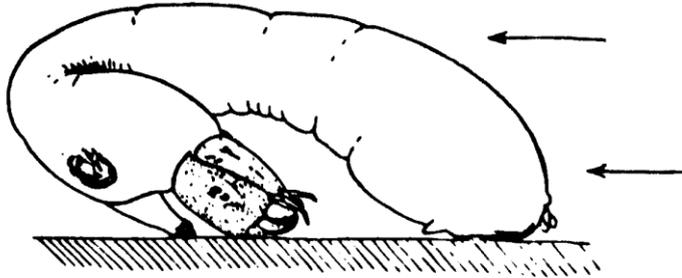


Figura 5.- Larva sintetizando hilo de seda (GRENIER, 1949).

Por otro lado, las larvas generalmente permanecen próximas a la superficie del agua pudiendo ser encontradas a profundidades de menos de 300 mm. No obstante, en grandes ríos con flujos de agua rápidos, las larvas pueden ser encontradas incluso a profundidades de varios metros (COLBO & WOTTON, 1981). En algunas especies suele ser habitual que las hembras depositen los huevos en lugares de aguas lénticas, desplazándose las larvas, tras la eclosión del huevo, a aguas de mayor corriente (COLBO & MOORHOUSE, 1979).

Las larvas, cuentan con una protección química que les hace capaces de sobrevivir a la congelación y permanecer inactivas bajo la capa de hielo superficial de los ríos. Las larvas recuperan su actividad cuando la temperatura del agua aumenta con la llegada de la primavera, momento que aprovechan para alimentarse y continuar su crecimiento y desarrollo normal (CROSSKEY, 1993). Dicha “protección química” es resultado de la habilidad que muestran las larvas realizando rápidos ajustes bioquímicos y metabólicos en respuesta a los cambios de temperatura del agua detectados. Bajo temperaturas de -4°C , las larvas reemplazan la trehalosa (un disacárido que está compuesto por dos moléculas de glucosa) de la hemolinfa por alcoholes polihídricos como manitol, glicerol y sorbitol, que generan en elevadas cantidades, los cuales actúan como anticongelantes (MANSINGH & STEELE, 1973). Además, las larvas entran en estado de hibernación mostrando durante

este periodo poco interés por la alimentación o por continuar con su crecimiento. Sin embargo, cuando la temperatura del agua es superior a 4° C, se revierte el proceso con lo que los niveles de alcoholes decrecen, la trehalosa se reestablece y el cuerpo de la larva aumenta el consumo de O₂ lo cual promueve la reanudación del crecimiento (CUPP, 1996).

La dieta de la larva está constituida por una diversa y rica amalgama de partículas bien en suspensión y arrastradas por el agua o sedimentada sobre superficies variopintas de objetos que descansan sobre el lecho fluvial. De esta manera, se ha documentado que, las larvas pueden consumir detritus, bacterias, diatomeas, filamentos algales, etc mediante filtración y/o raspado (CROSSKEY, 1990).

Generalmente cuando las larvas se están alimentando, estas se mantienen ancladas posteriormente al sustrato y con el cuerpo estirado siguiendo la dirección de la corriente, pero girado sobre sí mismo entre 90-180°, de manera que los abanicos cefálicos extendidos y el resto de piezas bucales quedan orientados hacia la superficie del agua (Figura 6). Además, la corriente de agua se divide al encontrarse a su paso con el pseudópodo torácico siendo así dirigida hacia los abanicos filtradores. A parte de ello, las glándulas cibariales producen una secreción pegajosa que facilita la retención de las partículas capturadas por los abanicos filtradores, las cuales a su vez son transferidas al cibario por los cepillos mandibulares (COLBO & WOTTON, 1981). Los tamaños de partículas ingeridas oscilan entre 10 y 100 µm, aunque el tamaño máximo de partícula que pueden ingerir las larvas es de 350 µm (CHANCE, 1970) y el tamaño mínimo de 0.091 µm (WOTTON, 1976). En ciertos arroyos y torrentes las bacterias forman un importante elemento en la alimentación de las larvas de simúlido, además, el tamaño de estas es similar al tamaño de partícula que normalmente ingieren con lo que podrían criarse en el laboratorio utilizando como base alimenticia bacterias (FREDEEN, 1964). Así mismo, algas como las diatomeas cuyo tamaño se ajusta al mínimo ingerido por las larvas. Las citadas algas son de gran importancia ya que pueden constituir hasta el 50% del alimento ingerido y digerido (KURTAK, 1979). De hecho, las larvas de *S. equinum* y de *S. ornatum*

ingieren partículas con un diámetro máximo de 25-30 μm donde las diatomeas forman el principal alimento a principios de año mientras que a finales de año las partículas de detritus conforman la base alimenticia (LADLE, 1972). No obstante, las larvas de simúlido de algunas especies no se alimentan por filtración como es el caso del género *Gymnopsis* donde están ausentes el par de abanicos cefálicos filtradores, si no que de alguna manera pacen raspando el sustrato alimenticio con ayuda del labro (CURRIE & CRAIG, 1987).

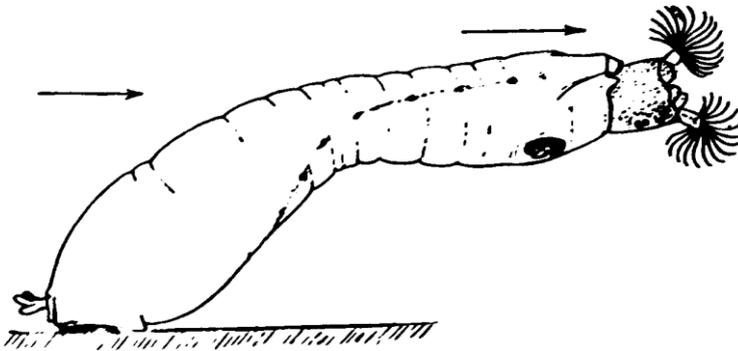


Figura 6.- Postura adoptada por la larva a la hora de la alimentación por filtración, las flechas indican la dirección del flujo de agua (GRENIER, 1949).

En cuanto a la alimentación, las larvas de algunas especies exhiben un comportamiento de defensa territorial agresiva hacia las larvas de especies vecinas aguas arriba como consecuencia de la competencia por el alimento. Sin embargo, dicha competencia remite drásticamente hasta casi desaparecer cuando el alimento es abundante (HART, 1987).

Las poblaciones de larvas de simúlidos son particularmente abundantes donde la corriente de agua se acelera originando zonas de rápidos filtrando de esta manera mayor volumen de agua por unidad de tiempo. También alcanzan concentraciones larvarias elevadas en los flujos de agua a la salida de embalses, presas y lagos ya que esta es rica en fitoplancton (KETTLE, 1995).

Sin embargo, dependiendo de la disponibilidad de alimento y de la temperatura del agua, el estado de larva puede durar más o menos

tiempo, generalmente entre una y cuatro semanas. Aunque este puede oscilar como consecuencia del número de estados larvarios que caracterice a la especie, seis, siete, nueve, once.

Este estado de desarrollo, juega un papel de suma importancia en la cadena trófica de la que forman parte ya que hacen accesible, las partículas de las que muy pocos seres pueden alimentarse, a otros organismos bentónicos al excretarlos en forma de pelotas fecales (RILEY, 1887; PHILLIPS, 1890; KELLOGG, 1901; MUTTKOWSKI & SMITH, 1929; WOTTON, 1980; MALMQVIST, 1994; WOTTON *et al.*, 1998; MALMQVIST *et al.*, 1999).

4.1.3. Pupa

La larva madura teje un estuche o capullo de seda donde llevar a cabo la conversión de larva a pupa. De hecho, frecuentemente se puede encontrar la exuvia de la ecdisis de la larva en el interior del estuche (CUPP, 1996). La forma de dicho estuche a menudo recuerda a unas zapatillas de andar por casa o a un cucurucho. Los estuches son útiles en taxonomía puesto que cada especie le proporciona una forma y características únicas (CROSSKEY, 1993).

La parte cerrada siempre se dispone orientada en contra de la dirección del flujo, mientras que la parte abierta es ubicada a favor, previniendo así ser arrancada del sustrato por la fuerza de la corriente (KETTLE, 1995) (Figura 7).



Figura 7.- Ejemplo de un estuche de la especie *Simulium intermedium*, con la pupa en su interior (fotografía realizada por D. López-Peña).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

La construcción del estuche dura aproximadamente una hora, una vez acabada la larva madura se introduce en él y muda adquiriendo la forma definitiva (KETTLE, 1995).

La pupa se caracteriza por estar envuelta en un estuche, por poseer un par de branquias y por presentar una diferente tipología, tamaño y número de ganchos repartidos por los segmentos abdominales. Estas tres características, así como los tricomas torácicos son de gran importancia taxonómica a la hora de la identificación específica. En cuanto a la disposición de los ganchos u oncotaxía abdominal, destacan un par de filas de cuatro ganchos cada una dispuestos a cada lado de los terguitos de los segmentos abdominales tres y cuatro. También son de destacar dos pares de ganchos situados a cada lado de los esternitos de los segmentos abdominales cinco, seis y siete, así como la presencia de un largo gancho terminal en el noveno segmento, y la presencia en cada uno de los terguitos abdominales de un peine de pequeñas espinas. Todos ellos dirigidos hacia el eje anterior con la finalidad de ejercer resistencia al desplazamiento y facilitar la extracción de la pupa hacia el exterior del estuche (Figura 8).

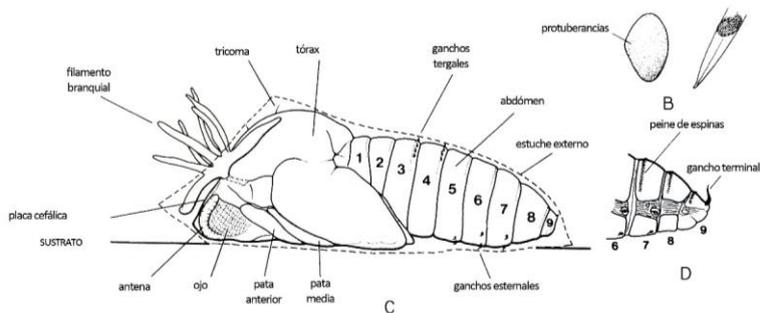


Figura 8.- Morfología pupal, diagrama modificado de CROSSKEY (1993).

Los tricomas son sensilas dispuestas en la superficie del tórax, estas suelen ser de pequeño tamaño y de apariencia como un pelo simple, aunque también pueden ser bífidos, trífidos y multiramificados según la especie (CROSSKEY, 1993).

Las branquias de la pupa representan un cambio en el método de respiración respecto al presente en el estado de larva, en el cual el intercambio gaseoso de oxígeno y dióxido de carbono tiene

lugar principalmente a través de la cutícula que recubre la superficie corporal. En la pupa, las branquias respiratorias son estructuras ramificadas especializadas en la captación de O₂ que varían en tamaño y forma según la especie (Figura 9). Las branquias de la pupa conectan mediante troncos interespiraculares con la red espiracular del adulto que se forma en su interior (CUPP, 1996), capacitando así el normal desarrollo del futuro adulto y permitiendo el intercambio de gases, es decir, el oxígeno requerido y el dióxido de carbono producido.



Figura 9.- Ejemplos de diferentes tamaños (cortos o alargados), diámetros (gruesos o delgados) y formas (en mayor o menor grado de ramificación) de las branquias respiratorias de las pupas (imagen tomada por D. López-Peña).

En la pupa se diferencian dos partes, el cefalotórax conformado por la fusión de la cabeza y el tórax en una estructura única, y el abdomen. El primero es rígido y el segundo flexible y móvil en cierta medida. El abdomen de la pupa cuenta con una serie de ganchos que le sirven para anclarse al estuche, como ya se destacó anteriormente. La pupa es una fase áfaga y en este caso sésil. Además, la duración en tiempo de esta fase es muy breve (CUPP, 1996).

4.2. Estado imaginal

4.2.1. Imago

Los adultos son “moscas” de pequeño tamaño, de cuerpo robusto y generalmente de coloración oscura. Sin embargo, estas

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

características generales de tamaño y coloración pueden variar enormemente. De su aparente similitud morfológica a las llamadas moscas y su habitual coloración negruzca, deriva su sobrenombre de “mosca negra”, pero ni es una mosca, ni siempre de color negro, ya que especies neotropicales muestran coloraciones ocres, amarillas y anaranjadas, con lo que su popular nombre es poco apropiado.

El inicio de la fase imaginal, comienza con la emergencia de la pupa. Esta suele tener lugar durante el día, si bien, depende tanto de la temperatura del agua como del grado de insolación y las horas de luz. Oscilando este evento según las especies y las características físico-químicas del agua (WENK, 1981).

El proceso de emergencia lo consiguen expulsando aire procedente del sistema traqueal dentro del estuche pupal creando como resultado una burbuja de aire. Como consecuencia, la presión en el interior de la pupa aumenta y esta se agrieta dorsalmente formando una línea de dehiscencia en forma de “T”, un sistema de apertura que facilita la emergencia del adulto, que poseen los dípteros ortorrafos (Figura 10). De esta manera en primer lugar empieza a salir el tórax seguido por el resto del cuerpo. No obstante, el cuerpo del adulto permanece envuelto por una película de aire, la cual asciendo hasta la superficie del agua arrastrando con ella al adulto, cual burbuja de aire. Una vez allí, los ejemplares de muchas especies de mosca negra son capaces de alzar el vuelo inmediatamente, alejándose así de la zona donde tuvo lugar la emergencia (CUPP, 1996).

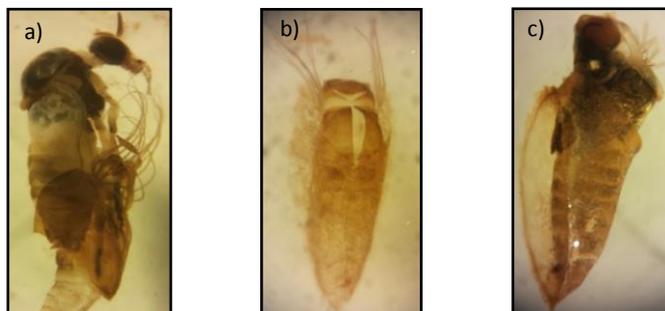


Figura 10.- a) Imago hembra saliendo de la cutícula pupal, b) Exuvia y línea de dehiscencia en forma de “T”, c) Macho fotografiado en el momento de la emergencia, (fotografías realizadas por D. López-Peña).

La cabeza presenta ciertas modificaciones sensoriales y morfológicas asociadas con el modo de vida parasítico (JOBILING, 1987). Las hembras, cuentan con una corta pero robusta probóscide, que además de ser utilizada para realizar cortes e incisiones en la piel en busca de los capilares sanguíneos, también sirve de medio de transporte de su recurso nutritivo (CUPP, 1996). Está compuesta por el labio consistente en dos largas y carnosas labelas dotadas con sensilas, y que comprende seis estiletes: labro, par mandibular, par maxilar y la hipofaringe. Todos estos estiletes tienen dientes en las hembras, pero en los machos y hembras de ciertas especies no hematófagas los bordes de los seis estiletes son endebles y lisos, es decir, sin dientes e inadaptados para morder (CROSSKEY, 1993) (Figura 11).

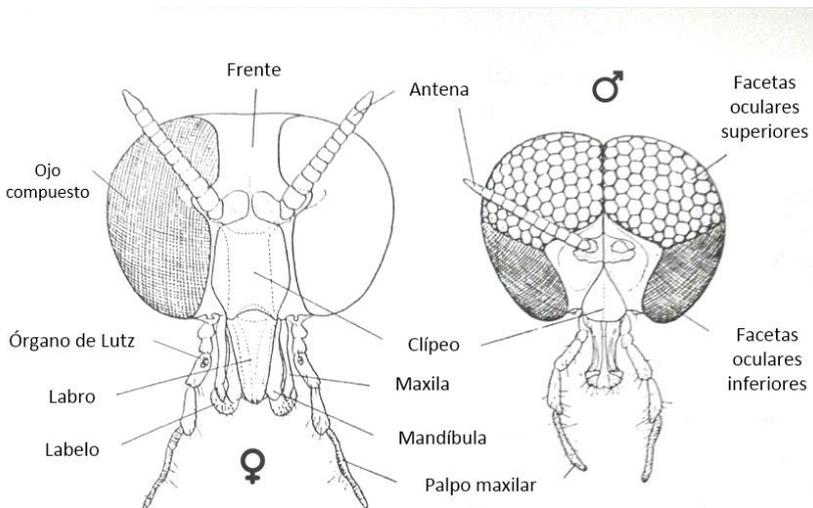


Figura 11.- Estructura cefálica de simúlido, hembra (izquierda) macho (derecha). Diagrama modificado de CUPP (1996).

Los ojos presentan dimorfismo sexual, lo cual quiere decir que son diferentes. En el macho son casi siempre holópticos, es decir, no existe separación entre los dos ojos compuestos, lo cual permite la visión en un arco de 180° facilitando así la detección de los movimientos de la hembra (CUPP, 1996). En las hembras, los ojos son dicópticos, o lo que es lo mismo, estos se encuentran separados por la frente, y además el tamaño de los omatidios, se mantiene uniforme en toda la superficie de los ojos compuestos (Figuras 11 y 12). Las hembras de ciertas especies de simúlidos recurren a estos órganos de

visión a medio y largo alcance para detectar el color, la forma y los movimientos del hospedador del cual obtendrán la sangre (CUPP, 1996).

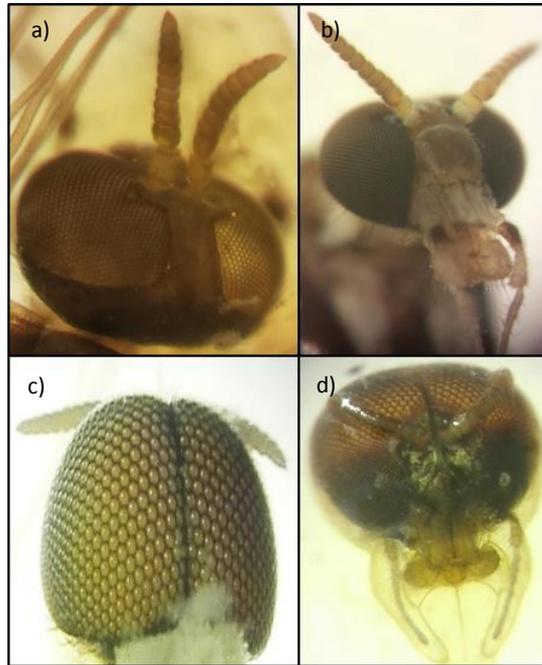


Figura 12.- Vista dorsal y frontal de la cabeza de una hembra en a) y b), y del macho en c) y d), (fotografías realizadas por D. López-Peña).

Las antenas suelen ser cortas, cilíndricas y a diferencia de muchos otros nematóceros con presencia de cortos pelos en ambos sexos. Generalmente suelen estar compuestas por once segmentos, aunque en alguna especie se han apreciado diez y raramente nueve (CROSSKEY, 1993) (Figura 13). Estas estructuras de percepción, contienen quimiorreceptores importantes para detectar el olor desprendido por el posible hospedador (CUPP, 1996).

Presentan el denominado órgano de lutz, un orificio sensorial muy sensible situado en el tercer segmento de los palpos maxilares (Figura 11), recae la importante función de detección del CO₂ exhalado por el hospedador como producto residual de la respiración (CUPP, 1996).

Las alas de muchas especies de simúlidos son cortas (aunque oscilan según la especie desde 1,4 a 6,0 mm de longitud), anchas, con un gran lóbulo anal y reforzadas por una serie de largas venas tubulares que discurren desde la base hasta el extremo anterior alar (CROSSKEY, 1993) (Figura 13). Esta morfología junto al gran desarrollo de la musculatura que las sustenta, los convierte en extraordinarios voladores, tanto es así que su apariencia en cuanto al tagma torácico es tan exacerbado que ha servido de inspiración en ciertas partes del mundo para referirse a ellas.

Por último, y como en todos los dípteros alados, los halterios posibilitan una estabilidad, control y dirección del vuelo de merecedora importancia en estos poderosos voladores (Figura 13).

Además de las alas, también cabe destacar por su importancia, la morfología de las patas. Los simúlidos presentan dos estructuras únicas que, aunque están en ambos sexos no lo están en todas las especies. Estas estructuras son la calcípala y el pedisulco (Figura 13). La primera de ellas, es una extensión semicircular situada en el ápice de cada basitarso del primer tarsómero. La segunda, por el contrario, es una muesca o acanaladura situada en la base del segundo tarsómero (CROSSKEY, 1993).

En el tagma abdominal, destaca la modificación del primer tergito abdominal el cual forma una prolongación o extensión lateral tapizada con finos pelos que son considerablemente largos en los machos (CROSSKEY, 1993). Las hembras, debido a la necesidad de albergar una voluminosa cantidad de ingesta de sangre, presenta un abdomen capaz de dilatarse enormemente. Como consecuencia de este hecho, y para permitir y facilitar esta función, las hembras carecen de todos los esternitos salvo el octavo. Sin embargo, estos están presentes en los machos y en las hembras no hematófagas (Figura 13). Por último, y en cuanto a la genitalia se refiere, en los machos suele ser una estructura compuesta y compacta llamada hipopigio u órgano copulador, mientras que en las hembras es simple, pero con variación de la forma de las valvas o lóbulos oviposidores. Además, las hembras únicamente cuentan con una espermateca, es decir, un órgano del aparato reproductor femenino encargado de recibir y almacenar el

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

esperma recibido del macho para ir fecundando los huevos a medida que madura los óvulos. Todas las especies presentan una horquilla genital en forma de “Y” resultante de la modificación del esternito noveno (CROSSKEY, 1993).

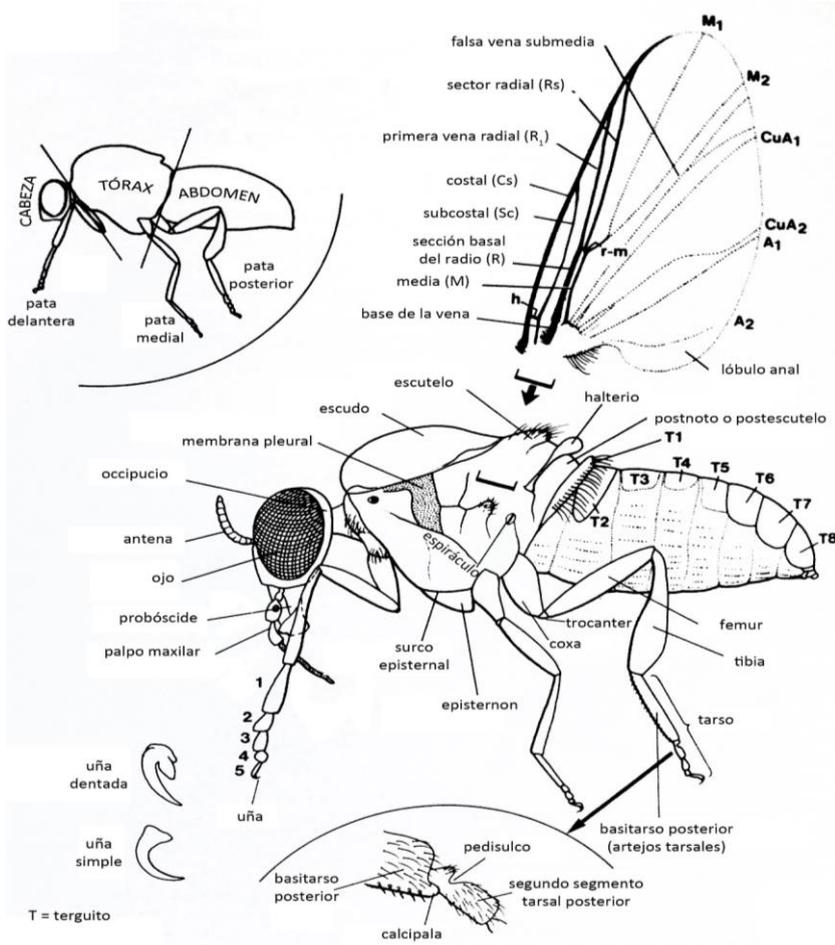


Figura 13.- Morfología del imago, diagrama modificado de CROSSKEY (1993).

A continuación, se adjunta la (Figura 14) donde se pueden observar un individuo adulto macho y hembra.

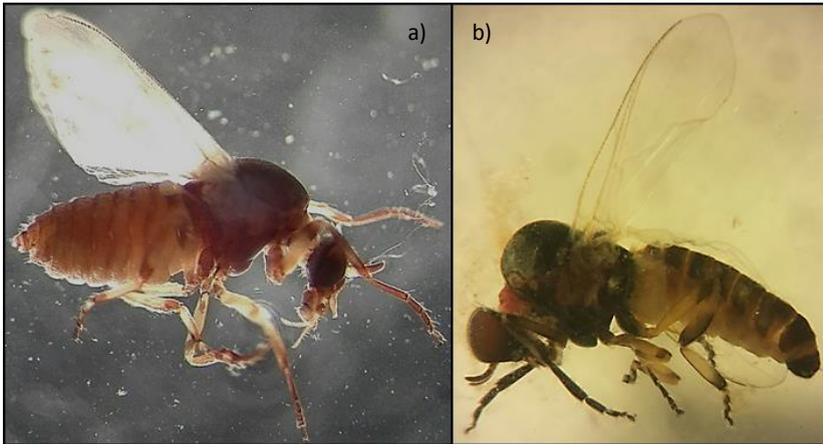


Figura 14.- Ejemplares adultos, a) hembra, b) macho, (fotografías realizadas por D. López-Peña).

5. CICLO DE VIDA

En líneas generales, se dice que el ciclo completo de vida de las moscas negras dura aproximadamente 20 días (RAMÍREZ-PÉREZ, 1977). Comúnmente se dice que las larvas pasan por siete estados, sin embargo, en muchas especies oscilan de seis a nueve, e incluso en otras pueden llegar hasta once estados (Figura 15). Además, dentro de una misma especie el número de estados larvarios puede variar (CROSSKEY, 1993; MOOR, 1982). Esto es debido a las características climáticas entre otros parámetros. Por ejemplo, en ambientes tropicales cálidos, la duración del estado larvario normalmente es de seis a diez días, o incluso tan sólo cuatro si se desarrollan en aguas cuya temperatura es superior a los 30° C. En estos casos, la muda entre estados larvarios se lleva a cabo al menos una vez al día debido al rápido crecimiento (CROSSKEY, 1993). Este es debido, a que como organismos poiquiloterms que son, la temperatura ambiental determina su temperatura corporal, es decir, controla el ritmo de desarrollo con lo que el tiempo requerido para completar esta fase inmadura del ciclo de vida se ve drásticamente afectada (CUPP, 1996).

Muchas especies del género *Simulium* tienen varias generaciones al año. Pueden encontrarse durante todos los meses del año, o solo en algunos de ellos. Puede haber adultos hibernantes activos

u ocultos y en estado de latencia. Puede haber huevos en diapausa bajo condiciones de sequía o de bajas temperaturas del agua. E incluso puede haber larvas inactivas y latentes durante el invierno o que crezcan durante esta estación. Cuando las larvas crecen durante el invierno, pueden alcanzar un tamaño corporal más grande que el de las desarrolladas en otras estaciones, como primavera, verano y otoño. Por ende, los adultos resultantes también podrán ser de mayor tamaño. Sin embargo, no hay que olvidar que el tamaño también está influenciado por la cantidad de alimento disponible.

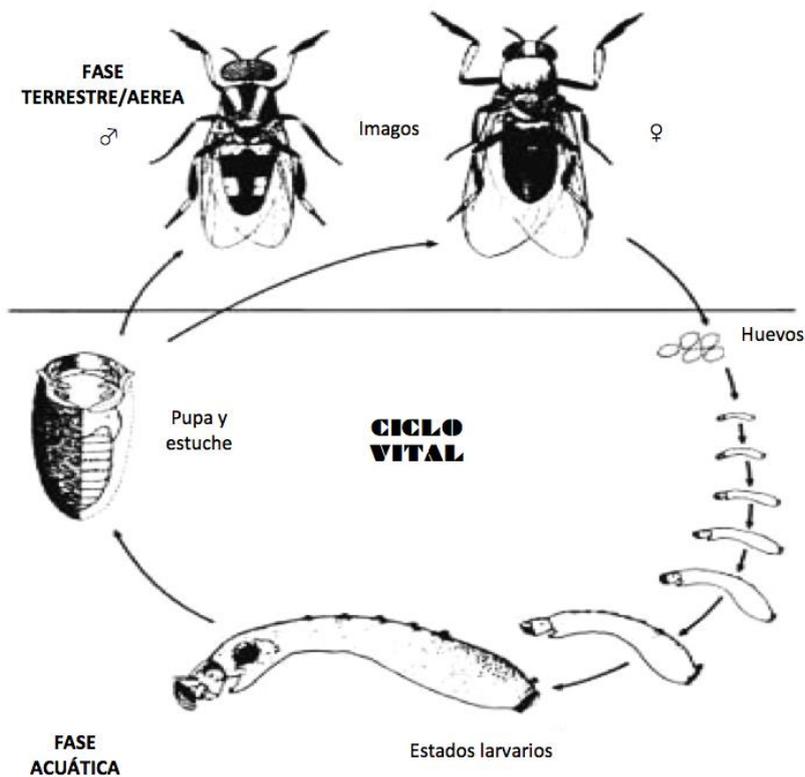


Figura 15.- Ciclo vital de la familia Simuliidae. Representación gráfica modificada de CROSSKEY (1990).

5.1. Oviposición

La oviposición exhibida por las hembras grávidas portadoras de huevos fecundados, consiste en depositar dichos huevos

o bien sobre la superficie del sustrato directamente sobre la superficie del flujo de agua. En alguna ocasión, las hembras depositan los huevos unos sobre otros formando masas de huevos parcialmente sumergidas sobre vegetación, rocas, palos o sustratos de diversa índole. En cuanto a la resistencia de los huevos, estos se desecan rápidamente cuando dejan de estar en contacto con el agua. No obstante, los huevos del género *Austrosimulium* pueden permanecer viables durante varios años enterrados en fondos arenosos húmedos de torrentes de flujo temporal y efímero (CUPP, 1996) como ya se explicó en el apartado del huevo.

Las hembras de algunas especies, principalmente aquellas que se encuentran a elevadas altitudes y latitudes, no precisan de la succión de sangre para la nutrición y el completo desarrollo de sus huevos. Para ello se valen de las reservas lipídicas acumuladas durante la fase larvaria, es decir, son especies autogénicas obligadas, son capaces de madurar sus ovocitos, al menos la primera puesta de huevos, sin precisar de la ingesta de sangre (Cupp, 1996). Por el contrario, las especies anautógenas obligadas son aquellas que obligatoriamente necesitan ingerir sangre para obtener las proteínas que esta posee para madurar sus huevos. Los ovarios de las hembras de las especies de simúlidos adaptadas a ambientes de zonas semiáridas con arroyos estacionales, maduran en tan sólo un día o inmediatamente después de la ingesta de sangre (CUPP, 1996). Sin embargo, hay otras especies que están a medio camino entre estas dos estrategias comentadas, es decir, que la primera remesa de huevos es producida autogénicamente (sin ingesta de sangre, se dicen que muestran autogenia primípara) y las siguientes y sucesivas puestas requerirán del concurso sanguíneo, produciéndose anautogénicamente (CROSSKEY, 1990). Las especies de simúlidos anautogénicas muestran concordancia gonotrófica, o lo que es lo mismo, cada remesa de huevos es nutrida con la sangre ingerida durante la toma sanguínea inmediatamente anterior. El ciclo gonotrófico u ovárico es el tiempo que transcurre desde la ingesta de sangre, pasando por el desarrollo y maduración de los óvulos hasta la puesta de huevos. Este normalmente suele ser un periodo de entre tres y siete días, aunque depende en cierta medida de la temperatura ambiental. Con lo que el ciclo se acortará en las regiones cálidas y se alargará en las regiones más frías. Esta puntualización es de notable

importancia si se tiene en cuenta que las hembras adultas pueden llegar a vivir hasta tres y cuatro semanas, tiempo más que suficiente para producir varias tandas de huevos.

Las hembras grávidas, depositan los huevos de forma muy variada:

- En primer lugar, la puesta individual de huevos uno a uno directamente sobre la superficie del agua, es decir, cual eyección de misil se tratase, directamente sobre la superficie del flujo de agua. De modo que estos se hundan hasta el fondo por efecto de la gravedad, donde permanecen anclados y resguardados.
- En segundo lugar, la puesta de los huevos a golpecitos, es decir, pegando o adhiriéndolos en pequeños grupos sobre sustratos firmes y estables como los lechos de roca sólida de las cascadas y saltos de agua. E incluso sobre la superficie de amplias hojas con ayuda de una recubierta de textura gelatinosa.
- En tercer lugar, hay otras especies como algunas pertenecientes al género *Simulium* las cuales caminan sobre sustratos casi sumergidos (COLBO & WOTTON, 1981) amontonando los huevos aquí y allá, particularmente donde la hembra se detiene brevemente en su deambular. De tal manera, que los huevos yacen en posición lateral unos cerca de otros dispuestos en cadenas o acúmulos.
- Y, en cuarto lugar, hay hembras que permanecen en el sustrato casi inmóviles mientras depositan la totalidad de los huevos que portan en una minuciosa y ordenada capa o estrato donde los huevos son depositados muy juntos entre sí y en posición vertical. Originan masas de huevos parcialmente sumergidas (Figura 16).

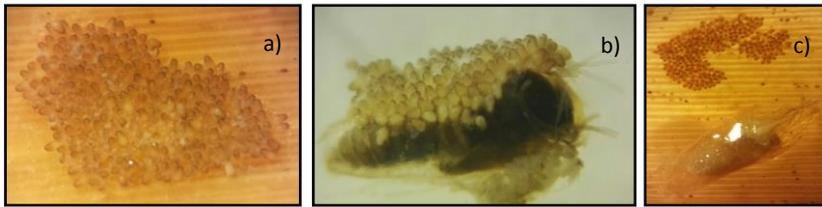


Figura 16.- a) Puesta de huevos sobre sustrato vegetal, b) sobre el estuche de una pupa y c) comparativa del tamaño de los huevos, la puesta y la pupa, (fotografías realizadas por D. López-Peña).

En cualquier caso, la oviposición es llevada a cabo transcurridos entre siete y ocho días de la fecundación. Llegado este momento, las hembras realizan las puestas de huevos, las cuales varían en número según la especie, oscilando entre 200 y 300 huevos (RIVOSECCHI, 1978) o entre 200 y 800 huevos puesta, e incluso algunas veces puestas de más de 1000 huevos (CROSSKEY, 1993). Además, cuando enjambres de hembras depositan en masa sus huevos sobre la vegetación próxima al agua, se han logrado contabilizar densidades de entre 2000 y 3000 huevos por cm^2 en ambientes tropicales (THOMSON, 1956). Y no sólo en estas áreas, puesto que en los lugares donde se distribuye la especie *S. ornatum* también pueden apilar grandes cantidades de puestas de huevos, que debido al peso que alcanzan, pueden incluso hasta sumergir a mayor profundidad el sustrato vegetal en el que han realizado las numerosas puestas agregadas (CROSSKEY, 1993). En cualquier caso, hay que tener en cuenta que la fecundidad de las hembras varía con la edad de estas (CROSSKEY, 1993). Los huevos pueden ser depositados de diversos y variados modos, pero siempre permanecerán ancladas o adheridas al sustrato mediante una cubierta de aspecto mucoso y gelatinoso, como ya se ha hecho referencia anteriormente.

5.2. Vida larvaria

Una vez en el ambiente acuático, la larva se engancha al sustrato más indicado y adecuado que encuentra, y desde esa localización se posiciona en la corriente de agua con la cabeza siguiendo la dirección del flujo. De esta manera, y desplegando sus abanicos cefálicos, filtran las partículas alimenticias en suspensión arrastradas por el agua (Figura 17).

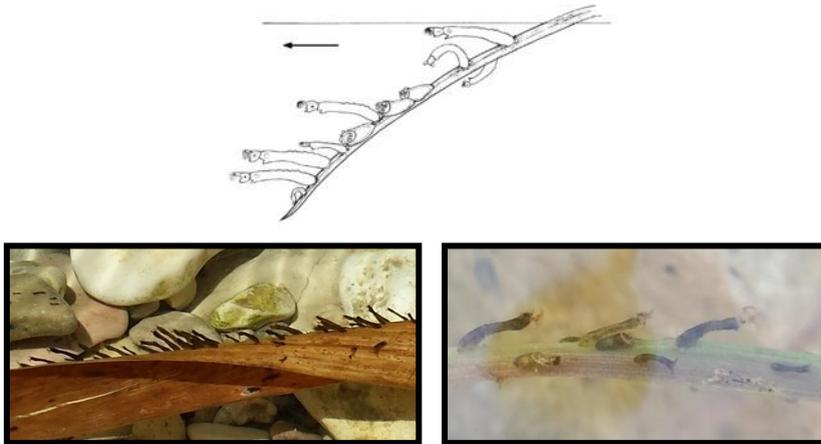


Figura 17.- Larvas fijadas, dispuestas en la dirección del flujo de agua, y con la parte convexa de sus abanicos filtradores en dirección opuesta al sentido de la corriente, (fotografías realizadas por D. López-Peña).

Los estados inmaduros de las moscas negras pueden hallarse en casi cualquier tipo de aguas corrientes, ya sean rápidas o lentas, turbulentas o calmadas, cálidas o frías, ácidas o alcalinas, ricas o pobres en oxígeno y/o nutrientes, alimentadas por aguas de escorrentía o de manantiales y nacimientos (CROSSKEY, 1993). Todo ello indica, que algunas especies son muy adaptables y pueden ocupar una gran diversidad de nichos ecológicos. Otras, sin embargo, son especialistas y ocupan hábitats más restringidos como nacimientos, manantiales y aliviaderos de agua embalsada en presas, lagos y pantanos.

Por otro lado, dependiendo de la especie, los individuos inmaduros pueden ocupar gran variedad de hábitats acuáticos, que discurren tanto por zonas boscosas y forestadas, como por zonas de transición geobotánica, o hasta por zonas abiertas (CUPP, 1996). Esta zonación, puede verse afectada en cierta medida por la existencia de especies no migratorias cuyos adultos tienden a permanecer en las cercanías de las zonas en las que nacieron, así como por aquellas especies que sí que exhiben un comportamiento migratorio y que se desplazan grandes distancias, de hasta varios kilómetros en busca de zonas óptimas para la deposición con garantías de su prole.

Si se observan las larvas con detenimiento e interés, no sólo se puede ver el simple cambio en tamaño y envergadura existente entre las larvas de diferentes estadios, sino también como la superficie lateral de sus segmentos torácicos va cambiando paulatinamente, apareciendo manchas más o menos esféricas y de color claro que resalta sobre el pigmento más oscuro que las rodea. Lentamente, estas estructuras van agrandándose y cambiando su morfología y coloración. Finalmente se conforman los primordios de las branquias de las pupas en el primer segmento torácico, el de las alas en el segundo y el de los halterios en el tercero (Figura 18).

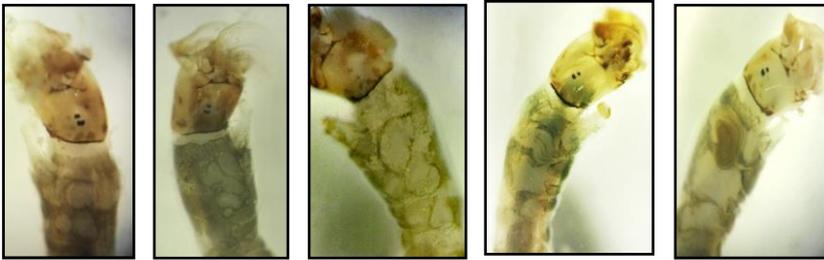


Figura 18.- Orden creciente de desarrollo de izquierda a derecha de los primordios branquiales de la pupa, y de las alas y halterios del adulto, (fotografías realizadas por D. López-Peña).

5.3. Hábitats larvarios y lugares de cría

Dependiendo de la especie, los individuos inmaduros pueden ocupar gran variedad de hábitats acuáticos, que discurren tanto por zonas boscosas y forestadas, como por zonas de transición geobotánica, o hasta por zonas abiertas (CUPP, 1996). Esta zonación, puede verse afectada en cierta medida por la existencia de especies no migratorias cuyos adultos tienden a permanecer en las cercanías de las zonas en las que nacieron, así como por aquellas especies que sí que exhiben un comportamiento migratorio y que se desplazan grandes distancias, de hasta varios kilómetros, en busca de zonas óptimas para la deposición con garantías de su prole.

Los simúlidos crían en aguas corrientes, se les puede encontrar tanto en arroyos y torrentes de montaña como en los lentos flujos de agua de los ríos en sus tramos bajos. Además, existen unas

pocas especies las cuales se han adaptado a flujos de agua tan escasos donde incluso la corriente es casi imperceptible (BURGER, 1987).

En cualquier caso, ciertos factores ambientales afectan y determinan la distribución de las larvas, y por ende de las pupas (ROSS & MERRITT, 1987). Algunos de ellos son la velocidad de la corriente de agua, el tipo de sustrato, la profundidad del agua (LEWIS & BENNETT, 1975), el pH y/o la conductividad del agua (GRUNEWALD, 1976).

Normalmente, tanto las larvas como los estuches de las pupas se encuentran ancladas a una gran cantidad de variados sustratos tanto inorgánicos como orgánicos. En este último caso suelen ser de origen vegetal, aunque algunas especies han desarrollado una interacción con otras especies animales, es el caso de la asociación forética que ha evolucionado entre algunas especies de simúlidos y los crustáceos decápodos de agua dulce como los cangrejos y las gambas, y entre los efemerópteros (efímeras) descritas por (CROSSKEY, 1990) en regiones africanas y del Himalaya. La citada asociación forética, la cual se estima que tiene lugar en el 2% de las especies (CROSSKEY, 1993), es una forma de simbiosis donde el simbiote, llamado foronte, es transportado mecánicamente por su anfitrión. Es un tipo de comensalismo donde ninguno de los dos organismos es fisiológicamente dependiente del otro. En resumen, se trata de una asociación biológica externa entre dos especies para beneficio alimenticio de una de ellas o de ambas, sin causarse perjuicio entre ellas.

5.4. Cópula y apareamiento

La cópula generalmente tiene lugar cerca de los lugares de cría y donde los adultos emergen. Algunas especies, presentan ambos sexos, es decir son bisexuadas. Mientras que otras especies, principalmente aquellas que habitan en zonas del ártico, son especies unisexuales, es decir, únicamente existen individuos del sexo femenino las cuales se reproducen partenogenéticamente a partir de huevos no fertilizados ya que han prescindido del sexo masculino (CROSSKEY, 1993).

En primer lugar, emergen los machos los cuales, pueden o no formar enjambres de machos precópula. La formación de estos se ve influenciada por la climatología. Este comportamiento es exhibido principalmente por los machos de especies propias de regiones templadas, donde la duración de la fase de adulto se ve acortada por las inclemencias del tiempo propias del invierno. Sin embargo, en las especies de las zonas tropicales los machos raramente suelen agregarse en nubes o enjambres. Seguidamente emergen las hembras, en el caso de existir el enjambre, las hembras entrarán en él, serán detectadas y sujetas por los machos y se posarán sobre una superficie sólida para realizar la cópula, la cual puede durar desde unos pocos segundos hasta media hora, siempre dependiendo del tipo de especie (CROSSKEY, 1993).

El apareamiento no ocurre en el aire, puesto que la genitalia de los machos no puede rotar, con lo que se ven obligados a apoyarse sobre el sustrato para acoplarse correctamente (DOWNES, 1962), (Figura 19). Los machos pueden detectar y reconocer a las hembras visualmente situadas hasta a una distancia de 50 cm gracias a su excelente y amplio campo de visión (WENK, 1965a; KIRSCHFELD & WENK, 1976) momento en el que la persiguen e intenta la cópula. Incluso en algunas especies, la masa de machos suspendida en el aire sobrevuela insistentes en las proximidades de las fuentes de alimento de las hembras y la cópula tiene lugar en el vientre del ganado vacuno en el caso de la especie *S. ornatum* y, en las orejas en el caso de *S. erythrocephalum* (WENK, 1981).



Figura 19.- Hembras y machos de simúlido sobre el haz de una hoja de carrizo, *Phragmites australis*, (fotografía realizada por D. López-Peña).

El macho transfiere su esperma a la hembra mediante un espermatóforo (WENK, 1965b) bicameral (WENK, 1981). La pared del espermatóforo se subdivide en dos subcapas que se imbrican y ensamblan proporcionando la consistencia a dicha estructura (RAMINANI & CUPP, 1978). Una vez en el interior de la genitalia de la hembra, el espermatóforo, el cual puede contener según la especie entre 600 y 7000 espermatozoides (CROSSKEY, 1993), se abre por acción de una enzima, Seguidamente el esperma viaja a través del conducto de la espermateca hasta llegar a esta donde será almacenado hasta el momento en el que sean requeridos para fertilizar los óvulos. Se supone que las hembras copulan con un único macho y que fertilizan todas y cada una de las remesas de huevos con los espermatozoides procedentes de esa única inseminación (CROSSKEY, 1993).

Después de la inseminación, las hembras ingieren néctar y sustancias similares secretadas por las plantas, las cuales son ricas en carbohidratos que les proporciona la energía necesaria para iniciar la oogénesis y deposición de proteínas en el ovario, así como para impulsar su vuelo en busca de la primera y necesaria ingesta de sangre. Transcurridas 24 o 36 horas después de la emergencia, las hembras nulíparas, es decir, aquellas que aún no han realizado ninguna puesta, pero que ya han logrado obtener el requerimiento sanguíneo, comienzan la digestión de la sangre y los ovarios comienzan a producir y acumular vitelo madurando de esta forma los huevos. Durante este proceso la hembra se alimenta diariamente de una dieta rica en carbohidratos para mantener suficiente energía para completar la vitelogénesis.

Es posible diferenciar a las hembras primíparas y multíparas, es decir, aquellas que se han alimentado de sangre y han completado al menos un ciclo gonotrófico, de las hembras nulíparas, es decir, aquellas que aún no han realizado ninguna puesta. Y esto es posible porque inmediatamente después de la puesta, se dan una serie de cambios postoviposicionales que resultan en una distensión del tubo folicular. Esa distensión representa el espacio ocupado por el óvulo maduro, y es rellenada con restos celulares amorfos derivados de las células nodrizas y del epitelio folicular. Estos materiales granulares son

compactados a medida que el tubo folicular empieza a contraerse para iniciar un nuevo ciclo (CUPP *et al.*, 1993). Y son reabsorbidos u expulsados, sin embargo, en otros mosquitos estos restos permanecen en el tubo folicular durante subsecuentes ciclos gonotróficos (periodo de tiempo que transcurre desde la ingesta de sangre, pasando por el desarrollo y maduración de los óvulos hasta la oviposición de los huevos). En algunas especies dicho ciclo puede ser bastante corto y llegar a completarse en tan sólo 24 escasas horas o en dos días (HUNTER & MOORHOUSE, 1976; RAMÍREZ-PÉREZ *et al.*, 1976).

Dependiendo de si las hembras son nulíparas o multíparas, estas pueden variar su patrón de búsqueda de ingesta de sangre. Por ejemplo, las nulíparas viajan mucho más lejos de sus hábitats riverños que las primíparas o multíparas las cuales realizan la búsqueda sobrevolando distancias más cortas ya que tienden a permanecer más cerca del ambiente lótico.

Además, las hembras grávidas y repletas de sangre descansan sobre una gran variedad de sustratos que incluyen la base de las matas de hierba, la parte inferior o envés de las hojas de arbustos y árboles situados a lo largo de riachuelos, torrentes y ríos.

Por otro lado, el contacto de los humanos con las especies de simúlidos antropófilas es variable y suele ocurrir en granjas, plantaciones, senderos y asentamientos humanos que se encuentren cercanos a los ríos.

5.5. Dispersión de los imagos

En primer lugar, es relevante hacer hincapié en la idéntica capacidad innata de vuelo de ambos sexos en cuanto a la velocidad que pueden alcanzar, la duración del vuelo y la distancia a la que pueden llegar. Sin embargo, aún a pesar de esta misma habilidad, hay diferencias entre machos y hembras. Por ejemplo, los primeros pueden desplazarse hasta medio kilómetro desde el lugar de emergencia donde suelen agregarse y constituir un enjambre precópula, aunque normalmente este comportamiento lo suelen exhibir en las proximidades de los cursos de agua (CROSSKEY, 1993). Por el

contrario, las hembras tienden frecuentemente a desplazarse a distancias considerablemente mayores.

Las hembras adultas de muchas especies de mosca negra, se dispersan desde los lugares de cría donde nacieron alcanzando distancias bastante considerables teniendo en cuenta su diminuto tamaño. HOCKING (1953) demostró que la especie *S. venustum* era capaz de volar hasta una distancia de 116 km después de haber ingerido una sustancia azucarada. Sin embargo, esta misma especie suele desplazarse a una distancia media de entre 9 y 13 km, aunque algunos individuos pueden cubrir distancias de hasta 35 km (BALDWIN *et al.*, 1975). Generalmente las especies que se alimentan de sustancias como el néctar de las plantas han de desplazarse a lo largo de grandes distancias en busca de su alimento (CROSSKEY, 1993). Por otro lado, las especies hematófagas, normalmente se desplazan alrededor de una distancia promedio de entre 15 y 35 km, pero también pueden aprovechar las corrientes de aire y migran a través de enormes distancias, 150-225 km o 400-600 km, que explicarían su presencia en lugares tan remotos como las islas volcánicas situadas en los océanos, muy lejos de los continentes (CROSSKEY, 1993). WENK (1981) establece 4 categorías de dispersión dependiendo del tipo de recorrido que realicen los adultos: paralela al curso fluvial, radial o tangente al curso de agua, mediada por el viento o diferencial según sean las hembras nulíparas o primíparas y multíparas.

5.6. Alimentación en imagos

Las especies ornitofílicas se distinguen morfológicamente de las especies mamíferofílicas, ya que las que se alimentan de sangre de mamífero, presentan uñas simples, mientras que las que se alimentan de la sangre de las aves, presentan uñas dentadas. Este fenómeno debe de ser una adaptación para facilitar la sujeción al diferente recubrimiento corporal, en el caso de las aves, las uñas dentadas permiten penetrar las plumas y asirse a ellas firmemente (CROSSKEY, 1990). Sin embargo, esta preferencia de hospedador no es absoluta con lo que muchas especies se alimentan indiscriminadamente tanto de aves como de mamíferos.

Por otro lado, los simúlidos son generalmente de hábitos diurnos, aunque se ha documentado que algunas especies podrían ser nocturnas, al haberse capturado ejemplares adultos de diversas especies en trampas de luz (DAVIES & WILLIAMS, 1962). Como en otros nematóceros chupadores de sangre, únicamente la hembra es hematófaga, aunque ambos sexos pueden alimentarse de néctar y almacenarlo en sus buches. Además, al contrario que otros mosquitos, los simúlidos muestran exofagia y exofilia, es decir, se alimentan y viven en el exterior de las construcciones humanas respectivamente.

Otro aspecto a destacar, es la preferencia de zonas del hospedador donde realizar la mordedura y la posterior succión de sangre. Algunos autores han concluido que cada especie prefiere un lugar más o menos concreto de la superficie del hospedador donde infligir la incisión. Como ya se dijo, *S. ornatum* muestra preferencia por el vientre, mientras que *S. erythrocephalum* lo hace por las orejas, en ambos casos sobre ganado vacuno, y *S. equinum* en las orejas de los caballos (CROSSKEY, 1993). Pero otras especies antropofílicas de zonas dispares de la Tierra, prefieren la zona de las pantorrillas, zonas por debajo de las rodillas como los tobillos, o en espalda y hombros (CROSSKEY, 1990). En cualquier caso, la hembra, previamente a la realización de la incisión, y atraída por el olor, el sudor u otras sustancias químicas, palpa la superficie epidérmica en busca de aquellas zonas óptimas para la obtención de sangre (WENK, 1981). Así mismo, según (BENNETT *et al.*, 1972) las especies de simúlidos ornitofílicas, se sienten atraídas por las sustancias secretadas por la glándula uropigeal de las aves.

Por otro lado, el periodo en el cual los adultos pueden ocasionar las temidas y dolorosas mordeduras puede variar. Así bien, en las especies propias de regiones templadas dicho periodo es marcadamente estacional, es decir, durante la primavera y el verano, pero no durante el invierno, coincidiendo con la duración del estado adulto. Sin embargo, en especies tropicales donde los adultos emergen durante todo el año, causan sus corte y heridas sangrantes a lo largo de todo el año (CROSSKEY, 1993). También, el horario en el que se alimentan varía, algunas especies tienen sus picos de alimentación al

medio día, mientras otras los tienen durante las primeras horas del día o al atardecer. En cualquier caso, estas están influenciadas por las condiciones climáticas (CROSSKEY, 1993).

5.7. Búsqueda del hospedador

Las hembras hematófagas de los simúlidos detectan el lugar donde se encuentra el hospedador en tres fases. La primera de ellas consiste en que la hembra se halle en el hábitat del hospedador, esto ocurre inmediatamente después de que haya tenido lugar la cópula, momento en el que la hembra inicia la búsqueda del hospedador para obtener la sangre requerida para llevar a término el desarrollo y maduración de los huevos que porta en su interior. Una vez la hembra se haya en el hábitat del hospedador, la segunda fase consiste en buscar a este. Por último, la tercera fase consiste en localizarlo, acción que lleva a cabo orientada por estímulos externos (SUTCLIFFE, 1986). Principalmente esta tercera fase seguiría una secuencia dividida en tres partes que son: la atracción a larga distancia del hospedador iniciada por el olor desprendido por este; una vez la hembra se encuentra próxima al hospedador, se orienta hacia él detectando el dióxido de carbono que desprende como producto residual de la respiración; finalmente, cuando la hembra se encuentra a una distancia menor a 1,8 m de distancia, se orienta visualmente (BRADBURY & BENNETT, 1974a). De hecho, los simúlidos pueden discriminar colores, habiéndose comprobado que algunas especies se sienten atraídas principalmente por el rojo, azul o negro (BRADBURY & BENNETT, 1974b).

CAPÍTULO 2. OBJETIVOS DE LA TESIS DOCTORAL

Los objetivos generales perseguidos en la presente Tesis Doctoral son:

1. Revisión del estado de la familia Simuliidae en España.
2. Estudio faunístico de las especies de simúlidos presentes en los ríos de la Comunidad Valenciana.
3. Establecer que parámetros físico-químicos están implicados en la bioecología de las especies y cómo influyen en ella.
4. Confeccionar mapas de riesgo de la acción de los Simuliidae sobre el ser humano y los animales.
5. Comprobar la eficacia del tratamiento biológico a base de formulados de *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* (Bti) en el control de poblaciones plaga.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

1. MATERIAL Y MÉTODOS

1.1. Área de muestreo

Los ríos de la Comunidad Valenciana, se caracterizan por ser cortos, poco caudalosos y presentar flujos de régimen irregular y escaso. Además, casi todos ellos presentan cuencas generalmente pequeñas y, como consecuencia de originarse en sierras próximas a la costa, experimentan un gran desnivel en su recorrido. Los ríos de la zona de Levante pueden sufrir fuertes crecidas de agua en las estaciones húmedas, causando a su vez inundaciones como consecuencia de las lluvias torrenciales. Sin embargo, durante las estaciones secas, estos ríos sufren estiajes muy severos, quedando los cauces completamente secos dejando al descubierto cauces amplios y pedregosos.

Se debe tener en cuenta que hay factores muy importantes que influyen en los ríos. En primer lugar, el relieve influye en la longitud que pueda alcanzar un río y a su vez influye también en la velocidad de sus aguas, en este caso, al tratarse de ríos que nacen en macizos montañosos cercanos al mar, son ríos de reducida extensión, pero con aguas normalmente muy rápidas que causan gran erosión de diversos materiales en el curso alto los cuales son transportados a través del curso medio y sedimentados en los embalses, pantanos, presas, represas y en el curso bajo de los ríos. Y, en segundo lugar, el clima, dicho factor influye en el caudal, es decir, en la cantidad de agua que porta un río, así como también influye en el régimen de los ríos, ocasionando grandes variaciones del caudal a lo largo del año configurando una circulación irregular con altibajos. Así mismo y al tratarse de una zona mediterránea con escasas lluvias y ausencia de alimentación por agua de deshielo, el régimen de los ríos no suele ser constante salvo en alguna excepción (<https://es.slideshare.net/Fanvalen/geografa-valenciana-8053800>).

Los ríos de la Comunidad Valenciana se pueden clasificar en dos tipos: los que nacen fuera de la Comunidad Valenciana, que son largos y caudalosos, entre los que se encuentran el río Júcar de 500 km, el río Segura de 325 km, el río Turia de 280 km y el río Mijares de 156 km; y los que nacen dentro de la comunidad, que son más cortos, tienen

mucha pendiente al nacer de montañas cercanas al mar y no muy caudalosos, destacando entre ellos el río Palancia de 85 km, el río Vinalopó de 81 km y el río Serpis de 75 km.

En la presente tesis doctoral se han elegido como zonas para su estudio, diversos ríos de la Comunidad Autónoma Valenciana, haciendo hincapié en aquellos más importantes de cada una de las tres provincias que la conforman por su caudal, riqueza ecológica, régimen permanente, condicionado por la mayor accesibilidad a sus aguas a la hora de poder realizar los muestreos para su posterior estudio.

Hay que tener en cuenta que los ríos de esta comunidad se engloban en dos cuencas hidrográficas, la del Júcar y la del Segura.

1.1.1. Cuenca hidrográfica del Júcar

a) Situación geográfica

El territorio de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ), se encuentra situado geográficamente en el extremo central este de la Península Ibérica y ocupa una superficie de 42.851 km². Dicha confederación incluye todas las cuencas hidrográficas que vierten sus aguas al mar Mediterráneo, concretamente entre la desembocadura de los ríos Segura y Cenja, incluyendo este último y otros destacados como Ciervo, Seco, Belcaire, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis, Girona, Algar, Amadorio, Verde, etc, (Figura 20).

Su fisiografía se caracteriza por presentar una zona interior montañosa, con puntos de importante altitud como Peñarroya, la cota de máxima elevación con una altitud de 2.024 metros sobre el nivel del mar situada en el Sistema Ibérico o las de Javalambre con 2.020 m, el Caimodorro con 1.921 m y el Peñagolosa con 1.813 m, y una zona litoral costera, constituida por llanuras comúnmente conocidas como Planas, entre las que destacan las de Oropesa-Torreblanca, Castellón-Sagunto, Valencia-La Ribera, Favara-Gandía-Denia.

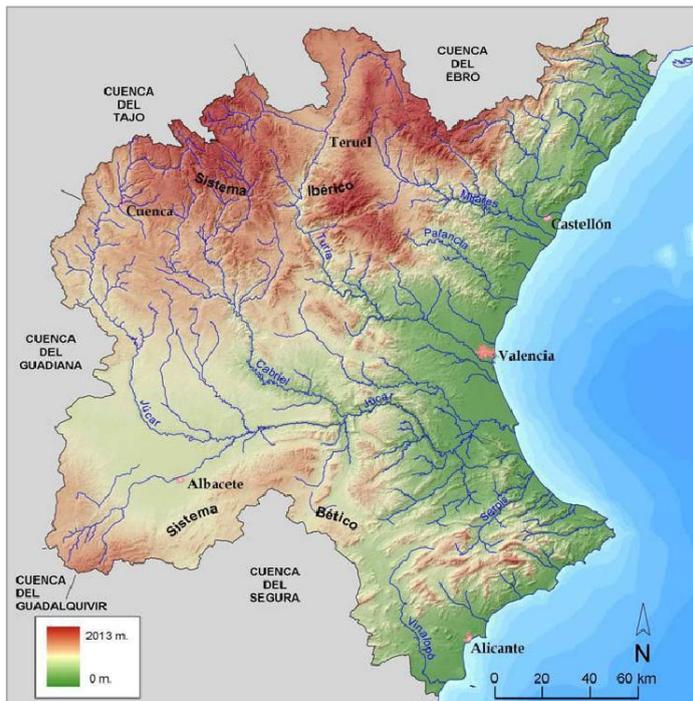


Figura 20.- Ámbito territorial de la CHJ (http://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan-Hidrologico-cuenca-2009-2015/Memoria_mapa_piezometria_web.pdf).

b) Rasgos geomorfológicos

La cadena montañosa de mayor magnitud en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar es el Sistema Ibérico, que se extiende más allá de los límites de dicha Confederación. El Sistema actúa como una barrera para los frentes marinos, forzando a las nubes cargadas de humedad procedente del contacto con la masa marina, a elevarse a capas atmosféricas más altas, favoreciendo así los episodios de precipitación en estas regiones de montaña.

En los Montes Universales nace el río Turia y el río Júcar, este último es el río principal del ámbito territorial de la CHJ, que a su vez da nombre a este organismo. Así mismo, el río Mijares, tiene su nacimiento en la Sierra de Gúdar. Estos tres ríos en conjunto proporcionan aproximadamente un tercio de la escorrentía superficial

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

circulante media de todo el ámbito territorial. En la región Sur y Suroeste se extiende el tramo final de las montañas del Sistema Bético, donde nacen los ríos Serpis y Vinalopó. Por su parte, la llanura costera es una plataforma aluvial neógena que se extiende a lo largo de la franja litoral costera, donde la riqueza en nutrientes del suelo sostiene la mayor parte de la producción agrícola de regadío del ámbito territorial de la CHJ, y en la que se desarrolla y vive más del 80% de la población total existente. Finalmente, la llamada zona de La Mancha, ubicada en la región oeste del ámbito territorial, entre los sistemas montañosos Ibérico y Bético descritos, se caracteriza por presentar una superficie relativamente llana con una altura media de 650 m.

c) Climatología

En cuanto a la climatología de la Cuenca Hidrográfica del Júcar, destaca la existencia de un clima típico mediterráneo con veranos cálidos y con inviernos suaves. Se sitúa dentro de los pisos bioclimáticos termo-mediterráneo y meso-mediterráneo de ombroclimas secos. Donde los máximos térmicos se registran en los meses de julio y agosto, coincidiendo con la estación seca. Sin embargo, las temperaturas medias anuales oscilan entre los 14 y los 16,5 °C. Por otro lado, la pluviosidad media anual es de unos 500 mm, no obstante, existe una gran variabilidad espacial con valores de 300 mm en las regiones más meridionales, mientras que en otras zonas alcanza valores superiores a 750 mm (Figura 21).

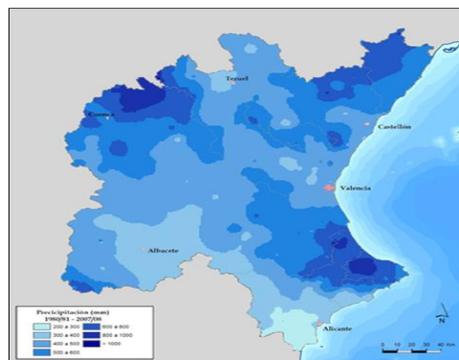


Figura 21.- Precipitación media anual (mm/año) (<http://www.chj.es/es-es/medioambiente/cuencahidrografica/PublishingImages/Fig4PrecipitacionWEB.jpg>).

Asimismo, durante los meses de octubre y noviembre pueden producirse episodios de precipitación de gran intensidad y corta duración, conocido comúnmente como “gota fría”. Pero afortunadamente la mayor parte de la superficie de la Confederación está cubierta por materiales muy permeables que favorecen la infiltración de las aguas superficiales de precipitación hacia estratos subterráneos.

1.1.2. Cuenca hidrográfica del Segura

a) **Ámbito territorial**

La Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) se encuentra ubicada en el sureste del territorio español, ocupa una superficie aproximada 20.234 km² (19.025 km², si se tiene sólo en cuenta la parte continental, excluyendo las aguas costeras), la cual incluye a cuatro comunidades autónomas, prácticamente en su totalidad a la de Murcia y parcialmente a las comunidades de Andalucía (provincias de Jaén, Granada y Almería), Castilla-La Mancha (provincia de Albacete) y Valencia (provincia de Alicante) (Figura 22).



Figura 22.- Demarcación hidrográfica del Segura (http://www.chsegura.es/export/descargas/cuenca/resumendatosbasicos/cartografia/docsdescarga/MAPA_PLANO_DISTRIBUCION_TERRITORIAL.pdf).

b) Marco físico

La demarcación del Segura se encuentra casi en su totalidad dentro del dominio geológico de las Cordilleras Béticas. Sólo en su parte norte se encuentran materiales de la cobertera tabular que ocultan los terrenos más antiguos del zócalo herciniano de la Meseta, los cuales constituyen, a su vez, la base del conjunto Bético. Las Cordilleras Béticas corresponden al conjunto de la cadena montañosa generada por plegamiento alpino que se extiende a través de Andalucía, Murcia y Sur de Valencia.

Topográficamente la demarcación del Segura es un territorio de una gran variedad orográfica, distinguiendo las zonas de cabecera con montañas con cotas máximas por encima de los 2.000 m y las zonas cercanas a la costa con extensas llanuras. Hidrogeológicamente esta complejidad da lugar a la existencia de numerosos acuíferos de mediana y pequeña extensión, con estructuras geológicas frecuentemente complejas y accidentadas que contribuyen apreciablemente al mantenimiento de los caudales naturales de los ríos, (Figura 23).

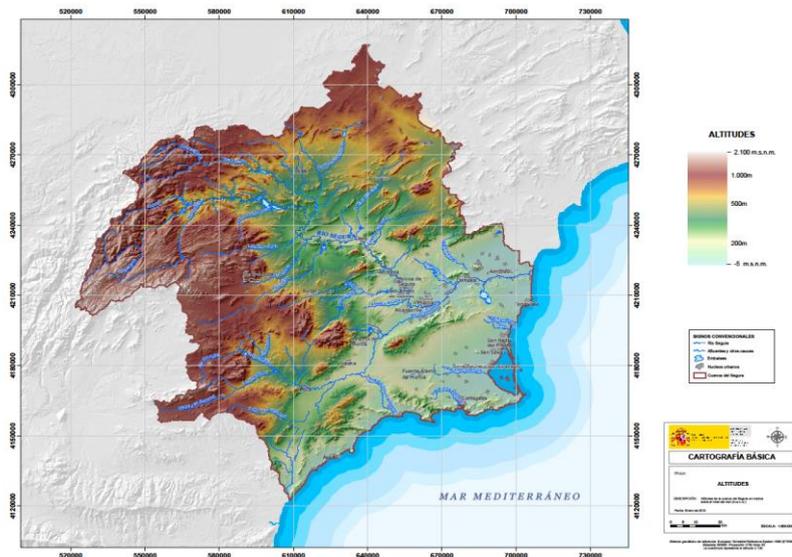


Figura 23.- Ámbito territorial de la CHS y altitudes de la Cuenca del Segura (http://www.chsegura.es/export/descargas/cuenca/resumendedatosbasicos/cartografia/docsdescarga/03_ALTITUDES.pdf).

c) Características climáticas

En líneas generales, el clima predominantemente en la CHS corresponde al clima mediterráneo, desde la cabecera del río Guadalentín pasando por las sierras del noroeste y Yecla hasta la Sierra del Carche, presentan un clima mediterráneo templado. Sin embargo, el clima mediterráneo continental ocupa el río Turrilla, sur de la Sierra de Ponce o Cambrón, cabecera del río Pliego, el embalse de la Cierva, la parte baja del arroyo de las Murtas, la mitad de la rambla del judío y el azud de Ojós. Por otro lado, el clima mediterráneo subtropical, abarca desde los límites de los anteriores hasta el litoral, exceptuando una franja que va desde los alrededores de Águilas, hasta Cabo Tiñoso, pasando por Mazarrón, que corresponde al clima mediterráneo semiárido subtropical.

La precipitación media anual es de 382-362 mm, caracterizada por un régimen de precipitaciones con grandes desequilibrios espaciotemporales y un claro contraste entre las zonas de cabecera: Mundo y Segura hasta su confluencia, y las partes medias y bajas de la cuenca: Vegas y zonas costeras. La distribución intraanual y espacial de estas precipitaciones se caracteriza por su amplia heterogeneidad, habiendo meses bastante lluviosos, fundamentalmente los meses de otoño y primavera, y meses secos, verano. En cuanto a la distribución espacial de estas precipitaciones, es en las montañas situadas en el noroeste de la cuenca, sometidas a la acción de los vientos húmedos de las borrascas atlánticas del frente polar, donde los registros pluviométricos alcanzan sus máximos valores, superándose más de 1.000 mm/año. En cambio, destaca la baja precipitación media anual en la depresión de Águilas, cerrada por los relieves de la Carrasquilla, La Almenara y Lomo de Bas, donde el volumen medio de precipitación es del orden de 200 mm/año e incluso inferior. Como excepciones a este esquema general de distribución de las lluvias están Sierra Espuña, con valores algo superiores a 500 mm y una amplia zona situada en las proximidades del polígono Hellín-Jumilla-Fortuna-Cieza, donde la lluvia media anual es igual o inferior a 300 mm/año (Figura 24).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

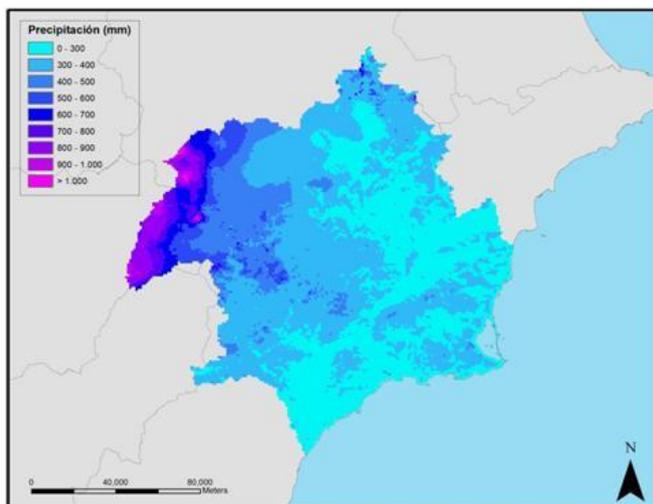


Figura 24.- Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la demarcación hidrográfica del Segura (Período 1980/81-2005/06) (<http://www.chsegura.es/export/descargas/cuenca/resumendedatosbasicos/img/rdb-024.jpg>).

Un rasgo característico respecto a la pluviometría de la CHS, es la existencia de episodios de fuertes lluvias, fenómeno conocido como “gota fría”, como ya se comentó en la CHJ, caracterizados por precipitaciones cortas y muy intensas, que provocan grandes avenidas con un marcado carácter torrencial. Este fenómeno tiene lugar fundamentalmente en los meses de otoño.

También son frecuentes los episodios de sequías en los meses de verano, con precipitaciones prácticamente nulas, así como los periodos de sequía interanuales.

d) Temperatura

El régimen anual de temperaturas presenta un mínimo invernal en los meses de diciembre y enero. Los máximos anuales corresponden a los meses de julio y agosto, aunque, por término general, el primero es algo más caluroso.

En las sierras del noroeste se dan las temperaturas más bajas de la Confederación Hidrográfica del Segura. Desde estas sierras

y descendiendo hacia el litoral, la temperatura media anual aumenta, llegando hasta los 18°C. Excepciones a este esquema general lo constituyen, por un lado, Sierra Espuña, donde la temperatura media anual llega a descender hasta 14°C y, por otro, una franja costera próxima al Mar Menor con 17°C. También se dan valores extremos, como los 10°C de la isoterma media anual que se presenta en la Sierra de Segura y los 18°C de temperatura media anual en las proximidades de Albaterra y Dolores y en algunas áreas costeras.

1.2. Generalidades de los ríos estudiados

Los ríos objeto de estudio de la presente tesis doctoral se muestran en la Figura 25.



Figura 25.- Representación cartográfica de la localización de los ríos objeto de estudio.

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

- En la provincia de Castellón de estudiaron los ríos Cenia, Cérvol y Mijares (Figura 26).

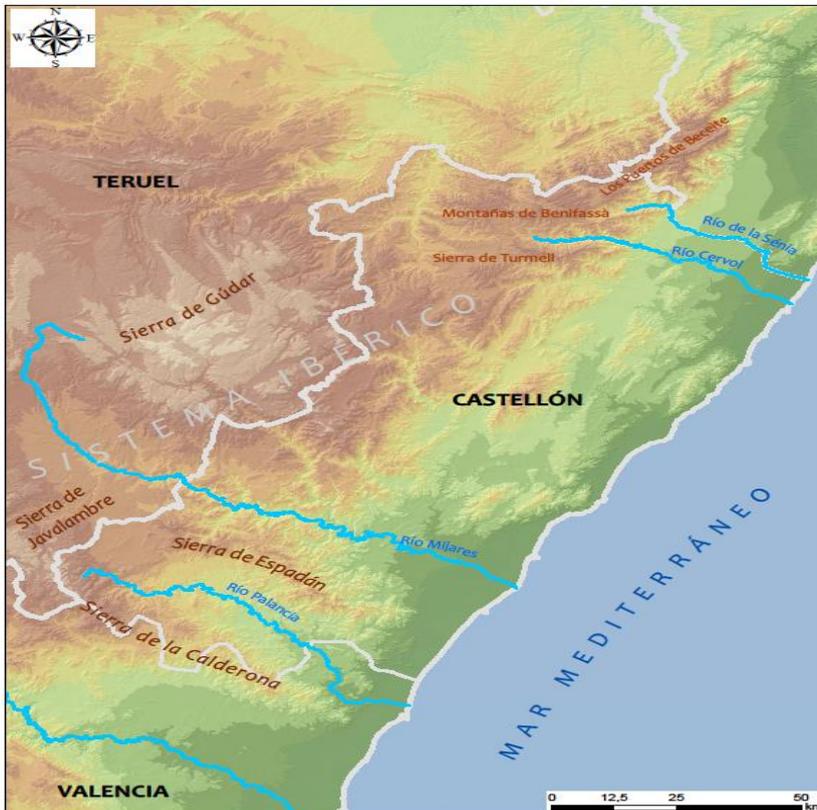


Figura 26.- Localización de los ríos estudiados en la provincia de Castellón.

1.2.1. Río Cenia

El río Cenia, cuya cuenca ocupa una superficie de 197,7 km², es un corto río costero del este de España, situado en el noreste de la provincia valenciana de Castellón de la Plana. Durante la mayor parte de su recorrido de 49 km de longitud, delimita la frontera entre la citada provincia y la provincia tarraconense, concretamente desde antes de la localidad de Cenia perteneciente a la provincia de Tarragona y que da nombre al río en cuestión. A su vez, el curso de dicho río divide fronterizamente la comunidad autónoma catalana de la valenciana. El río Cenia nace en los Puertos de Beceite, en el término municipal de la Poble de Benifassà, en la comarca del bajo Maestrazgo (Figura 27). Las

aguas de dicho río se acumulan posteriormente en el embalse de Ulldecona, situado en el mismo término municipal, a 477 m de altitud. Con una superficie de 116 hectáreas y una capacidad de 11 Hm³, es la única obra de regulación del río, destinado al riego. A partir del embalse, el río discurre por zonas de fuertes pendientes, lo que proporciona una elevada oxigenación a las aguas. Finalmente, en las proximidades de la localidad catalana de Alcanar, el río entra en la Plana de Vinaròs atravesándola hasta verter sus aguas en Sòl de Riu, nombre que recibe la desembocadura, en el Mar Mediterráneo.



Figura 27.- Mapa de situación geográfica del río Cenia.

El río Cenia, constituye un claro ejemplo representativo de los ríos de baja montaña mediterránea. Se encuadra geológicamente en litologías representadas por calizas y margas. Además, el “riu de la Sénia”, como es conocido en valenciano, muestra un régimen

hidrológico pluvial mediterráneo, es decir, estacional, aunque con tramos permanentes y condicionado por la irregularidad de las precipitaciones y la torrencialidad de las mismas. El curso de este río, se encuentra confinado en un desfiladero rocoso de origen kárstico por donde discurre de manera sinuosa y serpenteante, característica que lo hace poseedor de gran valor paisajístico y faunístico. Presenta un lecho constituido por sedimentos dispares como grandes rocas o bloques de piedra de >25,6 cm de diámetro, cantos rodados de 25,6 cm-64 mm, gravas de 64 mm-2 mm, y/o arenas de 2 mm-0,062 mm (http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_102_cenia_tcm7-450890.pdf). Esto lo dota de una gran diversidad en su estructura longitudinal, con saltos, pozas, rápidos y remansos, configurando una variada y singular morfología (<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/jucar/rio-cenia/default.aspx>).

Botánicamente, las riberas están ocupadas mayoritariamente por vegetación zonal, en las situaciones en las que aparece vegetación riparia, que suele ser escasa, ésta está representada por adelfares bético-levantinos, mimbreras calcófilas termófilas, saucedas negras bético-levantinas, fresnedas hidrófilas orientales dispersas y tarayales basófilos, así como vegetación nitrófila y matorral espinoso que aparecen ocasionalmente (<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/jucar/rio-cenia/default.aspx>, http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_102_cenia_tcm7-450890.pdf).

El estado y calidad de las aguas según el plan hidrológico 2015-2021, es muy bueno tanto a nivel ecológico como en su composición físico-química. Además, el cauce apenas experimenta presiones antrópicas, presentando por tanto nula o escasa alteración de sus procesos naturales. De hecho, tanto la continuidad longitudinal como la transversal, así como el medio hiporreico están inalteradas. Fruto del buen estado de conservación, cierto tramo de su cauce es considerado Reserva Natural Fluvial. El sistema fluvial constituye un

hábitat potencial para múltiples especies que pueden ser esenciales para el proceso de diagnóstico del estado de las masas de agua, como es el caso de los simúlidos, y que además constituye un hábitat importante para el mantenimiento de las poblaciones de peces autóctonos reófilos propios de la zona, permitiendo su reproducción y crecimiento (<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/jucar/rio-cenia/default.aspx#>, http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_102_cenia_tcm7-450890.pdf).

1.2.2. Río Cérvol

El río Cérvol con una longitud de 64 km y una cuenca que ocupa una superficie de 25 km², es un corto río costero, de carácter estacional, que discurre por la provincia de Castellón. Nace en el término de Morella a 1.281 m de altitud, recogiendo a su paso las aguas de los Montes de Benifassà, la Mola Clapisa y la Sierra del Turmell. A su vez, el valle del río Cérvol está enclavado entre el Parque Natural de la Tinença de Benifassà al norte y la Sierra del Turmell al sur, poblada con bosques de pino albar, de robles y de carrascas entre otros. Finalmente, y con un caudal medio de 0,43 m³/s, desemboca en el Mar Mediterráneo, en el término municipal de Vinaròs (Figura 28).

Las aguas del río Cérvol fluyen sobre sustratos ricos en carbonatos. De hecho, el sustrato geológico por el que circula, está formado básicamente por calizas y dolomías del mesozoico. Estos materiales se disponen en capas, en las que las calizas han sufrido los procesos erosivos de la acción del agua, mientras que las dolomías se han mantenido casi inalteradas. Entre la litología mesozoica destacan los materiales de edad Jurásica y Cretácica en su mayor parte. Los materiales Jurásicos, calizas y dolomías principalmente, conforman las cordilleras ibéricas. Sin embargo, los depósitos Cretácicos están formados por calizas, margas, dolomías, arenas y arcillas. Y sobre estos depósitos descansan materiales detríticos pobremente consolidados

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

pertenecientes a la facies Utrillas
(<http://bdb.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=59306&idioma=C>).

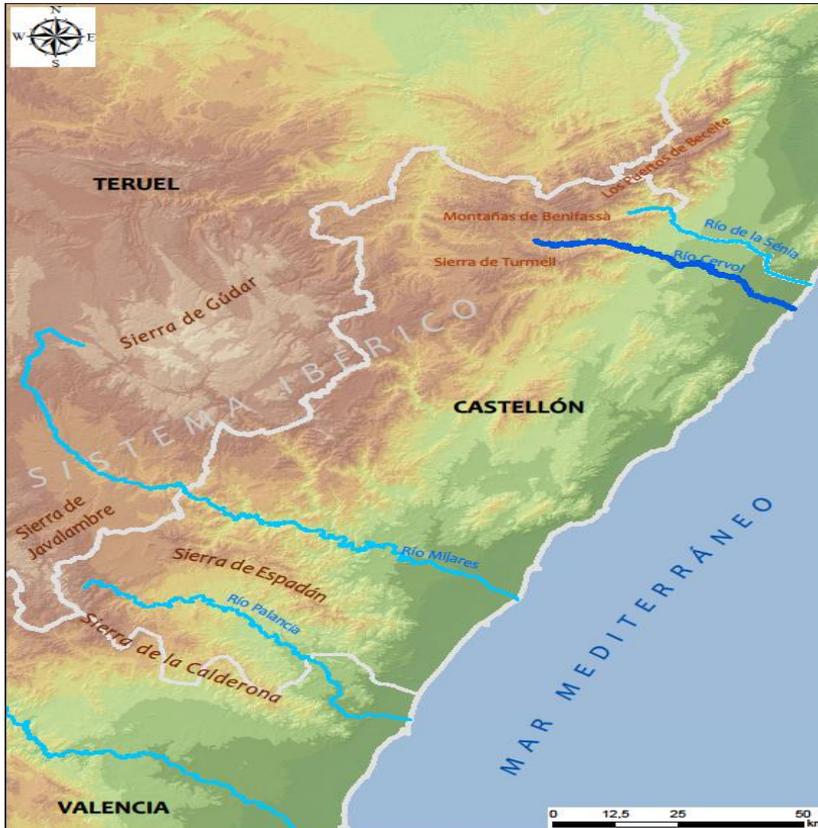


Figura 28.- Mapa de situación geográfica del río Cérvol.

Las riberas de este río se encuentran colonizadas por vegetación de bajo porte que proporciona cobertura de bajo porte y que se encuentra especializada para soportar las crecidas temporales de caudal. En estas condiciones pueden sobrevivir pocas especies, entre las que destacan las de los géneros *Mercurialis*, *Scrophularia*, *Andryala* o *Lactuca* así como plantas propias de pedregales, como *Glacium*, *Galeopsis* y *Rumex*. Así bien. La vegetación próxima a dichas riberas forman paralelos a ambas orillas del río bosques de sauces arbustivos compuestos por diversas especies como *Salix atrocinerea*, *Salix purpurea* y *Salix eleagnos*. En segunda línea aparecen choperas conformadas por *Populus alba* y por sauces arbóreos de las especies

Salix alba y *Salix fragilis*
(<http://bdb.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=52963&idioma=C>).

1.2.3. Río Mijares

El Río Mijares o Millars, con una longitud total de 156 km, un caudal medio de 14,72 m³/s, y una superficie de cuenca de 4.028 km², es, con diferencia, el río más extenso y caudaloso de todos los que circulan por la provincia de Castellón (http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.html). El mencionado río, transcurre entre las provincias de Teruel y Castellón. Nace a 1600 m de altitud en las inmediaciones de la Sierra de Gúdar, en el término municipal de El Castellar, provincia de Teruel, de varias surgencias de agua. Discurre en forma de pequeño arroyo confinado en un valle estrecho, formando a su paso importantes saltos, pozas y cascadas sobre tobas, que constituyen en su cabecera un curso kárstico mediterráneo permanente, con valores naturales y paisajísticos notables. Aguas abajo, el cauce adquiere un aspecto sinuoso en un valle que va ganando anchura, hasta que gradualmente la pendiente se atenúa y el valle se abre con el lecho del cauce algo encostrado por la deposición de carbonatos. Finalmente, desemboca entre los términos de Almazora y Burriana, en la provincia de Castellón. En su desembocadura forma una especie de albufera alargada de unos 90 metros de anchura, que se hace más angosta en la línea de la costa por el avance de un cordón litoral de aproximadamente 40 m desde el norte que la cierra parcialmente. Referente a los afluentes, destaca entre ellos el río Montan en las estribaciones del término de Montanejos, ya en tierras de la Comunidad Valenciana. Así mismo, son merecedores de mencionar los embalses de Arenoso con una capacidad de 136,9 hm³ y de Sichar (Sitjar en valenciano), con una capacidad de 49,3 hm³, utilizado para la regulación el riego de la Plana y para controlar las crecidas estacionales del río (Figura 29). Así bien, el agua del río también es aprovechada para generar energía eléctrica, encontrándose varias centrales hidroeléctricas como las dos en límites provinciales turolenses, como las de La Hoz en San Agustín, la de Los Villanuevas en Olba, y ya en la Provincia de Castellón la de Los Cantos en Puebla

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

de Arenoso, la de Montanejos en Montanejos, la de Vallat en Cirat y la de Colmenar en el embalse de Sichar.

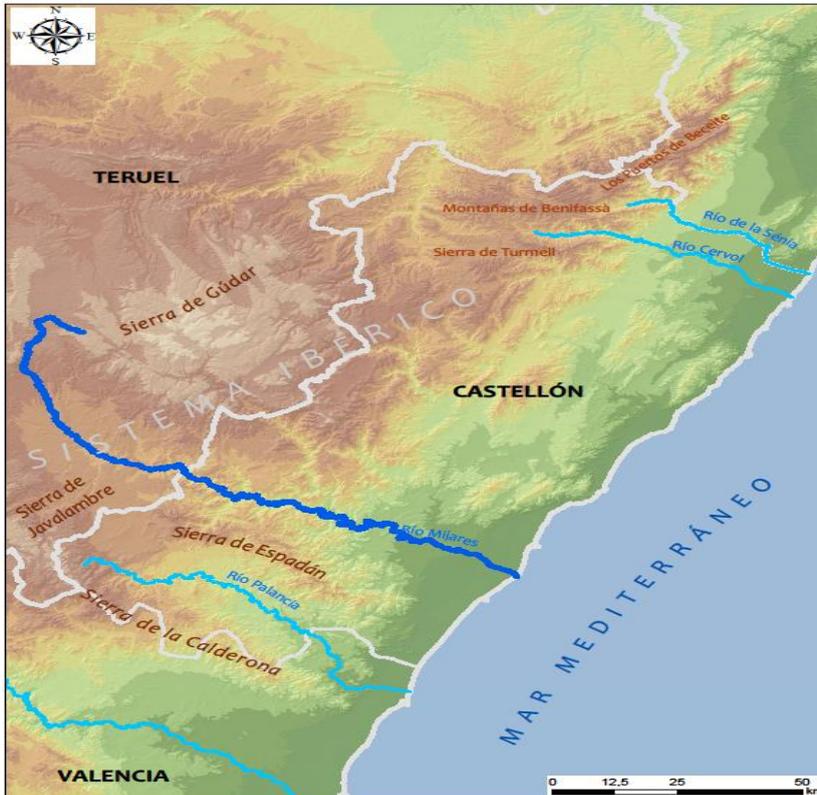


Figura 29.- Mapa de situación geográfica del río Mijares.

El curso alto del río Mijares, situado en la provincia de Teruel, constituye un ejemplo representativo de los ríos de montaña mediterránea calcárea pertenecientes a la demarcación hidrográfica del Júcar. Discurre encajado entre calizas karstificadas formando un profundo desfiladero con cortados y hoces que presentan hasta 300 m de desnivel vertical.

Geológicamente se encuentra representado por litologías de calizas con rudistas, dolomías, gravas, areniscas y arcillas con intercalaciones de margas. En cuanto a su hidromorfología, el régimen hidrológico es pluvial mediterráneo con avenidas. Además, posee cierto carácter nival debido a la altura a la que nace. De caudal

fluctuante, puede ser considerado estacional y/o temporal, aunque también presenta tramos de circulación permanente. El lecho fluvial está constituido por sedimentos de distinto tamaño como cantos rodados de 25 cm - 64 mm, gravas de 64 - 2 mm, arenas de 2 - 0,062 mm, arcillas y limos de 0,05 - 0,002 mm (http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_103_mijares_tcm7-450893.pdf).

Las riberas están ocupadas en los tramos más altos por vegetación zonal, principalmente por pinares de *P. sylvestris*, sin embargo, con forme el río avanza aparecen tramos de mimbrera calcófila submediterránea junto con saucedas y avellanedas bien desarrollados, que son sustituidos gradualmente por alamedas en la parte baja. Pero también es de destacar otra vegetación riparia como las fresnedas hidrófilas orientales, las saucedas negras continentales éutrofas, las saucedas negras bético-levantinas y las saucedas blancas, las alamedas y los tarayales basófilos, que son sustituidos por choperas de *Populus nigra*, espinares, así como arbustos heliófilos de orla espinosa, pastos y vegetación nitrófila en la parte baja. El sistema fluvial constituye un hábitat potencial de múltiples especies que son de importancia para evaluar el estado del agua que porta, algunas de estas especies son los simúlidos (<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/jucar/rio-mijares/default.aspx>).

Por otro lado, el cauce apenas presenta presiones antrópicas en la mayor parte de su longitud, mostrando por tanto escasa alteración en sus procesos naturales. Además, el estado y calidad del agua según el plan hidrológico 2015-2021 es bueno. Tanto es así que, el tramo del Alto Mijares fue declarado Reserva Natural Fluvial (<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/jucar/rio-mijares/default.aspx>).

-Siguiendo con los ríos objeto de estudio, en la provincia valenciana, fueron elegidos los siguientes: río Palancia, río Turia, río Júcar y río Serpis (Figura 30).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

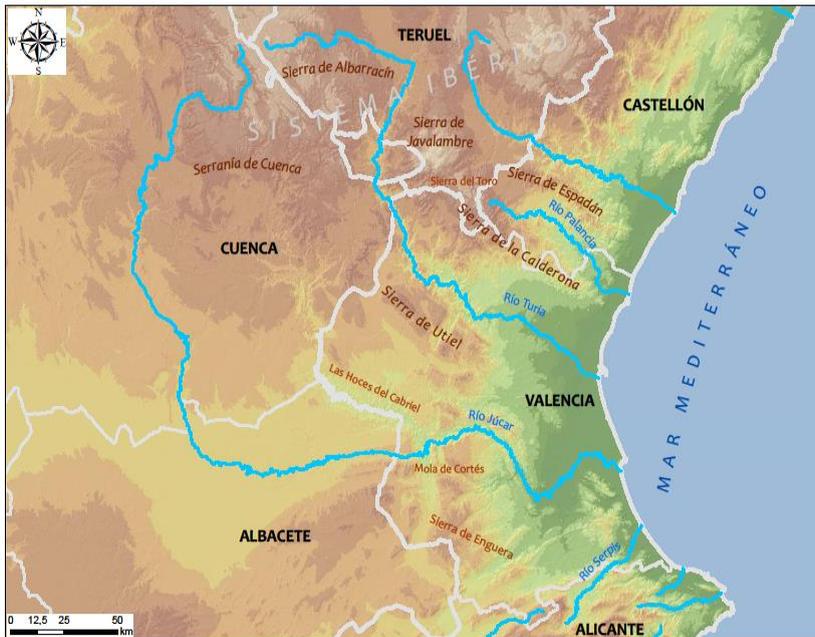


Figura 30.- Representación cartográfica de localización de los ríos estudiados en la provincia de Valencia.

1.2.4. Río Palancia

El río Palancia con una longitud total de 85 km, es un corto río costero de la Comunidad Valenciana que discurre entre las sierras de Espadán y de la Calderona. La superficie de su cuenca ocupa una extensión de 911 km² y cuenta con un caudal medio de 1,5 m³/s. Dicho río nace en las estribaciones de la sierra de El Toro a 1.618 m de altitud, concretamente en el paraje del estrecho del collao del cascajar, en el término municipal de El Toro, territorio perteneciente a la provincia de Castellón. Y desemboca en el Mar Mediterráneo entre los términos municipales de Sagunto y Canet d'En Berenger de la provincia de Valencia

(http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.html)

(Figura 31).



Figura 31.- Mapa de situación geográfica del río Palancia.

Las aguas del río Palancia son muy utilizadas para el riego, hasta el punto que al pasar la localidad de Sot de Ferrer donde además cierta cantidad de agua es desviada a la acequia mayor de Sagunto hace que el cauce quede prácticamente sin agua, con lo que, al pasar por Sagunto es un río seco, que no porta agua la gran mayoría del año a excepción de por avenidas de agua debidas a lluvias torrenciales como la temida “Gota Fría” y/o por la apertura de las compuertas del Pantano del Regajo y/o de la Presa de Algar.

En su nacimiento la orografía es muy agreste, con fuertes pendientes, por lo que discurre encajonado durante buena parte de su curso alto. En cuanto a la hidrología, el río Palancia es alimentado por numerosas fuentes, barrancos y ramblas que le aportan un caudal a tener en cuenta, entre los que destacan el Barranco del Cascajar, la Rambla de Gaibiel, la Rambla de Algimia, entre otros (http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.html).

El río Palancia fluye entre materiales geológicos del triásico medio e inferior conformado por facies litológicas de areniscas,

calizas, sílices y margas, donde las primeras son areniscas del Buntsandstein, compuestas por granos de sílice permeable donde el agua se infiltra dando lugar a numerosas surgencias. El sustrato silíceo suele ser de carácter ácido. También son de destacar las llamadas las margas irisadas, presentan coloraciones muy características de tonalidades rojizas, moradas y amarillentas. Sin embargo, también abundan los materiales jurásicos (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-d-espada/geologia>).

En cuanto a la vegetación, anexa a las orillas del río cercen bosques de ribera (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-d-espada/habitats>) formados por choperas, saucedas, adelfares así como junqueras, cañares, carrizales y enneas entre otras especies botánicas.

Por otro lado, y debido a su alto valor ecológico, la cabecera del Río Palancia fue recogida en el "Inventario de riberas, márgenes y otros espacios hídricos de interés de la Confederación Hidrográfica del Júcar (1988)", como "espacio natural a proteger" (http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.html).

1.2.5. Río Turia

El río Turia, también llamado en su primer tramo como río Guadalaviar como consecuencia de su nacimiento a 1.680 m de altitud en la Muela de San Juan, enclavada en el término municipal de Guadalaviar. Tiene su origen en el entorno de los Montes Universales, en plena Sierra de Albarracín (Teruel) (http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.html). El nombre de *Guadalaviar* (*wadi al-abyad* 'río blanco') lo ha tenido desde el siglo X. Sin embargo, y aunque no se tiene certeza, el nombre de *Turia* podría ser de origen íbero, quizás conocido en época prerromana como *Tirio*, tomando el nombre de una urbe íbera llamada Tiris.

En cuanto a la geología, dicho río atraviesa y forma zonas orográficamente accidentadas como abruptas formaciones kársticas, discurriendo a su vez encajado entre espectaculares gargantas de

paredes de hasta 200 metros de altura. Claro ejemplo es observable en la comarca de Los Serranos donde atraviesa montañas anticlinales jurásicas de orientación noroeste-sureste que conforman la cordillera del sistema ibérico situada en una fosa tectónica, originada por un plegamiento en la orogenia. Además, también presenta materiales mesozoicos, que van del Triásico al Cretácico, depositados sobre el zócalo paleozoico y estructurado por el plegamiento alpino. En toda la cuenca predominan rocas sedimentarias de precipitación química, tales como la caliza compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3) de la calcita, y las dolomías compuestas estas de dolomita, cuya composición química es carbonato de calcio y magnesio [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$].

En cuanto a su hidrología, el río Turia es un típico río mediterráneo, con grandes diferencias de caudal en las distintas épocas del año. Es alimentado con aportes hídricos procedentes principalmente de torrentes, barrancos, ramblas y afluentes originados tanto por deshielos en la zona de su nacimiento como por fuertes tormentas que acaecen a lo largo y ancho de su cuenca hidrográfica. En la parte alta, por ejemplo, recibe aportes de las torrenteras y barrancos de la Sierra del Tremedal y de la Sierra de Jabalón. Y en la misma capital de Teruel, recibe las aguas del río Alfambra, siendo este uno de sus principales afluentes, a pesar de que en épocas de estío disminuye considerablemente sus aportes. Hasta este punto se le denomina Guadalaviar, y a partir de aquí recibe el nombre de Turia. Durante cierto tramo el río discurre encañonado en un terreno agreste que impide el aprovechamiento del agua y el acceso a su cauce, pudiendo ser este arduo y difícil. Sin embargo, desde Gestalgar su valle comienza a ensancharse.

Con un recorrido de 280 km, el río Turia transcurre por tres provincias de distintas comunidades autónomas que son, Cuenca en Castilla-La Mancha, Teruel en Aragón y Valencia en la Comunidad Valenciana. Incluyendo el Rincón de Ademuz, un enclave valenciano rodeado por las otras dos comunidades citadas y que es atravesado de norte a sur por el río Turia, abriendo un gran valle flanqueado por la sierra de Javalambre al este, y cerrado por el oeste por las últimas

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

estribaciones meridionales de los Montes Universales. Por todo ello, su cuenca ocupa una superficie total de 6.393,6 km² (http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.html).

Además, presenta dos embalses, el de Benagéber con una capacidad de 221 hm³ el cual está situado en el municipio del mismo nombre en la provincia de Valencia y, el de Loriguilla con una capacidad de 73 hm³ y emplazado a 63 km de la ciudad de Valencia entre los términos de Chulilla y Loriguilla, recibiendo del último de los cuales su nombre, (Figura 32).



Figura 32.- Mapa de situación geográfica del río Turia.

Finalmente, y antes de desembocar en la ciudad de Valencia a orillas del Mar Mediterráneo, sus aguas riegan más de 12.000 ha de terreno de la Huerta Valenciana y del Camp del Turia. Aunque tras la riada del 14 de octubre de 1957, se desvió el paso del cauce por la ciudad de Valencia a fin de evitar futuras inundaciones. Para ello se construyó un nuevo cauce por el sur de la ciudad, el cual generalmente permanece seco, debido a que su caudal es utilizado íntegramente para riego como ya se dijo anteriormente, encauzándolas mediante un entramado de acequias y canales. Además, el antiguo

cauce, que pasa por el centro de la ciudad, se ha convertido en una zona lúdico-cultural, el Jardín del Turia, donde se encuentran grandes espacios ajardinados, zonas deportivas, salas de exposiciones, auditorios abiertos y la Ciudad de las Artes y de las Ciencia.

Un dato de interés ambiental es que a partir de Pedralba y hasta su desembocadura, se extiende el proyecto de protección del entorno, que dio lugar al llamado Parque natural del Turia declarado el 13 de abril de 2007. Es uno de los parques naturales urbanos más grandes de España. El parque natural abarca 16 términos municipales por donde pasa el río Turia desde la ciudad de Valencia hasta Pedralba, pasando por Mislata, Xirivella, Cuart de Poblet, Manises, Paterna, Ribarroja del Turia, La Eliana, Puebla de Vallbona, San Antonio de Benagéber, Benaguacil, Liria, Villamarchante y Cheste, actuando como corredor biológico (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-turia/conocenos>).

En cuanto a la botánica que se presenta en la ribera del Turia, destacan por la superficie que ocupa los cañares (*Arundo donax*). Pese al dominio de esta especie se pueden encontrar también bosques ripícolas compuestos por ejemplares aislados, o formando pequeños bosquetes de álamo (*Populus alba*), chopo negro (*Populus nigra*), sauce blanco (*Salix alba*) o mimbreras. Ya en contacto con el agua se haya toda una comunidad de plantas anfíbias (helófitas) constituida por carrizos (*Phragmites australis*), eneas (*Typha latifolia*, *Typha angustifolia*) y juncos (*Scirpus* sp.) mientras que diversas especies de fanerógamas del género *Potamogeton* afloran en la superficie desde el lecho del río como por ejemplo *Potamogeton pectinatus*. En algunos puntos muy localizados aparecen olmos (*Ulmus minor*). Además, la escasa precipitación media implica que proliferen especies de clima semiárido como el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la maquia, es decir, vegetación mediterránea de tipo arbustiva, leñosas y matorrales de gran valor ecológico constituida por especies de hoja endurecida y persistente (esclerófilas) como el tomillo (*Thymus* sp.), el romero (*Rosmarinus officinalis*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el palmito (*Chamaerops humilis*), la aliaga (*Ulex*

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

parviflorus), el esparto (*Stipa tenacissima*) y algunos árboles (<http://bdb.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=55921&idioma=C>).

1.2.6. Río Júcar

El río Júcar o Xúquer, nace a 1700 metros de altitud en los Montes Universales situados en la cordillera del Sistema Ibérico, concretamente en el cerro de San Felipe en la sierra de Tragacete, en plena Serranía de Cuenca, enclavado en el paraje conocido como los Ojos de Valdeminguete.

Con 498 km de longitud, 21.578,50 km² de superficie de cuenca y un caudal medio de 29,22 m³/s, el río Júcar atraviesa las provincias de Cuenca y Albacete de la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha y la provincia de Valencia de la comunidad Valenciana

(http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.html)

(Figura 33).



Figura 33.- Mapa de situación geográfica del río Júcar.

En cuanto a la geología, el río discurre por un valle formado sobre una cuenca sedimentaria de la era Terciaria, creándose una fosa que, tras su relleno con materiales terciarios y cuaternarios, acontecimientos de origen tectónico y climático configuraron en la era Cuaternaria la red hidrográfica encajada que conocemos hoy.

Sin embargo, a comienzos del Cuaternario, el río era de vertiente atlántica y se comunicaba con la cuenca del Guadiana por la zona de El Provencio-Villarrobledo. Posteriormente se produjo un cambio del curso del río con orientación hacia el Mediterráneo. La acción erosiva, favorecida por hundimientos tectónicos en la zona mediterránea, situaron la zona en una posición superior respecto a la zona litoral, configurando así la morfología de la cuenca actual.

Así mismo, la litología del relieve está constituida predominantemente por rocas calizas muy solubles y fisurables que han originado simas kársticas, sistemas de hoces y cañones fluviales calcáreos y silíceos.

En cuanto al régimen fluvial, este es irregular y erosivo, caracterizado en su cabecera por una dinámica pluvio-nival con un máximo primaveral y un caudal abundante. Sin embargo, en su curso medio y bajo depende de las lluvias estacionales, alcanzando un máximo otoñal que coinciden con la llamada "gota fría" tan característica de las tierras valencianas. Como consecuencia de dichas lluvias torrenciales en algunas ocasiones se ha alcanzado los caudales más altos de España, tras el del río Ebro.

Además, en su cuenca de clima mediterráneo continental, hay una serie de embalses dedicados a la producción de energía hidroeléctrica, la regulación del río para prevenir inundaciones y el aprovechamiento para el regadío y el consumo humano. Los de mayor importancia son el de La Toba situado en la Serranía de Cuenca, el de Alarcón próximo a la localidad del mismo nombre, el de El Picazo y el del Molinar, todos ellos en tierras manchegas, y ya en tierras valencianas destacan el embalse de Embarcaderos localizado en Cofrentes el cual recoge las aguas tanto del Júcar como las del río Cabriel, uno de sus principales afluentes, así como el de Cortes de

Pallás y la Presa de Tous que vierte sus aguas a la llanura de la comarca de La Ribera. También son de destacada mención los embalses de las aguas de algunos de sus afluentes que nutren a este río como el de Contreras en el río Cabriel, el de Forata en el río Magro o el de Bellús en el río Albaida. Otros afluentes destacados son los ríos Cañoles, Clariano y Sellent.

En el curso alto, el río Júcar recorre las tierras montañosas de Cuenca con dirección norte-sur en una zona de precipitaciones medias superiores a los 800 mm anuales por lo que alcanza un caudal medio de 11,25 m³/s. En parte de su curso el relieve presenta formas kársticas, cañones y gargantas resultado de la erosión fluvial sobre las rocas calizas. También se encuentran acumulaciones de arcillas en las partes deprimidas, formando dolinas o planicies arcillosas. No obstante, el curso medio podría considerarse ubicado entre Villalba de la Sierra y el Pantano de Tous. Presenta meandros y zonas de gran pendiente cercanos a la localidad y embalse de Alarcón. En La Mancha el Júcar describe un arco de unos 90° y cambia su dirección hacia el este. Desde ese momento, su caudal disminuye debido a la utilización de sus aguas y a la menor cantidad de lluvias. En Cofrentes, sus aguas y las de su principal afluente el río Cabriel, son represadas en el embalse de Embarcaderos, después de lo cual, se vuelve a encajar en el macizo del Caroig, a lo largo de un cañón de 350 m de altura, entre las muelas de Cortes de Pallás y del Albéitar. A continuación, el río es represado en una sucesión de embalses escalonados hasta llegar al más reciente e importante, el pantano de Tous. Finalmente, el curso bajo circula por la comarca de La Ribera describiendo un recorrido sinuoso con meandros. Su caudal máximo alcanzado es de 49,22 m³/s en Sumacárcel, a partir de aquí, sus niveles disminuyen debido al intenso aprovechamiento para el regadío en las Riberas Alta y Baja. Sus aguas se utilizan para regar la Huerta Sur de Valencia, una llanura aluvial formada por los aportes tanto del mismo Júcar como de sus afluentes Magro y Albaida. Zona naranjera por excelencia (Vicente Blasco Ibáñez describió muy bien la zona en su famosa novela *Entre naranjos*), y también arrocería (Membrado Tena, 2012). Por todo ello, es la zona más densamente poblada de su curso y de gran importancia económica, debido a la agricultura. Algunas ciudades importantes, son Alzira cuyo significado

en árabe *al-Jazira Xuqr* ‘la isla del Xúquer’ debido a que en origen estuvo rodeada completamente por un meandro, así como Carcaixent, Algemessí, Sueca y Cullera dondevierte sus aguas al Mediterráneo. Su desembocadura además de servir de puerto deportivo para centenares de embarcaciones, también es la zona con mayor riesgo de inundaciones de todas las citadas.

La vegetación riparia más frecuente suele estar conformada por alamedas, olmedas, saucedas, adelfares, zarzaledas, eneaes, juncuales, cañares, carrizales y como plantas acuáticas destaca la especie fanerógama *Potamogeton pectinatus* de la familia Potamogetonaceae (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-hoces-del-cabriel/flora-y-vegetacion>).

- Finalmente, los ríos estudiados en la provincia alicantina, fueron: río Girona, río Jalón, río Algar, río Amadorio, río Monnegre, río Vinalopó y río Segura (Figura 34).



Figura 34.- Representación cartográfica de localización de los ríos estudiados en la provincia de Alicante.

1.2.7. Río Serpis

El río Serpis, con una longitud total de 74,5 km, es un río costero que discurre por el sudeste de España, atravesando las provincias de Alicante y Valencia, de la Comunidad Valenciana, y cuya cuenca recorre una superficie de 752,8 km². Presenta un régimen fluvial típico mediterráneo con un caudal medio de 2,5 m³/s. Dicho río presenta su caudal máximo en enero y el mínimo en agosto. Sin embargo, en otoño experimenta fuertes crecidas como consecuencia de las lluvias torrenciales propias de esta zona (<http://www.agroambient.gva.es/web/espacios-protegidos/serpis-5681>).

Siendo el río más caudaloso de la provincia de Alicante, nace en el Valle del Polop, de la unión del barranco de Polop y el barranco del Troncal, en el término municipal de Alcoy (Alicante), concretamente en las estribaciones del Parque natural de la sierra de Mariola y el Parque natural del “Carrascar de la Font Roja” de la sierra del Menejador. Sin embargo, el río en esta parte inicial no suele llevar agua salvo en época de lluvias. En las proximidades de Alcoy, se le une el río Barchell, de corriente continua ya que recoge parte del acuífero de la sierra de Mariola. En este punto el río Serpis es denominado Riquer. Ya dentro de Alcoy recibe el aporte del río Molinar, de poco caudal, pero de flujo continuo. Desde aquí ya se denomina propiamente río Serpis o “riu d'Alcoi” en valenciano, e inmediatamente aguas abajo recibe los aportes del barranco del Cinc y de la fuente del Chorrador. Al atravesar Cocentaina se le une el río de Penáguila, y a la salida de Muro de Alcoy recibe el aporte del río de Agres (<http://conocealicante.blogspot.com.es/p/rios-y-montanas.html>). En la localidad de Beniarrés, sus aguas son retenidas en el único embalse construido sobre el lecho del río Serpis, en el embalse del mismo nombre, de 30 hm³ de capacidad, situado en las laderas meridionales de la sierra de Benicadell, declarada Paisaje Protegido. Sus aguas son aprovechadas para el riego de la huerta de Gandía y la comarca de la Safor (<http://blogs.comunitatvalenciana.com/btt/2015/05/15/el-rio-serpis/>). Aguas abajo del embalse recibe los aportes del barranco de la Encantada. Posteriormente, el río Serpis se adentra en la provincia de Valencia atravesando el municipio de Villalonga. Y finalmente, tras

recibir las aguas de su principal afluente el río Vernisa, desemboca en Gandía (Figura 35).



Figura 35.- Mapa de situación geográfica del río Serpis.

Limitado por las sierras de Mariola y Benicadell al Norte y las sierras de la Safor, la Cuta, Alfaro, Serrella y Aitana al Sur, el Serpis actúa, en términos ecológicos y territoriales, como elemento conector entre la montaña y la costa. Además, este río posee cualidades geomorfológicas que lo hacen merecedor de especial atención. En algunos tramos la acción erosiva del río ha dado lugar a espacios singulares como en el embalse de Beniarrés y en el Estret de l'Infern-Racó del Duc. Este desfiladero entre las sierras de Safor y Cuta ha dejado visible los elementos geomorfológicos, configurando un paisaje de gran valor por su singularidad, habiendo sido declarado Paisaje Protegido (http://www.dogv.gva.es/datos/2007/04/18/pdf/2007_4851.pdf).

La cuenca del río Serpis, como resultado de su microclima y orografía de ásperas y agrestes montañas, es un refugio excelente tanto para la flora como para la fauna.

En cuanto a la flora, esta es muy diversa desde su nacimiento a su desembocadura debido tanto al cambio de altitud y a las condiciones atmosféricas de temperatura y humedad, pudiendo encontrar desde pinos y plantas aromáticas que trepan monte arriba enriqueciendo sus laderas, hasta encinas, carrascas y fresnos de flor, huellas vestigiales del primitivo bosque mediterráneo. Aguas abajo del pantano de Beniarrés, el río Serpis fluye entre bancales de olivos y naranjos, así como cuidadas huertas. Más abajo, en el desfiladero de Lorcha o el también llamado “L’Estret de l’Infern”, el río Serpis discurre encañonado entre barrancos hasta Villalonga acompañado de una espesa vegetación de ribera que, en algunos tramos, se torna boscoso, una maraña de sauces, álamos, tamarindos, nogales, acebuches, adelfas, cañares, carrizos, enneas y juncos, entre otros. Es decir, un bosque de ribera mediterráneo bien conservado propiciado tanto por el cañón fluvial y el curso de agua permanente, como por las abundantes fuentes y manantiales (<http://www.agroambient.gva.es/web/espacios-protegidos/presentacion-55909>).

En cuanto a la fauna, en el Serpis habita la anguilla (Anguilla anguilla), la gamba de agua dulce (Dugastella valentina), el barbo (Barbus bocagei), la carpa (Cyprinus carpio), la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss), la perca sol (Lepomis gibbosus) y, en algunos reductos se puede encontrar incluso reducidas poblaciones de samarugo (*Valencia hispanica*) o samaruc (en valenciano), pez eurihalino de los ríos y aguas quietas de la costa mediterránea, una de las tres especies de ciprinodontiformes que son endémicas de la Península Ibérica, junto con el fartet (*Aphanius iberus*) y el salinete (*Aphanius baeticus*). De hecho, la mayor población de samarucs se encuentra en el Barranco de la Encantada, afluente del Serpis (<http://www.agroambient.gva.es/web/espacios-protegidos/serpis-5681>, <http://servicios.laverdad.es/nuestratierra/nt24022006/suscr/nec20.htm>).

1.2.8. Río Girona

El río Girona, al cual también se le conoce bajo el nombre de río Ebo al transcurrir por el término municipal de La Vall d'Ebo, es un corto río costero del norte de la provincia de Alicante que nace a 1300 metros de altitud en el barranco de Fontblanca, en las inmediaciones de la pedanía de Alcalá de la Jovada, perteneciente al municipio de Valle de Alcalá (<http://www.beniarbeig.org/el-río-girona/>).

Con una longitud de 38,6 km y una superficie de cuenca de 117,7 km², es un río de carácter típicamente mediterráneo. De caudal escaso, sus aguas se infiltran entre las calizas del cañón del barranco de Greger o barranco del Infierno situado en el término de Vall de Laguart tras el municipio de La Vall d'Ebo, desapareciendo durante la mayor parte de su curso. Cerca de la salida del citado cañón y tras recoger agua de pequeños manantiales se encuentra el embalse de Isbert, construido en 1945 y actualmente en desuso.

Desemboca en el mar Mediterráneo entre el municipio de Setla y Mirador (Els Poblets) y la localidad de Denia en la punta de la Almadraba, de las que además, actúa como límite fronterizo de ambos términos municipales (<http://conocealicante.blogspot.com.es/p/rios-y-montanas.html>) (Figura 36).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control



Figura 36.- Mapa de situación geográfica del río

1.2.9. Río Jalón

El río Jalón localizado en el noreste de la provincia de Alicante es conocido bajo diversos nombres como Gorgos, o Xaló en valenciano, al atravesar los valles de Pop, Jalón y Gata de Gorgos, de los que adopta sus nombres. El río Jalón nace a 1.300 metros de altitud, en la sierra de Alfaro y Serrella en el municipio de Facheca en la comarca del Condado de Cocentaina, discurre por la comarca de la Marina Alta de oeste a este, durante 53 km, hasta desembocar en el mar Mediterráneo, en Jávea (Xàbia), entre los cabos de San Antonio y San Martín (Figura 37).

El río Jalón es un ejemplo representativo de los ríos costeros mediterráneos, en su curso alto, fluye de manera sinuosa y confinado en un barranco con laderas muy rocosas. En algunos puntos

el valle, excavado en margas y calizas, presenta paredes verticales que albergan vegetación y fauna rupícola. El cauce apenas presenta presiones antrópicas, manifestando una escasa alteración de sus procesos naturales. Tanto la continuidad longitudinal como transversal y el medio hiporreico están inalteradas y bien conservadas. Con lo que cierto tramo en su cabecera de 1,82 km, se encuentra recogido en el Catálogo Nacional de Reservas hidrológicas, concretamente reserva natural fluvial. Donde el estado global y la calidad de las aguas según el plan hidrológico de 2015-2021 es bueno, al igual que el estado químico y el estado ecológico (<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrológicas/informacion/jucar/rio-jalon/default.aspx>).



Figura 37.- Mapa de situación geográfica del río Jalón.

En cuanto a la hidrología, el río Gorgos es un típico río mediterráneo con lluvias torrenciales en otoño que suelen originar

importantes avenidas, sobre todo en el curso medio del río; sin embargo, en verano se mantiene prácticamente seco, a excepción de algunas acumulaciones de agua que permanecen durante todo el año y que son aprovechadas para riego. Además, el lecho de este río es de carácter permeable, lo que hace que su caudal alimente numerosas fuentes a lo largo de su curso por infiltración subterránea. Por otro lado, el régimen hidrológico es pluvial mediterráneo, con caudal estacional y/o temporal. El lecho fluvial está constituido principalmente por sedimentos de granulometrías medias y gruesas, como bloques >25,6 cm, cantos rodados de 25 cm - 64 mm, gravas de 64 - 2 mm, arenas de 2 - 0,062 mm, arcillas y limos <0,063 mm. En algunos puntos de su recorrido aflora la roca madre sobre la que se asientan grandes bloques que dan lugar a rápidos y saltos seguidos de pozas y remansos (http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_109_jalon_tcm7-450932.pdf).

En cuanto a la vegetación riparia, esta es escasa y dispersa en las riberas por razones geomorfológicas e hidrológicas. Destacan los cañares de *Arundo donax*, las eneas, los adelfares bético-levantinos, las mimbreras calcófilas termófilas, las saucedas negras bético-levantinas, las fresnedas hidrófilas orientales y los tarayales basófilos. Así como matorrales espinosos y vegetación nitrófila entre otras especies vegetales (http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_109_jalon_tcm7-450932.pdf).

1.2.10. Río Algar

El río Algar es un corto río costero de 12,2 km de longitud y una superficie de cuenca de 93,1 km², localizado en el sureste de la península Ibérica concretamente en la provincia alicantina de la Comunidad Valenciana. Nace en la Sierra del Ferrer, en el término municipal de Callosa d'Ensarrià, descendiendo por la ladera occidental de la sierra Bernia (Figura 38).

El río Algar forma las denominadas Font's d'Algar, este enclave fue incluido en el Catálogo de Zonas Húmedas protegidas de la Comunidad Valenciana por Acuerdo del Gobierno Valenciano del 10

de septiembre de 2002 y que constituyen un paraje natural con un elevado grado de conservación de la riqueza ecológica (http://www.lasfuentesdelalgar.com/les_fonts_de_algar.htm). Además, y debido a la presencia de un caudal permanente, el río Algar alberga fauna y vegetación de ribera de especial interés, de hecho, la 1990 SEO/Birdlife realiza labores de anillamiento en este espacio, de los que hay un gran registro en el que aparecen aves de gran parte del territorio europeo (<http://www.altea.es/es/concejalias/medio-ambiente/espacios-naturales/rio-algar/>). Dicho río discurre por un paisaje kárstico fruto del modelado de la roca caliza por las numerosas cascadas, remansos y pozas de agua que aparecen durante su transcurso. Recibe aportes de agua de sus afluentes, el río Bolulla y del río Guadalest. Tras la incorporación de este último, el flujo y volumen del cauce se reduce considerablemente debido a la sustracción de agua para riego, adquiriendo su tramo final una conformación de típica rambla mediterránea desembocando finalmente en el mar Mediterráneo, en el término municipal de Altea, el cual debe su nombre al río ya que en la antigüedad era conocido por las naves griegas y fenicias como “althaia pothamos” o río de la salud por la calidad de sus aguas (<http://conocealicante.blogspot.com.es/p/rios-y-montanas.html>).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control



Figura 38.- Mapa de situación geográfica del río Algar.

En cuanto a la vegetación predominante a cada lado de las riberas del río, destacan los cañares, los carrizales, las eneas, los juncos y los adelfares.

1.2.11. Río Amadorio

El río Amadorio o río de la Vila, es un corto río costero típico mediterráneo también localizado en la provincia de Alicante. Con una cuenca de 205,2 km² de superficie y con una longitud total de 28,4 km, es un río de caudal muy escaso e irregular que nace en el extremo noroeste del término municipal de Relleu, a 900 m de altitud al pie de la Sierra de Aitana, por la confluencia de tres barrancos, próximo al puerto de Tudons. Sus principales afluentes son el río Sella y el barranco de la Cueva. De importancia es el embalse del Amadorio y de Relleu cuyas aguas son aprovechadas para el regadío y el abastecimiento urbano. El río Amadorio atraviesa encajonado el casco urbano de Villajoyosa, donde finalmente vierte sus aguas al mar Mediterráneo (<http://rutasazulesalicante.es/ruta-6-rios-amadorio-sella-y-penaguila/>) (Figura 39).

Geológicamente, el río ha labrado su cuenca atravesando materiales de diferentes épocas compuestos básicamente por roca caliza, es decir, carbonato cálcico. Los sedimentos más antiguos datan del Triásico, y están conformados por arcillas, margas rojizas y yesos. Además, también se pueden encontrar sedimentos de tonalidades oscuras, particularmente de color negro-verdoso procedentes de intrusiones de rocas ígneas. Los estratos Jurásicos y Cretácicos son de composición calcárea principalmente. Sin embargo, los del Eoceno y el Mioceno están formados por margas (<https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/224.pdf>).

En cuanto a la vegetación riparia, destacan los cañares, los carrizales, las eneas, los juncos, los adelfares entre otras especies de porte arbustivo y arbóreo.



Figura 39.- Mapa de situación geográfica del río Amadorio.

1.2.12. Río Monnegre

El río Monnegre, o riu Montnegre, es un río que discurre a través de la provincia de Alicante. Con una longitud total de 39,8 km y una cuenca de 486,6 km² de superficie, este río que nace en el interior montañoso de la mencionada provincia a 1.100 metros de altitud en la Sierra de Onil (Figura 40). concretamente en la Foia de Castalla, subcomarca de la comarca de L'Alcoyà, recibe diversos nombres a lo largo de su curso fluvial. Así, desde su nacimiento, hasta ser embalsadas sus aguas en el pantano de Tibi, recibe el nombre de “riu Verd”. Sin embargo, desde este punto, y tras adentrarse en la comarca de l'Alacantí, recibe el nombre propiamente dicho de río Monnegre, debido a que su cauce atraviesa un manto de calizas triásicas negras, lo cual se traduce en que sus aguas presenten una coloración negruzca como reflejo del lecho por el que discurre. Por último, al llegar a la huerta alicantina y hasta llegar a su desembocadura en El Campello, concretamente en Punta del Río o cabo Azul, recibe el nombre de “riu Sec” debido a su falta de agua, provocado por el aprovechamiento íntegro para los cultivos. Incluso, en la antigüedad existió un cuarto nombre “riu Xixona”, para referiré a este río.



Figura 40.- Mapa de situación geográfica del río Monnegre.

En lo que se refiere al régimen fluvial, este río se caracteriza por tratarse de un típico río-rambla mediterráneo con un amplio cauce, profundo y pedregoso que evidencia su irregularidad. No obstante, y aunque atraviesa una zona semiárida, también existen algunos tramos donde el río discurre encañonado, manteniéndose el agua retenida en pozas durante todo el año. Si bien es cierto, parte del agua que porta el citado curso fluvial, es embalsada y almacenada en el Pantano de Tibi que con un volumen de 2 hm³ y una superficie de 50 hectáreas, es considerado el más antiguo de Europa tras el de Almansa. Lo mandó construir el rey Felipe II a finales del siglo XVI y aunque sufrió una importante rotura en 1697, entró de nuevo en servicio en 1738 hasta el día de hoy, ya que todavía se encuentra en funcionamiento. Además, ha sido declarado Bien de interés cultural con la categoría de Monumento por la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Comunidad Valenciana

(<https://www.boe.es/boe/dias/2004/10/19/pdfs/A34919-34924.pdf>).

También es de destacar el río de La Torre, su principal afluente, el río de Torremanzanas y el barranco de Gavarnera que nutren con sus aportes al río Monnegre. (<http://www.senderosdealicante.com/geologicos/lugares/monnegre.html>).

En cuanto a la geomorfología, el río Monnegre atraviesa materiales del Mesozoico, particularmente del Triásico, materiales del Terciario a su paso por la Cordillera Bética y materiales del Cuaternario, entre ellos sus propios aluviones. En su tramo medio atraviesa materiales blandos, fácilmente erosionables, agrandando su valle y excavando, no solamente los materiales triásicos del sustrato, si no sus propios aluviones. Además, presenta litologías de arcillas, margas, yesos y conglomerados (<http://www.senderosdealicante.com/geologicos/lugares/monnegre.html>).

En cuanto a la botánica, la ribera del cauce del Monnegre presenta una formación continua de vegetación riparia, constituida por diversas especies entre las que destacan las plantas herbáceas rizomatosas pertenecientes a la familia Poaceae como los carrizales y los cañaverales, tarayales, bosquetes de olmos, arbustos perennifolios como los adelfares, manchas de juncos y enneas, miembros de la familia Juncaceae y Typhaceae respectivamente, así como zarzales y otras especies trepadoras como la zarzaparrilla o la madreselva.

1.2.13. Río Vinalopó

El río Vinalopó que atraviesa de norte a sur la provincia alicantina dando nombre a las tres principales comarcas que atraviesa, el Alto, el Medio y el Bajo Vinalopó, nace en el Parque Natural de la Sierra de Mariola, al norte de la provincia de Alicante pero aún dentro de los límites de la provincia de Valencia, en el llamado Rincón de Bodí, en el término municipal de Bocairent alimentado por varias fuentes de entre las que destaca la Font de la Coveta (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-de-mariola/ruta-azul-descripcion>) (Figura 41).



Figura 41.- Mapa de situación geográfica del río Vinalopó.

Se caracteriza por su irregularidad interanual, como río típicamente mediterráneo, su caudal está condicionado por unas lluvias abundantes en otoño y en primavera y por un verano seco (<http://conocealicante.blogspot.com.es/p/rios-y-montananas.html>). El río Vinalopó recibe varias aportaciones de agua a su caudal a lo largo de su curso fluvial, dos de sus afluentes más importantes son el río Marchal, un pequeño río de corto recorrido que desemboca en el Vinalopó dentro del municipio de Bañeres; y el río Tarafa, que pasa por la localidad de Aspe, así como aguas de acuíferos de Villena. De hecho, es desde este último municipio cuando el Vinalopó comienza realmente a adquirir forma de río, esencialmente gracias a los aportes de los acuíferos de Villena.

Con una longitud total de 92 km y una cuenca de 1.691,7 km² de superficie, es un río de escaso caudal cuyo caudal medio es de 0,85 m³/s presentando su flujo máximo de caudal en invierno (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-de-mariola/ruta-azul-descripcion>).

Aunque sobre el lecho del río se construyeron dos presas, una de ellas, la de Elda es una pequeña obra con escasa capacidad de almacenamiento de agua debido al escaso desnivel que porta el río en esa parte de su recorrido. La segunda de ellas, la de Elche que, aunque tiene muy mermada su capacidad de almacenamiento por la gran cantidad de sedimentos acumulados con el paso del tiempo la, actualmente no acumula agua ya que la compuerta del aliviadero de esta está rota y el agua circula libremente y sin impedimento alguno. Y además su interés hidrológico para el riego es mínimo por la salinidad que caracteriza el agua del río en estas inmediaciones (<http://geoelx-vinalopo.blogspot.com.es/>). El río sufre una excesiva explotación de su preciado recurso hídrico mediante la utilización de azudes para el regadío en el curso alto, concretamente en los alrededores de Banyeres de Mariola hasta quedar sin agua desde la pedanía de El Salse o en valenciano El Salze perteneciente al municipio alicantino de Benejama, en adelante. Además, las escasas precipitaciones que tienen lugar en la zona, así como las aportaciones de aguas residuales e industriales, y la surgencia de aguas salobres, hacen que el río tenga un caudal escaso, muy salino y contaminado. Por otro lado, y durante el período estival, el cauce fluvial se halla completamente seco. Finalmente desemboca en el mar Mediterráneo a través de una desembocadura artificial, resultado de haber sido desviado el cauce natural del río haciéndolo además atravesar las Salinas de Santa Pola, aunque en cualquier caso es considerada la desembocadura oficial del río (*Gran Enciclopedia Temática de la Comunidad Valenciana*. Geografía. Editorial Prensa Valenciana. 2009.).

Geológicamente, el río Vinalopó atraviesa sierras de naturaleza caliza del Cretácico y valles de margas miocénicas. Además, y durante el Mioceno Superior, emergieron materiales más antiguos como arcillas y yesos del Triásico, el conocido Keuper, que aflora

donde la acción orogénica perforó la capa calcárea o donde los posteriores procesos kársticos lo dejan al descubierto (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-de-mariola/geologia>).

Encuanto a la botánica, el bosque de ribera está constituido por chopos (*Populus nigra*) sobretodo, pero también por álamos (*Populus alba*), sauces (*Salix* sp.), zarzas (*Rubus ulmifolius*), juncos (*Juncus* sp.), cañares (*Arundo donax*), carrizales (*Phragmites australis*), eneas (*Typha angustifolia* y *Typha latifolia*) y otras especies (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-de-mariola/ruta-azul-descripcion>).

1.2.14. Río Segura

El río Segura (río Blanco en árabe) es un importante río del sureste de España que recorre 325 km arropado y atravesando las provincias de Jaén, Albacete, Murcia y Alicante. Aunque gran parte del recorrido discurre por la provincia Murciana (http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.htm). Con una cuenca hidrográfica de 14.936 km² de superficie, el río Segura nace a 1413 m de altitud de una surgencia kárstica natural en el Parque Natural de las Sierras de Segura, Cazorla y Las Villas, concretamente en la Sierra de Segura a 5 kilómetros de Pontón Bajo, en una pequeña aldea llamada Fuente Segura, en el municipio de Santiago-Pontones de la provincia jienense. En el curso alto el río discurre encajado entre paredes calizas por un profundo y estrecho valle el cual se abre originando una llanura de inundación estrecha en la que comienzan a aparecer depósitos aluviales (<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/segura/embalse-anchuricas/default.aspx>).

En cuanto al régimen fluvial, el río Segura que cuenta a lo largo de su recorrido con numerosos afluentes, es un río pluvio-nival en su cabecera con recorrido sinuoso en este tramo, el cual es un ejemplo representativo de los ríos de montaña mediterránea calcárea. Sin embargo, en la mayor parte de su cuenca es un río pluvial

mediterráneo, con recorrido casi rectilíneo, y con un flujo hídrico irregular caracterizado por grandes crecidas otoñales que pueden causar importantes inundaciones, pero alternadas con periodos largos de sequía. Aunque normalmente desde el nacimiento al embalse de Anchuricas suele portar un caudal permanente. Además, y debido a los veinte embalses que retienen sus aguas a lo largo de su curso ondulado y con meandros, su caudal se encuentra completamente alterado, de modo que presenta el mínimo flujo en verano y el máximo en otoño. Además, en gran parte está canalizado para evitar inundaciones, aunque realmente actúan como desafortunados "cuellos de botella". A esto hay que añadir que es uno de los ríos españoles con mayor aprovechamiento hidrológico, sobre todo a su paso por Murcia y Alicante, y que a pesar que durante las últimas décadas ha sufrido graves problemas de contaminación de sus aguas, y con mayor intensidad en el curso bajo, pero afortunadamente, recientemente se ha apreciado una considerable mejora tras importantes inversiones en depuración y recuperación.

Su cuenca hidrográfica se divide en Curso alto, Curso medio y Curso bajo. En la presente tesis, solamente se ha muestreado el curso bajo, el cual se encuentra dentro de las inmediaciones de la provincia de Alicante (Figura 42) donde, además, recibe las aguas de su único afluente en tierras alicantinas, el río Chicamo. Cuando el río, entra en la provincia de Alicante, comienza el último tramo del mismo, la denominada Vega Baja del Segura, una amplia llanura fluvial de inundación donde el flujo se atenúa y merma considerablemente por su intenso aprovechamiento hídrico agrícola, presentando un caudal medio a su paso por el municipio de Orihuela de 5 m³/s y en la desembocadura, en Guardamar del Segura, de tan sólo 1 m³/s.



Figura 42.- Mapa de situación geográfica del Río Segura.

En cuanto al aspecto geológico, las litologías más representadas son las arenas, las dolomías, las margas, las arcillas y los limos (http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_101_segura_tcm7-450948.pdf).

En la actualidad, la desembocadura del río Segura está incluido dentro del Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana y del Inventario Nacional de Zonas Húmedas del Ministerio de Medio Ambiente (<http://ahsa.org.es/itinerarios-ornitologicos-desembocadura-del-río-segura>). En este enclave, el interés ornitológico reside en la alta variedad de especies presentes en un espacio relativamente pequeño, a causa de la confluencia de diferentes ambientes como el cauce del río, sus riberas intensamente pobladas de

carrizo, huertos, pinadas, dunas, playas y el frente litoral. Durante los meses de primavera y verano, en los densos carrizales aparecen paseriformes como el carricero común y el carricero tordal, sin embargo, durante los meses invernales se pueden observar otros como el pechiazul, el ruiseñor bastardo, el pájaro moscón, el martín pescador, la garceta común, el avetorillo. También durante esta estación se dejan ver aves asociadas a medios agrícolas como verderones, verdecillos, jilgueros, lavanderas blancas, currucas cabecinegras. La vegetación de la ribera es bastante densa, donde principalmente predomina la caña común (*Arundo donax*) y el carrizo (*Phragmites australis*) que en esta época permanece segado con pequeños charquitos y acúmulos de agua, adquiriendo así un aspecto de pastizal inundado, donde acuden andarríos chicos y grandes, agachadizas comunes, bisbitas comunes, correlimos, vuelvepedras, chorlitejos patinegros, charránes patinegros y comunes, charrancitos, picofinas, cabecinegras entre otras especies. Además, y dependiendo de la época del año, también se pueden ver grupos de cormorán grande, garza real, garza imperial, garcillas, calamones, fochas, pollas de agua, zampullines comunes y algunas especies de anátidas como el azulón, la cerceta común, el porrón común, y limícolas como cigüeñuelas, archibebe claros o chorlitejos de diferentes especies (<http://ahsa.org.es/itinerarios-ornitologicos-desembocadura-del-rio-segura>, <http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-el-fondo/fauna>).

En cuanto a la vegetación, las formaciones dominantes son el cañar y el carrizal, junto a ellas aparecen otras especies en menor cuantía como las eneas (*Typha angustifolia* y *T. latifolia*) y los juncos (*Scirpus holoschoenus*, *Juncus acutus* y *J. maritimus*, etc.) que se desarrollan únicamente en las riberas. Todas ellas capaces de desarrollarse tanto en las orillas secas del río como en el interior del agua hasta profundidades no superiores a los 50 cm, ya que pueden enraizar en el agua, los tallos son duros aunque flexibles evitando así ser derribados por el viento (<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-el-fondo/carrizal>, <http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-el-fondo/flora-y-vegetacion>). No obstante, en la cabecera y curso medio alto también aparecen fresnedas hidrófilas orientales, mimbreras calcófilas submediterráneas, saucedas negras bético-levantinas,

tarayales basófilos y halófilos, adelfares bético-levantinos, mimbreras calcófilas termófilas, choperas y avellanedas entre otras de menor presencia (<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/segura/embalse-anchuricas/default.aspx>).

El tramo que va desde la cabecera hasta embalse de Anchuricas, es considerado Reserva natural fluvial y se encuentra recogido en el Catálogo Nacional de Reservas Hidrológicas con un estado global, ecológico y químico de las aguas muy bueno según el Plan Hidrológico de 2015-2021. Al no presentar presiones antrópicas significativas, la alteración de sus procesos naturales es escasa concluyendo en un excelente nivel de conservación (http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_101_segura_tcm7-450948.pdf).

1.3. Metodología de estudio

1.3.1. Elección de los puntos de muestreo

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

1.3.2. Toma de datos

Todos los enclaves muestreados fueron georreferenciados mediante el sistema de coordenadas GMS (*Grados, Minutos, Segundos*), utilizando un dispositivo GPS portátil (Garmin Etrex Legend y Garmin GPS 12/datum WGS 84) (Figura 43 a). Y obteniendo igualmente, medida de la altitud, además de las coordenadas precisas de todos y cada uno de los puntos visitados. Por último, se tomaron fotografías tanto del ambiente general, circundante y concreto de los

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

distintos biotopos larvarios muestreados. La obtención de datos físico-químicos y ambientales, se llevó a cabo mediante la medición de la Tª del ambiente en (°C) con un termómetro ambiental digital modelo H560 DewPoin Pro, (Figura 43 b), y el estudio de los parámetros físico-químicos del agua *in situ*. Se realizó la determinación del pH, temperatura, conductividad, salinidad, potencial redox y solutos en disolución (TDS) del cuerpo hídrico muestreado, para lo que se empleó instrumental portátil multiparamétrico modelo Consort-C535 con una sonda combinada para pH y temperatura y otra para conductividad eléctrica y TDS, (Figura 43 c). La sonda de pH permitió la medida del mismo en un rango estándar de entre 0 y 14, con una resolución de 0,01, mientras que la sonda de temperatura lo permitió entre 0 y 100°C, habiéndose establecido como resolución una cifra decimal (0,1°C). La sonda de conductividad permitió la medida de la misma en un rango comprendido entre 0 y 1000 mS/cm, con una resolución de 0.01µS/cm, y de TDS entre 0 y 100 g/L, con una resolución de 0,1 g/L. La determinación de la salinidad es calculada automáticamente por el instrumental basándose en el “Extended Practical Salinity Scale” de 1978, con un rango comprendido entre 0 y 70‰, con una resolución de 0,1‰. La determinación de la medida de la concentración del O₂ disuelto se realizó por medio de la sonda de oxígeno disuelto Consort SZ10T. Para llevar a cabo este tipo de análisis, se sumergían las respectivas sondas en la colección de agua muestreada hasta la estabilización de la medida, efectuando, a continuación, la lectura y almacenaje de los datos en la siguiente plantilla (Tabla 1).



Figura 43.- a) GPS, b) termómetro ambiental digital y c) multiparámetro portátil.

Tabla 1: Plantilla de toma de datos.

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

Por último, se procedió a la caracterización cualitativa de los puntos de muestreo seleccionados. Para ello, se empleó una plantilla de procesado de datos diseñada para la obtención de la máxima información posible en base a la condición que mejor se ajustase para cada caso. En dicha plantilla se registraron parámetros referentes a la localización del punto de muestreo, su posición mediante coordenadas GPS, altitud, fecha, número de muestra, hora de inicio, el nivel de antropización del medio, características del hábitat larvario, morfometría, tipo de sustrato, características del ambiente acuático y su vegetación, nivel de insolación, etc.

1.3.3. Toma de muestras

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

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

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

Una vez analizados los lugares en los que se podía recolectar el material se procedía a la recolección de una muestra

representativa del material vegetal con pupas y larvas fijadas, intentando coger siempre una cantidad similar, pesando la muestra para poder hacer inferencias posteriores de densidad poblacional y hacer comparativas y extrapolaciones con otras materias vegetales, estación del año etc. y dilucidar o dar respuesta al hecho de que puedan ser más abundantes o de que prefieran un tipo de vegetal y no otro (Figura 44 a).

En algunos casos se recolectaban directamente a mano ya que se podían obtener sin dificultad y en otros casos se requería la ayuda de una tijera podadora para recolectar material robusto como podían ser las cañas o ramas de naturaleza leñosa. El material se introducía en bolsas de muestreo de material plástico y transparente cuando se trataba de gran cantidad o en duquesas cuando la cantidad era menor (Figura 44 b).

Cada una de las muestras conseguidas era correctamente etiquetada con la identificación del punto de muestreo en el que habían sido recogidas, así como la indicación de la fecha y colector. Esta identificación se correspondía con el mismo número de muestra adjudicado en la libreta de campo. Todo el material capturado a lo largo de la jornada de muestreo se transportaba en neveras refrigeradas (Figura 44 c), con la finalidad de conseguir que este material llegara al laboratorio en las mejores condiciones posibles para su tratamiento posterior.

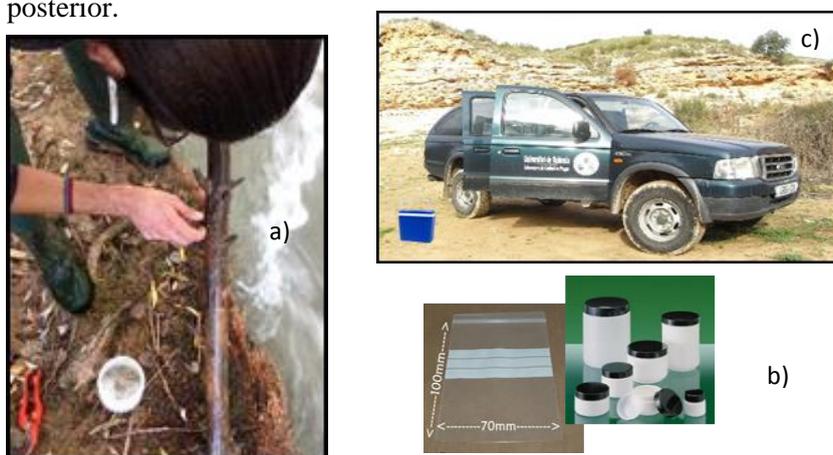


Figura 44.- a) recolección de ejemplares, b) almacenaje de la muestra y c) transporte del material.

1.3.4. Tratamiento de la muestra

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

Cada muestra se sumergía en una solución de alcohol de 80 volúmenes, con la finalidad de conseguir la muerte de los estados inmaduros y su fijación (Figura 45 a).

Pasados unos minutos, se procedía a la separación de las pupas de los sustratos a los que estaban adheridos (Figura 45 b), realizando la misma operación con las larvas que todavía se mantuvieran adheridas a los ellos.

Por último, se procedía a la separación de las pupas y de las larvas tras un filtrado (Figura 45 c) selectivo con la finalidad de conseguir un procedimiento más sencillo a la hora de la manipulación de la muestra.

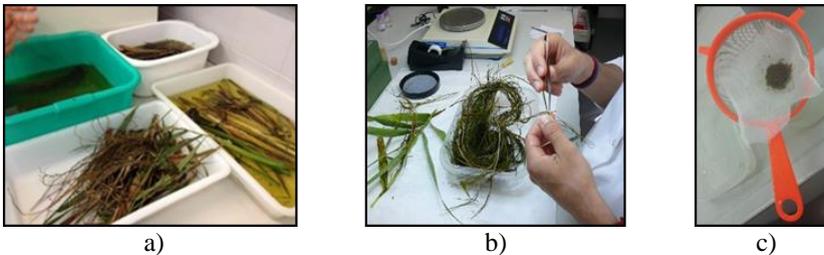


Figura 45.- a) inmersión en alcohol al 80%, b) separación de pupas del sustrato y c) colado de larvas.

Una vez que las formas inmaduras se encontraban separadas fueron depositadas en viales en alcohol de 80 volúmenes para su almacenamiento hasta el momento de su estudio (Figura 46 a). Cada uno de los viales, debidamente etiquetados eran depositadas en cajas de conservación adquiridas a tal fin, y mantenidos en los armarios de las colecciones del laboratorio (Figura 46 b).

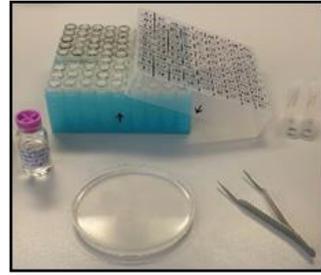


Figura 46.- a) muestras almacenadas hasta su identificación y b) muestras identificadas y depositadas en las colecciones de la Universidad de Valencia.

1.3.5. Identificación de la muestra

Para la identificación de las especies estudiadas se ha utilizado un microscopio-lupa estereoscópico/a modelo MZ APO de la marca Leica (Figura 47) asistida con fuente de luz fría marca Leica modelo CLS 100



X y se han seguido las clasificaciones propuestas por CROSSKEY (1987), que considera un número reducido de 58 géneros, que contienen a su vez subgéneros (González, 1990), recogiendo, no obstante, las modificaciones de la nomenclatura y sinonimias propuestas recientemente.

Figura 47.- Microscópio estereoscópico.

1.4. Mapas y figuras.

Para la confección de las figuras de localización geográfica de cada río, así como, para las de la representación de los puntos de muestreo, las de importancia sanitaria y veterinaria y las de la distribución en España y en el resto de Europa, se ha utilizado un sistema de información geográfica (SIG), concretamente ArcMap (<http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/>), una aplicación de escritorio de la versión 10.4.1 de ArcGIS Desktop Advanced Temp. bundle (<http://desktop.arcgis.com/es/>) con número de licencia temporal: ESU560556210.

1.5. Análisis estadístico

1.5.1. Tipos de datos recogidos

En una investigación científico-experimental se toman medidas de varias variables, tanto de aquellas en las que se centra nuestro interés de la investigación como de aquellas las cuales creemos que pueden afectar a las primeras de alguna manera o modular su presencia, ausencia, frecuencia, tamaño, abundancia, etc. Dichas variables se agrupan en dos tipos:

- Las **variables respuesta** o también llamadas variables dependientes que, en nuestro caso, fueron la abundancia de las distintas especies de simúlidos, la riqueza de especies, la diversidad y la equitatividad.
- Las **variables explicativas**, también llamadas predictoras o variables independientes que, representan el conocimiento que tenemos sobre las muestras recolectadas, suelen ser las variables ambientales. En nuestro caso, dichas variables representan la mayoría de las propiedades físico-químicas del agua y del entorno en el que se tomaron las muestras. Las variables medidas fueron las siguientes: altitud (msnm), temperatura atmosférica (°C), temperatura del agua (°C), pH, potencial de reducción-oxidación (redox) (mv), conductividad eléctrica (mS/cm), total de solutos disueltos (TDS) (g/L), turbidez (NTU), salinidad (g/L), oxígeno disuelto (O₂) (ppm y %). No obstante, y dado que cada una de las mencionadas variables han sido medidas en unidades de medida diferentes, esta casuística plantea algunas restricciones en el uso de métodos de ordenación (véase más adelante); por ello, y para subsanar el citado problema, las variables respuesta han sido estandarizadas en algunos de los análisis que se describirán más adelante con el fin de que puedan ser susceptibles de ser comparadas y analizadas de igual manera. Estas variables se pueden utilizar para predecir los valores de las variables respuesta en una situación concreta. Por ejemplo, podemos inferir cómo será la composición específica de una comunidad en función de las propiedades del ambiente. Las variables

explicativas pueden ser variables cuantitativas, estimaciones semicuantitativas expresadas en forma de escala, o variables categóricas, también conocidas bajo el nombre de variables cualitativas o factores, puesto que son medidas en categorías y no en valores numéricos. En nuestro caso hemos medido varias variables cualitativas como el tipo de sustrato del lecho fluvial, el flujo hídrico y el nivel antrópico. La variable “tipo de sustrato” se divide en cuatro categorías: rocoso (> 400 mm), pedregoso (64 - 400 mm), arenoso (0,375 - 64 mm) y cenagoso (0,00586 - 0,375 mm) basado en la escala granulométrica de Wentworth (WENTWOTH, 1922). La variable “flujo hídrico o velocidad de la corriente” está subdividida en tres categorías, flujo fuerte (3), flujo moderado (2) y flujo bajo (1). Cuando una estación de muestreo mostraba uno de los tres tipos de flujo se le daba el valor 1 y el valor 0 a las otras dos categorías. Pero en cualquier caso las variables fueron incluidas en el programa estadístico como factores numéricos. Una situación similar se dio con la variable “nivel antrópico”, la cual se subdividía en tres niveles según el grado de influencia del ser humano al medio ambiente: salvaje (1), rural (2) y urbano (3).

1.5.2. Análisis de datos

Todos los análisis realizados y los diagramas aportados referentes a los datos obtenidos durante las campañas de capturas de ejemplares de simúlidos en campo de la presente tesis doctoral, así como de los datos medidos de las variables ambientales, han sido realizados utilizando el software libre R versión 3.3.3 de 64-bit con Copyright (C) 2017 de La Fundación R para Computación Estadística (R Development Core Team, <https://cran.r-project.org>).

R es un lenguaje de programación enfocado al análisis estadístico. Se trata de uno de los lenguajes más utilizados en investigación por la comunidad estadística, siendo además muy popular en campos tan diversos como la minería de datos, las finanzas, la biomedicina y un largo etcétera. Además, permite cargar diferentes bibliotecas o paquetes con funcionalidades de cálculo y gráficas muy amplias que posibilitan diferentes análisis. Es decir, R forma parte de un proyecto

colaborativo y abierto donde los usuarios pueden publicar paquetes que extienden su configuración básica en un repositorio oficial de paquetes disponibles para cualquier usuario (IHAKA & GENTLEMAN, 1996).

R proporciona un amplio abanico de herramientas estadísticas (modelos no lineales y lineales, algoritmos de clasificación y agrupamiento, tests estadísticos entre muchas otras funciones. Asimismo, otra de las características de R es su capacidad gráfica, que permite generar gráficos con alta calidad.

En este trabajo se han utilizado distintos métodos de ordenación, esencialmente para dos propósitos. En primer lugar, con el objeto de estudiar si los puntos de muestreo se asemejan respecto a sus propiedades ambientales, se utilizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) (PERES-NETO *et al.*, 2005), el cual se representó en gráficas de colores mediante el uso de los paquetes “ggplot2” (<http://ggplot2.tidyverse.org>, <https://github.com/tidyverse/ggplot2>) y “ggfortify” de R (<https://github.com/sinhrks/ggfortify>). Y en segundo lugar, para explicar la similitud entre los ensamblados de las comunidades de simúlidos en función de las variables ambientales de los lugares en los que se han encontrado se utilizó el Análisis de Redundancia (RDA) (VAN DEN WOLLENBERG, 1977). Ambos son métodos de ordenación lineales (LEPŠ & ŠMILAUER, 2003).

a) Tratamiento de los datos: escalamiento, estandarización y gestión de valores perdidos.

Como las variables ambientales y los parámetros físico-químicos del agua difieren en su escala de medición (LEPŠ & ŠMILAUER, 2003), se estandarizaron mediante un escalamiento, es decir, se le otorgó a cada variable un valor máximo de 1 y el resto de datos se relativizaron de acuerdo con esta asunción. Esta manipulación de los datos fue precisa como paso previo al PCA, aunque en el programa R la manipulación de los datos y el análisis de componentes principales se llevan a cabo mediante el mismo comando.

Otra casuística a la que se tuvo que hacer frente, fue la de no tener valores para algunas variables debidos a eventos inesperados

tales como la avería de alguna de las sondas de medición del multiparámetro, etc. En nuestro caso, desafortunadamente tuvimos que enfrentarnos a esta tesitura puesto que en una ocasión se averió la sonda de medición del oxígeno disuelto en el agua, y desde que fue pedida a la empresa pertinente hasta que fue recibida, las estaciones muestreadas durante ese lapso de tiempo carecieron de dicho valor en todos y cada uno de los puntos muestreados. Similar situación volvió a repetirse con el aparato de medición de la turbidez del agua. Debido a la imposibilidad de regresar a la estación de muestreo a recolectar el dato perdido puesto que el valor de las características físico-químicas del río cambian a tiempo real, se nos presentaban dos posibilidades. La primera de ellas era la de dejar vacías las celdas destinadas a tal efecto. Pero no era la mejor opción ya que la hoja de cálculo tiende a interpretar la ausencia de datos como valores cero. Sin embargo, ese valor no se aproximaría a la realidad en muchos casos como por ejemplo el de ausencia de una especie. Por otro lado, la segunda opción es la ofrecida por algunos programas estadísticos los cuales proporcionan un valor a los datos no tomados a los que llamaremos valores perdidos. Esta técnica permite al programa estadístico lidiar con este problema de falta de valores en algunos datos, pero algunas de las técnicas de análisis requieren que no haya datos perdidos en las bases de datos que toman como objeto de análisis.

Frente a esta problemática, las opciones a considerar eran tres:

- 1 Eliminar las muestras que presentasen valores perdidos. Esta opción es recomendable cuando los valores perdidos son escasos y apenas conllevaría a la pérdida de un número ínfimo de muestras previo al análisis.
- 2 Por otro lado, si los valores perdidos se concentran en unas pocas variables, estas se podrían eliminar del conjunto de datos, e incluso según de qué variables se tratase se podría inferir sus valores con ayuda de otras variables que guarden una fuerte correlación con las que guarden una fuerte correlación.
- 3 Los dos métodos explicados anteriormente suponen la pérdida de gran cantidad de datos junto con las variables de datos

perdidos, algo inaceptable considerando el esfuerzo y el considerable costo asociado que conlleva la toma de muestras. Para evitar esta dramática decisión, se podría realizar un modelo de regresión múltiple utilizando para ello las muestras sin valores perdidos para predecir el valor perdido de una variable, o se podría tomar el valor promedio de la variable o variables implicadas bajo esta situación calculado a partir del resto de las muestras, reemplazando el valor perdido por dicho valor promedio. En cualquier caso, el número de datos perdidos representa un porcentaje ínfimo del total de datos que componen la base de datos.

Finalmente, se optó por esta tercera opción con el objetivo de solucionar la problemática explicada anteriormente. Debido a la imposibilidad de regresar a la estación de muestreo a recolectar el dato perdido puesto que el valor de las características físico-químicas del río cambian a tiempo real, en la base de datos generada se registraron valores perdidos. Sin embargo, debido a que algunas de las técnicas de análisis requieren que no haya datos perdidos en las bases de datos que toman como objeto de análisis, se estimó el valor de las celdas perdidas mediante un modelo predictivo de regresión.

b) Análisis de Componentes Principales (PCA), caracterización de los principales parámetros físico-químicos y ambientales de las cuencas y muestreos estudiados.

En esta tesis doctoral, se utilizó el Análisis de Componentes Principales (PCA) para caracterizar los puntos de muestreo y ordenarlos según su parecido en las condiciones físico-químicas y ambientales. El PCA es una técnica estadística multivariante que sintetiza la información, reduciendo las dimensiones, es decir, el número de variables (en nuestro caso, variables ambientales). Esto es útil cuando se cuenta con una base de datos con muchas variables, por tanto, el objetivo es descartar o no tener en cuenta aquellas menos importantes para nuestro objetivo, reduciéndolas a un menor número el cual nos asegure la menor pérdida de información posible. El PCA transforma las variables originales estandarizadas en nuevas variables ortogonales entre sí, los componentes, los cuales son desiguales en

cuanto a la información que explican, lo que significa que unos componentes son muy informativos y otros menos. Esta desigualdad generada al crear los componentes permite elegir, entre ellos, “los principales” y eliminar o no considerar los menos importantes (LEPS & ŠMILAUER, 2003).

c) Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función de las características físico-químicas de los muestreos efectuados

Para estudiar si hay diferencias en la comunidad de pupas de simúlidos en función de las características de los ambientes en que se han encontrado se realizó un Análisis de Correspondencias Canónico (CCA) (HOTELLING, 1933), una técnica multivariante que permite representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre un conjunto de objetos (en este caso las abundancias de las diferentes especies de simúlidos determinadas, 21 en total) condicionados por una serie de variables predictoras (en este caso, las variables físico-químicas del agua estudiadas, tomadas de 116 muestreos).

En resumen, un CCA se vale de las variables explicativas y de las variables respuesta para explicar si los diferentes muestreos se parecen entre sí en mayor o menor grado en cuanto al ensamblado de especies que presentan, de acuerdo a las características de las variables ambientales medidas.

Previamente a la realización del CCA, se estudió si la asociación de los ensamblados de especies de muestreo y las variables ambientales guarda una relación lineal (con lo que la técnica adecuada de análisis para este objetivo sería el Análisis de Redundancia, o RDA) o no lineal (con lo que la técnica adecuada sería el CCA). Para ello, se estimó la longitud de los ejes (>3), sugiriendo una relación no lineal y se optó finalmente por el análisis CCA de acuerdo con las recomendaciones de LEPS & SMILAUER (2003). Una vez determinado el tipo de análisis más adecuado dada la naturaleza de los datos, se procedió a seleccionar las variables más significativas en la diferenciación de ensamblados mediante una técnica de adición

secuencial de variables (esto es, por pasos), tomando como referencia de ajuste el valor R^2 del modelo CCA original con todas las variables. La significación de las variables introducidas a cada paso se infirió a partir de una prueba F entre las varianzas explicadas por modelos anidados (incluyendo una nueva variable en cada paso). La mejor adecuación de los distintos modelos se comprobó mediante el criterio AIC de bondad de ajuste (AKAIKE, 1974).

El AIC, es un tipo de indicador con criterio de información, los cuales poseen la capacidad de predecir un modelo estadístico, aunque cuanto más complejo sea el modelo peor será su capacidad para predecirlo entre un abanico amplio de situaciones diferentes. Es decir, cuantas más variables y cuantas más interrelaciones existan entre los componentes, más concretas serán las predicciones, pero menos aplicables en general. Por otro lado, si un modelo es sencillo, e incluye sólo los componentes con mayor importancia en el sistema, podrá predecirlo en un mayor número de escenarios aceptando siempre un cierto error de precisión (AKAIKE, 1974; <http://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/AIC.html>).

Por ello se suelen buscar los modelos estadísticos más simplificados reduciendo el número de variables predictoras a considerar hasta alcanzar el mejor modelo posible, es decir, el más parsimonioso, aquel que explica lo máximo posible considerando el menor número de parámetros. Para encontrar dicho modelo, se precisa de un indicador capaz de medir la capacidad explicativa o bondad de ajuste y penalizar de acuerdo al grado de complejidad de este (AKAIKE, 1974; <http://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/AIC.html>).

El Criterio de Información de Akaike, del inglés AIC (Akaike Information Criterion) utiliza la función de verosimilitud (Maximum Likelihood) como criterio de bondad de ajuste y el número de parámetros como medida de complejidad. Se expresa mediante la fórmula:

$$AIC = 2K - 2\ln(L)$$

Donde k es el número de parámetros y L el valor máximo en la función de verosimilitud.

El AIC mide la bondad de ajuste a partir de la máxima verosimilitud del modelo, y la complejidad a partir del número de parámetros. Donde la verosimilitud es la probabilidad de los datos condicionada a los k parámetros del modelo y por lo tanto, cuanto más alto sea el valor de máxima verosimilitud mejor ajustado estará el modelo a los datos. el AIC tiene como objetivo seleccionar el modelo que mejores predicciones haga dentro de los datos que lo han generado (AKAIKE, 1974; <http://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/AIC.html>). Por tanto, cuanto más pequeño sea el valor de AIC, mejor se ajusta el modelo a la realidad.

El AIC ha sido calculado mediante la función AIC del paquete `stats` de R (<https://cran.r-project.org/web/packages/AICcmodavg/AICcmodavg.pdf>, <https://rweb.stat.umn.edu/R/library/stats4/html/00Index.html>).

d) Óptimos y tolerancias frente a las variables físico-químicas del agua de las especies de simúlidos

Para ilustrar los valores óptimos y el rango de tolerancia a las tres variables físico-químicas del agua de mayor importancia de cada una de las especies de simúlidos identificadas, se decantó por la utilización de diagramas tipo Caterpillar realizados mediante la función *caterpillarplot* del paquete “analogue” de R (<https://cran.r-project.org/web/packages/analogue/index.html>).

e) Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de sustrato y análisis de especies indicadoras

El análisis permanova (ANDERSON, 2001), es un método estadístico de análisis de la varianza, para las variables respuesta multidimensionales, como por ejemplo los ensamblados de especies. En este caso, se utilizó para estudiar el efecto del tipo de sustrato sobre los ensamblados de estas pupas. Así, se consideraron los sustratos sobre los cuales se han encontrado adheridas las pupas y larvas de las 21 especies determinadas como niveles de un factor de clasificación. El análisis permanova se realizó, mediante la función *adonis* del paquete “vegan” de R (<https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>) con 999 permutaciones.

Asociado al permanova, la técnica de Escalado Multidimensional no Métrico (NMDS) (KRUSKAL, 1964) permite representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre un conjunto de objetos. Como método de ordenación, se basa en la relación entre las distancias de las variables biológicas (especies) calculadas a partir de una matriz de sitios x especies. En este caso, se realizó un NMDS sobre los ensamblados de especies presentes en cada uno de los sustratos en los que se encontraron pupas y larvas de simúlidos adheridas y/o fijadas sobre ellos en el momento de la recolección. La bondad de ajuste del NMDS se estimó con el valor de estrés (GREENACRE & PRIMICERIO, 2013) mediante la función *stressplot* del paquete “vegan” de R (<https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>) considerándose el valor 0,20 como límite para aceptar el NMDS.

Para conocer si hay especies indicadoras de algún tipo de sustrato se realizó un análisis IndVal (DUFRENE & LEGENDRE, 1997), del paquete “labdsv” de R (<http://ecology.msu.montana.edu/labdsv/R>), basado en la matriz de distancias de Bray-Curtis de disimilaridad (BRAY & CURTIS, 1957). De esta manera, hay especies que son más abundantes en un tipo específico de hábitat (en nuestro caso hablaremos del sustrato que les sirve como soporte), por tanto, esta mayor abundancia de ejemplares asociados a un tipo de sustrato en cuestión se llama especificidad. Además, que una especie de mosca negra se encuentre predominantemente en un hábitat característico, es decir, sobre un tipo de sustrato en particular, es lo que se define como fidelidad, ya que preferentemente encontraremos esa especie de simúlido sobre ese sustrato en particular. Por ello, se han medido los índices de Especificidad (S) y Fidelidad (F) (ALTMAN & BLAND, 1994) para cada especie de simúlido de acuerdo con los sustratos sobre los cuales se encontraron asidos.

$$\text{Especificidad}_{ij} = N \text{ individuos}_{ij} / N \text{ individuos}_i$$

Donde “ $N \text{ individuos}_{ij}$ ” es el número medio de individuos de la especie de simúlido “ i ” en los sustratos “ j ”, y “ $N \text{ individuos}_i$ ” es la suma de los números medios de individuos de la especie i en todos los sustratos. En

otras palabras, la especificidad mide si la especie sólo se encuentra en ese sustrato y no en otros.

$$\text{Fidelidad}_{ij} = N \text{ sitios}_{ij} / N \text{ sitios}_j$$

Donde “ $N \text{ sitios}_{ij}$ ” es el número de ocasiones en el sustrato j donde está presente la especie i , y “ $N \text{ sitios}_j$ ” es el número total de ocasiones con esa especie. O lo que es lo mismo, la fidelidad mide si una especie se encuentra siempre en el mismo tipo de sustrato y no en otro distinto, es decir si los sustratos de ese tipo únicamente contienen esa especie de simúlido.

Asimismo, con el objetivo de averiguar si alguna especie de mosca negra se puede considerar indicativa o indicadora de su presencia en un sustrato específico, es decir, definir una especie como indicadora de sustrato o viceversa, se ha calculado el valor del indicador (IndVal) de una especie ‘ i ’ en relación con un tipo de sustrato ‘ j ’:

$$\text{IndVal}_{ij} = \text{Especificidad}_{ij} \times \text{Fidelidad}_{ij} \times 100$$

Donde IndVal_{ij} es el valor indicador de una especie ‘ i ’ en relación con un tipo de sitio ‘ j ’, $\text{Especificidad}_{ij}$ es la proporción de sitios de tipo ‘ j ’ con la especie ‘ i ’, y Fidelidad_{ij} es la proporción de la cantidad de individuos (abundancia) de especies ‘ i ’ que están en un tipo de sitio ‘ j ’.

f) Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de cuenca y análisis de especies indicadoras

Con el fin de estudiar si existen diferencias entre las diferentes cuencas hidrográficas respecto a las especies de simúlidos que ostentan se ha utilizado un análisis Permanova. Para ello, se utilizó la función `adonis` del paquete `vegan` de R con un número máximo de permutaciones, 999.

De manera similar al análisis por sustrato, también se ha utilizado un Escalado Multidimensional no Métrico (NMDS) de las cuencas y especies como método de ordenación de las distancias, con lo cual linealiza la relación entre las distancias de las cuencas y las distancias de las especies de simúlidos calculadas a partir de una matriz de sitios x especies.

g) Estudio de la riqueza de especies, diversidad y equitatividad

El concepto de diversidad específica se refiere al número de especies diferentes que se presentan en un lugar determinado. Para calcular la diversidad de especies de un área de estudio existen varios índices que nos permiten averiguar esta inquietud científica. Los índices de diversidad, combinan tanto la riqueza de especies como la equitatividad en un solo valor. En la presente tesis se han utilizado algunos de ellos para estudiar qué cuencas y puntos de muestreo son más diversos. En concreto, se han estudiado el Índice de diversidad de Shannon (H') (SHANNON & WEAVER, 1949), el Índice de diversidad de Simpson ($1-D_{Si}$) (SIMPSON, 1949), la Riqueza de especies (S), el Índice de Equitatividad de Pielou (J') (PIELOU, 1969).

- Índice de diversidad de Shannon (H'), cuya expresión es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde “ S ” es el número de especies, es decir, la riqueza de especies; “ p_i ” es la proporción de individuos de la especie i (n_i) respecto al total de individuos (N), es decir, la abundancia relativa de la especie i .

En el capítulo de resultados, se considerará que el índice de Shannon muestra una diversidad alta cuando el valor de la equitatividad y/o el del índice de Simpson se aproximen a 1. Además, valores altos de Simpson están correlacionados con valores altos de H' .

- Índice de diversidad de Simpson ($1-D_{Si}$), cuya expresión es:

$$1 - D_{Si} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde D_{Si} es la dominancia, y p_i hace referencia a la abundancia proporcional de la especie i . Se estudió la diversidad a diferentes escalas de estudio: (1) por sustratos, ya que es importante averiguar si

las diferentes especies de simúlidos identificadas muestran o no algún tipo de preferencia a la hora de asirse y establecerse sobre un tipo u otro de sustrato, ya sea de naturaleza inerte como superficies inanimadas de origen natural o antrópico, o de tipo vegetal; y (2) por cuencas y muestreos, con el fin de determinar si alguno de ellos es más diverso que otros o si de lo contrario se asemejan entre si y no se percibe diferencia.

Es de relevancia clarificar que el valor de este índice oscila entre 0 y 1, con lo que cuando se aproxime a 0 indicará que la diversidad es baja y cuando se acerque a 1 será indicativo de que la diversidad es elevada.

-Índice de Equitatividad de Pielou, describe cómo se distribuye la abundancia de las especies, se expresa como:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Donde H' es el Índice de Shannon y $\log_2 S$ es la diversidad máxima (H'_{max}).

Es de importancia aclarar que el valor de este índice oscila entre 0 y 1, con lo que cuando se aproxime a 1 indicará que la distribución de la abundancia de las especies presentes en un muestreo es equitativa y cuando se aproxime a 0 será indicativo de que la distribución de la abundancia de las especies presentes es diferente y que alguna de ellas actúa como dominante sobre las demás. Dentro de este rango de oscilación, se considerará que la distribución de la abundancia de las especies presentes es bastante equitativa cuando el valor de Pielou sea igual o superior a 0,7. Además, el valor de este índice cercano a la unidad indica que la diversidad se acerca a la máxima posible con el número de especies identificadas en cada muestreo estando sus abundancias repartidas equitativamente.

**CAPÍTULO 4. REVISIÓN DE LA
FAMILIA SIMULIIDAE EN ESPAÑA**

Se presenta una lista actualizada de las especies de los simúlidos en España, junto con mapas que muestran la distribución provincial de cada una de las especies conocidas.

1. PRECEDENTES

La falta de estudios entomológicos en España, se refleja igualmente en la familia Simuliidae pese a que diversos autores han llevado a término trabajos en áreas concretas del país como los de CARLSSON (1969) en el sur de España, el de PUIG *et al.*, (1984) en Asturias, el de GONZÁLEZ (1985) en Barcelona, el de CASADO *et al.*, (1990) en Madrid, el de CROSSKEY (1991a) en las Islas Baleares, o el de CROSSKEY *et al.*, (1998) en Canarias, entre otros.

No obstante, resultan muy escasos los estudios que abordan de manera global las especies presentes en el país, excepción hecha de los trabajos de ANTIGA (1888), seguida de las de STROBL (1900, 1906), CZERNY & STROBL (1909), y otros artículos como GRENIER & BERTRAND (1954) o GONZÁLEZ *et al.*, (2002), entre otros. Destacan por su especial interés los trabajos de BELQAT & GARRIDO (2008), el más detallado hasta el momento sobre la simuliidofauna española, así como el de ADLER & CROSSKEY (2016) que proporciona información detallada y actualizada sobre la taxonomía mundial del grupo. Siguiendo los pasos de las dos últimas obras citadas, y tras una intensa y exhaustiva consulta y búsqueda bibliográfica de los trabajos publicados sobre la familia de dípteros objetivo de estudio a los que se ha podido acceder. A la vista de los estudios preliminares realizados sobre la fauna española y tras una intensa y exhaustiva búsqueda y consulta de los trabajos publicados en los que está inmersa la fauna de España y con el objetivo de aportar información actualizada sobre las especies de mosca negra presentes en España, se ha elaborado este apartado aportando además mapas con la distribución provincial conocida hasta el momento de cada una de las especies de las que se tiene constancia. También se ha agregado la distribución de las especies halladas tras la elaboración de la presente tesis doctoral, las cuales, por tanto, deben ser consideradas como nuevas citas para tales provincias. Como consecuencia, la distribución de muchas especies ha sido ampliada y/o corroborada su presencia y

permanencia en aquellas provincias en las que ya fueron citadas con anterioridad a este trabajo de investigación.

1.1. Especies de simúlidos documentadas en España

Tras la revisión realizada, se puede concluir que en España se han registrado un total de 52 especies de simúlidos. De acuerdo con los criterios de nomenclatura utilizados por ADLER & CROSSKEY (2016), estas 52 especies pertenecen a 5 géneros: *Prosimulium* (4), *Urosimulium* (2), *Greniera* (1), *Metacnephia* (2), *Simulium* (43); agrupados en 7 subgéneros: *Eusimulium*, *Hellichiella*, *Nevermania*, *Rubzovia*, *Simulium*, *Trichodagmia* y *Wilhelmia*; y en 11 grupos de especies: *Hirtipes*, *Fabri*, *Congareenarum*, *Ruficorne*, *Vernum*, *Argenteostriatum*, *Bezzi*, *Ornatum*, *Reptans*, *Tuberosum*, *Variiegatum*, *Albellum* y *Equinum*. Y tras la investigación llevada a cabo, de dichas 52 especies, se han encontrado 21 especies presentes en la Comunidad Valenciana, Albacete, Cuenca y Teruel, las 6 provincias donde se ha realizado el estudio, siendo las que siguen: *M. blanci*, *S. angustipes*, *S. angustitarse*, *S. argyreatum*, *S. bertrandi*, *S. bezzi*, *S. carthusiense*, *S. cryophilum*, *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. intermedium*, *S. lineatum*, *S. ornatum*, *S. petricolum*, *S. pseudequinum*, *S. quadrifila*, *S. reptans*, *S. sergenti*, *S. trifasciatum*, *S. velutinum*, *S. xanthinum*. Estas especies se engloban en los géneros *Simulium* y *Metacnephia*, ambos 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).

1.2. Clasificación taxonómica

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

- Orden Diptera Linnaeus
Infraorden Culicomorpha Hennig
Superfamilia Simulioidea Newman
Familia Simuliidae Newman, 1834
Subfamilia Parasimuliinae Smart, 1945
Género *Prosimulium* Roubaud, 1906
Hirtipes grupo de especies
Prosimulium hirtipes (Fries, 1824)
Prosimulium latimucro (Enderlein, 1925)
Prosimulium rufipes (Meigen, 1830)
Prosimulium tomosvaryi (Enderlein, 1921)
Género *Urosimulium* Contini, 1963
Urosimulium aculeatum (Rivosecchi, 1963)
Urosimulium faurei (Bernard, Grenier & Bailly-Choumara, 1972)
Género *Greniera* Doby & David, 1959
Fabri grupo de especies
Greniera fabri Doby & David, 1959
Género *Metacnephia* Crosskey, 1969
Metacnephia blanci (Grenier (Theodorides, 1953)
Metacnephia nuragica Rivosecchi, Raastad & Contini, 1975
Género *Simulium* Latreille, 1802
Subgénero *Boophthora* Enderlein, 1921
Simulium (Boophthora) erythrocephalum (De Geer, 1776)
Subgénero *Eusimulium* Roubaud, 1906
Simulium (Eusimulium) angustipes Edwards, 1915
Simulium (Eusimulium) aureum Fries, 1824
Simulium (Eusimulium) guimari Becker, 1908
Simulium (Eusimulium) petricolum (Rivosecchi, 1963)
Simulium (Eusimulium) rubzovianum (Sherban, 1961)
Simulium (Eusimulium) velutinum (Santos Abreu, 1922)
Subgénero *Hellichiella* Rivosecchi & Cardinals, 1975
Congareenarum grupo de especies
Simulium (Hellichiella) latipes (Meigen, 1804)
Subgénero *Nevermannia* Enderlein, 1921
Ruficorne grupo de especies
Simulium (Nevermania) angustitarse (Lundström, 1911)
Simulium (Nevermania) lundstromi (Enderlein, 1921)

- Simulium (Nevermania) ruficorne* Macquart, 1838
Vernum grupo de especies
Simulium (Nevermania) armoricanum Doby & David, 1961
Simulium (Nevermania) bertrandi Grenier & Dorier, 1959
Simulium (Nevermania) brevidens (Rubtsov, 1956)
Simulium (Nevermania) carthusiense Grenier & Dorier, 1959
Simulium (Nevermania) costatum Friederichs, 1920
Simulium (Nevermania) cryophilum (Rubtsov, 1959)
Simulium (Nevermania) naturale Davies, 1966
Simulium (Nevermania) quasidelcolletum Crosskey, [1988] [1987]
Simulium (Nevermania) vernum Macquart, 1826
Subgénero *Rubzovia* Petrova, 1983
Simulium (Rubzovia) lamachi Doby & David, 1960
Simulium (Rubzovia) paraloutetense Crosskey, 1988
Subgénero *Simulium* Latreille, 1802
Argenteostriatum grupo de especies
Simulium (Simulium) argenteostriatum Strobl, 1898
Simulium (Simulium) hispaniola Grenier & Bertrand, 1954
Bezzi grupo de especies
Simulium (Simulium) bezzi (Corti, 1914)
Ornatum grupo de especies
Simulium (Simulium) intermedium Roubaud, 1906
Simulium (Simulium) ornatum Meigen, 1818
Simulium (Simulium) trifasciatum Curtis, 1839
Reptans grupo de especies
Simulium (Simulium) reptans (Linnaeus, 1758)
Tuberosum grupo de especies
Simulium (Simulium) tuberosum (Lundström, 1911)
Variegatum grupo de especies
Simulium (Simulium) argyreatum Meigen, 1838
Simulium (Simulium) maximum (Knoz, 1961)
Simulium (Simulium) monticola Friederichs, 1920
Simulium (Simulium) variegatum Meigen, 1818
Simulium (Simulium) xanthinum Edwards, 1933
Subgénero *Trichodagmia* Enderlein, 1934
Albellum grupo de especies

Simulium (Trichodagmia) auricoma Meigen, 1818

Simulium (Trichodagmia) galloprovinciale Giudicelli, 1963

Simulium (Trichodagmia) ibericum Crosskey & Santos Grácio, 1985

Subgénero *Wilhelmia* Enderlein, 1921

Equinum grupo de especies

Simulium (Wilhelmia) equinum (Linnaeus, 1758)

Simulium (Wilhelmia) lineatum (Meigen, 1804)

Simulium (Wilhelmia) pseudequinum Séguy, 1921

Simulium (Wilhelmia) quadrifila Grenier, Faure & Laurent, 1957

Simulium (Wilhelmia) sergenti Edwards, 1923

1.3. Especies presentes en España

- Género *Prosimulium* Roubaud, 1906

Especies del grupo *Hirtipes*

- ***P. hirtipes*** (Fries, 1824). Se distribuye en Alemania, Andorra, Austria, Bélgica, Bosnia, China (Heilongjiang, Mongolia interior y Liaoning), Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña (Escocia e Inglaterra), Holanda (del cual existen citas no confirmadas de su presencia), Hungría, Irlanda, Italia (incluida Sicilia), Letonia, Luxemburgo, Noruega, Polonia, República Checa, Rumanía, Rusia (Centro y Norte) y (Este y Oeste) de la Rusia Siberiana, Suecia, Suiza y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 164).

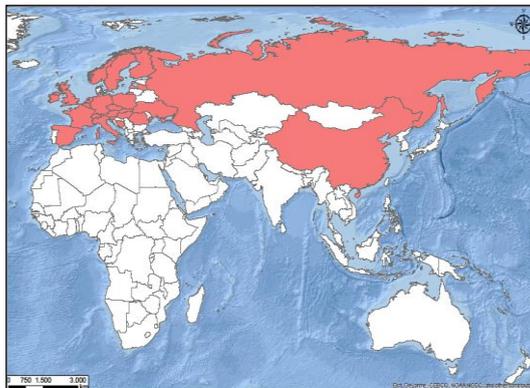


Figura 164.- Distribución por países de *P. hirtipes*.

En España ha sido citada su presencia en las provincias de Barcelona, Lérida, Madrid (CASADO *et al.*, 1990; GONZÁLEZ,

1990; GONZÁLEZ, 1997; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986, 1987), Gerona (PUIG *et al.*, 1984, 1987; GONZÁLEZ, 1990) (Figura 165) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

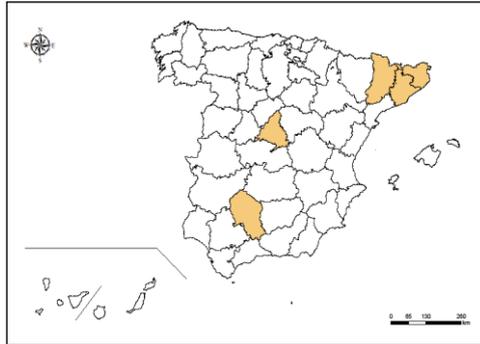


Figura 165.- Distribución provincial de *P. hirtipes*.

- *P. latimucro* (Enderlein, 1925). Su distribución abarca los siguientes países: Alemania, Austria, Bosnia, Bulgaria, Eslovaquia, España, Francia (incluida Córcega), Gran Bretaña (Escocia, Gales e Inglaterra), Italia, Irlanda, Marruecos (del cual existen citas no confirmadas de su presencia), Montenegro, Noruega, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía y Suiza (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 166).

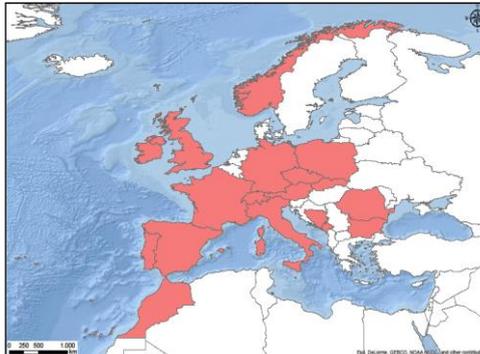


Figura 166.- Distribución por países de *P. latimucro*.

En España ha sido cita su presencia en las provincias de Almería (CARLSSON, 1969; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993), Granada (GRENIER & BERTRAND, 1954; CARLSSON, 1969;

BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Huesca, Cantabria (GRENIER & BERTRAND, 1954), Jaén (CARLSSON, 1969; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Lérida (GRENIER & BERTRAND, 1954; GONZÁLEZ, 1990), Madrid (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 167) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

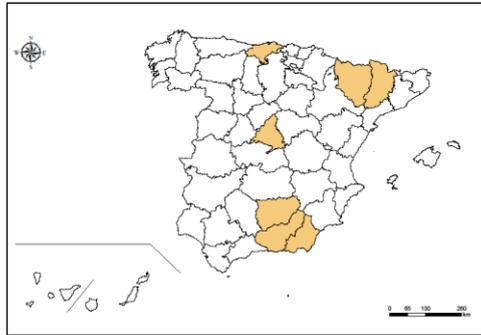


Figura 167.- Distribución provincial de *P. latimucro*.

- *P. rufipes* (Meigen, 1830). Distribuida en países como Alemania, Andorra, Argelia, Austria, Bosnia, Bulgaria, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Hungría, Italia (incluida Sicilia), Letonia, Luxemburgo, Montenegro, Polonia, República Checa, Rumanía, Serbia, Suiza, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017), (Figura 168).



Figura 168.- Distribución por países de *P. rufipes*.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

En España ha sido mencionada en las provincias de Cádiz (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Gerona (PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), Lérida (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Madrid, Málaga (STROBL, 1906) (Figura 169) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 169.- Distribución provincial de *P. rufipes*.

- *P. tomosvaryi* (Enderlein, 1921). Presente en Alemania, Andorra, Armenia, Austria, Azerbaiyán, Bélgica, Bosnia, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Georgia, Gran Bretaña (Escocia e Inglaterra), Grecia, Hungría, Irlanda, Italia (incluida Sicilia), Luxemburgo, Marruecos, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Serbia, Suiza, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 170).

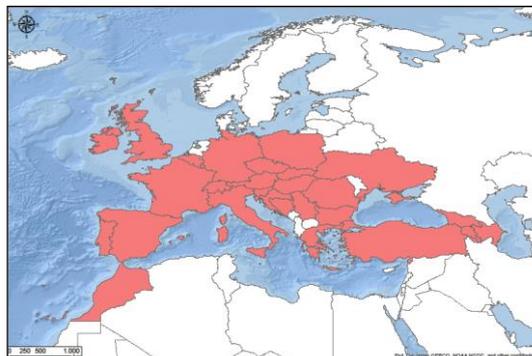


Figura 170.- Distribución por países de *P. tomosvaryi*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Ávila, Burgos, Ciudad Real, Cuenca, León, Lérida, Madrid, Segovia (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Cádiz (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 171) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

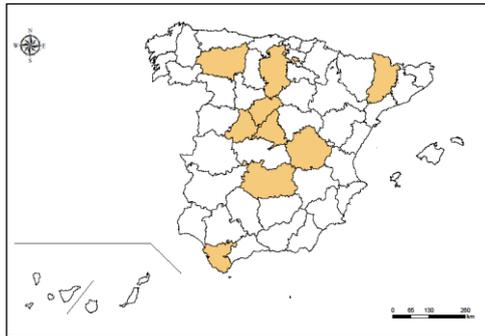


Figura 171.- Distribución provincial de *P. tomosvaryi*.

- Género *Urosimulium* Contini, 1963.

- *U. aculeatum* (Rivosecchi, 1963). Presente tan sólo en Italia (incluidas Cerdeña y Sicilia) y España (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 172).

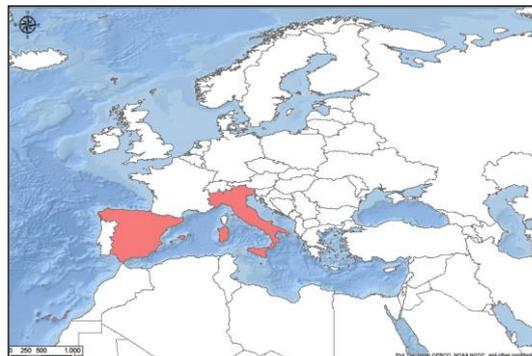


Figura 172.- Distribución por países de *U. aculeatum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986), Islas Baleares (CROSSKEY, 1991a; ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 173) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

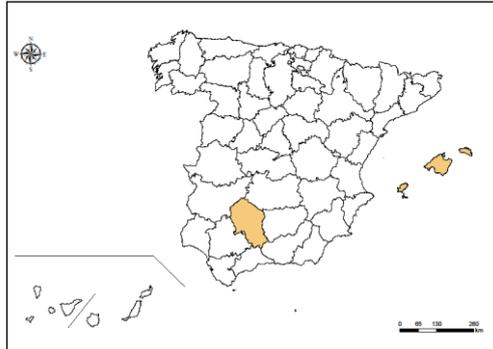


Figura 173.- Distribución provincial de *U. aculeatum*.

- *U. faurei* (Bernard, Grenier & Bailly-Choumara, 1972). Especie de distribución escasa de la cual apenas se ha registrado su presencia en Argelia, España y Marruecos (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 174).

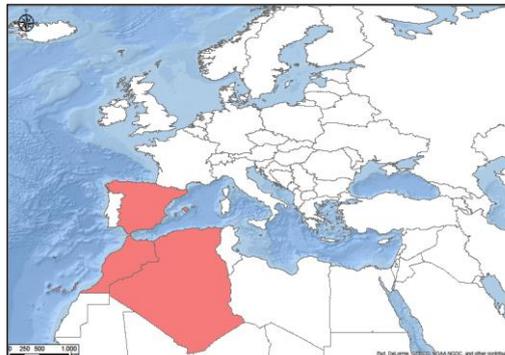


Figura 174.- Distribución por países de *U. faurei*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Ciudad Real (GONZÁLEZ *et al.*, 1986; GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Islas Baleares (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 175) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 175.- Distribución provincial de *U. faurei*.

- Género *Greniera* Doby & David, 1959

Especies del grupo Fabri

- *G. fabri* Doby & David, 1959. (ADLER & CROSSKEY, 2017). Se presenta en países tales como Argelia, España, Italia (incluida Cerdeña), Francia y Marruecos (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 176).

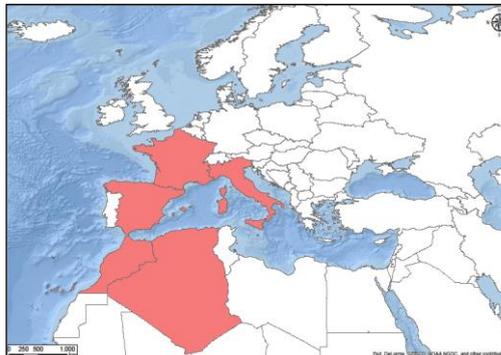


Figura 176.- Distribución por países de *G. fabri*.

En España ha sido mencionada su presencia tan sólo en la provincia de Ciudad Real (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 177) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 177.- Distribución provincial de *G. fabri*.

- Género *Metacnephia* Crosskey, 1969

- *M. blanci* (Grenier & Theodorides, 1953). Presente en Argelia, España, Francia, Italia (incluida Sicilia), Macedonia, Marruecos (en el cual existen citas no confirmadas de su presencia), Portugal, Rumanía, Serbia y Túnez (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 178).

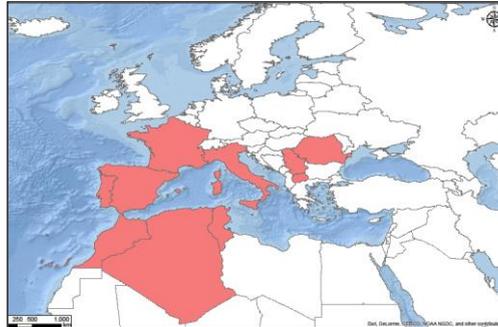


Figura 178.- Distribución por países de *M. blanci*.

En España esta especie ha sido mencionada en las provincias de Burgos, Ciudad Real, Lérida, Palencia, Salamanca, Soria, Valladolid (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Cádiz, Huelva, Jaén (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986), Málaga (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002; GONZÁLEZ *et al.*, 2002). También en Castellón, Teruel y Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ,

2017b). Siendo por tanto primera cita en Castellón, Teruel y Valencia (Figura 179) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

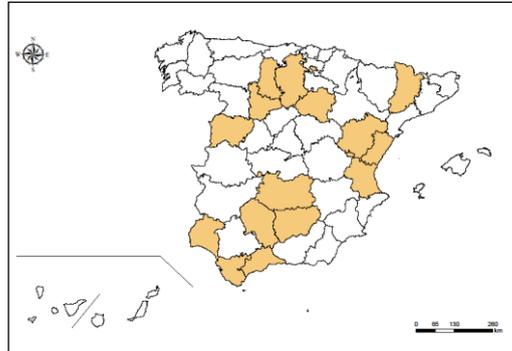


Figura 179.- Distribución provincial de *M. blanci*.

- *M. nuragica* Rivosecchi, Raastad & Contini, 1975. Se distribuye en España, Portugal e Italia (incluida Cerdeña) (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 180).

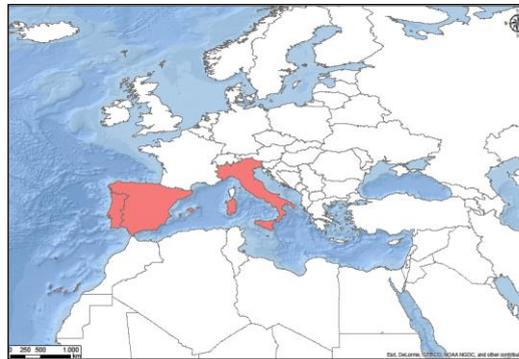


Figura 180.- Distribución por países de *M. nuragica*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Almería, Huelva (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Badajoz (MARTINEZ & PORTILLO, 1999b), Cáceres (GONZÁLEZ, 1990; MARTINEZ & PORTILLO, 1999b), Ciudad Real, Segovia (GONZÁLEZ, 1990; GONZALEZ, 1997), Córdoba (CARLSSON, 1969; GONZÁLEZ *et al.*, 1986; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) (Figura 181) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

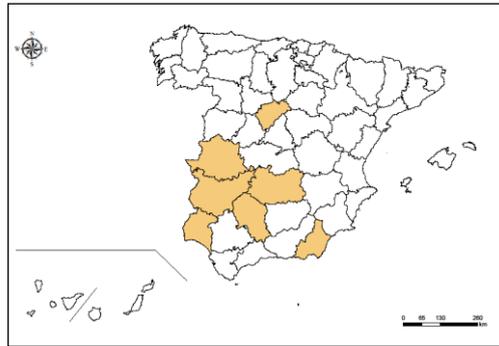


Figura 181.- Distribución provincial de *M. nuragica*.

- Género *Simulium* Latreille, 1802.

Subgénero *Boophthora* Enderlein, 1921.

- *S. erythrocephalum* (De Geer, 1776). La distribución geográfica de esta especie es muy amplia comprendiendo países como Alemania, Armenia, Austria, Bélgica, Bielorrusia, China, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Gran Bretaña (Escocia, Gales e Inglaterra), Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia (incluido Cerdeña), Kazajistán, Letonia, Lituania, Mongolia (en el cual existen citas no confirmadas de su presencia), Noruega, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Rusia (Karelia-Murmansk, Centro, Norte y Sur de Rusia) y (Extremo oriental, Este y Oeste) de la Rusia Siberiana, Serbia, Suiza, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 182).

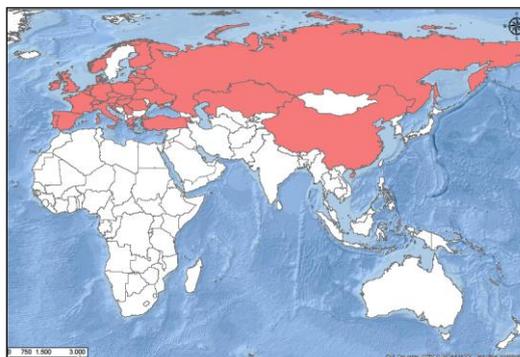


Figura 182.- Distribución por países de *S. erythrocephalum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Alicante (LESTÓN *et al.*, 2013; LESTÓN *et al.*, 2014b), Badajoz (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Gerona (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), Huesca (VILLANÚA-INGLADA, 2003), León, Palencia, Salamanca, Soria, Valladolid (GONZÁLEZ, 1990), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Zamora (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; GONZÁLEZ, 1990), Zaragoza (VILLANÚA-INGLADA, 2003; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2017b). También en Alicante (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Valencia (Figura 183) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

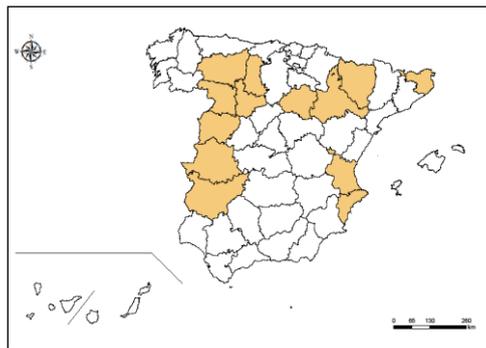


Figura 183.- Distribución provincial de *S. erythrocephalum*.

Subgénero *Eusimulium* Roubaud, 1906

- *S. angustipes* Edwards, 1915. Mundialmente se distribuye en Alemania, Argelia, Armenia, Austria, Bielorrusia, Bosnia, China (Hebei), Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña (Escocia, Gales e Inglaterra), Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Kazajistán, Letonia, Líbano, Luxemburgo, Macedonia, Mongolia, Marruecos, Noruega, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Rusia (Centro, Norte y Sur de Rusia), Serbia, Suecia, Suiza, Túnez, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 184).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

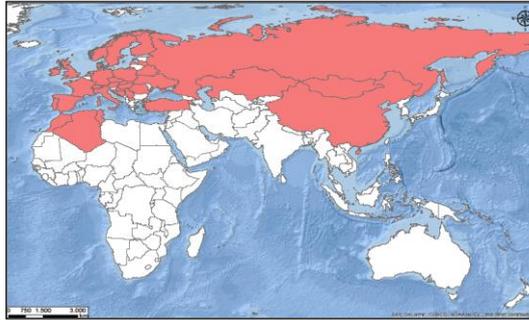


Figura 184: Distribución por países de *S. angustipes*.

Esta especie que presenta una distribución paleártica, en España fue mencionada en las provincias Ávila, Guadalajara, Madrid, Salamanca, Soria y Zamora (GONZÁLEZ, 1990, 1997), Barcelona (GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1990, 1997), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Gerona (PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), La Coruña, Lugo y Pontevedra (LESTÓN *et al.*, 2014a), La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a; RUBIO & RUIZ, 1999), León (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Alicante y Castellón (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Alicante, Castellón y Valencia, (Figura 185) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

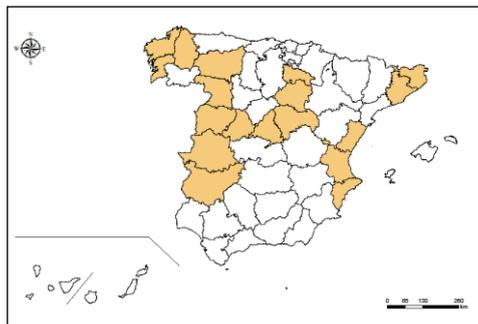


Fig. 185.- Distribución provincial de *S. angustipes*.

- *S. aureum* Fries, 1824. Especie de extensa distribución geográfica, por países, se encuentra en Alemania, Austria, Bielorrusia, China (Heilongjiang y Shanxi), Dinamarca, Eslovaquia, España, Estonia,

Finlandia, Francia, Gran Bretaña (Escocia, Gales e Inglaterra), Holanda, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Noruega, Polonia, República Checa, Rusia (Central, Norte y Sur) y (Oeste) de la Rusia Siberiana, Suecia, Suiza, Ucrania y Uzbekistán, aunque también existen citas no confirmadas de su presencia en Bulgaria, India, Japón, Kazajistán, Pakistán y Rumanía (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 186).

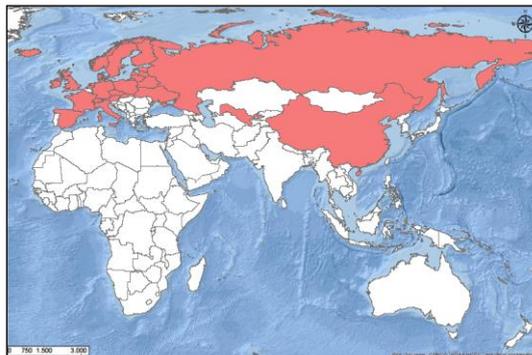


Figura 186.- Distribución por países de *S. aureum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Asturias (PUIG *et al.*, 1984; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b), Badajoz (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986; OBREGÓN *et al.*, 2016a, 2016b), Granada, Jaén, Murcia, Teruel (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a), Madrid (PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; CASADO *et al.*, 1990), Orense (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b) (Figura 187) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

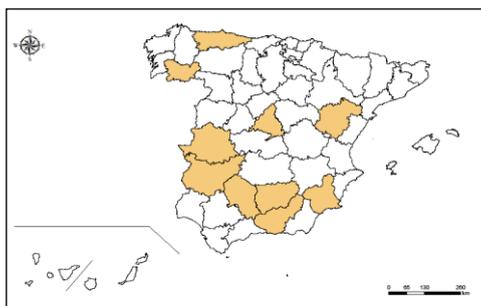


Figura 187.- Distribución provincial de *S. aureum*.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

- *S. guimari* Becker, 1908. Presente únicamente en las Islas Canarias (España) (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 188).

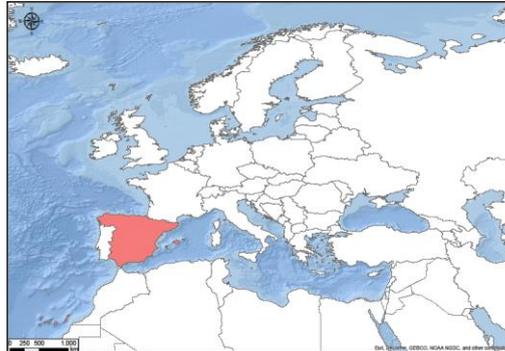


Figura 188.- Distribución por países de *S. guimari*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife (CROSSKEY, 1988; CROSSKEY & BAEZ, 2004) (Figura 189) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 189.- Distribución provincial de *S. guimari*.

- *S. petricolum* (Rivosecchi, 1963). La distribución paleártica de esta especie atañe el centro de Europa y los países circunscritos a la cuenca mediterránea. Con lo que está presente en los siguientes países: Argelia, Austria, Bosnia, Chipre, España, Francia (incluida Córcega), Gran Bretaña (Inglaterra), Grecia (incluida las islas de Lesbos, Paros y Rodas), Irlanda, Italia (incluidas las islas de Elba, Cerdeña y Sicilia), Marruecos, Portugal (incluida la isla de Madeira), República Checa, Serbia, Turquía y, en Rusia existen citas no confirmadas de su presencia (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 190).

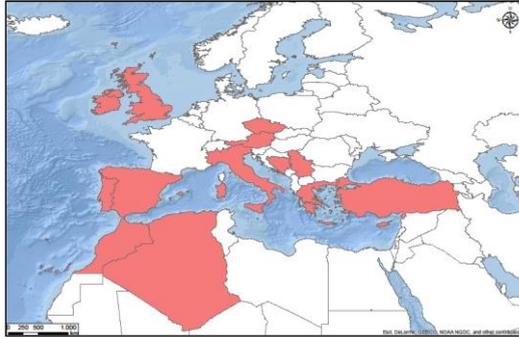


Figura 190.- Distribución por países de *S. petricolum*.

En España ha sido citada su presencia en las provincias de Almería (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; GONZÁLEZ, 1997), Asturias, Madrid (GRENIER & BERTRAND, 1954; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; GONZÁLEZ, 1985), Ávila (GRENIER & BERTRAND, 1954), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Barcelona (GONZÁLEZ, 1990), Cádiz (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Córdoba (OBREGÓN *et al.*, 2016a, 2016b), Granada (GRENIER & BERTRAND, 1954; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Huesca (GRENIER & BERTRAND, 1954; GONZÁLEZ, 1990), Jaén (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002, RICOY-LLAVERO, 2015), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Alicante, Castellón y Teruel (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Alicante, Castellón, Teruel y Valencia (Figura 191) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

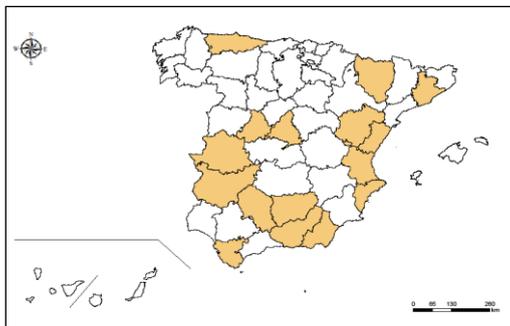


Figura 191.- Distribución provincial de *S. petricolum*.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

- *S. rubzovianum* (Sherban, 1961). Se distribuye por Alemania, Andorra, Argelia, Bosnia, Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, España (incluida las Islas Baleares), Finlandia, Francia (incluida Córcega), Gran Bretaña (Escocia, Gales e Inglaterra), Grecia (incluida Corfú, Creta, Lesbos, Paros y Rodas), Hungría, Irán, Irlanda, Israel, Italia (incluida Cerdeña y Sicilia), Jordania, Libia, Macedonia, Malta, Marruecos, Montenegro, Noruega, Portugal, República Checa, Rumanía, Serbia, Túnez, Turquía y Ucrania (incluida Crimea) (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 192).

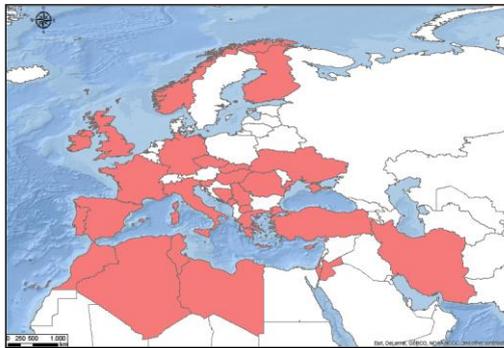


Figura 192.- Distribución por países de *S. rubzovianum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Córdoba (OBREGÓN *et al.*, 2016a, 2016b), Islas Baleares (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 193) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 193.- Distribución provincial *S. rubzovianum*.

- *S. velutinum* (Santos Abreu, 1922). Presenta una distribución paleártica occidental, distribuyéndose por distribuye en Alemania, Andorra, Argelia, Bosnia, Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia (incluida la isla de Córcega), Gran Bretaña (Escocia, Gales e Inglaterra), Grecia (incluida las islas de Corfú, Creta, Lesbos, Paros y Rodas), Hungría, Irlanda, Israel, Italia (incluida las islas de Cerdeña y Sicilia), Jordania, Libia, Macedonia, Malta, Marruecos, Noruega, Portugal, República Checa, Rumanía, Serbia, Túnez, Turquía y Ucrania (incluida la península de Crimea) (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 194).

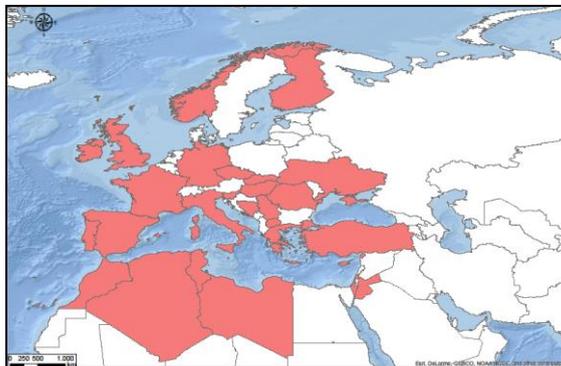


Figura 194.- Distribución por países de *S. velutinum*.

En la Península Ibérica se presenta ampliamente distribuida (GONZÁLEZ, 1997). En España ha sido mencionada en las provincias de Alicante (LESTÓN *et al.*, 2013; LESTÓN *et al.*, 2014b), Almería, Granada, Huelva, Sevilla (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Asturias, Ávila, Barcelona, Burgos, Ciudad Real, Guadalajara, La Coruña, Lérida, Madrid, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Tarragona, Teruel (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Cádiz (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986), Gerona (PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), Gomera, La Palma (ADLER & CROSSKEY, 2017), Jaén (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; RICOY-LLAVERO, 2015), La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a; RUBIO & RUIZ, 1999), León, Zamora (BEAUCOURNU-SAGUEZ,

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

1975b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ, 1990), Málaga (GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Mallorca, Menorca (ADLER & CROSSKEY, 2017), Santa Cruz de Tenerife (CROSSKEY, 1988; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & BAEZ, 2004), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Alicante y Castellón (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Castellón y Valencia (Figura 195) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

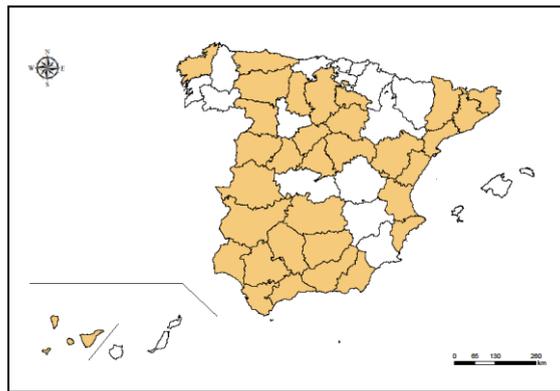


Figura 195.- Distribución provincial de *S. velutinum*.

Subgénero *Hellichiella* Rivosecchi & Cardinals, 1975

Especies del grupo *Congareenarum*

- *S. latipes* (Meigen, 1804). Presente en los siguientes países, Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Estonia, Finlandia, Francia, Gran Bretaña (Escocia e Inglaterra), Holanda, Hungría, Irlanda, Letonia, Rusia (Central y Karelia-Murmansk) y (Oeste) de la Rusia Siberiana, Suecia, Suiza, Túnez (del cual existen citas no confirmadas de su presencia) y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 196).

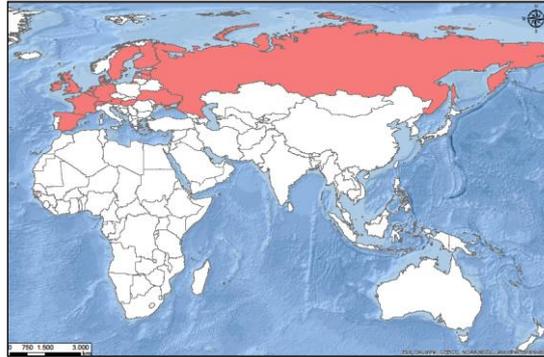


Figura 196.- Distribución por países de *S. latipes*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Ávila (GONZÁLEZ, 1990, 1997; GONZÁLEZ, *et al.*, 2002), Granada, Lérida, Madrid (GRENIER & BERTRAND, 1954) (Figura 197) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 197.- Distribución provincial de *S. latipes*.

Subgénero *Nevermannia* Enderlein, 1921

Especies del grupo Ruficorne

- *S. angustitarse* (Lundström, 1911). Está presente en Alemania, Argelia, Austria, Bielorrusia, Bosnia, China (Yunnan), Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Gran Bretaña (Gales e Inglaterra), Grecia, Holanda, Hungría, Italia, Irlanda, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Macedonia, Marruecos, Noruega, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Rusia (Centro, Norte y Sur) y (Este y Oeste) de la Rusia Siberiana, Serbia, Suecia, Suiza, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 198).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

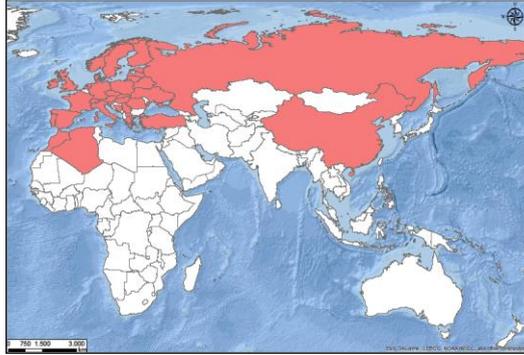


Figura 198.- Distribución por países de *S. angustitarse*.

Esta especie presenta una distribución paleártica y más concretamente se distribuye por el Norte y Centro de Europa (GONZÁLEZ, 1997). En España ha sido mencionada en las provincias de Albacete (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Cádiz, Granada, Jaén (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Ciudad Real, Guadalajara, La Coruña, Segovia, Valladolid, Zamora (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986), Huesca, Zaragoza (VILLANÚA-INGLADA, 2003), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Alicante, Castellón y Teruel (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Albacete, Alicante, Castellón, Teruel y Valencia (Figura 199) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

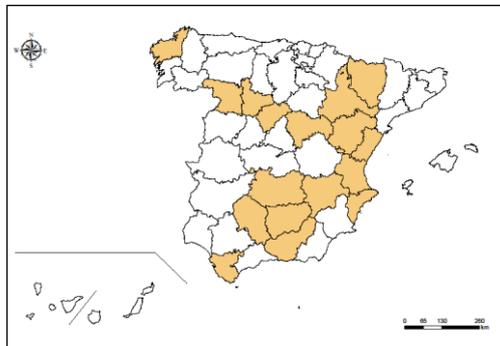


Figura 199.- Distribución provincial de *S. angustitarse*.

- *S. lundstromi* (Enderlein, 1921). Alemania, Argelia, Austria, Bielorrusia, Bélgica, Bulgaria, China (Beijing), Croacia, Dinamarca Eslovaquia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Gran Bretaña (Inglaterra), Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Kazajistán, Noruega, Polonia, Portugal, Rusia (Central, Norte y Sur), República Checa, Serbia, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 200).

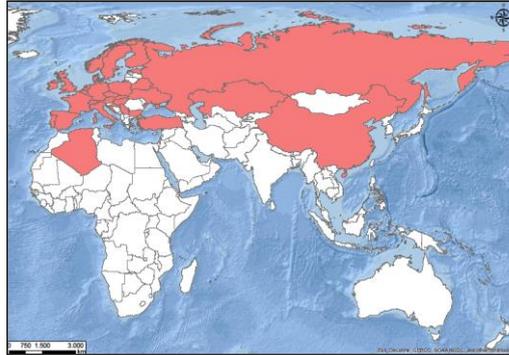


Figura 200.- Distribución por países de *S. lundstromi*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Badajoz (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Burgos, Lugo, Orense (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b), Cáceres (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 201) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

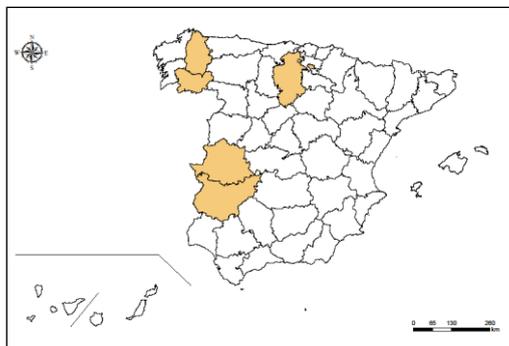


Figura 201.- Distribución provincial de *S. lundstromi*.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

- *S. ruficorne* Macquart, 1838. Especie de amplísima distribución, sobre todo por países africanos y de Oriente Medio, Angola, Arabia Saudí, Argelia, Benín, Burkina Faso, Camerún, Chad, Congo, Costa de Marfil, Egipto, Eritrea, España (incluida las Islas Canarias), Etiopía, Gana, Guinea, Guinea Bissau, Irak, Islas Comoras, Israel, Jordán, Kenia, La Reunión (Francia), Líbano, Liberia, Libia, Madagascar, Malawi, Mali, Malta, Marruecos, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, Omán, Portugal (incluida Madeira y Porto Santo), República democrática del Congo, República de Cabo Verde, República Centroafricana, República de Mauricio (incluida Isla Rodríguez), Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudán, Siria, Tanzania, Togo, Túnez, Uganda, Yemen (incluida Socotra), Zambia, Zimbabue (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 202).

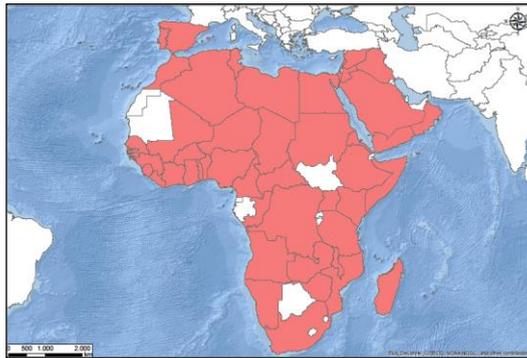


Figura 202.- Distribución por países de *S. ruficorne*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Alicante (LESTÓN *et al.*, 2013; LESTÓN *et al.*, 2014b), Almería (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Cáceres (GONZÁLEZ, 1990), Córdoba (OBREGÓN *et al.*, 2016a, 2016b), Islas Baleares (GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Jaén (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a, b), Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife (CROSSKEY, 1988; CROSSKEY & BAEZ, 2004; ADLER & CROSSKEY, 2016), Málaga (GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Sevilla (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) (Figura 203) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

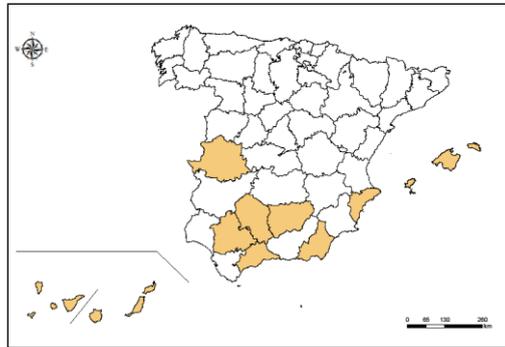


Figura 203.- Distribución por países de *S. ruficorne*.

Especies del grupo Vernal

- *S. armoricanum* Doby & David, 1961. Presente en Francia, Gran Bretaña (Escocia, Inglaterra y Gales), Irlanda, Portugal y España (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 204).

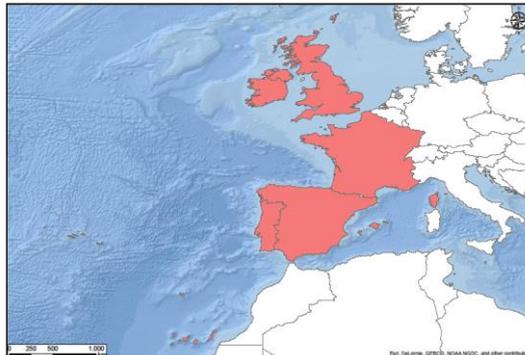


Figura 204.- Distribución por países de *S. armoricanum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Ciudad Real (GONZÁLEZ, 1990; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; GONZÁLEZ, 1997), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986), Granada (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ, *et al.*, 2002), Orense (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975; GONZÁLEZ *et al.*, 1987), (Figura 205) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

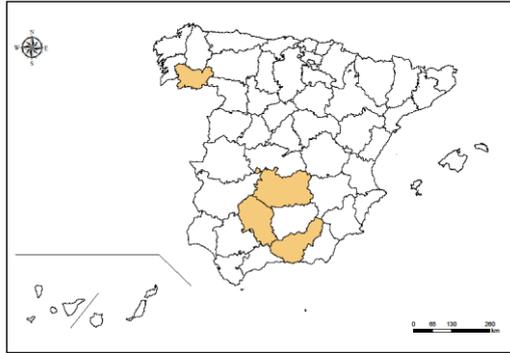


Figura 205.- Distribución provincial de *S. armonicum*.

- *S. bertrandi* Grenier & Dorier, 1959. Presente en Alemania, Austria, Bosnia Herzegovina, Bulgaria, Eslovaquia, España, Francia (incluida Córcega), Italia, Montenegro, Polonia, República Checa, Rusia (Centro y Sur), Suiza y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 206).



Figura 206.- Distribución por países de *S. bertrandi*.

En España ha sido mencionada en la provincia de Lérida (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002). También en Castellón (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Castellón (Figura 207) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 207.- Distribución provincial de *S. bertrandi*.

- *S. brevidens* (Rubtsov, 1956). Se distribuye en países como Alemania, Andorra, Argelia (en el cual existen citas no confirmadas de su presencia), Austria, Bosnia Herzegovina, Eslovaquia, España Francia, Italia, Lituania, Montenegro, Polonia, Serbia y Ucrania (incluida Crimea) (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 208).



Figura 208.- Distribución por países de *S. brevidens*.

En España ha sido mencionada en la provincia de Lérida (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 209) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 209.- Distribución provincial de *S. brevidens*.

- *S. carthusiense* Grenier & Dorier, 1959. Se presenta en Alemania, Andorra, Austria, Eslovaquia, España, Francia (incluida Córcega), Italia, Marruecos, Polonia, Suiza y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 210).

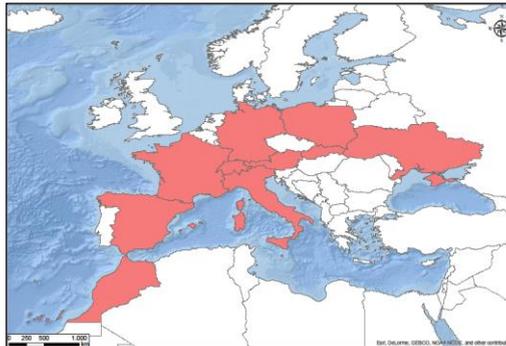


Figura 210.- Distribución por países de *S. carthusiense*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Badajoz (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Granada (GRENIER & BERTRAND, 1954; GRENIER & DORIER, 1959; CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Lérida (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997). También en Castellón (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Castellón (Figura 211) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

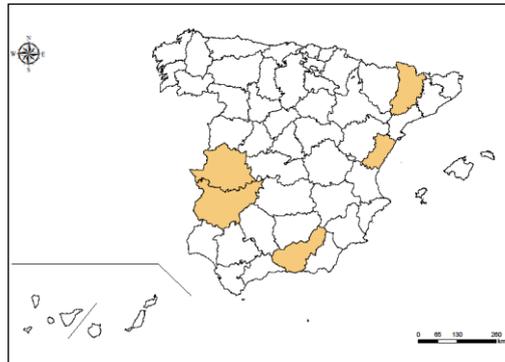


Figura 211.- Distribución provincial de *S. carthusiense*.

- *S. costatum* Friederichs, 1920. Presente en Alemania, Argelia, Austria, Bélgica, Bosnia Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, España, Francia, Gran Bretaña (Escocia e Inglaterra), Holanda, Hungría, Italia, Letonia, Luxemburgo, Marruecos, Montenegro, Noruega, Polonia, República Checa, Rumanía, Rusia (del Sur), Suecia, Suiza, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 212).



Figura 212.- Distribución por países de *S. costatum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Burgos (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993), Madrid (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; GONZÁLEZ, 1997; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 213) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

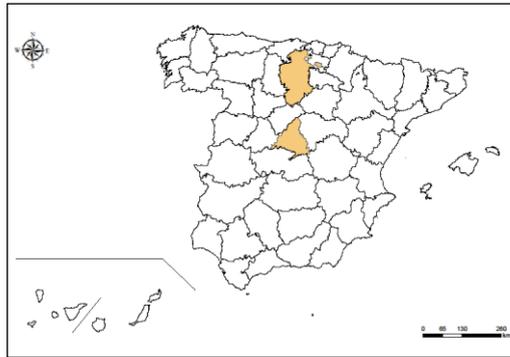


Figura 213.- Distribución provincial de *S. costatum*.

- *S. cryophilum* (Rubtsov, 1959). Muestra una distribución paleártica muy extensa que engloba el norte, este, oeste, sur y centro de Europa, así como el norte de África. Está presente en Argelia, Andorra, Armenia, Austria, Islas Baleares (Mallorca), Bélgica, Bosnia, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Estonia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia (incluida Córcega), Grecia (incluida Creta, Lesbos, Naxos y Quíos), Holanda, Irlanda, Italia (incluida Cerdeña y Sicilia), Letonia, Líbano, Luxemburgo, Marruecos, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido (Escocia, Gales e Inglaterra), República Checa, Rusia (Centro, Norte y Sur de Rusia), Serbia, Suecia, Suiza, Túnez, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 214).

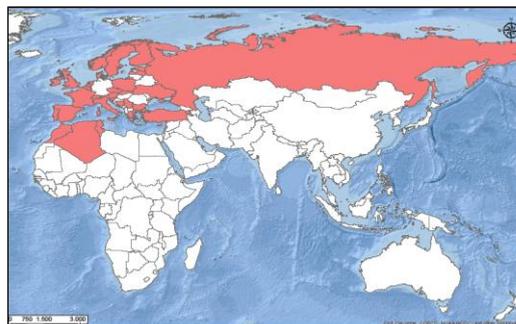


Figura 214.- Distribución por países de *S. cryophilum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Almería (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993), Ávila, Ciudad Real, Guadalajara, Lérica (GONZÁLEZ, 1990), Barcelona (GONZÁLEZ, 1985), Cádiz (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*,

1986), Gerona (PUIG *et al.*, 1987), Granada (GRENIER & BERTRAND, 1954; GRENIER & DORIER, 1959; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Huelva (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Islas Baleares (ADLER & CROSSKEY, 2016), Jaén (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; RICOY-LLAVERO, 2015), Málaga (GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Palencia (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a), Teruel (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Alicante (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Alicante y Valencia (Figura 215) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 215.- Distribución provincial de *S. cryophilum*.

- *S. naturale* Davies, 1966. Especie de reducida distribución, Alemania, Dinamarca, España, Estonia, Gran Bretaña (Escocia, Inglaterra y Gales), Irlanda, Lituania y, en Noruega donde existen citas no confirmadas de su presencia (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 216).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 216.- Distribución por países de *S. naturale*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Lugo (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b), Orense (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ, *et al.*, 2002) (Figura 217) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 217.- Distribución provincial de *S. naturale*.

- *S. quasidecolletum* Crosskey, [1988] [1987]. Especie de estrecha distribución geográfica, se presenta en Alemania, Austria, España, Francia, Italia y Suiza (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 218).

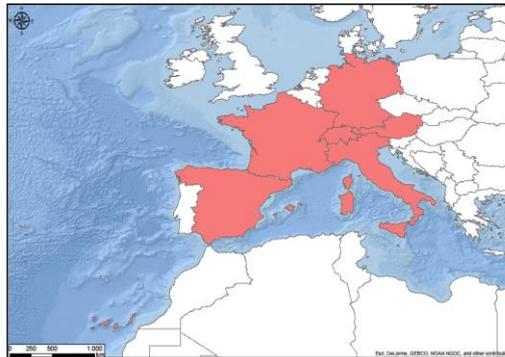


Figura 218.- Distribución por países de *S. quasidecolletum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Badajoz (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Cáceres (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Huesca (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997) (Figura 219) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

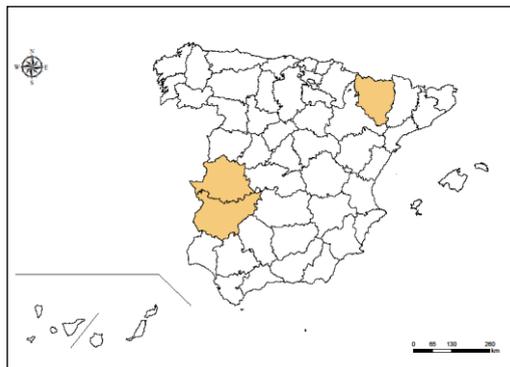


Figura 219.- Distribución provincial de *S. quasidecolletum*.

- *S. vernum* Macquart, 1826. Presente en Alemania, Andorra, Armenia, Austria, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bélgica, Bosnia Herzegovina, China (Heilongjiang, Interior de Mongolia, Jilin y Liaoning), Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Georgia, Gran Bretaña (Escocia, Inglaterra y Gales), Holanda, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia (incluida Sicilia), Kazajistán, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Marruecos, Mongolia, Noruega, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Rusia (Centro, Norte, Sur y Karelia-Murmansk), Serbia, Siberia (Lejano Oriente de Siberia y Oeste

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

de Siberia), Suecia, Suiza, Túnez, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 220).



Figura 220.- Distribución por países de *S. vernum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Barcelona (GONZÁLEZ, 1990), Ciudad Real, Gerona, Lérida, Málaga, Tarragona (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ, *et al.*, 2002), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986), Madrid (PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; CASADO *et al.*, 1990) (Figura 221) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

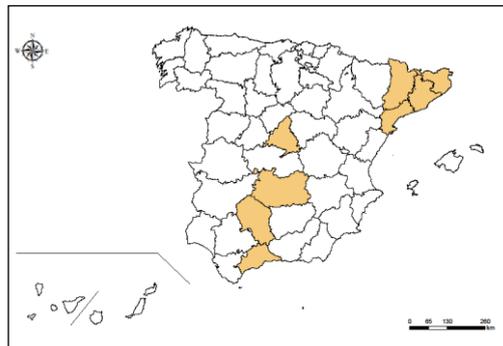


Figura 221.- Distribución provincial de *S. vernum*.

Subgénero *Rubzovia* Petrova, 1983

- *S. lamachi* Doby & David, 1960. Especie de escasa distribución, tan sólo se presenta en Alemania, España, Francia y Marruecos (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 222).

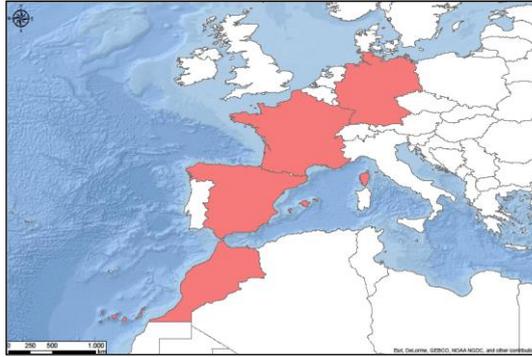


Figura 222.- Distribución por países de *S. lamachi*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Granada (CLERGUE-GAZEAU & VINÇON, 1990; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993), Las Palmas (CROSSKEY *et al.*, 1998), Málaga (CLERGUE-GAZEAU & VINÇON, 1990) (Figura 223) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

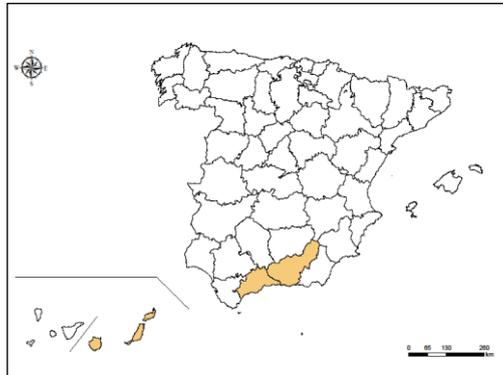


Figura 223.- Distribución provincial de *S. lamachi*.

- *S. paraloutetense* Crosskey, 1988. Únicamente presente en Las Islas Canarias (España) (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 224).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 224.- Distribución por países de *S. paraloutetense*.

En España ha sido mencionada únicamente en la provincia de Las Palmas (CROSSKEY, 1988; CROSSKEY *et al.*, 1998; CROSSKEY & BAEZ, 2004) (Figura 225).



Figura 225.- Distribución provincial de *S. paraloutetense*.

Subgénero *Simulium* Latreille, 1802

Especies del grupo *Argenteostriatum*

- *S. argenteostriatum* Strobl, 1898. Se distribuye por Alemania, Argelia, Austria, Bosnia Herzegovina, Bulgaria, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Italia, Montenegro, Polonia, República Checa, Rumanía, Serbia, Suiza, Túnez y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 226).

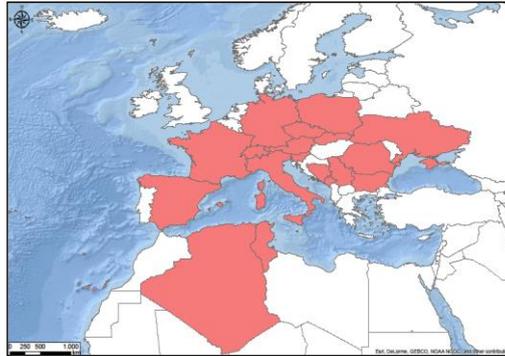


Figura 226.- Distribución por países de *S. argenteostriatum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Gerona, Lérida (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Huesca (GRENIER & BERTRAND, 1954) (Figura 227) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 227.- Distribución provincial de *S. argenteostriatum*.

- *S. hispaniola* Grenier & Bertrand, 1954. Presente en Argelia, España, Francia, Italia, Portugal y Turquía (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 228).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 228.- Distribución por países de *S. hispaniola*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Asturias, Ávila, Cantabria (GRENIER & BERTRAND, 1954), Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), León (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ, *et al.*, 2002) (Figura 229) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

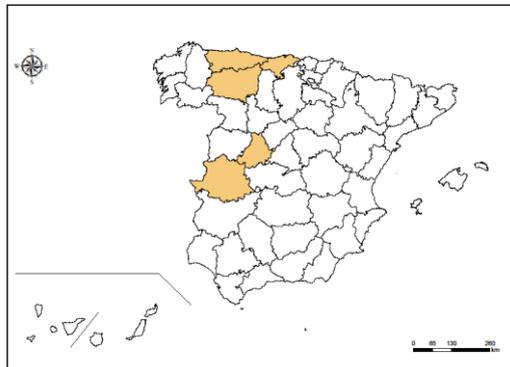


Figura 229.- Distribución provincial de *S. hispaniola*.

Especies del grupo Bezzi

- *S. bezzi* (Corti, 1914). Su distribución abarca países como Alemania, Andorra, Argelia, Armenia, Austria, Azerbaiyán, Bosnia Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Chipre, España, Francia (incluida Córcega), Georgia, Grecia (incluida Creta, Lesbos y Rodas), Irán, Irak, Israel, Italia (incluida Cerdeña y Sicilia), Líbano, Macedonia, Marruecos, Montenegro, Polonia, Rumanía, Rusia (Cáucaso), Serbia, Suiza,

Turquía, Ucrania y Uzbekistán (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 230).



Figura 230.- Distribución por países de *S. bezzii*.

En España ha sido mencionada en las provincias de of Almería (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ, *et al.*, 2002), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Barcelona (GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Ciudad Real, Islas Baleares, Lérida, Palencia, Soria, Tarragona (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986), Gerona (PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), Granada (CARLSSON, 1969; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Cantabria, Huesca (GRENIER & BERTRAND, 1954), Jaén (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000, GONZÁLEZ, *et al.*, 2002; RICOY-LLAVERO, 2015), La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a; RUBIO & RUIZ, 1999), León (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; GONZÁLEZ, 1990). También en Alicante, Castellón y Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Alicante, Castellón y Valencia (Figura 231) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

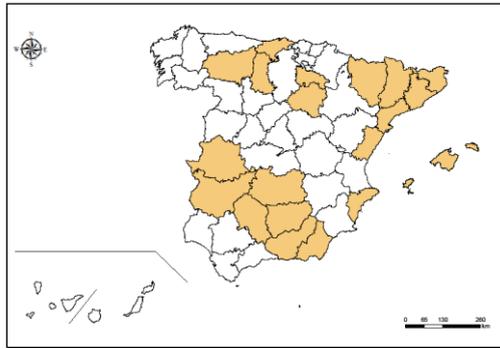


Figura 231.- Distribución provincial de *S. bezzii*.

Especies del grupo Ornatum

- *S. intermedium* Roubaud, 1906. Dicha especie presenta una amplia distribución paleártica, sobre todo por Europa Central y Occidental así como por toda la cuenca mediterránea, estando presente en países como Alemania, Argelia, Andorra, Austria, Bielorrusia, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Eslovenia, España, Finlandia, Francia (incluida Córcega), Holanda, Irlanda, Islas Baleares (Mallorca y Menorca), Islas Canarias (Gomera, Gran Canaria, La Palma y Tenerife), Italia (incluida Cerdeña y Sicilia), Lituania, Luxemburgo, Madeira, Marruecos, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido (Escocia, Gales e Inglaterra), Rumanía, Serbia, Suecia, Túnez y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 232).

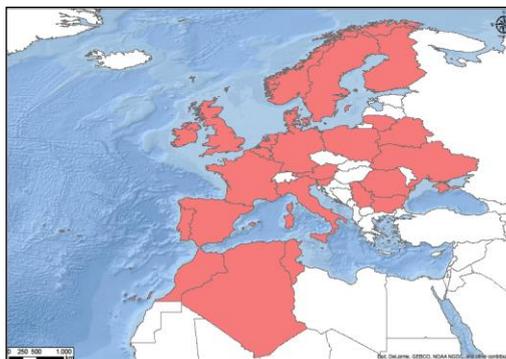


Figura 232.- Distribución por países de *S. intermedium*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Albacete, Cuenca (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a), Alicante (LESTÓN *et al.*, 2013;

LESTÓN *et al.*, 2014b), Almería, Huelva, Sevilla (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Asturias (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Badajoz y Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Barcelona, Ciudad Real, Gerona, Guadalajara, Soria, Tarragona (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Cádiz (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002; GONZÁLEZ, *et al.*, 2002), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Granada (CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Huesca (GRENIER & BERTRAND, 1954; SANZ *et al.*, 2000; VILLANÚA-INGLADA, 2003), Islas Baleares (CROSSKEY, 1988; CROSSKEY, 1991a; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; ADLER & CROSSKEY, 2016), Jaén (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; RICOY-LLAVERO, 2015), Las Palmas (CROSSKEY, 1988; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; CROSSKEY & BAEZ, 2004; ADLER & CROSSKEY, 2016), La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a; RUBIO & RUIZ, 1999), León, Zamora (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; GONZÁLEZ, 1985), Madrid (GRENIER & BERTRAND, 1954), Málaga (CARLSSON, 1969; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Murcia, Teruel (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a), Santa Cruz de Tenerife (CROSSKEY, 1988; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; CROSSKEY & BAEZ, 2004; ADLER & CROSSKEY, 2016), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Zaragoza (VILLANÚA-INGLADA, 2003). También en Alicante, Castellón y Teruel (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Castellón y Valencia (Figura 233) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

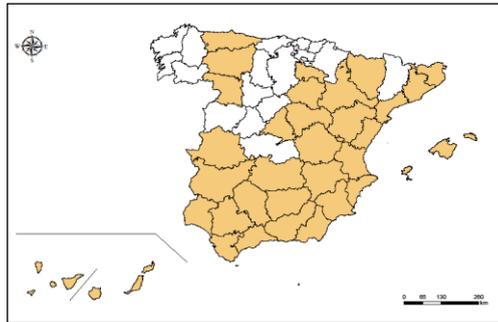


Figura 233.- Distribución provincial de *S. intermedium*.

- *S. ornatum* Meigen, 1818. Muestra una distribución paleártica, de hecho, se trata de una de las especies más frecuentes de Europa Central (JEDLICKA, 1978). Se encuentra distribuida en un gran número de países como Alemania, Andorra, Argelia, Austria, Bielorrusia, Bélgica, Bosnia Herzegovina, China (Guizhou, Jilin, Liaoning y Yunnan), Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Georgia, Gran Bretaña (Escocia, Inglaterra, Islas del Canal o también llamadas Islas Anglonormandas y Gales), Grecia (incluida Creta y Rodas), Holanda, Hungría, Irlanda, Israel, Italia (incluida Cerdeña y Sicilia), Jordán, Kazajistán, Kirguistán, Letonia, Líbano, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Macedonia, Marruecos, Mongolia, Montenegro, Noruega, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Rusia (Centro, Karelia-Murmansk, Norte y Sur), Serbia, Siberia (Lejano oriente, Occidental y Oriental), Suecia, Suiza, Túnez, Turquía, Turkmenistán, Ucrania y Uzbekistán (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 234).

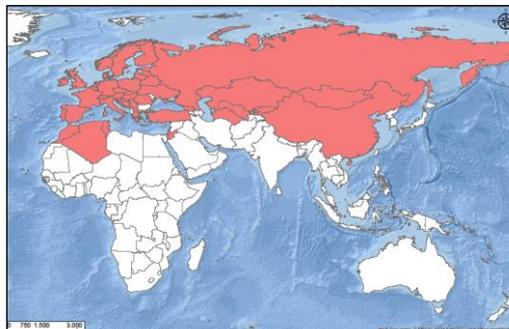


Figura 234.- Distribución por países de *S. ornatum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Albacete (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Alicante (LESTÓN *et al.*, 2013; LESTÓN *et al.*, 2014b), Asturias (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Barcelona (STROBL, 1906; GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Cádiz (STROBL, 1906; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Huelva (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1987; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; OBREGÓN *et al.*, 2016a, 2016b), Gerona (PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ, 1990), Granada (CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Guadalajara, Lérida, Soria, Tarragona (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Huesca, (GRENIER & BERTRAND, 1954; VILLANÚA-INGLADA, 2003), Jaén (CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; RICOY-LLAVERO, 2015), La Coruña, Lugo y Pontevedra (LESTÓN *et al.*, 2014a), La Rioja (RUBIO & RUIZ, 1999), Madrid (GONZÁLEZ, 1990; CASADO *et al.*, 1990), Málaga (CARLSSON, 1969; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Salamanca (GONZÁLEZ, 1990), Teruel (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; GONZÁLEZ, 1990), Valencia (GONZÁLEZ, 1990; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Zamora (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1990), Zaragoza (VILLANÚA-INGLADA, 2003). También en Alicante, Castellón y Teruel (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b) (Figura 235) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

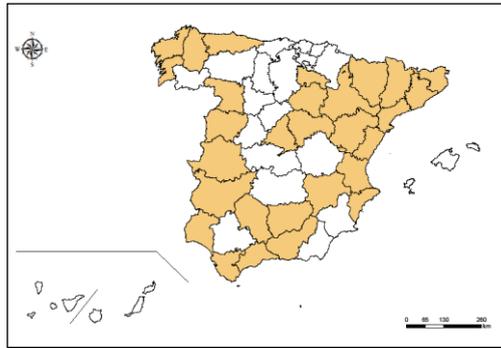


Figura 235.- Distribución provincial de *S. ornatum*.

- *S. trifasciatum* Curtis, 1839. Se distribuye en Alemania, Andorra, Argelia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Lituania, Polonia, Portugal, República Checa, Suiza, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 236).

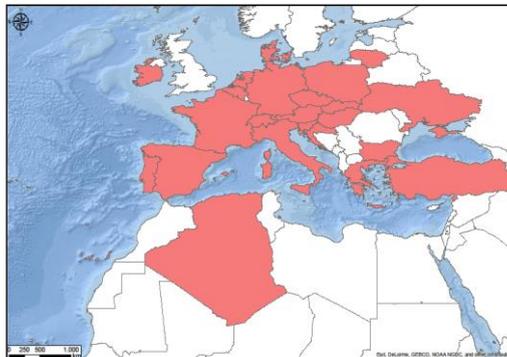


Figura 236.- Distribución por países de *S. trifasciatum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Asturias, Lugo (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b), Alicante (LESTÓN *et al.*, 2013; LESTÓN *et al.*, 2014b), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Barcelona, Lérida (GONZÁLEZ, 1990; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993), Córdoba (OBREGÓN *et al.*, 2016a, 2016b), Gerona (PUIG *et al.*, 1987), La Coruña (LESTÓN *et al.*, 2014a), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Alicante, Castellón y Teruel (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-

PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto nueva cita en Castellón, Teruel y Valencia (Figura 237) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

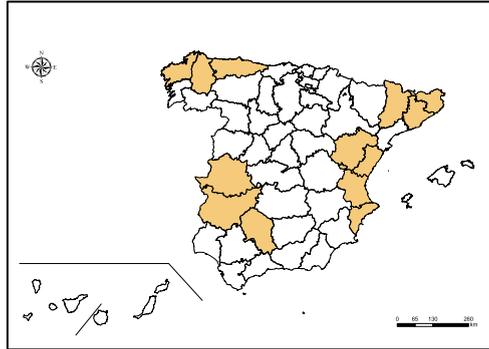


Figura 237.- Distribución provincial de *S. trifasciatum*.

Especies del grupo Reptans

- *S. reptans* (Linnaeus, 1758). Se distribuye en Alemania, Austria, Bélgica, Bielorrusia, Bosnia, Bulgaria, China (Heilongjiang, Xinjiang), Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Macedonia, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido (Escocia, Gales e Inglaterra), República Checa, Rumanía, Rusia (Centro, Norte, Karelia-Murmansk, incluida Novaya Zemlya y Rusia del Sur), Serbia, Siberia (del este y el oeste), Suiza, Turquía, Ucrania y Uzbekistán (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 238).

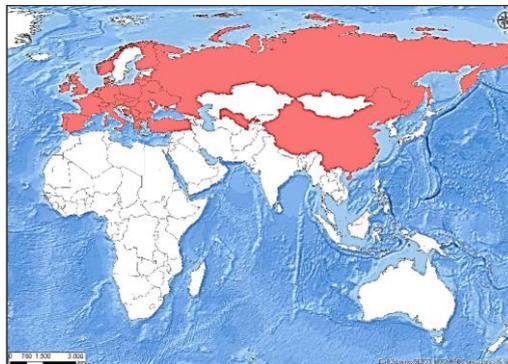


Figura 238.- Distribución por países de *S. reptans*.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

En España su presencia ha sido citada en las provincias de Alicante (STROBL, 1906), Asturias (GRENIER & BERTRAND, 1954; PUIG, *et al.*, 1984; PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), Cádiz (STROBL, 1906), Gerona (PUIG, *et al.*, 1984; GONZÁLEZ, 1990), La Coruña, Lugo y Pontevedra (LESTÓN *et al.*, 2014a), León, Lérida, Salamanca, Segovia (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Soria (STROBL, 1906), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Alicante (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Valencia (Figura 239) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 239.- Distribución provincial de *S. reptans*.

Especies del grupo Tuberosum

- *S. tuberosum* (Lundström, 1911). Se presenta en Canadá (Alberta, Columbia Británica, Islas del Príncipe Eduardo, Labrador, Manitoba, Nuevo Brunswick, Nunavut, Ontario, Quebec, Terranova, Territorios del Noroeste, Saskatchewan y Yukón), Noruega, Rusia (Centro, Karelia-Murmans y Norte), Siberia (Siberia del Lejano Oriente, Siberia Occidental y Oriental), Suecia y Estados Unidos de América (Alabama, Alaska, Arkansas, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Colorado, Florida, Georgia, Indiana, Kentucky, Maine, Michigan, Minnesota, Misisipi, Misuri, Montana, Nueva Jersey, Nuevo Hampshire, Nuevo Méjico, Nueva York, Ohio, Oklahoma, Pensilvania, Tennessee, Virginia, Virginia del Oeste y Wisconsin), también existen citas no confirmadas de su presencia en los siguientes países europeos: Alemania, Andorra, Bélgica, Bielorrusia, Bosnia, Bulgaria, Croacia,

Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Gran Bretaña (Escocia, Inglaterra y Gales), Irlanda, Lituania, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Suiza, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017). En este caso en especial, si se ha incorporado España en el mapa de distribución de la especie en cuestión, puesto que, en las muestras tomadas para la realización de la presente tesis, ha sido detectada con certeza dicha especie (Figura 240).

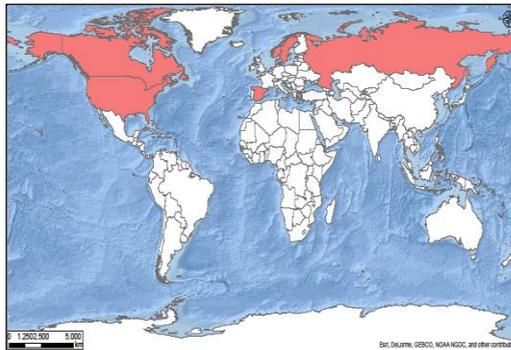


Figura 240.- Distribución por países de *S. trifasciatum*.

Mencionada en las provincias de Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Cantabria, Huesca (GRENIER & BERTRAND, 1954), Lérida (GRENIER & BERTRAND, 1954; GONZÁLEZ, 1990), Madrid (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 241) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

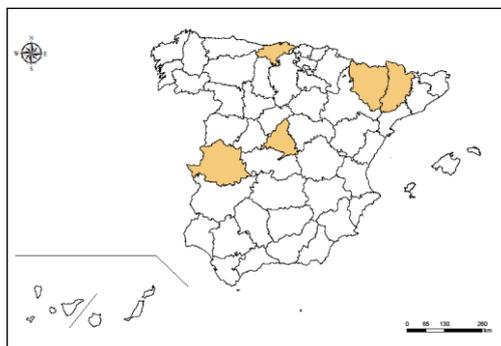


Figura 241.- Distribución provincial de *S. trifasciatum*.

Especies del grupo Variegatum

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

- *S. argyreatum* Meigen, 1838. Su distribución abarca los países de Alemania, Andorra, Austria, Bosnia Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña (Escocia, Inglaterra y Gales), Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Macedonia, Montenegro, Noruega, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Rusia (del Sur), Serbia, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania y en Kazajistán, en este último existen citas no confirmadas de su presencia (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 242).

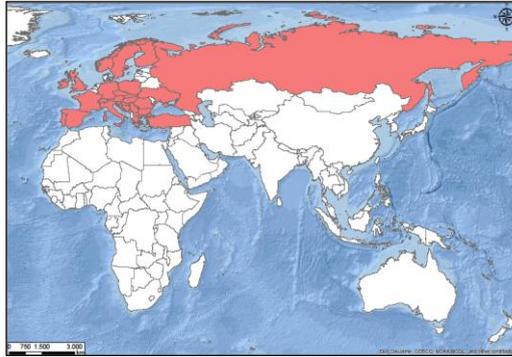


Figura 242.- Distribución por países de *S. argyreatum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Asturias (PUIG *et al.*, 1984), Barcelona (GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Burgos, Granada, Guadalajara, León, Lérida, Segovia, Soria (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Gerona (PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), Jaén (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; RICOY-LLAVERO, 2015), Madrid (PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; CASADO *et al.*, 1990). También en Valencia (LÓPEZ PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en esta última provincia (Figura 243) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

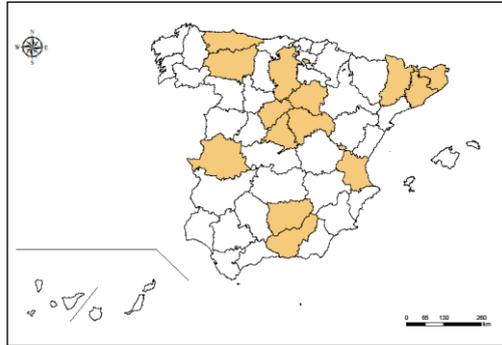


Figura 243.- Distribución provincial de *S. argyreatum*.

- *S. maximum* (Knoz, 1961). Se presenta en Alemania, Austria, Bosnia Herzegovina, Bulgaria, Eslovaquia, España, Francia, Italia, Polonia, República Checa, Rumanía, Serbia, Suiza y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 244).

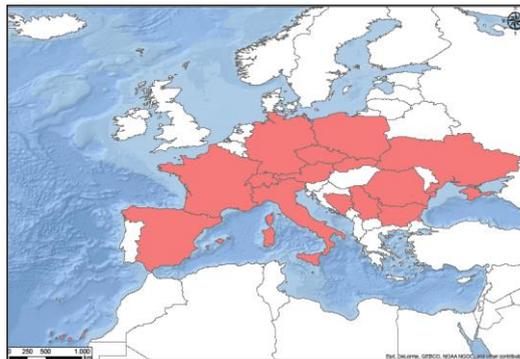


Figura 244.- Distribución por países de *S. maximum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Granada (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993), Salamanca (VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 245) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

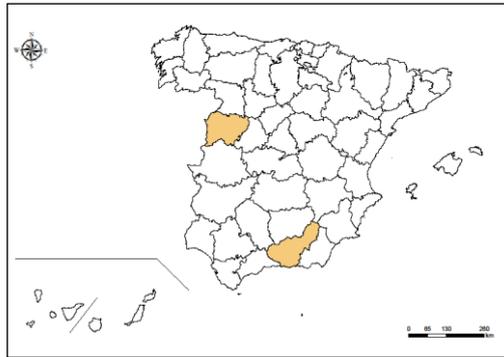


Figura 245.- Distribución provincial de *S. maximum*.

- *S. monticola* Friederichs, 1920. Se encuentra distribuida por Alemania, Andorra, Argelia, Austria, Azerbaiyán, Bélgica, Bosnia Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia (incluida Córcega), Georgia, Italia, Luxemburgo, Macedonia, Noruega, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Rusia (Centro, Norte y Sur), Serbia, Suecia, Suiza y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 246).

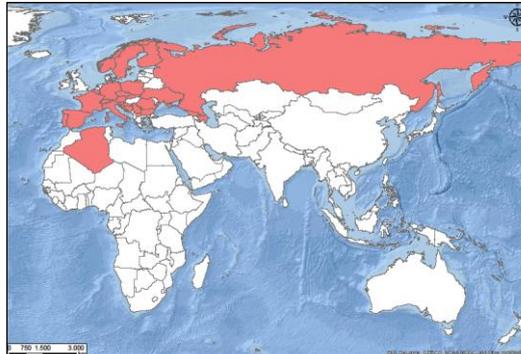


Figura 246.- Distribución por países de *S. monticola*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Asturias (PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; GONZÁLEZ, 1997; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Cantabria (GRENIER & BERTRAND, 1954), Barcelona (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Granada (GRENIER & BERTRAND, 1954; GRENIER & DORIER, 1959; CARLSSON, 1969; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY &

CROSSKEY, 2000), Jaén (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Lérida (GRENIER & BERTRAND, 1954; GONZÁLEZ, 1990), Madrid (GRENIER & BERTRAND, 1954; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Pontevedra (LESTÓN *et al.*, 2014a), Teruel, Orense (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a) (Figura 247) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

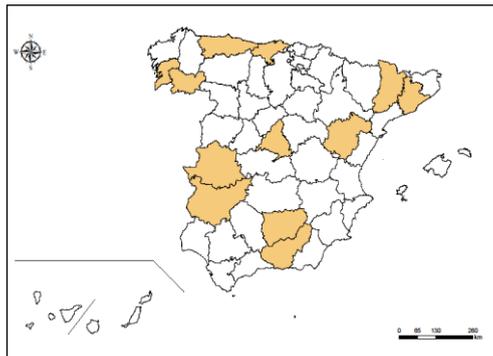


Figura 247: Distribución provincial de *S. monticola*.

- *S. variegatum* Meigen, 1818. Su distribución incluye Alemania, Andorra, Argelia, Armenia, Austria, Azerbaiyán, Bosnia Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia (incluida Córcega), Georgia, Gran Bretaña (Escocia, Inglaterra y Gales), Grecia (incluida Andros y Rodas), Hungría, Irán, Irlanda, Italia (incluida Sicilia), Líbano, Marruecos, Montenegro, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Rusia (Cáucaso), Serbia, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania, también existen citas no confirmadas en Kazajistán, Pakistán y Uzbekistán (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 248).

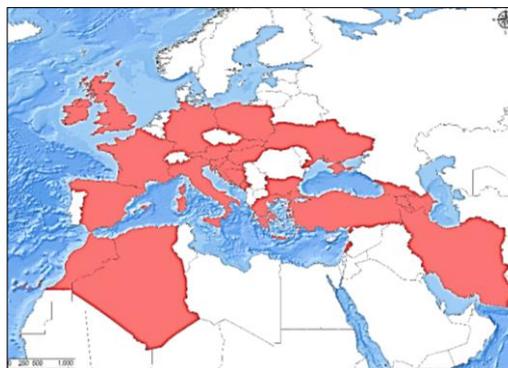


Figura 248.- Distribución por países de *S. variegatum*.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

En España ha sido mencionada en las provincias de Almería, Cádiz, Jaén, Sevilla (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Asturias (GRENIER & BERTRAND, 1954; PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Badajoz (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Barcelona (GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Burgos, Ciudad Real, Guadalajara, Palencia, Teruel (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Cantabria (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Gerona (PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), Granada (GRENIER & BERTRAND, 1954; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; VINÇON & CLERGUE-GAZEAU, 1993; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Huesca (GRENIER & BERTRAND, 1954), La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a; RUBIO & RUIZ, 1999), León (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; GONZÁLEZ, 1990), Lérida (GRENIER & BERTRAND, 1954; GONZÁLEZ, 1990), Málaga (CARLSSON, 1969; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990) (Figura 249) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

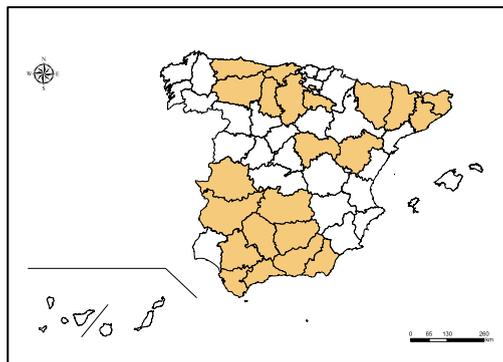


Figura 249.- Distribución provincial de *S. variegatum*.

- *S. xanthinum* Edwards, 1933. Presenta una distribución norteafricana y el sudoeste de Europa, hallándose en los países que siguen: Argelia, España, Francia y Marruecos (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 250).

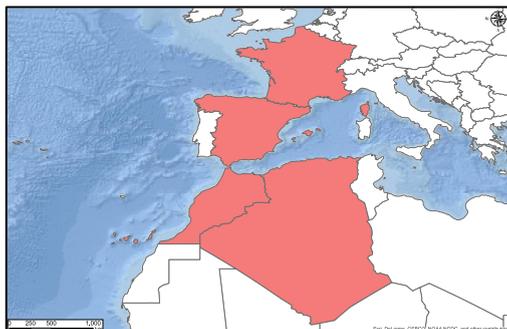


Figura 250.- Distribución por países de *S. xanthinum*.

En España ha sido citada su presencia en las provincias de Barcelona, Gerona, Tarragona, Teruel (GONZÁLEZ, 1990), Cádiz (EDWARDS, 1993, GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY, 1991b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Jaén (CROSSKEY, 1991b; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; RICOY-LLAVERO, 2015), Málaga (CROSSKEY, 1991b; GONZÁLEZ, 1997; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Castellón (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Castellón y Valencia (Figura 251) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 251.- Distribución provincial de *S. xanthinum*.

Subgénero *Trichodagmia* Enderlein, 1934

Especies del grupo *Albellum*

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

- *S. auricoma* Meigen, 1818. Está presente en Alemania, Andorra, Austria, Bulgaria, Croacia, Chipre, Eslovaquia, España, Francia (incluida Córcega), Grecia (Creta, Icaria, Lesbos, Naxos, Rodas y Samos), Italia (incluida Cerdeña y Sicilia), Kazakstán, Líbano, Marruecos, Polonia, Portugal, República Checa, Rumanía, Serbia, Turquía y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 252).

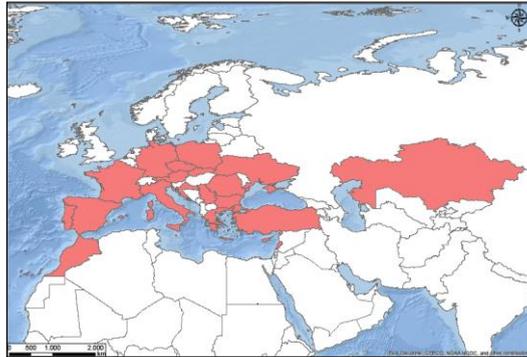


Figura 252.- Distribución por países de *S. auricoma*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Barcelona (GONZÁLEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Cantabria (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b), Gerona (PUIG *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990), Huesca (GRENIER & BERTRAND, 1954), Lérida (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002) (Figura 253) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

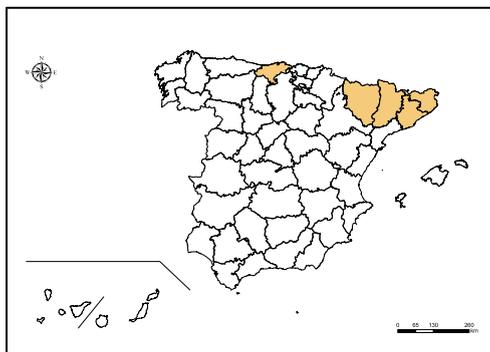


Figura 253.- Distribución provincial de *S. auricoma*.

- *S. galloprovinciale* Giudicelli, 1963. Especie de reducida distribución, se puede encontrar en países como Argelia, España, Francia, Italia y Marruecos (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 254).



Figura 254.- Distribución por países de *S. galloprovinciale*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Jaén (CROSSKEY & GRÁCIO, 1985; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) (Figura 255) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

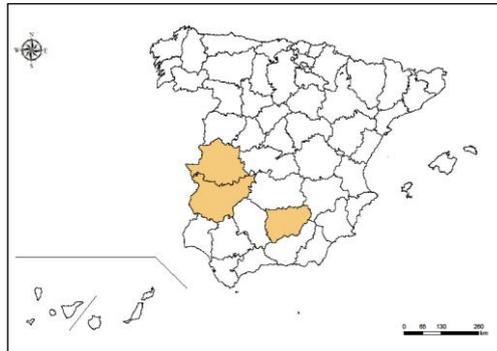


Figura 255.- Distribución provincial de *S. galloprovinciale*.

- *S. ibericum* Crosskey & Santos Grácio, 1985. Presente tan sólo en España y Portugal (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 256), países que conforman la península ibérica de la cual adopta su nombre específico.

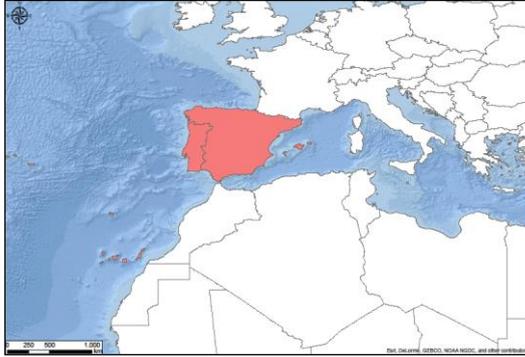


Figura 256.- Distribución por países de *S. ibericum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Badajoz (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Cáceres (CROSSKEY & GRÁCIO, 1985; GONZÁLEZ, 1990; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Orense (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997) (Figura 257) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).



Figura 257.- Distribución provincial de *S. ibericum*.

Subgénero *Wilhelmia* Enderlein, 1921

Especies del grupo *Equinum*

- *S. equinum* (Linnaeus, 1758). Especie distribuida por Alemania, Armenia, Austria, Bielorrusia, Bélgica, Bosnia, Bulgaria, China (Qinghai, Shandong, Xinjiang), Croacia, Dinamarca, Estonia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia, Holanda, Hungría,

Irlanda, Italia, (incluida Cerdeña), Kazajistán, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Macedonia, Marruecos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumanía, Reino Unido (Escocia, Gales e Inglaterra), República Checa, Rusia (Centro, Karelia-Murmansk, Norte, y Sur de Rusia), Serbia, Siberia (Extremo oriental, Este y Oeste de Siberia), Suecia, Suiza y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 258).

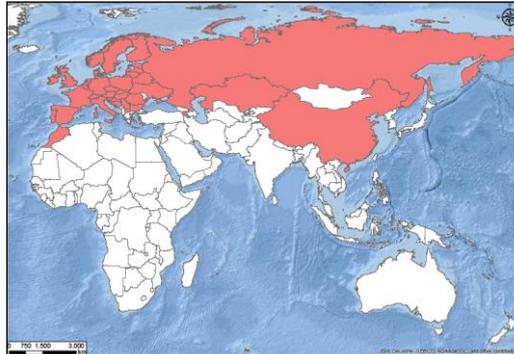


Figura 258.- Distribución por países de *S. equinum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Albacete (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a), Asturias (PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Barcelona, Burgos, Gerona, Lérida, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Teruel, Valladolid, Zamora (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Cuenca (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Granada (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Jaén (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), La Coruña, Lugo y Pontevedra (LESTÓN *et al.*, 2014a), La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a; RUBIO & RUIZ, 1999), Madrid (GRENIER & BERTRAND, 1954; CASADO *et al.*, 1990; GONZÁLEZ, 1990), Málaga (GONZÁLEZ *et al.*, 1987; (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). También en Castellón, Cuenca y Teruel (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo primera cita en Castellón y Valencia (Figura 259) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

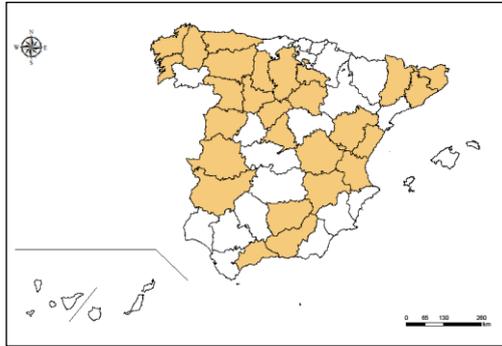


Figura 259.- Distribución provincial de *S. equinum*.

- *S. lineatum* (Meigen, 1804). Se distribuye en Alemania, Austria, Bélgica, Bielorrusia, Bosnia, Bulgaria, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia (incluida Córcega), Holanda, Hungría, Irlanda, Italia (incluida Cerdeña y Sicilia), Letonia, Lituania, Polonia, Portugal, Reino Unido (Gales e Inglaterra), República Checa, Rumanía, Rusia (central y del Sur), Serbia, Suecia, Suiza y Ucrania (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 260).



Figura 260.- Distribución por países de *S. lineatum*.

En España ha sido mencionada en las provincias de Albacete, Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Ávila, Burgos, Guadalajara, León, Palencia, Soria, Valladolid, Zamora (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Badajoz, Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Córdoba, Huelva, Sevilla, Zaragoza (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Cuenca (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; CROSSKEY &

CROSSKEY, 2000; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Granada (CARLSSON, 1969; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Jaén (CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), La Coruña (LESTÓN *et al.*, 2014a), La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a; RUBIO & RUIZ, 1999), Madrid (GRENIER & BERTRAND, 1954; LUNA DE CARVALHO, 1963; CASADO *et al.*, 1990), Málaga (CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1972; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Teruel (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a). También en Castellón (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Albacete, Castellón y Valencia (Figura 261) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

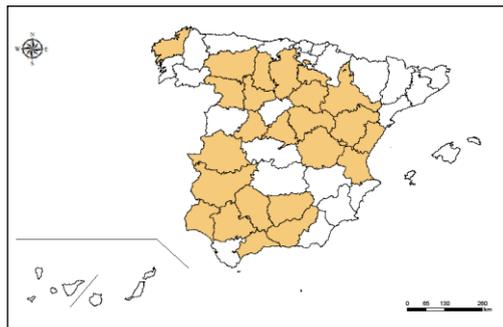


Figura 261.- Distribución provincial de *S. lineatum*.

- *S. pseudequinum* Séguy, 1921. Se distribuye en Argelia, Armenia, Austria, Azerbaiyán, Bosnia, China (Shaanxi y Xinjiang), Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Georgia, Grecia (incluidas Andros, Chíos, Creta, Icaria, Lesbos, Naxos y Rodas), India (Kashmir y Punjab), Irán, Irak, Islas Canarias (Gomera, Gran Canaria, Tenerife), Israel, Italia (incluida Cerdeña y Sicilia), Jordán, Kazajistán, Kirguistán, Líbano, Libia, Macedonia, Marruecos, Pakistán, Portugal, Reino Unido (Inglaterra), República Checa (del cual existen citas no confirmadas de su presencia), Rumanía, Rusia (Cáucaso), Serbia, Tayikistán, Túnez, Turquía, Turkmenistán, Ucrania (incluida la península de Crimea) y Uzbekistán (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 262).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

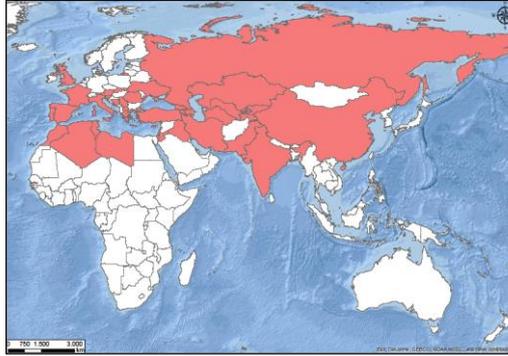


Figura 262.- Distribución por países de *S. pseudequinum*.

En España ha sido citada en las provincias de Albacete (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Alicante (LESTÓN *et al.*, 2013; LESTÓN *et al.*, 2014b), Almería (CARLSSON, 1969), Badajoz y Cáceres (MARTÍNEZ, 1996; MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), Barcelona, Ciudad Real, Gerona, Palencia, Segovia, Valladolid (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Cádiz (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Córdoba (GONZÁLEZ *et al.*, 1986; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; OBREGÓN *et al.*, 2016a, 2016b), Cuenca (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Granada (CARLSSON, 1969; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Huelva, Sevilla, Toledo (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Huesca (SANZ *et al.*, 2000; VILLANÚA-INGLADA, 2003), Jaén (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a, CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; RICOY-LLAVERO, 2015), Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife (CROSSKEY, 1988; CROSSKEY & BAEZ, 2004), La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a; RUBIO & RUIZ, 1999), Madrid (PUIG *et al.*, 1984; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; CASADO *et al.*, 1990), Málaga (CARLSSON, 1969; GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Salamanca (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Teruel (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Valencia (LÓPEZ-

PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Zamora (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975b; GONZÁLEZ, 1990), Zaragoza (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; VILLANÚA-INGLADA, 2003). También en Alicante, Castellón y Teruel (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Castellón, Teruel y Valencia (Fig. 263) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

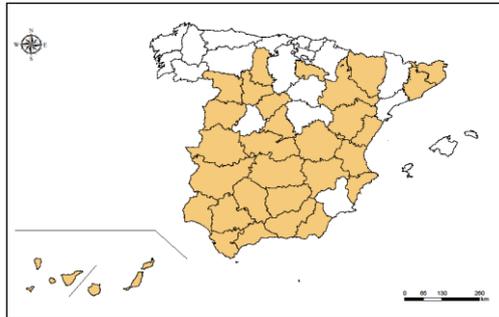


Figura 263.- Distribución provincial de *S. pseudequinum*.

- *S. quadrifila* Grenier, Faure & Laurent, 1957. Especie de distribución reducida, se encuentra tan solo en tres países: Argelia, España y Marruecos (ADLER & CROSSKEY, 2017) (Figura 264).



Figura 264.- Distribución por países de *S. quadrifila*.

En España ha sido mencionada su presencia en las provincias de Albacete (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Cuenca, Toledo, Zaragoza (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002),

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Valladolid (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). Siendo por tanto primera cita en Valencia (Figura 265) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

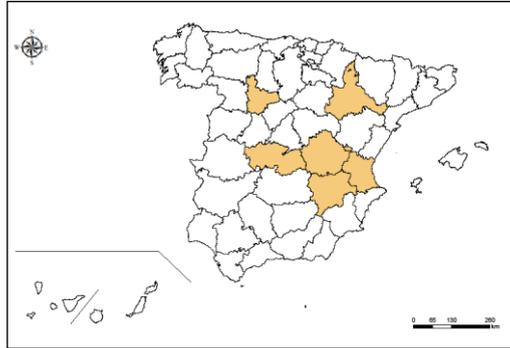


Figura 265.- Distribución provincial de *S. quadrifila*.

- ***S. sergenti*** Edwards, 1923. Muestra una distribución zoogeográfica paleártica reducida, estando presente en países de la cuenca mediterránea occidental como Argelia, España, Marruecos, Portugal y Túnez (ADLER & CROSSKEY, 2017), es decir, en la península ibérica y en el norte de África (Figura 266).

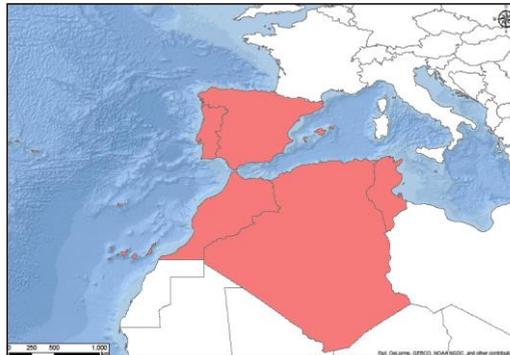


Figura 266.- Distribución por países de *S. sergenti*.

En España se consideraba hasta hace poco circunscrita al sur de la Península Ibérica con barrera norte en el río Duero (GONZÁLEZ, 1990) pero actualmente su distribución se ha ampliado hasta Aragón (VILLANÚA-INGLADA, 2003). Ha sido mencionada su presencia en

las provincias de Albacete (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Barcelona, Madrid (SÉGUY, 1925; BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a), Cádiz (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Córdoba (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002), Cuenca (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Granada (CARLSSON, 1969; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Huesca (SANZ *et al.*, 2000; VILLANÚA-INGLADA, 2003), Jaén (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), Málaga (GONZÁLEZ *et al.*, 1987; GONZÁLEZ, 1990; CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), Palencia, Soria, Zamora (GONZÁLEZ, 1990; GONZÁLEZ, 1997), Teruel (BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1975a), Valencia (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), Zaragoza (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000; GONZÁLEZ *et al.*, 2002; VILLANÚA-INGLADA, 2003). También en Alicante y Castellón (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b). Siendo por tanto primera cita en Albacete, Alicante, Castellón y Valencia (Figura 267) (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017b).

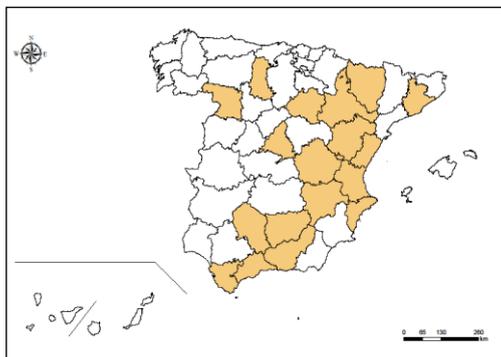


Figura 267.- Distribución por países de *S. sergenti*.

A continuación, analizando minuciosa y detenidamente las diferentes especies presentes en España hasta el momento, podemos vislumbrar que, las especies *G. fabri*, *S. brevidens* y *S. paraloutetense* tan sólo se han hallado distribuidas en 1 de las 50 provincias en las que se divide el territorio nacional español, es decir, en Ciudad Real, Lérica

y Las Palmas respectivamente, presentando por tanto la distribución más reducida.

En contraposición, *S. intermedium* y *S. velutinum* son las especies que muestran la distribución más amplia, estando presentes en 33 provincias de las 50 existentes.

Por otro lado, hay especies cuya distribución implica entre 2 y 10 provincias, como el caso de *U. aculeatum*, *S. bertrandi*, *S. costatum*, *S. guimari*, *S. maximun*, *S. naturale* y *S. rubzovianum* presentes en 2 provincias, *S. argenteostriatum*, *S. faurei*, *S. galloprovinciale*, *S. ibericum*, *S. lamachi*, y *S. quasidcolletum*, presentes en 3 provincias, *S. armoricanum* y *S. latipes* presentes en 4 provincias, *P. irtipes*, *P. rufipes*, *S. auricoma*, *S. carthusiense*, *S. hispaniola*, *S. ludstromi* y *S. tuberosum* presentes en 5 provincias, *S. quadrifila* presente en 6 provincias, *M. nuragica* y *S. latimucro* presentes en 7 provincias, *S. vernum* presente en 8 provincias, *P. tomosvaryi* y *S. xanthinum* presentes en 9 provincias, *S. aureum* y *S. ruficorne* presentes en 10 provincias.

En otras especies, la distribución incluye entre 11 y 20 provincias como es el caso de *S. monticola* presente en 12 provincias, *S. erythrocephalum*, *S. reptans* y *S. trifasciatum* presentes en 13 provincias, *S. argyreatum* presente en 14 provincias, *M. blanci* presente en 15 provincias, *S. petricolum* presente en 16 provincias, *S. angustitarse* presente en 17 provincias, *S. angustipes*, *S. cryophilum* y *S. sergenti* presente en 18 provincias, *S. bezzi* presente en 20 provincias.

O especies que su distribución se extiende entre 21 y 30 provincias, como *S. variegatum* presente en 22 provincias, *S. lineatum* presente en 24 provincias, *S. equinum* presente en 27 provincias, *S. ornatum* presente en 29 provincias.

Y especies cuya distribución sobrepasa las 30 provincias como *S. pseudequinum* presente en 31 provincias.

En cambio, todavía existen provincias donde al parecer aún no se han llevado a cabo muestreos para descubrir la presencia o ausencia de especies simúlidas en estos territorios, las cuales se

encuentran en el norte del país, concretamente son las tres provincias que constituyen el País Vasco: Álava, Guipúzcoa y Vizcaya, y en la Comunidad Foral de Navarra.

Por tanto, sin tener en cuenta tales provincias, podemos afirmar que, hasta el momento, la provincia más rica en especies, es decir con la mayor riqueza específica son Cáceres y Lérida con exactamente 33 especies de mosca negra. En contraposición las provincias más pobres en especies son Murcia y Toledo con tan sólo 2 especies simúlidas.

A la luz de los datos barajados, parece evidenciarse que los lugares áridos y semidesérticos como es el caso de Murcia, así como el de las áreas insulares de Baleares y Canarias, son las zonas donde la riqueza de especies es más pobre en diversidad. Sin embargo, podríamos pensar que las áreas costeras pudieran ser más ricas en especies que las zonas de interior pero se evidencia tras la observación de los datos que las provincias con un número de especies de simúlidos elevado pueden ser independientemente tanto de interior como: Cáceres y Lérida con 23 especies, Badajoz y Córdoba con 20, Jaén y Madrid con 19 o Teruel con 15, como costeras: Granada con 21 especies diferentes de simúlidos, Valencia con 18, Barcelona y Gerona con 17 o Castellón con 16.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

A. ANÁLISIS FAUNÍSTICO

❖ Caracterización de los puntos de muestreo

En primer lugar, y como paso previo a la explicación de los muestreos llevados a cabo en cada río en particular, hay que hacer hincapié en la sequía intensa y prolongada que viene sufriendo el área de estudio en el que se ha realizado la presente tesis doctoral, y que ha condicionado en gran medida la elaboración de dicha investigación científica puesto que muchos ríos han menguado en gran grado el volumen y caudal de sus cursos, incluso llegando a presentarse muchos de ellos secos en su totalidad o en ciertos tramos de sus cuencas.

Se realizó un estudio faunístico de los simúlidos de los ríos Cenia, Cérvol, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis, Girona, Jalón, Algar, Amadorio, Monnegre, Vinalopó y Segura, basándose en la identificación del estado de pupa y de los estuches o fundas donde se mantienen anclados durante este dramático proceso de metamorfosis. El muestreo se inició el 27 de junio de 2013, prolongándose hasta el 07 de agosto de 2015, siendo la frecuencia de los muestreos aleatoria.

1. RÍO CENIA

De los siete puntos de muestreo elegidos en primera instancia, finalmente, tan sólo dos de ellos pudieron ser muestreados, el resto de puntos estaban totalmente secos, con lo que no se pudo realizar la toma de muestras. Pero sí se obtuvieron fotografías de las estaciones de muestreo localizadas en los municipios de La Pobla de Benifassà, muy cerca del nacimiento, así como de Sant Joan del Pas, en el curso medio y de Alcanar, ya casi en la desembocadura, este último, es un municipio catalán de la provincia tarraconense (Figuras 48, 49 y 50) respectivamente.



Figura 48.- Pobla de Benifassà. Figura 49.- Sant Joan del Pas. Figura 50.- Alcanar.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Los dos puntos de muestreo que fueron susceptibles de ser muestreados fueron los que siguen: el primero a la salida del embalse de Ulldecona (Cen1) (Figura 51 y Tabla 2) y el otro en las proximidades del término municipal de Rosell (Cen2) (Figura 52 y Tabla 3). Ambos puntos de muestreo se observan en la (Figura 53).



Figura 51.- Salida embalse de Ulldecona (Cen1).

Tabla 2.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo CEN1, donde 1 = presencia.

		Localización	
Coordenadas UTM		266626,02 (X) / 4505963,90 (Y)	
Altura		417 metros	
Localidad		Pobla de Benifassà	
Lecho Fluvial		Pedregoso	
Sustrato		<i>Phragmites australis</i>	

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
09/07/2015	8,35	-67	4	33	2,2	3,39	55,1	22,7

FECHA	ESPECIES DETECTADAS			
	S. angustitarse	S. intermedium	S. pseudequinum	S. trifasciatum
09/07/2015	1	1	1	1



Figura 52.- Termino municipal de Rosell (Cen2).

Tabla 3.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo CEN2, donde 1 = presencia.

Capítulo 5. Resultados

Localización	
Coordenadas UTM	268820,12 (X) / 4504944,48 (Y)
Altura	381 metros
Localidad	Rosell
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
10/07/2015	8,75	-91	5,5	3	2,7	0,4	66,3	20,5

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudoguttatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
10/07/2015	1	1	1	1	1



Figura 53.- Puntos de muestreo estudiados en el río Cenia.

2. RÍO CÉRVOL

Para el río Cérvol, se experimentó idéntica casuística que para el caso del río Cenia. De los 7 puntos de muestreo previstos a priori, únicamente en 1 de ellos, localizado en el curso y en las inmediaciones del término municipal de Vallibona (CER1), se pudo

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

realizar la toma de muestra y la medición de los parámetros físico-químicos de la zona (Figura 54, Figura 60 y Tabla 4). Como ya ocurrió en el río Cenia, en el resto de estaciones muestrales situadas tanto en el tramo alto, medio como bajo del río, no se pudo realizar el estudio, bien porque no presentaban agua o porque esta estaba paralizada en piscinas naturales de roca, donde no se hallaron estados preimaginales de la familia Simuliidae. En estos casos, se procedió a la obtención de fotografías de las distintas estaciones de muestreo a fin de representar el ambiente encontrado como puede observarse en las siguientes figuras: Figura 55 (situada en las proximidades del nacimiento), Figura 56 (situada todavía en el tramo alto del río, pero pasada la estación de muestreo (CER1)). Figura 57 (ya en el tramo medio del río, concretamente en dominios del término municipal de San Rafael del Río, el caso de la piscina natural), Figura 58 (ya en el tramo bajo del río), y por último Figura 59 (en la misma desembocadura del Cérvol, a su paso por Vinaròs por un lecho artificial de bloques de piedra con relieve poliédrico regular salpicado con ejemplares de adelfa que crecen entre las grietas que existen entre bloque y bloque).



Figura 55.- Curso alto, cerca del nacimiento. Figura 56.- Curso alto, después de Vallibona.



Figura 57.- Curso medio, San Rafael del Río.

Figura 58.- Curso bajo.



Figura 59.- Desembocadura, Vinaròs.



Figura 54.- Vallibona (CER1).

Tabla 4.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo CER1, donde 1 = presencia.

		Localización						
Coordenadas UTM		252400,57 (X) / 4498576,39 (Y)						
Altura		564 metros						
Localidad		Vallibona						
Lecho Fluvial		Pedregoso						
Sustrato		Macrófito helófito sin determinar						
Tipo de flujo		Bajo						
		FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA						
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
17/02/2015	7,95	-44	5,2	2,8	2,5	0,21	36,9	8,3
		ESPECIE DETECTADA						
		<i>S. angustitarse</i>						
		1						



Figura 60.- Puntos de muestreo estudiados en el río Cérvol.

3. RÍO MIJARES

En el caso del río Mijares, únicamente se ha realizado el estudio en la zona del cauce que corresponde al curso medio del río, tomando once estaciones de muestreo: MIJ1(Figura 61 y Tabla 5), MIJ2 (Figura 62 y Tabla 6), MIJ3 (Figura 63 y Tabla 7), MIJ4 (Figura 64 y Tabla 8), MIJ5 (Figura 65 y Tabla 9), MIJ6 (Figura 66 y Tabla 10), MIJ7 (Figura 67 y Tabla 11), MIJ8 (Figura 68 y Tabla 12), MIJ9 (Figura 69 y Tabla 13), MIG10 (Figura 70 y Tabla 14), MIG11 (Figura 71 y Tabla 15). Los 11 puntos de muestreo se observan en la (Figura 72). En origen, la zona aragonesa desde su nacimiento en el municipio de El Castellar (Teruel) pasando por Cedrillas, Formiche Alto, Formiche Bajo, La Civera hasta Los Pertegaces ya muy próximo a Olba, no fue objeto de muestreo, y por ello no se estudió. Además, desde el municipio de Espadilla y pasando el embalse de Sitjar hasta las cercanías de Vila-Real y Almassora el acceso al río era prácticamente imposible, ya fuera por impedimento geográfico debido a los cortados, aludes y barrancos o por la infranqueable y selvática colonización de ambas riberas del río por metros y metros de cañar que

Capítulo 5. Resultados

en un principio se intentaron atravesar, pero que posteriormente se desistió tomar muestras en estas áreas como consecuencia del extenso tiempo que precisábamos para poder abrir un estrechísimo camino hasta llegar al agua. Por lo tanto, desde antes del citado embalse hasta su desembocadura, es un área inexplorada hasta el momento. Si bien es cierto, desde Almassora hasta la desembocadura si pudimos acceder al agua, no detectando presencia alguna de estados inmaduros de simúlidos.



Figura 61.- MIJ1.

Tabla 5.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ1, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita.

Localización								
Coordenadas UTM	702453,27 (X) / 4445349,38 (Y)							
Altura	664 metros							
Localidad	Olba							
Lecho Fluvial	Pedregoso (1 y 2)							
Sustrato	<i>Arundo donax</i> (1) y <i>Populus nigra</i> (2)							
Tipo de flujo	Moderado (1 y 2)							

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
22/07/2013	7,78	-37	0,5	0,28	0,2	7,23	72,79	15,2
20/01/2015	8,66	-81	6,8	3,7	3,3	1,99	38,5	9,6

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	S. <i>equinum</i>	S. <i>intermedium</i>	S. <i>ornatum</i>	S. <i>pseudequinum</i>	S. <i>trifasciatum</i>
22/07/2013	1	1	1	1	1
20/01/2015	0	0	0	0	0

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 62.- MIJ2.

Tabla 6.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ2, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita.

Localización	
Coordenadas UTM	703406,30 (X) / 703406,30 (Y)
Altura	604 metros
Localidad	La Monzona
Lecho Fluvial	Rocoso (1 y 2)
Sustrato	<i>Salix eleagnos</i> (1) y <i>Juncus</i> sp. (2)
Tipo de flujo	Fuerte (1) y Moderado (2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
22/07/2013	8,32	-64	0,45	0,24	0,2	2,64	106,99	20
20/01/2015	8,57	-76	7,4	3,9	3,7	1,48	35,5	7,2

FECHA	ESPECIES DETECTADAS								
	<i>M. blanci</i>	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. xanthinum</i>	<i>S. velutinum</i>
22/07/2013	0	0	1	1	1	1	0	0	0
20/01/2015	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Capítulo 5. Resultados



Figura 63.- MIJ3.

Tabla 7.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ3, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	704416,25 (X) / 4443087,77 (Y)
Altura	582 metros
Localidad	Puebla del Arenoso
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> y <i>Potamogeton pectinatus</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
22/07/2013	8,29	-63	0,53	0,28	0,2	9,37	76,03	18,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS						
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>
22/07/2013	1	1	1	1	1	1	1



Figura 64.- MIJ4.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 8.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ4, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita.

Localización	
Coordenadas UTM	710880,45 (X) / 4438892,13 (Y)
Altura	458 metros
Localidad	Montanejos
Lecho Fluvial	Rocoso (1) y pedregoso (2)
Sustrato	<i>Arundo donax</i> (1 y 2) y <i>Typha angustifolia</i> (2)
Tipo de flujo	Moderado (1 y 2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
22/07/2013	7,92	-46	0,75	0,4	0,4	2,34	65,77	28,5
20/01/2015	8,46	-73	8,1	4,4	4,1	1,27	42,9	17,9

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. orndum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>
22/07/2013	1	1	1	1	1	1
20/01/2015	0	0	0	0	0	1



Figura 65.- MIJ5.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 9.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ5, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita.

Localización	
Coordenadas UTM	714364,30 (X) / 4438684,28 (Y)
Altura	401 metros
Localidad	Arañuel
Lecho Fluvial	Rocoso (1) y pedregoso (2)
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> (1) y <i>Juncus</i> sp. (2)
Tipo de flujo	Moderado (1 y 2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
22/07/2013	8,25	-63	0,75	0,4	0,4	1,49	99,5	23,5
27/01/2015	8,27	-62	8	4,3	4	1,01	38,3	14

FECHA	ESPECIES DETECTADAS			
	S. <i>equinum</i>	S. <i>ornatnum</i>	S. <i>pseudequinum</i>	S. <i>trifasciatum</i>
22/07/2013	1	0	1	0
27/01/2015	0	1	1	1



Figura 66.- MIJ6.

Tabla 10.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ6, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita.

Localización	
Coordenadas UTM	716795,54 (X) / 4437321,41 (Y)
Altura	369 metros
Localidad	Cirat
Lecho Fluvial	Rocoso (1) y pedregoso (2)
Sustrato	<i>Arundo donax</i> (1 y 2) y <i>Salix eleagnos</i> (2)
Tipo de flujo	Moderado (1 y 2)

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
22/07/2013	8,45	-73	0,73	0,39	0,4	2,47	86,1	23,5
27/01/2015	8,33	-64	8,4	4,5	4,2	1,27	38,7	10,9

FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. angustipes</i>	<i>S. bezzi</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
22/07/2013	1	1	1	1	1	1	1	1
27/01/2015	0	0	0	0	0	0	1	1



Figura 67.- MIJ7.

Tabla 11.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ7, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	720136,26 (X) / 4437590,42 (Y)
Altura	327 metros
Localidad	El Tormo
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> y cantos rodados
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
29/07/2013	7,87	-43	0,53	0,28	0,2	6,67	104,9	20,4
FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>				
29/07/2013	1	1	1	1				



Figura 68.- MIJ8.

Tabla 12.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ8, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita.

Localización								
Coordenadas UTM	721012,66 (X) / 4437137,52 (Y)							
Altura	313 metros							
Localidad	Torre Chiva							
Lecho Fluvial	Pedregoso (1 y 2)							
Sustrato	<i>Tamarix canariensis</i> y <i>Salix eleagnos</i> (1), <i>Arundo donax</i> (2)							
Tipo de flujo	Moderado (1) y Bajo (2)							

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
29/07/2013	7,85	6	0,54	0,29	0,2	2,28	83,31	20,1
27/01/2015	8,26	-61	8,7	4,7	4,4	0,54	38,5	8,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS		
	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
29/07/2013	1	1	1
27/01/2015	0	0	1



Figura 69.- MIJ9.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 13.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ9, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	722392,62 (X) / 4435853,82 (Y)							
Altura	307 metros							
Localidad	Torre Chiva							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Arundo donax</i> y cantos rodados							
Tipo de flujo	Moderado							

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
29/07/2013	8	-50	0,54	0,29	0,2	1,55	105,3	21,4

FECHA	ESPECIES DETECTADAS		
	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
29/07/2013	1	1	1



Figura 70.- MIJ10.

Tabla 14.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ10, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	724242,51 (X) / 4435945,27 (Y)							
Altura	275 metros							
Localidad	Toga							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>							
Tipo de flujo	Bajo							

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
29/07/2013	7,8	-39	0,53	0,28	0,2	1,13	98,6	21,8

Capítulo 5. Resultados

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
29/07/2013	<i>S. pseudequinum</i> 1



Figura 71.- MIJ11.

Tabla 15.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MIJ11, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita.

Localización	
Coordenadas UTM	725020,03 (X) / 4435162,73 (Y)
Altura	263 metros
Localidad	Toga
Lecho Fluvial	Rocoso (1) y Pedregoso (2)
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> (1) y <i>Typha angustifolia</i> (2)
Tipo de flujo	Bajo (1 y 2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
29/07/2013	7,86	-42	0,55	0,29	0,3	2,66	96,7	21,8
27/01/2015	8,19	-56	9,1	4,9	4,7	0,43	36,9	10,3

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>S. angustiflora</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
29/07/2013	0	1	1	1	1	1
27/01/2015	1	0	1	1	1	1

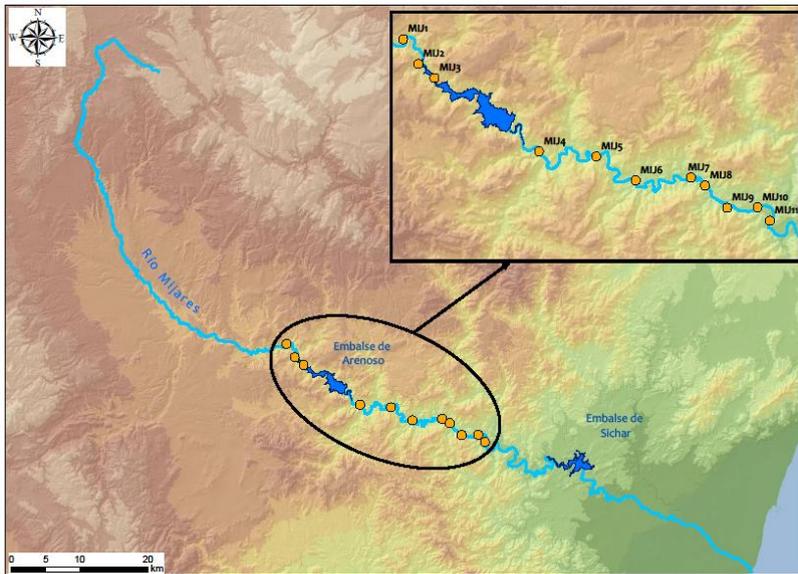


Figura 72.- Puntos de muestreo estudiados en el río Mijares.

4. RÍO PALANCIA

En el caso del río Palancia, inicialmente se acordó realizar el estudio en trece estaciones muestrales, seis en el curso alto: PAL1 (Figura 73 y Tabla 16), PAL2 (Figura 74 y Tabla 17), PAL3 (Figura 75 y Tabla 18), PAL4 (Figura 76 y Tabla 19), PAL5 (Figura 77 y Tabla 20), PAL6 (Figura 78 y Tabla 21) y siete en el curso medio: PAL7 (Figura 79 y Tabla 22), PAL8 (Figura 80 y Tabla 23), PAL9 (Figura 81 y Tabla 24), PAL10 (Figura 82 y Tabla 25), PAL11 (Figura 83 y Tabla 26), PAL12 (Figura 84 y Tabla 27), PAL13 (Figura 85 y Tabla 28). Todos ellos en territorio provincial castellanense. Los 13 puntos de muestreo se observan en la (Figura 86). En el curso bajo no se planteó realizar el estudio ya que, desde la Presa de Algar, y ya en dominios de la provincia valenciana, hasta su desembocadura en el Mar Mediterráneo, el cauce fluvial discurre totalmente seco, salvo en eventos excepcionales de abundantes lluvias. Bajo esas circunstancias, las compuertas de la citada presa y del Embalse de Regajo principalmente, liberan agua sistemáticamente. Posibilitando de esta manera, ver el lecho del río Palancia portando agua a su paso por los

Capítulo 5. Resultados

municipios de Algar del Palancia, Alfara de la Baronía, Albalat dels Tarongers, Sagunt y Port de Sagunt-Canet d'En Berenguer.



Figura 73.- PAL1.

Tabla 16.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL1, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	693196,31 (X) / 4422931,98 (Y)
Altura	841 metros
Localidad	Bejís (Barranco de Orduño)
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	Cantos rodados
Tipo de flujo	Bajo

FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
10/07/2013	7,85	-42	0,31	0,17	0,2	0,59	¿?	15,8

ESPECIES DETECTADAS					
FECHA	S. <i>angustitarse</i>	S. <i>intermedium</i>	S. <i>ornatum</i>	S. <i>petricolum</i>	S. <i>velutinum</i>
10/07/2013	1	1	1	1	1



Figura 74.- PAL2.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 17.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL2, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización								
Coordenadas UTM	691884,00 (X) / 4422790,85 (Y)							
Altura	895 metros							
Localidad	Bejís (Rambla de Orduño)							
Lecho Fluvial	Rocoso							
Sustrato	Cantos rodados							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
10/07/2013	8,13	-59	0,45	0,24	0,2	0,67	¿?	18,4
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. ornatum</i>				<i>S. trifasciatum</i>			
10/07/2013	1				1			



Figura 75.- PAL3.

Tabla 18.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL3, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización								
Coordenadas UTM	691438,53 (X) / 4423220,86 (Y)							
Altura	895 metros							
Localidad	El Toro							
Lecho Fluvial	Rocoso							
Sustrato	Cantos rodados y otros							
Tipo de flujo	Fuerte							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
10/07/2013	7,35	-17	0,25	0,13	0,1	1,55	¿?	14,3

Capítulo 5. Resultados

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. bertrandi</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. velutinum</i>
10/07/2013	1	1	1	1	1	1



Figura 76.- PAL4.

Tabla 19.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL4, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	696727,48 (X) / 4419464,70 (Y)
Altura	844 metros
Localidad	Bejís
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	Ninguno (1) y <i>Phragmites australis</i> (2)
Tipo de flujo	Fuerte (1) y moderado (2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
10/07/2013	7,92	-48	0,32	0,16	0,1	0,61	¿?	17
13/01/2015	8,37	-67	5,2	2,8	2,4	1,44	38,3	12,3

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. carthusiense</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. xanthinum</i>	<i>S. velutinum</i>
10/07/2013	0	0	0	0	0	0
13/01/2015	1	1	1	1	1	1

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 77.- PAL5.

Tabla 20.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL5, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

		Localización	
Coordenadas UTM		699262,62 (X) / 4418756,00 (Y)	
Altura		616 metros	
Localidad		Ventas de Bejís	
Lecho Fluvial		Rocoso	
Sustrato		<i>Juncus</i> sp. (1), <i>Phragmites australis</i> y <i>Populus alba</i> (2)	
Tipo de flujo		Fuerte (1) y moderado (2)	

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
10/07/2013	8,26	-66	0,32	0,17	0,2	0,73	¿?	17,8
13/01/2015	8,3	-62	6	3,2	2,9	0,43	38,4	11,1

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. velutinum</i>	<i>S. xanthinum</i>
10/07/2013	1	1	1	1	1	1
13/01/2015	1	1	1	1	0	1



Figura 78.- PAL6.

Tabla 21.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL6, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	700316,21 (X) / 4419181,62 (Y)
Altura	572 metros
Localidad	Teresa
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Juncus</i> sp.
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
10/07/2013	8,2	-63	0,32	0,17	0,2	0,36	¿?	17,9

FECHA	ESPECIES DETECTADAS		
	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
10/07/2013	1	1	1



Figura 79.- PAL7.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 22.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL7, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	704785,65 (X) / 4419840,24 (Y)
Altura	516 metros
Localidad	Viver viejo
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> , cantos rodados y otros
Tipo de flujo	Bajo (1) y sin agua (2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
15/07/2014	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	0,58	¿?	¿?
13/01/2015	0	0	0	0	0	0	0	0

FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. trifasciatum</i>
15/07/2014	1	1	1	1	1	1	1	1
13/01/2015	0	0	0	0	0	0	0	0



Figura 80.- PAL8.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 23.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL8, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	710530,65 (X) / 4420750,16 (Y)
Altura	446 metros
Localidad	Novaliches
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Equisetum</i> sp., <i>Juncus</i> sp., <i>Iris pseudacorus</i> y <i>Populus alba</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
02/08/2015	6,88	10	5,8	3,1	2,8	24,8	¿?	27

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustiflora</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
02/08/2015	1	1	1	1	1



Figura 81.- PAL9.

Tabla 24.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL9, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	718215,56 (X) / 4420429,88 (Y)
Altura	439 metros
Localidad	Jérica
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Arundo donax</i> y <i>Ficus carica</i>
Tipo de flujo	Moderado

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
15/07/2014	7,99	-52	0,37	0,19	0,2	1,36	¿?	21,1

FECHA	ESPECIES DETECTADAS	
	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>
15/07/2014	1	1



Figura 82.- PAL10.

Tabla 25.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL10, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	713764,86 (X) / 4416858,61 (Y)
Altura	387 metros
Localidad	Navajas
Lecho Fluvial	Pedregoso (1 y 2)
Sustrato	Cantos rodados
Tipo de flujo	moderado (1 y 2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
15/07/2014	7,07	-2	0,51	0,27	0,2	0,18	¿?	20,4
13/01/2015	7,87	-40	6,9	3,7	3,4	1,25	39,5	13,3

FECHA	ESPECIES DETECTADAS	
	<i>S. sergenti</i>	<i>S. pseudequinum</i>
15/07/2014	1	1
13/01/2015	0	0



Figura 83.- PAL11.

Tabla 26.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL11, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	712482,48 (X) / 4417998,56 (Y)
Altura	335 metros
Localidad	Navajas
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Typha angustifolia</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
15/07/2014	7,86	-45	0,42	0,22	0,2	10,54	¿?	22

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustiflora</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. sergenti</i>
15/07/2014	1	1	1	1	1



Figura 84.- PAL12.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 27.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL12, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	714627,97 (X) / 4415080,61 (Y)							
Altura	273 metros							
Localidad	Segorbe							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Juncus</i> sp. y <i>Phragmites australis</i>							
Tipo de flujo	Bajo							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
13/01/2015	8	-48	7,1	3,8	3,5	2,23	39,4	13,9
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. pseudequinum</i>				<i>S. sergeni</i>			
13/01/2015	1				1			



Figura 85.- PAL13.

Tabla 28.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo PAL13, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	721491,33 (X) / 4409761,54 (Y)							
Altura	232 metros							
Localidad	Sot de Ferrer							
Lecho Fluvial	Rocoso							
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
13/1/15	8,37	-67	8,1	4,4	4,1	2,1	38,3	13,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS			
	S. <i>pseudequinum</i>	S. <i>sergenti</i>	S. <i>trifasciatum</i>	S. <i>xanthinum</i>
13/1/15	1	1	1	1



Figura 86.- Puntos de muestreo estudiados en el río Palancia.

5. RÍO TURIA

En el caso del río Turia, ya desde el primer momento, y debido a su accesibilidad, se acordó realizar el estudio en todo su cauce, es decir desde casi su nacimiento en Guadalaviar hasta casi su desembocadura por el cauce nuevo en las inmediaciones de la ciudad de Valencia. Un total de trece estaciones de muestreo fueron estudiadas, siete de ellas se encuentran en el curso alto, a su paso por los términos municipales de: Tramacastilla (TUR1) (Figura 87 y Tabla 29), Torres de Albarracín (TUR2) (Figura 88 y Tabla 30), Albarracín (TUR3) (Figura 89 y Tabla 31), Gea de Albarracín (TUR4) (Figura 90 y Tabla 32), Villastar (TUR5) (Figura 91 y Tabla 33), Mas de Jacinto (TUR6) (Figura 92 y Tabla 34), Ademúz (TUR7) (Figura 93 y Tabla 35). Cuatro en el curso medio: Tuejar (TUR8) (Figura 94 y Tabla 36) antes del Embalse de Benagéber, Calles

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

(TUR9) (Figura 95 y Tabla 37) cerca del camping, Chelva (TUR10) (Figura 96 y Tabla 38), Calles (TUR11) (Figura 97 y Tabla 39), Calles (TUR12) (Figura 98 y Tabla 40) antes del Embalse de Loriguilla. Y cuatro estaciones más, en el curso bajo, concretamente situadas en el interior del Parque Natural del Turia, tres de ellas en el término municipal de Ribarroja del Turia, que son: (TUR13) (Figura 99 y Tabla 41), (TUR14) (Figura 100 y Tabla 42) y (TUR15) (Figura 101 y Tabla 43), y la última en Manises (TUR16) (Figura 102 y Tabla 44). Los 16 puntos de muestreo se observan en la (Figura 103).



Figura 87.- TUR1.

Tabla 29.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR1, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	621038,22 (X) / 4476163,17 (Y)							
Altura	1254 metros							
Localidad	Tramacastilla							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> y <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
22/10/2014	8,21	-58	6,2	3,3	3	1,35	57,44	11,9
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	S. <i>intermedium</i>	S. <i>ornatum</i>	S. <i>petricolum</i>	S. <i>trifasciatum</i>				
22/10/2014	1	1	1	1				



Figura 88.- TUR2.

Tabla 30.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR2, donde 1 = presencia.

		Localización							
Coordenadas UTM		626936,20 (X) / 4474453,34 (Y)							
Altura		1175 metros							
Localidad		Torres de Albarracín							
Lecho Fluvial		Pedregoso							
Sustrato		<i>Arundo donax</i> y <i>Typha latifolia</i>							
Tipo de flujo		Moderado							
		FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)	
22/10/2014	8,39	-68	6,7	3,6	3,3	1,43	55,25	12,9	
		ESPECIES DETECTADAS							
FECHA	<i>S. intermedium</i>		<i>S. ornatum</i>		<i>S. trifasciatum</i>				
22/10/2014	1		1		1				



Figura 89.- TUR3.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 31.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR3, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	632445,26 (X) / 4475702,22 (Y)							
Altura	1103 metros							
Localidad	Albarracín							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Juncus</i> sp.							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
22/10/2014	7,88	-42	6,7	3,6	3,3	4,18	52,09	14
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	S. <i>equinum</i>	S. <i>intermedium</i>	S. <i>ornatum</i>	S. <i>trifasciatum</i>				
22/10/2014	1	1	1	1				



Figura 90.- TUR4.

Tabla 32.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR4, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	639910,05 (X) / 4474625,62 (Y)							
Altura	1017 metros							
Localidad	Gea de Albarracín							
Lecho Fluvial	Rocoso							
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> y <i>Typha angustifolia</i>							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
22/10/2014	8,48	-73	6,8	3,7	3,4	3,52	52,97	13,5

Capítulo 5. Resultados

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
22/10/14	1	1	1	1	1



Figura 91.- TUR5.

Tabla 33.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR1, donde 5 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	657216,69 (X) / 4460349,43 (Y)
Altura	844 metros
Localidad	Villastar
Lecho Fluvial	Arenoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> y <i>Potamogeton pectinatus</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
28/10/2014	7,96	-46	7,7	4,1	3,9	38,9	41,3	14,4

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>M. blanci</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
28/10/2014	1	1	1	1	1	1

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 92.- TUR6.

Tabla 34.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR6, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	648665,21 (X) / 4442753,94 (Y)
Altura	744 metros
Localidad	Mas de Jacinto
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Populus alba</i> y rocas
Tipo de flujo	Fuerte

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T^a (°C)
28/10/14	7,93	-58	7,6	4	3,8	26,6	40,95	14,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS		
	<i>M. blanci</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>
28/10/14	1	1	1



Figura 93.- TUR7.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 35.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR7, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM		646627,39 (X) / 4436579,13 (Y)						
Altura		713 metros						
Localidad		Ademúz						
Lecho Fluvial		Rocoso						
Sustrato		<i>Arundo donax</i> , <i>Phragmites australis</i> y <i>Populus nigra</i>						
Tipo de flujo		Fuerte						
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
28/10/2014	7,92	-44	6,8	3,7	3,3	22,4	43,67	15
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>M. blanci</i>		<i>S. equinum</i>		<i>S. intermedium</i>			
28/10/2014	1		1		1			



Figura 94.- TUR8.

Tabla 36.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR8, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización								
Coordenadas UTM		658655,35 (X) / 4411369,54 (Y)						
Altura		549 metros						
Localidad		Tuejar						
Lecho Fluvial		Rocoso						
Sustrato		<i>Juncus</i> sp. y rocas						
Tipo de flujo		Moderado						
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
08/07/2014	8,06	-57	0,78	0,42	0,4	¿?	¿?	20,9
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. equinum</i>		<i>S. pseudequinum</i>					
08/07/2014	1		1					

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 95.- TUR9.

Tabla 37.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR9, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	671561,43 (X) / 4396254,80 (Y)
Altura	312 metros
Localidad	Calles
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>
Tipo de flujo	Bajo

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T^a (°C)
28/10/2014	8,37	-68	8,7	4,6	4,4	2,03	40,42	17,6

FECHA	ESPECIES DETECTADAS	
	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudequinum</i>
28/10/2014	1	1



Figura 96.- TUR10.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 38.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR10, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización								
Coordenadas UTM	670831,42 (X) / 4401433,32 (Y)							
Altura	339 metros							
Localidad	Chelva							
Lecho Fluvial	Cenagoso							
Sustrato	Arundo donax y rocas							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
08/07/2014	7,99	-51	0,52	0,28	0,2	¿?	¿?	19,5
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. xanthinum</i>				
08/07/2014	1	1	1	1				



Figura 97.- TUR11.

Tabla 39.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR11, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	673859,87 (X) / 4399147,58 (Y)							
Altura	329 metros							
Localidad	Calles							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> y <i>Mentha suaveolens</i>							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
28/10/2014	7,37	-15	6,8	3,7	3,4	9,27	39,11	19
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. pseudequinum</i>		<i>S. sergenti</i>					
28/10/2014	1		1					

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 98.- TUR12.

Tabla 40.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR12, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	676784,70 (X) / 4397406,59 (Y)
Altura	311 metros
Localidad	Calles
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Juncus</i> sp.
Tipo de flujo	Fuerte

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
08/07/2014	8,07	-57	0,55	0,29	0,3	¿?	¿?	24,5

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>S. angustifurc</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. cryophilum</i>
08/07/2014	1	1	1	1	1	1

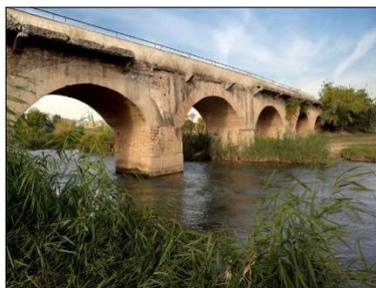


Figura 99.- TUR13.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 41.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR13, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización								
Coordenadas UTM		707130,97 (X) / 4381527,07 (Y)						
Altura		80 metros						
Localidad		Ribarroja						
Lecho Fluvial		Pedregoso						
Sustrato		<i>Arundo donax</i>						
Tipo de flujo		Moderado						
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
27/06/2013	7,8	-40	0,82	411	0,4	¿?	¿?	20,3
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. pseudequinum</i>				<i>S. sergenti</i>			
27/06/2013	1				1			



Figura 100: TUR14.

Tabla 42.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR14, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización								
Coordenadas UTM		707903,48 (X) / 4380955,39 (Y)						
Altura		78 metros						
Localidad		Ribarroja						
Lecho Fluvial		Cenagoso						
Sustrato		<i>Potamogeton pectinatus</i>						
Tipo de flujo		Moderado						
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
27/06/2013	8	-50	0,83	0,44	0,4	¿?	¿?	20,05
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. pseudequinum</i>				<i>S. sergenti</i>			
27/06/2013	1				1			

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 101.- TUR15.

Tabla 43.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR15, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	711856,86 (X) / 4379905,65 (Y)
Altura	69 metros
Localidad	Ribarroja
Lecho Fluvial	Cenagoso
Sustrato	<i>Arundo donas</i> y <i>Potamogeton pectinatus</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T^a (°C)
27/06/2013	8	-50	0,82	0,44	0,4	¿?	¿?	20,05

FECHA	ESPECIES DETECTADAS	
	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. sergenti</i>
27/06/2013	1	1



Figura 102.- TUR16.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 44.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo TUR16, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	713919,07 (X) / 4377817,87 (Y)
Altura	54 metros
Localidad	Manises
Lecho Fluvial	Cenagoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
27/06/2013	8,06	-53	0,81	0,43	0,4	¿?	¿?	23,4

FECHA	ESPECIES DETECTADAS	
	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. sergenti</i>
27/06/2013	1	1

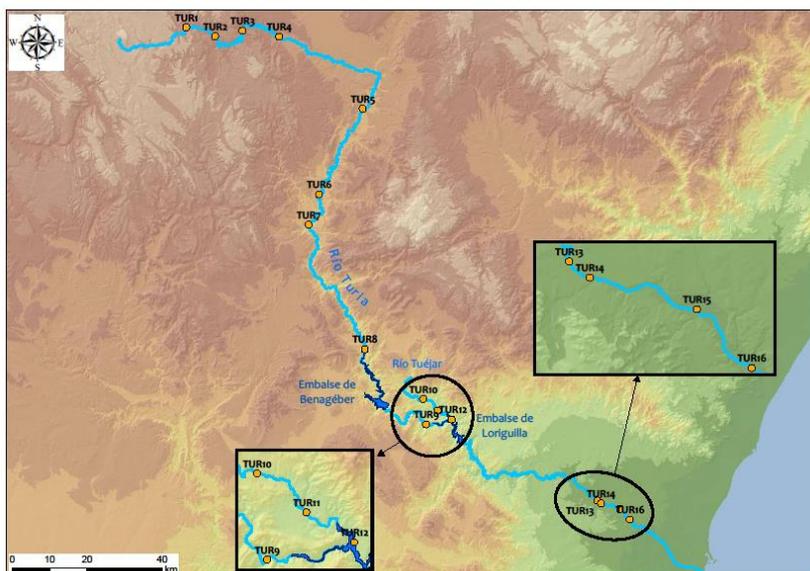


Figura 103.- Puntos de muestreo estudiados en el río Turia.

6. RÍO JÚCAR

En cuanto al caso del río Júcar, el planteamiento de las zonas que iban a ser muestreadas, fue complejo. En primer lugar, porque se quería abarcar el máximo de territorio a sabiendas de que al ser un río alóctono, circula por diversas comunidades autónomas, lo

que suponía un mayor esfuerzo en todos los sentidos. Y, en segundo lugar, porque dicho río es alimentado por diversos afluentes, cursos tributarios con mayor o menor caudal, los cuales también eran de interés tener en cuenta. A la luz de las problemáticas surgidas, se decidió muestrear toda la cuenca del Júcar, en sentido estricto, del mejor modo posible. Como resultado, se eligieron para su estudio veintiséis estaciones de muestreo, cinco de ellas localizadas en el curso alto: JUR1 (Figura 104 y Tabla 45), JUR2 (Figura 105 y Tabla 46) donde no se encontró rastro de ningún estado de desarrollo de mosca negra, y JUR3 (Figura 106 y Tabla 47) en el río Júcar, y JUR14 (Figura 107 y Tabla 48) y JUR15 (Figura 108 y Tabla 49) en el tramo alto del río Magro. Diez en el curso medio: JUR4 (Figura 109 y Tabla 50) y JUR5 (Figura 110 y Tabla 51) en el río Júcar, JUR6 (Figura 111 y Tabla 52) la fuerza de la corriente dificultó el acceso a ciertos sustratos susceptibles de estar colonizados por estados preimaginales de simúlidos, de ahí que el punto sea negativo, JUR7 (Figura 112 y Tabla 53), JUR8 (Figura 113 y Tabla 54), JUR9 (Figura 114 y Tabla 55) en el cual aunque se capturaron ejemplares adultos, fue imposible el acceso al agua debido a la infranqueable y densa masa de cañar presente, JUR10 (Figura 115 y Tabla 56), JUR11 (Figura 116 y Tabla 57), JUR12 (Figura 117 y Tabla 58) y JUR13 (Figura 118 y Tabla 59) en el río Cabriel. Y once en el curso bajo: JUR26 (Figura 119 y Tabla 60) en el río Júcar, JUR16 (Figura 120 y Tabla 61) y JUR17 (Figura 121 y Tabla 62) en el río Clariano, afluente del río Albaida, JUR18 (Figura 122 y Tabla 63), JUR20 (Figura 123 y Tabla 64), JUR22 (Figura 124 y Tabla 65), JUR23 (Figura 125 y Tabla 66) donde al igual que en punto previo no se detectó presencia de simúlidos aunque las condiciones incitaban a pensar que eran lugares favorables, JUR24 (Figura 126 y Tabla 67) y JUR25 (Figura 127 y Tabla 68) en el río Albaida donde no se halló presencia de mosca negra, aguas muy eutrofizadas, turbias y con escasísimo flujo, JUR19 (Figura 128 y Tabla 69) en el Barranco del Forcall ya en la cola este del Embalse de Bellús, y JUR21 (Figura 129 y Tabla 70) en el Barranco del Salto. Los 26 puntos de muestreo se observan en las (Figura 130 y Figura 131).

Capítulo 5. Resultados



Figura 104.- JUR1.

Tabla 45.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR1, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	576465,90 (X) / 4452344,45 (Y)
Altura	962 metros
Localidad	Villalba de la sierra
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
04/11/2014	8,27	-61	5,1	2,7	2,4	2,08	40,16	13,1

FECHA	ESPECIES DETECTADAS		
	<i>S. equinum</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>
04/11/2014	1	1	1



Figura 105.- JUR2.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 46.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR2, donde 0 = ausencia.

Localización	
Coordenadas UTM	572926,55 (X) / 4443591,75 (Y)
Altura	926 metros
Localidad	Cuenca
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	0
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T^a (°C)
04/11/2014	7,83	-38	6,2	3,3	2,9	5,28	40,78	12,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
04/11/2014	0



Figura 106.- JUR3.

Tabla 47.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR3, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	578604,18 (X) / 4366574,18 (Y)
Altura	693 metros
Localidad	El Picazo
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Juncus</i> sp. y <i>Potamogeton pectinatus</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T^a (°C)
04/11/2014	8,15	-56	6,8	3,7	3,4	2,92	39,37	14,5

FECHA	ESPECIES DETECTADAS		
	<i>S. lineatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. sergenti</i>
04/11/2014	1	1	1



Figura 107.- JUR4.

Tabla 48.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR4, donde 1 = presencia.

		Localización							
Coordenadas UTM		601744,85 (X) / 4336034,26 (Y)							
Altura		628 metros							
Localidad		Motilleja							
Lecho Fluvial		Rocoso							
Sustrato		<i>Phragmites australis</i> y <i>Populus alba</i>							
Tipo de flujo		Moderado							
		FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)	
25/11/2014	8,21	-58	5,5	2,9	2,6	4,04	42,88	12,3	
		ESPECIES DETECTADAS							
FECHA	<i>S. lineatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>		<i>S. sergenti</i>					
25/11/2014	1	1		1					



Figura 108.- JUR5.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 49.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR5, donde ¿? = Sin dato (no se tomaron los datos físico-químicos del agua).

Localización								
Coordenadas UTM	617883,81 (X) / 4335042,46 (Y)							
Altura	597 metros							
Localidad	Puente Torres							
Lecho Fluvial	Arenoso							
Sustrato	-							
Tipo de flujo	Bajo							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
25/11/2014	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?
ESPECIES DETECTADAS								
25/11/2014	¿?							
25/11/2014	Adultos							



Figura 109.- JUR6.

Tabla 50.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR6, donde 0 = ausencia.

Localización								
Coordenadas UTM	635208,54 (X) / 4359807,76 (Y)							
Altura	411 metros							
Localidad	Villatoya							
Lecho Fluvial	Rocoso							
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>							
Tipo de flujo	Fuerte							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
21/07/2015	8,55	-7	7,1	3,9	3,6	3,4	52,3	18,2
ESPECIES DETECTADAS								
21/07/2015	0							



Figura 110.- JUR7.

Tabla 51.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR7, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	635638,01 (X) / 4360021,86 (Y)
Altura	426 metros
Localidad	Villatoya
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>
Tipo de flujo	Fuerte

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
21/07/2015	8,47	-73	6,7	3,5	3,3	2,7	52,1	18

FECHA	ESPECIES DETECTADAS		
	<i>S. lineatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. quadrifia</i>
21/07/2015	1	1	1



Figura 111.- JUR8.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 52.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR8, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	639473,81 (X) / 4357261,72 (Y)							
Altura	407 metros							
Localidad	Villatoya							
Lecho Fluvial	Rocoso							
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>							
Tipo de flujo	Fuerte							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
21/07/2015	8,46	-72	5,2	2,66	2,4	2,45	51,9	17,9
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. lineatum</i>				<i>S. pseudequinum</i>			
21/07/2015	1				1			



Figura 112.- JUR9.

Tabla 53.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR9, donde Adultos = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización								
Coordenadas UTM	640026,51 (X) / 4357549,20 (Y)							
Altura	414 metros							
Localidad	Villatoya							
Lecho Fluvial	Rocoso							
Sustrato	¿?							
Tipo de flujo	Fuerte							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
21/07/2015	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	¿?							
21/07/2015	Adultos							



Figura 113.- JUR10.

Tabla 54.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR10, donde 1 = presencia.

		Localización						
Coordenadas UTM		642924,93 (X) / 4355776,16 (Y)						
Altura		364 metros						
Localidad		Villatoya						
Lecho Fluvial		Pedregoso						
Sustrato		<i>Phragmites australis</i>						
Tipo de flujo		Fuerte						
		FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA						
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
21/07/2015	8,42	-71	6,8	3,7	3,5	2,09	52,2	20,3
		ESPECIES DETECTADAS						
FECHA	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. quadrifida</i>	<i>S. sergenti</i>			
21/07/2015	1	1	1	1	1			



Figura 114.- JUR11.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 55.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR11, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	645038,54 (X) / 4356216,16 (Y)							
Altura	315 metros							
Localidad	Villatoya							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Juncus</i> sp., <i>Phragmites australis</i> y <i>Populus nigra</i>							
Tipo de flujo	Fuerte							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
21/07/2015	8,45	-73	7,4	4	3,7	3,55	52	20,3
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. lineatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. quadrifila</i>	<i>S. sergenti</i>				
21/07/2015	1	1	1	1				



Figura 115.- JUR12.

Tabla 56.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR12, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	660528,33 (X) / 4351455,66 (Y)							
Altura	353 metros							
Localidad	Casas del Río							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>							
Tipo de flujo	Fuerte							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
23/07/2015	8,45	-73	6	3,2	2,7	9,62	50,8	19,1
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. lineatum</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. quadrifila</i>				
23/07/2015	1	1	1	1				



Figura 116.- JUR13.

Tabla 57.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR13, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	664471,26 (X) / 4346192,58 (Y)
Altura	327 metros
Localidad	Salto de Cofrentes
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i> y <i>Potamogeton pectinatus</i>
Tipo de flujo	Fuerte

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
23/07/2015	8,62	-81	6,8	3,6	3,4	12,34	50,8	20

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
	<i>S. lineatum</i>
23/07/2015	1



Figura 117.- JUR14.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 58.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR14, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	(X) / 4380760,02 (Y)
Altura	725 metros
Localidad	Utiel
Lecho Fluvial	Cenagoso
Sustrato	<i>Typha</i> sp.
Tipo de flujo	Bajo

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
28/02/2014	8,24	-58	0,58	0,31	0,2	2,75	¿?	11,3

FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. angustithorax</i>	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. trifasciatum</i>
28/02/2014	1	1	1	1	1	1	1	1



Figura 118.- JUR15.

Tabla 59.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR15, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	657184,66 (X) / 4376666,61 (Y)
Altura	695 metros
Localidad	San Juan
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	¿?
Tipo de flujo	Moderado

Capítulo 5. Resultados

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
28/2/14	8,19	-56	0,55	0,29	0,2	10,81	¿?	10,6
FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. reptans</i>							
28/2/14	1							



Figura 119.- JUR16.

Tabla 60.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR16, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	710987,84 (X) / 4306130,26 (Y)
Altura	221 metros
Localidad	Aielo de Malferit
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Apium nodiflorum</i> y ¿?
Tipo de flujo	Bajo

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
05/05/2015	8,92	-99	5,7	3	2,8	11,38	52,5	22,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. sergenti</i>
05/05/2015	1	1	1	1	1	1	1	1

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 120.- JUR17.

Tabla 61.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR17, donde 1 = presencia.

		Localización						
Coordenadas UTM		716921,00 (X) / 716921,00 (Y)						
Altura		164 metros						
Localidad		Montaberner						
Lecho Fluvial		Cenagoso						
Sustrato		<i>Arundo donax</i> y cantos rodados						
Tipo de flujo		Bajo						
		FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA						
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
05/05/2015	8,84	-95	6,6	3,5	3,3	14,61	51,3	23,9
		ESPECIES DETECTADAS						
FECHA	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. sergenti</i>				
05/05/2015	1	1	1	1				



Figura 121.- JUR18.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 62.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR18, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	716846,09 (X) / 4307353,09 (Y)							
Altura	164 metros							
Localidad	Montaberner							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	Piedras y cantos rodados							
Tipo de flujo	Bajo							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
05/05/2015	8,45	-73	7,2	3,9	3,7	8,1	50,7	21,8
ESPECIES DETECTADAS								
FECHA	<i>S. angustitarse</i>		<i>S. intermedium</i>			<i>S. ornatum</i>		
05/05/2015	1		1			1		



Figura 122.- JUR19.

Tabla 63.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR19, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	721533,47 (X) / 4311071,47 (Y)							
Altura	160 metros							
Localidad	Benigànim							
Lecho Fluvial	Cenagoso							
Sustrato	<i>Juncus</i> sp., <i>Phrgmites australis</i> , piedras y cantos rodados							
Tipo de flujo	Bajo							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
26/05/2015	8,43	-72	6,7	3,6	3,4	27,9	52,8	21,9

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

FECHA	ESPECIES DETECTADAS						
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. velutinum</i>
26/05/2015	1	1	1	1	1	1	1



Figura 123.- JUR20.

Tabla 64.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR20, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	718565,82 (X) / 4314049,63 (Y)
Altura	125 metros
Localidad	Bellús
Lecho Fluvial	Cenagoso
Sustrato	<i>Potamogeton pectinatus</i>
Tipo de flujo	Bajo

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
05/05/2015	8,1	-54	6,6	3,5	3,3	25,6	39,99	19,6

FECHA	ESPECIES DETECTADAS						
	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. pseudoguttatum</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. xanthinum</i>	<i>S. velutinum</i>
05/05/2015	1	1	1	1	1	1	1



Figura 124.- JUR21.

Tabla 65.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR21, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	717623,89 (X) / 4314131,6 (Y)
Altura	122 metros
Localidad	Bellús
Lecho Fluvial	Cenagoso
Sustrato	Piedras y cantos rodados
Tipo de flujo	Bajo

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
20/05/2015	7,59	-27	6	3,2	2,9	14,53	51,3	21,1

FECHA	ESPECIES DETECTADAS			
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. petricolum</i>
20/05/2015	1	1	1	1



Figura 125.- JUR22.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 66.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR22, donde 0 = ausencia.

Localización								
Coordenadas UTM	717479,31 (X) / 4316404,69 (Y)							
Altura	106 metros							
Localidad	Genovés							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Arundo donax, Potamogeton pectinatus y Typha sp.</i>							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
15/05/2015	8,22	-60	5,2	2,8	2,5	15,05	51,8	21,2
FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
15/05/2015	0							



Figura 126.- JUR23.

Tabla 67.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR23, donde 0 = ausencia.

Localización								
Coordenadas UTM	717706,37 (X) / 4316555,97 (Y)							
Altura	175 metros							
Localidad	Alboy (pedanía de Genovés)							
Lecho Fluvial	Pedregoso							
Sustrato	<i>Arundo donax, Potamogeton pectinatus y Typha sp.</i>							
Tipo de flujo	Bajo							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
15/05/2015	8,25	-62	5,4	2,9	2,7	17,6	49,5	20,7
FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
15/05/2015	0							



Figura 127.- JUR24.

Tabla 68.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR24, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	717838,79 (X) / 4318127,06 (Y)
Altura	88 metros
Localidad	Genovés
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Arundo donax</i> y <i>Potamogeton pectinatus</i>
Tipo de flujo	Fuerte

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
20/05/2015	8,21	-60	5,14	2,8	2,15	20,7	46,6	19,2

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. erythrocephalum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. sergenti</i>
20/05/2015	1	1	1	1	1	1



Figura 128.- JUR25.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 69.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR25, donde 0 = ausencia.

Localización								
Coordenadas UTM	715696,13 (X) / 4326013,22 (Y)							
Altura	41 metros							
Localidad	Manuel							
Lecho Fluvial	Cenagoso							
Sustrato	<i>Arundo donax</i> y <i>Typha</i> sp.							
Tipo de flujo	Bajo							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
05/05/2015	8,81	-96	7,3	3,9	3,7	35	49,3	25
ESPECIES DETECTADAS								
05/05/2015	0							



Figura 129.- JUR26.

Tabla 70.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo JUR26, donde 1 = presencia.

Localización								
Coordenadas UTM	723615,48 (X) / 4340706,59 (Y)							
Altura	7 metros							
Localidad	Algemesí							
Lecho Fluvial	Cenagoso							
Sustrato	<i>Potamogeton pectinatus</i>							
Tipo de flujo	Moderado							
FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA								
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
23/07/2015	8,11	-56	6,2	3,3	3,2	9,71	50,8	27,3
ESPECIES DETECTADAS								
23/07/2015	<i>S. erythrocephalum</i>		<i>S. sergenti</i>					
	1		1					

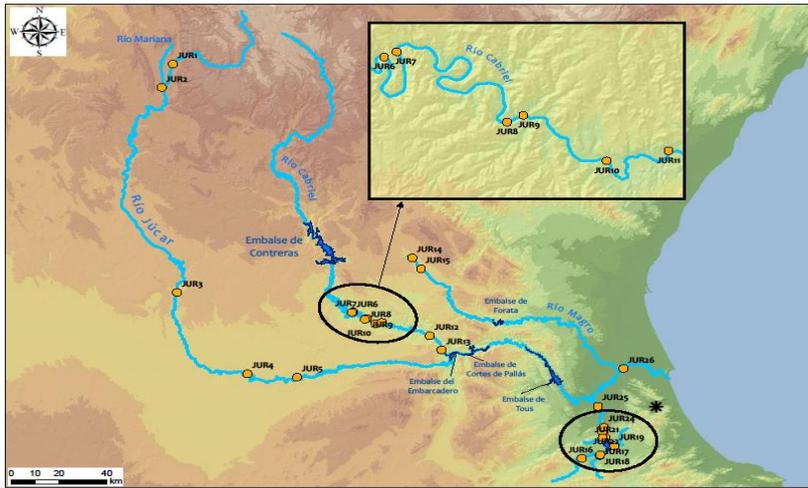


Figura 130: Puntos de muestreo estudiados en el río Júcar.

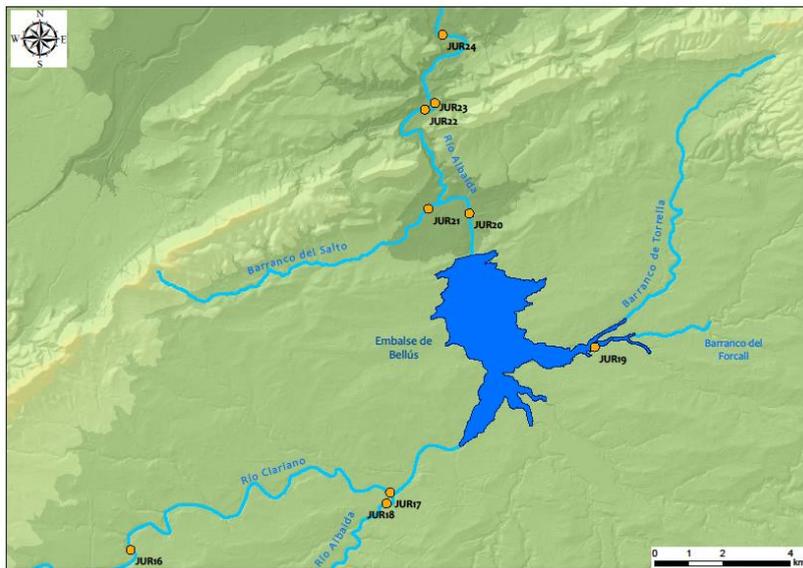


Figura 131: Expansión de (*) de los puntos muestreados en el río Júcar.

7. RÍO SERPIS

En el río Serpis, salvo el tramo final desde Potries, pasando por Beniarjó, Real de Gandia, Benirredrà y Gandia, hasta desembocar en el Grao de Gandia, donde no se muestreó, el resto del río fue sometido a un exhaustivo y minucioso estudio como se vino haciendo con el resto de sus congéneres. Un total de catorce estaciones de

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

muestreo fueron estudiadas, cuatro de ellas en el curso alto: SER1 (Figura 132 y Tabla 71) en el cual no se detectó presencia de simúlidos en ninguno de sus estados de desarrollo, SER2 (Figura 133 y Tabla 72), SER3 (Figura 134 y Tabla 73) y SER4 (Figura 135 y Tabla 74). Seis puntos en el curso medio: SER5 (Figura 136 y Tabla 75) aguas abajo del Embalse de Beniarrés, SER6 (Figura 137 y Tabla 76), SER7 (Figura 138 y Tabla 77), SER8 (Figura 139 y Tabla 78), SER9 (Figura 140 y Tabla 79) y SER10 (Figura 141 y Tabla 80). Y, cuatro en el curso bajo: SER11 (Figura 142 y Tabla 81), SER12 (Figura 143 y Tabla 82), SER13 (Figura 144 y Tabla 83) y SER14 (Figura 145 y Tabla 84). Los 14 puntos de muestreo se observan en la (Figura 146).



Figura 132.- SER1.

Tabla 71.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER1, donde 0 = ausencia, ¿? = Sin dato.

		Localización	
Coordenadas UTM		721921,82 (X) / 4288289,70 (Y)	
Altura		449 metros	
Localidad		Algars (pedanía de la localidad de Cocentaina)	
Lecho Fluvial		Cenagoso	
Sustrato		0	
Tipo de flujo		Bajo	

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
10/03/2014	8,56	-74	8,6	4,6	4,3	1,55	¿?	9,7

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
10/03/2014	0



Figura 133.- SER2.

Tabla 72. Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER2, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	723768,73 (X) / 4292497,59 (Y)
Altura	372 metros
Localidad	L'Alcudia (pedanía de Cocentaina)
Lecho Fluvial	Cenagoso
Sustrato	¿?
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
10/03/2014	8,6	-79	9,9	5,3	5,1	2,75	¿?	12,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. erythrocephalum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. sergenti</i>
10/03/2014	1	1	1	1	1



Figura 134.- SER3.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 73.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER3, donde 1 = presencia.

Localización	
Coordenadas UTM	724710,66 (X) / 4295328,93 (Y)
Altura	339 metros
Localidad	Benàmer (pedanía Muro d'Alcoi)
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Typha</i> sp.
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
03/03/2015	8,57	-78	7,6	4,2	3,8	5,41	41,7	14,3

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustianse</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. sergenti</i>
03/03/2015	1	1	1	1	1



Figura 135.- SER4.

Tabla 74.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER4, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	725544,97 (X) / 4296738,02 (Y)
Altura	319 metros
Localidad	Alcosser de Planes
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Phragmites australis</i>
Tipo de flujo	Moderado

Capítulo 5. Resultados

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
10/3/14	8,89	-95	10,3	5,5	5,4	13,67	¿?	16,7
FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. intermedium</i>		<i>S. ornatum</i>		<i>S. reptans</i>		<i>S. sergenti</i>	
10/3/14	1		1		1		1	



Figura 136.- SER5.

Tabla 75.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER5, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, (3) = tercera visita, (4) = cuarta visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	729894,24 (X) / 4301321,67 (Y)
Altura	642 metros
Localidad	L'Orxa
Lecho Fluvial	Pedregoso (1, 2, 3 y 4)
Sustrato	<i>Arundo donax</i> (1, 2 y 4), <i>Phragmites australis</i> (3), <i>Potamogeton pectinatus</i> (4) y <i>Typha</i> sp. (1 y 4)
Tipo de flujo	Moderado (1 y 3) y fuerte (2 y 4)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
03/03/2014	9,01	-98	0,37	0,19	0,2	6,65	¿?	13
04/06/2014	7,91	-43	8,4	4,5	4,4	6,61	¿?	19,4
03/03/2015	8,72	-87	8,2	4,4	4,1	98,3	40,5	11,9
16/07/2015	8,01	-49	8	4,3	4	13,26	51,1	23,4

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

FECHA	ESPECIES DETECTADAS											
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. bezzi</i>	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. velutinum</i>
03/03/2014	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
04/06/2014	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
03/03/2015	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
16/07/2015	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1



Figura 137.- SER6.

Tabla 76.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER6, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, (3) = tercera visita, ¿? = Sin dato.

Localización								
Coordenadas UTM	734763,98 (X) / 4305593,34 (Y)							
Altura	191 metros							
Localidad	Vilallonga							
Lecho Fluvial	Pedregoso (1 y 3) y rocoso (2)							
Sustrato	<i>Arundo donax</i> (3), <i>Juncus</i> sp., <i>Phragmites australis</i> (2), <i>Potamogeton pectinatus</i> (3) y <i>Typha angustifolia</i> (1 y 3)							
Tipo de flujo	Fuerte (1 y 3) y moderado (2)							
FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
03/03/2014	8,38	-68	0,33	0,17	0,2	3,91	¿?	15,3
03/03/2015	8,78	-90	6,9	3,7	3,5	5,35	44,4	16,7
16/07/2015	8,61	-82	5,6	2,8	2,6	15,58	51,2	23,1

Capítulo 5. Resultados

FECHA	ESPECIES DETECTADAS									
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. argyreatum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. velutinum</i>
03/03/2014	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
03/03/2015	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
16/07/2015	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1



Figura 138.- SER7.

Tabla 77.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER7, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, (3) = tercera visita, (4) = cuarta visita, (5) = quinta visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	735633,10 (X) / 4305896,90 (Y)
Altura	168 metros
Localidad	Vilallonga
Lecho Fluvial	Pedregoso (1, 2, 4 y 5) y rocoso (3)
Sustrato	<i>Arundo donax</i> (1, 2, 3 y 4), <i>Populus nigra</i> (1), <i>Potamogeton pectinatus</i> (4) y <i>Rubus ulmifolius</i> (3)
Tipo de flujo	Fuerte (1 y 3) y moderado (2, 4 y 5)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
24/01/2014	6,26	41	0	0,02	0	2,67	¿?	11,4
03/03/2014	8,33	-92	0,33	0,17	0,2	3,56	¿?	15,2
04/06/2014	8,88	-95	7,6	4,1	3,9	8,58	¿?	20,3
03/03/2015	8,86	-94	6,9	3,7	3,5	5,39	43,7	17,5
16/07/2015	8,92	-99	6,2	3,3	3,2	14,67	52,5	24,8

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. velinum</i>
24/01/2014	0	0	1	0	0	1	0	0
03/03/2014	0	0	0	1	0	1	0	0
04/06/2014	0	1	1	1	0	1	0	0
03/03/2015	0	1	0	0	0	0	1	0
16/07/2015	1	1	1	1	1	0	0	1



Figura 139.- SER8.

Tabla 78.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER8, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	736989,39 (X) / 4307008,23 (Y)
Altura	159 metros
Localidad	Vilallonga
Lecho Fluvial	Rocoso (1 y 2)
Sustrato	<i>Rubus ulmifolius</i> (1) y <i>Phragmites australis</i> (2)
Tipo de flujo	Moderado (1) y fuerte (2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
24/01/2014	7,11	-10	0,32	0,17	0,2	2,81	¿?	11,4
10/03/2014	8,7	-85	7,6	4,1	3,8	2,99	¿?	14,5
FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. reptans</i>				
24/01/2014	0	1	0	1				
10/03/2014	1	1	1	1				

Capítulo 5. Resultados



Figura 140.- SER9.

Tabla 79.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER9, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, (3) = tercera visita, (4) = cuarta visita, (5) = quinta visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	737829,91 (X) / 4307051,97 (Y)
Altura	127 metros
Localidad	Vilallonga
Lecho Fluvial	Pedregoso (1, 2, 3, 4 y 5)
Sustrato	<i>Nerium oleander</i> (1), <i>Arundo donax</i> (1, 3 y 4), <i>Phragmites australis</i> (2) y piedras (5)
Tipo de flujo	Moderado (1, 2, 3 y 5) y bajo (4)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							T ^a (°C)
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	
24/01/2014	8,69	-86	0,22	0,12	0,1	2,71	¿?	12,1
10/03/2014	8,51	-75	7,4	4	3,7	3,85	¿?	14,2
04/06/2014	8,78	-92	8,1	4,4	4,2	5,07	¿?	21,5
03/03/2015	8,38	-68	6,3	3,3	3	4,61	43,7	16,8
16/07/2015	9,15	-113	6,7	3,5	3,3	12,27	54,1	26,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustifurca</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. sergenti</i>
24/01/2014	0	1	0	0	1
10/03/2014	0	1	1	1	0
04/06/2014	0	1	1	1	0
03/03/2015	0	1	1	0	0
16/07/2015	1	1	1	0	0

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 141.- SER10.

Tabla 80.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER10, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, (3) = tercera visita, (4) = cuarta visita, (5) = quinta visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	739684,71 (X) / 4307296,19 (Y)
Altura	96 metros
Localidad	Vilallonga
Lecho Fluvial	Pedregoso (1, 2, 3, 4 y 5)
Sustrato	<i>Arundo donax</i> (1, 3, 4 y 5) y <i>Potamogeton pectinatus</i> (1 y 2)
Tipo de flujo	Bajo (1) y moderado (2, 3, 4 y 5)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							T ^a (°C)
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	
24/01/2014	8,35	-66	0,29	0,15	0,1	3,76	¿?	11,4
03/03/2014	8,9	-95	0,32	0,17	0,2	4,75	¿?	15
04/06/2014	8,65	-84	8,2	4,4	4,2	5,78	¿?	20,5
03/03/2015	8,82	-90	6,3	3,3	2,9	11,7	44,7	17
16/07/2015	8,86	-97	6,1	3,3	2,9	6,42	52,6	26,1

FECHA	ESPECIES DETECTADAS						
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. erythrocephalum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. sergenti</i>
24/01/2014	0	0	1	1	0	1	1
03/03/2014	1	1	1	1	0	1	1
04/06/2014	0	0	0	0	0	0	0
03/03/2015	1	0	1	0	0	0	1
16/07/2015	1	0	1	1	1	0	0

Capítulo 5. Resultados



Figura 142.- SER11.

Tabla 81.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER11, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, (3) = tercera visita, (4) = cuarta visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	740945,94 (X) / 4308019,61 (Y)
Altura	88 metros
Localidad	Vilallonga
Lecho Fluvial	Pedregoso (1, 2, 3 y 5) y Rocoso (4)
Sustrato	<i>Potamogeton pectinatus</i> (4), <i>Typha</i> sp. (1, 2, 3, 4)
Tipo de flujo	Bajo (1, 4 y 5) y Moderado (2 y 3)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							T ^a (°C)
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	
25/07/2013	8,46	-74	0,39	0,2	0,2	3,1	106,2	21,5
03/03/2014	8,69	-85	0,32	0,17	0,2	4,08	¿?	14,9
04/06/2014	8,69	-85	8,1	4,3	4	4,07	¿?	20,1
03/03/2015	8,78	-88	6,2	3,3	3	3,69	45,3	16,9
16/07/2015	9,16	-114	6,1	3,3	2,7	3,77	4,18	27,4

FECHA	ESPECIES DETECTADAS							
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudoguttatum</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. sergenti</i>
25/07/2013	1	1	1	0	1	1	1	1
03/03/2014	1	1	0	0	0	1	0	1
04/06/2014	0	0	0	0	0	0	0	0
03/03/2015	0	1	1	0	0	0	0	0
16/07/2015	0	0	0	1	0	0	0	0

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 143.- SER12.

Tabla 82.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER12, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

		Localización						
Coordenadas UTM		741210,45 (X) / 4308125,20 (Y)						
Altura		88 metros						
Localidad		Vilallonga						
Lecho Fluvial		Cenagoso						
Sustrato		Piedras y cantos rodados						
Tipo de flujo		Bajo						

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
25/07/2013	8,38	-71	0,38	0,2	0,2	3,97	104, 1	20,7

FECHA	ESPECIES DETECTADAS			
	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. sergenti</i>
25/07/2013	1	1	1	1



Figura 144.- SER13.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 83.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER13, donde 1 = presencia. 0 = ausencia, (1) = primera visita. (2) = segunda visita, (3) = tercera visita, (4) = cuarta visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	741455,30 (X) / 4308084,52 (Y)
Altura	88 metros
Localidad	Vilallonga
Lecho Fluvial	Rocoso (1, 2, 3, 4 y 5)
Sustrato	<i>Typa</i> sp. y piedras (1), <i>Phragmites australis</i> (2 y 4)
Tipo de flujo	Fuerte (1, 2, 3 y 5) y Bajo (4)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
25/07/2013	8,58	-81	0,39	0,21	0,2	3,48	110,5	22,6
03/03/2014	8,73	-85	0,31	0,17	0,1	4,51	¿?	14,7
04/06/2014	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?
03/03/2015	8,51	-73	6,1	3,2	2,7	5,52	45,5	17,2
16/07/2015	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustifurca</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. sergenti</i>
25/07/2013	1	1	1	0	1
03/03/2014	0	1	1	1	1
04/06/2014	0	0	0	0	0
03/03/2015	0	1	1	0	1
16/07/2015	0	0	0	0	0



Figura 145.- SER14.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 84.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SER14, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, (3) = tercera visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	742166,76 (X) / 4309819,09 (Y)
Altura	70 metros
Localidad	Vilallonga
Lecho Fluvial	Pedregoso (1), rocoso (2) y cenagoso (3)
Sustrato	<i>Typha</i> sp. (1, 2 y 3)
Tipo de flujo	Moderado (1) y bajo (2 y 3)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
10/03/2014	8,19	-58	7,5	4	3,7	2,51	¿?	13,8
03/03/2015	8,08	-53	6,2	3,3	2,8	2,79	45,3	14,9
16/07/2015	8,63	-84	6	3,2	2,7	6,49	54,4	27,3

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. reptans</i>
10/03/2014	0	0	0	0	1
03/03/2015	1	1	0	0	1
16/07/2015	1	0	1	1	1

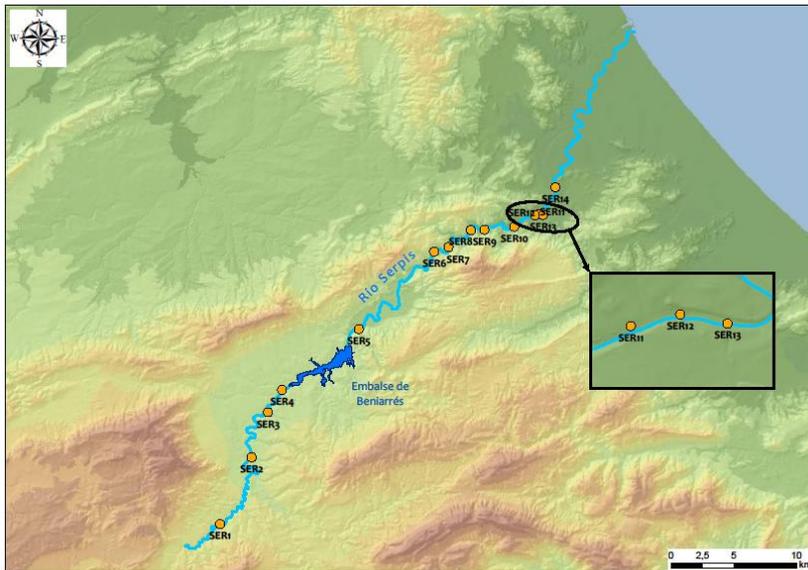


Figura 146.- Puntos de muestreo estudiados en el río Serpis.

8. RÍO GIRONA

En el caso del río Girona, al tratarse de un torrente cuyas aguas son embebidas, durante la mayor parte de su recorrido, por el terreno calizo por el que transcurre. Se realizó un seguimiento paralelo a su cauce desde Tormos en el tramo alto, pasando por Sanet y Negral, Beniargeig, Ondara, Vergel y Almadrava donde desemboca, hasta avistar agua y poder realizar el estudio en ellas. Desafortunadamente, no se encontró ningún tramo con agua con lo que no pudo obtener ningún resultado en relación con la biología de la mosca negra en este lugar.

9. RÍO JALÓN

Una casuística similar a la del anterior río se nos presentó en el río Jalón. En un principio se pretendía tomar muestras en las localidades de Facheca, Castell de Castells y Benichembla en el curso alto, Murla, Alcalalí y Jalón en el curso medio y Gata de Gorgos y Jávea en el curso bajo. Sin embargo, aunque su cabecera presentaba agua, no fue viable su acceso como consecuencia de su geomorfología de barrancos y laderas rocosas que no permitían adentrarnos en su lecho

fluvial. Por otro lado, en sus tramos medio y bajo, el sustrato que atraviesa el río es de naturaleza permeable, con lo que el agua se infiltra casi en su totalidad hacia estratos subterráneos circulando prácticamente seco. Debido a estas circunstancias, tampoco se pudieron tomar muestras ni biológicas ni físico-químicas.

10. RÍO ALGAR

En el caso del Algar, a pesar de tratarse de un corto río en el cual es difícil discernir con clara exactitud la delimitación de los tres tramos típicos. Se podría considerar que el tramo alto se inicia en su nacimiento al abrigo de la Sierra del Ferrer, en los alrededores del municipio de Tàrbena hasta Les Fonts de l'Algar. Este primer tramo no fue muestreado principalmente por la inaccesibilidad al agua que sus accidentes geográficos nos mostraron. En el tramo medio que va desde el paraje natural de Les Fonts hasta la inserción del río Guadalest al río Algar, próximo a La Ermita de Sant Llorenç, se pudieron estudiar tres estaciones de muestreo: ALG1 (Figura 147 y Tabla 85) en las mismas Fonts de l'Algar, ALG2 (Figura 148 y Tabla 86) en las cercanías del DinoPark Algar y ALG3 (Figura 149 y Tabla 87) inmediatamente antes de la confluencia de ambos ríos. Finalmente, el tramo bajo vendría delimitado desde la concurrencia de los citados cauces fluviales hasta su desembocadura en el mar Mediterráneo en el municipio de Altea, donde tampoco se pudo muestrear, en este caso debido a la ausencia de agua, ya que esta es utilizada casi en su totalidad en los campos de cultivo de níspero principalmente. En este último tramo, el cauce fluvial puede portar agua ocasionalmente como consecuencia de eventos de copiosas lluvias. Los 3 puntos de muestreo se observan en la (Figura 150).



Figura 147.-ALG1.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 85.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo ALG1, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	752519,13 (X) / 4283029,03 (Y)
Altura	110 metros
Localidad	Callosa d'En Sarrià
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	<i>Arundo donax</i> , <i>Typha</i> sp. (1 y 2) y piedras (2)
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							T ^a (°C)
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	
29/07/2014	8,61	-80	4,63	2,45	2,3	0,62	¿?	20,1
29/06/2015	8,34	-66	3,78	2,02	1,9	1,55	61,8	20,1

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>
29/07/2014	1	0	1	1	0
29/06/2015	1	1	1	1	1



Figura 148.- ALG2.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 86.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo ALG2, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	752499,59 (X) / 4282729,03 (Y)
Altura	99 metros
Localidad	Callosa d'En Sarrià
Lecho Fluvial	Pedregoso (1 y 2)
Sustrato	<i>Arundo donal</i> (1 y 2) y <i>Typha</i> sp. (1)
Tipo de flujo	Moderado (1 y 2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
29/07/2014	8,46	-73	4,37	2,25	2,2	0,91	¿?	21,9
29/06/2015	8,34	-66	4,35	3,32	2,1	0,73	58,7	21,6

FECHA	ESPECIES DETECTADAS						
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. pseudoequinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
29/07/2014	1	1	1	0	0	1	0
29/06/2015	1	0	1	1	1	1	1



Figura 149.- ALG3.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 87.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo ALG3, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	754325,57 (X) / 4279879,70 (Y)
Altura	50 metros
Localidad	Callosa d'En Sarrià
Lecho Fluvial	Rocoso
Sustrato	<i>Arundo donax</i> y <i>Typha</i> sp.
Tipo de flujo	Bajo

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
29/07/2014	8,52	-79	10,5	5,7	5,6	0,98	¿?	28,7

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
	29/07/2014

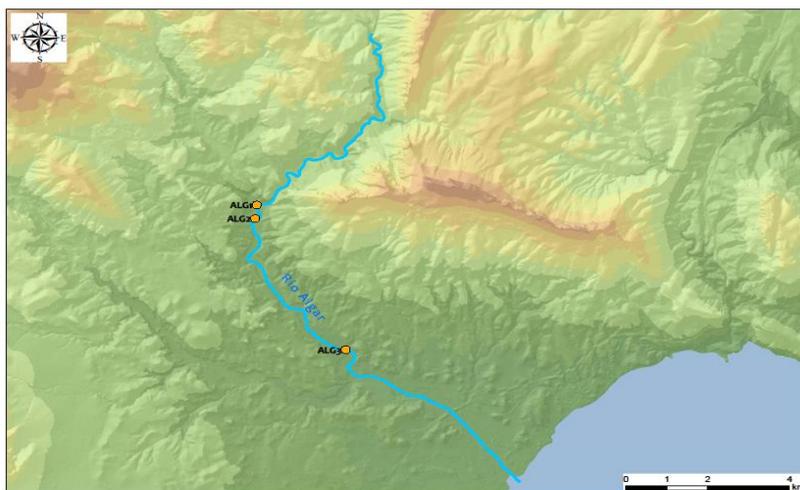


Figura 150.- Puntos de muestreo estudiados en el río Algar.

11. RÍO AMADORIO

En el caso del río Amadorio, como se venía haciendo en los anteriores ríos, se quería muestrear en los tres tramos. No obstante, al tratarse de un río de caudal muy escaso e irregular, no se halló agua en el tramo alto que va desde su nacimiento en la Sierra de Aitana hasta la localidad de Relleu. Así como tampoco se percibió presencia de agua en el tramo medio que va desde el citado municipio pasando por las

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

poblaciones cercanas de Orxeta, Bella Orxeta hasta el Embalse del Amadorio inclusive. Sin embargo, en el tramo bajo que va desde el mencionado embalse alta su desembocadura en La Vilajoiosa sí que se encontró agua en todo su recorrido pudiendo realizar al menos dos muestreos AMA1 (Figura 151 y Tabla 88) y AMA2 (Figura 152 y Tabla 89) en la misma desembocadura y a escasos metros del agua del mar. Los 2 puntos de muestreo se observan en la (Figura 153).



Figura 151.- AMA1.

Tabla 88.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo AMA1, donde 0 = ausencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	739928,33 (X) / 4267250,92 (Y)
Altura	37 metros
Localidad	La Vila Joiosa
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	0
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
28/07/2014	7,72	-35	10,8	5,8	5,7	1,92	¿?	25,3

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
28/07/2014	0

Capítulo 5. Resultados



Figura 152.- AMA2.

Tabla 89.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo AMA2, donde 1 = presencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	741248,93 (X) / 4265176,74 (Y)
Altura	6 metros
Localidad	La Vila Joiosa
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	Piedras
Tipo de flujo	Bajo

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	T ^a (°C)
29/06/2015	8,57	-81	10,9	5,7	5,7	4,66	57,2	29,4

FECHA	ESPECIES DETECTADAS	
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. cryophilum</i>
29/06/2015	1	1



Figura 153.- Puntos de muestreo estudiados en el río Amadorio.

12. RÍO MONNEGRE

En el caso del río Monnegre, en inicio se pensó muestrear un total de siete puntos. Sin embargo, en la práctica tan sólo se pudo realizar el estudio en los tramos alto y medio. Concretamente en la localidad de Castalla MON1 (Figura 154 y Tabla 90), en el municipio de Tibi MON2 (Figura 155 y Tabla 91) y aguas arriba del Embalse de Tibi MON3 (Figura 156 y Tabla 92). No obstante, aguas abajo del mencionado embalse, el cauce discurre totalmente seco por todo el tramo bajo hasta su desembocadura en El Campello, como consecuencia del aprovechamiento íntegro para los cultivos de la huerta alicantina. Los 3 puntos de muestreo se observan en la (Figura 157).



Figura 154.- MON1.

Tabla 90.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MON1, donde 0 = ausencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	703774,72 (X) / 4274360,31 (Y)
Altura	697 metros
Localidad	Castalla
Lecho Fluvial	Pedregoso
Sustrato	0
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							Tª (°C)
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	
28/07/2014	8,07	-54	8,2	4,4	4,2	17,05	¿?	25,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
28/07/2014	0



Figura 155.- MON2.

Tabla 91.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MON2, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	708072,36 (X) / 4270534,55 (Y)
Altura	625 metros
Localidad	Tibi
Lecho Fluvial	Pedregoso (1 y 2)
Sustrato	<i>Populus nigra</i> y rocas (1), <i>Arundo donax</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> , rocas y plásticos (2)
Tipo de flujo	Bajo (1 y 2)

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
28/07/2014	7,93	-46	9,1	4,9	4,8	2,28	¿?	21,3
29/06/2015	7,98	-47	8,1	4,3	4,2	7,28	51,9	18,7

FECHA	ESPECIES DETECTADAS					
	<i>S. angustiarise</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. velutinum</i>
28/07/2014	1	1	1	0	0	0
29/06/2015	1	1	1	1	1	1

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 156.- MON3.

Tabla 92.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo MON3, donde 1 = presencia, 0 = ausencia, (1) = primera visita, (2) = segunda visita, ¿? = Sin dato.

		Localización	
Coordenadas UTM		710287,77 (X) / 4267251,36 (Y)	
Altura		443 metros	
Localidad		Tibi	
Lecho Fluvial		Pedregoso (1 y 2)	
Sustrato		Arundo donax y <i>Phragmites australis</i> (1), <i>Arundo donax</i> y piedras (2)	
Tipo de flujo		Bajo (1 y 2)	

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
28/07/2014	8,8	-94	13,3	7,1	7,3	4,51	¿?	29,6
29/06/2015	8,62	-84	13,2	7,1	7	5,3	54,1	26,1

FECHA	ESPECIES DETECTADAS				
	<i>S. angustipes</i>	<i>S. angustifurca</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. velinum</i>
28/07/2014	0	0	1	1	0
29/06/2015	1	1	1	1	1

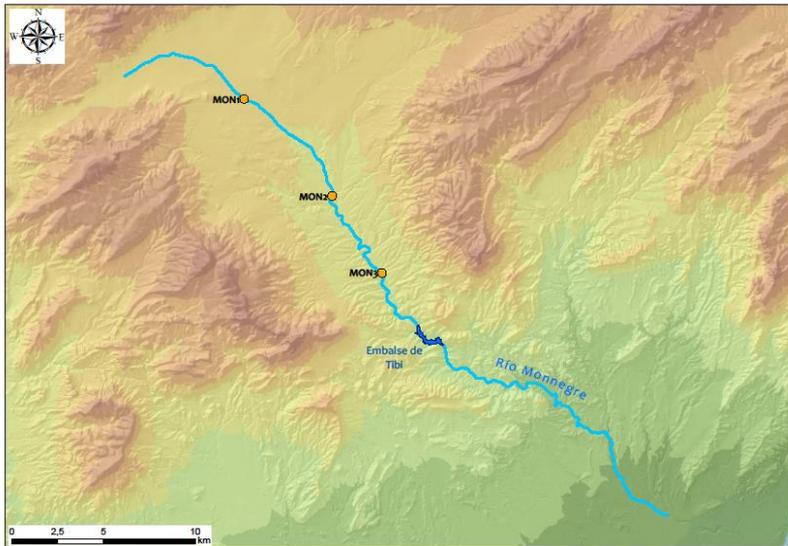


Figura 157.- Puntos de muestreo estudiados en el río Monnegre.

13. RÍO VINALOPÓ

En el caso del río Vinalopó, inicialmente se pretendió aprovechar las lindes de las tres comarcas que portan el nombre del río que discurre por sus tierras, es decir, el Alto, el Medio y el Bajo Vinalopó, ya que en líneas generales guardan concordancia con los tres tramos del río. Por ello se pensó muestrear en dieciséis estaciones de muestreo, ocho en el curso alto a su paso por los municipios de Bocairent (Bocairente), Banyeres de Mariola (Bañeres), Beneixama (Benejama), El Camp de Mirra (Campo de Mirra), La Canyada (Cañada), Villena, Colonia de Santa Eulalia (pedanía de Villena al norte y de Sax al sur), Saix (Sax). Cinco en el curso medio, desde el pantano de Elda hasta el pantano d'Elx (Elche) pasando por Monòver (Monóvar), Novelda, Aspe, Monforte del Cid, Y tres en el curso bajo, desde el pantano de Elche hasta su desembocadura artificial en Santa Pola pasando por La Foia (La Hoya), pedanía de Elche. Sin embargo, finalmente únicamente se pudo tomar muestra en una de ellas, concretamente en Aspe VIN1 (Figura 158 y Tabla 93), debido a un compendio de casuísticas. Empezando con que el Vinalopó es un río de caudal escaso y de régimen temporal, que además en la estación estival suele mostrarse completamente enjuto. Y a lo que hay que sumar la

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

sustracción de sus aguas para el regadío. No obstante, no se confirmó presencia de ningún estado de desarrollo del ciclo vital del insecto en estudio, los simúlidos. El punto de muestreo se observa en la (Figura 159).



Figura 158.- VIN1.

Tabla 93.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo VIN1, donde 0 = ausencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	698691,52 (X) / 4246491,72 (Y)
Altura	178 metros
Localidad	Aspe
Lecho Fluvial	Cenagoso
Sustrato	0
Tipo de flujo	Bajo

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
17/07/2014	7,83	-40	21,6	11,7	12,5	24,5	¿?	23,8

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
17/07/2014	0



Figura 159: Puntos de muestreo estudiados en el río Vinalopó.

14. RÍO SEGURA

En el caso del río Segura, ya desde el primer instante, se desestimó estudiar la totalidad de su cuenca, limitándose a estudiar el curso bajo, es decir, aquel que discurre por tierras de la Comunitat Valenciana. En esta zona se predeterminaron seis puntos a estudiar, concretamente a su paso por Orihuela, Benejúzar, Algorfa, Formentera del Segura, Rojales y Guardamar del Segura. Sin embargo, tras un tiempo prudencial de esfuerzo muestral, en el cual no se detectó presencia ni de estados inmaduros ni de imagos, se decidió tomar al menos, en algunos de los puntos mencionados, las medidas de las características físico-químicas del agua, más concretamente en las cercanías de Algorfa se pudo muestrear: SEG1 (Figura 160 y Tabla 94) y SEG2 (Figura 161 y Tabla 95). Sin bien es cierto, la turbidez era muy elevada y el flujo era muy bajo salvo alguna excepción, factores que por otra parte pueden determinar o influir en la ausencia o presencia de este artrópodo de notable importancia. Los 2 puntos de muestreo se observan en la (Figura 162).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**



Figura 160.- SEG1.

Tabla 94.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SEG1, donde 0 = ausencia, ¿? = Sin dato.

		Localización						
Coordenadas UTM		695668,41 (X) / 4217611,98 (Y)						
Altura		9 metros						
Localidad		Algorfa						
Lecho Fluvial		Cenagoso						
Sustrato		0						
Tipo de flujo		Bajo						
		FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA						
FECHA	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
17/07/2014	8,2	-51	12,3	6,6	6,6	110	¿?	26
FECHA		ESPECIES DETECTADAS						
17/07/2014		0						



Figura 161.- SEG2.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 95.- Tabla resumen de las especies detectadas, de las visitas realizadas y de las propiedades físico-químicas de la estación de muestreo SEG2, donde 0 = ausencia, ¿? = Sin dato.

Localización	
Coordenadas UTM	693493,54 (X) / 4218241,65 (Y)
Altura	16 metros
Localidad	Algorfa
Lecho Fluvial	Cenagoso
Sustrato	<i>Potamogeton pectinatus</i>
Tipo de flujo	Moderado

FECHA	FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA							
	pH	RedOx (mV)	COND (mS/cm)	TDS (g/L)	SAL (g/L)	TURB (NTU)	OD (%)	Tª (°C)
17/07/2014	8,1	-50	12,5	6,7	6,8	155	¿?	26,3

FECHA	ESPECIES DETECTADAS
17/07/2014	0

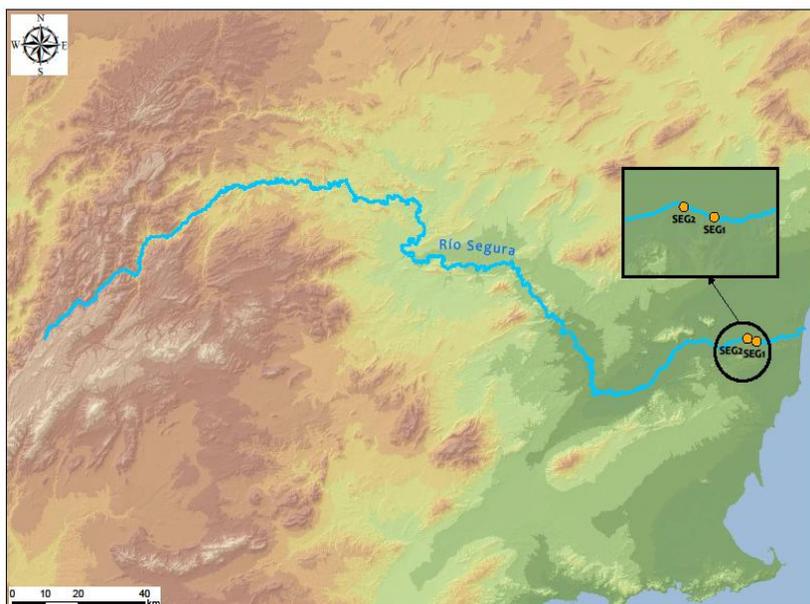


Figura 162.- Puntos de muestreo estudiados en el río Segura.

Finalmente, y para tener una idea visual del área objeto de investigación de la presente tesis doctoral, en la Figura 163, se puede observar cómo quedan plasmados todos y cada uno de los noventa y cuatro puntos que se han muestreado en la amplia zona de estudio.

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control



Figura 163.- Representación gráfica de la totalidad de puntos muestreados.

B. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

1. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

De los parámetros físico-químicos del agua expuestos en el capítulo de materiales y métodos, se añade una tabla resumen de los valores medidos para cada uno de ellos aportando el valor mínimo y máximo en cada río estudiado (Tabla 96).

Tabla 96.- Se muestra el rango de valores de los parámetros físico-químicos del agua para cada uno de los ríos de estudio. Nótese que en el río Cenia y en el Vinalopó sólo se aporta un dato, esto es debido a que únicamente se cuenta con un muestreo. Además, en otros ríos también hay alguna celda con un único dato, en este caso es porque tanto el valor máximo como el mínimo son el mismo. Nótese que la velocidad del flujo del agua 1 corresponde a baja, 2 a media y 3 a fuerte. Asimismo, el nivel antrópico 1 hace referencia a salvaje, 2 a rural y 3 a urbano.

	Altitud (msnm)	pH	Potencial Redox (mv)	Cond. Eléctrica (mS/cm)	TDS (g/L)	Sal (g/L)	Turbidez (NTU)	O ₂ (ppm)	O ₂ (%)	Díametro partícula (mm)	Vel. flujo	Nivel antró
Cenia	381-417	8,35-8,75	(-91)+(-67)	4,33-5,5	2,37-3	2,2-2,7	0,39-0,4	4,44-5,95	55,1-66,3	64-64	2-2	1-1
Cervol	564	7,95	-44	5,2	2,8	2,5	0,21	4,35	36,9	64	1	1
Mijares	263-664	7,78-8,66	(-81)+(-37)	0,456-9,1	0,241-4,9	0,2-4,7	0,43-9,37	3,95-9,38	35,5-104,9	64-400	1-3	1-2
Palancia	273-895	6,88-8,37	(-67)+(-2)	0,25-8,1	0,132-5,909	0,1-4,1	0,18-24,8	3,92-5,349	38,2-55,637	64-400	1-3	1-2
Turia	54-1254	7,37-8,48	(-15)+(-68)	0,52-8,7	0,28-4,11	0,2-4,4	1,35-38,9	4,46-6,65	55,637-55,637	0,006-400	1-3	1-2
Júcar	41-962	7,59-8,84	(-38)+(-99)	0,55-7,4	0,29-5,909	0,2-3,7	2,08-27,9	4,01-5,349	46,6-55,637	0,006-400	1-3	1-3
Serpis	70-642	6,26-9,16	(-113)+(-10)	0,294-10,3	0,023-5,909	0,1-5,4	1,55-15,27	4,14-9,52	40,5-110,5	0,006-400	1-3	1-2
Algar	50-110	8,34-8,61	(-80)+(-66)	3,78-10,5	2,02-5,7	1,9-5,6	0,62-1,55	5,349-5,58	55,637-61,8	64-400	1-2	1-2
Amadorio	6-37	7,72-8,57	(-81)+(-35)	10,8-10,9	5,7-5,8	5,7-5,8	1,92-4,66	4,33-5,349	55,637-57,2	64-64	1-2	2-3
Montnegre	443-697	7,93-8,8	(-94)+(-46)	8,1-13,3	4,3-7,1	4,2-7,3	2,28-17,05	4,37-5,349	51,9-55,637	64-64	1-2	1-1
Vinalopó	178	7,83	-40	21,6	11,7	12,5	24,5	5,349	55,637	0,006	1	2
Segura	9-16	8,1-8,2	(-51)+(-50)	12,3-12,5	6,6-6,7	6,6-6,8	110-155	5,349-5,349	55,637-55,637	0,006-0,006	1-2	2-2

2. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PCA), CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y AMBIENTALES DE LAS CUENCAS Y MUESTREOS ESTUDIADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras el PCA (Tabla 97) de los datos de la presente tesis doctoral consistentes en 137 objetos (muestreos) y 13 variables medidas (número de muestra, cuenca hídrica, altitud, pH, Potencial Redox, conductividad eléctrica, total de solutos disueltos, turbidez, oxígeno disuelto en partes por millón y en porcentaje, tipo de lecho según su tamaño de partícula, velocidad de flujo e influencia antrópica) habiéndose descartado del estudio aquellas variables con alta correlación ($R^2 > 0,8$) con otras de la base de datos (Tabla 98).

Tabla 97.- Componentes principales resultantes del análisis PCA sobre las variables físico-químicas. Se muestra la desviación estándar de cada componente, la proporción de varianza explicada por cada componente y la proporción de varianza acumulada.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11
Desviación estándar (SD)	1,607	1,367	1,252	1,051	0,983	0,907	0,863	0,793	0,695	0,460	0,093
Proporción de varianza	0,234	0,170	0,142	0,100	0,087	0,074	0,067	0,057	0,043	0,019	0,000
Proporción acumulada	0,234	0,405	0,547	0,648	0,736	0,811	0,878	0,936	0,979	0,999	1,000

Tabla 98.- Se muestran los coeficientes de cada una de las 11 variables analizadas en los dos primeros ejes de la ordenación (PC1 y PC2), que en conjunto explican el 40,5% del total de la varianza en los datos. Para el eje de PC1, las variables pH y Conductividad eléctrica muestran los valores negativos más elevados (pH = -0,431 y Conductividad eléctrica = -0,432), y las variables Potencial Redox y O₂ muestran los valores positivos más elevados (Potencial Redox = 0,419 y O₂ = 0,435). Con lo que valores positivos del eje PC1 están correlacionados con valores elevados de las variables Redox y O₂, mientras que los valores negativos están correlacionados con las variables pH y Conductividad eléctrica.

	PC1	PC2
Altitud	0,193	-0,136
pH	-0,431	0,500
Potencial Redox	0,419	-0,517
Conductividad eléctrica	-0,432	0,240
TDS	0,025	-0,092
NTU	-0,165	-0,251
O₂	0,435	0,287
% saturación O₂	0,365	0,310
Diámetro de partícula	0,168	0,236
Velocidad de flujo	0,173	0,095
Nivel antrópico	-0,069	-0,300

En la Figura 268, PC1 y PC2 se corresponden con abscisas y ordenadas, respectivamente. Dichos ejes explican un 40,5% de la variación de los parámetros físico-químicos y variables ambientales estudiadas.

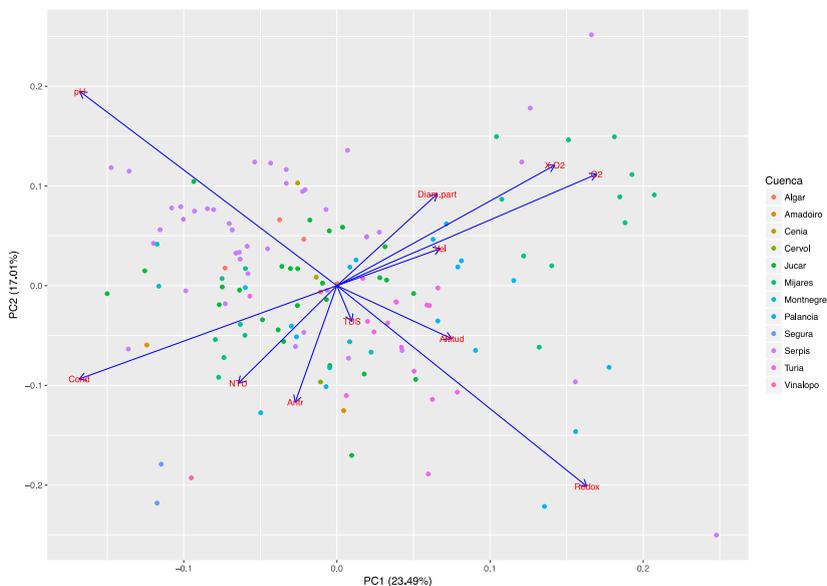


Figura 268.- Representación del análisis de las Componentes Principales (PC), con clave de colores identificativa de cada una de las estaciones de muestreo y de las cuencas fluviales estudiadas, así como los vectores que señalan las 11

variables o componentes principales más importantes y la dirección en la que incrementan.

En la Figura 268 se puede observar que PC1 se correlaciona negativamente con la Conductividad eléctrica y con el pH y positivamente con la concentración de O₂ disuelto y el potencial Redox. Por su parte, PC2 está positivamente correlacionado con el pH y con la concentración de O₂ disuelto, y negativamente con la conductividad eléctrica y el potencial Redox. No se aprecian agrupamientos de puntos de muestreo asociados a las cuencas hidrográficas. Esto puede ser indicativo de que todas las estaciones muestreadas se distribuyen de manera aleatoria en el espacio multidimensional del Análisis de Componentes Principales (PCA). De igual modo, se observa que casi todos los puntos de muestreo acogen un gradiente amplio tanto de pH, de conductividad eléctrica, de concentración de O₂ disuelto, como de Redox, lo que indica que se han muestreado ambientes muy diversos en cada una de las cuencas estudiadas.

3. ENSAMBLADO DE LAS COMUNIDADES DE PUPAS DE SIMÚLIDOS EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS MUESTREOS

Para estudiar si hay diferencias en la comunidad de pupas de simúlidos en función de las características de los ambientes en los que se han encontrado, se ha realizado un CCA. Los resultados del análisis CCA (Figura 269), explican una inercia total de 4,81 (donde la inercia es una medida de la variabilidad total), siendo las variables explicativas responsables del 26,8% del total.

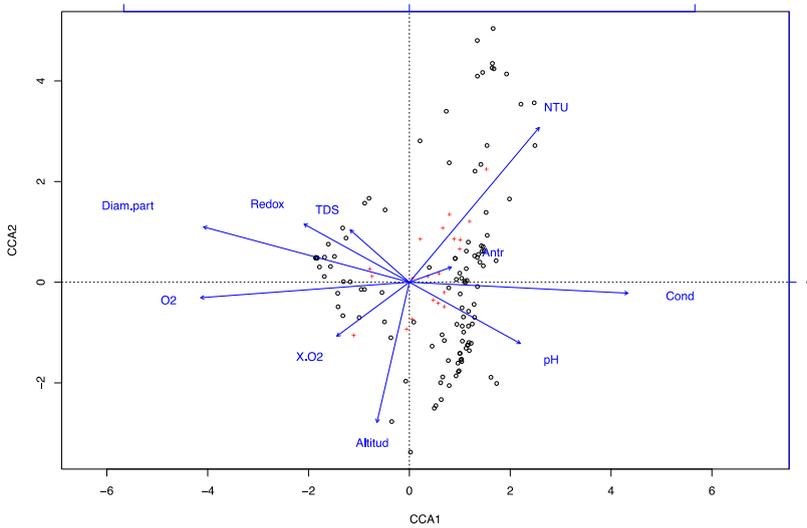


Figura 269.- CCA de las pupas de especies de simúlidos, donde los círculos hacen referencia a las estaciones de muestreo y las cruces rojas a las distintas especies de simúlidos. Se puede observar que algunas son dependientes de variables tales como el diámetro de partícula de sustrato, del potencial redox o del TDS, otras lo son tanto de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua como de la altitud, mientras otras especies son dependientes del pH y la conductividad del agua y otras del nivel antrópico del hábitat y de la turbidez en NTU.

El análisis CCA se ha utilizado como método de inferencia estadística para estudiar la significación de las variables explicativas (Tabla 99).

Tabla 99.- Prueba de permutación para el CCA de las especies bajo modelo reducido con 11 variables y utilizando un número de permutaciones de 999.

	Df	ChiCuadrado	F	Pr(>F)
Modelo	12	1,173	3,140	0,011>0,05
Residual	103	3,207		

Como muestra la Tabla 99, el resultado del análisis es significativo ($p < 0,05$) para el conjunto de variables predictoras, pero no dice expresamente qué variables son las más relevantes. Para ello se procedió a la realización de un procedimiento de selección de variables mediante tests secuenciales en los que se va extrayendo la variable más

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

importante en pasos sucesivos, con la condición de obtener en el modelo más parsimonioso posible el mismo valor de ajuste del coeficiente de determinación R^2 (que proporciona información sobre la proporción de la varianza en la variable dependiente que se puede predecir a partir de las variables independientes) que en el modelo completo (con todas las variables predictoras) resultó ser igual a 0,204. Los resultados de este procedimiento de selección de variables se muestran en la Tabla 100.

Tabla 100.- Modelos obtenidos en cada paso, valor de AIC, estadístico F y significación (p-valor).

Paso	Variable de selección	Modelo	AIC	F	p-valor
1	Conductividad	Especies ~ Conductividad	751,95	5,972	0,010
2	Altitud	Especies ~ Conductividad + Altitud	749,34	4,577	0,020
3	Turbidez (NTU)	Especies ~ Conductividad + Altitud + Turbidez (NTU)	747,23	4,041	0,025

Sobre este modelo más parsimonioso se volvió a realizar la ordenación mediante un nuevo CCA (Figura 270), que explicó una inercia total de 5,009, siendo las tres variables explicativas responsables del 11,9% de la inercia total.

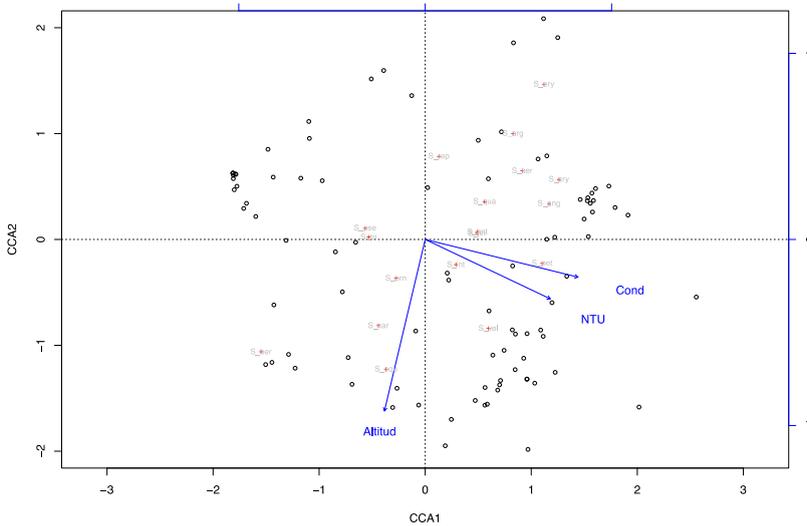


Figura 270.- Ordenación resultante del análisis CCA sobre el modelo más parsimonioso obtenido del procedimiento de selección de variables. Se pueden observar los puntos de muestreo representados por esferas, las especies con su nomenclatura abreviada en color gris y representada con una cruz roja, así como las tres variables ambientales más significativas. En relación con los vectores de las tres variables ambientales, el mapa de ordenación nos revela la tendencia mostrada por cada una de las especies simúlidos. Códigos de las especies: *S. angustipes* = *S. ant*, *S. angustitarse* = *S. ang*, *S. argyreatum* = *S. arg*, *S. bertrandi* = *S. ber*, *S. carthusiense* = *S. car*, *S. cryophilum* = *S. cry*, *S. equinum* = *S. equ*, *S. erythrocephalum* = *S. ery*, *S. intermedium* = *S. int*, *S. lineatum* = *S. lin*, *S. ornatum* = *S. orn*, *S. petricolum* = *S. pet*, *S. pseudequinum* = *S. pse*, *S. quadrifila* = *S. qua*, *S. reptans* = *S. rep*, *S. sergenti* = *S. ser*, *S. trifasciatum* = *S. tri*, y *S. velutinum* = *S. vel*.

De esta manera se puede apreciar que especies como: *S. intermedium*, *S. petricolum* y *S. velutinum* están asociadas a valores crecientes de conductividad eléctrica del flujo de agua. Del mismo modo, estas mismas especies muestran asociación por aguas con mayores valores de turbidez medidos en NTU. Asimismo, las especies: *S. bertrandi*, *S. carthusiense*, *S. equinum* y *S. ornatum* muestran asociación por valores mayores de altitud.

4. ÓPTIMOS Y TOLERANCIAS FRENTE A LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DE LAS ESPECIES DE SIMÚLIDOS

Seguidamente se presentan los valores óptimos de cada especie para cada una de las tres variables significativas de acuerdo con el análisis CCA, así como también los valores medios ponderados de tolerancia a las mismas, es decir: altitud, conductividad y turbidez.

La primera variable físico-química significativa, es la altitud, se pueden observar los valores óptimos y los rangos de tolerancia de las pupas de cada una de las especies de simúlido en cuanto a este parámetro (Figura 271).

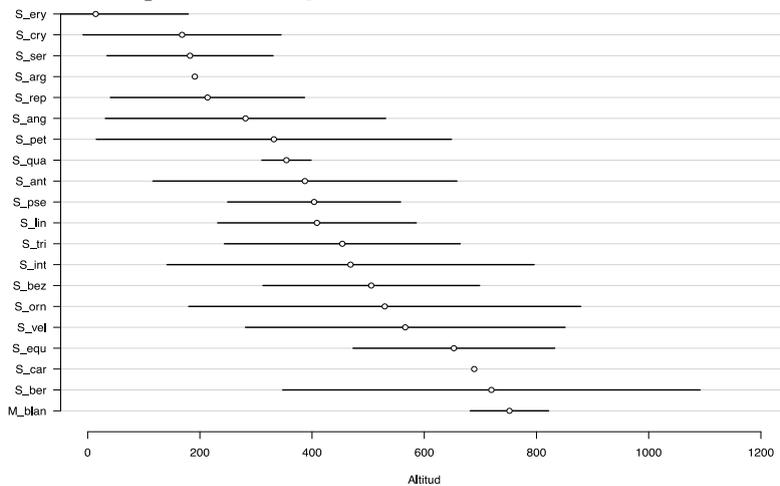


Figura 271.- Diagrama tipo Caterpillar, en él se puede observar el valor óptimo, medido en metros, de cada una de las especies de simúlido para la variable altitud representado por un círculo. A su vez, nótese que también se proporciona el rango de tolerancia para dichas especies. *M. blanci* = *M. blan*, *S. angustipes* = *S. ant*, *S. angustitarse* = *S. ang*, *S. argyreatum* = *S. arg*, *S. bertrandi* = *S. ber*, *S. bezzii* = *S. bez*, *S. carthusiense* = *S. car*, *S. cryophilum* = *S. cry*, *S. equinum* = *S. equ*, *S. erythrocephalum* = *S. ery*, *S. intermedium* = *S. int*, *S. lineatum* = *S. lin*, *S. ornatum* = *S. orn*, *S. petricolum* = *S. pet*, *S. pseudequinum* = *S. pse*, *S. quadrifila* = *S. qua*, *S. reptans* = *S. rep*, *S. sergenti* = *S. ser*, *S. trifasciatum* = *S. tri*, y *S. velutinum* = *S. vel*.

Como se puede ver en la Figura 271, las pupas de algunas especies muestran mayor tolerancia que otras frente a la altitud, como es el caso

de *S. angustipes*, *S. angustitarse*, *S. intermedium*, *S. ornatum*, *S. petricolum* o *S. velutinum*, entre otras, cuyos valores óptimos de altitud son de 387,25 m, 281,42 m, 468,60 m, 529, 57 m, 331,95 m y 566,18 m respectivamente. Sin embargo, otras presentan tolerancias más acotadas como *S. erythrocephalum*, *S. cryophilum*, *S. sergenti*, *S. reptans* o *S. quadrifila*, siendo los valores óptimos de altitud 14,370 m, 168,228 m, 182,459 m, 213,582 m y 354,333 m respectivamente. No obstante, para las especies *M. blanci*, *S. argyreatum* y *S. carthusiense* no podemos saber ni su valor óptimo ni su rango de tolerancia a esta variable ambiental puesto que tan sólo fueron encontradas en una ocasión, con lo que no hay datos suficientes para hacer inferencias sobre ellas y la variable en cuestión.

La segunda variable físico-química significativa según el modelo basado en el análisis CCA del apartado anterior es la conductividad eléctrica. En la Figura 272, se pueden observar los valores óptimos y los rangos de tolerancia de cada especie de simúlido en cuanto a este parámetro.

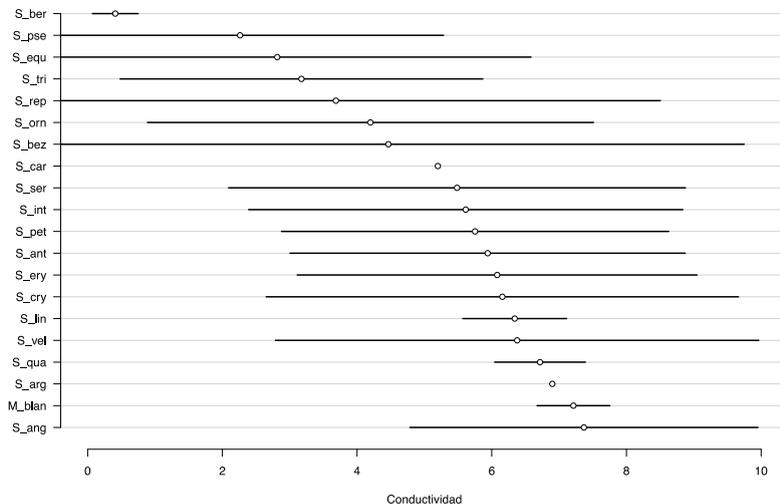


Figura 272.- Diagrama tipo Caterpillar para la variable ambiental, conductividad eléctrica medida en miliSiemens por centímetro (mS/cm). *M. blanci* = *M. blan*, *S. angustipes* = *S. ant*, *S. angustitarse* = *S. ang*, *S. argyreatum* = *S. arg*, *S. bertrandi* = *S. ber*, *S. bezzii* = *S. bez*, *S. carthusiense* = *S. car*, *S. cryophilum* = *S. cry*, *S. equinum* = *S. equ*, *S. erythrocephalum* = *S. ery*, *S.*

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

intermedium = *S. int*, *S. lineatum* = *S. lin*, *S. ornatum* = *S. orn*, *S. petricolum* = *S. pet*, *S. pseudequinum* = *S. pse*, *S. quadrifila* = *S. qua*, *S. reptans* = *S. rep*, *S. sergenti* = *S. ser*, *S. trifasciatum* = *S. tri*, y *S. velutinum* = *S. vel*.

Se puede decir que la mayoría de especies muestran rangos bastante amplios de tolerancia para esta variable de las cuales podemos destacar como muestra ejemplificadora a *S. equinum* o *S. reptans* entre muchas otras. Contrariamente también se aprecian especies con rangos de tolerancias bastante escasos como es el caso de *M. blanci*, *S. bertrandi*, *S. lineatum* y *S. quadrifila*. Por otro lado, de las especies *S. argyreatum* y *S. carthusiense* no se puede saber el rango de tolerancias, ni sus niveles óptimos con certeza ya que únicamente se encontraron en una ocasión, y no se disponen de datos suficientes para vislumbrar un resultado con garantías. Destaca *S. angustitarse* por ser la que soporta los valores de conductividad eléctrica más elevados con 7,368 mS/cm.

La tercera variable físico-química significativa, es la turbidez del agua medida en NTU, asimismo, se pueden observar los valores óptimos y los rangos de tolerancia en cuanto a este parámetro se refiere, para las pupas de las diferentes especies de simúlido identificadas (Figura 273).

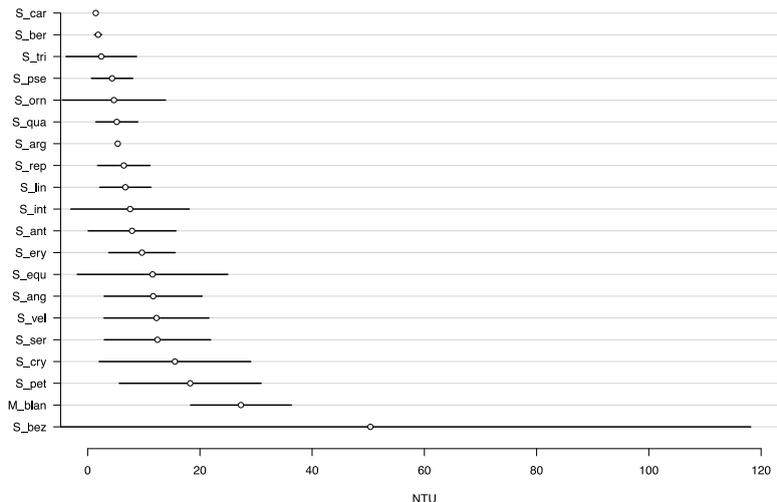


Figura 273.- Diagrama tipo Caterpillar, representativo de la turbidez del agua de los torrentes, afluentes y ríos estudiados medida en unidades de turbidez

nefelométricas (NTU). *M. blanci* = *M. blan*, *S. angustipes* = *S. ant*, *S. angustitarse* = *S. ang*, *S. argyreatum* = *S. arg*, *S. bertrandi* = *S. ber*, *S. bezzii* = *S. bez*, *S. carthusiense* = *S car*, *S. cryophilum* = *S. cry*, *S. equinum* = *S. equ*, *S. erythrocephalum* = *S. ery*, *S. intermedium* = *S. int*, *S. lineatum* = *S. lin*, *S. ornatum* = *S. orn*, *S. petricolum* = *S. pet*, *S. pseudequinum* = *S. pse*, *S. quadrifila* = *S. qua*, *S. reptans* = *S. rep*, *S. sergenti* = *S. ser*, *S. trifasciatum* = *S. tri*, y *S. velutinum* = *S. vel*.

La Figura 273 muestra información sobre la tolerancia frente a la turbidez de las pupas de las especies de simúlidos identificadas. Se observa que casi todas ellas son capaces de tolerar rangos reducidos de turbidez del flujo de agua. Mostrando preferencia, si puede utilizarse este término antroponómico, por ocupar aguas con valores bajos de esta variable asociándose a aguas translucidas y cristalinas. Las especies con los menores rangos de tolerancia son *S. bertrandi*, *S. pseudequinum*, *S. quadrifila*, *S. reptans*, *S. lineatum* y *S. erythrocephalum* con valores óptimos de 1,856 NTU, 4,344 NTU, 5,188 NTU, 6,444 NTU, 6,712 NTU y 9,675 NTU respectivamente. Contrariamente, *S. bezzii* puede tolerar un amplísimo rango de turbidez del agua, desde muy claras y transparentes a muy oscuras y opacas. Si bien es cierto, esta especie encontrada en dos estaciones de muestreo debería estudiarse en mayor profundidad para corroborar esta tendencia. Por último, y como ya se ha explicado en los “caterpillars” de las anteriores variables, para el caso de las especies *S. carthusiense* y *S. argyreatum* no aparece rango debido a que solamente se han encontrado una vez.

5. ANÁLISIS DE ESPECIES INDICADORAS DE SUSTRATO DE ADHESIÓN Y DE CUENCA FLUVIAL

5.1. Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de sustrato y análisis de especies indicadoras

Se utilizó el análisis Permanova para calcular la varianza de los ensamblados de especies de mosca negra y ver el efecto del tipo de sustrato sobre éstos (Tabla 101).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 101.- Análisis Permanova del ensamblado de pupas de simúlidos en función del tipo de sustrato y análisis de especies indicadoras.

Fuente de variación	Df	Suma de cuadrados	CM (Cuadrados medios)	F	p-valor
Sustrato	13	6,785	0,522	1,435	0,001
Error	76	27,650	0,364		

De los resultados obtenidos se concluye que distintos sustratos contienen ensamblados de especies características.

Asociado al Permanova, se realizó un NMDS sobre los ensamblados de especies presentes en cada uno de los sustratos en los que se encontraron pupas y larvas de simúlidos adheridas y/o fijadas sobre ellos en el momento de la recolección (Figura 274).

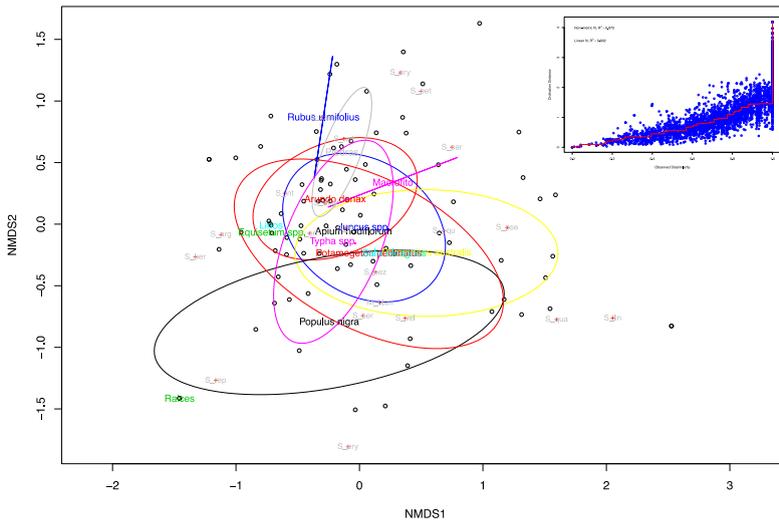


Figura 274.- Ordenación NMDS de los puntos de muestreo en función de la similitud entre ensamblados. En distinto color, se muestran las elipses de confianza al 95% de cada tipo de sustrato. Se indican también las posiciones relativas de las especies de simúlidos encontradas. En la esquina superior derecha se muestra la bondad de ajuste de la ordenación NMDS.

Se suele dar el valor de stress, como media de la desviación, considerándose el valor 0,20 como límite para la aceptación como ya se explicó en la metodología. En nuestro caso, los muestreos

se ajustan bastante sobre la línea y el valor de estrés fue menor que 0,2, concretamente de 0,17.

La Figura 274 muestra solapamiento de sustratos, aunque hay algunas elipses bien diferenciadas y que no se solapan con otras, lo que sugiere la existencia de ensamblados diferentes de manera consistente a como predice el Permanova. Además, que las especies estén dentro del área destacada no significa que estén exclusivamente allí.

Para conocer si hay especies indicadoras de algún tipo de sustrato se realizó un análisis IndVal basado en la matriz de distancias de Bray-Curtis de disimilaridad, así como los cálculos de especificidad y fidelidad de las especies de simúlidos por los diferentes sustratos. No obstante, ninguna especie resultó indicadora de ningún hábitat puesto que el p-valor $> 0,05$ en todos los casos.

5.2. Ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de cuenca y análisis de especies indicadoras

Con el fin de estudiar si existen diferencias entre las diferentes cuencas hidrográficas respecto a las especies de simúlidos que ostentan se ha utilizado también el análisis Permanova. De los resultados obtenidos se concluye que sí que se han encontrado diferencias significativas entre las cuencas y las pupas de especies de simúlidos que contienen (Tabla 102).

Tabla 102.- Análisis Permanova del ensamblado de las comunidades de pupas de simúlidos en función del tipo de cuenca.

Fuente de variación	Df	Suma de cuadrados	CM (Cuadrado de las medias)	F	p-valor
Cuenca	9	9,788	1,087	3,374	0,001
Error	106	34,944	0,322		

Al igual que en el caso anterior, se realizó nuevamente un NMDS para representar los ensamblados de especies presentes en cada una de las cuencas estudiadas (Figura 275).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

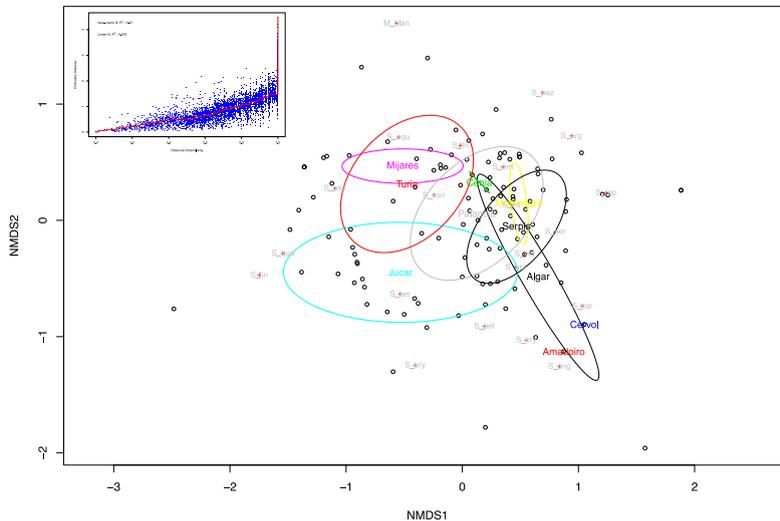


Figura 275.- Ordenación NMDS de los puntos de muestreo en función de la similaridad entre ensamblados. En distinto color, se muestran las elipses de confianza al 95% de cada cuenca fluvial. Se indican también las posiciones relativas de las especies de simúlidos encontradas. En la esquina superior izquierda se muestra la bondad de ajuste de la ordenación NMDS. Tener en cuenta que las especies están próximas a los puntos, no son los puntos en sí, ocupando así una posición promedio.

Al igual que en el apartado anterior, los puntos se alinean muy próximos a la línea. Además, el valor de stress de las cuencas indica que el ajuste es bastante bueno y está dentro de los límites permitidos, en este caso es de 0,158, nuevamente inferior a 0,20.

También se aplicó un análisis IndVal basado en la distancia de Bray-Curtis a las cuencas hidrográficas que reveló que tan sólo las pupas de la especie *S. trifasciatum* (p-valor = 0,161) se asocia exclusivamente a la cuenca hidrográfica del río Cenia. El valor del resto de especies indica que no se asocian preferentemente a una cuenca en particular, por lo que se las puede encontrar indistintamente en cualquiera de ellas siempre y cuando las condiciones ambientales sean aptas para su asentamiento.

6. ESTUDIO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES, DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE PUPAS DE SIMÚLIDO

6.1. Análisis por sustrato

Sobre la clasificación de 9 tipos diferentes de sustratos, se puede apreciar valores de riqueza de especies que oscilan desde un mínimo de 6 a un máximo de 16 especies de simúlidos, encontradas sobre un mismo tipo de sustrato. No obstante, esto no quiere decir que se encontraran todas ellas juntas, sino que han sido encontradas alguna vez sobre ese sustrato en particular. Los macrófitos y las piedras, son los tipos de sustrato que han resultado contener la menor diversidad de especies de mosca negra, pero en cualquier caso muestran riquezas elevadas. Una casuística similar se observa con los índices de diversidad de Shannon y con el índice de Pielou. Por ejemplo, en el caso de los sustratos *Juncus* spp., *Populus* spp. y *P. pectinatus*, el valor de la equitatividad es mayor que 0,7 con lo que se considera que las diferentes especies de estos dípteros nematóceros se distribuyen de manera equitativa sobre la superficie de los mencionados sustratos. Además, el valor de la equitatividad de estos es próximo a 1, indicativo de que la diversidad se aproxima a la máxima posible para ese número de especies. Asimismo, y debido a la correlación positiva existente entre el índice de Shannon y la equitatividad, los citados sustratos muestran una diversidad elevada. Por tanto, se concluye que las pupas de las especies de simúlidos no muestran una preferencia por uno u otro tipo de sustrato como cabría esperar (Tabla103).

Tabla 103.- Diversidad de especies de simúlidos en cada sustrato sobre los que se han encontrado adheridos.

Tipos de sustrato	Índice de Shannon (H')	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el Índice de Pielou (J')
<i>A. donax</i>	1,341	15	0,495
<i>Juncus</i> spp	2,062	15	0,761
Macrófitos	0,904	6	0,504
Otros	1,748	13	0,682
<i>P. australis</i>	1,842	16	0,665
Piedras	1,067	9	0,486
<i>Populus</i> spp	1,820	12	0,733
<i>P. pectinatus</i>	1,967	16	0,709
<i>Typha</i> spp	1,669	12	0,672

6.2. Análisis por cuenca y muestreo

a) Cuenca del río Cenia, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

Tabla 104.- Índices de diversidad, riqueza de especies y equitatividad de simúlidos de los muestreos realizados en la cuenca del río Cenia.

Muestreo	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
1	1,381	0,729	5	0,858
2	1,407	0,715	5	0,874

La diversidad de la cuenca del río Cenia, presenta una alta diversidad respecto al índice de Simpson, aproximándose a la unidad. Además, y puesto que el índice de Shannon está correlacionado con el índice de Simpson, los valores de H' también muestran una diversidad de especies elevada en los dos muestreos efectuados. Por otro lado, ambos muestreos presentan la misma riqueza de especies. Asimismo, las pupas de las diferentes especies de simúlidos se distribuyen equitativamente según reflejan los valores de la equitatividad, que en cualquiera de los casos es mayor que 0,7 y muy próximos a 1 indicando que la diversidad de pupas de especies de simúlidos en esos lugares se acerca a la máxima posible asumiendo que su disposición es equitativa.

b) Cuenca del río Cérvol, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

En este río tan sólo se realizó un muestreo en el que únicamente se encontró una especie con lo que no se pueden calcular los índices de diversidad puesto que ésta es 0.

c) Cuenca del río Mijares, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

Tabla 105.- Índices de diversidad, riqueza de especies y equitatividad de simúlidos de los muestreos realizados en la cuenca del río Mijares.

Muestreo	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
1	1,116	0,566	5	0,693
2	0,894	0,476	4	0,645
3	1,530	0,753	8	0,736
4	0,837	0,432	8	0,403
5	0,061	0,018	6	0,034
6	0	0	1	-
7	0,039	0,013	2	0,057
8	0,365	0,169	3	0,332
9	1,091	0,561	8	0,525
10	0,169	0,077	2	0,245
11	0,813	0,442	5	0,505
12	0,712	0,393	3	0,648
13	0	0	1	-
14	1,036	0,628	3	0,943
15	0	0	1	-
16	0,769	0,364	5	0,478
17	1,198	0,624	5	0,744

De los numerosos muestreos llevados a cabo en el río Mijares, destacan el 3, 14 y 17 en cuanto a la distribución equitativa de las especies presentes como muestran los valores de Pielou próximos a 1. Por otro lado, los muestreos 4 y 9 aunque presentan la riqueza de especies más elevada la diversidad de especies en ambos casos es baja según el valor de los índices de Shannon y Simpson, y además según los valores de Pielou la distribución de las especies no es equitativa, existiendo así alguna especie que actúa como dominante sobre el resto. Por el contrario, el muestreo 4, a pesar de presentar una de las riquezas de especies más elevadas, muestra diversidad de especies baja y con alguna especie ejerciendo dominancia resultando en una distribución de las especies no equitativa. La mayor diversidad se observó en el punto 3.

d) Cuenca del río Palancia, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

Tabla 106.- Índices de diversidad, riqueza de especies y equitatividad de simúlidos de los muestreos realizados en la cuenca del río Palancia.

Muestreo	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
1	1,389	0,709	5	0,863
2	0,679	0,486	2	0,979
3	1,263	0,603	6	0,705
4	0,904	0,434	6	0,504
5	1,237	0,669	6	0,691
6	1,537	0,775	5	0,955
7	0,943	0,580	3	0,857
8	1,592	0,754	8	0,766
9	0,661	0,469	2	0,954
10	0,677	0,484	2	0,977
11	1,053	0,565	5	0,654
12	0,295	0,159	2	0,426
13	0,289	0,127	4	0,208
14	0,783	0,382	5	0,486

En el caso del río Palancia, la riqueza de especies varía desde un mínimo de 2 a un máximo de 8. En cuanto a la distribución de las especies, en el 57,14 % de los muestreos se distribuyen de manera equitativa (valores de Pielou próximos a 1) alcanzando casi el máximo de diversidad esperable suponiendo esta distribución igualitaria. En el resto de muestreos la distribución de las especies no es igualitaria y algunas especies actúan de manera dominante sobre las demás. Los muestreos más diversos fueron el 1, 6 y 8, siendo hasta seis veces más diversos que los muestreos con la menor diversidad, es decir, el 12 y el 13.

e) Cuenca del río Turia, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

Tabla 107.- Índices de diversidad, riqueza de especies y equitatividad de simúlidos de los muestreos realizados en la cuenca del río Turia.

Muestreo	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
1	0,424	0,256	2	0,612
2	0,588	0,399	2	0,849
3	0,611	0,420	2	0,881
4	0,253	0,129	2	0,365
5	0,838	0,427	4	0,604
6	0,097	0,038	2	0,140
7	0,437	0,196	6	0,244
8	1,070	0,612	4	0,772
9	0,638	0,373	3	0,581
10	0,867	0,519	4	0,625
11	1,276	0,639	5	0,793
12	1,309	0,685	5	0,813
13	0,562	0,375	2	0,811
14	0,636	0,444	2	0,918
15	0,576	0,387	2	0,830
16	0,027	0,008	2	0,039

La diversidad de la cuenca del río Turia presenta una baja diversidad de especies según los valores obtenidos tras el análisis del índice de diversidad de Simpson ($1-DS_i$), se puede concluir que en general la diversidad es baja ya que en la mayoría de muestreos el valor es próximo a 0, entre ellos destacan los puntos de muestreo 1, 4, 6 y 7. Si bien es cierto, algunos de ellos fueron más diversos, hecho indicado por valores más cercanos a la unidad, como en los puntos de muestreo 8, 11 y 12. Por otro lado, para ver si las especies presentan una abundancia similar, se calculó la Equitatividad mediante el índice de Pielou (J'), resultando estar el 50 % de los muestreos por encima de un valor de equitatividad de 0,7 con lo que presentan especies con tamaños poblacionales similares. Aunque también hay otros que indican que alguna de las especies presentes muestra una abundancia (número de individuos) mayor que las demás, es el caso de 4, 6 y 7, es decir, que ejerce un efecto dominante. En cuanto al valor de riqueza de especies

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

(S), los muestreos con el menor número de especies (2) son los más frecuentes, no obstante, los puntos con mayor riqueza de especies presentaron un número total de 6 aunque a efectos de Shannon y Simpson la diversidad es baja y la distribución de las especies no es equitativa.

f) Cuenca del río Júcar, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

Tabla 108.- Índices de diversidad, riqueza de especies y equitatividad de simúlidos de los muestreos realizados en la cuenca del río Júcar.

Muestreo	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
1	1,628	0,753	8	0,783
2	0	0	1	-
3	0,845	0,504	3	0,769
4	0,794	0,453	3	0,723
5	0,959	0,569	3	0,873
6	0,150	0,045	7	0,077
7	0,172	0,067	3	0,156
8	0,967	0,542	4	0,697
9	1,851	0,821	8	0,890
10	0,308	0,111	6	0,172
11	0,342	0,139	4	0,247
12	1,254	0,642	8	0,603
13	0,624	0,432	2	0,899
14	0,562	0,375	2	0,811
15	0,504	0,308	3	0,458
16	0,818	0,525	5	0,508
17	0,823	0,486	4	0,593
18	0,218	0,084	5	0,135
19	0	0	1	-

Analizando en primer lugar la diversidad de especies de simúlidos de la cuenca del río Júcar mediante el índice de diversidad de Simpson ($1-DS_i$) se observa que el 89,47 % de los muestreos presentan diversidades bajas de simúlidos ya que el valor se acerca a 0, y entre

este porcentaje, el 26,21 % de los muestreos muestran las diversidades más bajas. También existen dos muestreos donde la diversidad es máxima como en 1 y 9 ya que el valor de Simpson se acerca a la unidad. Idéntica interpretación es válida para el índice de Shannon debido a la correlación positiva existente con Simpson. En cuanto a la riqueza de especies, esta varía de unos muestreos a otros existiendo muestreos con pupas de tan sólo una especie de simúlido y otros con hasta 8 especies diferentes de esta misma familia. Por otro lado, los valores del índice de Pielou revelan que, en el 36,84 % de los muestreos, la distribución de las especies presentes es equitativa mientras que en el resto de muestreos alguna especie domina sobre las demás. Asimismo, destaca el contraste existente entre muestreos. Mientras en 1 y 9 la diversidad se acerca a la máxima esperable asumiendo una distribución equitativa de las especies de este insecto nematócero y que además presentan la riqueza específica más elevada, en 13 y 14 la distribución de las especies es equitativa pero la riqueza de especies es de las más bajas, así como también los índices de diversidad de Simpson y Shannon son bajos.

g) Cuenca del río Serpis, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

Tabla 109.- Índices de diversidad, riqueza de especies y equitatividad de simúlidos de los 37 muestreos realizados en la cuenca del río Serpis.

Muestreos	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
1	1,002	0,584	4	0,723
2	1,347	0,696	5	0,837
3	1,209	0,649	4	0,872
4	0,136	0,058	2	0,196
5	0	0	1	-
6	1,081	0,577	4	0,780
7	1,239	0,680	4	0,894
8	0,824	0,515	3	0,749
9	0,673	0,480	2	0,971
10	0,450	0,277	2	0,650
11	0,637	0,335	4	0,459

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Muestreos	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
12	1,039	0,625	3	0,946
13	0,846	0,396	6	0,472
14	0,655	0,463	2	0,946
15	0,769	0,386	4	0,555
16	0,089	0,035	2	0,129
17	0,783	0,439	3	0,713
18	1,061	0,642	3	0,966
19	0,500	0,320	2	0,722
20	0,688	0,376	3	0,627
21	1,258	0,698	4	0,908
22	1,494	0,752	6	0,834
23	0,844	0,506	3	0,768
24	1,122	0,539	7	0,576
25	0,929	0,492	4	0,670
26	0,707	0,448	4	0,508
27	0,490	0,252	3	0,446
28	1,303	0,571	10	0,566
29	1,129	0,639	4	0,815
30	0,611	0,318	4	0,441
31	0,532	0,208	8	0,256
32	0,509	0,224	5	0,317
33	1,034	0,598	4	0,746
34	0	0	1	-
35	1,059	0,574	5	0,658
36	0,866	0,503	3	0,789
37	0,955	0,519	4	0,689

En los diferentes muestreos llevados a cabo en la cuenca del río Serpis, la diversidad desde el punto de vista del índice de Simpson es baja en un gran número de muestras puesto que presentan valores de ($1-DS_i$) desplazados al valor 0, y por ende la diversidad según Shannon también muestra niveles bajos. No obstante, en el 13,51 % de los muestreos los valores de Simpson se acercan a la máxima diversidad al aproximarse a la unidad. Por otro lado, la riqueza específica oscila ampliamente desde muestreos con tan sólo una especie, a otros con

hasta 10 especies. En cuanto a la distribución de las especies, esta es equitativa en 18 de los 36 muestreos, mientras que en el resto la distribución no es pareja en todas las especies y alguna ejerce dominancia.

h) Cuenca del río Algar, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

Tabla 110.- Índices de diversidad, riqueza de especies y equitatividad de simúlidos de los muestreos realizados en la cuenca del río Algar.

Muestreos	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
1	1,018	0,611	3	0,927
2	1,018	0,563	5	0,633
3	1,072	0,621	4	0,773
4	1,187	0,577	6	0,663
5	0	0	1	-

En la cuenca del río Algar, la diversidad de especies de Díptera, Simuliidae según el índice de Simpson, casi todos los muestreos realizados presentan una diversidad próxima al máximo ya que los valores son cercanos a 1. No obstante, la riqueza de especies de simúlidos varía entre 1 y 6. Por otro lado, destaca el muestreo 4 por presentar la mayor riqueza específica, aunque la distribución de sus especies no es equitativa. Sin embargo, en 1 y 3 la riqueza de especies es menor pero su distribución es equitativa.

i) Cuenca del río Amadorio, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

La diversidad de especies de simúlidos de la cuenca del río Amadoiro se calculó en un único punto de muestreo. La diversidad es baja en general ($1-DS_i = 0,444$), así como la riqueza de especies ($S = 2$). No obstante, la distribución de las especies es equitativa ($J' = 0,918$).

j) Cuenca del río Monnegre, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson ($1-DS_i$) y Pielou (J')

Tabla 111.- Índices de diversidad, riqueza de especies y equitatividad de simúlidos de los muestreos realizados en la cuenca del río Monnegre.

Muestreos	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson ($1-DS_i$)	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el índice de Pielou (J')
1	0,853	0,500	3	0,776
2	1,144	0,611	6	0,638
3	0,483	0,305	2	0,696
4	1,017	0,582	5	0,632

En la cuenca del río Monnegre, el muestreo 1 presenta una baja diversidad de Simpson y Shannon, así como una baja riqueza de especies, sin embargo, la distribución de estas especies es equitativa. En el muestreo 2, la diversidad de Simpson y Shannon es alta y además la riqueza de especies es la máxima, no obstante, la distribución de las especies de simúlidos no es equitativa con lo que cabe esperar dominancia de alguna de ellas. Por el contrario, en el muestreo 3, la distribución de las especies se aproxima a la equitatividad pero tanto la riqueza de especies como la diversidad son las más bajas.

-Si se analiza la diversidad de todas las cuencas en conjunto, se observa que respecto a la riqueza de especies (S), el río Júcar es el más diverso de los 10 ríos estudiados con 16 especies en total, seguido de los ríos Serpis con 14 especies, Mijares con 13, Palancia con 12 y Turia con 11. Sin embargo, los ríos que presentan las riquezas específicas más bajas son el Cérvol, el Amadoiro, el Cenía y el Algar con 1, 2, 5 y 8 especies de simúlidos respectivamente. Analizando cada río individualmente, se aprecia que en el río Cenía, el valor de la equitatividad es muy cercano a la unidad, lo cual es indicativo que la distribución de las especies de simúlidos presentes es equitativa, y por tanto el índice de Shannon muestra una diversidad alta aún a pesar de que la riqueza de especies es baja. Sin embargo, en el río Mijares la riqueza de especies es elevada pero la distribución de estas no es equitativa y por lo tanto alguna de las especies actúa como dominante sobre las demás, con lo que el índice de diversidad de Shannon es bajo. La misma casuística acaecida en el

Mijares tiene lugar en Turia, Serpis y Monnegre. El Palancia muestra una alta riqueza de especies, así como unos elevados índices de diversidad de Simpson y Shannon y una distribución equitativa. Caso similar ocurre en el Júcar con la puntualización de ser el río con la riqueza de especies de mosca negra más elevada de todos los ríos estudiados. El Algar, aunque presenta una riqueza de especies intermedia, la distribución de las especies no es equitativa, aunque se aproxima, y por tanto la diversidad es baja. El Amadorio aunque presenta una riqueza de especies de las más bajas, sus especies muestran una distribución equitativa y una diversidad elevada asumiendo esta distribución igualitaria (Tabla 112).

Tabla 112.- Diversidad de especies de simúlidos por cuenca hídrica de estudio.

Cuencas estudiadas	Índice de Shannon (H')	Riqueza de especies (S)	Equitatividad medida con el Índice de Pielou (J')
Cenia	1,467	5	0,912
Cérvol	0	1	-
Mijares	0,822	13	0,320
Palancia	1,987	12	0,799
Turia	1,386	11	0,578
Júcar	1,963	16	0,708
Serpis	1,414	14	0,536
Algar	1,309	8	0,629
Amadorio	0,636	2	0,918
Monnegre	1,105	7	0,568

C. INTERÉS SANITARIO Y VETERINARIO

1. IMPLICACIONES Y RIESGOS

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 y telmófagos, es decir, cortan la piel y seccionan los capilares con ayuda de sus piezas bucales e inoculan una saliva que posee sustancias anestésicas, vasodilatadoras, anticoagulantes y antitrombónicas encargadas de que el hospedador no sienta dolor en el momento de la mordedura, a la vez que evitan la coagulación de la sangre y coadyuvan al aumento del flujo sanguíneo en la zona, facilitando la ingesta de sangre (CUPP & CUPP, 1997; RIBEIRO & FRANCISCETTI, 2003; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2014). Dichos componentes pueden dar lugar a reacciones alérgicas tales como dermatitis, que pueden persistir varios días así como causar intoxicaciones llamadas simuliotoxicosis (ADLER *et al.*, 2004) y la asfixia por obstrucción de las vías respiratorias (TUCKER, 1918) tanto en animales como personas (RÜHM, 1983). Además, pueden actuar como vectores en la transmisión de zoonosis y antroponosis, tanto de origen vírico como plasmodial o nematodial. 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, de las cuales las tres primeras se encuentran en España.

La especie *S. austeri* causó entre 1960 y 1972 numerosos casos graves de picaduras masivas a humanos en Inglaterra, llegando a tener que recibir atención médica cerca de 600 personas en el brote de 1972 (HANSFORD & LADLE, 1979). Entre los signos que presentaban los afectados destacaban una marcada linfangitis e hipertermia de hasta 39°C, es decir la denominada “Fiebre de la mosca negra” (HARWOOD & JAMES 1979). En cualquier caso, aunque los ataques masivos sobre animales y humanos (LECLERCQ, 1987) no son muy frecuentes, son muy perjudiciales. Se ha demostrado en los brotes documentados, que generan graves problemas a las poblaciones humanas y animales (RIVOSECCHI, 1986; IGNJATOVIĆ-ĆUPINA *et al.*, 2006). No obstante, en España no hay registrados hasta la fecha,

casos de muerte de animales domésticos por ataques masivos de simúlidos.

Sin necesidad de llegar a estos ataques extremos, el hecho de sufrir las mordeduras de estos dípteros supone un importante freno para el bienestar de las personas residentes en las zonas afectadas. Ocasionan prurito e incluso infecciones como consecuencia de los desgarros producidos tras sus mordeduras en la piel, en busca de la requerida ingesta sanguínea (Figura 275).

■ LA PICADURA

Al igual que los mosquitos comunes, las hembras de la mosca negra necesitan sangre para poner sus huevos. Sin embargo, su diferente aparato bucal hace que las heridas sean más problemáticas.

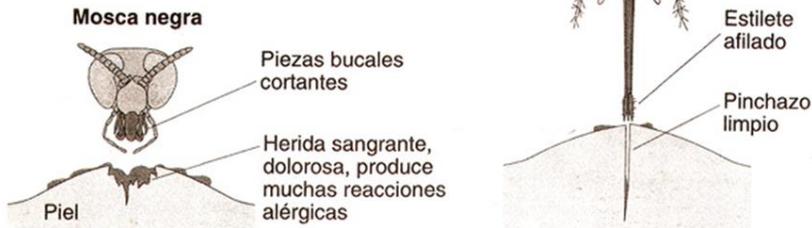


Figura 275.- Comparativa de mordedura (simúlido) y picadura (mosquito)
http://www.biogeociencias.com/08_contaminacion_residuos_impactosambientales/2007/070624_LaMoscaNegra_MoscanegraMosquito.jpg.

Resultado de su acción hematófaga, cabe la posibilidad de que también actúen como vectores de enfermedades parásitas como las ya citadas filariasis, oncocercosis y mansonelosis, provocadas por nematodos. Y no sólo afectan directamente al hombre, sino también indirectamente al ocasionar depreciación económica en ganadería. Además, en algunos lugares afectan a actividades turísticas y recreativas localizadas en el ambiente acuático donde se desarrollan, como ríos, o cercanos a estas, creando pérdidas económicas en el sector turístico (CUPP & CUPP, 1997, ADLER *et al.*, 2004). Asimismo, es importante hacer hincapié en que las diferentes especies hematófagas de simúlidos muestran preferencia a la hora de obtener el requerimiento sanguíneo de uno u otro hospedador (ANDERSON & DEFOLIART, 1961).

1.1. Casuística en España

Según CROSSKEY (1993), algunas áreas del mundo se encuentran libres de la amenaza de las mordeduras de los simúlidos sobre el hombre, entre ellas destaca la cuenca del Mar Mediterráneo, en la que se encuentra España. Sin embargo, esto actualmente no es totalmente cierto, ya que se sabe de la existencia de varias especies que pueden obtener su alimento directamente del ser humano como *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum* y *S. reptans*.

Últimamente, al menos durante el año 2017 y predecesores, en distintas regiones de todo el país como el caso de la Comunidad de Madrid, Murcia, La Rioja y de provincias como Zaragoza, Córdoba y de algunas áreas concretas de Cataluña y la Comunidad Valenciana entre otras, se han empezado a sufrir cada vez con más asiduidad, las molestias características de este artrópodo. Han sido bastante numerosas las notas de prensa en periódicos regionales como El Periódico de Aragón y Heraldo (Aragón), El Nacional (Cataluña), El País, 20 Minutos (Madrid), La Vanguardia (Andalucía), El Levante El Mercantil Valenciano (Comunidad Valenciana) haciendo especial referencia a estos acontecimientos. E incluso, se han emitido pequeñas cuñas de radio y televisión entrevistando a expertos en la materia, con el fin de informar a la ciudadanía.

No olvidemos que las portadas de prensa, la televisión, las redes sociales, las páginas web, los foros y otros medios, informan de que las preocupaciones de los ciudadanos a nivel mundial están centradas en amenazas como los desastres naturales o el terrorismo, lo cual conduce a que obviemos uno de los riesgos más acuciantes que debemos enfrentar: las enfermedades infecciosas y sus vectores. Porque, tal y como sostienen expertos de todo el planeta, no estamos a salvo de las pandemias, las cuales pueden surgir tanto de manera natural como provocadas indirecta o directamente por el hombre.

La pregunta que se nos formula es: ¿Qué daños pueden originar estas especies a los ciudadanos españoles? Pues bien, las hembras de las especies con antropofilia, pueden ser realmente molesta e insoportables cuando se posan en busca del lugar apropiado para la

extracción de sangre, en cualquier parte del cuerpo con la piel descubierta, como en las proximidades de los ojos, la boca, las narinas o las orejas, lugares muy sensibles y donde resultan inaguantables (CROSSKEY, 1993). De mayor importancia son las severas reacciones patológicas derivadas. Las personas sensibles, pueden sufrir severas reacciones alérgicas a la mordedura del simúlido. Las reacciones pueden ser agudas, pero también crónicas prolongándose hasta varios meses. Pudiendo aparecer lesiones en la piel tales como dermatitis (DE VILLIERS, 1987). Sin embargo, las personas insensibles, a menudo no son conocedoras de que han sido mordidas por este artrópodo, puesto que este se posa sobre la piel de su hospedador de manera muy silenciosa y porque no se experimenta un dolor instantáneo tras la mordedura. Con lo que estas “víctimas humanas” no se muestran aquejadas ni afligidas. Posteriormente, se dan cuenta de lo que ha ocurrido al advertir una pequeña hemorragia sangrante en el lugar donde ha tenido lugar el ataque. Y en estos pacientes insensibles, el único síntoma o reacción tras la mordedura sufrida, es la aparición de una roncha en el lugar de la incisión. Por otro lado, las personas sensibles, pueden sufrir una considerable y dolorosa inflamación del área donde tuvo lugar la mordedura, cursando incluso hasta nivel de edema (CROSSKEY, 1993). En Europa y por ende en España, la especie *S. erythrocephalum* por poner un ejemplo, puede causar un síndrome, llamado “Fiebre de la mosca negra”, reconocido médicamente que consiste en: dolor de cabeza, sudoración febril, escalofríos, inflamación de las glándulas linfáticas, dolores agudos en las articulaciones, náuseas, falta de energía, flojedad, sensación de cansancio e incluso depresión psicológica. Estos síntomas son probablemente debidos a la reacción a un compuesto secretado por las glándulas salivales (BENELLI & PAVELA, 2018). Por lo tanto, el citado síndrome puede tener un impacto económico importante debido a las bajas laborales derivadas, las indemnizaciones por discapacidad, el suministro de un tratamiento prolongado, la hospitalización en algunos casos e incluso la pérdida del puesto de trabajo en otros (CROSSKEY, 1993). En casos muy extremos se han informado casos de defunciones directamente desencadenadas por las mordeduras de los simúlidos.

La segunda cuestión, y no menos acuciante, es saber dentro de la zona en la que se ha llevado a cabo el presente estudio doctoral, ¿Dónde se encuentran estas especies de interés?, y por ende, ¿En qué lugares pueden los ciudadanos verse afectados?

1.2. Comunidad Valenciana y especies simúlida de interés médico-sanitario

La presencia de las especies *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum* y *S. reptans*, que se encuentran asociadas a las problemáticas sobre el ser humano, han promovido la realización de mapas de riesgo de estas especies. Para ello se han confeccionado los mapas utilizando sistemas de información geográfica, para aquellas zonas en las que se han detectado. En el caso del hombre, las mordeduras de estas especies, pueden provocar una intoxicación del flujo sanguíneo, dándose los siguientes síntomas: aceleración de la circulación, disnea, hipertermia e hipotermia, trastornos nerviosos e incluso la muerte (NOIRTIN & BOITEUX, 1979). En cualquier caso, dichas especies son muy agresivas y de amplia distribución en Europa occidental (BEAUCOURNU-SAGUEZ *et al.*, 1990) y en España, como se demuestra en la presente tesis doctoral.

1.2.1. *S. equinum*

- La primera de las cinco especies, *S. equinum*, es importante dado que se trata de una especie que muestra tropismo por el hombre, es decir, con inclinación por obtener la sangre que precisa, de este hospedador en particular (BEAUCOURNU-SAGUEZ *et al.*, 1990; RICOY-LLAVERO, 2015). En la presente tesis doctoral, ha sido encontrada en diversos lugares: en siete estaciones de muestreo situadas en el tramo alto del río Mijares, en un punto de muestreo en el final del curso alto del río Palancia, en cinco estaciones muestrales situadas en el tramo alto del río Palancia, así como en un punto de muestreo, también en el curso alto del río más caudaloso de la Comunidad Valenciana, el río Júcar (Figura 276).

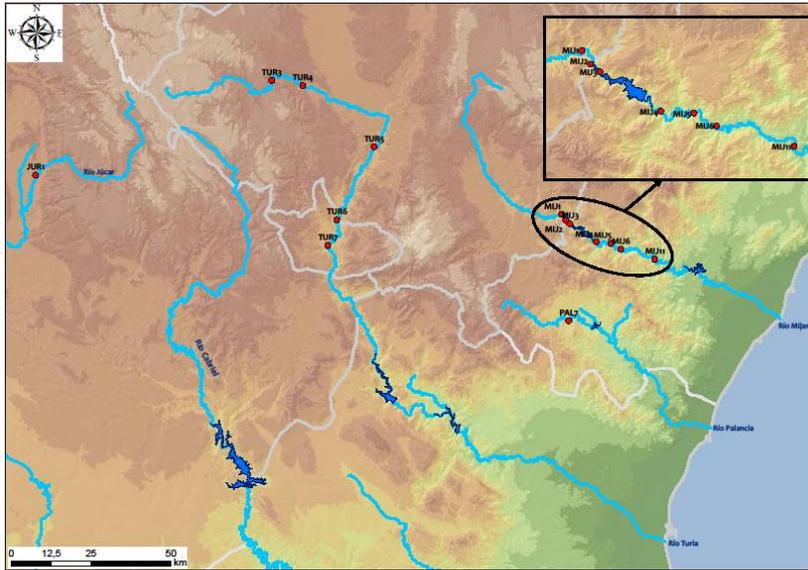


Figura 276.- Representación geográfica de las 14 estaciones de muestreo donde se ha certificado la presencia de *S. equinum*.

A partir de estas zonas de cría, y sabiendo que el rango de vuelo de los adultos de las especies de mosca negra del género *Simulium* es de entre 15 y 35 km (CROSSKEY, 1993), se han configurado dos zonas de influencia alrededor de cada uno de los puntos donde se ha encontrado presente dicha especie. Una de un radio de 15 km representada con color rojo, indicativo de un mayor riesgo por cercanía al hábitat de este díptero, y una segunda área de influencia de un radio de 35 km representada con color naranja, indicativo de un menor riesgo que disminuye gradual y paulatinamente a medida que nos alejamos del punto de cría (Figura 277).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

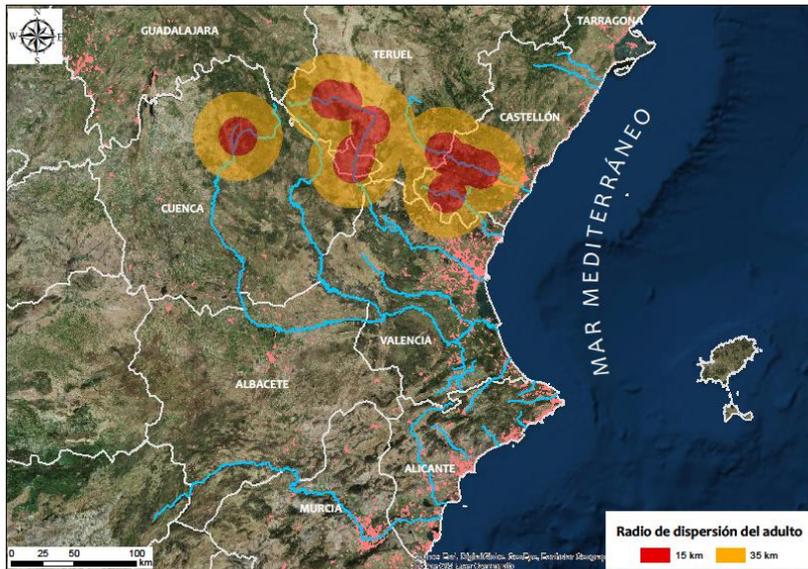


Figura 277.- Municipios (representados con las manchas de color rosado) situados en las zonas de posible riesgo, bajo el área de dispersión de la hembra de *S. equinum* en busca del hospedador humano, en las provincias de Cuenca, Teruel, Castellón y Valencia.

De esta manera, aquellos municipios o asentamientos humanos que recaigan bajo cualquiera de las dos zonas de influencia, serán a tener en cuenta ya que sus ciudadanos podrían verse afectados por las mordeduras de la hembra de esta especie de mosca negra. Lo que permitiría tomar las medidas preventivas y cautelares oportunas para garantizar el bienestar de la ciudadanía y evitar, en la medida de lo posible la aparición de dicha probable problemática. En las Figuras 278, 279 y 280, y en las Tablas 113, 114, 115, 116 y 117) que se indican a continuación, se pueden observar con mayor detalle las zonas de riesgo remarcada en la Figura 277.

NOTA: Notese que, en cada una de las tablas proporcionadas en este apartado, los municipios se pueden encontrar bajo tres colores: en granate los que recaen en la zona de influencia de rango de vuelo de 5 km, en rojo los que están bajo la zona de influencia de 15 km, y en naranja los que se encuentran dentro del rango de dispersión de 30 km.

Capítulo 5. Resultados

Esta aclaración no aparecerá nuevamente en las leyendas de las tablas a fin de evitar redundancias.

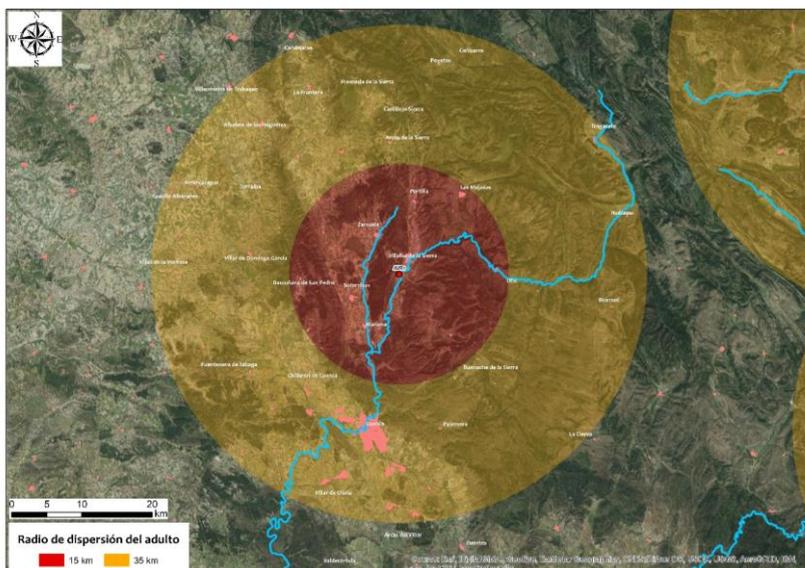


Figura 278.- Representación detallada del punto JUR1.

Tabla 113.- Municipios de la provincia de Cuenca, tramo alto del río Júcar.

Abia de la Obispalía	Cuenca	Salvacañete
Albalate de las Nogueras	Fresneda de la Sierra	San Martín de Boniches
Alcalá de la Vega	Fuenteespino de Moya	Santa Cruz de Moya
Algarrá	Fuenteuva de Jábaga	Sotorribas
Arcas del Villar	Fuentes	Talayuelas
Arcos de la Sierra	Fuertescusa	Tejadillos
Arrancacepas	Garaballa	Torralba
Bascuñana de San Pedro	Graja de Campalbo	Tragacete
Beamud	Henarejos	Uña
Boniches	Huélamo	Valdemoro-Sierra
Buenache de la Sierra	Huérquina	Valdetórtola
Campillos-Paravientos	La Cierva	Vega del Codorno
Cañamares	La Frontera	Villaconejos de Trabaque
Cañaveras	Landete	Villaiba de la Sierra
Cañete	Las Majadas	Villar de Domingo García
Cañizares	Mariana	Villar de Olalla
Casas de Garcimolina	Moya	Villar y Velasco
Castillejo-Sierra	Palomera	Villas de la Ventosa
Castillo-Albaráñez	Portilla	Zafrilla
Chillarón de Cuenca	Poyatos	Zarzueta
Cuenca	Salinas del Manzano	

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

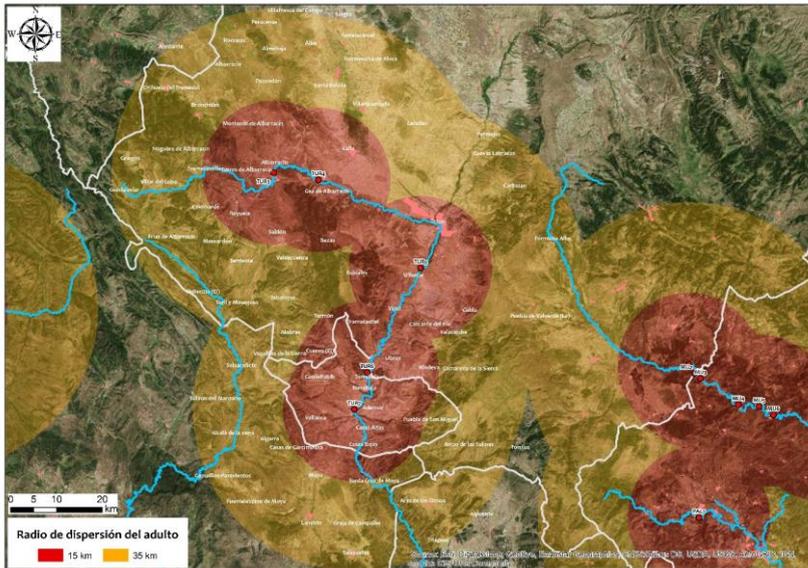


Figura 279.- Representación detallada de los puntos TUR3, TUR4, TUR6, TUR6 y TUR7.

Tabla 114.- Municipios de la provincia de Guadalajara, tramo alto del río Júcar.

Alustante	Orea	Tordosilos
-----------	------	------------

Tabla 115.- Municipios de la provincia de Teruel, tramo alto del río Turia.

Abejuela	Formiche Alto	Rubielos de Mora
Alba	Frías de Albarracín	Saldón
Albarracín	Fuentes de Rubielos	San Agustín
Albentosa	Gea de Albarracín	Santa Eulalia
Alcalá de la Selva	Griegos	Sarrión
Alcublas	Guadalaviar	Singra
Alfambra	Jabaloyas	Terriente
Almohaja	La Puebla de Valverde	Teruel
Alobras	Libros	Toril y Masegoso
Arcos de las Salinas	Linares de Mora	Tormón
Bezas	Manzanera	Torrelacárcel
Bronchales	Monterde de Albarracín	Torremocha de Jiloca
Cabra de Mora	Mora de Rubielos	Torres de Albarracín
Calomarde	Moscardón	Torrijas
Camañas	Noguera de Albarracín	Tramacastiel
Camarena de la Sierra	Nogueruelas	Tramacastilla

Capítulo 5. Resultados

Cascante del Río	Olba	Valacloche
Cedrillas	Orihuela del Tremedal	Valbona
Celadas	Peracense	Valdecuencia
Cella	Peralejos	Valdelinares
Corbalán	Pozondón	Veguillas de la Sierra
Cubla	Puertomingalvo	Villafranca del Campo
Cuevas Labradas	Riódeva	Villar del Cobo
El Castellar	Ródenas	Villarquemado
El Cuervo	Royuela	Villastar
El Vallecillo	Rubiales	Villel

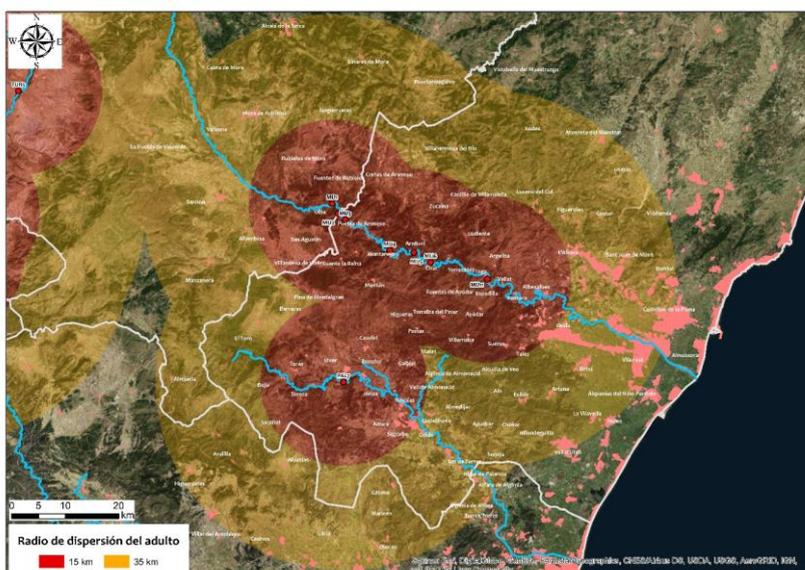


Figura 280.- Representación detallada de los puntos MIJ1, MIJ2, MIJ3, MIJ4, MIJ5, MIJ6, MIJ11 y PAL7.

Tabla 116.- Municipios de la provincia de Castellón, tramo alto río Palancia y tramo medio del río Mijares.

Aín	Cortes de Arenoso	Puebla de Arenoso
Alcudia de Veo	Costur	Ribesalbes
Alfondegulla	El Toro	Sacañet
Algimia de Almonacid	Eslida	Segorbe
Almazora/Almassora	Espadilla	Soneja
Almedjjar	Fanzara	Sot de Ferrer
Alquerías del Niño Perdido	Figueroles	Sueras/Suera
Altura	Fuente la Reina	Tales
Arañuel	Fuentes de Ayódar	Teresa

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Argelita	Gaibiel	Toga
Artana	Geldo	Torrás
Atzeneta del Maestrat	Higueras	Torralba del Pinar
Ayódar	Jérica	Torrechiva
Azuébar	La Vall d'Uixó	Useras/Les Useres
Barracas	La Vilavella	Vall de Almonacid
Bejís	L'Alcora	Vallat
Benafer	Lucena del Cid	Vilafamés
Betxí	Ludiente	Vila-real
Borriol	Matet	Villahermosa del Río
Castellnovo	Montán	Villamalur
Castellón de la Plana/ Castelló de la Plana	Montanejos	Villanueva de Viver
Castillo de Villamalefa	Navajas	Vistabella del Maestrazgo
Caudiel	Nules	Viver
Chodos/Xodos	Onda	Zucaina
Chóvar	Pavías	
Cirat	Pina de Montalgrao	

Tabla 17.- Municipios de la provincia de Valencia, tramo alto río Palancia.

Ademuz	Casinos	Puebla de San Miguel
Alcublas	Castielfabib	Sagunto/Sagunt
Alfara de Algimia	Chelva	Serra
Algar de Palancia	Domeño	Titaguas
Algimia de Alfara	Gátova	Torre baja
Alpuente	Higueruelas	Torres Torres
Andilla	La Yesa	Tuéjar
Aras de los Olmos	Lliria	Vallanca
Casas Altas	Marines	Villar del Arzobispo
Casas Bajas	Olocau	

1.2.2. *S. erythrocephalum*

- En cuanto al ciclo de vida de la segunda especie, ya ha sido objeto de estudio por algunos autores (POST, 1983). De gran importancia son las hembras de esta especie, *S. erythrocephalum*, ya que son causantes de molestias a humanos tanto en España (RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2012b; VILLANÚA-INGLADA, 2013; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2014; RICOY-LLAVERO, 2015; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a) como en el extranjero (ŽIVKOVIĆ, 1971; IGNJATOVIĆ-ĆUPINA *et al.*, 2006). Incluso, y como ya se ha tratado anteriormente, esta especie puede causar la llamada “Fiebre de

la mosca negra” (CROSSKEY, 1993). Además, se ha señalado a algunas poblaciones de esta especie de poder alcanzar el nivel de plaga debido a las ocasionales, pero importantes brotes que tienen lugar en varias zonas de Europa y Rusia entre las que destacan las acaecidas en el curso medio de la cuenca del río Danubio (CROSSKEY, 1993). Esta especie, al igual que en *S. ornatum*, está reconocida su preferencia antropofílica (ŽIVKOVIĆ, 1970; RIVOSECCHI, 1978; IGNJATOVIĆ-ĆUPINA *et al.*, 2006), es decir, que prefieren obtener la sangre de los humanos que de otros animales mamíferos. Uno de los aspectos importantes que recaen sobre esta especie es la tendencia de las hembras en atacar generalmente de forma masiva, ya que se desplazan formando enjambres (IGNJATOVIĆ-ĆUPINA *et al.*, 2006). Por todos estos motivos, se dice que estas dos especies, *S. erythrocephalum* y *S. ornatum* podrían actuar como potenciales transmisores de la temible *Onchocerca volvulus* en Europa. De hecho, algunos estudios en laboratorio han demostrado que se trata de vectores competentes para la transmisión de esta filaria (HAM & BIANCO, 1983a). No obstante, España no es un área endémica de *O. volvulus*, con lo que por el momento podría decirse que estamos exentos de peligro.

En el área de estudio de esta tesis doctoral, ha sido encontrada en diversos lugares: en cuatro estaciones de muestreo, dos de ellas situadas en el tramo bajo de la cuenca del río Júcar, una en el afluente río Albaida y otra en la inserción del afluente río Magro al río Júcar. Las otras dos se encuentran en el tramo alto y medio del río Serpis (Figura 281).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control



Figura 281.- Representación geográfica de las 4 estaciones de muestreo donde se ha certificado la presencia de *S. erythrocephalum*.

A partir de estas zonas de cría, y sabiendo que el rango de vuelo de los adultos de esta singular especie es de entre 20 y 30 km (ŽIVKOVIĆ, 1971; IGNJATOVIĆ-ĆUPINA *et al.*, 2006). Se han configurado tres zonas de influencia alrededor de cada uno de los puntos donde se ha encontrado presente dicha especie. Una de un radio de 5 km representada con color granate, indicativo de un mayor riesgo por cercanía al hábitat de este díptero, una segunda área de influencia de un radio de 15 km representada con color rojo, indicativo de un menor riesgo y una tercera área de influencia de 30 km de radio representada en color naranja y que indica un riesgo a un menor, el cual disminuye gradualmente a medida que nos alejamos del punto de cría (Figura 282).

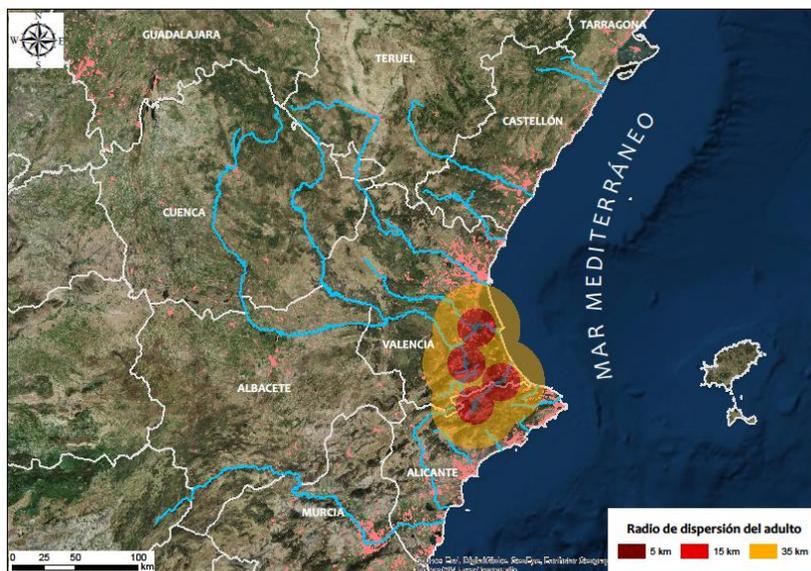


Figura 282.- Municipios (representados con las manchas de color rosado) situados en las zonas de posible riesgo, bajo el área de dispersión de la hembra de *S. erythrocephalum* en busca del hospedador humano.

En las Figuras 283, 284 y 285, y en las Tablas 118 y 119 que se indican a continuación, se pueden observar con mayor detalle las zonas de riesgo remarcada en la Figura 282.

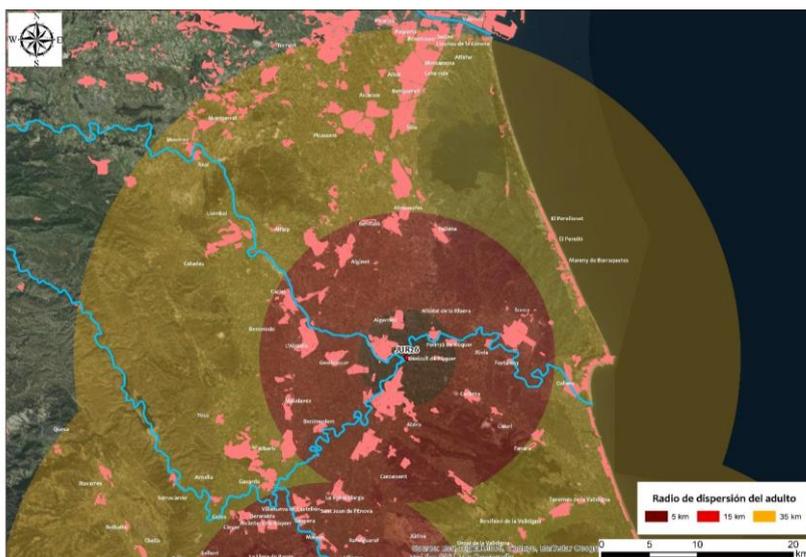


Figura 283.- Representación detallada del punto JUR26.

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

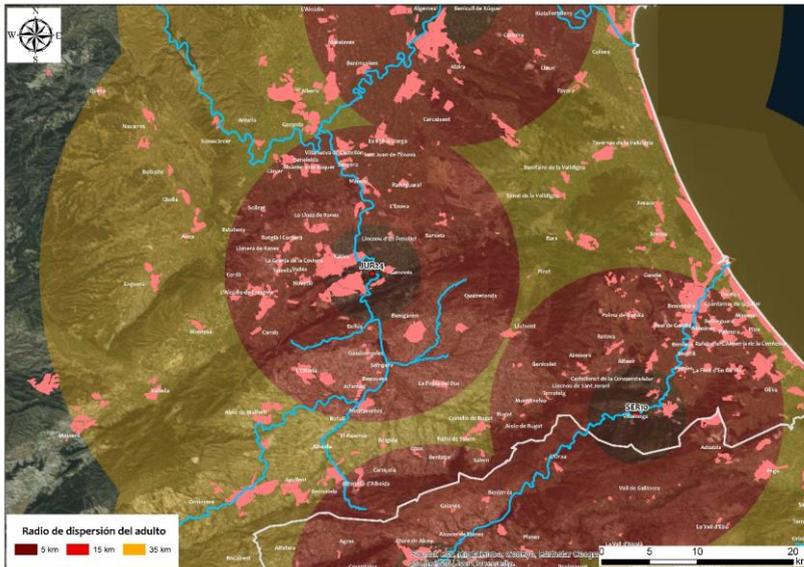


Figura 284.- Representación detallada de los puntos JUR24 y SER10.

Tabla 118.- Municipios de la provincia de Valencia, tramo bajo de la cuenca del río Júcar y sus afluentes asociado a este nivel.

Benetússer	Dénia	Picassent
Beniarbeig	Dos Aguas	Piles
Beniardá	El Castell de Guadalest	Pinet
Beniarjó	El Palomar	Planes
Beniarrés	El Ràfol d'Almúnia	Polinyà de Xúquer
Beniatjar	El Verger	Polinyà de Xúquer
Benicolet	Els Poblets	Polop
Benicull de Xúquer	Enguera	Potríes
Benidoleig	Estubeny	Quatretonda
Benidorm	Facheca	Quatretondeta
Benifaió	Famorca	Quesa
Benifairó de la Vall d'igna	Favara	Rafelcofer
Benifallim	Finestrat	Rafelguaraf
Benifato	Fortaleny	Ráfol de Salem
Beniflá	Gaianes	Real
Benigánim	Gandia	Real de Gandia
Benigánim	Gata de Gorgos	Relleu
Benigembla	Gavarda	Riola
Benilloba	Genovés	Rotglà i Corberà
Benillup	Genovés	Rótova
Benillup	Gorga	Rugat
Benimantell	Gorga	Sagra

Capítulo 5. Resultados

Benimarfull	Guadasequies	Salem
Benimarfull	Guadassuar	Sanet y Negrals
Benimassot	Guardamar de la Safor	Sant Joan de l'Ènova
Benimeli	Ibi	Sedaví
Benimodo	Jijona/Xixona	Sella
Benimuslem	La Font d'En Carròs	Sellent
Beniparell	La Granja de la Costera	Sempere
Benirredrà	La Llosa de Ranes	Senyera
Benissoda	La Pobla del Duc	Silla
Benisuera	La Pobla Llarga	Simat de la Valldigna
Biar	La Vall d'Alcalà	Sollana
Bocairent	La Vall de Laguar	Sueca
Bolbaite	La Vall d'Ebo	Sumacàrcer
Bolulla	L'Alcúdia	Tàrbena
Bufali	L'Alcúdia de Crespins	Tavernes de la Valldigna
Busot	Llaurí	Terrateig
Callosa d'En Sarrià	Llíber	Tibi
Canals	Llocnou de la Corona	Tollos
Carcaixent	Llocnou de Sant Jeroni	Tormos
Càrcer	Llocnou de Sant Jeroni	Torrella
Carlet	Llocnou d'En Fenollet	Torremanzanas/ La Torre de les Maçanes
Carrícola	Llombai	Torrent
Castalla	Llutxent	Tous
Castell de Castells	L'Olleria	Valencia
Castelló de Rugat	Lorcha/L'Orxa	Vall de Gallinera
Castellonet de la Conquesta	Lorcha/L'Orxa	Vall de Gallinera
Castellonet de la Conquesta	Onil	Vallada
Catadau	Ontinyent	Vallés
Catarroja	Orba	Villajoyosa/La Vila Joiosa
Cerdà	Orxeta	Villalonga
Chella	Otos	Villalonga
Cocentaina	Paiporta	Villanueva de Castellón
Cocentaina	Palma de Gandia	Xaló
Confrides	Palmera	Xàtiva
Corbera	Parcent	Xàtiva
Corbera	Pedreguer	Xeraco
Cotes	Pego	Xeresa
Cullera	Penàguila	
Daimús	Picanya	

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

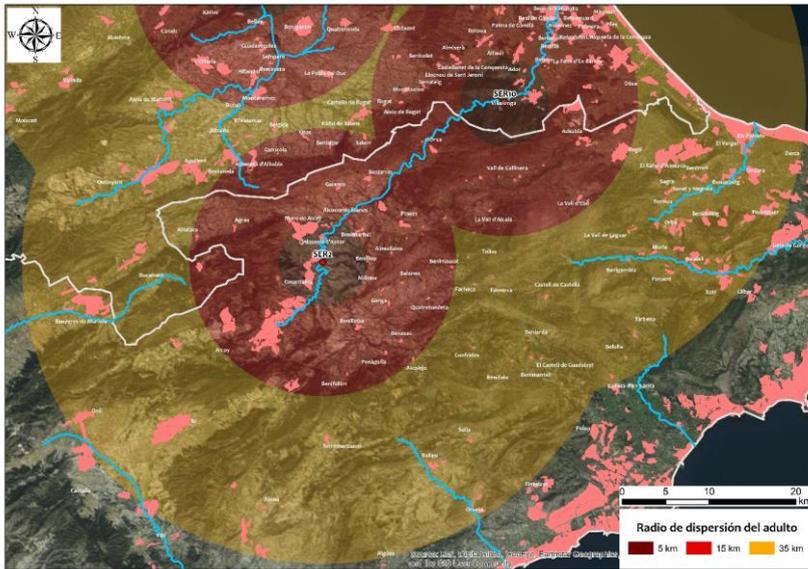


Figura 285.- Representación detallada de los puntos SER3 y SER10.

Tabla 119.- Municipios de la provincia de Alicante, tramo alto y medio del río Serpis.

Ador	Algemesí	L'Alqueria d'Asnar
Ador	Algemesí	L'Alqueria de la Comtessa
Adsubia	Alginet	L'Ènova
Agres	Alicante/Alacant	Llanera de Ranos
Agullent	Almiserà	Manuel
Aielo de Malferit	Almoines	Masalavés
Aielo de Rugat	Almudaina	Massanassa
Aigües	Almussafes	Millares
Albaida	Alzira	Millena
Albal	Alzira	Millena
Albalar de la Ribera	Anna	Miramar
Albalat de la Ribera	Antella	Mogente/Moixent
Alberic	Atzeneta d'Albaida	Montaverner
Alcalalí	Balones	Montesa
Alcàntera de Xúquer	Banyeres de Mariola	Montixelvo/Montichelvo
Alcàsser	Barx	Montroy
Alcocer de Planes	Barxeta	Montserrat
Alcocer de Planes	Barxeta	Murla
Alcoleja	Bèlgida	Muro de Alcoy
Alcoy/Alcoi	Bellreguard	Muro de Alcoy
Alfafar	Bellús	Navarrés
Alfafara	Bellús	Novelé/Novetlè
Alfarp	Benasau	Oliva

Alfarrasí	Beneixama	Ondara
Alfauir	Beneixida	
Alfauir	L'Alqueria d'Asnar	

1.2.3. *S. lineatum*

- *S. lineatum*, es una especie que muestra mamíferofilia (BEAUCOURNU-SAGUEZ *et al.*, 1990; BERNOTIENÉ, 2003; BAUŽIENÉ *et al.*, 2004; RICOY-LLAVERO, 2015), y además actúa como especie transmisora de *O. volvulus* al ser humano (HAM & BIANCO, 1983a; BAUŽIENÉ *et al.*, 2004). Por lo que a salud pública se refiere, a esta especie se le debería prestar una especial atención debido al posible riesgo que acarrea. En el área de estudio de esta tesis doctoral, ha sido encontrada en catorce estaciones de muestreo, una de ellas situada en el tramo alto del río Júcar, dos en el tramo medio del mismo río, seis en el tramo bajo del río Magro, afluente del Júcar, cuatro en el afluente del Júcar, el río Albaida, y una en la cuenca del río Mijares (Figura 286).

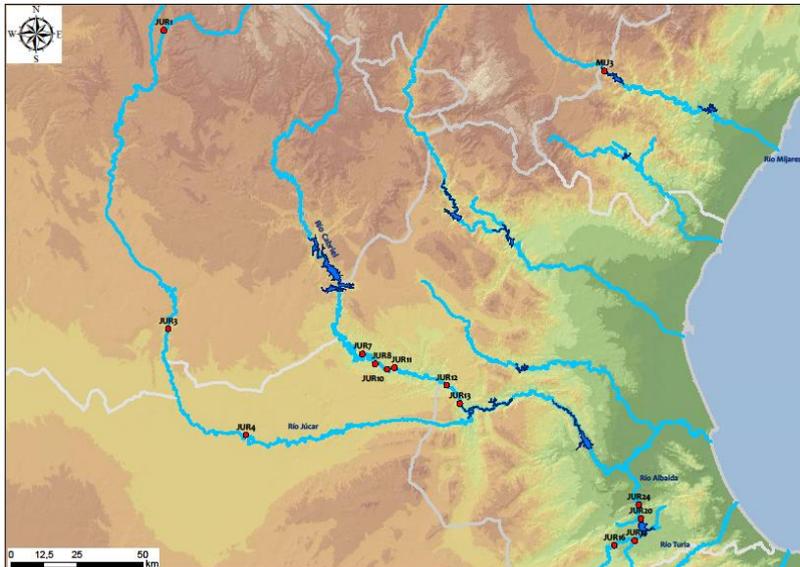


Figura 286.- Representación geográfica de las trece estaciones de muestreo donde se ha certificado la presencia de *S. lineatum*.

Teniendo en cuenta el código de colores utilizados en las anteriores especies para representar las áreas de influencia acorde con

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

los rangos de vuelo de las especies del género *Simulium*, se ha configurado la siguiente figura (Figura 287).

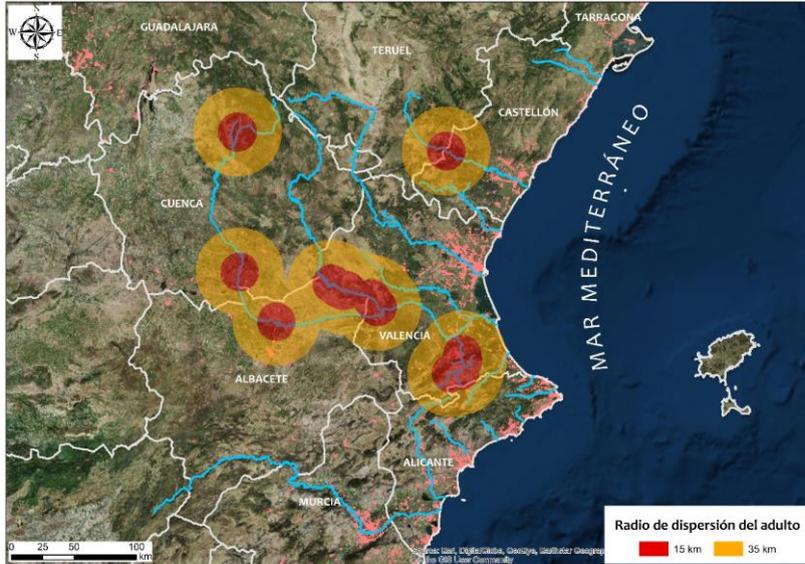


Figura 287.- Municipios (representados con las manchas de color rosado) situados en las zonas de posible riesgo, bajo el área de dispersión de la hembra de *S. lineatum*, en las provincias de Albacete y Cuenca en Castilla La-Mancha, Teruel en Aragón, Castellón, Valencia y Alicante en la Comunidad Valenciana.

En las Figuras 288, 289, 290, 291 y 292 se puede observar con mayor detalle las zonas remarcadas en la Figura 287. Además, en las Tablas 120, 121, 122, 123, 124 y 125, se proporciona el listado de municipios a tener en cuenta por encontrarse dentro de algunos de los rangos especificados.

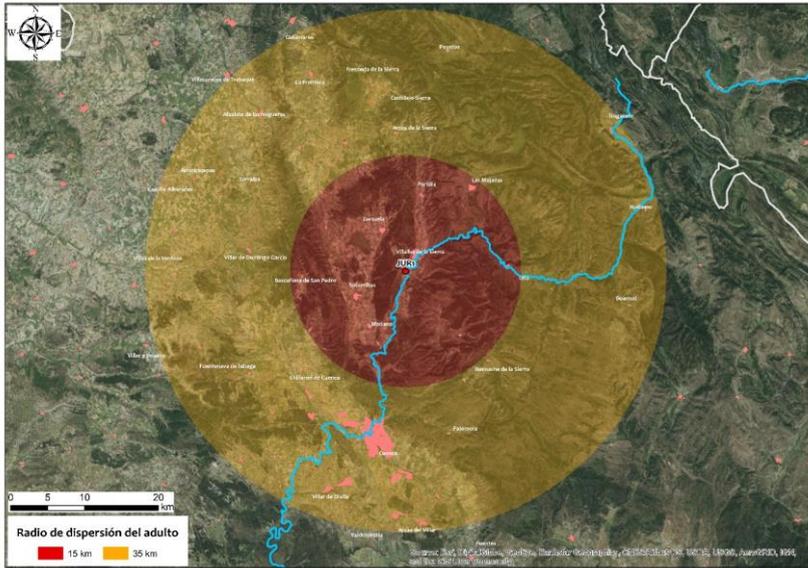


Figura 288.- Representación detallada del punto JUR1.

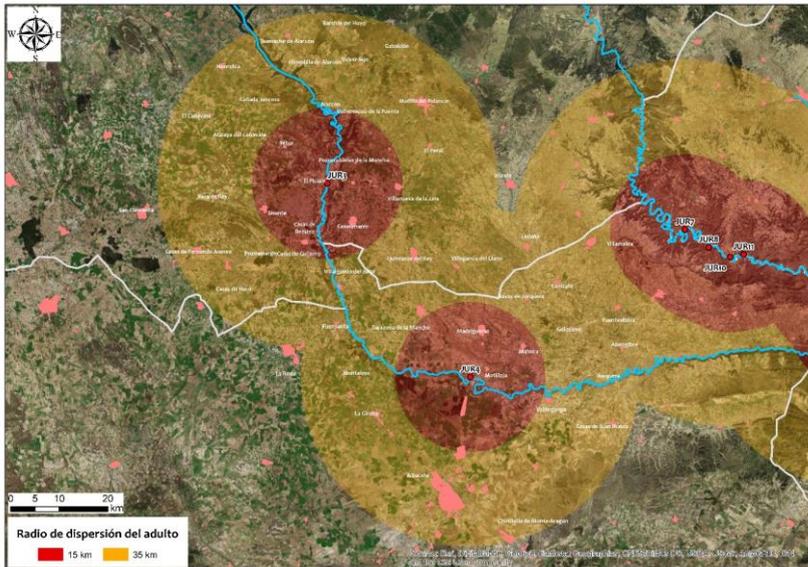


Figura 289.- Representación detallada de los puntos JUR3 y JUR4.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 120.- Municipios de la provincia manchega de Cuenca.

Abia de la Obispalía	Cuenca	Sotorribas
Alarcón	El Picazo	Tébar
Albalate de las Nogueras	Fresneda de la Sierra	Torralba
Arcas del Villar	Fuente de Jábaga	Tragacete
Arcos de la Sierra	Fuentes	Uña
Arrancacepas	Fuertescusa	Valdemoro-Sierra
Basconiana de San Pedro	Huélamo	Valdetórtola
Beamud	Iniesta	Valhermoso de la Fuente
Buenache de la Sierra	La Cierva	Vega del Codorno
Cañamares	La Frontera	Villaconejos de Trabaque
Cañaveras	Las Majadas	Villalba de la Sierra
Cañizares	Mariana	Villanueva de la Jara
Casas de Benítez	Palomera	Villar de Domingo García
Casas de Guijarro	Portilla	Villar de Olalla
Casasmarro	Poyatos	Villar y Velasco
Castillejo-Sierra	Pozorrubielos de la Mancha	Villas de la Ventosa
Castillo-Albaráñez	Sisante	Zarzuela
Chilarón de Cuenca	Sotorribas	

Tabla 121.- Municipios de la provincia manchega de Albacete.

Abengibre	Fuentsanta	Motilleja
Alatoz	Fuentealbilla	Navas de Jorquera
Albacete	Golosalvo	Pozo-Lorente
Alborea	Higueruela	Tarazona de la Mancha
Alcalá del Júcar	Hoya-Gonzalo	Valdeganga
Balsa de Ves	Jorquera	Villa de Ves
Carcelén	La Gineta	Villagordo del Júcar
Casas de Juan Núñez	La Recueja	Villamalea
Casas de Ves	La Roda	Villatoya
Casas-Ibáñez	Madrigueras	Villavaliante
Cenizate	Mahora	
Chinchilla de Monte-Aragón	Montalvos	

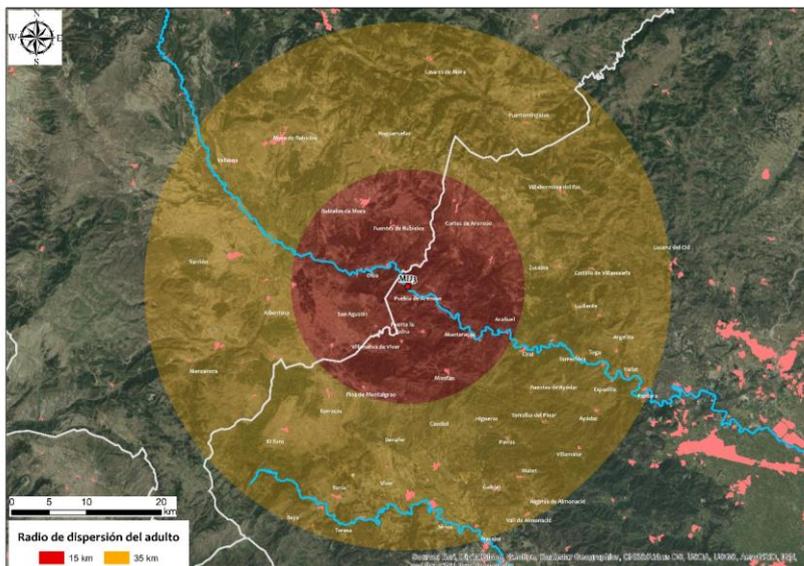


Figura 290.- Representación detallada del punto MIJ3.

Tabla 122.- Municipios de la provincia de Teruel.

Albentosa	Manzanera	San Agustín
Alcalá de la Selva	Mora de Rubielos	Sarrión
Cabra de Mora	Noguerauelas	Valbona
Fuentes de Rubielos	Olba	Valdelinares
La Puebla de Valverde	Puertomingalvo	
Linares de Mora	Rubielos de Mora	

Tabla 123.- Municipios de la provincia de Castellón.

Alcudia de Veo	Fanzara	Puebla de Arenoso
Algimia de Almonacid	Fuente la Reina	Sueras/Suera
Arañuel	Fuentes de Ayódar	Teresa
Argelita	Gaibiel	Toga
Ayódar	Higueras	Torás
Barracas	Jérica	Torralba del Pinar
Bejís	L'Alcora	Torrechiva
Benafer	Lucena del Cid	Vall de Almonacid
Castillo de Villamalefa	Ludiente	Vallat
Caudiel	Matet	Villahermosa del Río
Chodos/Xodos	Montán	Villamalur
Cirat	Montanejos	Villanueva de Viver
Cortes de Arenoso	Navajas	Vistabella del Maestrazgo
El Toro	Pavías	Viver
Espadilla	Pina de Montalgrao	Zucaina

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

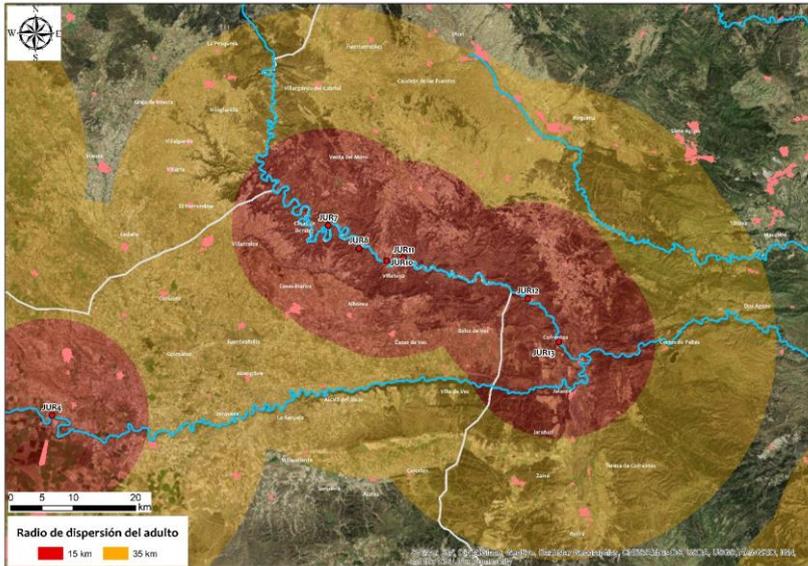


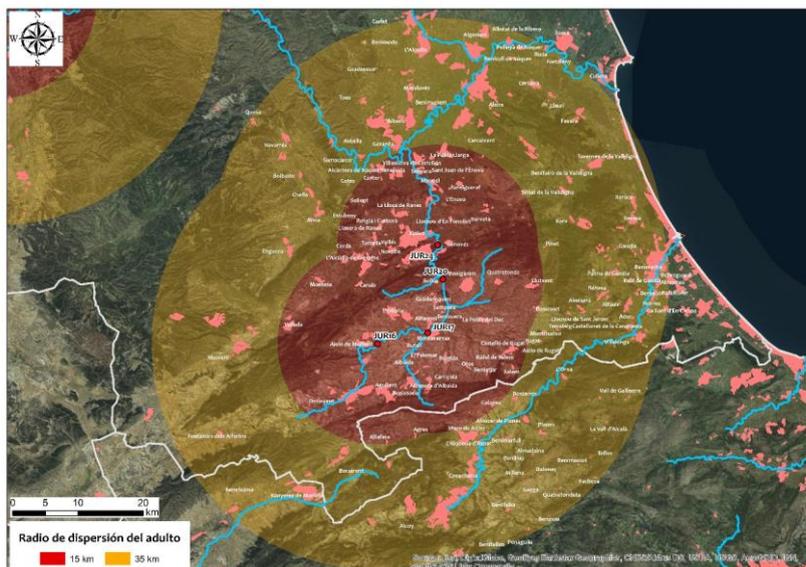
Figura 291.- Representación detallada de los puntos JUR7, JUR8, JUR10, JUR11, JUR12 y JUR13.

Tabla 124.- Municipios de la provincia de Valencia.

Ador	Castellonet de la Conquesta	Navarrés
Agullent	Caudete de las Fuentes	Noveló/Novetlè
Aielo de Malferit	Cerdà	Ontinyent
Aielo de Rugar	Chella	Otos
Albaida	Cofrentes	Otos
Albalat de la Ribera	Corbera	Palma de Gandía
Alberic	Cortes de Pallás	Pinet
Alcàntera de Xúquer	Cotes	Polinyà de Xúquer
Alfarrasí	Cullera	Potries
Alfauir	Dos Aguas	Quatretonda
Algemesí	El Palomar	Quesa
Almiserà	Enguera	Rafelcofer
Almoines	Estubeny	Rafelguaraf
Alzira	Favara	Ráfol de Salem
Anna	Fontanars dels Alforins	Real de Gandía
Antella	Fortaleny	Requena
Atzeneta d'Albaida	Fuenterrobles	Riola
Ayora	Gandia	Rotglà i Corberà
Barx	Gavarda	Rótova
Barxeta	Genovés	Rugat
Bèlgida	Guadasequies	Salem

Capítulo 5. Resultados

Bellús	Guadassuar	Sant Joan de l'Ènova
Beneixida	Jalance	Sellent
Beniarjó	Jarafuel	Sempere
Beniatjar	La Font de la Figuera	Senyera
Benicolet	La Font d'En Carròs	Siete Aguas
Benicull de Xúquer	La Granja de la Costera	Simat de la Valldigna
Benifairó de la Valldigna	La Llosa de Ranes	Sueca
Beniflá	La Pobra del Duc	Sumacàrcer
Benigánim	La Pobra Llarga	Tavernes de la Valldigna
Benimodo	L'Alcúdia	Teresa de Cofrentes
Benimuslem	L'Alcúdia de Crespins	Terrateig
Benirredrà	L'Ènova	Torrella
Benissoda	Llanera de Ranes	Tous
Benisuera	Llaurí	Utiel
Bicorp	Locnou de Sant Jeroni	Vallada
Bocairent	Locnou d'En Fenollet	Vallés
Bolbaite	Llutxent	Venta del Moro
Bufali	L'Olleria	Villalonga
Buñol	Macastre	Villanueva de Castellón
Camporrobles	Manuel	Villargordo del Gabriel
Canals	Masalavés	Xàtiva
Carcaixent	Millares	Xeraco
Càrcer	Mogente/Moixent	Xeresa
Carlet	Montaverner	Yátova
Carrícola	Montesa	Zarra
Castelló de Rugat	Montixelvo/Montichelvo	



**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Figura 292.- Representación detallada de los puntos JUR16, JUR17, JUR20 y JUR24.

Tabla 125.- Municipios de la provincia de Alicante.

Adsubia	Benilloba	La Vall d'Alcalà
Agres	Benillup	L'Alqueria d'Asnar
Alcocer de Planes	Benimarfull	Lorcha/L'Orxa
Alcoy/Alcoi	Benimassot	Millena
Alfafara	Biar	Muro de Alcoy
Almudaina	Campo de Mirra/El Camp de Mirra	Onil
Balones	Cocentaina	Penàguila
Banyeres de Mariola	Facheca	Planes
Benasau	Gaianes	Quatretondeta
Beneixama	Gorga	Tollos
Beniarrés	Ibi	Vall de Gallinera
Benifallim	Jijona/Xixona	

1.2.4. *S. ornatum*

- Las hembras de *S. ornatum* causan importantes molestias a las poblaciones humanas (CROSSKEY, 1993; VILLANÚA-INGLADA, 2013; RICOY-LLAVERO, 2015; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). Incluso pueden llegar a considerarse a algunas poblaciones de esta especie como plaga que, aunque de carácter menor, suele estar muy extendida en Europa y Rusia (CROSSKEY, 1993). Además, y al igual que en *S. erythrocephalum*, está reconocida su preferencia antropofílica (ŽIVKOVIĆ, 1970; RIVOSECCHI, 1978; IGNJATOVIĆ-ĆUPINA *et al.*, 2006). En el área de estudio de esta tesis doctoral, ha sido encontrada en cuarenta y siete estaciones de muestreo, dos de ellas situadas en el tramo alto del río Cenia, diez en el tramo medio del río Mijares, cinco en el tramo alto del río Palancia y tres más en su tramo medio, cinco en el tramo alto del río Turia y dos más en su tramo medio, cinco en la cuenca del Júcar de los cuales uno en el tramo alto del río Magro, otro en el tramo bajo del río Cabriel, dos en el río Albaida y una en el río Clariano, afluente del Albaida, doce en el río Serpis, una en el río Algar y dos en el río Monnegre (Figura 292).

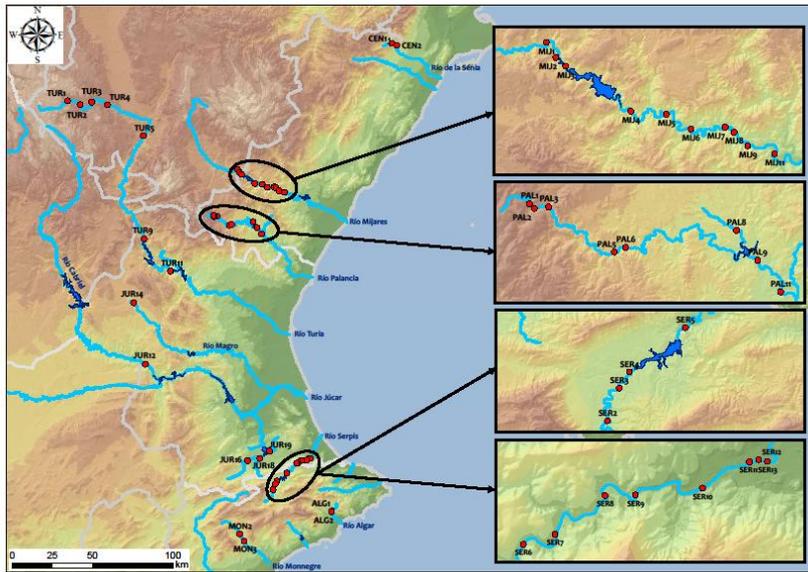
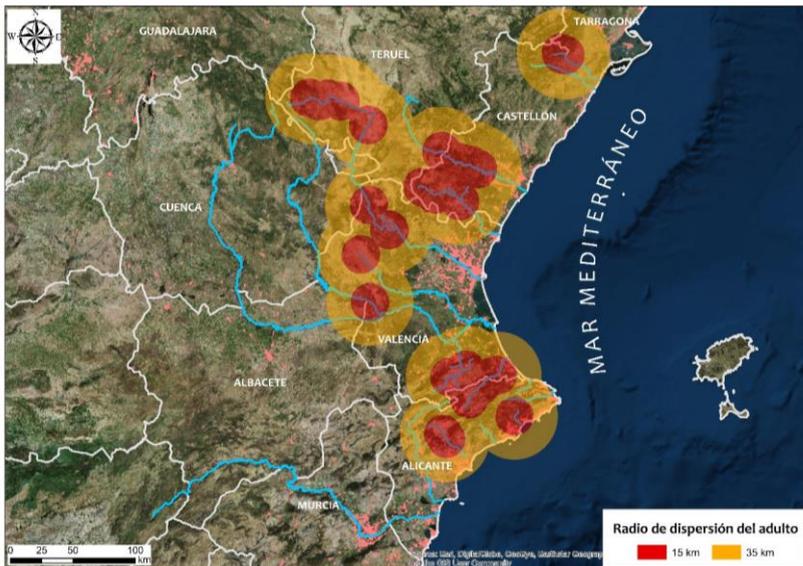


Figura 292.- Representación geográfica de las trece estaciones de muestreo donde se ha certificado la presencia de *S. ornatum*.

Teniendo en cuenta el código de colores utilizados en las anteriores especies para representar las áreas de influencia acorde con los rangos de vuelo de las especies del género *Simulium*, se ha configurado Figura 293.



Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

Figura 293.- Municipios (representados con las manchas de color rosado) situados en las zonas de posible riesgo, bajo el área de dispersión de la hembra de *S. ornatum*, en las provincias de Albacete y Cuenca en Castilla La-Mancha, Guadalajara y Teruel en Aragón, Tarragona en Cataluña, Castellón, Valencia y Alicante en la Comunidad Valenciana.

Las Figuras 294, 295, 296, 297, 298, 299 y 300 permiten observar con detalle las zonas remarcadas en la Figura 293. Además, se adjuntan las Tablas 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132 y 133 con el listado de municipios a tener en cuenta.

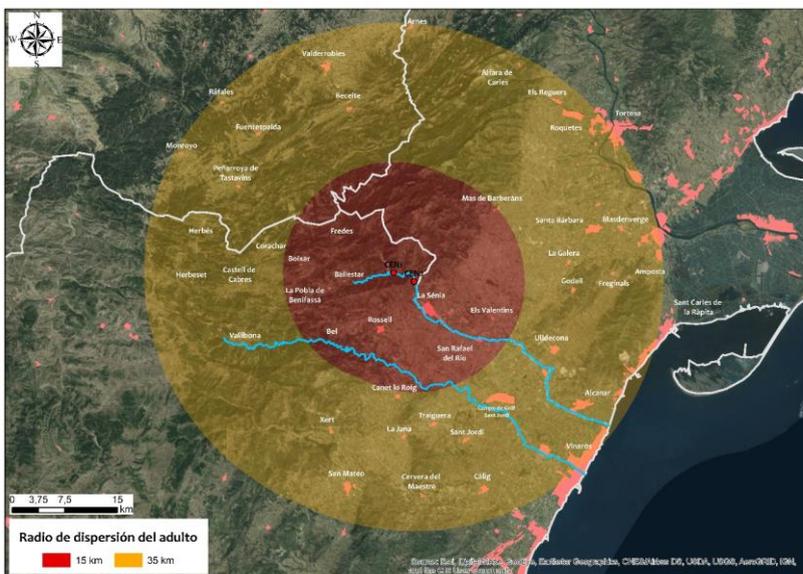


Figura 294.- Representación detallada de los puntos CEN1 y CEN2.

Tabla 126.- Municipios de la provincia de Tarragona.

Alcanar	Horta de Sant Joan	Sant Carles de la Ràpita
Aldover	La Galera	Santa Bàrbara
Alfara de Carles	La Sénia	Tortosa
Amposta	Mas de Barberans	Ulldecona
Arnes	Masdenverge	Xerta
Freginals	Paüls	
Godall	Roquetes	

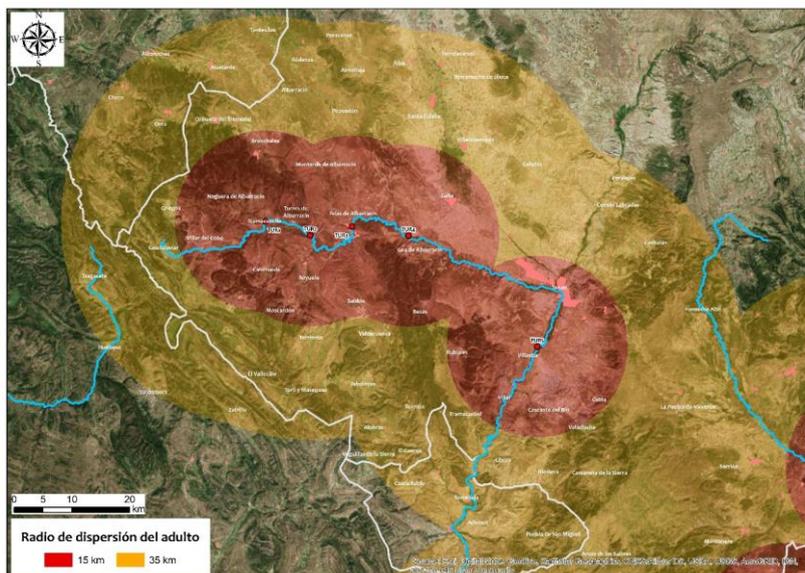


Figura 295.- Representación detallada de los puntos TUR1, TUR2, TUR3, TUR4 y TUR5.

Tabla 127.- Municipios de la provincia de Guadalajara.

Adobes	Checa	Tordesilos
Alcoroches	Orea	
Alustante	Piqueras	

Tabla 128.- Municipios de la provincia de Teruel.

Abejuela	Fuentes de Rubielos	Saldón
Aguatón	Fuentespalda	San Agustín
Alba	Gea de Albarracín	Santa Eulalia
Albarracín	Griegos	Sarrión
Albentosa	Guadalaviar	Singra
Alcala de la Selva	Jabaloyas	Terriente
Alfambra	La Portellada	Teruel
Almohaja	La Puebla de Valverde	Toril y Masegoso
Alobras	Libros	Tormón
Arcos de las Salinas	Linares de Mora	Torre de Arcas
Beceite	Manzanera	Torrelacárcel
Bezas	Monroyo	Torremocha de Jiloca
Bronchales	Monterde de Albarracín	Torres de Albarracín
Cabra de Mora	Mora de Rubielos	Torrijas
Calomarde	Moscardón	Tramacastiel
Camañas	Mosqueruela	Tramacastilla
Camarena de la Sierra	Noguera de Albarracín	Valacloche

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Cascante del Río	Nogueruelas	Valbona
Cedrillas	Olba	Valdecuena
Celadas	Orihuela del Tremedal	Valdelinares
Cella	Peñarroya de Tastavins	Valderrobles
Corbalán	Peracense	Veguillas de la Sierra
Cretas	Peralejos	Villafranca del Campo
Cubla	Pozondón	Villar del Cobo
Cuevas Labradas	Puertomingalvo	Villar del Salz
El Castellar	Ráfales	Villarquemado
El Cuervo	Riodeva	Villastar
El Vallecillo	Royuela	Villel
Formiche Alto	Rubiales	
Frías de Albarracín	Rubielos de Mora	

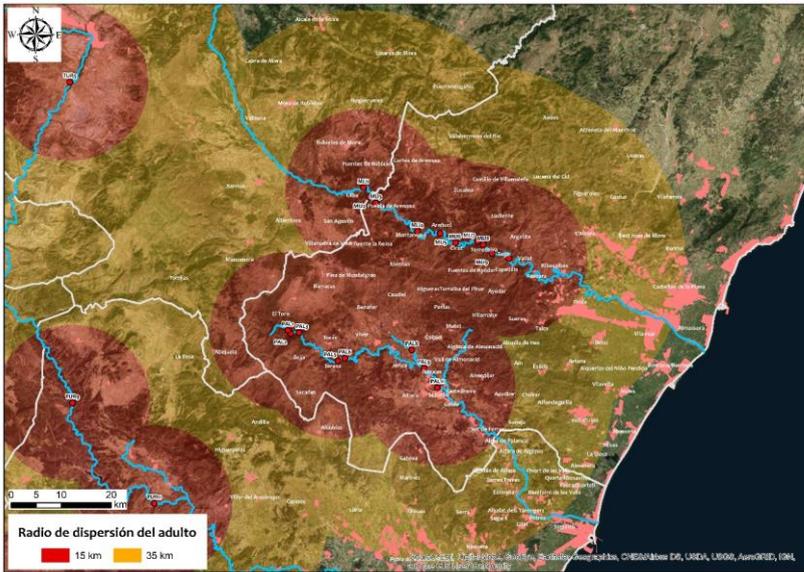


Figura 296.- Representación detallada de los puntos MIJ1, MIJ2, MIJ3, MIJ4, MIJ5, MIJ6, MIJ7, MIJ8, MIJ9, MIJ10, PAL1, PAL2, PAL3, PAL5, PAL6, PAL8, PAL9 y PAL11.

Tabla 129.- Municipios de la provincia de Castellón.

Aín	Cirat	Puebla de Arenoso
Alcudia de Veo	Cortes de Arenoso	Ribesalbes
Alfondegulla	Costur	Rosell
Algimia de Almonacid	El Toro	Sacañet
Almazora/Almassora	Eslida	San Rafael del Río
Almedijar	Espadilla	Sant Joan de Moró
Almenara	Fanzara	Segorbe

Capítulo 5. Resultados

Alquerías del Niño Perdido	Figueroles	Soneja
Altura	Fuente la Reina	Sot de Ferrer
Arañuel	Fuentes de Ayódar	Sueras/ Suera
Argelita	Gaibiel	Tales
Artana	Geldo	Teresa
Atzeneta del Maestrat	Higueras	Toga
Ayódar	Jérica	Torás
Azuébar	La Llosa	Torraiba del Pinar
Barracas	La Pobla de Benifassà	Torrechiva
Bejis	La Vall d'Uixó	Traiguera
Benafer	La Vilavella	Useras/Les Useres
Betxí	L'Alcora	Vall de Almonacid
Borriana/Burriana	Lucena del Cid	Vallat
Borriol	Ludiente	Vallibona
Canet lo Roig	Matet	Vilafamés
Castellново	Montán	Vila-real
Castellón de la Plana/ Castelló de la Plana	Montanejos	Villahermosa del Río
Castillo de Villamalefa	Navajas	Villamalur
Caudiel	Nules	Villanueva de Viver
Chilches/Xilxes	Onda	Vistabella del Maestrazgo
Chodos/Xodos	Pavías	Viver
Chóvar	Pina de Montalgrao	Zucaina

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

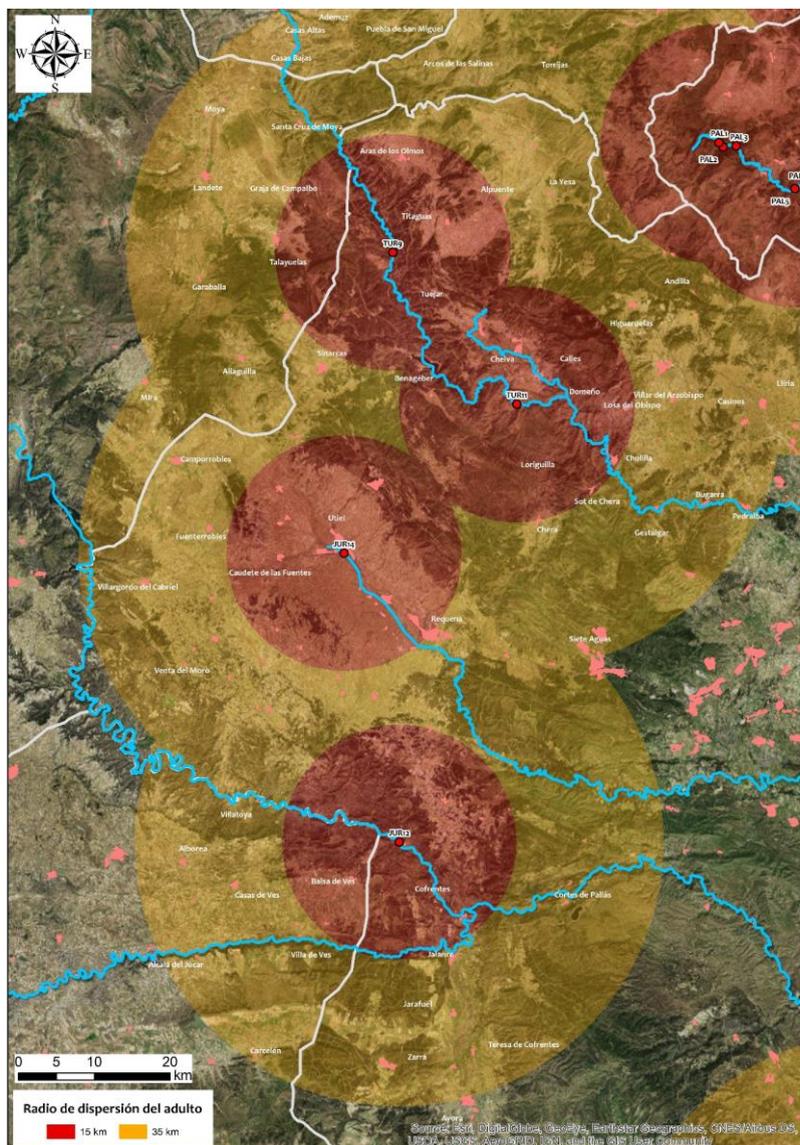


Figura 297.- Representación detallada de los puntos TUR9, TUR11, JUR12 y JUR14.

Tabla 130.- Municipios de la provincia de Cuenca.

Aliaguilla	Huélamó	Narboneta
Casas de Garcimolina	La Pesquera	Salvacañete
Cuenca	Laguna del Marquesado	Santa Cruz de Moya
Fuentelespino de Moya	Landete	Talayuelas
Garaballa	Minglanilla	Tragacete

Capítulo 5. Resultados

Graja de Campalbo	Mira	Valdemeca
Henarejos	Moya	Zafrilla

Tabla 131.- Municipios de la provincia de Albacete.

Alatoz	Balsa de Ves	Casas-Ibáñez
Alborea	Carcelén	Villa de Ves
Alcalá del Júcar	Casas de Ves	Villatoya

Tabla 132.- Municipios de la provincia de Valencia.

Ademuz	Castielfabib	Novelé/Novetlè
Ador	Caudete de las Fuentes	Oliva
Agullent	Cerdà	Olocau
Aielo de Malferit	Chelva	Ontinyent
Aielo de Rugar	Chera	Otos
Albaida	Cheste	Palma de Gandía
Albalat dels Tarongers	Chiva	Palmera
Alcublas	Chulilla	Pedralba
Alfara de Algimia	Cofrentes	Petrés
Alfarrasí	Cortes de Pallás	Piles
Alfauir	Daimús	Pinet
Algar de Palancia	Domeño	Potrías
Algimia de Alfara	Dos Aguas	Puebla de San Miguel
Almiserà	El Palomar	Quart de les Valls
Almoines	Estivella	Quartell
Alpuente	Faura	Quatretonda
Andilla	Fuenterrobles	Rafelcofer
Aras de los Olmos	Gandia	Ráfol de Salem
Atzeneta d'Albaida	Gátova	Real de Gandia
Ayora	Genovés	Requena
Barxeta	Gestalgar	Rótova
Bèlgida	Gilet	Rugat
Bellreguard	Guadasequies	Sagunto/Sagunt
Bellús	Guardamar de la Safor	Salem
Benagéber	Higueruelas	Segart
Benavites	Jalance	Sempere
Beniarjó	Jarafuel	Serra
Beniatjar	La Font d'En Carròs	Siete Aguas
Benicolet	La Granja de la Costera	Sinarcas
Benifairó de les Valls	La Pobla de Vallbona	Sot de Chera
Beniflá	La Pobla del Duc	Teresa de Cofrentes
Benigánim	La Yesa	Terrateig
Benirredrà	L'Alcúdia de Crespins	Titaguas
Benisanó	L'Alqueria de la Comtessa	Titaguas
Benissoda	Llíria	Torrebaja
Benisuera	Llocnou de Sant Jeroni	Torrella

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Bétera	Llocnou d'En Fenollet	Torres Torres
Bicorp	Llutxent	Tuéjar
Bocairent	L'Olleria	Utiel
Bufali	Lorigilla	Vallada
Bugarra	Losa del Obispo	Vallanca
Buñol	Losa del Obispo	Vallés
Calles	Macastre	Venta del Moro
Camporrobles	Marines	Villalonga
Canals	Millares	Villar del Arzobispo
Carrícola	Miramar	Villargordo del Cabriel
Casas Altas	Mogente/Moixent	Xàtiva
Casas Bajas	Montaverner	Yátova
Casinos	Montesa	Zarra
Castelló de Rugat	Montitxelvo/Montichelvo	
Castellonet de la Conquesta	Náquera	

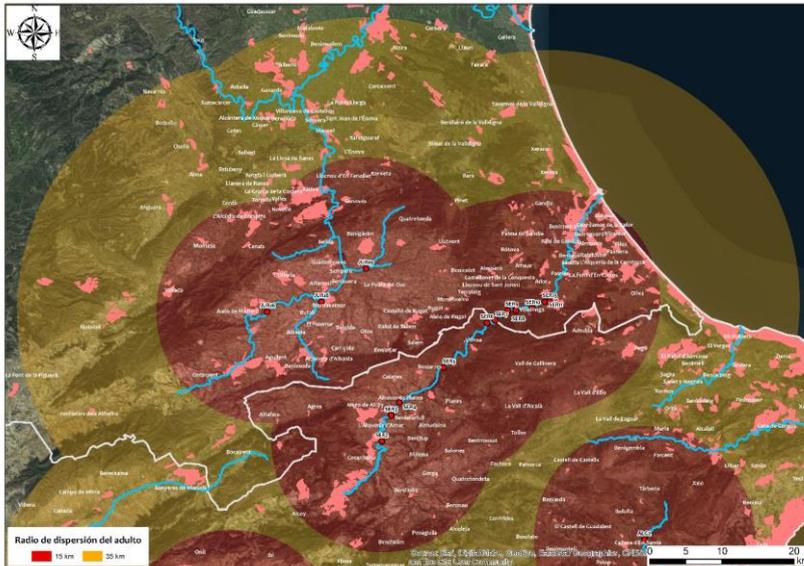


Figura 298.- Representación detallada de los puntos JUR16, JUR18, JUR19, SER2, SER4, SER5, SER6, SER7, SER8, SER9, SER10, SER11 y SER13.

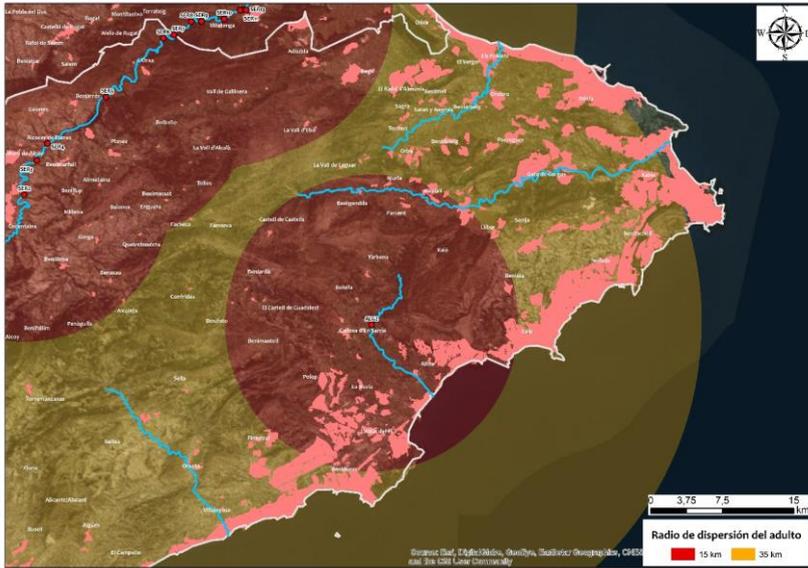


Figura 299.- Representación detallada del punto ALG2.

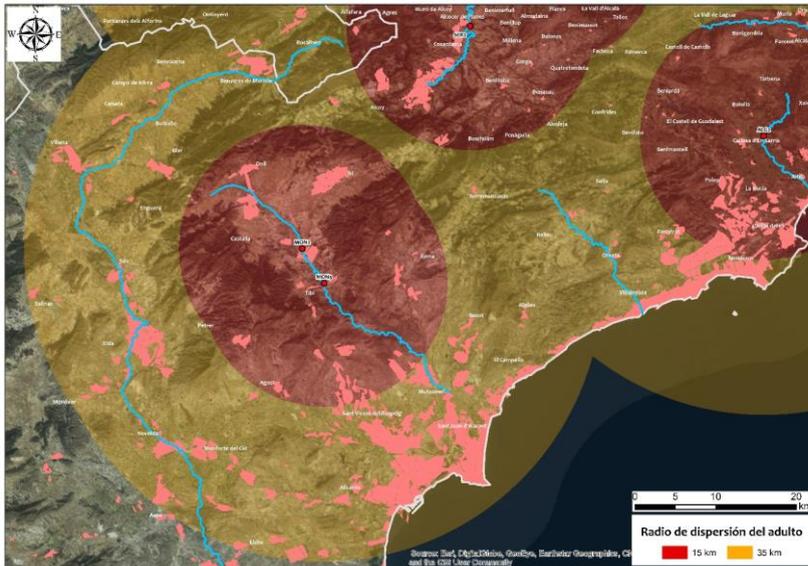


Figura 300.- Representación detallada de los puntos MON2 y MON3.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 133.- Municipios de la provincia de Alicante.

Adsubia	Callosa d'En Sarrià	Murla
Agost	Calp	Muro de Alcoy
Agres	Campo de Mirra/El Camp de Mirra	Mutxamel
Aigües	Cañada	Novelda
Alcalalí	Castalla	Ondara
Alcocer de Planes	Castell de Castells	Onil
Alcoleja	Cocentaina	Orba
Alcoy/Alcoi	Confrides	Orxeta
Alfafara	Dénia	Parcent
Alicante/Alacant	El Campello	Pedreguer
Almudaina	El Castell de Guadalest	Pego
Altea	El Ràfol d'Almúnia	Penàguila
Aspe	El Verger	Petrer
Balones	Elche/Elx	Planes
Banyeres de Mariola	Elda	Polop
Benasau	Els Poblets	Quatretondeta
Beneixama	Facheca	Relleu
Beniarbeig	Famorca	Sagra
Beniardá	Finestrat	Salinas
Beniarrés	Gaïanes	Sanet y Negrals
Benidoleig	Gata de Gorgos	Sant Joan d'Alacant
Benidorm	Gorga	Sant Vicent del Raspeig
Benifallim	Ibi	Sax
Benifato	Jávea/Xàbia	Sella
Benigembla	Jijona/Xixona	Senija
Benilloba	La Nucia	Tàrbena
Benillup	La Vall d'Alcalà	Teulada
Benimantell	La Vall de Laguar	Tibi
Benimarfull	La Vall d'Ebo	Tollos
Benimassot	L'Alfàs del Pi	Tormos
Benimeli	L'Alqueria d'Asnar	Torremanzanas/ La Torre de les Maçanes
Benissa	Líber	Vall de Gallinera
Benitachell/ El Poble Nou de Benitatxell	Lorcha/L'Orxa	Villajoyosa/La Vila Joiosa
Biar	Millena	Villena
Bolulla	Monforte del Cid	Xaló
Busot	Monóvar/Monòver	

1.2.5. *S. reptans*

- Las hembras de la especie *S. reptans* también muestran tropismo por el hombre (ŽIVKOVIĆ, 1970; CROSSKEY, 1993;

RICOY-LLAVERO, 2015). Además, algunas poblaciones de esta especie pueden ser consideradas como una plaga menor pero ampliamente extendida por el norte de Europa (CROSSKEY, 1993). En el área de estudio de esta tesis doctoral, ha sido encontrada en doce estaciones de muestreo, diez de ellas situadas en la cuenca del río Serpis, dos de ellas en el tramo alto, cinco en el tramo medio y tres en el inicio del tramo bajo, y dos en el tramo alto del río Magro (Figura 301).

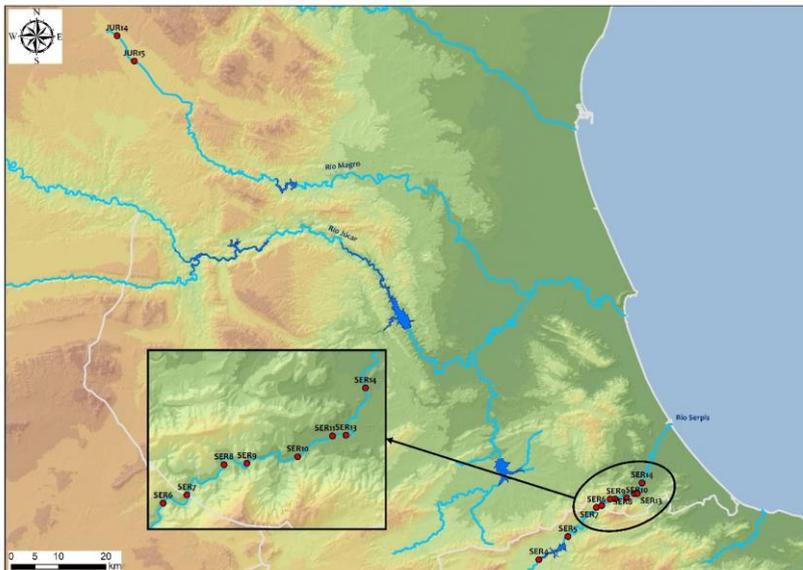


Figura 301.- Representación geográfica de las diez estaciones de muestreo donde se ha certificado la presencia de *S. reptans*.

Teniendo en cuenta el código de colores utilizados en las anteriores especies para representar las áreas de influencia acorde con los rangos de vuelo de las especies del género *Simulium*, se ha configurado la Figura 302.

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

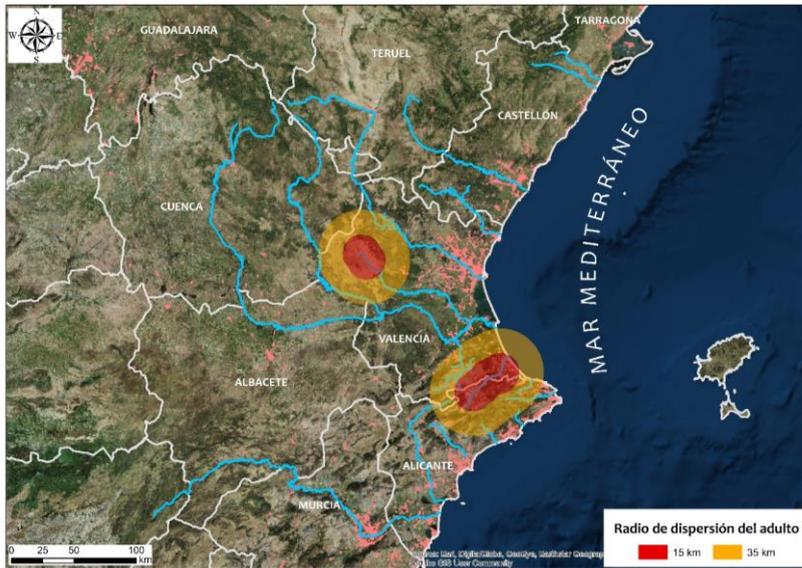


Figura 302.- Municipios (representados con las manchas de color rosado) situados en las zonas de posible riesgo, bajo el área de dispersión de la hembra de *S. reptans*, en las provincias de Albacete y Cuenca en Castilla La-Mancha, Valencia y Alicante en la Comunidad Valenciana.

En las Figuras 303 y 304, y en las Tablas 134, 135, 136 y 137 que se indican a continuación, se pueden observar con mayor detalle las zonas en riesgo remarcadas en la Figura 302 y los municipios a tener en cuenta.

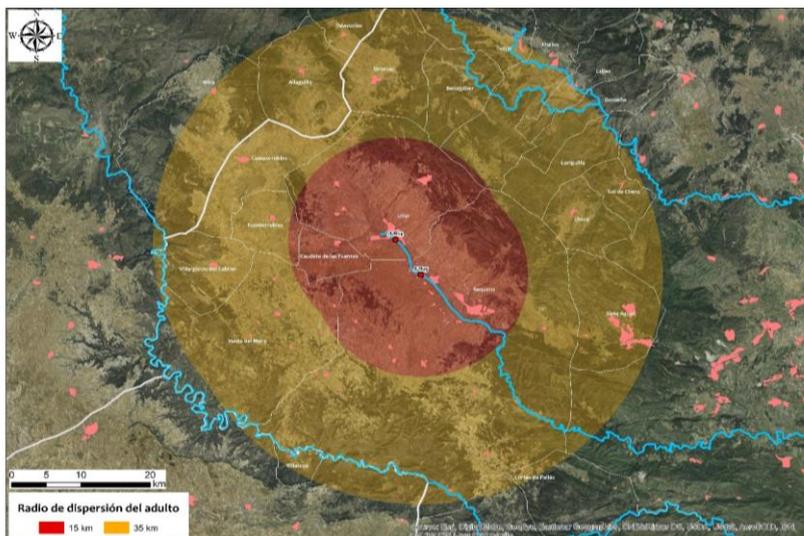


Figura 303.- Representación detallada de los puntos JUR14 y JUR15.

Tabla 134.- Municipios de la provincia de Albacete.

Alborea	Casas de Ves	Villatoya
Balsa de Ves	Casas-Ibáñez	

Tabla 135.- Municipios de la provincia de Cuenca.

Aliaguilla	Minglanilla	La Pesquera
Garaballa	Mira	Talayuelas

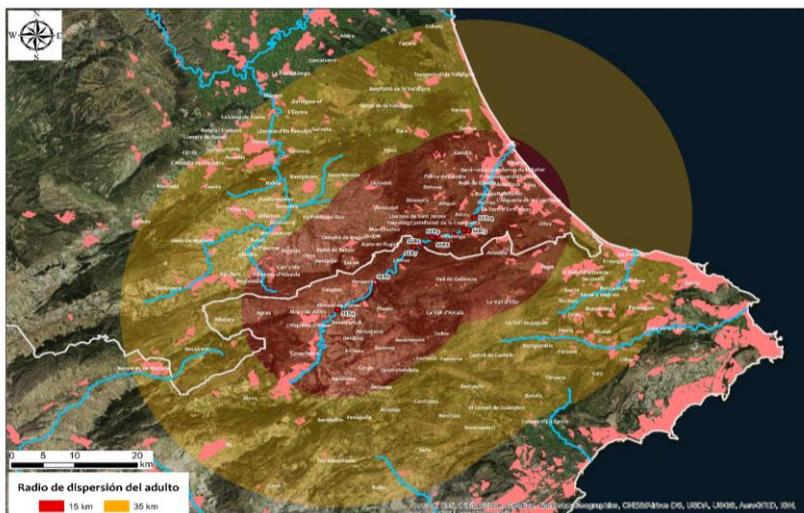


Figura 304.- Representación detallada de los puntos SER4, SER5, SER6, SER7, SER8, SER9, SER10, SER12 y SER14.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 136.- Municipios de la provincia de Valencia.

Ador	Chera	Ontinyent
Agullent	Chiva	Otos
Aielo de Malferit	Chulilla	Palma de Gandía
Aielo de Rugat	Cofrentes	Palmera
Albaida	Cortes de Pallás	Piles
Alfarrasí	Cullera	Pinet
Alfauir	Daimús	Plana de Gandia
Almiserà	Domeño	Potríes
Almoines	El Palomar	Quatretonda
Alzira	Favara	Ráfol de Salem
Atzeneta d'Albaida	Fuenterrobles	Rafelcofer
Barx	Gandía	Rafelguaraf
Barxeta	Genovés	Real de Gandia
Bèligda	Gestalgar	Requena
Bellreguard	Guadasequies	Rotglà i Corberà
Bellús	Guardamar de la Safor	Rótova
Benagéber	La Font d'En Carròs	Rugat
Beniarjó	La Granja de la Costera	Salem
Beniatjar	La Llosa de Ranes	Sempere
Benicolet	La Pobla del Duc	Siete Aguas
Benifairó de la Valldigna	La Pobla Llarga	Simat de la Valldigna
Beniflá	L'Alcúdia de Crespins	Sinarcas
Benigánim	L'Alqueria de la Comtessa	Sot de Chera
Benirredrá	L'Ènova	Tavernes de la Valldigna
Benissoda	Llanera de Ranes	Terrateig
Benisuera	Llaurí	Torrella
Bocairent	Llocnou de Sant Jeroni	Tuéjar
Bufali	Llocnou d'En Fenollet	Utiel
Buñol	Llutxent	Vallada
Calles	L'Olleria	Vallés
Camporrobles	Loriguilla	Venta del Moro
Canals	Manuel	Villalonga
Carcaixent	Miramar	Villargordo del Cabriel
Carrícola	Mogente/Moixent	Xàtiva
Castelló de Rugat	Montaverner	Xeraco
Castellonet de la Conquesta	Montesa	Xeresa
Caudete de las Fuentes	Montixelvo/Montichelvo	Yátova
Cerdà	Novelé/Novetlè	
Chelva	Oliva	

Tabla 137.- Municipios de la provincia de Alicante.

Adsubia	Bolulla	Millena
Agres	Callosa d'En Sarrià	Murla
Alcalalá	Castell de Castells	Muro de Alcoy
Alcocer de Planes	Cocentaina	Ondara

Alcoleja	Confrides	Onil
Alcoy/Alcoi	Dénia	Orba
Alfafara	El Castell de Guadalest	Orxeta
Almudaina	El Ràfol d'Almúnia	Parcent
Balones	El Verger	Pedreguer
Banyeres de Mariola	Els Poblets	Pego
Benasau	Fachecha	Penàguila
Beniarbeig	Famorca	Planes
Beniardá	Finestrat	Polop
Beniarrés	Gañanes	Quatretondeta
Benidoleig	Gata de Gorgos	Relleu
Benifallim	Gorga	Sagra
Benifato	Ibi	Sanet y Negrals
Benigembla	Jijona/Xixona	Sella
Beniloba	La Vall d'Alcalà	Tàrbena
Benillup	La Vall de Laguar	Tollos
Benimantell	La Vall d'Ebo	Tormos
Benimarfull	L'Alqueria d'Asnar	Torremanzanas/ La Torre de les Maçanes
Benimassot	Llíber	Vall de Gallinera
Benimeli	Lorcha/L'Orxa	Xaló/Jalón

1.3. Afección en animales

Además del hombre, los animales de todo el mundo se ven afectados por parásitos transmitidos por diversas especies de simúlidos. El ganado vacuno sufre varias afecciones por filarias (MIKHAILYUK, 1967), como por ejemplo *Onchocerca ochengi*, 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 ha mencionado, afecta al hombre (OMAR *et al.*, 1979). *O. gutturosa* (NEUMAN, 1910; URQUHART *et al.*, 1987) y *O. linealis* (JHONSTON, 1921) son otras especies destacadas de filarias que afectan al ligamento nucal y gastroesplénico del ganado bovino 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) además de al ganado vacuno. Otra de las filarias que afectan a los équidos es *O. reticulata*, ampliamente distribuida por toda Europa. Así como también les pueden transmitir los agentes patógenos causante de la encefalitis equina (URQUHART *et al.*, 1987).

Los animales silvestres, no son una excepción y también sufren filariasis transmitidas por simúlidos. La especie *S. ornatum* por ejemplo, es la responsable de la transmisión de *Onchocerca tarsicola* al ciervo (*Cervus elaphus*) (SCHULZ-KEY & WENK, 1981; CUPP, 1996).

Por último, mencionaremos varias parasitosis que afectan a las aves y que cuentan como vectores artífices a los simúlidos, como la producida por *Ornithofilaria fallisensis* (ANDERSON, 1956), tripanosomas (BENNETT, 1961) y *Leukocytozoon* (SKIDMORE, 1931; URQUHART *et al.*, 1987).

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. Las propiedades tóxicas de algunos componentes de la saliva de esta familia, determina que la mordedura origine problemas de salud en el ganado. De este modo, la concurrencia de numerosas mordeduras tras ataques masivos (LECLERCQ, 1987), puede provocar la muerte de ganado (CUPP, 1986; CUPP & CUPP 1997). 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, 1977a).
- Disminución de la producción de huevos y leche (JAMNBACK, 1973; STEELMAN, 1976; WATTS, 1976).
- Dermatitis y lesiones en la piel (GRÄFNER, 1981).
- Muerte directa debida a toxemia o shock anafiláctico (WATTS, 1976; STEELMAN, 1976).

Con respecto a este último punto debemos señalar que las defunciones se debían a ataques masivos de simúlidos. Este tipo de ataque no es lo habitual en estos dípteros, y se origina cuando se presentan determinadas condiciones atmosféricas que dan lugar a una eclosión simultánea de un número muy elevado de simúlidos, dando lugar a grandes enjambres capaces de matar a un animal al atacarle

todos al unísono (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 bóvidos, en Francia en 1978 con 25 muertes (NOIRTIN & BOITEUX, 1979) y en varias zonas de Italia (RIVOSECCHI, 1978).

1.3.1. Comunidad Valenciana y especies simúlidas de interés veterinario

Poniendo en concierto los resultados obtenidos con los municipios cotejados en el Institut Cartogràfic Valencià de la Generalitat Valenciana (www.icv.gva.es) y en el Directorio de empresas de España (www.informa.es/directorio-empresas), en los cuales la producción ganadera es un fuerte pilar económico, averiguando la localización de las instalaciones pecuarias de interés, y utilizando el programa SIG, se han generado una serie de mapas, en los cuales queda plasmada la situación geográfica de los puntos donde se ha confirmado la presencia en el área estudiada de las 6 especies de simúlidos problemáticas para los animales domésticos, y que son los siguientes: *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum* y *S. reptans*.

1.3.1.1. *S. equinum*

- En cuanto a la primera de las seis especies, *S. equinum*, es importante ya que se trata de una especie que muestra preferencia como su nombre muy bien indica, por los equinos en general, en los que se engloban caballos, asnos y mulos, los cuales sirven como hospedadores de los cuales extraen la sangre requerida. Además, exhibe una fuerte predilección por realizar las mordeduras en el interior de los pabellones auriculares de este animal (SUTCLIFFE, 1986; CROSSKEY, 1993) ocasionando mal estar, nerviosismo y cambios comportamentales que afectan a su fisiología y metabolismo. Por otro lado, esta especie podría actuar como vector del nematodo filárico *O. lienalis* (HAM & BIANCO, 1983b), con lo que debería ser objeto de vigilancia en el ámbito de la salud animal.

En el área de estudio de la presente tesis doctoral, ha sido certificada su presencia en diversos lugares, concretamente en catorce estaciones de muestreo: siete en el tramo alto del río Mijares, un punto de muestreo en el final del curso alto del río Palancia, cinco estaciones muestrales en el tramo alto del río Palancia y un punto de muestreo en el curso alto del río Júcar.

Haciendo uso del mismo código de colores utilizados en las anteriores especies, se representa la Figura 305, la cual ilustra las áreas susceptibles de verse afectadas por la actividad de este díptero al estar bajo los rangos de vuelo de la especie en cuestión.



Figura 305.- El perímetro de los términos municipales con picaderos de caballos o similares, y situados en las zonas de posible riesgo, por estar bajo el área de dispersión de la hembra de *S. equinum*, se representa con color verde fluorescente. Dichos municipios se encuentran en las provincias de Teruel en Aragón y de Castellón en la Comunidad Valenciana.

Los municipios a tener en consideración son Cedrillas en la provincia de Teruel y de Castellón de la Plana en la provincia de Castellón.

1.3.1.2. *S. erythrocephalum*

- En cuanto a la segunda especie, las hembras de *S. erythrocephalum* se alimentan sobre bóvidos tanto de producción lechera como cárnica. Particularmente suele hacerlo en aquellas zonas del animal que sobresalen o destacan de su cuerpo, como son principalmente los pabellones auriculares de este ganado vacuno (WENK, 1981; WENK, 1987; KETTLE, 1995). Además, en Europa puede actuar como vectora de agentes patógenos parásitos causantes de oncocercosis bovina como son *O. gutturosa* (COSSKEY, 1990; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2017b) y *O. lienalis* (MIKLAILYUK, 1967; HAM & BIANCO, 1983b; CUPP, 1996; RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2017b). Lo cual implica que es una especie que debería ser vigilada de cerca en cuanto a la salud veterinaria se refiere.

En el área de estudio de la presente tesis doctoral, ha sido encontrada en cuatro estaciones de muestreo: dos de ellas situadas en el tramo bajo de la cuenca del río Júcar, una en el afluente río Albaida y otra en la inserción del afluente río Magro al río Júcar. Las otras dos se encuentran en el tramo alto y medio del río Serpis (Figura 306).

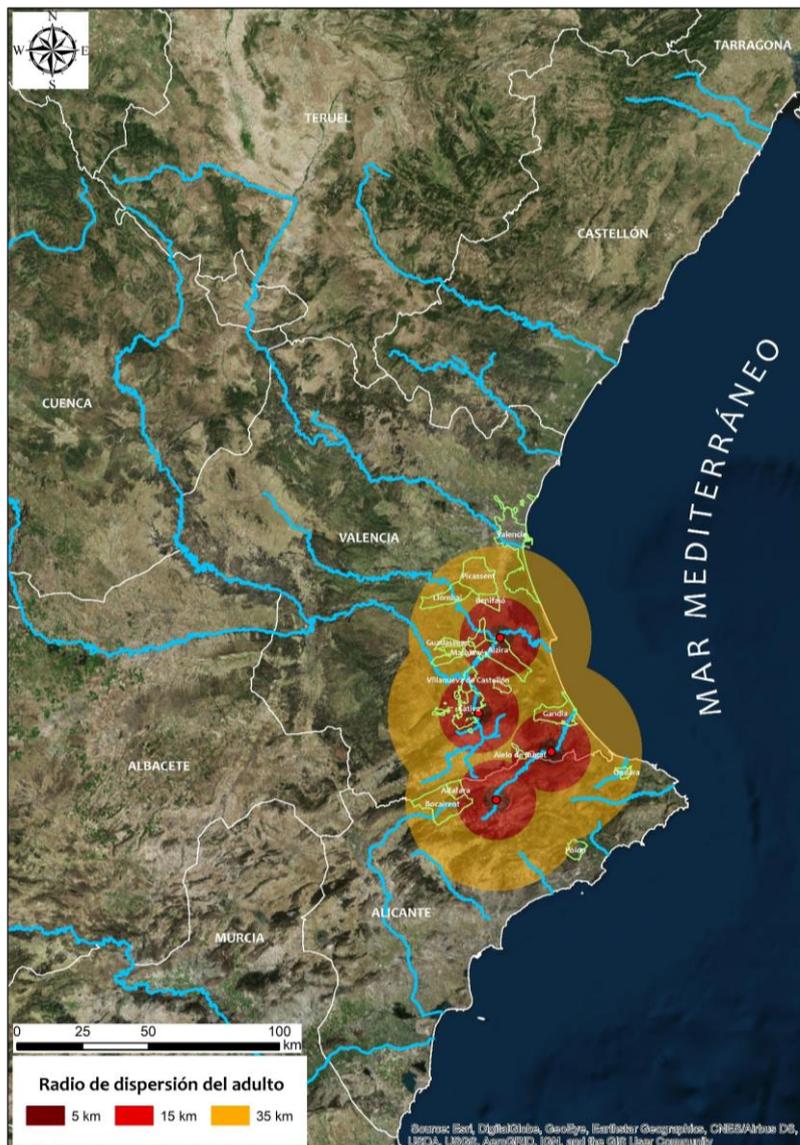


Figura 306.- El perímetro de los términos municipales con actividad ganadera bobina, y situados en las zonas de posible riesgo, por estar bajo el área de dispersión de la hembra de *S. erythrocephalum*, se ha representado con color verde fluorescente. Dichos municipios se encuentran en las provincias de Valencia y Alicante en la Comunidad Valenciana.

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

La Figura 307 presenta con mayor detalle las zonas remarcadas en la Figura 306, y en las Tablas 138 y 139 se muestran los municipios a tener en cuenta.

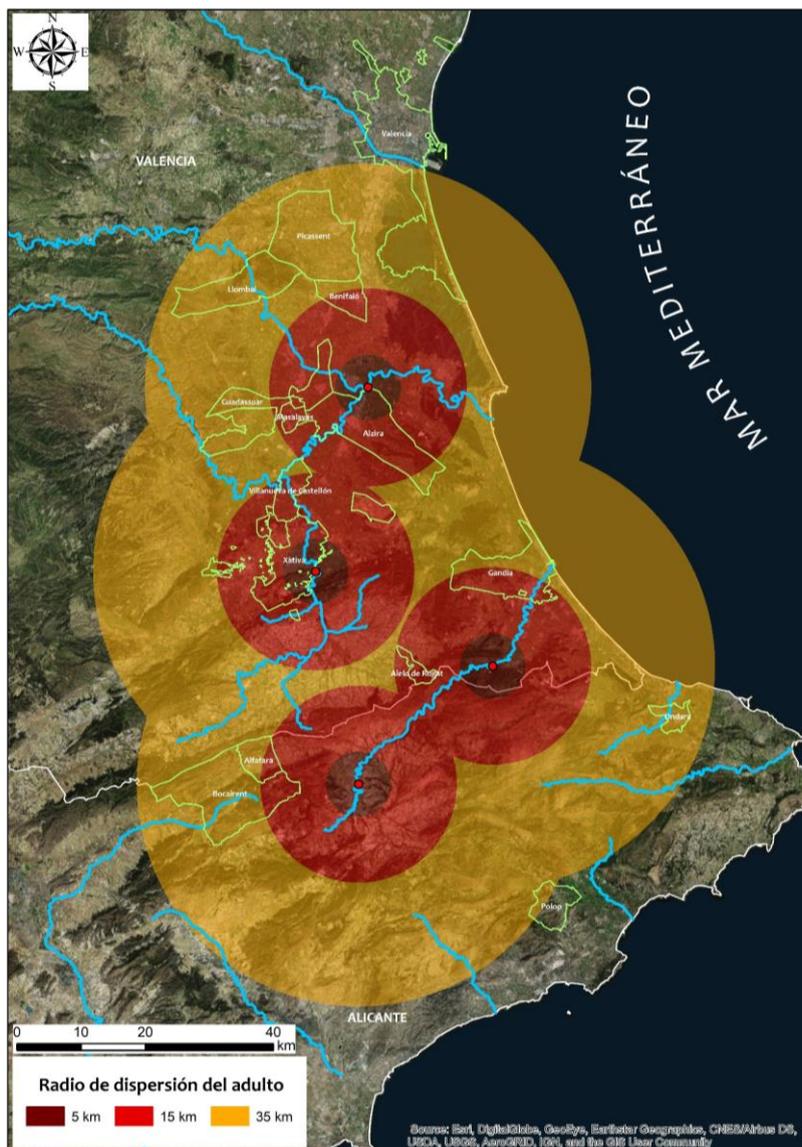


Figura 307.- Representación detallada de los cuatro focos.

Tabla 138.- Municipios de la provincia de Valencia.

Aielo de Rugat	Gandia	Valencia
Alzira	Guadassuar	Villanueva de Castellón
Alzira	Llombai	Xàtiva
Benifaió	Masalavés	Xàtiva
Bocairent	Picassent	

Tabla 139.- Municipios de la provincia de Alicante.

Alfara	Ondara	Polop
--------	--------	-------

1.3.1.3. *S. lineatum*

- En cuanto a la tercera de ellas, *S. lineatum* es una especie que muestra mamíferofilia (BEAUCOURNU-SAGUEZ *et al.*, 1990; BERNOTIENĖ, 2003; BAUŽIENĖ *et al.*, 2004; RICOY-LLAVERO, 2015), y además actúa como especie transmisora de *O. lienalis* al ganado vacuno (HAM & BIANCO, 1983a, 1983b; BAUŽIENĖ *et al.*, 2004) agente desencadenante de la oncocercosis bovina. Lo cual implica que es una especie que debería ser vigilada de cerca en cuanto a la salud veterinaria se refiere.

En el área de estudio de la presente tesis doctoral, ha sido encontrada en catorce estaciones de muestreo, una de ellas situada en el tramo alto del río Júcar, dos en el tramo medio del mismo río, seis en el tramo bajo del río Magro, afluente del Júcar, cuatro en el afluente del Júcar, el río Albaida, y una en la cuenca del río Mijares (Figura 308).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

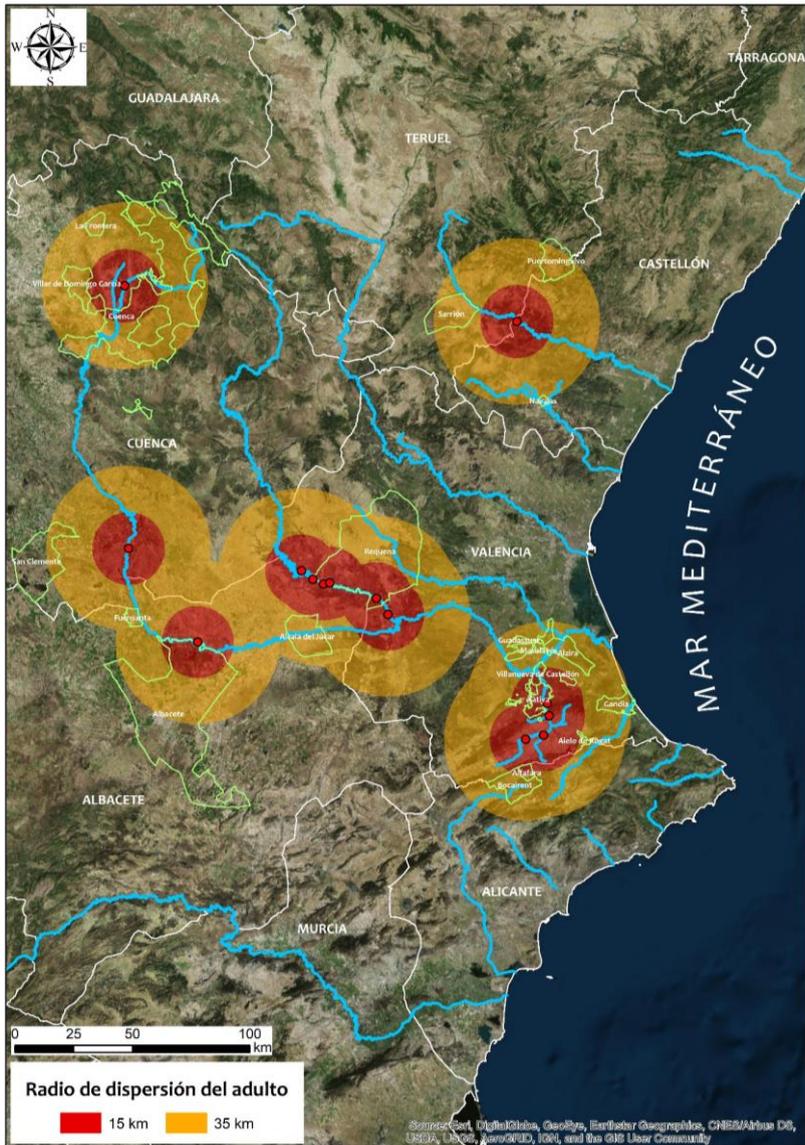


Figura 308.- Representación detallada de los catorce puntos positivos donde el perímetro de los términos municipales con actividad ganadera bovina, y situados total o parcialmente bajo el rango de dispersión de la hembra de *S. lineatum*, se ha representado con color verde fluorescente. Dichos municipios se encuentran en las provincias de Teruel en Aragón, Cuenca y Albacete en Castilla-La Mancha, Valencia y Alicante en la Comunidad Valenciana.

Los municipios a tener en cuenta por encontrarse dentro de alguno de los rangos de dispersión de 15 km y/o de 35 km, se enumeran en las siguientes Tablas 139, 140, 141, 142.

Tabla 139.- Municipios de la provincia de Teruel.

Puertomingalvo	Sarrión
----------------	---------

Tabla 140.- Municipios de la provincia de Albacete.

Albacete	Alcalá del Júcar	Fuensanta
----------	------------------	-----------

Tabla 141.- Municipios de la provincia de Cuenca.

Cuenca	La Frontera	San Clemente	Villar de Domingo-García
--------	-------------	--------------	--------------------------

Tabla 142.- Municipios de la provincia de Valencia.

Provincia de Valencia			Provincia de Alicante
Aielo de Rugat	Gandia	Requena	Alfara
Alzira	Guadassuar	Villanueva de Castellón	
Bocairent	Masalavés	Xàtiva	

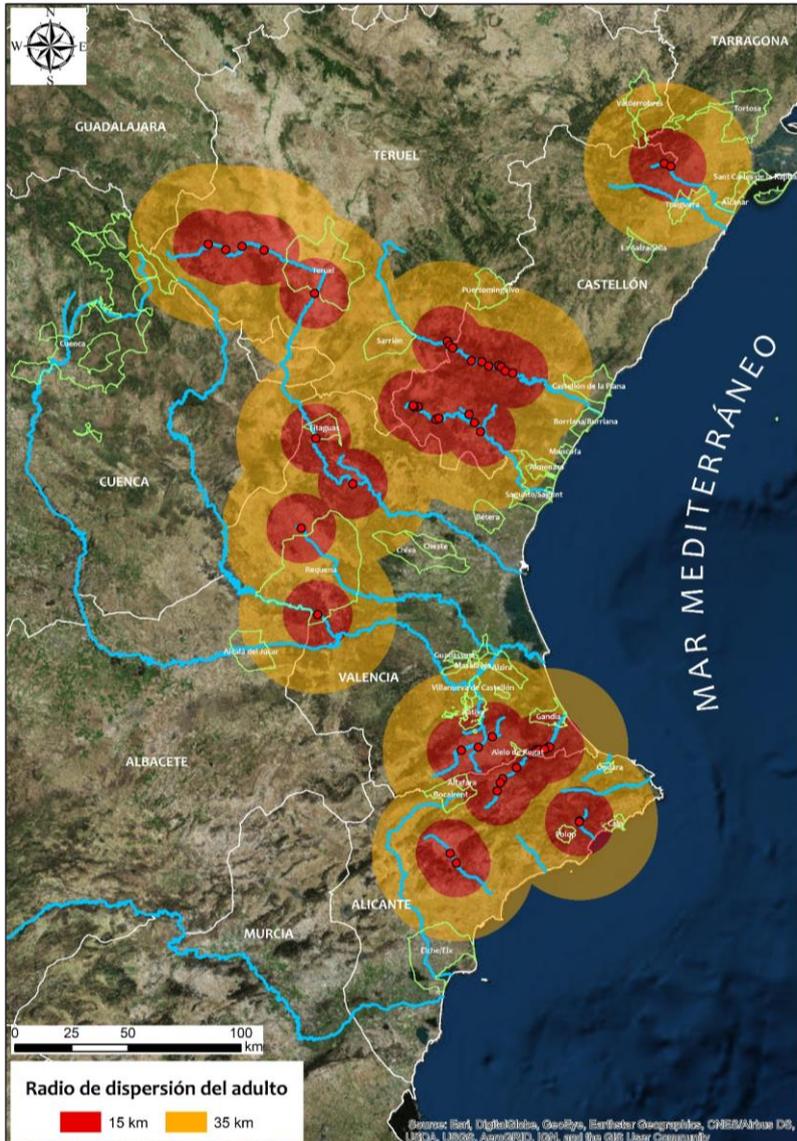
1.3.1.4. *S. ornatum*

- *S. ornatum* muestra preferencia por los bóvidos como hospedador del cual obtener su alimento sanguíneo (SUTCLIFFE, 1986; CROSSKEY, 1993). Además, las hembras de esta especie de símilido suelen realizar sus mordeduras en aquellas partes del animal más vulnerables y menos protegidas como es la zona del bajo vientre (WENK, 1981; KETTLE, 1995), principalmente por estar desprovistas de pelo, hecho que por otra parte también facilita la laceración del tejido epidérmico. Lo más importante y a la vez preocupante, es que esta especie puede transmitir nematodos filáricos al ganado vacuno, agentes causantes de la oncocercosis bovina, como *O. gutturosa* (EICHLER, 1973; REID, 1978) y *O. lienalis* (HAM AND BIANCO, 1983b; CUPP, 1996). Lo cual implica que es una especie que debería ser vigilada en cuanto a la salud veterinaria se refiere, ya que además también puede transmitir virus como la mixomatosis a otros animales (JOUBERT & MONET, 1975).

En el área de estudio de esta tesis doctoral, *S. ornatum* ha sido encontrada en cuarenta y siete estaciones de muestreo, dos de ellas situadas en el tramo alto del río de la Sénia, diez en el tramo medio del

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

río Mijares, cinco en el tramo alto del río Palancia y tres en su tramo medio, cinco en el tramo alto del río Turia y dos en su tramo medio, cinco en la cuenca del Júcar de los cuales uno en el tramo alto del río Magro, otro en el tramo bajo del río Cabriel, dos en el río Albaida y una en el río Clariano, afluente del Albaida, así como doce en el río Serpis, una en el río Algar y finalmente dos en el río Monnegre (Figura 309).



Capítulo 5. Resultados

Figura 309.- Representación detallada de los cuarentaisiete puntos, así como los términos municipales con actividad ganadera bobina, que podrían verse afectados por la hembra de *S. ornatum*. Los perímetros de dichos municipios se han resaltado en color verde fluorescente. Estos se encuentran en las provincias de Tarragona en Cataluña, Teruel en Aragón, Albacete, Cuenca y Guadalajara en Castilla-La Mancha, Alicante, Castellón y Valencia en la Comunidad Valenciana.

Los municipios a tener en cuenta, se listan en las Tablas, 143, 144, 145, 146, 147 y 148.

Tabla 143.- Municipios de la provincia de Teruel.

Puertomingalvo	Sarrión	Teruel	Valderrobres
----------------	---------	--------	--------------

Tabla 144.- Municipios de Castilla-La Mancha.

Provincia de Albacete	Provincia de Cuenca
Alcalá del Júcar	Cuenca

Tabla 145.- Municipios de la provincia de Tarragona.

Alcanar	Sant Carles de la Ràpita	Tortosa
---------	--------------------------	---------

Tabla 146.- Municipios de la provincia de Alicante.

Alfara	Elche/Elx	Polop
Calp	Ondara	

Tabla 147.- Municipios de la provincia valenciana de Castellón.

Almenara	Castellón de la Plana	Moncofa
Burriana	La Salzadella	Traiguera

Tabla 148.- Municipios de la provincia de Valencia.

Aielo de Rugat	Chiva	Sagunto/Sagunt
Alzira	Gandia	Titaguas
Bétera	Guadassuar	Villanueva de Castellón
Bocairent	Masalavés	Xàtiva
Cheste	Requena	

1.3.1.5. *S. reptans*

- *S. reptans* obtiene el 90% de su requerimiento sanguíneo del Ganado bovino (KETTLE, 1995). Además, las hembras de esta especie de simúlido pueden transmitir uno de los causantes de la

llamada oncocercosis bovina, la *Onchocerca lienalis* (HAM AND BIANCO, 1983b; CUPP, 1996). Lo cual implica que es una especie que debería ser vigilada en cuanto a la salud animal se refiere, ya que puede atacar masivamente al ganado vacuno (ZANIN & RIVOSECCHI, 1974).

Como resultado de esta tesis doctoral, ha sido encontrada en doce estaciones de muestreo, diez de ellas situadas en la cuenca del río Serpis, dos de ellas en el tramo alto, cinco en el tramo medio y tres en el inicio del tramo bajo, y dos en el tramo alto del río Magro (Figura 310).

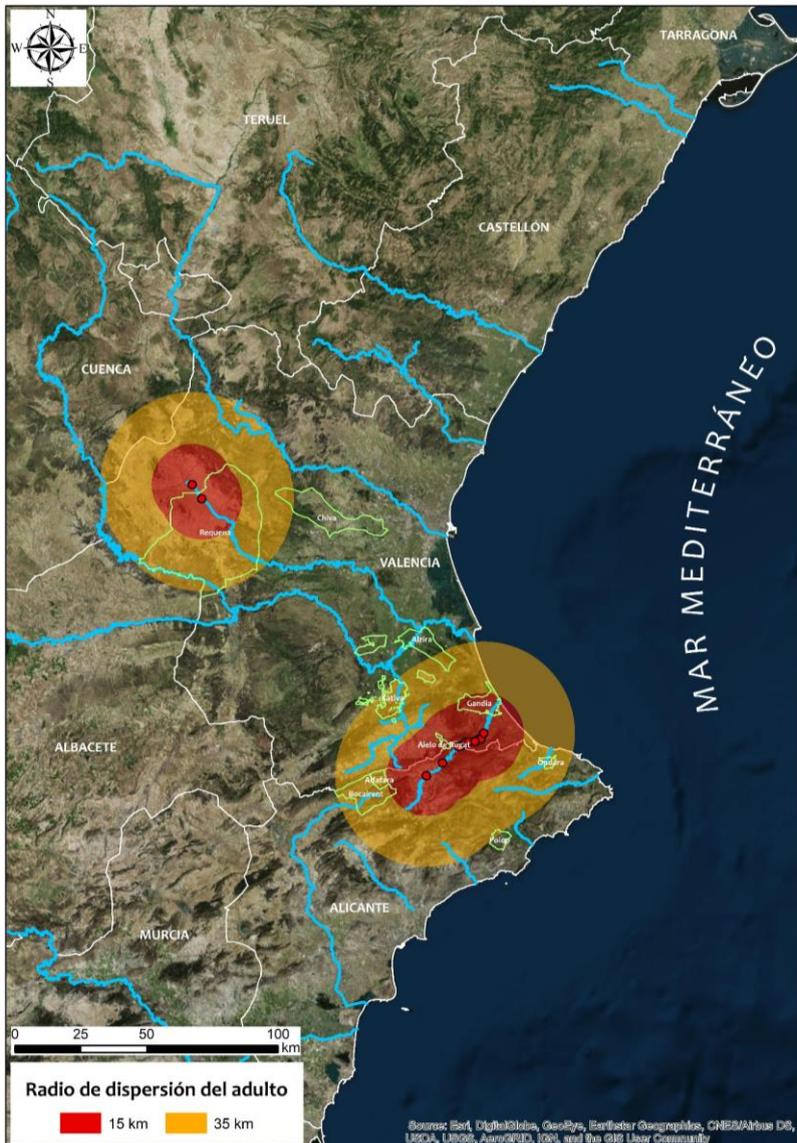


Figura 310.- Representación detallada de los doce puntos, así como los términos municipales con explotaciones ganaderas bobinas, que podrían verse afectados por la hembra de *S. reptans*. Los perímetros de dichos municipios se han resaltado en color verde fluorescente. Estos se encuentran en las provincias de Albacete y Cuenca en Castilla-La Mancha, Alicante y Valencia en la Comunidad Valenciana.

Los municipios a tener en cuenta, se listan en las Tablas 149 y 150.

Tabla 149.- Municipios de la provincia de Alicante.

Alfafara	Ondara	Polop
----------	--------	-------

Tabla 150.- Municipios de la provincia de Valencia.

Aielo de Rugat	Bocairent	Gandia	Xàtiva
Alzira	Chiva	Requena	

1.3.1.6. *S. pseudequinum*

- Las hembras de *S. pseudequinum* atacan al ganado, tanto vacuno y equino como porcino (RIVOSECCHI, 1978; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). Lo cual implica que es una especie a tener en cuenta tanto por el bien estar animal como por el rendimiento económico.

En esta tesis doctoral, ha sido encontrada en cuarenta y dos estaciones de muestreo, dos de ellas situadas en el tramo alto del río Cenia, diez en el tramo medio del río Mijares, cuatro en el tramo medio del río Palancia, tres en el tramo alto del río Turia, cuatro en el tramo medio y cuatro más en el tramo bajo del mismo río, uno en el tramo alto del río Magro, cinco en el tramo bajo del río Cabriel, uno en el tramo alto del río Júcar y dos más en su tramo medio, uno en el río Clariano, tres en el río Albaida, uno en el tramo medio del río Serpis y cuatro más en su tramo bajo, y finalmente uno en el tramo alto del río Algar (Figura 311).

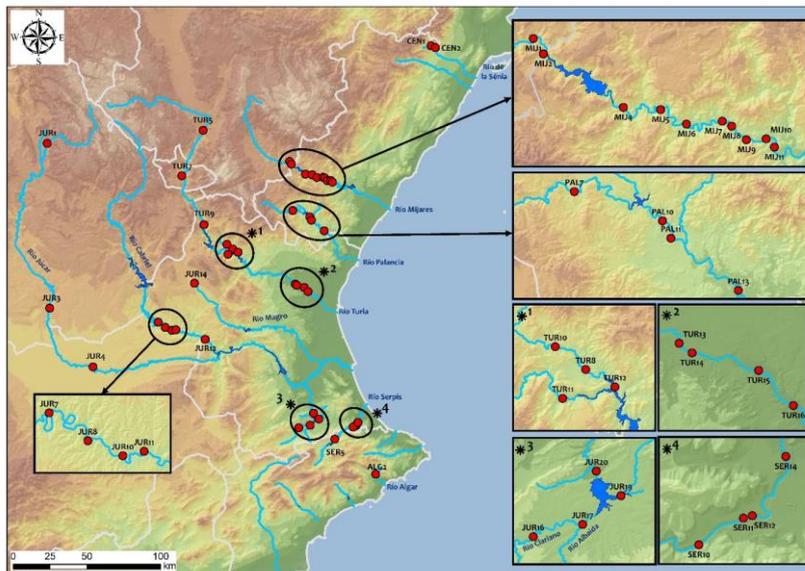


Figura 311.- Representación geográfica de las cuarenta y dos estaciones de muestreo donde se ha certificado la presencia de *S. pseudequinum*.

Teniendo en cuenta el código de colores utilizados en las anteriores especies para representar las diferentes áreas de influencia de acuerdo con los rangos de vuelo de las especies del género *Simulium*, se han configurado las Figuras 312, 313, 314, según el tipo de ganado al que afecten, ya sea, vacuno, equino o porcino. Además, van acompañadas de las Tablas 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166 y 167 con el listado de municipios a tener en cuenta.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

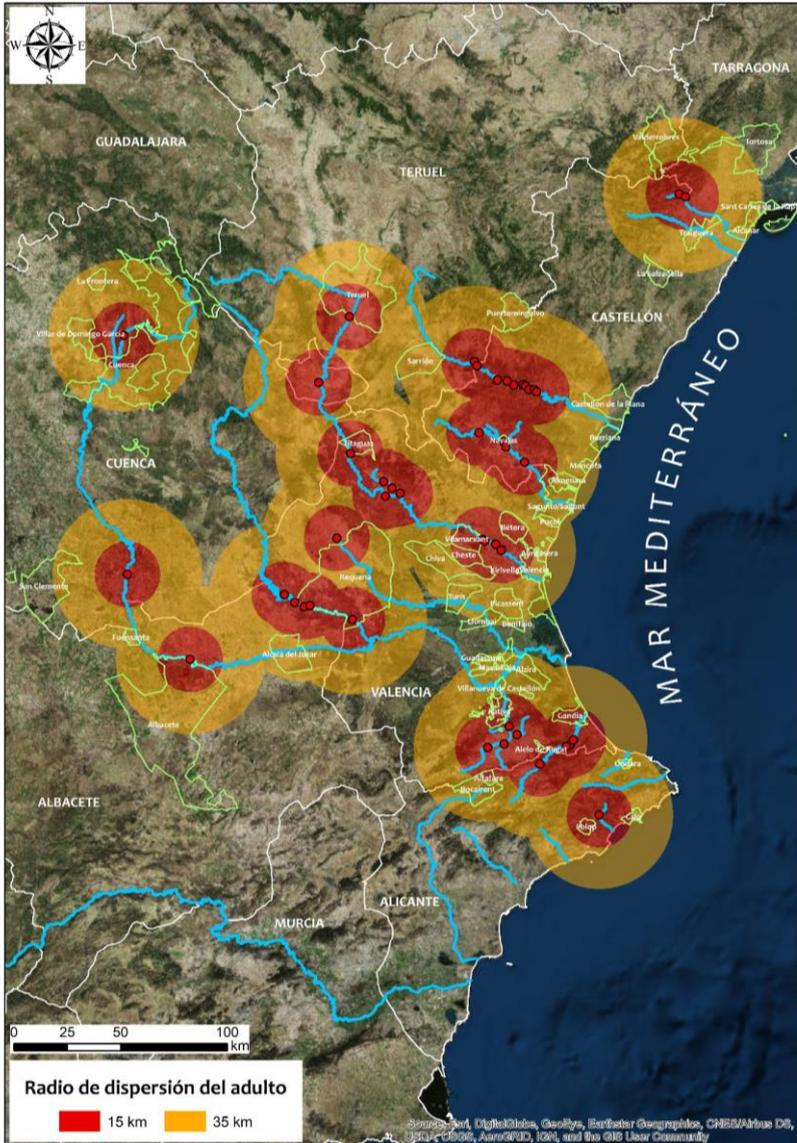


Figura 312.- Representación detallada de los cuarenta y dos puntos, así como de los términos municipales con explotaciones ganaderas bobinas, que podrían verse afectados por la hembra de *S. pseudequinum*. Los perímetros de dichos municipios se han resaltado en color verde fluorescente. Estos se encuentran en las provincias de Tarragona, Teruel, Cuenca, Albacete, Castellón, Valencia y Alicante.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 151.- Municipios de la provincia de Tarragona.

Alcanar	Sant Carles de la Ràpita	Tortosa
---------	--------------------------	---------

Tabla 152.- Municipios de la provincia de Teruel.

Puertomingalvo	Sarrión	Teruel	Valderrobres
----------------	---------	--------	--------------

Tabla 153.- Municipios de la provincia de Albacete.

Albacete	Alcalá del Júcar	Fuensanta
----------	------------------	-----------

Tabla 154.- Municipios de la provincia de Cuenca.

Cuenca	La Frontera	San Clemente	Villar de Domingo-García
--------	-------------	--------------	--------------------------

Tabla 155.- Municipios de la provincia de Alicante.

Alfara	Calp	Ondara	Polop
--------	------	--------	-------

Tabla 156.- Municipios de la provincia de Castellón.

Almenara	Castellón de la Plana	Moncofa	Traiguera
Burriana	La Salzadella	Navajas	

Tabla 157.- Municipios de la provincia de Valencia.

Aielo de Rugat	Cheste	Picassent	Valencia
Almàssera	Chiva	Puçol	Vilamarxant
Alzira	Gandia	Requena	Villanueva de Castellón
Benifaió	Guadassuar	Sagunto	Xàtiva
Bétera	Llombai	Titaguas	Xirivella
Bocairent	Masalavés	Turís	

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

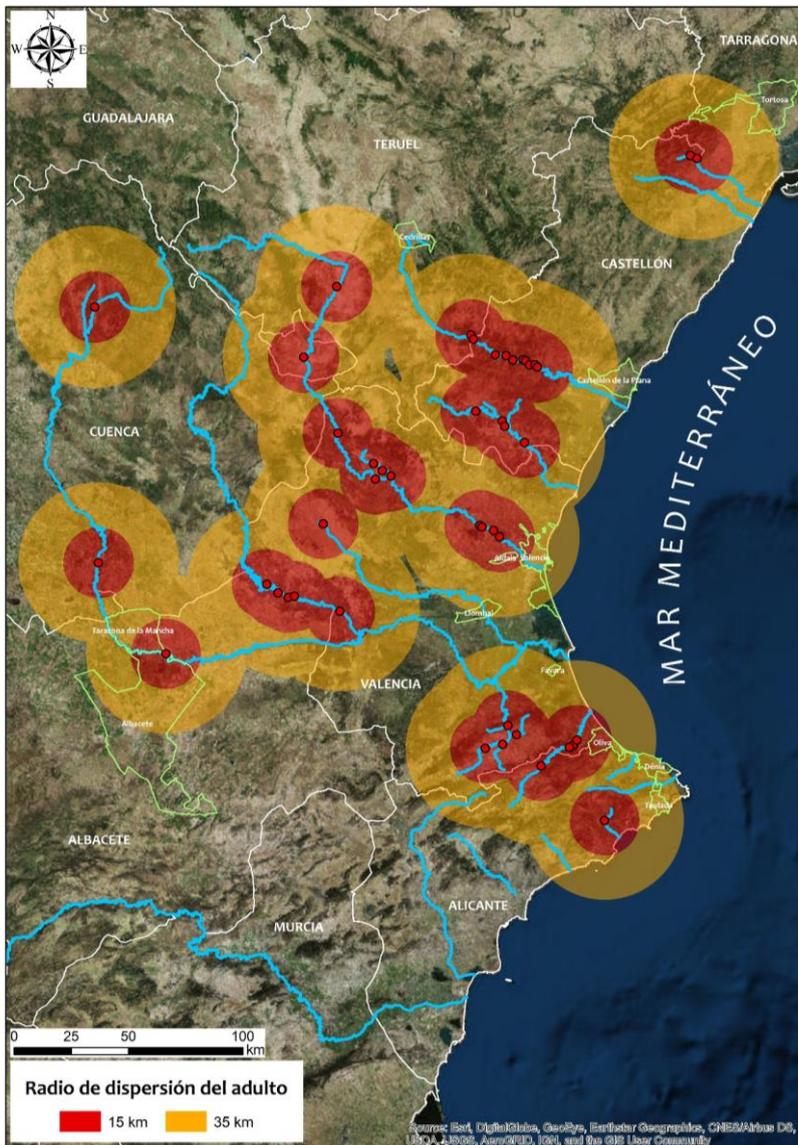


Figura 313.- Representación detallada de los cuarenta y dos puntos y de los términos municipales con explotaciones equinas, que podrían verse afectadas por la hembra de *S. pseudequinum*. Los perímetros de dichos municipios se han resaltado en color verde fluorescente. Estos se encuentran en las provincias de Tarragona, Teruel, Cuenca, Albacete, Castellón, Valencia y Alicante.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 158.- Municipios de Cataluña y Aragón.

Provincia de Tarragona	Provincia de Teruel
Tortosa	Cedrillas

Tabla 159.- Municipios de la provincia de Albacete.

Albacete	Tarazona de la Mancha
----------	-----------------------

Tabla 160.- Municipios de la Comunidad Valenciana.

Provincia de Alicante		Provincia de Castellón
Dénia	Teulada	Castellón de la Plana

Tabla 161.- Municipios de la provincia de Valencia.

Aldaia	Favara	Lombai	Oliva	Valencia
--------	--------	--------	-------	----------

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

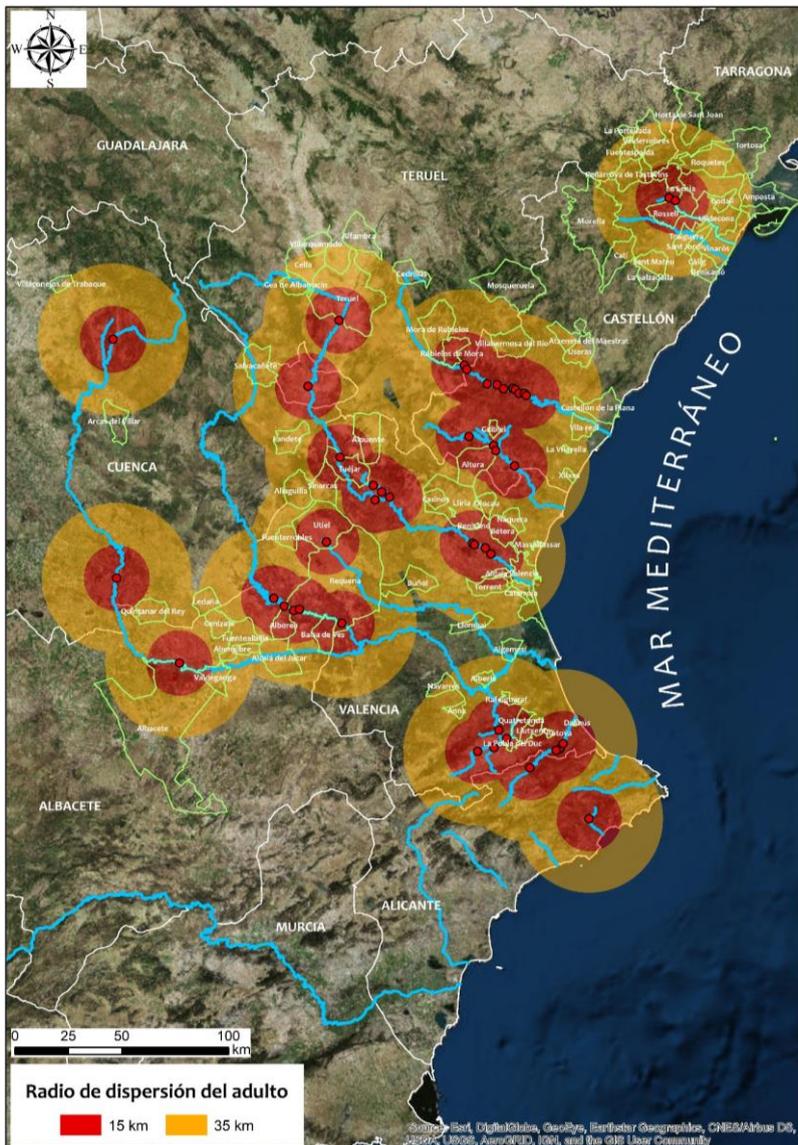


Figura 214.- Representación detallada de los cuarenta y dos puntos y de los términos municipales con explotaciones porcinas, que podrían verse afectadas por las molestias ocasionadas por las hembras de *S. pseudequinum*. Los perímetros de dichos municipios se han resaltado en color verde fluorescente. Estos se encuentran en las provincias de Tarragona, Teruel, Cuenca, Albacete, Castellón, Valencia y Alicante.

Capítulo 5. Resultados

Tabla 162.- Municipios de la provincia de Tarragona.

Amposta	Horta de Sant Joan	Roquetes	Tortosa
Godall	La Sénia	Sant Carles de la Ràpita	Ulldecona

Tabla 163.- Municipios de la provincia de Teruel.

Alfambra	Gea de Albarracín	Peñarroya de Tastavins	Villarquemado
Cedrillas	La Portellada	Rubielos de Mora	
Cella	Mora de Rubielos	Teruel	
Fuentspalda	Mosqueruela	Valderrobres	

Tabla 164.- Municipios de la provincia de Albacete.

Abengibre	Alborea	Balsa de Ves	Fuentealbilla
Albacete	Alcalá del Júcar	Cenizate	Valdeganga

Tabla 165.- Municipios de la provincia de Cuenca.

Aliaguilla	Landete	Quintanar del Rey	Villaconejos de Trabaque
Arcas del Villar	Ledaña	Salvacañete	

Tabla 166.- Municipios de la provincia de Castellón.

Altura	Catí	Morella	Useras/Les Useres
Atzeneta del Maestrat	Chilches/Xilxes	Rosell	Vila-real
Benicarló	Gai Biel	Sant Jordi	Villahermosa del Río
Càlig	La Salzadella	Sant Mateu	Vinaròs
Castellón de la Plana/ Castelló de la Plana	La Vilavella	Traiguera	

Tabla 167.- Municipios de la provincia de Valencia.

Alberic	Casinos	Massalfassar	Rótova
Aldaia	Catarroja	Náquera	Sinarcas
Algemesí	Daimús	Navarrés	Torrent
Alpuente	Fuenterrobles	Olocau	Tuéjar
Anna	La Pobla del Duc	Picanya	Utiel
Benisanó	Llíria	Quatretonda	Valencia
Bétera	Llombai	Rafelguaraf	Xirivella
Buñol	Llutxent	Requena	

D. TRATAMIENTO Y CONTROL

1. CONTROL

El control de las poblaciones de algunas especies de simúlidos, está dirigido a la reducción o eliminación del contacto entre las hembras de mosca negra de estas especies y sus hospedadores (CROSSKEY, 1993). El estado adulto de los simúlidos muestra un gran desafío a la hora de controlar sus poblaciones hasta tamaños o niveles los cuales no lleguen al umbral de daño o molestia. Esto es debido principalmente a sus hábitos comportamentales que incluyen su posible dispersión a grandes distancias. Hecho que dificulta un tratamiento focalizado, controlado y efectivo, y que, de ser realizado, tan sólo resulta ser eficaz de manera meramente temporal y local (CROSSKEY, 1993).

Por el contrario, los estados inmaduros de este insecto, exhiben pautas de agregación en las cuales los huevos de algunas especies pueden ser ovipuestos en masas. Incluso las larvas y las pupas pueden encontrarse reunidas y fijadas sobre un sustrato concreto y de mayor o menor accesibilidad para el ser humano, lo cual posibilita un tratamiento de aquellas poblaciones larvarias cuyos tamaños las hacen ser consideradas bajo el apelativo de plaga. El agua, es un ambiente que nos permite tenerlas acotadas en un lugar físico que las confina de alguna manera. Circunstancia que facilita la lucha contra estos artrópodos causantes de molestias y/o dolencias directa e indirectamente a animales silvestres, domésticos y personas.

Por todo ello el control de la mosca negra se basa principalmente en la eliminación del mayor número posible de larvas en su medio acuático, a fin de evitar en la medida de lo posible la aparición de los adultos, el estado perjudicial.

1.1. Métodos físicos y mecánicos

El primer método de tratamiento, y no menos importante, es la eliminación física y/o mecánica de las larvas de mosca negra arrancando o cortando el sustrato vegetal que les sirve de soporte (CROSSKEY, 1993). Eso sí, la retirada de vegetación ribereña en

contacto con el agua o de masas de algas en el centro del cauce, se llevarán a cabo teniendo en cuenta aspectos medioambientales como la nidificación (MINGUET, 2017). Esta medida y las anteriores no son excluyentes, más bien lo contrario, se pueden complementar unas a otras. Otro método es alterar el flujo hídrico de la cuenca en cuestión mediante la apertura y cierre de las compuertas de las presas, embalses y pantanos. Puesto que al reducir temporalmente el nivel y el caudal del agua induciendo que las larvas se suelten y tras reestablecer el cauce normal, eliminar las larvas por arrastre (CROSSKEY, 1993).

1.2. Métodos químicos y biológicos

1.2.1. Orígenes y contextualización

Originalmente el control de los simúlidos se llevaba a cabo utilizando insecticidas sintéticos no específicos como el dicloro difenil tricloroetano (DDT) o más exactamente 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)-etano, de fórmula $(ClC_6H_4)_2CH(CCl_3)$ un compuesto organoclorado. El DDT fue un insecticida de segunda generación sintetizado en 1874 y utilizado por primera vez contra los simúlidos en 1944 en Guatemala (CROSSKEY, 1993). Posteriormente se averiguó que no solo causaba la muerte a los organismos dañinos para los cultivos a los que iban dirigido, sino también a los depredadores y parásitos de esas mismas especies, así como a insectos y parásitos beneficiosos para el hombre. Tras revelarse que algunos insectos habían logrado desarrollar resistencias frente a este producto, así como los dañinos efectos que producción en la reproducción en animales y en el ser humano y su lenta conversión en sustancias no tóxicas con un periodo medio de latencia activa de ocho años, poco soluble en agua por lo que no se elimina en la orina, sino que se acumula en el tejido adiposo debido a su gran solubilidad en lípidos. A finales de 1960 el DDT fue reemplazado por el metoxicloro ecológicamente más aceptado (KETTLE, 1995). Finalmente, y tras las innumerables negativas evidencias, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) prohibió el uso del DDT en 1972 y excluido de la lista de sustancias activas autorizadas.

En España, el DDT se utilizó ampliamente como plaguicida desde mediados de los años cincuenta hasta la mitad de la década de los setenta, y en menor medida posteriormente, aunque la prohibición de su uso entró en vigor en 1977.

Desde principios de 1980 hasta la actualidad, el control de la mosca negra se lleva a cabo mediante el uso de un agente de control biológico no persistente y no contaminante, el *Bacillus thuringiensis* variedad *israelensis* serotipo H-14 (KETTLE, 1995; CUPP, 1996) ampliamente conocido por las siglas (Bti). Una bacteria gram positiva aérea estricta del suelo, y que ha resultado ser altamente efectiva causando elevadas mortalidades en el estado preimaginal de larva. Y que además de ser específico para varias familias de dípteros, lepidópteros, nematodos entre otros, no suscita peligro para otras especies animales vertebradas o invertebradas (MOLLOY, 1990; KETTLE, 1995), es decir, es un larvicida respetuoso con el medio ambiente.

Dicho bacillo se reproduce mediante la formación de esporas. Como resultado de la esporulación, se producen unos cristales proteínicos también llamados delta endotoxinas (δ -endotoxinas) porque precisan ser ingeridas para causar efecto. Los síntomas que ocasionan son cese de la ingesta, parálisis del intestino, vómito, diarrea, parálisis total y finalmente la muerte (ARONSON *et al.*, 1986). El mecanismo de acción de las proteínas es un proceso que consiste primeramente en la solubilización del cristal, procesamiento de las protoxinas, unión al receptor, inserción a la membrana, agregación, formación de poro y citólisis.

1.2.2. Ventajas ambientales

Como se venía diciendo, el ambiente lótico de las larvas es de gran ayuda ya que el confinamiento lineal de estas en los arroyos, torrentes y ríos, restringen el área diana para el insecticida, siendo necesario ser aplicado en unos pocos puntos estratégicos (CROSSKEY, 1993). Además, el flujo asegura que este sea transportado a grandes distancias viajando a la deriva arrastrado por la corriente y llegando así hasta las zonas donde las larvas se encuentran fijadas.

El control de este insecto actualmente se basa en la aplicación de insecticidas específicos en los puntos de cría y crecimiento como formulaciones larvicidas (CROSSKEY, 1993).

Las distintas fases larvarias son susceptibles a muy bajas dosis del larvicida. Sin embargo, se necesitan realizar frecuentes aplicaciones del producto puesto que el periodo de vida de este estado es corto, normalmente entre siete y diez días, y porque el insecticida no tiene efecto sobre las fases de huevo ni de pupa (CROSSKEY, 1993).

Los larvicidas cuya principal materia activa se basa en el uso de la bacteria Bti, fundamenta su éxito en la capacidad que esta tiene en producir esporas y cristales proteicos. Estos últimos, al ser ingeridos por las larvas tras filtrar el agua, liberan una toxina la cual daña la pared intestinal del nematócero induciendo la muerte de este en un breve espacio de tiempo (CROSSKEY, 1993). Por ende, el hábito de alimentación por filtración de las larvas es de suma importancia en el modo de acción del citado larvicida, siendo involuntariamente un gran aliado (WALSH, 1985).

2. PROBLEMÁTICA EN LA COMUNITAT VALENCIANA

En la Comunidad Valenciana, desde hace aproximadamente 20 años, se viene observando un aumento constante en las poblaciones de dípteros Simuliidae. Dicha observación ha sido evidenciada principalmente por los partes médicos de centros de salud y hospitales. Puesto que las reacciones alérgicas y los procesos inflamatorios que, las mordeduras de las hembras con hábitos hematofágicos de determinadas especies de simúlidos ocasionan en los habitantes de poblaciones humanas cercanas a los cursos fluviales donde estos seres habitan, suelen requerir en muchos casos de la atención médica especializada.

2.1. Ejemplificación y puesta en práctica, el caso del río Serpis y el municipio de Villalonga

Este es el caso que muchos municipios de la comunidad han experimentado y, claro ejemplo representativo de ello es el que se presenta en la población de Villalonga, una ciudad valenciana de 4.350

habitantes, situada a 120 m de altitud y a orillas del río Serpis. Este río discurre a lo largo de 50 Km entre las poblaciones de Alcoy (Alicante) y Gandía (Valencia), presenta una gran abundancia de especies a lo largo de su recorrido con poblaciones que, especialmente entre mayo y septiembre, pueden llegar a ser muy importantes. Por ello, las afecciones ocasionadas a la población humana permiten considerar a las especies con tropismo por el hombre como especies de interés en Salud Pública. Por lo que precisan de un control el cual se efectúa mediante tratamientos de estas, con la finalidad de minimizar los riesgos sanitarios que pueden ocasionar.

Con el objetivo de minimizar los riesgos sanitarios y disminuir las quejas ciudadanas, principalmente durante los meses estivales, se efectuaron tratamientos para mantener las poblaciones a niveles tolerables. A lo largo del año 2014, se llevó a cabo un programa de tratamientos, con el fin de reducir los tamaños poblacionales y con ello las posibles molestias ocasionadas.

Para poder llevar a cabo un control eficaz de las poblaciones de simúlidos, en cualquier fase de su desarrollo, es indispensable catalogar los focos de cría, tanto activos como potenciales. Es decir, aquellos donde se constata la presencia de este díptero. A la hora de planificar una campaña de control de vectores se tiene en cuenta principalmente la duración de su ciclo vital en la zona en cuestión y en la estación del año pertinente, que vendrá marcado por factores climatológicos, sobre todo la temperatura entre otros. Por todo ello, se ha de conocer la especie de simúlido, estudiar su distribución espacial y densidad, conocer el ciclo biológico, seleccionar un insecticida específico y selectivo, limitando el impacto sobre el medio ambiente y la salud pública, así como seleccionar el sistema de aplicación más idóneo.

A continuación, se describe la metodología de aplicación, así como la toma de decisiones para la intervención adecuada en la regulación de las poblaciones llevadas a cabo en el año mencionado.

Para la ejecución del plan de control se sectorizaron las estaciones de muestreo que sirvieron para analizar las poblaciones con

suficiente antelación al tratamiento, así como tras el mismo, a fin de analizar la eficacia de la actividad desempeñada.

Tras localizarse varios focos de cría, se escogieron cuatro estaciones próximas al municipio y, con mayor afluencia ciudadana dadas sus características recreativas potenciales tales como la práctica del baño, senderismo, ciclismo o actividades agrícolas como el cultivo abancalado de cítricos, así como hortícolas. La nomenclatura de los lugares objeto de tratamiento, en sentido hacia la desembocadura es el siguiente: Reprimala, Eneas, Playeta y Huerta. En cada una de ellas se determinaron las especies presentes y se estimó el tamaño poblacional de cada una de ellas previamente y a continuación, se realizó el tratamiento biológico de acción larvicida, mediante preparados de *Bacillus thuringiensis*. Siempre llevados a cabo de manera uniforme por personal especializado y cualificado durante tratamientos sucesivos y en el momento oportuno, es decir, en las fases tempranas de desarrollo donde el producto resulta más efectivo para su objeto diana. Concretamente se eligió el producto conocido bajo el nombre comercial de GNATROL SC. El cual fue inscrito en la resolución de la dirección general de sanidad de la producción agraria a fecha de 01/03/1993. Y cuyo número de registro y autorización es 19226 (www.mapama.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/productos/pdf/19226.pdf). Dicho producto, es considerado por este organismo como respetuoso con el medio ambiente y, por tanto, su efecto sobre polinizadores, humanos o vida silvestre en general es mínima o nula.



Las aplicaciones se realizaron mediante el uso de un pulverizador de presión previa, con la dosis adecuada para el insecto en cuestión y estado de desarrollo del mismo, diluida en la cantidad de agua conveniente y recomendada por el fabricante. Se realizaron un total de nueve tratamientos separados entre sí por un espacio prudencial y recomendado por el fabricante del producto utilizado (Figura 215).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control



Figura 215.- Instrumental utilizado y metodología de aplicación (fotografías realizadas por D. López-Peña).

El primer tratamiento se efectuó el día 24 de abril del año 2015, la evaluación del mismo fue llevada a cabo un mes después de la aplicación del producto. Dicha comprobación reveló una efectividad prácticamente nula en todos los puntos escogidos para tal objetivo, puesto que las poblaciones de las diferentes especies presentes, previo al tratamiento, habían aumentado en vez de menguar tal y como se esperaba. De forma específica y parcializada, en “Reprimala” continúan las tres especies iniciales, en “Playeta” ocurre idéntica casuística, pero con aparición de dos nuevas especies: *S. angustitarse* y *S. pseudequinum*, aunque en tamaños poblacionales ínfimos. En “Eneas” idéntica situación que en la anterior, y en “Huerta” permanecen las mismas especies y con aparición de la especie *S. pseudequinum*. Esta variación en la composición de especies de las comunidades de simúlidos establecidos, obedece a la alteración ocasionada por el producto larvicida el cual al desestabilizar el equilibrio alcanzado entre competencia interespecífica proporcionó oportunidades de establecimiento de nuevas especies, las cuales se vieron favorecidos por la casuística acaecida y aprovecharon la oportunidad.

A la luz de lo comentado, se procedió al ajuste de los tiempos entre tratamientos, reduciéndose de un mes a quince días. Los resultados determinados tras la revisión del segundo tratamiento del 23 de mayo de 2014, arrojaron datos positivos y muy satisfactorios. Las poblaciones habrían desaparecido en todos los puntos de aplicación salvo en “Reprimala” donde se detectó un ejemplar en estado de pupa.

Tras la aparente efectividad, se continuaron los tratamientos con periodicidad quincenal y no mensual. Sin embargo,

después de la revisión realizada tras el tercer tratamiento del 04 de junio de 2014, se hallaron poblaciones pequeñas en tres de los cuatro lugares, monoespecíficas en “Playeta” y “Eneas” y diespecífica en “Reprimala”.

Tras la revisión del cuarto tratamiento del 18 de junio de 2014, se dio la misma tésitura, aunque con una mayor reducción de las poblaciones de mosca negra. De hecho, en “Playeta” desaparecieron por completo los simúlidos y, en “Reprimala” se pasó de dos especies a tan sólo una.

No obstante, a partir del quinto tratamiento y hasta el octavo (30 de junio, 16 de julio, 30 de julio y 14 de agosto de 2014 respectivamente), todas las revisiones resultaron negativas en presencia de este díptero. No se hallaron rastro alguno ni de larvas en ninguna de sus fases ni de pupas en los sustratos observados.

Por último, la revisión efectuada tras el tratamiento del 03 de agosto de 2017, el cual dio por concluido el plan programado, reveló la constancia que venía aconteciéndose algunos tratamientos atrás, de ausencia de simúlidos salvo en “Playeta” donde se registraron tres ejemplares de *S. sergenti* y uno de *S. velutinum*, así como en “Huerta” donde se contabilizaron un individuo de *S. pseudequinum*, cinco de *S. sergenti* y uno de *S. velutinum*. En cualquiera de los dos casos, poblaciones meramente presenciales y sin gran importancia ya que se encuentran en umbrales no problemáticos para la ciudadanía ni los animales.

En agosto se interrumpieron los tratamientos, poniendo punto y final al programa preestablecido tras la ausencia de molestias en los ciudadanos. Un año después, se volvió a las zonas en cuestión y se comprobó que habían sido colonizados nuevamente por las mismas especies que se encontraron en primera instancia, así como algunas nuevas como *S. petricolum*, *S. tuberosum* y *S. velutinum*.

En conclusión, de esta experiencia piloto se deduce y evidencia la clara eficiencia y efectividad de este tipo de tratamiento biológico sobre las poblaciones de simúlidos. Se puede afirmar que en todos los puntos de control se observó la ausencia de estados preimaginales de larvas y pupas desde el quinto tratamiento hasta el

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

noveno, y en algunos desde antes como en “Huerta” donde desde el tercer tratamiento no se encontraron estados inmaduros de mosca negra, hecho que puede ser observado de manera global en la Figura 216.

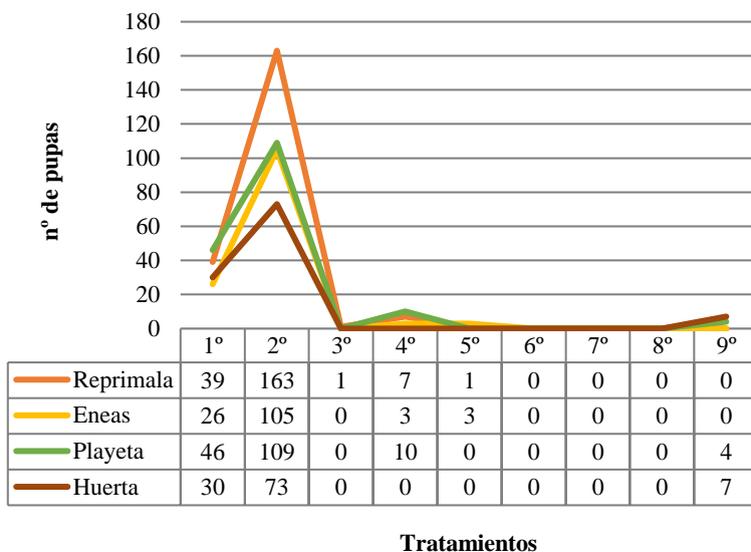


Figura 216.- Variación del tamaño poblacional calculado mediante el sumatorio del número total de pupas de todas las especies de simúlidos presentes en cada una de las cuatro áreas a lo largo de los nueve tratamientos aplicados.

Además, a medida que se iban realizando los tratamientos y las posteriores revisiones para comprobar si estos eran efectivos o no, se pudo observar la tendencia generalizada en todos y cada uno de los lugares escogidos para tal fin, de una disminución gradual de las poblaciones de las diferentes especies en cada punto de aplicación, hasta alcanzar su completa desaparición (Figuras 217, 218, 219 y 220).

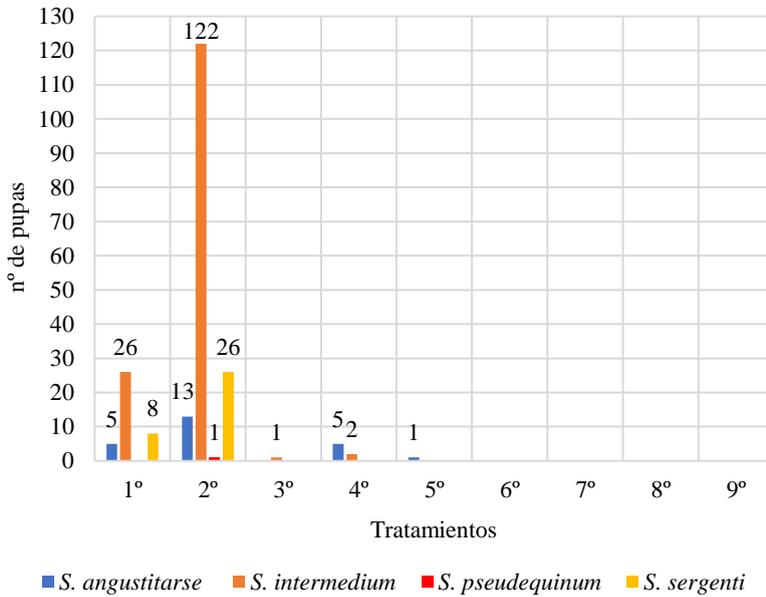


Figura 217.- Fluctuación poblacional de las especies de simúlidos en “Reprimala” tras los diferentes tratamientos efectuados.

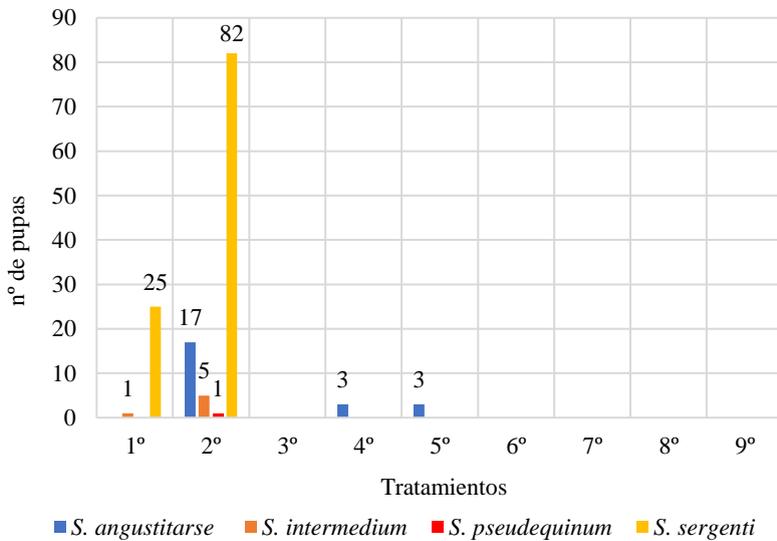


Figura 218.- Fluctuación poblacional de las especies de simúlidos en “Eneas” tras los diferentes tratamientos efectuados.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

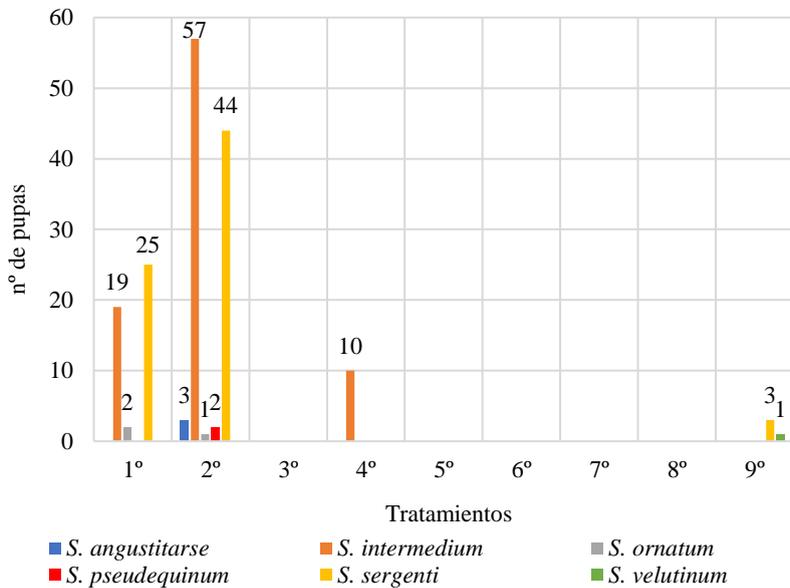


Figura 219.- Fluctuación poblacional de las especies de simúlidos en “Playeta” tras los diferentes tratamientos efectuados.

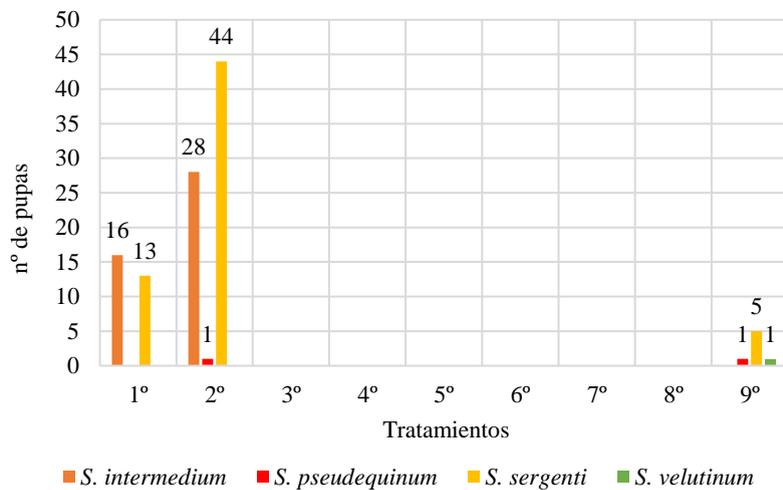


Figura 220.- Fluctuación poblacional de las especies de simúlidos en “Huerta” tras los diferentes tratamientos efectuados.

Por otro lado, si se representa en tanto por cien el tamaño poblacional de todas las especies simúlidas descritas, se puede observar

Capítulo 5. Resultados

como *S. intermedium* y *S. sergenti*, copan los porcentajes relativos más elevados, así como ser las especies presentes en todos los puntos, al menos en las fases iniciales del programa de tratamientos (Tabla 168).

Tabla 168.- Representación porcentual de las especies simúlidas en cada punto a lo largo de los tratamientos.

Tratamiento	Área	Especies de simúlidos					
		<i>S. angustitarse</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. velutinum</i>
1°	Reprimala	13%	67%	–	–	20%	–
	Eneas	–	4%	–	–	96%	–
	Playeta	–	41%	4%	–	55%	–
	Huerta	–	57%	–	–	43%	–
2°	Reprimala	8%	75%	–	1%	16%	–
	Eneas	16%	5%	–	1%	78%	–
	Playeta	3%	53%	1%	2%	41%	–
	Huerta	–	38%	–	2%	60%	–
3°	Reprimala	–	100%	–	–	–	–
	Eneas	–	–	–	–	–	–
	Playeta	–	–	–	–	–	–
	Huerta	–	–	–	–	–	–
4°	Reprimala	71%	29%	–	–	–	–
	Eneas	100%	–	–	–	–	–
	Playeta	–	100%	–	–	–	–
	Huerta	–	–	–	–	–	–
5°	Reprimala	100%	–	–	–	–	–
	Eneas	100%	–	–	–	–	–
	Playeta	–	–	–	–	–	–
	Huerta	–	–	–	–	–	–
6°	Reprimala	–	–	–	–	–	–
	Eneas	–	–	–	–	–	–
	Playeta	–	–	–	–	–	–
	Huerta	–	–	–	–	–	–
7°	Reprimala	–	–	–	–	–	–
	Eneas	–	–	–	–	–	–
	Playeta	–	–	–	–	–	–
	Huerta	–	–	–	–	–	–
8°	Reprimala	–	–	–	–	–	–
	Eneas	–	–	–	–	–	–
	Playeta	–	–	–	–	–	–
	Huerta	–	–	–	–	–	–
9°	Reprimala	–	–	–	–	–	–
	Eneas	–	–	–	–	–	–
	Playeta	–	–	–	–	75%	25%
	Huerta	–	–	–	14%	72%	14%

En cuanto a las especies detectadas antes de tomar la decisión de realizar el programa de tratamientos, se observó previo análisis de las muestras capturadas que *S. intermedium* y *S. sergenti* presentaban las poblaciones más numerosas en las cuatro zonas y que predominaban sobre las demás especies de simúlidos. De ellas dos, la más a tener en cuenta sería *S. intermedium* ya que según (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013) es una especie cuyas hembras ocasionan mordeduras sobre el ganado equino y vacuno principalmente. Sin embargo, el resto de especies: *S. angustitarse*, *S. sergenti* y *S. velutinum* se han descrito como no hematófagas, a excepción de *S. pseudequinum* las hembras de la cual atacan al ganado, tanto vacuno y equino como

porcino (RIVOSECCHI, 1978; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). Lo cual implica que junto a *S. intermedium* son dos especies a tener en cuenta tanto por el bien estar animal como por el rendimiento económico. Y *S. ornatum* cuyas hembras causan importantes molestias a las poblaciones humanas (CROSSKEY, 1993; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013; RICOY-LLAVERO, 2015; LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a). En cualquier caso, tras los tratamientos las poblaciones de todas las especies y especialmente de las tres de interés: *S. intermedium*, *S. pseudequinum* y *S. ornatum* se reducen gradualmente de forma considerable hasta desaparecer, disipándose así la amenaza y los posibles percances y preocupaciones derivadas.

Transcurridos varios meses del último tratamiento, se volvió a las zonas en cuestión y se pudo observar nuevamente la presencia de mosca negra con lo que habían recolonizado las zonas tratadas tras la ausencia del producto. De hecho, incluso aparecieron nuevas especies de mosca negra atraídas por la disponibilidad de nichos ecológicos y, que no se encontraron en el estudio preliminar realizado como *S. velutinum*.

3. PATÓGENOS, PARÁSITOS Y DEPREDADORES DE SIMÚLIDOS COMO MÉTODO DE CONTROL

Tanto larvas como pupas y adultos, tienen varios predadores y parásitos (CROSSKEY, 1990). No obstante, aún ninguno de estos enemigos naturales se utiliza como agente de control biológico.

Lamentablemente, algunos de ellos como los mermítidos, aunque en experimentos en laboratorio parecían alentadores, en la práctica no resultaron efectivos. Varios organismos como las bacterias, los hongos, los nematodos, los ácaros, los protozoos y los virus podrían tener potencial para ser empleados en control biológico. Sin embargo, algunos autores hacen hincapié en que no sería recomendable su presencia en los ríos utilizados tanto como fuentes de suministro de agua potable o como lugares de ocio y actividades recreativas (LACEY & UNDEEN, 1988).

Los principales grupos de patógenos que afectan a las diferentes especies de la familia Simuliidae son las microsporas, los hongos (Phycomycetes), los nematodos y los ácaros.

3.1. Microsporas

En cuanto a las **microsporidios**, cabe destacar que se trata de organismos unicelulares pertenecientes al phylum Microspora (SPRAGUE, 1977; LEVINE *et al.*, 1980). Además de parásitos intracelulares obligados, solo la espora madura es capaz de soportar las condiciones del medio externo permaneciendo en estado latente y de resistencia.

La infección por microsporidios puede tener lugar mediante ingestión de esporas por vía oral, llamada transmisión horizontal o a través de hembras infectadas que transmiten el patógeno en los huevos, llamada transmisión vertical (LARSON, 1986).

Las infecciones que afectan al tracto digestivo producen la muerte del insecto por inanición (LIU, 1984). Los microsporidios que atacan el tejido graso de la larva impiden su metamorfosis hasta la fase adulta debido a la producción de una sustancia de acción juvenilizante (FISHER & SANBORN, 1962). También provocan disminución de la fecundidad y frecuencia de apareamiento (ARMSTRONG & BASS, 1986) así como reducción del consumo de alimentos. Las infecciones en larvas de simúlido se detectan fácilmente ya que el abdomen se hipertrofia presentando en su superficie grandes masas globulares blancas, visibles a través de la pared del cuerpo. Estas estructuras también se denominan quistes o xenomas que son en esencia lóbulos del tejido graso invadidos por el parásito (Figura 221).

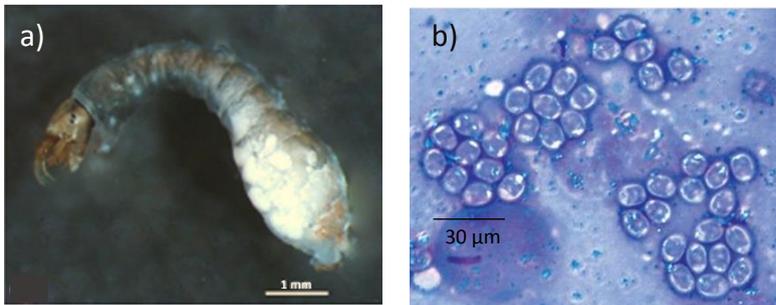


Figura 221.- a) larvas de simúlido infectadas con microsporidios. (JITKLANG *et al.*, 2012). b) fotografía de microscopía de contraste de fases de un frotis de *Simulium pertinax* infectado con la microspora, concretamente con octosporas de *Amblyospora* spp. que contiene 8 esporas uninucleadas (GUEDES DE CARVALHO *et al.*, 2014).

La importancia de los microsporidios reside en su patogenicidad, así como en su facilidad de dispersión y su carácter específico. Por dicha razón sería ideal su utilización en acciones de control biológico sobre todo en insectos de importancia sanitaria como es el caso de los simúlidos así como en los que causan depreciación económica (McLAUGHLIN, 1971; HENRY, 1981).

3.2. Hongos

Los **hongos** Phycomycetes, también son patógenos de simúlidos, destacando entre ellos la especie *Coelomycidium simulii* (DEBAISIEUX, 1919). Principalmente afectan a las larvas, invadiendo internamente todo el cuerpo, presentando estas numerosas esferas de color blanquecino llamados esporangios (Figura 222), los cuales al morir la larva liberan zoosporas uniflageladas. El hongo patógeno se desarrolla a expensas de los tejidos de la larva, además el hongo secreta enzimas que disuelven el cuerpo graso y muscular, así como también los tubos de Malpighio y las glándulas salivares, de esta manera la larva no consigue completar la metamorfosis (WEISER & UNDEEN, 1981).



Figura 222.- Larvas de simúlido parasitadas con el hongo *Phycomyces Coelomycidium simulii* (JITKLANG *et al.*, 2012).

También existen otros patógenos que afectan a los simúlidos como ciertos **virus**. (WEISER, 1986) descubrió el primer caso de este tipo de afección en larvas del complejo *Simulium ornatum*. Entre los cuales destacan los virus iridiscentes que además son los más frecuentes, los virus de la polihedrosis citoplasmática y los virus de la denonucleosis (WEISER & UNDEEN, 1981).

3.3. Nematodos

Los **Nematodos** de la familia Mermithidae cuentan con especies parásitas de simúlidos (WELCH, 1962). Los mermítidos son largos y delgados, viven de forma parásita en la cavidad corporal de los invertebrados durante su estado juvenil. El ciclo de vida consta de 5 estados: huevo, estado juvenil preparásitico, estado juvenil parasítico, estado juvenil postparasítico y estado adulto. El huevo se adhiere a objetos dentro de la corriente de agua, eclosiona y la forma preparásitica penetra en la larva de simúlido y se desarrolla y crece en el hemocele. Posteriormente emerge a travesando el cuerpo de la larva, la cual como consecuencia pierde sus fluidos internos y finalmente muere. La fase parasítica es de color blanquecino y se haya en la parte posterior del abdomen de la larva donde permanece generalmente enrollada, aunque a veces puede ocupar prácticamente la totalidad del interior corporal de la larva (Figura 223).

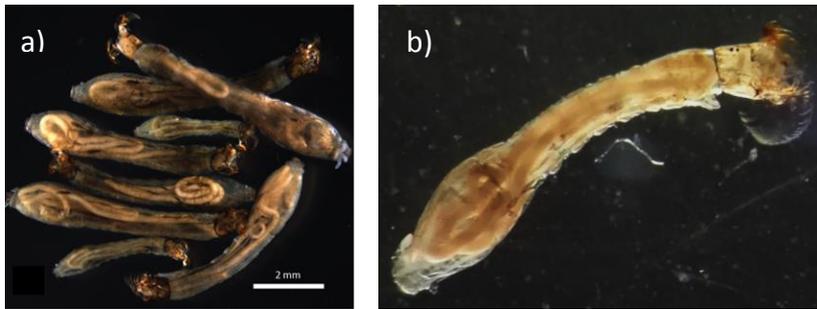


Figura 223.- a) Larvas de *Simulium ornatum* con parásitos mermítidos de *Isomermis lairdi*, del río Selska Reka (GRADINAROV, 2014). b) Larva de *Simulium* sp. con nematodo mermítido en su interior (fotografía realizada por D. López-Peña).

La fase postparasítica se desarrolla libre en el agua, y sin alimentarse sufre mudas hasta alcanzar la madurez, aparearse e iniciar nuevamente el ciclo (POINAR, 1981). Generalmente afectan a las larvas, pero también se pueden encontrar en pupas y adultos. Esto posibilita mantener el parásito en la población de simúlidos ya que las corrientes arrastran las etapas de vida libre (WELCH, 1964).

El parásito se desarrolla dentro de la larva del insecto a expensas de la hemolinfa, alterando el sistema endocrino y reduciendo con ello el tejido adiposo (CONDON & GORDON, 1977). Además, en las hembras parasitadas se atrofian los ovarios y reduce la longevidad (POINAR, 1981). De hecho, varias especies europeas de simúlidos de distribución paleártica tales como *S. ornatum*, *S. reptans* y *S. variegatum*, también presentes en España, ha sido descrita su parasitosis por este agente patógeno (GRADINAROV, 2014). Y siendo la primera de ellas la que muestra el mayor porcentaje de larvas parasitadas. Dato positivo por otra parte ya que *S. ornatum* y *S. reptans* son especies de importancia médico-sanitaria.

Por todo ello los nematodos nemermítidos pueden ser utilizados para el control biológico de los simúlidos (GORDON *et al*, 1973; FINNEY, 1981).

3.4. Ácaros

Los **hidracáridos**, son ácaros acuáticos (Acari: Hydrachnidia) relativamente grandes, de colores muy llamativos y con largas sedas “nadadoras” en las patas (IRAOLA, 2001). Algunas especies son ectoparásitas de los ejemplares adultos de los simúlidos. Destacan las familias Erythraeidae y Trombididae pertenecientes al suborden Prostigmata por sus características como parásitas y depredadoras de invertebrados (IRAOLA, 1998; IRAOLA, 2001). Por lo general, las ninfas de estos ácaros se encuentran dentro de los estuches donde se resguarda la pupa de Simuliidae, allí esperan hasta que el imago emerge. Rápidamente se anclan a la mosca adulta y emerge al medio aéreo con ella. Estos hidracáridos se alimentan de la hemolinfa del hospedador, y se benefician de su dispersión río arriba y así repoblar las zonas de cría de la cual se alejan poco a poco a medida que la corriente los arrastra, de tal modo que compensan esa circunstancia (RENZ *et al.*, 2003, <http://studylib.net/doc/5323495/simulium-mites-komp>). Es decir, lo utilizan como medio de dispersión (GLEDHILL *et al.*, 1982; SMITH, 1988; GERSON & SMILEY, 1990). Después de emerger el adulto de simúlido al medio aéreo, el hidracárido se alimenta succionando los líquidos que componen su hemolinfa durante varias horas, cuando el simúlido se acerca al agua para depositar sus huevos o para cualquier otra necesidad, el ácaro se suelta de él y se lanza al agua (COURTNEY & SMITH, 1992), lugar donde su ciclo volverá a iniciarse con la cópula, la puesta de huevos el desarrollo de las siete etapas juveniles y la salida al medio aéreo-terrestre. El ciclo de vida de los ácaros se compone de siete etapas: huevo, prelarva, larva, protoninfa, deutoninfa, tritoninfa y adulto. De estos, solo la larva, la deutoninfa y el adulto son activos (MWANGO *et al.*, 1995), de hecho, se arrastran o nadan para localizar las prepupas o pupas de los hospedadores apropiados. Generalmente los estados preimaginales que habitan los hábitats lóticos como es el caso de los simúlidos (COURTNEY & SMITH, 1992). Los hidracáridos adultos se alimentan succionando los fluidos corporales de las larvas de mosca negra tras insertar su hipostomio e inyectarles una saliva que contiene una toxina que las paraliza y somete facilitando así su alimentación (MWANGO *et al.*, 1995). Después de ello las larvas de

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Simulium sp. sufren un destino fatal según una observación personal de MWANGO. El ciclo vital tanto del hospedador como del parásito queda reflejado en la Figura 224.

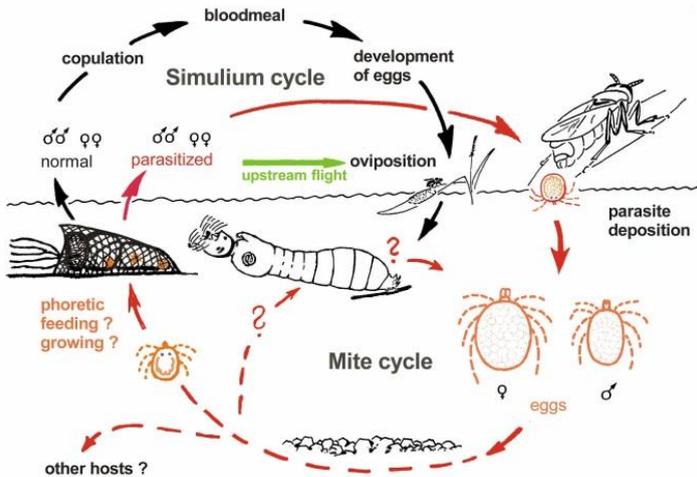


Figura 224.- Ciclo vital de los hidracáridos (<http://studylib.net/doc/5323495/simulium-mites-komp>).

Los ácaros parásitos de insectos desempeñan un papel importante en el control natural de las poblaciones de insectos (IRAOLA, 2001). Por ello, el uso de estos artrópodos como controladores biológicos de organismos perjudiciales (IRAOLA, 2001) como son los simúlidos, sería una herramienta potencial y a tener en cuenta.

Desde los 80 a los 90 y posiblemente desde principio de los 60 como consecuencia de las resistencias detectadas frente a los insecticidas químicos ampliamente utilizados como el DDT, se empezaron a publicar varios trabajos sobre la utilización de patógenos naturales como agentes de control biológico como recurso a utilizar para controlar sus poblaciones y con ellas la incidencia a animales y al ser humano (GUILLET, 1984a, 1984b). Pero desde la utilización de Bti y debido a su alta efectividad, poco a poco fueron menguando los artículos referentes a este tema. Actualmente existen muy pocos trabajos sobre este tipo de control siendo menores y esporádicos, aunque muy interesantes.

3.5. Depredadores

Sin embargo, los **depredadores**, de los cuales aún no se ha hablado, también contribuyen al control poblacional de los Diptera: Simuliidae, aunque su potencial no ha sido aún explotado en el control biológico contra la mosca negra. Normalmente destaca principalmente la ictiofauna, la cual encuentra en estos insectos parte de su requerimiento alimenticio, de ahí que se atribuya a los peces la mayor parte de la depredación sufrida por los simúlidos. Dentro de los depredadores de Simuliidae se incluyen 12 familias de dípteros y otros artrópodos. Entre los invertebrados artrópodos destacan los crustáceos e insectos como coleópteros, odonatos, plecópteros y tricópteros. Y entre los invertebrados no artrópodos sobresalen especialmente los turbelarios (WERNER & PONT, 2003). Los dípteros que afectan a los simúlidos son principalmente las familias Chironomidae, Empididae y Muscidae, aunque otras familias como las Asilidae, Dolichopodidae, Phoridae, Drosophilidae y Scathophagidae también desempeñan un papel importante como depredadores de estos (WERNER & PONT, 2003; IVKOVIĆ *et al.*, 2017). No obstante, depredadores invertebrados como algunas especies de efímeras también se alimentan de las moscas negras (MWANGO *et al.*, 1995). Incluso se ha registrado que quironómidos y otras especies de dípteros obtienen su alimento de *Simulium* spp. (DAVIES, 1981). Las larvas de quironómido suelen atacar las puestas de huevos de los simúlidos y alimentarse de ellos (BOAKYE *et al.*, 2009). Los tricópteros de la familia Hydropsychidae se consideran depredadores de los estados acuáticos de los simúlidos (BURTON & MCRAE, 1972; MALMQVIST, 1994). Los plecópteros de la familia Perlodidae también depredan sobre los simúlidos (MALMQVIST, 1994). Otros dípteros como los de la familia Empididae, son depredadores y tanto en su estado larvario como en el adulto se alimentan principalmente de simúlidos (VAILLANT, 1952, 1953; WERNER & PONT, 2003; Ivković *et al.*, 2017). Incluso se han descrito casos de crustáceos decápodos alimentándose activamente de simúlidos, es el caso de *Aegla platensis*, un cangrejo de río el cual depreda tanto larvas como pupas fijadas sobre las rocas cercanas a las grietas donde este invertebrado habita (MAGNI & PY-DNIEL, 1989) alcanzando así zonas inaccesibles para los larvicidas que debido a la

velocidad del flujo hídrico no logran llegar a estos rincones, grietas y cavidades con lo que varios autores ya citaron que este decápodo aéglido podría representar una ayuda inestimable en los planes de control (MAGNI & PY-DNIEL, 1989). Pero quizás, el más importante de los depredadores sean los ácaros dulceacuícolas de la familia Hydrachnidae, que frecuentemente son pasados por alto debido a su pequeño tamaño y dificultad de observar en campo (MWANGO *et al.*, 1995).

4. EXPERIENCIAS PERSONALES

Durante los muestreos llevados a cabo a lo largo de la presente tesis doctoral, se encontraron varios ejemplares tanto en estado larvario como en estado de pupa los cuales estaban afectados, bien fuera por un endoparásito como los nematodos o ectoparásitos como los ácaros.

En cuanto al primero, se encontraron varias larvas de simúlidos con nematodos en su interior en las zonas muestreadas de la cuenca del río Cervol (Figura 225).

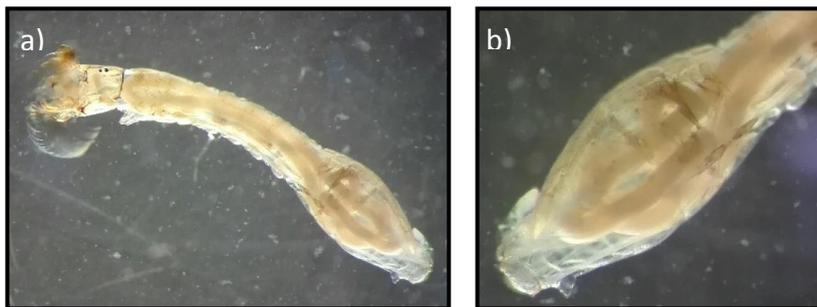


Figura 225.- a) Larva de *Simulium angustitarse* con endoparásito helmíntico. b) detalle ampliado de la zona abdominal de la larva donde se aprecia al nematodo enroscado sobre sí mismo. Fotografías realizadas por D. López-Peña.

En cuanto a los ácaros (Figura 226), estos fueron encontrados principalmente en el espacio existente entre la pupa y el estuche de pupación, o sobre los estuches de las pupas, concretamente en ocho especies simúlidas que son: *S. angustitarse*, *S. equinum*, *S.*

intermedium, *S. lineatum*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum*, *S. sergenti* y *S. trifasciatum* (Figura 227).



Figura 226.- Ácaros del suborden Prostigmata, a) y b) ninfas hexápodas, c) y d) adultos octápodos. Fotografías realizadas por D. López-Peña.

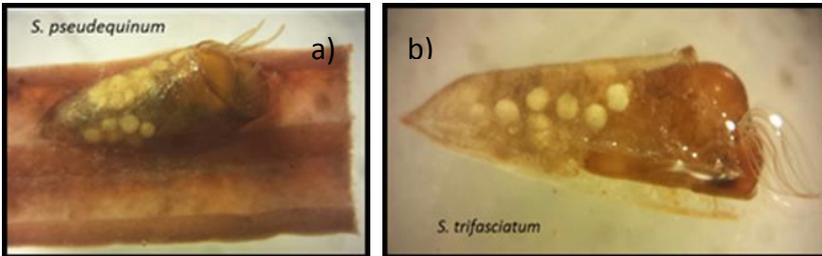


Figura 227.- Imágenes propias representativas del estado infectado de algunas de las ocho especies simúlidas parasitadas: a) *S. pseudequinum* y b) *S. trifasciatum*. Fotografías realizadas por D. López-Peña.

De los 12 ríos estudiados, en 5 de ellos se ha registrado la presencia de pupas de simúlidos parasitadas con hidracáridos, que son: el Cenia, el Mijares, el Júcar, el Serpis y el Algar.

En las estaciones de muestreo del río Cenia, CEN1 y CEN2, se encontraron ejemplares de este díptero en estado de pupa con el citado ectoparásito en el interior de su estuche. En el río Mijares fueron encontrados en 8 de las 11 estaciones estudiadas: MIJ1, MIJ3, MIJ4, MIJ5, MIJ6, MIJ7, MIJ8 y MIJ11. Siendo así el río donde se ha encontrado el mayor número de puntos de muestreo con simúlidos parasitados con este agente patógeno. En la cuenca del río Júcar, fue detectada esta parasitación en cuatro estaciones de muestreo pertenecientes a uno de los principales afluentes tributarios del Júcar, el río Cabriel, concretamente en los puntos JUR7, JUR10, JUR12 y JUR13. Sin embargo, de las 11 estaciones muestreadas en el río Serpis, tan sólo en una de ellas, SER10, se hallaron individuos con este parásito

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

en cuestión. Por último, en el río Algar, se detectaron pupas con dichos hidracáridos en un punto de muestreo, ALG1.

No obstante, en todos los ríos no se han encontrado la misma o las mismas especies de simúlidos siendo afectadas por este ácaro (Tabla 169). Se concluye que, el río con el menor número de especies de mosca negra afectadas por este tipo de ectoparásito, es el Algar con una especie, *S. intermedium*. Mientras que el río con el mayor número de especies afectadas por hidracáridos es el Mijares con cinco especies: *S. equinum*, *S. intermedium*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum* y *S. trifasciatum*.

Tabla 169.- Ríos y sus especies de simúlidos parasitadas.

		ESPECIES DE SIMÚLIDOS PARASITADAS CON ÁCAROS						
RÍO	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. sergenti</i>
Cenia	X		X		X		X	
Mijares		X	X		X	X	X	
Júcar				X		X		
Serpis	X							X
Algar			X					

De las 8 especies, *S. intermedium* ha sido encontrada parasitada en tres ríos: Cenía, Mijares y Algar. Mientras que *S. equinum*, *S. lineatum* y *S. sergenti* han sido halladas en tan sólo un río. La primera de ellas en el Mijares, la segunda en el Cabriel (afluente del Júcar) y la tercera en el Serpis. Las otras cuatro especies afectadas se encontraron en dos ríos, siendo *S. angustitarse* en el Cenía y en el Serpis, *S. ornatum* en el Cenía y en el Mijares, *S. trifasciatum* también en el Cenía y en el Mijares y *S. pseudequinum* en el Mijares y en el Júcar (Cabriel).

De todas ellas la especie que ha resultado ser la más afectada ha sido *S. pseudequinum* con 303 pupas infectadas con 694

ácaros. Por otro lado, la especie con menor grado de afección ha sido *S. sergenti* con únicamente una pupa parasitada. Sin embargo, otras especies han resultado ser parasitadas más o menos en igual número de pupas y un número similar de ácaros. Es el caso de *S. equinum*, *S. intermedium* y *S. ornatum* con 14, 13 y 15 ejemplares preimaginales en estado de pupa parasitados por un total de 21, 47 y 35 ácaros respectivamente. Otras especies como es el caso de *S. lineatum* y *S. trifasciatum*, aunque se ha contabilizado un número de pupas parasitadas similar, 43 en la primera de ellas y 49 en la segunda, el recuento total de individuos parásitos es considerablemente diferente. Puesto que en *S. lineatum* se han contado 54 y en *S. trifasciatum* más del doble, 125 hidracaridae (Tabla 170).

Tabla 170.- Listado de especies de simúlidos y recuento total de individuos en estado de pupa afectadas por hidracáridos, así como contabilización de la abundancia del parásito en cuestión.

Especies	nº de pupas	nº de ácaros
<i>S. angustitarse</i>	5	5
<i>S. equinum</i>	14	21
<i>S. intermedium</i>	13	47
<i>S. lineatum</i>	43	54
<i>S. ornatum</i>	15	35
<i>S. pseudequinum</i>	303	694
<i>S. sergenti</i>	1	1
<i>S. trifasciatum</i>	49	125

Al igual que en los estudios de (DOUGLAS, 1959), algunas especies de simúlidos son más atacadas que otras. Además, y como ya observó (DOUGLAS, 1959), las especies de importancia sanitaria debido a sus hábitos hematofágicos como las especies *S. equinum*, *S. lineatum* y *S. ornatum* han resultado ser menos infectadas que otras especies. Sin embargo, la especie más afectada tanto a nivel de individuos como a la abundancia de ácaros, ha sido una especie que también exhibe hematofagia, pero que en este caso es de interés veterinario, *S. pseudequinum*.

En el sur de Inglaterra, también se han encontrado algunas de estas especies de mosca negra parasitadas por ácaros acuáticos,

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

concretamente *S. equinum* y *S. ornatum* con el hidracárido ectoparásito *Sperchon setiger* (GLEDHILL *et al.*, 1982). De las citadas especies simúlidas, los individuos de *S. ornatum* resultaron ser los más frecuentemente parasitados (GLEDHILL *et al.*, 1982). Sin embargo, en nuestro caso no fue así. Al igual que en el estudio de (GLEDHILL *et al.*, 1982) la mayoría de los simúlidos estudiados estaban parasitados por un sólo parásito. Por otro lado, el número promedio de ácaros por hospedador fue de 2,69 en *S. ornatum* y de 1,77 en *S. equinum* (GLEDHILL *et al.*, 1982). Sin embargo, en nuestro estudio el número promedio para dichas especies fue de 4,6 y 2,5 respectivamente, en cualquiera de los dos casos bastante más elevado. Para el resto especies también se aporta el valor promedio de infección (Figura 228).

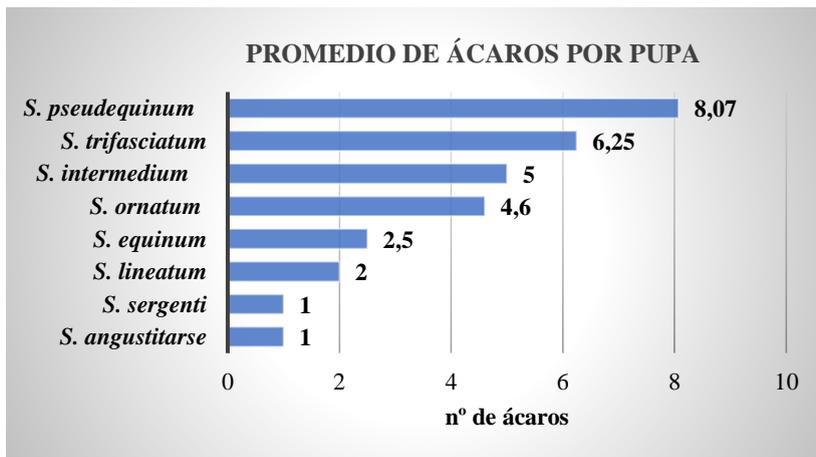


Figura 228.- Valor promedio de ácaros por pupa de simúlido, para cada especie.

Es remarcable que (GLEDHILL *et al.*, 1982) sugirió que la morfología de las pupas de las especies *S. ornatum* y *S. equinum* era el factor que determinaba que la especie de hidracárido en cuestión (*Sperchon setiger*) seleccionara a estas especies de simúlidos en particular como hospedadores y no a otras. En nuestro caso, y siguiendo esta misma premisa, cabría esperar que la morfología de las pupas de *S. pseudequinum* determinara que la especie o especies de hidracáridos implicadas en este estudio doctoral, fuera el factor que determinase que esta especie de simúlido en particular de las 8 afectadas fuera la razón

de ser la infectada con mayor asiduidad tanto en número como en individuos del parásito.

Otro dato de interés es el observado tras el análisis del material recolectado en los ríos mencionados anteriormente. Y es que aparte de existir diferencias en el porcentaje de parasitación entre especies, también se dan a nivel intraespecífico. Es decir, los individuos de una especie no están siempre parasitados por el mismo número de ácaros. Si no que existe una variación que puede ser muy marcada y amplia en ciertas especies de simúlidos. De esta manera, los ejemplares estudiados de *S. angustitarse* y de *S. sergenti* únicamente estaban infectadas con un solo ácaro.

Por el contrario, en el caso de *S. equinum* se han encontrado parasitados por 1, 2, 3 o 4 ácaros (Figura 229). Si bien es cierto, existe una tendencia, es decir, es más frecuente encontrar pupas infectadas con un acaro que con más de uno. De hecho, el 64% de las pupas estaban parasitadas por un ácaro, el 22% por dos ácaros, el 7% por tres ácaros y el 7% por 4 ácaros (Figura 230).

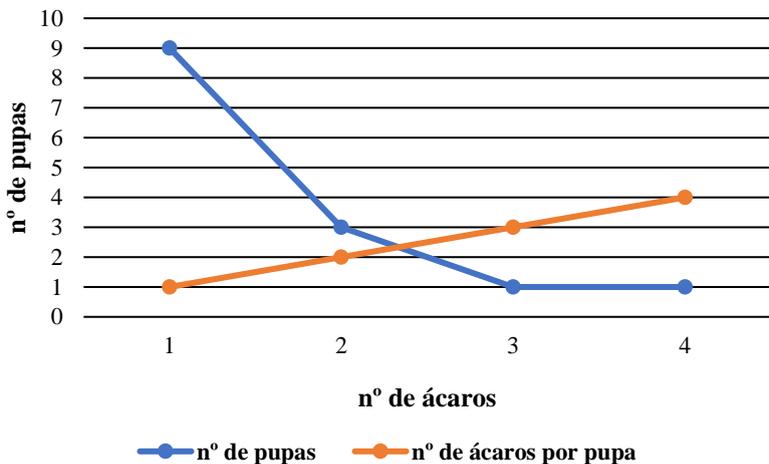


Figura 229.- Número de ácaros por pupa de *S. equinum*.

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

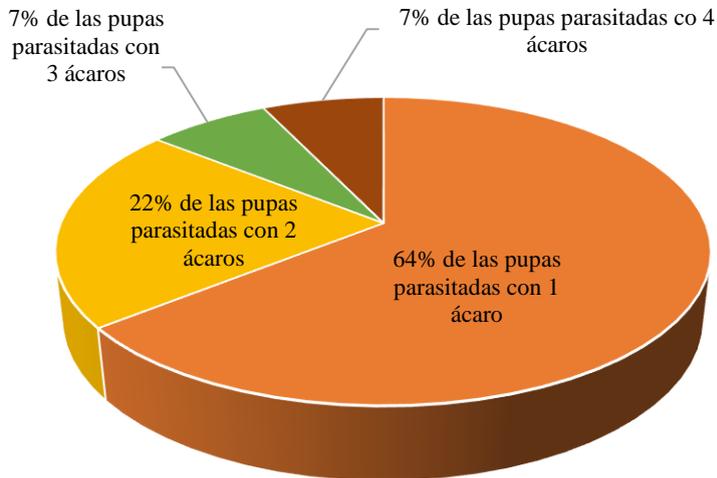


Figura 230.- % de pupas de *S. equinum* parasitadas por 1, 2, 3 o 4 ácaros.

En el caso de *S. intermedium*, se han encontrado pupas parasitadas desde por 1 ácaro como en los casos anteriores, 3, 5, 6, 7 y 8 ácaros por pupa. Vuelve a aparecer la misma inclinación, es decir, a menor número de ácaros por pupa mayor número de hospedadores parasitados y viceversa, a mayor número de ácaros por hospedador, menor número de pupas parasitadas (Figura 231). De hecho, el 38 % de las pupas estaban parasitadas por 1 ácaro, el 23% por 3, el 8% por 5, este mismo porcentaje por 6, el 15% por 7 y el 8% por 8 ácaros en cada pupa (Figura 232).

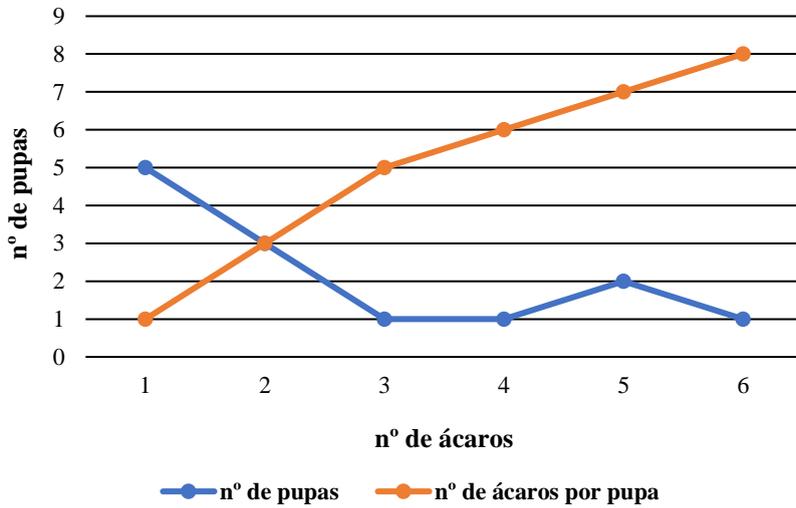


Figura 231.- Número de ácaros por pupa de *S. intermedium*.

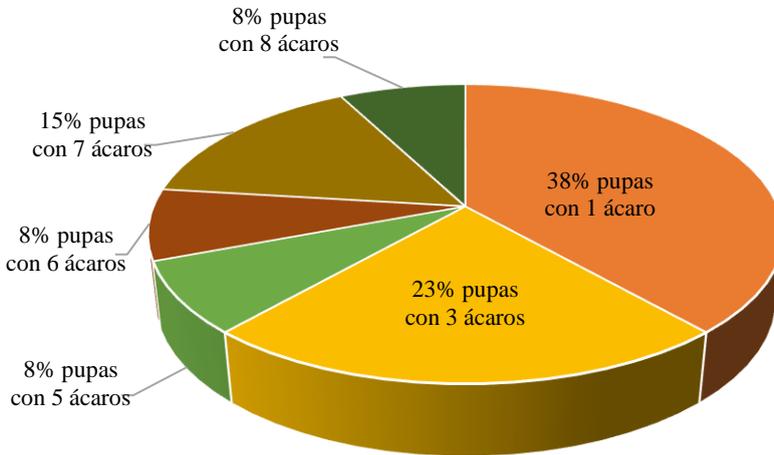


Figura 232.- % de pupas de *S. intermedium* con distintos niveles de parasitación.

En la especie *S. lineatum* se han recolectado pupas parasitadas con 1, 2 o 3 hidracáridos.

Detrimiento. La tendencia también se cumple, aunque a una menor escala, ya que el gradiente posible de parasitación se ha reducido

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

respecto a otras especies (Figura 233). El tanto por cien es este caso es del 77% de las pupas de simúlidos infectadas con un ácaro, el 21% de ellas con 2 y el 2% con 3 (Figura 234).

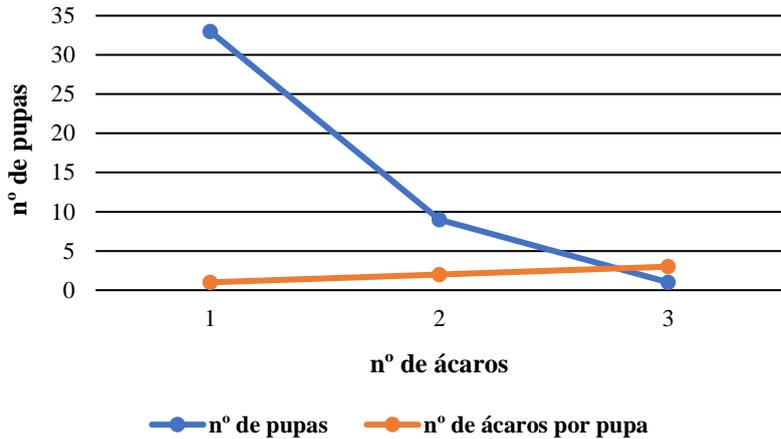


Figura 233.- Número de ácaros por pupa de *S. lineatum*.

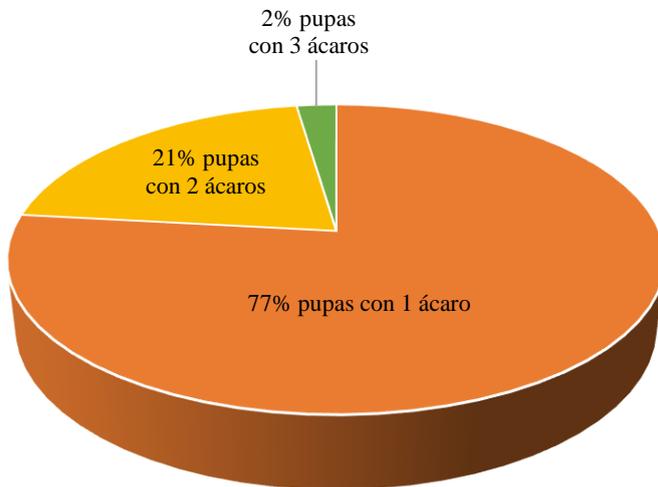


Figura 234.- % de pupas de *S. lineatum* con distintos niveles de parasitación.

En la especie *S. ornatum* tiene lugar ídem situación. Se han encontrado pupas parasitadas desde por 1, 2, 3, 6 y hasta por 11 ácaros por pupa. Se mantiene la propensión mostrada por las anteriores especies, cuando aumenta en número de ácaros en el mismo hospedador

disminuye la cantidad de pupas pluriparasitadas. En contraposición, la monoparasitación es la dinámica más exhibida (Figura 235). En cuanto a la proporción, el 43 % de las pupas se encontraron infectadas con este ácaro, el 29% con 2, el 14% con 3, el 7% con 6 y otro 7% con 11 parásitos (Figura 236).

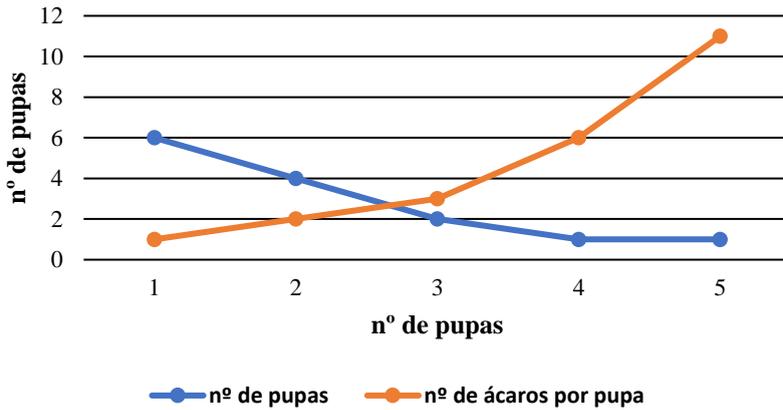


Figura 235.- Número de ácaros por pupa de *S. ornatum*.

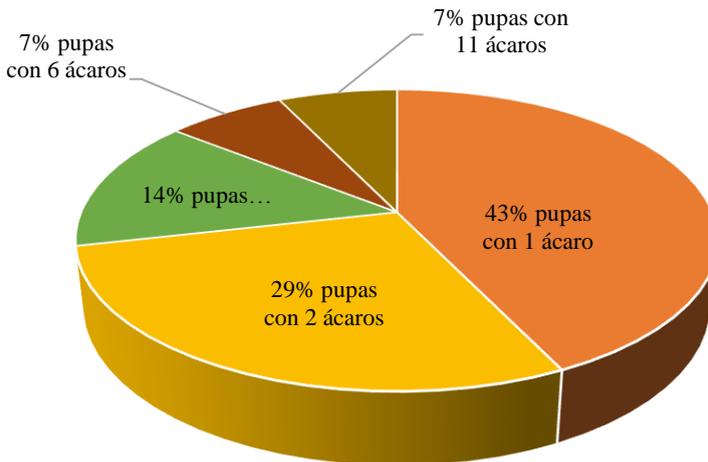


Figura 236.- % de pupas de *S. ornatum* con distintos niveles de parasitación.

En el caso de *S. pseudequinum*, se han encontrado pupas parasitadas desde por 1 ácaro hasta por 16 ácaros, pasando por toda la gama de posibilidades excepto por 9 y 14 parásitos por pupa. Y

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

como en el caso anterior también existe una tendencia descendente, en la que predominan las pupas parásitadas por un solo ácaro siendo escasas las pupas multiparasitadas (Figura 237). En tanto por cien, más de la mitad de las pupas capturadas resultaron ser parasitadas con un ácaro, concretamente el 59,86%, el 16,07% con dos, el 8,03% con 3, el 3,53% con 4, el 3,85% con 5, el 4,18 % con 6, el 0,96% con 7, otro 0,96 % con 8, el 0,64% con 10, otro 0,64% con 11, el 0,32% con 12, el 0,32% 13, otra vez el 0,32% con 15 y por último el 0,32% con 16 ácaros por pupa (Figura 238).

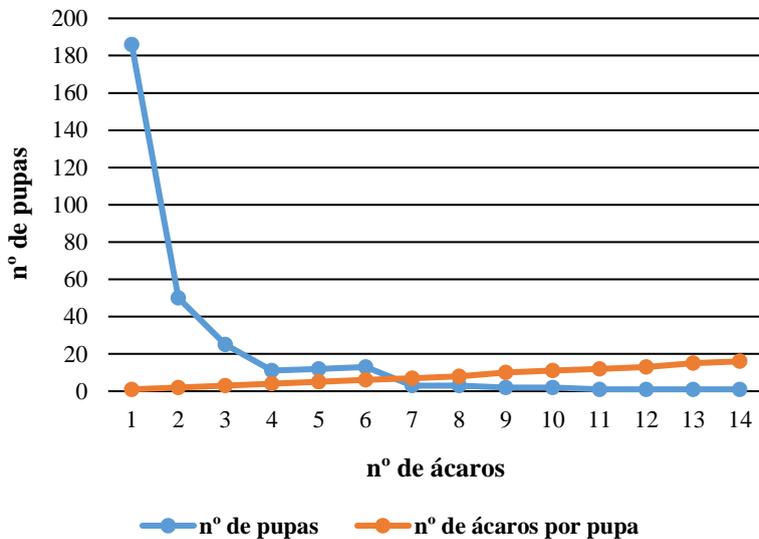


Figura 237.- Número de ácaros por pupa de *S. pseudequinum*.

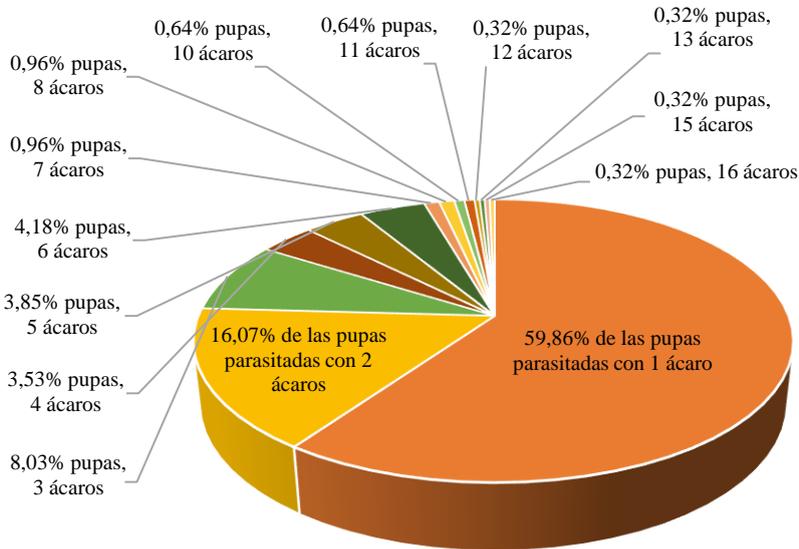


Figura 238.- % de pupas de *S. pseudequinum* con distintos niveles de parasitación.

En la especie *S. trifasciatum* se han encontrado pupas parasitadas desde por 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11 y hasta por 14 ácaros por pupa. La tendencia ya explicada se manifiesta nuevamente. Destacando las pupas parasitadas con un único individuo del ectoparásito en cuestión (Figura 239). En cuanto al porcentaje, el 41 % de las pupas de este díptero se encontraron afectadas con un ácaro, el 25% con 2, el 22% con 3, el 4% con 5, el 2% con 6, el 2% con 8, el 2% con 11 y otro 2% con 12 hidracáridos (Figura 240).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

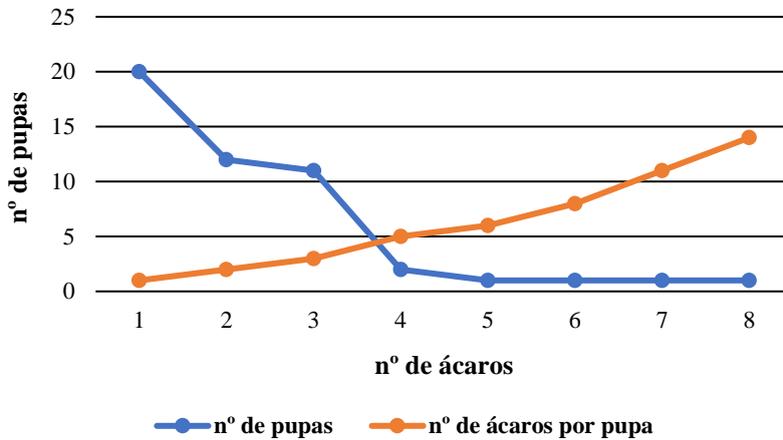


Figura 239.- Número de ácaros por pupa de *S. trifasciatum*.

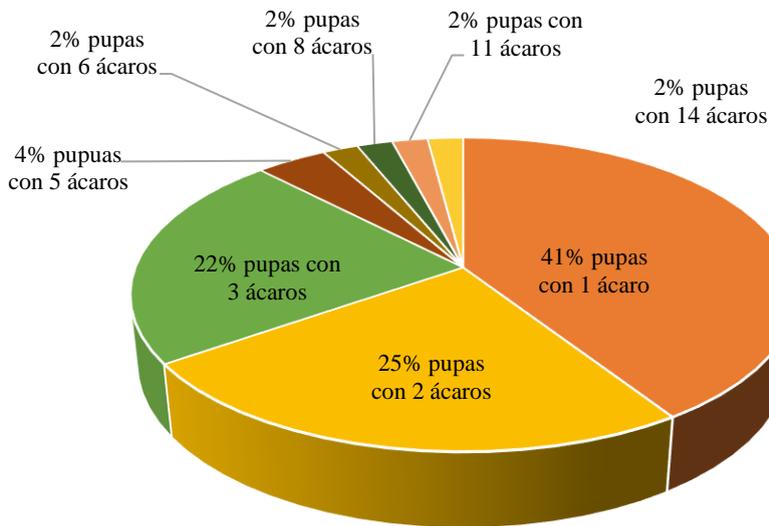


Figura 240.- % de pupas de *S. trifasciatum* con distintos niveles de parasitación.

En la siguiente figura se puede observar la diferencia existente entre las diferentes especies de simúlidos en las que se han encontrado individuos preimaginales en estado de pupa infectadas con el agente patógeno ectoparásito de naturaleza acarina. Se aprecia que la

especie *S. pseudequinum* es capaz de resistir infecciones elevadas soportando un número considerable de ácaros a la vez. Mientras que otras especies presentan cargas parasíticas menores (Figura 241).



Figura 241.- Número máximo y mínimo de ácaros por pupa de simúlido.

Por todo ello los ácaros del suborden Prostigmata pueden jugar un papel importante en el control natural de las poblaciones de las moscas negras, considerando que los estados de ninfa de estos ácaros parasitan los estados de las pupas de *Simulium* sp.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

1. RANGOS DE TOLERANCIA FRENTE A LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DE LAS ESPECIES DE SIMÚLIDOS

La **fenología** es la ciencia que estudia la relación entre los factores abióticos climáticos, geográficos y geológicos con los ciclos de los seres vivos, tratando de averiguar cómo afectan las variables meteorológicas y físicas a las manifestaciones periódicas o estacionales de estos organismos. En el caso de los Díptera Simuliidae, dichos factores afectan a procesos tales como la embriogénesis, la eclosión, el desarrollo, la pupación y metamorfosis, la dispersión, la reproducción, el letargo y/o la diapausa, etc. La temperatura del agua, por ejemplo, es un parámetro que regula el crecimiento, el metabolismo, la distribución y la emergencia de las larvas y de las pupas de los simúlidos (RUBIO & RUÍZ, 1999). La fenología de las especies es muy variopinta, prueba de ello es la existencia de especies las cuales exhiben una sola generación anual y otras que muestran más de una generación al año (RUBIO & RUÍZ, 1999). En este capítulo se discute el efecto de los tres factores bióticos que han resultado ser de importancia estadística en la fenología de este tipo de artrópodo y que son: la altitud a la que están situados los puntos de cría de este díptero nematócero, la turbidez del agua en la que se desarrollan estos insectos y la conductividad eléctrica de los cursos fluviales donde se recolectaron ejemplares preimaginales de mosca negra. Si bien es cierto algunos de estos parámetros están estrechamente unidos a otros factores ambientales como ocurre entre la altitud y la temperatura y que desembocan en un efecto sobre la bioecología de las especies, sirva como ejemplificación la siguiente afirmación, la temperatura del agua es un factor ambiental que está íntimamente relacionado con la altitud, ambos pueden condicionar la distribución de las diferentes especies de simúlidos entre otros parámetros (RUBIO & RUÍZ, 1999).

1.1 Altitud

La primera variable físico-química significativa en el estudio de la presente tesis doctoral, es la altitud. De hecho, diversos autores han señalado la importancia que la altitud tiene sobre la distribución de las especies de simúlidos, destacando diferentes grupos

según la altitud (GONZÁLEZ, 1980) e incluso han clasificado a las diferentes especies de simúlidos en diversos grupos en función del rango altitudinal donde han sido encontradas, constatando que la altitud es un parámetro que influye directamente en la distribución de ciertas especies de simúlidos (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002).

Estudiando cada una de las especies identificadas de manera individualizada, se puede observar como varía la distribución de cada una de ellas en función de la altitud, así como sus rangos de tolerancia con la altitud mínima y máxima.

- a) Empezando con *M. blanci*, es una especie con un rango altitudinal amplio si atendemos a la bibliografía en la que esta especie de mosca negra se cita su distribución entre 300 y 1200 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) en ríos de la comunidad andaluza. No obstante, se ha mencionado su presencia a cotas incluso más bajas en esta misma área, concretamente a 180 m de altitud (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002). Además, y como resultado de la presente tesis doctoral, se aportan datos de su presencia en el río Turia entre 713 y 844 m, así como en el río Mijares a 604 m, con lo que el rango de distribución altitudinal de esta especie de simúlido en la Comunidad Valenciana es un rango estrecho que va desde los 604 a los 844 m de altitud, ajustándose a los tramos medios de los ríos mencionados.

- b) Algunos autores han observado que algunas especies de simúlidos muestran una preferencia evidente por ambientes situados a determinada altitud, en el caso de *S. angustipes*, los autores aseguran que únicamente se puede hallar la mencionada especie a cotas bajas por debajo de los 500 metros de altitud (RUBIO & RUÍZ, 1999) en los estudios realizados sobre el río Cidacos en La Rioja. Asimismo, otros autores han reafirmado esta premisa encontrando a esta especie de simúlido entre 300 y 500 m de altitud (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) en el sureste del país. Y la misma tendencia ha sido contrastada en diversos ríos valencianos, es el caso del río Júcar en el que ha sido encontrada entre 88 y 221 m de altura, o en los ríos de la provincia alicantina en el que se ha

documentado su presencia a 443 m en el río Montnegre, entre 50 y 110 m en el río Algar y entre 161 y 642 m en el río Serpis. En cualquier caso, el rango oscila entre 50 y 642 m habiéndose ampliado el rango de dispersión de esta especie tanto a cotas más bajas como a cotas más altas.

- c) *S. angustitarse* ha sido localizada entre 650 y 920 m en la cuenca del río Duero y a 1020 en el río Tajo y Tambre (GONZÁLEZ, 1990) con lo que era considerada como especie estrictamente de montaña. Sin embargo, posteriormente fue detectada a menor altitud en el río Flumen, concretamente a 430 m con lo que los autores propusieron desestimar a esta especie como estrictamente de montaña (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013), e incluso ha sido detectada entre 200 y 1200 m con lo que se posiciona como una especie (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) con un rango de distribución altitudinal bastante amplio. En la Comunidad Valenciana, sin embargo, se ha encontrado aún a menor altitud, concretamente a 6 m en el río Amadorio, o en el río Algar entre 99 y 110 m. En cualquier caso, el rango de distribución en función de la altitud es muy amplio, habiéndose documentado su presencia desde los 6 hasta los 1017 m, algunos ejemplos de ello son el del río Cérvol a 564 m, el del Cenia entre 381 y 417, el del río Montnegre entre 443 y 625 m, el del río Serpis entre 71 y 642 m, el del río Mijares entre 263 y 604 m, el del río Palancia entre 335 y 895, el del Júcar entre 122 y 725 m y el del río Turia entre 311 y 1017 m.
- d) *S. argyreatum* fue citada entre 600 y 700 m de altitud en el sudoeste español (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b). Sin embargo, en el este peninsular, se menciona su presencia a altitudes menores, particularmente a 191 m en el río Serpis de la Comunidad Valenciana.
- e) *S. bertrandi* ha sido encontrada en la Comunidad Valenciana presente a altitudes que van desde los 369 a los 895 m, concretamente a 895 m en el río Palancia y a 369 m en el río Mijares.

- f) *S. bezzii* ha sido encontrada entre 1200 y 2040 m de altitud en tierras andorranas (GONZÁLEZ, 1980), pero también desde los 900 hasta por debajo de los 500 m (RUBIO & RUÍZ, 1999) y entre 600 y 750 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000). Con lo que es una especie que se puede encontrar en amplios rangos altitudinales (RUBIO & RUÍZ, 1999). Además, otros autores también citaron la presencia de esta especie a cotas muy bajas, entre 300 y 400 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) reforzando el carácter de dispersión a altitudes muy dispares. En la Comunidad Valenciana ha sido detectado a 369 m en el río Mijares y a 642 m en el río Serpis, pero en cualquier caso muestra un rango altitudinal estrecho, entre 369 y 642 m de altitud.
- g) Las citas de *S. carthusiense* en los estudios llevados a cabo en Andorra, sitúan a esta especie a altitudes entre 1340 y 1780 m (GONZÁLEZ, 1980) y entre 1600 y 2160 m en Andalucía (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) con lo que se postuló que se trataba de una especie con una distribución confinada a arroyos y torrentes de gran altitud. Sin embargo, los trabajos realizados por MARTÍNEZ & PORTILLO (1999b) la citaron entre los 300 y los 550 m de altitud ampliando así su rango de distribución altitudinal. En el río Palancia de la provincia de Valencia ha sido observada a 689 m de altitud.
- h) *S. cryophilum* es una especie de amplia distribución (SERRA-TOSIO, 1962-1963; LAVANDIER, 1976), a la que se le puede encontrar distribuida entre los 960 y los 2020 m de altitud (GONZÁLEZ, 1980), e incluso hasta a altitudes de 2500 m, aunque normalmente se suele encontrar entre 300 y 2100 m de altitud (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000). En la Comunidad Valenciana se ha registrado su presencia a cotas incluso más baja como en el río Algar a 99 m. Pero también a 311 m en el río Turia, a 642 m en el río Serpis y entre 122 y 725 m en el río Júcar, pero siempre entre 99 y 725 m de altitud.
- i) *S. equinum* muestra un rango de distribución altitudinal amplio (RUBIO & RUÍZ, 1999), se distribuye entre los tramos bajos y medios de los ríos del sur peninsular, se ha registrado entre 200 y

800 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) en el sureste de la península, entre 500 y 700 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) en Andalucía y también ha sido descrita su presencia desde por debajo de los 500 hasta los 900 m (RUBIO & RUÍZ, 1999) en La Rioja. En la Comunidad Valenciana se ha encontrado a 516 m en el río Palancia, a 962 m en el río Júcar, entre 263 y 664 m en el río Mijares y entre 549 y 1103 m en el río Turia, mostrando un amplio rango de distribución altitudinal en el este peninsular que oscila entre 263 y 1103 m.

- j) Las citas existentes sobre *S. erythrocephalum* sitúan a esta especie a una altitud menor a los 850 m (GONZÁLEZ, 1990; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013), e incluso a cotas menores, concretamente entre los 300 y los 550 m de altura (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b). En la Comunidad Valenciana se repite la misma situación, habiéndose hallado en el río Júcar entre 7 y 88 m y en el río Serpis entre 96 y 372 m. En ambos casos en un rango altitudinal muy reducido que va desde los 7 a los 372 m, y restringido al curso bajo y desembocadura de los ríos mencionados.
- k) *S. intermedium* es una especie que tiende a ocupar torrentes y cursos fluviales de un rango altitudinal amplio entre 100 y 1200 m de altitud (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), aunque es más frecuente en cotas intermedias o bajas como comprobaron (GONZÁLEZ, 1990; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013) en los ríos estudiados a su paso por Extremadura y del río Flumen en Huesca respectivamente. De hecho, otros autores previamente ya describieron su presencia a altitudes por debajo de 500 m en el río Cidacos (RUBIO & RUÍZ, 1999), en Andalucía entre 250 y 750 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) y entre 70 y 660 m sobre el nivel del mar (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002) también en el sur peninsular. De igual manera, en los ríos de la comunidad Valenciana se distribuye en un rango altitudinal amplio que va desde los tramos bajos de los ríos a 71 m hasta los tramos altos a 1254 m. En el río Serpis entre 71 y 642 m, entre 88 y 725 m en el río Júcar, entre 99 y 110 en río Algar, entre 263 y 664 m en el río Mijares, entre 335 y 895 m en el río Palancia, entre 381 y 417 m en

el río Cenia, entre 443 y 665 m en el río Montnegre y entre 311 y 1254 m en el río Turia.

- l) Algunos autores han observado que algunas especies de simúlidos muestran una clara preferencia por ambientes situados a determinada altitud, es el caso de *S. lineatum* la cual, según estos autores, únicamente aparece en cotas altas, a partir de 600 m (RUBIO & RUÍZ, 1999). No obstante, también ha sido mencionada su presencia en cotas más bajas, particularmente entre 250 y 600 m de altitud (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) o en rangos que van desde los 100 a los 750 m de altura (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) e incluso a tan sólo 70 m de altitud (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002) en el sur peninsular en os tres casos. En la Comunidad Valenciana también se aporta su distribución en función de la altitud que se posiciona entre 88 y 962 m, particularmente a 582 m en el río Mijares y entre 88 y 962 m en el río Júcar.

- m) La especie *S. ornatum* está muy bien adaptada a ambientes variables, y además tolera un amplio espectro altitudinal (RUBIO & RUÍZ, 1999), entre 200 y 1400 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) y entre 300 y 1150 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) en los ríos andaluces. Se trata de una especie con una amplia distribución (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013). Suele aparecer en un rango que oscila entre los 200 y los 1400 m (MARTÍNEZ, 1996), aunque con preferencia por cauces bajos o medios (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013). Si bien, es más frecuente en torrentes de baja altitud (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013). En la Comunidad Valenciana se distribuye desde los 88 a los 1254 m, como en el río Turia apareciendo entre los 311 hasta los 1254 m u ocupando latitudes bajas como en el río Algar donde aparece entre 99 y 110 m, en el río Serpis entre 88 y 642 m o en el río Cenia entre 381 y 417 m. Pero también en altitudes medias como en el río Palancia donde ha aparecido entre 335 y 895 m, en el río Mijares entre 263 y 604 m y en el río Montnegre entre 443 y 665 m. Y en ambas altitudes como en el río Júcar apareciendo entre los 160 y 725 m de altitud.

- n) *S. petricolum* ha sido mencionada en el sureste del país entre 300 y 450 m de altitud (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b). En la Comunidad Valenciana ha sido hallada en diversos ríos de las tres provincias en un rango altitudinal bastante amplio. Es el caso del río Montnegre en Alicante, cuya presencia ha sido descrita a 625 m de altura, y en la misma provincia también en el río Algar entre 99 y 110 m y en el río Serpis entre 71 y 642 m. Asimismo en la provincia de Valencia se ha documentado su presencia en el río Turia entre 311 y 1254 m y en el río Júcar entre 88 y 221 m. Y, por último, en la provincia castellanense las poblaciones de esta especie se han determinado en el río Mijares entre 458 y 582 m y en el río Palancia entre 446 y 841 m. De lo que se concluye que *S. petricolum* muestra un rango de dispersión altitudinal muy amplio que abarca desde los 71 a los 1254 metros de altitud.
- o) La presencia de *S. pseudequinum* ha sido citada en Extremadura y en Huesca respectivamente entre los 200 y 650 m (MARTÍNEZ, 1996; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013), en el sureste peninsular entre 200 y 700 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), entre 500 y 700 m, así como por debajo de los 500 m en el río Cidacos en La Rioja (RUBIO & RUÍZ, 1999), en Andalucía entre 50 y 800 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) y en el sur peninsular entre 70 y 240 m de altitud (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002). Con lo que es una especie presente en amplios rangos altitudinales (RUBIO & RUÍZ, 1999). No obstante, algunos autores postulan que la distribución de la especie en cuestión depende negativamente de la altitud (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002). Sin embargo, en la Comunidad Valenciana se ha descrito entre 54 y 962 m de altitud. Desde cotas muy bajas como en el río Algar a 99 m y en el río Cenia entre 381 y 417 m. Y en rangos amplios como en el río Turia entre 54 y 844, en el río Júcar entre 125 y 962 m, en el río Palancia entre 232 y 516 m, en el río Mijares entre 263 y 664 m y en el río Serpis entre 71 y 642 m.
- p) La especie *S. quadrifila* se cita su distribución entre 315 y 426 m de altitud en la Comunidad Valenciana, concretamente en el río

Júcar, siendo por tanto un rango bastante reducido y situado en el tramo bajo del mencionado río valenciano.

- q) *S. reptans* en tierras valencianas se distribuye entre un rango altitudinal bastante amplio que varía entre 70 y 725 m de altitud. Como ejemplo se ha encontrado presente entre 70 y 642 m en el río Serpis y entre 695 y 725 m en el río Júcar.
- r) Las citas de *S. sergenti* se ajustan a rangos estrechos de altitud 120-240 m, y asociados a los cursos bajos (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), aunque también a rangos más amplios que van desde los 50 a los 750 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000). Sin embargo, GALLARDO-MAYENCO & TOJA (2002) aseguran que su distribución depende negativamente de la altitud. No obstante, en la Comunidad Valenciana también se asocia su presencia a rangos altitudinales estrechos que van desde los 7 a los 693 m como en el río Turia donde su presencia ha sido constatada entre 54 y 339 m, en el río Júcar entre 7 y 693 m, y en el río Serpis entre 71 y 642 m de altitud.
- s) *S. trifasciatum* en el área de estudio de la presente tesis doctoral ha sido descrita en un rango de altitudes muy amplio que oscilan entre 99 y 1254 m de altura. Se han encontrado ejemplares preimaginales a 99 m en el río Algar, a 625 en el río Montnegre, a 725 en el río Júcar, entre 191 y 642 m en el río Serpis, entre 263 y 664 en el río Mijares, entre 232 y 895 en el río Palancia, entre 381 y 417 m en el río Cenia y entre 844 y 1254 m en el río Turia.
- t) *S. velutinum* se ha encontrado en un rango altitudinal considerablemente extenso que va desde los 70 a los 660 metros sobre el nivel del mar (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), así como también entre 250 y 650 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) y entre 100 y 1350 m de altitud (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) en el sureste peninsular, e incluso ha sido mencionada su presencia desde por debajo de los 500 hasta los 900 m (RUBIO & RUÍZ, 1999) en La Rioja. Una situación similar ocurre en la Comunidad Valenciana donde el rango altitudinal en el que se presenta varía entre 96 y 895 m como puede apreciarse en

el río Mijares donde la especie en cuestión ha sido descrita a 604 m, en el río Júcar entre 125 y 160 m, en el río Palancia entre 616 y 895, en el río Serpis entre 96 y 642 m y en el río Montnegre entre 443 y 665 m de altitud.

- u) La presencia de *S. xanthinum* se asocia tradicionalmente a ambientes situados a elevadas altitudes. De hecho, y debido a esta casuística, se suele considerar como una especie indicadora de la buena calidad del agua de los ríos, arroyos y torrentes, es decir, aguas oxigenadas, transparentes y con corriente. Sin embargo, si se considera esta especie junto con el resto de especies que componen la comunidad de simúlidos de un lugar, estas podrían no ser muy adecuadas como indicadoras de la calidad de las aguas de estos ambientes lóticos (PALMER & O'KEEFFE, 1995; GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002). No obstante, también han sido encontradas en lugares con cierto grado de contaminación del agua (GONZÁLEZ, 1980) con lo que no sólo pueden soportar condiciones idílicas de aguas limpias, cristalinas y oxigenadas. Sin embargo, en la práctica se ha documentado la presencia de dicha especie en rangos altitudinales medios, concretamente entre 380 y 660 m (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002) y en rangos bastante amplios entre 400 y 1450 m de altitud (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) en Andalucía. En la Comunidad Valenciana tiende a ocupar cotas bajas que oscilan entre 125 y 689 m de altitud, por ejemplo, en el río Júcar se ha encontrado a 125 m, en el río Turia a 339 m, en el río Mijares a 604 m y en el río Palancia entre 232 y 689 m de altura.

En resumen, se concluye que las mismas especies, pero en ambientes geográficos distintos, responden en algunas ocasiones de manera diferente, y por tanto sus rangos de dispersión varían en cuanto al perfil altitudinal en el que se encuentran sus ambientes fluviales por interacción con otras variables físico-químicas, mientras que, en otras ocasiones muestran una respuesta similar. Es de importancia resaltar que, algunas especies de simúlidos destacan frente al resto de ellas por estar presentes a las altitudes más elevadas, es el caso de *S. intermedium*, *S. ornatum* y *S. petricolum* encontradas todas ellas a 1254

m en los ríos estudiados en la presente tesis doctoral. No obstante, a nivel nacional, hay otras especies cuya distribución ha sido descrita a altitudes incluso mayores como es el caso de *S. velutinum* a 1350 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), *S. ornatum* a 1400 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b), *S. xanthinum*, *S. carthusiense* y *S. cryophilum* a 1450 m, 2160 m y 2500 m respectivamente (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), siendo esta última especie la que muestra la distribución a la altitud más elevada. Por otro lado, las especies con la distribución a la menor altitud en el área estudiada en esta tesis doctoral, es *S. angustitarse* a 6 m, y *S. erythrocephalum* y *S. sergenti* ambas a 7 m de altura. En el resto del territorio español, dicha distribución a cotas bajas es mostrada por las especies *S. pseudequinum* y *S. sergenti* al haber sido citada sus presencias a 50 m de altitud (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000). Otra característica destacable tras la realización de la presente tesis doctoral, es la ampliación del intervalo de altitud en la distribución de ciertas especies de simúlidos. Para la especie *S. angustitarse* se ha ampliado el rango altitudinal hacia cotas de menor altitud pasando de 200 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) a 6 m. Idéntica casuística tiene lugar para *S. argyreatum* pasando de 600 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) a 191 m, *S. cryophilum* pasando de 300 m a 99 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000), *S. erythrocephalum* pasando de 300 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) a 7 m, *S. ornatum* pasando de 200 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) a 88 m, *S. sergenti* pasando de 500 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) a 7 m y *S. xanthinum* pasando de 380 m (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002) a 125 m. Asimismo, se ha aumentado el intervalo de distribución altitudinal hacia cotas de mayor altitud para *S. equinum* pasando de 900 m (RUBIO & RUÍZ, 1999) a 1103 m, *S. intermedium* pasando de 1200 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) a 1254 m y *S. pseudequinum* pasando de 800 m (CROSSKEY & CROSSKEY, 2000) a 962 m. Y finalmente, también se ha incrementado el intervalo de distribución altitudinal tanto hacia cotas más bajas como hacia cotas más elevadas para la especie *S. angustipes* pasando de 300 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) a 50 m y de 500 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b; RUBIO & RUÍZ, 1999) a 642 m. Así como

también para *S. petricolum* pasando de 300 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) a 71 m, y de 450 m (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999b) a 1250 m.

1.2. Conductividad eléctrica

La segunda variable físico-química significativa, que influye en la distribución de las especies de simúlidos es la conductividad eléctrica (McCREADIE *et al.*, 2006; TONGJURA *et al.*, 2015). Pese a la escasez de trabajos científicos que lo hayan tratado en profundidad, algunos autores han hecho referencia a él, como RIVERS-MOORE & PALMER (2018) que concluyeron que los valores de conductividad eléctrica del agua suelen ser elevados cuando el volumen del flujo hídrico es bajo, o que las comunidades de insectos de torrentes y arroyos muestran asociaciones con la conductividad eléctrica (KEFFORD, 1998; DINAKARAN *et al.*, 2009), o incluso que la conductividad indica la presencia de iones los cuales determinan la calidad del agua (TARIQ *et al.*, 2006). Además, se ha elucidado su efecto sobre los simúlidos, afirmando que estaciones de muestreo con niveles elevados de conductividad eléctrica ($> 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) del agua proporcionan un hábitat favorable para la especie halofílica *S. ruficorne* (RIVERS-MOORE *et al.*, 2007). En cualquier caso, la conductividad es un factor importante que influye a las larvas de mosca negra a la hora de colonizar un nuevo lugar (VIJAYAN & ANBALAGAN, 2018). Asimismo, también existe una correlación significativamente negativa entre la conductividad eléctrica y la abundancia de las especies de mosca negra ($r^2=0.14$, $p=0.04$) (VIJAYAN & ANBALAGAN, 2018), con lo que la abundancia de este díptero se ve afectada por este parámetro físico-químico del agua.

A continuación, se discuten los valores de conductividad eléctrica para algunas especies de simúlidos en diferentes áreas geográficas del territorio nacional.

- a) La especie *S. angustitarse* se ha citado en el río Flumen a su paso por la provincia aragonesa de Huesca soportando una conductividad media de $0,76 \text{ mS}/\text{cm}$ (VILLANÚA-INGLADA, 2003; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013). Sin embargo, en la

Comunidad Valenciana se ha encontrado tanto entre rangos de conductividad cuyos valores mínimos se aproximan al valor aportado por VILLANÚA-INGLADA, aunque ligeramente más bajos como los medidos en los ríos Serpis (0,29-10,3 mS/cm), Palancia (0,37-2,1 mS/cm), Mijares (0,53-9,1 mS/cm), Turia (0,55-6,8 mS/cm), Júcar (0,58-7,4 mS/cm). Y en aguas con valores mayores como en los ríos Algar (4,35-4,37 mS/cm), Cérvol con 5,2 mS/cm, Cenia con 5,5 mS/cm y Montnegre (8,1-13,3 mS/cm). En general se presenta en flujos de agua con un rango de conductividad amplio que oscila entre 0,29 y 13,3 mS/cm. Asimismo, esta especie destaca por ser capaz de tolerar aguas oligosalobres (0,98-9,98 mS/cm) (LÓPEZ SANCHEZ, 1989). En contra posición, *S. bertrandi* es estrictamente dulceacuícola (0,00-0,98 mS/cm) según LÓPEZ SÁNCHEZ (1989), soportando los valores de conductividad eléctrica más bajos, 0,410 mS/cm de los ríos estudiados en esta tesis doctoral. Desafortunadamente no se han encontrado referencias a esta especie para el parámetro en cuestión, con lo que no sabe cómo se comporta en otros ríos frente a la conductividad eléctrica de estos.

- b) *S. argyreatum* ha sido mencionada en diversos puntos de las aguas del río Lozoya en la Comunidad de Madrid, bajo una conductividad media anual de 0,02 mS/cm y de 0,24 mS/cm (CASADO *et al.*, 1990). Asimismo, también ha sido encontrada en tierras valencianas, concretamente en el río Serpis bajo condiciones más elevadas de conductividad eléctrica, concretamente con un valor de 6 mS/cm.
- c) *S. equinum* es otra especie mencionada en diversos puntos del Lozoya en valores de conductividad media anual de 0,05, 0,07 y 0,06 mS/cm (CASADO *et al.*, 1990). Asimismo, Los valores de conductividad eléctrica en la Comunidad Valenciana son de 0,39 mS/cm en el río Serpis con un valor bajo. Aunque también se ha confirmado su presencia en ríos con valores mayores de conductividad eléctrica como en el río Júcar con 5,1 mS/cm y en el río Palancia con 5,8 mS/cm. Además, también se ha encontrado ríos con amplios rangos de conductividad eléctrica como en el caso del

río Mijares (0,53-9,1 mS/cm) y del río Turia (0,78-7,7 mS/cm). De lo que se concluye del área de estudio que puede habitar flujos de agua con un intervalo de 0,39 y 9,1 mS/cm de conductividad eléctrica.

- d) *S. erythrocephalum* ha sido descrita tolerando valores de conductividad del agua de 1,49 mS/cm en Huesca (VILLANÚA-INGLADA, 2003; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013). Sin embargo, en la Comunidad Valenciana se ha encontrado ocupando ríos con valores de conductividad mayores como en el río Júcar con (5,14-6,2 mS/cm), así como en aguas con valores más pequeños como en el río Serpis con 0,34 mS/cm. Es decir, que esta especie de simúlido soporta valores entre 0,34 y 6,2 mS/cm en la zona de estudio de la tesis doctoral.
- e) La presencia de *S. intermedium* se cita de las aguas oscenses del río Flumen con un valor de conductividad de 0,76 mS/cm (VILLANÚA-INGLADA, 2003; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013). Asimismo, en multitud de ríos valencianos ha sido descrita su presencia tolerando amplios valores de conductividad eléctrica del agua como los rangos que se citan a continuación: en el río Serpis (0,29-10,3 mS/cm), en el río Palancia (0,37-8,1 mS/cm), en el río Mijares (0,53-9,1 mS/cm), en el río Turia (0,55-7,7 mS/cm), en el río Júcar (0,58-7,2 mS/cm), en el río Algar (8,1-13,3 mS/cm), en el río Cérvol (5,2 mS/cm) y en el río Montnegre (8,1-13,3 mS/cm). Concluyéndose un rango que oscila entre 0,29 y 31,3 mS/cm en los ríos del área de estudio de la presente tesis doctoral.
- f) *S. lineatum* ha sido descrita en dos puntos del río Lozoya con valores de conductividad media anual de 0,07 y 0,24 mS/cm (CASADO *et al.*, 1990) valores bastante menores que bajo los que se le ha encontrado en los ríos muestreados de la Comunidad Valenciana con 0,54 mS/cm en el río Mijares, en el río Palancia entre valores de conductividad que varían entre 0,25 y 6,8 mS/cm y en el río Júcar entre 5,1 y 6,8 mS/cm. Con lo que se presenta como una especie tolerante de un estrecho rango de conductividad siendo capaz de encontrarse entre 0,25 y 6,8 mS/cm.

- g) *S. ornatum* se citó bajo un valor de conductividad de 0,76 mS/cm en el río Flumen (VILLANÚA-INGLADA, 2003; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013), y en el río Lozoya en varios puntos con una conductividad media anual más o menos similar en cuatro puntos con 0,02, 0,05, 0,07, 0,06 mS/cm, y en otro un valor un poco mayor 0,24 mS/cm (CASADO *et al.*, 1990). Nuevamente, en la Comunidad Valenciana esta especie se ha detectado ocupando flujos de agua con valores superiores de conductividad eléctrica. *S. ornatum* se ha encontrado en los mismos ríos y valores de conductividad que la especie *S. intermedium*, salvo en los mencionados a continuación: en el río Turia, ha sido hallado entre 0,52 y 7,7 mS/cm, en el río Montnegre (8,1-8,2 mS/cm) y en el río Algar (3,35-4-37 mS/cm). Además, el rango de tolerancia a este parámetro es un poco menor (0,29-10,3 mS/cm).
- h) La presencia de *S. pseudequinum* fue confirmada en las aguas del Flumen con un valor de conductividad de 0,93 mS/cm (VILLANÚA-INGLADA, 2003; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013), y bajo valores medios anuales de conductividad eléctrica de 0,07 y 0,24 mS/cm en el Lozoya (CASADO *et al.*, 1990). No obstante, en el territorio valenciano ha sido encontrado en un amplio rango que oscila entre 0,25 y 13,2 mS/cm. Concretamente en el río Palancia (0,25-6 mS/cm), en el río Serpis (0,32-8,6 mS/cm), en el río Mijares (0,46-9,1 mS/cm), en el río Turia (0,52-8,7 mS/cm), en el río Júcar (5,1-7,1 mS/cm) y en el río Montnegre (13,2 mS/cm).
- i) *S. sergenti* es una especie de la que se mencionó su presencia en el río Flumen con una conductividad media de 0,73 mS/cm (VILLANÚA-INGLADA, 2003; VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013). Más recientemente, ha sido descrita en diversos ríos valencianos soportando valores mínimos de este parámetro físico-químico del agua inferiores al del río oscense como es el caso del río Palancia con valores entre 0,32 y 6 mS/cm, del río Serpis (0,33-8,6 mS/cm), del río Mijares (0,46-8,1 mS/cm), del río Turia (0,52-6,8 mS/cm) y del río Júcar (0,58-6,8 mS/cm). Pero también en flujos con valores mínimos de conductividad eléctrica superiores a

0,73 mS/cm como el del río Montnegre (8,1-13,3 mS/cm). Con lo que nuevamente se trata de una especie con un amplio rango de tolerancia de conductividad que va desde 0,32 mS/cm de mínimo a 13,3 mS/cm de valor máximo.

A modo de resumen, se puede concluir que la especie *S. argyreatum* es la que presenta el rango de tolerancia de conductividad eléctrica del agua más reducido, mientras que el resto de las especies mencionadas presentan amplios rangos de tolerancia para este parámetro físico-químico del agua. Contrariamente también se apostilla que algunas especies de las cuales no se ha discutido su presencia en otros ríos con sus propios valores de conductividad eléctrica por no haberse encontrado artículos científicos donde se nombraran estas especies y otras de las 21 descritas en esta tesis doctoral, muestran rangos de tolerancias bastante reducidos como es el caso de *M. blanci*, *S. bertrandi* y *S. quadrifila* cuyos rangos son 1,48-38,9 mS/cm, 1,55-2,47 mS/cm, 2,09-9,62 mS/cm respectivamente. Y por último, se concluye que las especies de mosca negra *S. intermedium*, *S. petricolum* y *S. velutinum* están asociadas a valores crecientes de conductividad eléctrica del flujo de agua de los ríos y afluentes estudiados.

1.3. Turbidez

La tercera variable físico-química estadísticamente significativa, es la turbidez del agua medida en Unidades de Turbidez Nefelométricas (NTU). De este parámetro, típicamente se dice que los simúlidos generalmente suelen preferir aguas claras, con corriente intensa, oxigenadas y con cobertura algal donde asirse los estados preimaginales, aunque si bien es cierto, también existen algunas especies que son capaces de tolerar aguas turbias y contaminadas (RUBIO & RUÍZ, 1999). Por otro lado, la turbidez se puede asociar de alguna manera a la eutrofización del agua. Bajo esta consideración, los simúlidos también se pueden encontrar en lugares con un cierto grado de eutrofización del agua (GONZÁLEZ, 1980). Asimismo, la diferencia en la composición de especies de simúlidos, refleja los cambios en los niveles de turbidez ocasionados por la variación en el flujo hídrico (RIVERS-MOORE & PALMER, 2018) en los diferentes tramos de los ríos. De hecho, en los tramos medios y bajos de los ríos,

La excesiva cantidad de partículas orgánicas en disolución dificulta la filtración del alimento a las larvas. Además, la mayor cantidad de materia orgánica implica una mayor proliferación de plantas acuáticas y algas, casuística que por un lado puede ser positiva puesto que posibilita mayor superficie disponible para la fijación de los estados inmaduros a diferentes altitudes dentro de la columna de agua, pero que también cuenta con una parte negativa ya que dicho aumento de organismos fotosintéticos se traduce en un consumo del oxígeno disuelto, dejando un porcentaje mínimo disponible para la respiración y desarrollo de los simúlidos (RUBIO & RUÍZ, 1999). Por otra parte, en los tramos bajos, algunos autores han alegado no encontrar rastro alguno de simúlidos en la desembocadura de los ríos debido a diversas y variopintas causas. Entre ellas destacan la alteración de la zona por la acción humana, la menor cantidad de vegetación y otros soportes para la fijación de los estados inmaduros de estos dípteros nematóceros, así como por la elevada concentración de materia orgánica procedente de los vertidos de aguas fecales al cauce. Esta última conlleva una gran proliferación de la vegetación acuática, la cual a su vez consume elevadas cantidades de oxígeno, elemento necesario e indispensable para el crecimiento y desarrollo de los estados preimaginales de la mosca negra. Hecho que dificulta tanto la respiración como la filtración del alimento, y por tanto imposibilitando su asentamiento en estos ambientes fluviales (RUBIO & RUÍZ, 1999). No obstante, y como resultado de la presente tesis doctoral, se ha detectado la presencia de mosca negra a escasos 5-7 metros del agua marina, particularmente de las especies *S. angustitarse* y *S. cryophilum* en la desembocadura del Río Amadorio a su paso por el municipio alicantino de la Villajoyosa (La Vila Joiosa) situado en la comarca de la Marina Baja (Marina Baixa), a orillas de la Costa Blanca.

En algunos estudios, las aguas claras han demostrado ser fuertes predictores de presencia de ciertas especies de simúlidos, del mismo modo que la presencia de otras especies de este díptero se asocia a aguas con elevada turbidez (RIVERS-MOORE *et al.*, 2007). De esta manera, De MOOR (1994) observó que cambios en la turbidez del agua causan cambios en la composición de especies de simúlidos. Asimismo, también ha sido descrito el cambio de la o las especies dominantes de

simúlidos de un lugar como consecuencia de los cambios de turbidez y flujo acaecidos con los cambios estacionales (FREDEEN, 1977b).

De este modo, los flujos elevados están asociados con altos niveles de turbidez, los cuales a su vez favorecen la presencia de ciertas especies de simúlidos (RIVERS-MOORE *et al.*, 2007). Este es el caso de varias especies de simúlidos descritas en el área de estudio de la presente tesis doctoral como son *S. intermedium*, *S. petricolum* y *S. velutinum*, las cuales muestran asociación por aguas con mayores valores de turbidez medidos en NTU que otras especies halladas en la misma zona. Contrariamente, bajos niveles de turbidez y flujos débiles causan que otras especies de mosca negra sean más abundantes en este tipo de aguas (RIVERS-MOORE & PALMER, 2018). Es el caso de *S. ruficorne*, una especie de mosca negra con preferencia contrastada por aguas claras como un requerimiento particular para su presencia (RIVERS-MOORE & PALMER, 2018) y que presenta estructuras adaptadas a este tipo de ambientes acuáticos con flujos lentos como son los abanicos filtradores débiles.

En el caso de la presente tesis doctoral, se observa que casi todas las especies de Díptera Simuliidae descritas en la Comunidad Valenciana son capaces de tolerar rangos reducidos de turbidez del flujo de agua. Mostrando de este modo preferencia, si puede utilizarse este término antroponómico, por ocupar aguas con valores bajos de esta variable y asociándose a su vez a aguas translucidas y cristalinas. Las especies con los menores rangos de tolerancia para la turbidez del agua son *S. bertrandi*, *S. pseudequinum*, *S. quadrifila*, *S. reptans*, *S. lineatum* y *S. erythrocephalum* con valores óptimos de 1,856 NTU, 4,344 NTU, 5,188 NTU, 6,444 NTU, 6,712 NTU y 9,675 NTU respectivamente. Contrariamente, *S. bezzii* puede tolerar un amplísimo rango de turbidez del agua, desde muy claras y transparentes a muy oscuras y opacas. Si bien es cierto, esta especie encontrada en dos estaciones de muestreo debería estudiarse en mayor profundidad para corroborar esta tendencia.

2. ANÁLISIS DE ESPECIES INDICADORAS DE SUSTRATO DE ADHESIÓN

La casuística referente a, si los estados preimaginales de los Díptera Simuliidae exhiben o no un comportamiento de preferencia de tipo de sustrato donde instalarse, ha sido estudiada por diversos autores. En primera instancia, DELLOME (1985) observó que sobre las hojas maduras y semidescompuestas, pero aún unidas a las ramas y plantas de la vegetación riparia, se registraba la mayor densidad de individuos. Además, los resultados de algunos estudios, han constatado que los estados de larva y pupa muestran predilección a la hora de adherirse o fijarse sobre un sustrato rocoso, arenoso o de naturaleza vegetal (HAMADA, 1989). Asimismo, DAS *et al.*, (1989) comprobaron que, encontrar estados inmaduros sobre sustratos inorgánicos, era menos frecuente que sobre sustratos de origen orgánico, e incluso FIGUEIRO *et al.*, (2012) señalaron y afirmaron la tendencia de algunas especies a situarse en lechos fluviales con abundante materia orgánica y hojarasca. De igual modo, otros autores también han mencionado que, los sustratos de torrentes y arroyos, tales como hojarasca y ramas procedentes del bosque de ribera, así como otros tipos de sustratos presentes en los mencionados ambientes acuáticos, son un factor importante que influye a las larvas de mosca negra a la hora de colonizar un nuevo lugar (KEFFORD, 1998; DINAKARAN *et al.*, 2009). Otros estudios han revelado que la fijación de los individuos inmaduros está relacionada con las diferentes características de los sustratos como la forma, el tamaño, el color y la textura (MEDEIROS *et al.*, 1999). En relación con la influencia de la coloración de los sustratos presentes en torrentes y ríos, MEDEIROS *et al.*, (1999) creen que el color debe de jugar un papel importante en la selección de los hábitats. Por otro lado, PEPINELLI *et al.*, (2005) observaron que las larvas en estados tempranos y aún en desarrollo, se instalan sobre guijarros del lecho del río, mientras que las larvas maduras en último estado y las pupas se sitúan preferentemente sobre los márgenes de sustratos vegetales. Este comportamiento guarda relación con la afirmación de algunos autores en relación con que las larvas suelen utilizar de hábitat preferente la vegetación, debido a que les proporcionan refugio contra los depredadores, frente a las

superficies rocosas desnudas y desprotegidas, aumentando así su tasa de supervivencia (MALMQVIST, 1994; HART & MERZ, 1998). Dentro de esta preferencia, ciertos estudios han sido realizados como el de VILLANÚA-INGLADA *et al.* (2013) cuyas conclusiones en cuanto al tipo de sustrato elegido para la fijación de larvas y pupas, es el hallazgo de que en más del 55% de los casos, los estados preimaginales se encontraban sobre hojas de enea y casi el 40% sobre hojas y tallos de carrizo. Por otra parte, los estados inmaduros de muchas especies de mosca negra muestran preferencia por un tipo de sustrato en particular a la hora de asirse a él (CROSSKEY, 1957; DISNEY *et al.*, 1967).

De esta manera, existen diversos trabajos que han estudiado específicamente diversas especies de simúlidos del territorio nacional:

- a) En primer lugar, se ha afirmado que la especie *S. angustitarse* tiende a adherirse principalmente sobre hierbas (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013).
- b) La especie *S. erythrocephalum* ha sido citada sobre sustratos vegetales y petrícolas (GRACIO, 1985), y en algunos casos de manera exclusiva sobre el cemento de las acequias de riego y sustratos vegetales tipo hierva (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013).
- c) *S. intermedium* muestra tendencia por asirse a sustratos tipo carrizo (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013).
- d) En cuarto lugar, la especie *S. ornatum* los estudios informan de que la distribución de la especie en cuestión es independiente de la composición del sustrato, es decir, rocoso, pedregoso, arenoso o con estructuras vegetales (BERNOTIENE, 2006). Sin embargo, otros trabajos afirman que como vegetación principal prefiere el carrizo a la hora de instalarse en un sustrato (VILLANÚA-INGLADA, 2003).
- e) *S. pseudequinum* puede anclarse a casi cualquier sustrato, aunque parece tener preferencia por los vegetales (GRACIO, 1985) como la hierva (VILLANÚA-INGLADA, 2003).

- f) En sexto lugar, *S. sergenti* es una especie de mosca negra que exhibe preferencia por fijarse y anclarse sobre *Phragmites australis*, conocido comúnmente como carrizo (VILLANÚA-INGLADA, 2003).

En lo que concierne a esta tesis doctoral, se ha encontrado a una misma especie de simúlido adherida a diversos y variopintos tipos de sustratos. Sobre una clasificación de 9 tipos diferentes de superficie de fijación, se ha testado la presencia de un mínimo de 9 especies de mosca negra y un máximo de 16 especies de simúlidos, sobre un mismo tipo de sustrato. Los cuales son los siguientes: *A. donax*, *A. nodiflorum*, *Equisetum* spp., *P. australis*, *P. nigra*, *P. pectinatus*, piedras, rocas, *R. ulmifolius* y *S. eleagnos*. O lo que es lo mismo, sobre una clase de sustrato se han encontrado diferentes especies de este díptero nematócero. Por ejemplo, sobre *A. donax* se han registrado a las especies de mosca negra *S. angustipes*, *S. angustitarse*, *S. intermedium*, *S. ornatum* y *S. trifasciatum*, a *M. blanci*, *S. bezzii*, *S. reptans*, *S. sergenti* y *S. velutinum* sobre *P. nigra*, sobre *P. australis* a *M. blanci*, *S. bezzii*, *S. equinum*, *S. pseudequinum*, *S. sergenti* y *S. velutinum* o a *M. blanci*, *S. angustitarse*, *S. argyreatum*, *S. equinum*, *S. intermedium*, *S. ornatum*, *S. sergenti*, *S. trifasciatum* y *S. velutinum* sobre *P. pectinatus*. Sin embargo, tras realizar los cálculos de especificidad y fidelidad de las especies de simúlidos por los diferentes tipos de sustratos, ninguna especie resultó ser indicadora de ningún sustrato en particular, puesto que el p-valor > 0,05 en todos los casos. Es decir, se adhieren a una superficie adecuada independientemente del tipo o clase de sustrato. Y aunque los macrófitos y las piedras, son los tipos de sustrato que han resultado ser los menos elegidos por las diferentes especies de mosca negra para su adhesión, se concluye que las especies de simúlidos no muestran una preferencia por uno u otro tipo de sustrato como cabría esperar.

3. ESTUDIO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE SIMÚLIDOS EN ESPAÑA

La familia Simuliidae, se encuentra ampliamente representada en los numerosos torrentes, ríos y arroyos de cualquiera de las comunidades y provincias del territorio nacional, algunos

ejemplos de ello se citan a continuación. En la zona norte del país, Asturias cuenta con una riqueza de 7 especies del díptero nematócero en cuestión. Estas especies se encuentran distribuidas a lo largo y ancho de los ríos asturianos. Sin embargo, el número de especies que albergan estos ríos es bastante baja, con tan sólo una especie en los ríos Aller, Esva, Jomezana, Orle y en el arroyo Rabucán, tres especies en los ríos Arganza, de la Pola, Nalón, Narcea y Naviego, y cuatro especies en el río Pigüña (PUIG *et al.*, 1984). En esta misma área geográfica, los ríos gallegos se asemejan a los asturianos ya que en su mayoría también poseen un bajo número de especies. Por ejemplo, en Pontevedra en el río Lézez se ha citado una riqueza específica de tan sólo 2 especies, y en el río Umia de 4 especies (LESTÓN *et al.*, 2014a). Por otro lado, en Lugo también se ha mencionado una riqueza baja, con 3 especies en los ríos Eo, Masma y Ouro, y 4 especies en el río Ulla (LESTÓN *et al.*, 2014a). Asimismo, en La Coruña, en el río Mandeo únicamente se ha descrito una especie, en el río Mera tres especies y en los ríos Pereira y Sar (afluente del río Ulla) dos especies. No obstante, el río Anllóns exhibe la máxima riqueza de especies de la comunidad gallega, albergando hasta 8 especies diferentes de simúlidos (LESTÓN *et al.*, 2014a), del mismo modo que el río Avia, afluente del río Miño en la provincia de Orense (JUSTO *et al.*, 2008). En la comunidad aragonesa, los distintos afluentes directos e indirectos del río Ebro, han revelado una riqueza específica de mosca negra de 6 especies en aguas del río Flumen a su paso por la provincia oscense (VILLANÚA-INGLADA *et al.*, 2013), y de 9 especies en la cuenca hidrográfica del río Cidacos, tanto en su tramo por tierras de la provincia aragonesa de Soria, como en su transcurso por la comunidad de La Rioja (MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a). Sin embargo, en el propio río Ebro, se ha citado una riqueza específica menor que en sus afluentes recientemente mencionados, presentando una riqueza de únicamente 3 especies en el tramo que fluye por la provincia de Zaragoza (RUIZ-ARRONDO *et al.*, 2012b). En el extremo noreste del país, concretamente en la provincia catalana de Gerona, se ha descrito una riqueza específica elevada de esta familia de dípteros en las aguas del río Ter, con un número total de 13 especies (PUIG *et al.*, 1987). En el centro de España, el río Lozoya, afluente del río Jarama, ha mostrado una riqueza de especies de simúlidos para la Comunidad de Madrid de hasta 8 especies. Otro

ejemplo, es el de la comunidad de Andalucía, una de las más extensas y con un denso entramado de cursos de agua. En primer lugar, en la provincia gaditana, discurren los ríos Guadalete del cual se ha descrito una riqueza de 5 especies de simúlidos (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002), y también el río Guadalquivir cuya riqueza específica ha resultado ser considerable, representando sus aguas un número total de 10 especies (BELQAT & GALLARDO-MAYENCO, 2016). Otro ejemplo es el del río Guadaira, uno de los afluentes del río Guadalquivir que discurre a través de las provincias andaluzas de Cádiz y Sevilla. Dicho río posee una riqueza de 5 especies de mosca negra (GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002). Asimismo, el río Yeguas, otro de los afluentes del río Guadalquivir, recorre la provincia manchega de Ciudad Real y las andaluzas de Córdoba y Jaén antes de desembocar en él, presentando a lo largo de su recorrido una riqueza total de 13 especies de simúlidos (GONZÁLEZ *et al.*, 1986). Además, en el tramo del río Guadalquivir, a su paso por la provincia cordobesa, la riqueza de simúlidos es de 7 especies (OBREGÓN *et al.*, 2016b). En última instancia, y en plena Sierra de Segura, de la provincia jienense, los arroyos Molinos y Orcera presentan una riqueza específica de 7 y 8 especies diferentes de simúlidos respectivamente (RICOY, 2015).

Sin embargo, los ríos del área de estudio de la presente tesis doctoral, presentan en su mayoría riquezas específicas bastante extensas. Son los casos del río Turia a su paso por las provincias de Teruel y Valencia con 11 especies. También, el del río Palancia en su fluir por las provincias de Castellón y Valencia con una riqueza de 12 especies de simúlidos. O la del río Mijares a su paso por las provincias de Teruel y Castellón, del que su riqueza es de 13 especies. La misma casuística tiene lugar en el caso del río Serpis, cuyas aguas a su paso por las provincias de Alicante y Valencia han revelado una riqueza de 14 especies. Y por último, la riqueza específica más elevada se ha presentado en el río Júcar, tras su paso por las provincias de Cuenca, Albacete y Valencia, con un total de 16 especies de simúlidos. En contraposición, también existen ríos con riquezas de especies realmente bajas en el área estudiada en esta tesis doctoral. Es el caso de los ríos Algar, Montnegre y Amadorio en la provincia Alicantina con 8, 7 y 2 especies de simúlidos respectivamente, o de los ríos de la provincia de

Capítulo 6. Discusión

Castellón, Cenia con 5 especies y Cérvol con la riqueza más baja de todos los ríos estudiados en esta tesis doctoral, con tan sólo 1 especie de mosca negra.

De los ríos objeto de estudio, existen trabajos científicos cuyos resultados han aportado información sobre la composición de las comunidades de especies de simúlidos, Son el caso de los artículos sobre la simulidofauna del río Júcar, cuya riqueza ha sido de 7 (CÓRDOBA-LLORIA *et al.*, 2017) y 8 especies (BUENO *et al.*, 2017). Y del río Serpis con una riqueza de 7 especies (LESTÓN *et al.*, 2013; 2014b). Y que en cualquiera de los casos han mostrado una riqueza específica menor que la aportada por esta tesis doctoral con 16 especies para el río Júcar (LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a), y de 14 para el río Serpis (Tabla 171). Con lo que se aumenta la riqueza específica conocida en ambos ríos hasta el momento, con hasta el doble de especies.

Tabla 171.-Riqueza específica de simúlidos en ríos españoles.

RÍO	RIQUEZA ESPECÍFICA	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Aller	1	PUIG <i>et al.</i> ,1984
Arganza	3	
de la Pola	3	
Esva	1	
Jomezana	1	
Nalón	3	
Narcea	3	
Naviego	3	
Orle	1	
Pigüeña	4	
Arroyo Rabucán	1	
Yeguas (Afluente Guadalquivir)	13	GONZÁLEZ <i>et al.</i> , 1986
Ter	13	PUIG <i>et al.</i> , 1987

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

RÍO	RIQUEZA ESPECÍFICA	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Lozoya (Afluente del río Jarama)	8	CASADO <i>et al.</i> , 1990
Cidacos (Afluente del río Ebro)	9	MARTÍNEZ & PORTILLO, 1999a
Guadaira (Afluente Guadalquivir)	7	GALLARDO-MAYENCO & TOJA, 2002
Guadalete	5	
Avia (afluente del Miño)	8	JUSTO <i>et al.</i> , 2008
Ebro	3	RUIZ-ARRONDO <i>et al.</i> , 2012b
Flumen	6	VILLANÚA-INGLADA <i>et al.</i> , 2013
Serpis	7	LESTÓN <i>et al.</i> , 2013; 2014b
Anllóns	8	LESTÓN <i>et al.</i> , 2014a
Eo	3	
Lérez	2	
Mandeo	1	
Masma	3	
Mera	3	
Ouro	3	
Pereira	2	
Sar (Afluente río Ulla)	2	
Ulla	4	
Umia	4	
Arroyo Molinos	7	
Arroyo Orcera	8	
Guadalquitón	10	BELQAT & GALLARDO-MAYENCO, 2016
Guadalquivir	7	OBREGÓN <i>et al.</i> , 2016b
Júcar	8	BUENO <i>et al.</i> , 2017
Júcar	7	CÓRDOBA-LLORIA <i>et al.</i> , 2017

RÍO	RIQUEZA ESPECÍFICA	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Júcar	16	LÓPEZ-PEÑA & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017a
Algar	8	LÓPEZ-PEÑA, 2018 (Tesis doctoral)
Amadorio	2	
Cenia	5	
Cérvol	1	
Júcar	16	
Mijares	13	
Montnegre	7	
Palancia	12	
Serpis	14	
Turia	11	

Se ha comparado la riqueza de especies de simúlidos entre distintos ríos y arroyos, de diferentes lugares de España, con los ríos estudiados en la presente tesis doctoral.

Los ríos Lérez, Pereira y Sar manifiestan la misma riqueza específica que el río Amadorio. Todos ellos presentan 2 especies, sin embargo, tan sólo el río Pereira comparte la especie *S. angustipes* con el río Amadorio, los otros dos, no tienen ninguna especie en común con el río Amadorio (Tabla 172).

Tabla 172.- Comparativa de la composición de especies de simúlidos entre el río Amadorio y otros ríos españoles con la misma riqueza específica.

	Río			
	Amadorio	Lérez	Pereira	Sar
Especie	<i>S. angustipes</i>	<i>S. equinum</i>	<i>S. angustipes</i>	<i>S. monticola</i>
	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. trifasciatum</i>

En segundo lugar, únicamente el río Guadalete muestra la misma riqueza que el río Cenia con 5 especies de mosca negra, de las

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

cuales *S. intermedium* y *S. pseudequinum* se presentan en ambos ríos y las especies restantes son diferentes (Tabla 173).

Tabla 173.- Comparativa de la composición de especies de simúlidos entre los ríos Cenia y Guadalete.

	Río	
	Cenia	Guadalete
Especie	<i>S. angustipes</i>	<i>S. intermedium</i>
	<i>S. intermedium</i>	<i>S. pseudequinum</i>
	<i>S. ornatum</i>	<i>S. sergenti</i>
	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. velutinum</i>
	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. xanthinum</i>

En tercer lugar, cinco ríos presentan la misma riqueza de especies que el río Montnegre. De ellos, el arroyo Molinos comparte el máximo número de especies con el Montnegre, en total cuatro de siete: *S. intermedium*, *S. ornatum*, *S. petricolum* y *S. velutinum*. Por otro lado, los ríos Guadalquivir y Serpis tienen en común 3 especies con este río alicantino, que son: *S. ornatum*, *S. petricolum* y *S. trifasciatum* en el primero y *S. intermedium*, *S. ornatum* y *S. velutinum* en el segundo. Del río Guadaira, 2 de las 7 especies se encuentran en el río Montnegre, concretamente *S. intermedium* y *S. velutinum*. Y finalmente, en el río Júcar ninguna de las 7 especies descritas se encuentran en el Montnegre, con lo que son los ríos más diferentes entre sí aún a pesar de albergar la misma riqueza de especies. También es de destacar que, las especies *S. intermedium* aparece en tres de los 5 ríos mencionados, al igual que *S. ornatum* y *S. velutinum*, y *S. petricolum* en dos de ellos (Tabla 174).

Tabla 174.- Comparativa de la composición de especies de simúlidos entre el río Montnegre y otros ríos españoles con la misma riqueza específica.

		Río/Arroyo		
		Montnegre	Guadaira	Guadalquivir
Especie		<i>S. angustipes</i>	<i>M. blanci</i>	<i>S. aureum</i>
		<i>S. angustitarse</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>
		<i>S. intermedium</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. petricolum</i>
		<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. pseudequinum</i>
		<i>S. petricolum</i>	<i>S. ruficorne</i>	<i>S. rubzovianum</i>
		<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. ruficorne</i>
		<i>S. velutinum</i>	<i>S. velutinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
		Júcar	Molinos	Serpis
Especie		<i>S. erythrocephalum</i>	<i>S. bezzii</i>	<i>S. erythrocephalum</i>
		<i>S. lineatum</i>	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. intermedium</i>
		<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. intermedium</i>	<i>S. ornatum</i>
		<i>S. reptans</i>	<i>S. ornatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>
		<i>S. ruficorne</i>	<i>S. petricolum</i>	<i>S. ruficorne</i>
		<i>S. sergenti</i>	<i>S. velutinum</i>	<i>S. trifasciatum</i>
		<i>S. xanthinum</i>	<i>S. xanthinum</i>	<i>S. velutinum</i>

Por otro lado, los ríos Júcar y Lozoya, coinciden en la riqueza de especies de mosca negra con la del río Algar. De ellos, el río Júcar comparte escasamente una especie de simúlido con el río Algar, concretamente la especie *S. pseudequinum*. Y el río Lozoya dos, esta misma y *S. ornatum* (Tabla 175).

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

Tabla 175.- Comparativa de la composición de especies de simúlidos entre el río Algar y otros ríos españoles con la misma riqueza específica.

		Río		
		Algar	Júcar	Lozoya
Especie	<i>S. angustipes</i>	<i>S. erythrocephalum</i>	<i>Prosimulium hirtipes</i>	
	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. lineatum</i>	<i>S. argyreatum</i>	
	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. grupo aureum</i>	
	<i>S. intermedium</i>	<i>S. reptans</i>	<i>S. equinum</i>	
	<i>S. ornatum</i>	<i>S. ruficorne</i>	<i>S. lineatum</i>	
	<i>S. petricolum</i>	<i>S. sergenti</i>	<i>S. ornatum</i>	
	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. vernum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	
	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. xanthinum</i>	<i>S. vernum</i>	

Finalmente, compartiendo una riqueza máxima de 13 especies con el río Mijares se encuentran los ríos Yeguas y Ter. Cinco especies de este díptero nematócero aparecen simultáneamente en el río Yeguas y en el río Mijares: *M. blanci*, *S. angustitarse*, *S. bezzii*, *S. ornatum* y *S. pseudequinum*. Asimismo, tres especies se distribuyen paralelamente en los ríos Ter y Mijares: *S. angustipes*, *S. bezzii* y *S. ornatum*. De todas estas especies, tan sólo dos de ellas se presentan conjuntamente en los tres ríos, son *S. bezzii* y *S. ornatum* (Tabla 176).

Tabla 176.- Comparativa de la composición de especies de simúlidos entre el río Mijares y otros ríos españoles con la misma riqueza específica.

		Río		
		Mijares	Yeguas	Ter
Especie	<i>Metacnephia blanci</i>	<i>M. blanci</i>	<i>P. hirtipes</i>	
	<i>S. angustipes</i>	<i>M. muragica</i>	<i>P. rufipes</i>	
	<i>S. angustitarse</i>	<i>P. grupo hirtipes</i>	<i>S. angustipes</i>	
	<i>S. bezzii</i>	<i>P. (Urosimulium) sp.</i>	<i>S. argyreatum</i>	
	<i>S. equinum</i>	<i>S. angustitarse</i>	<i>S. auricoma</i>	
	<i>S. intermedium</i>	<i>S. armoricanum</i>	<i>S. bezzii</i>	
	<i>S. lineatum</i>	<i>S. aureum</i>	<i>S. cryophilum</i>	
	<i>S. ornatum</i>	<i>S. bezzii</i>	<i>S. erythrocephalum</i>	
	<i>S. petricolum</i>	<i>S. cryophilum</i>	<i>S. latinum</i>	
	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. grupo ornatum</i>	<i>S. ornatum</i>	
	<i>S. trifasciatum</i>	<i>S. pseudequinum</i>	<i>S. reptans</i>	
	<i>S. velutinum</i>	<i>S. variegatum</i>	<i>S. spinosum</i>	
	<i>S. xanthinum</i>	<i>S. vernum</i>	<i>S. variegatum</i>	

Estas comparaciones, ponen de manifiesto que la diferente composición faunística está influenciada por parámetros físico-químicos como anteriormente se ha discutido. En ello residiría la diferencia entre las especies que colonizan un determinado río, aunque su riqueza específica sea igual a la de los otros ríos con los que se ha comparado.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

1. Las 21 especies de moscas negras detectadas en ríos de Albacete, Alicante, Castellón, Cuenca, Teruel y Valencia representan el 40 % de la riqueza de simúlidos conocidos de España.
2. Estas especies identificadas aportan 45 nuevas citas provinciales: 3 para Albacete, 5 para Teruel, 6 para Alicante, 14 para Castellón y 17 para Valencia. De todas ellas, 5 especies: *S. angustipes*, *S. angustitarse*, *S. bezzii*, *S. petricolum* y *S. sergenti* son novedad para la Comunidad Valenciana. Además, aunque en el área de estudio y en el resto del territorio nacional *S. intermedium* y *S. velutinum* son las especies con la distribución más amplia, han sido citadas por primera vez de Castellón y Valencia.
3. Se ha contrastado la presencia de 6 especies (*S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum* y *S. reptans*) de importancia para la salud humana y animal y con afección para explotaciones ganaderas y núcleos urbanos próximos a los puntos de cría y dentro de sus rangos de vuelo.
4. Los tratamientos biológicos de acción larvicida, llevados a cabo mediante preparados de *Bacillus thuringiensis* y aplicados regularmente, evidencian su eficacia sobre las poblaciones de simúlidos.
5. Se ha encontrado nematodos Mermithidae y ácaros Hydrachnidae que actúan como parásitos de larvas y pupas de simúlidos en grado distinto según la especie hospedadora. Las larvas de *S. ornatum* son las más afectadas por nematodos, y las pupas de *S. equinum*, *S. intermedium*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum* y *S. trifasciatum* las más afectadas por hidracáridos.
6. Las características de los ambientes en los que se presentan los simúlidos determinan diferencias significativas en la composición de sus comunidades. Las variables ambientales más influyentes son la conductividad eléctrica, la altitud y la turbidez.
7. Las especies que muestran mayor tolerancia a la altitud son *S. angustipes*, *S. angustitarse*, *S. intermedium*, *S. ornatum*, *S. petricolum* y *S. velutinum*. Por su parte, las especies que presentan

las tolerancias más restringidas son *S. erythrocephalum*, *S. cryophilum*, *S. sergenti*, *S. reptans* y *S. quadrifila*. Asimismo, *S. bertrandi*, *S. carthusiense*, *S. equinum* y *S. ornatum* muestran asociación por valores elevados de altitud.

8. La mayoría de especies muestran rangos amplios de tolerancia a la conductividad eléctrica. No obstante, *S. angustitarse* destaca por soportar los valores más elevados. Sin embargo, *M. blanci*, *S. bertrandi*, *S. lineatum* y *S. quadrifila* toleran rangos estrechos. También se evidencia que *S. intermedium*, *S. petricolum* y *S. velutinum* se asocian a valores crecientes de conductividad eléctrica.
9. Casi todas las especies toleran rangos reducidos de turbidez, mostrando preferencia por aguas con valores bajos. Las especies con los menores rangos de tolerancia son *S. bertrandi*, *S. pseudequinum*, *S. quadrifila*, *S. reptans*, *S. lineatum* y *S. erythrocephalum*. Destaca *S. bezzii* por tolerar un amplio rango de turbidez. Asimismo, se evidencia que *S. intermedium*, *S. petricolum* y *S. velutinum* se asocian a aguas con valores elevados de turbidez.
10. Las especies de simúlidos estudiadas no muestran preferencia por el tipo de sustrato.
11. Se han encontrado diferencias significativas entre las cuencas y las especies de mosca negra que albergan, siendo la presencia de *S. trifasciatum* asociada exclusivamente al río Cenia.
12. Analizando la diversidad de todas las cuencas en conjunto, se observa que, respecto a la riqueza de especies, el río Júcar es el más diverso de los 10 ríos estudiados con 16 especies en total, seguido de los ríos Serpis con 14 especies, Mijares con 13, Palancia con 12 y Turia con 11. Por el contrario, el Cérvol, el Amadorio, el Cenia y el Algar presentan las riquezas específicas más bajas con 1, 2, 5 y 8 especies de simúlidos respectivamente.

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

ABREU, E.S., 1922. Monografía de los Melusinidos de las Islas Canarias. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes*, 17: 295-339.

Accelerating work to overcome the global impact of neglected tropical diseases. A roadmap for implementation. Geneva: World Health Organization; WHO/HTM/NTD/PCT/20121; 2012. http://www.who.int/neglected_diseases/NTD_RoadMap_2012_Fullversion.pdf.

ADLER, P.H., D.C. CURRIE & D.M. WOOD, 2004. *The black flies (simuliidae) of North America*. Cornell University Press. 941 pp. ISBN: 0801424984.

ADLER, P.H. & J.W. McCREADIE, 2002. Black flies (Simuliidae). In: *Medical and veterinary entomology*. MULLEN, G.R. & L.A. DURDEN (eds.) San Diego: Academic Press. pp: 185-202. Doi://dx.doi.org/10.1016/B978-012510451-7/50013-X.

ADLER, P.H. & R.W. CROSSKEY, 2016. World Blackflies (Diptera: Simuliidae): A Comprehensive Revision of the Taxonomic and Geographical Inventory [2016]. 126 pp. <http://www.clemson.edu/cafls/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf>

ADLER, P.H. & R.W. CROSSKEY, 2017. World Blackflies (Diptera: Simuliidae): A Comprehensive Revision of the Taxonomic and Geographical Inventory [2017]. 126 pp. <http://www.clemson.edu/cafls/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf>

ADLER, P.H. & R.W. CROSSKEY, 2018. World Blackflies (Diptera: Simuliidae): A Comprehensive Revision of the Taxonomic and Geographical Inventory [2018]. 134 pp. <https://biomia.sites.clemson.edu/pdfs/blackflyinventory.pdf>

African Programme for Onchocerciasis Control (APOC). Eighteenth Session of the Joint Action Forum. Bujumbura, Burundi. Final Communiqué.

2012. http://www.who.int/apoc/about/structure/jaf/Final_Communi que JAF 18 English final with annexes.pdf.
- AKAIKE, H., 1974.** A new look at the statistical identification model. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 6: 716-723.
- ALTMAN, D.G. & BLAND, J.M., 1994.** Statistics notes: diagnostic tests 1; sensitivity and specificity. *BMJ*, 308(6943): 1552. doi:10.1136/bmj.308.6943.1552.
- ANDERSON, J.R. & G.R. DEFOLIART, 1961.** Feeding behaviour and host preferences of some blackflies (*Diptera:Simuliidae*) in Wisconsin. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 54: 716-729.
- ANDERSON M.J., 2001.** Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 626-639.
- 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.
- ANÓNIMO, 2013.** *Informe sobre las consultas atendidas por picaduras de insectos en atención primaria*. Zaragoza: Gobierno de Aragón. Servicio de Drogodependencia y Vigilancia de la Salud, Dirección General de Salud Pública. 9 pp.
- ANTIGA, P., 1888.** Contribución a la fauna de Cataluña. Catálogo de los dípteros observados en diferentes sitios del principado. Barcelona, In: *Datos para el conocimiento de la distribución geográfica de los dípteros de España*. ENCOBET, J.A. (ed.). 1912 pp. *Memorias Real Sociedad Española de Historia Natural*, 7(2): 63-247.
- APABLAZA, J. & F. URRRA, 2010.** *Introducción a la Entomología General y Agrícola*. (4ta ed. ampliada). Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal: Ediciones Universidad Católica de Chile. 151 pp.

- ARMSTRONG, E. & L. BASS, 1986.** Effects of infection by *Nosema whitei* on the mating frequency and fecundity of *Tribolium castaneum*. *J. Invert. Pathol.*, 47: 310-316.
- ARONSON, A.I., W. BECKMAN & P. DUNN, 1986.** Bacillus thuringiensis and related insect pathogens. *Microbiological Reviews*, 50(1): 1-24.
- BAIN, O., A.M. DENKE, Y. AMÉGÉE & A.G. CHABAUD, 1977.** Les onchocercos des bovines au Togo: les microfílaires et leurs distribution. *Ann. Univ. Bénin*, 3: 117-123.
- BALDWIN, W., A.S. WEST & J. GOMERY, 1975.** Dispersal patterns of blackflies (Diptera: Simuliidae) tagged with ³²P. *Canadian Entomologist*, 107: 113-118.
- BAUŽIENĖ, V., V. BŪDA & R. BERNOTIENĖ, 2004.** Mating activity of the mammalophilic blackflies *Simulium (Wilhelmia) lineatum* (Meigen, 1804) (Diptera: Simuliidae) under laboratory conditions. *Acta Zoologica Lituanica*, 14(4): 34-40. ISSN: 1392-1657 (Print) 1648-6919 (Online). DOI: 10.1080/13921657.2004.10512597.
- BEAUCOURNU-SAGUEZ, F., 1972.** Captures de Simulies dans la moite sud du Portugal. Premières captures en Europe de *Simulium sergenti* Edwards 1923 et de *Simulium ruficorne* Macquart, 1838. *Anais Escola Nacional Saude publica de Medicina Tropical*, 6: 73-83.
- BEAUCOURNU-SAGUEZ, F., 1975a.** Récoltes de Simulies (Diptera Simuliidae) dans le Sud-Est de l'Espagne. *Annales de la Société Entomologique France*, 11(1): 73-89.
- BEAUCOURNU-SAGUEZ, F., 1975b.** Sur quelques Simulies (Diptera, Simuliidae) du Nord-Ouest de l'Espagne. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 50(1): 105-122.
- BEAUCOURNU-SAGUEZ, F., S. CHEVRIER, B. DUBOIS, M. GENETE, J.B. De LEMOS, P. MUTEL & J.C. BEAUCOURNU, 1990.** Etude préliminaire d'un foyer de

- simulidose a *Simulium posticum* Meigen, 1838 dans le département de l'Eure. Impact medical. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 20(6): 279-283.
- BELQAT, B. & A. GALLARDO-MAYENCO, 2016.** Biodiversity of the black flies (Diptera: Simuliidae) of some watercourses of Gibraltar countryside (Cádiz, Spain). 10 Oral presentation in book of abstracts of the *VII International Simuliidae Symposium*, Zaragoza: 25 p.
- BELQAT, B. & J. GARRIDO, 2008.** Inventaire faunistique et bibliographique des Simulies d'Espagne (Diptera, Simuliidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 24(3): 201-219.
- BENELLI, G. & R. PAVELA, 2018.** Beyond mosquitoes. Essential oil toxicity and repellency against bloodsucking insects. *Industrial Crops and Products*, 117: 382-392. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.072>.
- BENNETT, G.F., 1961.** On the specificity and transmission of some avian trypanosomes. *Can. J. Zool.*, 39: 17-33.
- BENNETT, G.F., A.M. FALLIS, & A.G. CAMPBELL, 1972.** The response of *Simulium (Eusimulium) euryadminiculum* Davis (Diptera: Simuliidae) to some olfactory and visual stimuli. *Canadian Journal of Zoology*, 50: 793-800.
- BERNOTIENĖ, R., 2003.** *Blackfly and biting midges (Diptera: Simuliidae, Ceratopogonidae), peculiarities of their distribution and development in Lithuania.* Doctoral dissertation. Vilnius: Institute of Ecology of Vilnius University.
- BERNOTIENE, R., 2006.** On the distribution of blackfly larvae in small lowland rivers in Lithuania. *Acta entomologica Serbica*, 11: 115-125.
- BIANCO, A.E., P.J. HAM, K. ELSINNARY & G.S. NELSON, 1980.** Large-scale recovery of *Onchocerca* microfilariae from naturally infected cattle and horses. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 74: 109-110.

- BOAKYE, D.A., E. FOKAM, A. GHANSAH, J. AMAKYE, M.D. WILSON & C.H. BROWN, 2009.** *Cardiocladius oliffi* (Diptera: Chironomidae) as a potential biological control agent against *Simulium squamosum* (Diptera: Simuliidae). *Parasites and Vectors*, 2: 5 pp. doi:10.1186/1756-3305-2-20.
- BOATIN, B., 2008.** The Onchocerciasis Control Programme in West Africa (OCP). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 102(Supplement 1):13-7.
- BOATIN, B.A. & F.O.Jr. RICHARDS, 2006.** Control of onchocerciasis. *Advances in Parasitology*, 61: 349-94.
- BRADBURY, W.C. & G.F. BENNETT, 1974b.** Behaviour of adult Simuliidae (Diptera). I. Response to color and shape. *Canadian Journal of Zoology*, 52: 251-259.
- BRADBURY, W.C. & G.F. BENNETT, 1974a.** Behavior of adult Simuliidae (Diptera). II. Vision and olfaction in near-orientation and landing. *Canadian Journal of Zoology*, 52: 1355-1364.
- BRAY, J.R. & J.T. CURTIS, 1957.** An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- BUENO-MARÍ, R., D. LÓPEZ-PEÑA, & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2013.** Análisis faunístico e interés sanitario de los simúlidos del tramo bajo del río Turia (Valencia). Comunicación en póster en el libro de resúmenes de las XXX Jornadas de la Asociación española de Entomología (AeE), Salamanca: 74 p.
- BUENO-MARÍ, R.; O. GIMÉNEZ-GRAS, S. CÓRDOBAL-LORIA, J.P. SERNA-MOMPEÁN & R. ACOSTA-ALEIXANDRE, 2017.** Diversity, ecology and control of black flies (Diptera, Simuliidae) in middle and low sections of Júcar river (Valencia, Spain). 110 Poster communication: Vector control. In book of abstracts of The 7th International Congress of the Society for Vector Ecology (SOVE), New technology conquering old vectors?, Palma of Mallorca, Spain, : 247 p.

- BURGER, J.F., 1987.** Specialized habitat selection by black flies. In: *Black flies: ecology, population management and annotated world list*. KIM, K.C. & R.W. MERRITT (eds). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press. pp: 129-145.
- BURTON G.J. & T.M. McRAE, 1972.** Observations on trichopteran predators of aquatic stages of *Simulium damnosum* and other *Simulium* species in Ghana. *Journal of Medical Entomology*, 9(4): 289-294.
- BWANGAMOI, O., 1969.** *Onchocerca ochengi* new species, an intradermal parasite of cattle in East Africa. *Bull. Epizool. Dis. Africa*, 17: 321-335.
- CARLSSON, G., 1969.** Some Simuliidae (Diptera) from Southern Spain. *Entomologiske Meddelelser*, 37: 202-206.
- CASADO, C., C. MONTES, D. GARCIA DE JALÓN & O. SORIANO, 1990.** Contribución al estudio faunístico del bentos fluvial del río Lozoya (Sierra de Guadarrama, España). *Limnetica*, 8: 87-100.
- CATALÁN, J. & J.M. CATALÁN, 1987.** *Ríos: caracterización y calidad de sus aguas*. 2ª Edición. Madrid: Dihidro, 1: 264 pp.
- CHANCE, M.M., 1970.** The functional morphology of the mouthparts of blackfly larvae (Diptera: Simuliidae). *Quaest. Ent.*, 6: 245-284.
- CID, Y., M. PORTILLO & G. PÉREZ-ANDUEZA, 2017.** Los simúlidos (Diptera, Simuliidae) de la Sierra de Gredos (Ávila). 57 poster en el libro de resúmenes de las *XXXIII Jornadas de la Asociación española de Entomología*. Almería: 143 p.
- CLERGUE-GAZEAU, M. & G. VINÇON, 1990.** Importance of the discovery of *Simulium (Rubzovia) lamachi* Doby and David in the Iberian Peninsula (Diptera, Simuliidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 7(3): 303-306.

- COLBO, M.H. & D.E. MOORHOSE, 1974.** The survival of the eggs of *Astrosimulium pestilens* Mack and Mack (Diptera, Simuliidae). *Bull. Ent. Res.*, 64: 629-632.
- COLBO, M.H. & R.S. WOTTON, 1981.** Preimaginal blackfly bionomics. In: *Blackflies. The future for biological methods in integrated control*. LAIRD, M. (ed.). London: Academic Press. pp: 209-226.
- COLEBUNDERS, R., M.G. BASÁNEZ, K. SILING, R.J. POST, A. ROTSAERT, B. MMBANDO, P. SUYKERBUYK & A. HOPKINS, 2018.** From river blindness control to elimination: bridge over troubled water. *Infectious Diseases of Poverty*, 7: 21. <https://doi.org/10.1186/s40249-018-0406-7>.
- CONDON, W. & R. GORDON, 1977.** Some effects of mermithid parasitism on the larval blackflies *Prosimulium mixtum fuscum* and *Simulium venustum*. *J. Invert. Pathol.*, 29: 56-62.
- CÓRDOBA-LLORIA, S., J.P. SERNA-MOMPEÁN, O. GIMÉNEZ-GRAS, R. ACOSTA-ALEIXANDRE & R. BUENO-MARÍ, 2017.** Notes on black flies of the Júcar River and tributaries in Eastern Spain. Departamento de investigación y desarrollo de Laboratorios Lokímica. *The Simuliid Bulletin* (previously, *The British Simuliid Group Bulletin*), 48: 8-14.
- COURTNEY, G.W. & I.M. SMITH, 1992.** First record of larval water mites (Acari: Lebertioidea: Sperchontidae) parasitic on mountain midges (Diptera: Deuterophlebiidae). *The Canadian Entomologist*, 124(2): 421-423. DOI: 10.4039/Ent124421-2.
- CROSSKEY, R.W., 1957.** The Simuliidae (Diptera) of Northern Nigeria. *Bull. ent., Res.*, 48: 59-74.
- CROSSKEY, R.W., 1988.** Taxonomy and geography of the blackflies of the Canary Islands (Diptera: Simuliidae). *Journal of Natural History*, 22(2): 321-355.
- CROSSKEY, R.W., 1990.** *The Natural History of Blackflies*. Chichester: John Wiley & Sons. 711 p.

- CROSSKEY, R.W., 1991a.** The blackfly fauna of Majorca and other Balearic Islands (Diptera: Simuliidae). *Journal of Natural History*, 25: 671-690.
- CROSSKEY, R.W., 1991b.** On *Simulium xanthinum*, a curious yellow-bodied blackfly of the southwestem Palaearctic region (Diptera: Simuliidae). *Journal of Natural History*, 25(3): 691-702.
- CROSSKEY R.W., 1993.** Blackflies (Simuliidae). In: *Medical insects and arachnids*. R.P. LANE & R.W. CROSSKEY (eds.). London: British Museum (Natural History). Chapman & Hall: pp 241-287. ISBN 0 412 40000 6.
- CROSSKEY, R.W. & A.J.S. 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., B. MALMQVIST & A.N. NILSSON, 1998.** A review of the Palaearctic blackfly subgenus *Simulium* (*Rubzovia*) with the emphasis on *S. (R.) paraloutetense*, a species confined to Gran Canaria Island (Diptera: Simuliidae). *Insect Systematics & Evolution*, 29(4): 383-393.
- CROSSKEY, R.W. & M. BAEZ, 2004.** A synopsis of present knowledge of the Simuliidae (Diptera) of the Canary Islands, including keys to the larval and pupal stages. *Journal of Natural History*, 38(16): 2085-2117.
- CROSSKEY, R.W. & M. CROSSKEY, 2000.** An investigation of the blackfly fauna of Andalusia, southem Spain (Diptera: Simuliidae). *Journal of Natural History*, 34: 895-951.
- CUPP, E.W., 1986.** The epizootiology of livestock and poultry disease associated with black flies. In: *Black Flies: ecology, population management and annotated world list*. KIM, K.C. & R.W. MERRITT (eds.). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press. pp: 387-395.
- CUPP, E.W., 1992.** Treatment of onchocerciasis with ivermectin in Central America. *Parasit. Today*, 8: 212-214.

- CUPP, E.W., 1996.** Black flies and the agents they transmit. In: *The biology of disease vectors*. BEATY, B.J. & W.C. MARQUARDT, (eds.). Colorado: University press of Colorado. pp: 98-109. ISBN 0-87081-411-7.
- CUPP, E.W. & M.S. CUPP, 1997.** Black fly (Diptera: Simuliidae) salivary secretions: importance in vector competence and disease. *Journal of medical entomology*, 34(2): 87-94.
- CUPP, E.W, J.O. OCHOA, R.C. COLLINS, M.S. CUPP, C. GONZALES-PERALTA, J. CASTRO & G. ZEA-FLORES, 1992.** The effects of repetitive community-wide ivermectin treatment on transmission of *Onchocerca volvulus* in Guatemala. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 47(2): 170-180. DOI: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1992.47.170>
- CUPP, M.S., E.W. CUPP & F.B. RAMBERG, 1993.** Salivary gland apyrase in black flies (*Simulium vittatum*). *J. Insect Physiol.*, 39: 817-821.
- CURRIE, D.C. & D.A. CRAIG, 1987.** Feeding strategies of larval black flies. In: *Black flies: ecology, population management, and annotated world list*. KIM, K.C., R.W. MERRITT, (eds.). Pennsylvania. University Park. The Pennsylvania State University Press, pp. 155-170.
- CZERNY, L. & P.G. STROBL, 1909.** Spanische Dipteren III: Beitrag. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königliche Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien*, 59(6): 121-310.
- DAS, S.C., P.K. SARKAR, M. BHUYAN & K.M. RAO, 1989.** Substrate preference of Simuliidae larvae in the field in India. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 5(1): 96-97.
- DAVIES, D.M., 1981.** Predators upon blackflies. In: *Blackflies: the future for biological methods in integrated control*. LAIRD, M. (ed.). London: Academic Press. pp: 139-158.
- DAVIES, L. & C.B. WILLIAMS, 1962.** Studies on black flies (Diptera: Simuliidae) taken in a light trap in Scotland. I. Seasonal

distribution, sex ratio and internal condition of catches. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 114: 1-20.

DELLOME, J., 1985. *Simuliofauna do rio Marumbi (Morretes. Paraná): aspectos bionômicos com ênfase na alimentação das larvas de Simulium incrustatum Lutz, 1910. (Diptera, Simuliidae).* Tesis de Doctorado. Universidad Federal do Paraná. Paraná. Brazil. 126 pp.

DEBAISIEUX, P., 1919. Une chytridineé nouvelle: *Coelomycidium simulii*, nov. Spec. C.R.S. Soc. Biol., 82: 899-900.

DE MOOR, F.C., 1994. Aspects of the life history of *Simulium chutteri* and *S. bovis* (Diptera: Simuliidae) in relation to changing environmental conditions in South African rivers. *Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, 25: 1817-1821.

DE VILLIERS, P.C., 1987. *Simulium dermatitis* in man, clinical and biological features in South Africa. *South African Medical Journal*, 71: 523-525.

DISNEY, J.M., B. RAULT & F. BEAUCOURNU-SAGUEZ, 1967. Observation on sampling pre-imaginal populations of blackflies (Diptera, Simuliidae) in West Cameroon. *Bull. ent. Res.*, 61: 485-503.

DINAKARAN, S., C. BALACHANDRAN & S. ANBALAGAN, 2009. Relative influence of environmental variables on Blackfly assemblages in streams of Nilgiri hills of southern Western Ghats, India [J]. *Journal of Aquatic Biology*, 24(1): 21-25.

DINULESCU, G., 1966. Fauna Republici Social. Romania. Insecta, Diptera, Familia. *Simuliidae. Fauna. Rep. Soc. Rom*, 11(8): 1-600.

DOUGLAS, D.D., 1959. The parasitism of black flies (Diptera, Simuliidae) by larval water mites mainly of the genus *Sperchon*. *Canadian Journal of Zoology*, 37(3): 353-369.

- DOWNES, J.A., 1962.** What is an arctic insect? *Canadian Entomologist*, 94: 143-162.
- DUFRENE M. & P. LEGENDRE, 1997.** Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol Monogr.*, 67: 345-366.
- EBERHARD, M.L., 1979.** Studies on the onchocerca (*Nematoda: Filarioidea*) found in cattle in the United States. I. Systematics of *O. gutturosa* and *O. linealis* with a description of *O. stilesi* sp. *NJ. Parasite*, 63: 379-388.
- EDWARDS, F.W., 1933.** On three European species of *Simulium*. *Annalen des naturhistorischen Museums in Wien*, 46: 255-256.
- EICHLER, D.A., 1973.** Studies on *Onchocerca gutturosa* (Neumann, 1910) and its development in *Simulium ornatum* (Meigen, 1818). 3 Factors affecting the development of the parasite in its vector. *Journal of Helminthology*, 47(1): 73-88. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00023750>.
- ENCOBET, J.A., 1912.** Datos para el conocimiento de la distribución geográfica de los Dípteros de España. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 7: 61-246.
- FIGUEIRO, R., L.H. GIL-AZEVEDO, M. MAIA-HERZOG, R. FERREIRA MONTEIRO, 2012.** Diversity and microdistribution of black fly (Diptera: Simuliidae) assemblages in the tropical savanna streams of the Brazilian cerrado. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Río de Janeiro, 107(3): 362-369.
- FIGUERAS, L., J. LUCIENTES, I. RUIZ, J.J. RAMOS & L.J. FERRER, 2011.** Caso clínico. Ataque de simúlidos en rumiantes. *Albéitar*, 147: 22-23.
- FINNEY, J., 1981.** Potential of mermithids for control and “In vitro” culture. In: *Blackflies. The future for biological methods in integrated control*. LAIRD, M. (ed.). London: Academic Press. pp: 325-333.

- FISHER, F. & R. SANBORN, 1962.** Production of insect juvenile hormone by the microsporidian parasite *Nosema*. *Nature*, 194: 1193.
- FREDEEN, F.J.H., 1964.** Bacteria as a source of food for black-fly larvae (Diptera: Simuliidae) in laboratory cultures and in natural streams. *Can. J. Zool.*, 42: 527-548.
- FREDEEN, F.J.H., 1977a.** A review of economic importance of blackflies (*Simuliidae*) in Canada. *Quaest. Entomol.*, 13: 219-229.
- FREDEEN, F.J.H., 1977b.** Some recent changes in black fly populations in the Saskatchewan river system in western Canada coinciding with the development of reservoirs. *Can. Water Resour. J.*, 2: 90-101.
- GALLEGO, J., F. BEAUCOURNU-SAGUEZ & M. PORTUS, 1994.** Aggressiveness of *Simulium* of the *ornatum* complex (Diptera Simuliidae) in Catalonia (Spain), First observation. *Parasite*, 1(3): 288.
- GALLARDO-MAYENCO, A. & J. TOJA, 2002.** Spatio-temporal distribution of simuliids (Diptera) and associated environmental factors in two Mediterranean basins of Southern Spain. *Limnética*, 21(1-2): 47-57. ISSN: 0213-8409.
- Geografía. En: Conselleria de Infraestructuras y Transporte. *Gran Enciclopedia Temática de la Comunidad Valenciana [Recurso electrónico]*. Valencia: Prensa Valenciana, 2009.
- GERSON, U. & R.L., SMILEY, 1990.** *Acarine biocontrol agents*. London: Chapman & Hall. 174 p.
- GIRBAL, J. & S. SANTAMARÍA, 1998.** Trichomycetes (Fungi, Zygomycotina) comensals de larves de Simuliidae (Diptera) a la Península Ibérica. *Acta Botánica Barcinonensia*, 45(Homenatge a Oriol de Bolòs): 49-56.
- GLEDHILL, T., J. COWLEY & R.J.M. GUNN, 1982.** Some aspects of the host-parasite relationships between adult blackflies (Diptera):

- Simuliidae) and larvae of the watermite *Sperchon setiger* (Acari: Hydrachellae) in a small chalk stream in southern England. *Freshwater Biology*, 12: 345-357.
- GOLINI, V.I. & D.M. DAVIES, 1987.** Oviposition of Black Flies. In: *Black Flies: ecology, population management and annotated world list*. KIM, K.CH. & R.W. MERRIT (eds.). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press, pp: 261-275.
- GOLTERMAN, H.L., 1975.** Chemistry. In: *River Ecology*. WHITTON, B.A. (ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp: 39-80.
- GONZÁLEZ, G.P., 1980.** Primeres dades sobre la distribució dels Simuliidae (Diptera, Nematocera) d'Andorra. *Butlletí de la Institució Català d'Història Natural*, 45(Secció Zoologia, 3): 97-106.
- GONZÁLEZ, G.P. 1981.** *Ecología y sistemática de los Simuliidae y Quironómidos (Diptera) de la red hidrográfica andorrana*. Tesina de Licenciatura. Universidad de Barcelona. Barcelona. España. 224 pp.
- GONZÁLEZ, G.P., 1985.** Distribución de los Simuliidae (Diptera) en dos ríos de régimen mediterráneo afectados por la contaminación: Besós y Foix. *Boletín da Sociedade Portuguesa de Entomologia*, 4(1): 187-196.
- GONZÁLEZ, G.P., 1990.** *Sistemática y ecología de los Simuliidae (Diptera) de los ríos de Catalunya y de otras cuencas hidrográficas españolas*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona. Barcelona. España. 451 pp.
- GONZÁLEZ, G., 1997.** Claves para la identificación de las larvas y pupas de los Simulidos (Diptera) de la Península Ibérica. Barcelona: *Asociación Española de Limnología*, 77 p.
- GONZÁLEZ, G., M. FERRERAS & A. GARCÍA, 1986.** Introducción al estudio de los Simúlidos (Diptera) de Sierra Morena

(Sur de España): río Yeguas. En las Actas de la *VIII Jornadas de la Asociación española de Entomología (AeE)*. Sevilla: 733-744.

GONZÁLEZ, G., M. GONZÁLEZ DEL TÁNAGO & D. GARCÍA DE JALÓN, 1987. Los Simúlidos (Diptera) de los ríos Guadalhorce y Guadiaro (Málaga, SE de España). En las Actas del *IV Congreso español de Limnología*. Sevilla: 233-242.

GONZÁLEZ, G., R. CROSSKEY & M. BÁEZ, 2002. Simuliidae. En: *Catálogo de los Diptera de España, Portugal y Andorra (Insecta)*. CARLES-TOLRA, M. & HJORTH-ANDERSEN (coordinadores). (Ed.): Gorfi S.A. Zaragoza (España). *Monografías Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 8: 75-77.

GORDON, R., B.A. EBSARY & G.F. BENNETT., 1973. Potentialities of mermithid nematodes for the biocontrol of blackflies (Diptera: Simuliidae). A review. *Exp. Parasitol.*, 33: 226-238.

GRACIO, A.J.S., 1985. *Estudo sistematico e bioecológico dos simulideos de Portugal (Diptera-Simuliidae)*. Tesis doctoral. Universidad de Lisboa. Lisboa. Portugal. 796 pp.

GRADINAROV, D., 2014. The mermithid species *Isomermis lairdi* (Nematoda, Mermithidae), previously only known in Africa, found in Europe. *ZooKeys*, 454: 1-11. doi: 10.3897/zookeys.454.7577. <http://zookeys.pensoft.net>

GRÄFNER, G., 1981. Merkbälter nr. 26 uber angewandte parasiten kunde und Schädlingsbekämpfung Kriebelmücken (*Simuliidae*). *Angew Parasitol*, 22: 1-16.

GREENACRE, M. & PRIMICERIO, R., 2013. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Fundación BBVA. Rubes Editorial. 337 pp. ISBN: 978-84-92937-50-9. https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2013_multivariante.pdf.

GRENIER, P., 1949. Contribution à l'étude biologique des simuliides de France. *Physiologia comparata et Oecologia*. 1: 232.

- GRENIER, P. & A. DORIER, 1959.** Deux Simulies nouvelles (*S. bertrandi* n. sp. et *S. carthusiense* n. sp.) du groupe *latipes*, récoltées en France et en Espagne. *Travaux de Laboratoire d'Hydrobiologie et de Pisciculture de l'Université de Grenoble*, 49(50): 205-223.
- GRENIER, P. & H. BERTRAND, 1954.** Simuliidae d'Espagne. *Annales de Parasitologie*, 24(4): 447-459.
- GRUNEWALD, J., 1976.** The hydrochemical and physical conditions of the development of the immature stages of some species of the *Simulium (Edwardsellum) damnosum* complex (Diptera). *Tropenmedizin und parasitology*, 27: 438-454.
- GUEDES DE CARVALHO, I.M.V., A.T. LOPO DE QUEIROZ, R. BRITO DE MORAES, R. ALVES, P.V.A. DE BARROS, J.J. BECNEL, C.J. PEREIRA DA CUNHA DE ARAUJO-COUTINHO, 2014.** Description of microsporidia in simuliids: molecular and morphological characterization of microsporidia in the larvae of *Simulium pertinax* Kollar (Diptera: Simuliidae). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 47(5): 624-631.
- GUILLET, P., 1984a.** The control of human onchocerciasis and the prospects for biological agents. *Entomophaga*, 29: 121-132.
- GUILLET, P., 1984b.** *Development and field evaluation of B. thuringiensis H-14 against blackflies* (Review of research activities within the special programme). WHO TDR/BCV-SWG-7/84.
- HAM P.J. & A.E. BIANCO, 1983a.** Development of *Onchocerca volvulus* from cryopreserved microfilariae in three temperate species of laboratory-reared blackflies. *Tropenmed Parasitol.*, 34(2): 137-139.
- HAM, P.J. & A.E. BIANCO, 1983b.** Screening of some British simuliids for susceptibility to experimental *Onchocerca lienalis* infection. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, 69(6): 765-772.
- HAMADA, N., 1989.** Aspectos ecológicos de *Simulium goeldii* (Diptera: Simuliidae) Relação entre substrato e densidade de larvas.

Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 84(4): 263-266.

HANSFORD, R.G., & M. LADLE, 1979. The medical importance and behaviour of *Simulium austeni* Edwards (Diptera: Simuliidae) in England. *Bull. Ent. Res.*, 69: 33-41.

HART, D.D., 1987. Processes and patterns of competition in larval black flies. In: *Black flies: ecology, population management, and annotated world list*. KIM, K.C. & R.W. MERRITT (eds.). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press. pp: 109-128.

HART, D.D. & R.A. MERZ, 1998. Predator-prey interactions in a benthic stream community: a field test of flow-mediated refuges. *Oecologia*, 114: 263-273.

HARWOOD, R.F., & M.T., JAMES, 1979. *Entomology in human and animal health*. 7th edition. New York: Baillière Tindall, 35 Red Lion Square, London: WC1R 4SG, Macmillan Publishing Co. Inc. 548 pp. ISBN: 0023516003.

HENRY, J., 1981. Natural and applied control of insects by Protozoa. *Ann. Rev. Entomol.*, 26: 49-73.

HITCHMAN, M.L., 1978. *Measurement of Dissolved Oxygen*. New York: John Wiley & Sons. 255 p.

HOCKING, B., 1953. The intrinsic range and speed of flight of insects. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 104: 223-345.

HOTELLING, H., 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24(6): 417-441.

HOUGARD, J.M., E.S. ALLEY, L. YAMÉOGO, K.Y. DADZIE & B.A. BOATIN, 2001. Eliminating onchocerciasis after 14 years of vector control: a proved strategy. *Journal of Infectious Diseases*, 184(4): 497-503.

- HUNTER, D.M. & D.E. MOORHOUSE, 1976.** Comparative bionomics of adult *Austrosimulium pestilens* Mackerras and *A. bancrofti* (Taylor) (Diptera: Simuliidae). *Bulletin of Entomological Research*, 66: 453-467.
- HYNES, H.B.N., 1970.** *The ecology of running waters*. Liverpool: Liverpool University Press. 555 p. ISBN: 0853231001.
- IGNJATOVIĆ-ĆUPINA, A., M. ZGOMBA, L. VUJANOVIĆ, A. KONJEVIĆ, D. MARINKOVIĆ & D. PETRIĆ, 2006.** An outbreak of *Simulium erythrocephalum* (De Geer, 1776) in the region of Novi Sad (Serbia) in 2006. *Acta Entomologica Serbica*, 11(Supplement): 97-114.
- IGNJATOVIĆ-ĆUPINA, A., R. BERNOTIENE, I. RUIZ-ARRONDO, M. KAVRAN, D. PETRIĆ, H. KAMPEN & D. WALTHER, 2018.** Updates on the most important pest species of blackflies in some European countries: the situation in Germany, Lithuania, Serbia and Spain. Poster communication: Control of blackflies and applied research I. In abstracts document of *VIII International Simuliidae Symposium*, Birmingham, UK: 22 p.
- IHAKA, R. & R. GENTLEMAN, 1996.** R: a language for data analysis and graphics. *Journal of computational and graphical statistics*, 5(3): 299-314.
- IRAOLA, V., 1998.** Introducción a los ácaros (I): Descripción general y principales grupos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 23: 13-19. http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_23/B23-002-013.pdf
- IRAOLA, V., 2001.** Introducción a los ácaros (II): Hábitats e importancia para el hombre. *Aracnet 7. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 28: 141-146. <http://sea-entomologia.org/aracnet/7/10acaros/index.htm>
- IVKOVIĆ, M., J., ČEVID, B., HORVAT, B.J., SINCLAIR, 2017.** Aquatic dance flies (Diptera, Empididae, Clinocerinae and

- Hemerodromiinae) of Greece: species richness, distribution and description of five new species. *ZooKeys*, 724: 53-100.
- JACOBS J.W., E.W. CUPP, M. SARDANA & P. FRIEDMAN, 1990.** Isolation and characterization of a coagulation factor Xa inhibitor from black fly salivary glands. *Thromb. Haemost.*, 64(2): 235-238.
- JAMNBACK, H., 1973.** Recent developments in control of Blackflies. *Ann. Rev. Ent.*, 18: 281-304.
- JITKLANG, S., A. AHANTARING, C. KUVANGKADILOK, V. BAIMAI & P.H. ADLER, 2012.** Parasites of larval black flies (Diptera: Simuliidae) in Thailand. *Songklanakarín J. Sci. Technol.*, 34(6): 597-599.
- JOHNSTON, T.H., 1921.** Onchocerciasis in Queensland cattle. *Trans. Proc. R. Soc. South Aust.*, 45: 231-247.
- JOBLING, B., 1987.** *Anatomical drawings of biting flies*. London: British Museum (Natural History) & Welcome Trust. 119 p.
- JOUBERT, L., & P. MONET, 1975.** Vérification expérimentale du rôle des simúlidos *Testisimulium bezzii* y *Odagmia groupe ornatum* dans la transmission du virus Mysomateux en Haute-Provence. *Rev. Méd. Vét.*, 126: 617-634.
- JUSTO, P.M.A., GARRIDO, G.J. & BELQAT, B., 2008.** Distribución de los Simúlidos (Diptera: Simuliidae) en la cuenca del río Avia (Orense, NO España). Comunicación en póster del libro de resúmenes del *XIV Congreso de la asociación Ibérica de Limnología*. Huelva: 89 p.
- JUSTO, P.M.A., GARRIDO, G.J. & BELQAT, B., 2009.** Datos novedosos de Simúlidos (Diptera: Simuliidae) en la Red de Parques Naturales de Galicia. En el libro de resúmenes de las *XXVI Jornadas de la Asociación española de Entomología (AeE)*. Granada: 37 p.
- JUSTO, P.M.A., GARRIDO, G.J. & BELQAT, B., 2010.** Valoración de los Simúlidos (Diptera: Simuliidae) como importantes

- bioindicadores de la calidad de las aguas. En el libro de resúmenes del *XIV Congreso Ibérico de Entomología*. Lugo: 178 p.
- KEFFORD, B.J., 1998.** The relationship between electrical conductivity and selected macroinvertebrate communities in four river systems of south-west Victoria, Australia. *International Journal of Salt Lake Research*, 7(2):153-170.
- KELLOGG, V.L., 1901.** Food of larvae of *Simulium* and *Blepharocera*. *Psyche*, 9: 166-167.
- KETTLE, D.S., 1995.** Simuliidae (Blackflies). In: *Medical and veterinary entomology*. (2nd Edition). KETTLE, D.S. (ed.). Center for Agriculture and Biosciences (CAB) international. Cambridge: Cambridge University press. pp: 192-210. ISBN 0 85198 969 1.
- KIRSCHFELD, K., & P. WENK., 1976.** The dorsal compound eye of simuliid flies: An eye specialized for the detection of small, rapidly moving objects. *Z. Nature*, 31(C): 764-765.
- KISZEWSKI, A.E. & E.W. CUPP, 1986.** Transmission of *Leucocytozoon smithi* in New York. *J. Med. Ent.*, 23: 256-262.
- KRUSKAL J.B., 1964.** Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29: 115-129.
- KURTAK, D.C., 1974.** Overwintering of *Simulium pictipes* Hagen (Diptera: Simuliidae) as eggs. *Journal of Medical Entomology*, 11: 383-384.
- KURTAK, D.C., 1979.** Food of black fly larvae (Diptera: Simuliidae): Seasonal changes in gut contents and suspended material at several sites in a single watershed. *Quaest. Ent.*, 15: 357-374.
- LACEY, L.A. & A.H. UNDEEN, 1988.** The biological control potential of pathogens and parasites of black flies. In: KIM, K.C. & R.W. MERRITT (eds.) *Black flies: ecology, population management and annotated world list*. Pennsylvania: Pennsylvania State University, University Park, PA. pp 327-340.

- LADLE, M., 1972.** Larval Simuliidae as a detritus feeders in Chalk Stream. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 29(suppl.): 429-439.
- LARSON, R., 1986.** Ultrastructure, function and classification of microsporidia. *Progress Protistol.*, 1: 325-390.
- LAVANDIER, P., 1976.** Premières donnés sur la repartition des Simuliidae (Diptères, Nematocères) dans la Vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées, France). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 112(1-2): 90-95.
- LECLERCQ, M., 1987.** Attaques massives des animaux et de l'homme par les simulies (Diptères). *Revue Médicale de Liège*, 42: 327-334.
- LEPŠ, J. & P. ŠMILAUER, 2003.** *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. New York: Cambridge University Press, 267 p.
- LESTÓN, V., 2012.** *Biología y ecología de los simúlidos (Diptera: Simuliidae) del río Serpis (Alicante)*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. España. 301 pp.
- LESTÓN, V., J. DÍAZ, C. QUIRCE & F. COBO, 2013.** Los Simuliidae (Diptera) de la cuenca del río Serpis (SE, España). Estudio faunístico. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 37(3-4): 285-299.
- LESTÓN, V., J. DÍAZ & F. COBO, 2014a.** Contribución al conocimiento faunístico de los Simuliidae (Insecta, Diptera) de Galicia (NO España). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 38(1-2): 157-172.
- LESTÓN, V., J. DÍAZ, C. QUIRCE & F. COBO, 2014b.** Distribución y selección de sustrato de los Simuliidae (Diptera) en el tramo medio del río Serpis (Sureste de España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 55: 153-158.
- LEVINE, N.J., J.O. CORLISS, F.E.G. COX, G. DEROUX, J. GRAIN, B.M. HONIGBERG, G.F. LEEDALE, A.R.**

- LOEBLICH, J. LOM, D. LYNN, E.G. MERINFELD, F.C. PAGE, G. POLJANSKY, V. SPRAGUE, J. VAVRA & F.G. WALLACE, 1980.** A newly revised classification of the Protozoa. *The Journal Protozoology*, 27(1): 37-58.
- LEWIS, D.J. & G.F. BENNETT, 1975.** The blackflies (Diptera: Simuliidae) of insular Newfoundland. III factors affecting the distribution and migration of larval simuliids in small streams on the Avalon Peninsula. *Canadian Journal of Zoology*, 53: 114-123.
- LIU, T., 1984.** Ultrastructure of the midgut of the worker honey bee *Apis mellifera* heavily infected with *Nosema apis*. *J. Invert. Pathol.*, 44: 282-291.
- LÓPEZ-PEÑA, D., 2014.** *Distribución, abundancia y papel epidemiológico de los Simuliidae del río Serpis.* Trabajo Fin de Master. Facultat de Farmàcia. Universitat de València, València. España. 64 pp.
- LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2014.** Distribución espacial, caracterización del hábitat y datos bioecológicos de simúlidos presentes en ríos de la Comunidad Valenciana. Comunicación oral, en el libro de ponencias del *XVI Congreso Ibérico de Entomología*. Badajoz: 27 p.
- LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2015.** La invasión de la mosca negra en la Comunitat Valenciana. Direcció General de Salut Pública, Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública, Generalitat Valenciana. *Viure en Salut*, 105(IV-Mosquit tigre i salut): 17-18.
- LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2016a.** Study of several species of black fly (Diptera, Simuliidae) in the Equinum group in three rivers of Valencian Community, Spain. Poster communication with oral discussion in the abstract book of the *VIth International Simuliidae Symposium*. Zaragoza (Spain): 39 p.
- LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2016b.** Water mites (Acari: Hydrachnidia) parasites of Simuliidae in the Mijares river

(Castellón-Spain). Poster communication with oral discussion in the abstract book of the *VIIth International Simuliidae Symposium*. Zaragoza (Spain): 36 p.

LÓPEZ-PEÑA, D. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2017a. Contribución al conocimiento de las moscas negras (Diptera, Simuliidae) en la cuenca hidrográfica del Júcar. *Boletín de la Asociación española de Entomología (AeE)*, 41(1-2): 167-196.

LÓPEZ-PEÑA, D. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2017b. Updated checklist and distribution maps of blackflies (Diptera: Simuliidae) of Spain. *The Simuliid Bulletin* (formally *The British Simuliid Group Bulletin*), 48(supplement): 1-45.

LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017c. Is the black fly community (Diptera: Simuliidae) affected by the different altitude of a river? Poster communication in abstract book of *VIIIth Conference European Mosquito Control Association (EMCA)*. Becici (Montenegro): 115 p.

LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2017d. New data of the black flies (Diptera: Simuliidae) in the Júcar river basin (Valencian Autonomous Region, East of Spain). Poster communication in abstract book of *VIIIth Conference European Mosquito Control Association (EMCA)*. Becici (Montenegro): 116 p.

LÓPEZ-PEÑA, D. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R., 2018a. Can the altitude impinges upon the black fly (Diptera: Simuliidae) species richness in the rivers of Valencian Autonomous Region (Spain)? Virtual poster communication in online program of *Entomological Society of America (ESA) I International Branch Virtual Symposium*.

LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2018b. Spanish blackfly (Diptera: Simuliidae) history, situation from past to present. 11 Oral communication: Control of blackflies and applied research II. In abstracts document of *VIII International Simuliidae Symposium*. Birmingham (UK): 14 p.

- LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2018c.** Could the species richness of black fly (Diptera: Simuliidae) be affected by the altitudinal profile rivers of Valencian Autonomous Region (Spain)? 11.1 Oral communication: Control of blackflies and applied research II. In abstracts document of *VIII International Simuliidae Symposium*. Birmingham (UK): 15 p.
- LÓPEZ-PEÑA, D. & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2018d.** Contribución al conocimiento de la simulidofauna (Díptera, Simuliidae) en la cuenca hidrográfica del río Mijares. *Boletín de la Asociación española de Entomología (AeE)* (en prensa).
- LÓPEZ-PEÑA, D., A. COLOM-ORERO & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2014.** Distribución, abundancia y papel epidemiológico de los Simuliidae (Diptera: Nematocera) del río Serpis. Comunicación en póster, en el libro de ponencias del *XVI Congreso Ibérico de Entomología*. Badajoz: 157 p.
- LÓPEZ-PEÑA, D., A. LIS-CANTÍN & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2016b.** Substrate preference by immatures phases of blackflies (Diptera: Simuliidae) in rivers of Valencian Autonomous Region (Spain). Poster communication, in book of abstracts, *The 20th European Society for Vector Ecology (E-SOVE) Conference*. Lisbon (Portugal): 62 p.
- LÓPEZ-PEÑA, D., J. HERREZUELO-ANTOLÍN & J.V. FALCÓ-GARÍ, 2015c.** Control de poblaciones de Simuliidae en el río Serpis. Comunicación en póster en el libro de resúmenes de las *XXXII Jornadas de la Asociación española de Entomología*. Vilagarcía de Arousa: 120 p.
- LÓPEZ-PEÑA, D., J. HERREZUELO-ANTOLÍN & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2016a.** Effect of altitude on Simuliidae species richness in rivers of Valencian Autonomous Region (Spain). Poster communication, in book of abstracts, *The 20th European Society for Vector Ecology (E-SOVE) Conference*. Lisbon (Portugal): 61 p.

- LÓPEZ-PEÑA, D., J.V. FALCÓ-GARÍ & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2015a.** Bioecología de las especies de simúlidos del río Mijares. Comunicación oral en el libro de resúmenes de las XXXII Jornadas de la Asociación española de Entomología, Vilagarcía de Arousa: 43 p.
- LÓPEZ-PEÑA, D., J.V. FALCÓ-GARÍ & R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2015b.** Estudio de la biodiversidad de simúlidos del río Turia. Comunicación en póster en el libro de resúmenes de las XXXII Jornadas de la Asociación española de Entomología. Vilagarcía de Arousa: 94 p.
- LÓPEZ SÁNCHEZ, S., 1989.** *Control integral de mosquitos en Huelva*. Huelva: Junta de Andalucía, Consejería de Salud y Servicios Sociales. 340 pp.
- LUCIENTES, J., M.J. ZAPATER, G. SANZ, J.J. ZARATE, J.I. ARBEA & M. ESCUDERO, 2000.** *Simulium (Wilhelmia) pseudequinum* Séguy, 1921. Una nueva especie de simúlido (Diptera: Simuliidae) para Los Monegros. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 27: 78.
- LUNA DE CARVALHO, E., 1963.** Contribuição para o estudo dos Simúlidos de Portugal (Diptera Simuliidae). *Memorias e Estudos do Museo Zoologico da Universidade de Coimbra*, 287: 5-11.
- MAGNI, S.T. & V. PY-DANIEL, 1989.** *Aegla platensis* Schmitt, 1942 (Decapoda: Anomura) um predador de imaturos de Simuliidae (Diptera: Culicomorpha). *Revista de Saúde Pública, São Paulo*, 23(3): 258-259.
- MALMQVIST, B., 1994.** Preimaginal blackflies (Diptera: Simuliidae) and their predators in a central Scandinavian lake outlet stream. *Annales Zoologici Fennici.*, 31(2): 245-255.
- MALMQVIST, B., Y. ZHANG, P.H. ADLER, 1999.** Diversity, distribution and larval habitats of North Swedish blackflies (Diptera: Simuliidae). *Freshwater Biology*, 42(2): 301-314.

- MANSINGH, A. & STEELE, R.W., 1973.** Studies on insect dormancy. 1. Physiology of hibernation in the larvae of the blackfly *Prosimulium mysticum* Peterson. *Canadian Journal of Zoology*, 51: 611-618.
- MARQUÉS, E., 2012.** Causas de la expansión de los simúlidos. El ejemplo de los simúlidos del río Ter. *Jornada Técnica "Los simúlidos, situación actual: problemas y soluciones"*. Zaragoza. www.zaragoza.es/contenidos/IMSP/Eduard_Marques.pdf.
- MARTÍNEZ-GAVÍN, A., 2018.** Simuliid control in the river Cinca, Alcanadre and Flumen at its pass through the regions of Cinca and Monegros. Oral communication: Ecology and distribution I. In agenda document of *VIII International Simuliidae Symposium*. Birmingham (UK).
- MARTÍNEZ, R.E., 1996.** *Estudio faunístico y ecológico de los Simúlidos (Diptera, Simuliidae) de Extremadura*. Tesina de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca, Salamanca. España. 264 pp.
- MARTÍNEZ, R.E. & M. PORTILLO, 1999a.** Estudio faunístico y ecológico de los simúlidos (Diptera, Simuliidae) del río Cidacos a su paso por La Rioja, *Zubía*, 11: 61-80.
- MARTÍNEZ, R.E. & M. PORTILLO, 1999b.** Faunistic and ecological study of Simuliids (Black-flies) (Diptera: Simuliidae) in a zone in southeast Spain. *Memoirs on Entomology, International*, 14: 605-623.
- MAS, J., A. YUMBE, N. SOLÉ, R. CAPOTE & T. CREMADES, 1995.** Prevalence, geographical distribution and clinical manifestations of onchocerciasis on the Island of Bioko (Equatorial Guinea). *Tropical Medicine and Parasitology*, 46: 13-18.
- MEDEIROS, J.F., H.T. ANDRADRE, J.C.H. GUERRERO, 1999.** Larval preference of *Psariocompsa incrustata* (Lutz, 1910) (Diptera: Simuliidae) for different colors of artificial substrates in breeding grounds, at Pium River, State of Rio Grande do Norte,

- Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 94(6): 849-850.
- McCREADIE, J.W., P.H. ADLER, M.E. GRILLET & N. HAMADA, 2006.** Sampling and statistics in understanding distributions of black fly larvae (Diptera: Simuliidae). *Acta Entomologica Serbica* (Supplement): 89-96.
- McLAUGHLIN, R.E., 1971.** Use of protozoans for microbial control of insects. In: *Microbial control of insects and mites*. BURGESS, H.D. & N.W. HUSSEY (eds.). New York: Academic Press. pp: 151-172.
- McMILLAN, G.K., 1984.** pH control. *Instrument Society of America*, 263 pp.
- MIKHAILYUK, A.P., 1967.** Study of the biology of the causative agent of cattle onchocerciasis in forest-steppe zone conditions of the Ukrainian SSR. *Veterinariya*, 11: 62-67.
- MINGUET, D.B., 2017.** Los simúlidos. Problemática de control. Compañía de Tratamientos Levante, S.L. Ponencias presentadas en los talleres previos al *XIV Congreso español de Salud Ambiental (SESA)*. *Revista de salud ambiental*, 17(Especial Congreso): 61-64.
- MOOR, F. C., 1982.** Determination of the number of instars and size variation in the larvae and pupae of *Simulium chutteri* Lewis 1965 (Diptera: Simuliidae) and some possible bionomical implications. *Canadian Journal of Zoology*, 60(6): 1374-1382. <https://doi.org/10.1139/z82-185>.
- MOLLOY, D.P., 1990.** Progress in the biological control of black flies with *Bacillus thuringiensis israelensis*, with emphasis on temperate climates. In: *Bacterial Control of Mosquitoes and Blackflies. Biochemistry, genetics and applications of Bacillus thuringiensis israelensis and Bacillus sphaericus*. BARJAC, H. & D.J. SUTHERLAND (eds.) New Brunswick: Rutgers University Press. pp: 161-186.

- MULLEN, G. & D. DURDEN, 2009.** *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press. 637 p. ISBN 978-0-12-372500-4.
- MUTTKOWSKI, R.A. & G.M. SMITH, 1929.** The food of trout stream insects in Yellowstone National Park. *Roosevelt Wild Life Annals*, 2: 241-263.
- MWANGI, V.I., R.M. MUMO, A. NYACHIEO & N. ONKOKA, 2017.** Herbal medicine in the treatment of poverty associated parasitic diseases: A case of sub-Saharan Africa. *Journal of Herbal Medicine*, 10: 1-7.
- MWANGO, J., T., WILLIAMS & R., WILES, 1995.** A preliminary study of the predator-prey relationships of watermites (Acari: Hydrachidia) and blackfly larvae (Diptera: Simuliidae). *The Entomologist*, 114(2): 107-117.
- NEUMANN, L.G., 1910.** Un nouveau Nematode parasite du Boeuf (*Onchocerca gutturosa n. sp.*). *Rev. Vet.*, 67: 270-278.
- NOBLE, J.Jr., L. VALVERDE, O.E. EQUIA, O. SERRATE & E. ANTEZANA, 1974.** Hemorrhagic exanthem of Bolivia. *Am. J. Epidem.*, 99: 123-130.
- NOGUERA-PALAU, J.J., 2003.** Oncocercosis. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 78(4): 233-235.
- NOIRTIN, C. & P. BOITEUX, 1979.** Mort de 25 animaux de ferme (dont 24 bovins) par piqures de simulies dans les Vosges. *Bulletin de la société Vétérinaire Pratique de France*, 63: 41-54.
- OBREGÓN, R., D. JORDANO, R. VILLAR & E. FLORES, 2016a.** Implementation of a Simuliidae (Diptera, Nematocera) monitoring and control program in Córdoba (southern Spain). Poster communication in the book of abstracts of *VII International Simuliidae Symposium*. Zaragoza: 38 p.
- OBREGÓN R., D. JORDANO, R. VILLAR, T. KÚDELOVÁ, M. KÚDELA, L. JEDLIČKA & E. FLORES, 2016b.** Monitoring of simuliidae populations and evaluation of treatment effectiveness in

the Guadalquivir river valley (Southern Spain). 4 Poster communication in book of abstracts of the *VII International Simuliidae Symposium*. Zaragoza: 35p.

OBREGÓN, R., D. JORDANO, R. VILLAR, T. KÚDELOVA, M. KÚDELA, L. JEDLIČKA & E. FLORES, 2017. Ecological factors influencing black fly species distribution and Bti control in a network of peripheral streams in the Guadalquivir River valley (Southern Spain). Oral presentation in abstract book of *VIIIth Conference European Mosquito Control Association (EMCA)*. Becici (Montenegro): 78 p.

OMAR, M.S., A.M. DENKE & J.N. RAYBOULD, 1979. The development of *O. ochengi* (Nematoda Filarioidea) to the infective stage in *S. damnosum* s.l with a note on the histochemical staining of the parasite. *Trop. Parasitol.*, 30: 157-162.

ORTEGA, M. & 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. Ent. Mex.*, 62: 125-140.

ORTIZ, A., I. RUIZ-ARRONDO & D. MARTÍNEZ DURÁN, 2016. Electroantennogram responses of two simuliid species (Diptera, Simuliidae) to host-specific sweat components. 7 Oral presentation in book of abstracts of the *VII International Simuliidae Symposium*. Zaragoza: 22 p.

PALMER, R. & J. O'KEEFFE, 1995. Distribution and abundance of simuliids (Diptera: Simuliidae) in relation to impoundment in the Buffalo River, eastern Cape, South Africa. *Freshwater Biol.*, 33: 109-118.

PEPINELLI, M., S. TRIVINHO-STRIXINO & N. HAMADA, 2005. Inmaturos de Simuliidae (Diptera, Nematocera) e caracterização de seus criadouros no Parque Estadual Intervales, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(4): 527-530.

PERES-NETO, P.R., D.A. JACKSON & K.M. SOMERS, 2005.

How many principal components? Stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. *Computational Statistics & Data Analysis*, 49(4): 974-997. doi:[10.1016/j.csda.2004.06.015](https://doi.org/10.1016/j.csda.2004.06.015).

PERKOVSKY, E.E. & E.B. SUKHOMLIN, 2016.

The First Record of Late Cretaceous Blackflies (Diptera: Simuliidae) in Asia (Yantardakh, Taimyr). *Paleontological Journal*, 50(9): 997-1000.

PHILLIPS, R.O., 1890.

The transformation of Simulium innoxium, Willston. B.S. Thesis. Cornell University, Ithaca, New York. 35 pp.

PIELOU, E.C., 1969.

An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley Interscience. John Wiley & Sons, New York. 285 pp.

PINHEIRO, F.P., G. BENSABATH, D. COSTA Jr., O.M.

MAROJA, Z.C. LINS & A.H.P. ANDRADE, 1974. Haemorrhagic síndrome of Altamira. *Lancet*, 1: 639-642.

POINAR, G., 1981.

Mermithid nematodes of blackflies. In: *Blackflies. The future for biological methods in integrated control*. LAIRD, M. (ed.). London: Academic Press. pp: 159-170.

POST, R. J., 1983.

The annual cycle of *Simulium erythrocephalum* (Diptera: Simuliidae) at a site in Norfolk. *Freshwater biology*, 13(4): 379-388. DOI: [10.1111/j.1365-2427.1983.tb00687.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1983.tb00687.x)

PUIG, M.A., G. GONZÁLEZ & L. RECASENS, 1987.

Modelos de distribución de Plecópteros, Efemerópteros, Tricópteros y Simúlidos en el río Ter. *Limnetica*, 3: 125-132.

PUIG, M.A., G. GONZÁLEZ & Ó. SORIANO, 1984.

Introducción al estudio de las comunidades macrobentónicas de los ríos asturianos: Efemerópteros, Plecópteros, Tricópteros, Simúlidos y Quironómidos. *Limnetica*, 1: 187-196.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. Contributed Packages. 2017.

Disponible en: <https://cran.r-project.org>.

- RAMINANI, L.N. & E.W. CUPP, 1978.** The male reproductive system of the black fly, *Simulium pictipes* Hagen. *Mosq. News*, 38: 591-594.
- RAMÍREZ-PÉREZ, J., 1977.** *Estudio sobre la morfología de Simulium metallicum, vector de la oncocercosis humana en Venezuela.* Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica, 338. 140 p.
- RAMÍREZ-PÉREZ, J., E. RASSI, J. CONVIT & A. RAMÍREZ, 1976.** Importancia epidemiológica de los grupos de edad en las poblaciones de *Simulium metallicum* (Diptera: Simuliidae) en Venezuela. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 80: 105-122.
- REID, G.D.F., 1979.** The development of *Onchocerca volvulus* in two temperate blackfly species, *Simulium ornatum* Meigen and *Simulium lineatum* Meigen. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 73(6): 577-581.
<https://doi.org/10.1080/00034983.1979.11687299>.
- RENZ, A., R., GERECKE & P., MARTIN, 2003.** Parasitic mites (Acari: Hydrachnidia) on pupae and adults of Simuliidae (Insecta: Diptera). *The British Simuliid Group Bulletin*, 21: 61-62.
<http://studylib.net/doc/5323495/simulium-mites-komp>
- RIBEIRO, J.M.C. & I.B.M. FRANCISCHETTI, 2003.** Role of arthropod saliva in blood feeding: Sialome and post-Sialome Perspectives. *Annual Review of Entomology*, 48: 73-88.
- RICOY-LLAVERO, E., 2015.** *Estudio de la dinámica poblacional de la comunidad de simúlidos en la Sierra de Segura.* Trabajo Fin de Grado en Biología. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. Jaén. España. 54 pp.
- RILEY, C.V., 1887.** Buffalo gnats. In: United States Department of Agriculture Report (ed.). Florida. United States: Report of the entomologist. pp: 459-592.

- RIVERS-MOORE, N.A. & R.W. PALMER, 2018.** The influence of turbidity and water temperature on black fly species in the middle and lower Orange River, South Africa. *Canadian Journal of Zoology*, 96(6): 614-621. <https://doi.org/10.1139/cjz-2017-0285>
- RIVERS-MOORE, N.A., F.C. DE MOOR, C. MORRIS & J. O'KEEFFE, 2007.** Effect of flow variability modification and hydraulics on invertebrate communities in the Great Fish River (Eastern Cape province, South Africa), with particular reference to critical hydraulic thresholds limiting larval densities of *Simulium chutteri* Lewis (Diptera, Simuliidae). *River Res. Appl.*, 23: 201-222.
- RIVOSECCHI, L., 1978.** *Simuliidae: Fauna d'Italia. Diptera Nematocera*. Accademia Nazionale di Entomologia e Unione Zoologica Italiana. Bologna. pp. 533.
- RIVOSECCHI, L., 1986.** Contributo alla conoscenza dei simulidi italiani XXVII Le specie che attaccano in massa l'uomo e gli animali domestici nell' Italia nord-orientale. *Rivista di Parassitologia*, 1: 5-15.
- RODIER, J. 1981.** *Análisis de las aguas*. Barcelona: Omega. 1059 pp.
- ROSS, D.H. & R.W. MERRITT, 1987.** Factors affecting larval black fly distributions and population dynamics. In: *Black flies: ecology, population management and annotated world list*. KIM, K.C. & MERRITT, R.W. (eds.). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press. pp: 90-108.
- ROVIRA, A., LL. JORNET, C. IBAÑEZ, R. ESCOSA, M. MASIÀ, J. PLA, 2007.** *Informe sobre els treballs realitzats al riu Ebre i Segre pel control de la mosca negra*. Tarragona: IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) & CODE (Consorci de Serveis Agroambientals de les Comarques del Baix Ebre i Montsià). 35 pp.
- RUBIO, M.P., & R.E.M. RUÍZ, 1999.** Estudio faunístico y ecológico de los simúlidos (Díptera, Simuliidae) del río Cidacos a su paso por La Rioja. *Zubía*, 11: 61-80.

- RÜHM, W., 1983.** Black-flies (Simuliidae, Diptera), a cause of annoyance and injury to livestock. *Vet. Med. Rev.* (German Federal Republic), 1: 38-30.
- RÜHM, W., 1975.** Freilandbeobachtungen zum Eiablage verschiedener Simuliidenarten unter besonderer Berücksichtigung von *Simulium argyreatum* Meig. (Dipt.: Simuliidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 78: 321-334.
- RUIZ-ARRONDO, I., 2018.** *Estudio de Simulium erythrocephalum (De Geer, 1776) en Zaragoza: ecología e impacto en salud pública.* Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España. 201 pp.
- RUIZ-ARRONDO, I., A. MARTÍNEZ, J. LUCIENTES, 2009.** *Informe sobre el estudio de los simúlidos en la cuenca del Cinca.* Gobierno de Aragón, 97 pp.
- RUIZ-ARRONDO, I., J. LUCIENTES, A. MUNIESA & I. DE BLAS, 2018.** Study of blackfly outbreaks analyzing the medical assistance through the OMI-AP application in Primary Care in Zaragoza (Spain) in the period 2009-2015. 9 Oral communication: Control of blackflies and applied research I, in abstracts document of *VIII International Simuliidae Symposium*. Birmingham (UK): 12 p.
- RUIZ-ARRONDO, I., J.A. GARZA-HERNÁNDEZ, F. REYES-VILLANUEVA, J. LUCIENTES-CURDI & M.A. RODRÍGUEZ-PÉREZ, 2016a.** Bionomics of *Simulium (Boophthora) erythrocephalum* in Zaragoza (Spain). 6 Oral presentation in book of abstracts of *VII International Simuliidae Symposium*. Zaragoza: 21 p.
- RUIZ-ARRONDO, I., J.A. GARZA-HERNÁNDEZ, F. REYES-VILLANUEVA, J. LUCIENTES-CURDI & M. RODRÍGUEZ-PÉREZ, 2017b.** Human-landing rate, gonotrophic cycle length, survivorship, and public health importance of *Simulium erythrocephalum* in Zaragoza, northeastern Spain. *Parasites & Vectors*, 10(1): 175 (9 pp). DOI 10.1186/s13071-017-2115-7

RUIZ-ARRONDO, I., S.C. ARCOS, Ó. SORIANO, J.A. OTEO & A. NAVAS, 2017a. Primer registro de *Isomermis lairdi* MONDET, POINAR & BERNADOU, 1977 en España. ¿Posible herramienta en el control de simúlidos (Diptera, Simuliidae)? Libro de ponencias del X Congreso Nacional de Entomología Aplicada. Universidad de La Rioja y Sociedad Española de Entomología Aplicada. 16-20 octubre 2017. Logroño: 254 pp.

RUIZ-ARRONDO, I., P.M. ALARCÓN-ELBAL, A. MUÑOZ, S. DELACOUR-ESTRELLA, R. PINAL & J. LUCIENTES, 2012a. Creciente expansión de simúlidos (Diptera: Simuliidae) en la Península Ibérica producida por la proliferación de macrófitos en los ríos. Experiencia en Aragón. *Jornadas sobre especies invasoras de ríos y zonas húmedas*. 31 enero 2012. Valencia.

RUIZ-ARRONDO, I., A. IGNJATOVIĆ-ĆUPINA, J.A. GARZA-HERNÁNDEZ, M.A. RODRÍGUEZ-PÉREZ, A. ORTEGA-MORALES, J. LUCIENTES-CURDI & L.M. HERNÁNDEZ-TRIANA, 2016b. DNA barcoding of Spanish black flies (Diptera: Simuliidae). 3 Oral presentation in book of abstracts of the VII *International Simuliidae Symposium*. Zaragoza: 18 p.

RUIZ-ARRONDO, I., H. KOTTER, S. DELACOUR-ESTRELLA, P.M. ALARCÓN-ELBAL, R. PINAL, A. MARTÍNEZ-GAVÍN & J. LUCIENTES, 2011. Bio-ecological study and control of black fly in the river Cinca, Aragón (Spain). In HOHOL, R. (ed.): Libro de ponencias del VI encuentro del EMCA (*European Mosquito Control Association*): 71 p. Budapest (Hungria): 140 pp.

RUIZ-ARRONDO, I., L.M. HERNÁNDEZ-TRIANA, A. IGNJATOVIC-CUPINA, N. NIKILOVA, J. LUCIENTES-CURDI, J.A. OTEO & A.R. FOOKS, 2017c. DNA barcoding as an aid for species identification in black flies (Insecta: Diptera: Simuliidae), Aragón Region, Spain. 86 Poster communication: Vector control. In book of abstracts of The 7th *International Congress of the Society for Vector Ecology (SOVE)*, New technology conquering old vectors? Palma of Mallorca (Spain): 223 pp.

RUIZ-ARRONDO, I., P.M. ALARCÓN-ELBAL, L. FIGUERAS, S. DELACOUR-ESTRELLA, A. MUÑOZ, H. KOTTER, R. PINAL & J. LUCIENTES, 2014. Expansión de los simúlidos (Diptera: Simuliidae) en España: Un nuevo reto para la salud pública y la sanidad animal. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 54: 193-200.

RUIZ-ARRONDO, I., E. MARTÍNEZ, H. KOTTER, L. FIGUERAS, A. MUÑOZ, S. DELACOUR-ESTRELLA, P.M. ALARCÓN, R. PINAL & J. LUCIENTES, 2012b. Blackfly outbreak in Zaragoza in 2011. Spread of blackflies in the Middle Ebro Valley in northeast Spain. In KÚDELA, M. & V. STLOUKALOVÁ (eds): Libro de Ponencias del *5th International Simuliid Symposium including the 32th meeting of the British Simuliid Group*: 22 p. Faculty of Natural Sciences. Bratislava (Slovakia), 40 pp.

RUIZ-ARRONDO I., H. KOTTER, J. RUEDA, A. ORTIZ, P. GÓMEZ, E. MARQUÉS, R. ESCOSA, M. MASÍA, Ó. SORIANO, S. DELACOUR-ESTRELLA, P.M. ALARCÓN-ELBAL, A. MUÑOZ, R. PINAL, A. MARTÍNEZ, R. MELERO ALCÍBAR, L. FIGUERAS & J. LUCIENTES, 2015. Expansion of simuliids (Diptera: Simuliidae) in Spain. In: Bueno R (Ed), Final Programme and Abstract Book. *7th Conference European Mosquito Control Association*. 23-26 febrero 2015. Valencia: 136 pp.

SÁNCHEZ-LÓPEZ, P.F., I. RUIZ-ARONDO, H. KOTTER, F.P. MARTÍNEZ, M.S. HERNÁNDEZ & M.E.G. CAMPOY, 2017. Nuevos retos en gestión de vectores en salud pública: la mosca negra en Murcia (España). *Gaceta Sanitaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria*, 32(2): 181-183. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.09.007>

SANZ, G., ESCUDERO, M., ZAPATER, M. J., POLITE, J. I. A., ZARATE, J. J., & LUCIENTES, J., 2000. *Simulium* (Wilhelmia) *pseudoequinum* Séguy, 1921: Una nueva especie de simúlido (Diptera: Simuliidae) para Los Monegros. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 27: 78.

- SCHULZ-KEY, H. & P. WENK, 1981.** The transmission of *Onchocerca tarsicola* (Filarioidea: Onchocercidae) by *Odagmia ornata* and *Prosimulium nigripes* (Diptera: Simuliidae). *J. Helminthol.*, 55: 161-166.
- SÉGUY, E., 1925.** Description d'un nouveau Simulium et synopsis des espèces méditerranéennes (Diptera: Simuliidae). *Eos*, 1(2): 231-238.
- SERRA-TOSIO, B., 1962-1963.** Larves et nymphes de Simuliidae (Diptera) du bassin de l'Ardeche. *Trav. Lab. Hydrobiol. Pisc. Univ. Grenoble*, 54-55: 123-142.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER, 1949.** *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press, IL. 116 p.
- SIMPSON, E.H., 1949.** Measurement of Diversity. *Nature*, 163: 688.
- SKIDMORE, L.V., 1931.** *Leukocytozoon smithi* infection in turkeys and its transmission by *Simulium occidentale* Townsend. *J. Parasitol.*, 18: 130.
- SMITH, B.P., 1988.** Host parasite interaction and impact of larval watermites on insects. *Annual Review of Entomology*, 33: 487-507.
- SPRAGUE, V., 1977.** Systematics of the Microsporidia. *Comp. Pathobiol.*, 2: 1-510.
- STEELMAN, C.D., 1976.** Effects of external arthropod parasites on domestic livestock productions. *Ann. Rev. Ent.*, 21: 155-178.
- STONE, A., 1964.** Guide to the insects of Connecticut. Part VI. The Diptera or true flies of Connecticut. Fascicle 9 [part]. Family Simuliidae. *State Geological and Natural History Survey of Connecticut Bulletin*, 97: 1-126.
- STROBL, P.G., 1900.** Spanische Dipteren, X theil. *Win. Entomologische Zeitung*, 19(4-5): 92.
- STROBL, P.G., 1906.** Spanische Dipteren. II Beitrag. En: Imprenta de Fortanet. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia*

- Natural*. Madrid: Palacio de Biblioteca y Museos Nacionales. 271-422.
- SUTCLIFFE, J.F., 1986.** Black fly host location: a review. *Canadian Journal of Zoology*, 64: 1041-1053.
- TAKAOKA, H. & T., SUZUKI 1987.** Epidemiology and control of Guatemalan Onchocerciasis. In: *Black flies: ecology, population management and annotated world list*. KIM, K.CH. & R.W. MERRITT (eds.). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press. pp: 374-386.
- TARIQ, M., M. ALI & Z. SHAH, 2006.** Characteristic of industrial effluents and their possible impacts on quality of underground water. *Soil & Environment*, 25 (1): 64-49.
- TAYLOR, H.R., M. TRIPIS, E.N. CUPP, B. BROTMAN, H.S. NEWLAND, P.T. SOBOSLAY & B.M. GREENE, 2016.** Ivermectin prophylaxis against experimental *Onchocerca volvulus* infection in chimpanzees. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 39(1): 86-90.
- THOMSON, R.C.M., 1956.** Communal oviposition in *Simulium damnosum* Theobald (Diptera: Simuliidae). *Nature*, 178: 1297-1299.
- TONGJURA, J.D.C., G.A. AMUGA, H.B. MAFUYAI, B.M. MATUR & J.O. OLATUNWA, 2015.** Influence of Some Water Physicochemical Parameters on the Distribution of Black Fly (Diptera: Simuliidae) in Some River in Nasaeawa State, Nigeria. *Advances in Entomology*, 3:101-110.
- TRESS, A.J., P.J. MCCALL & S.J. CROZIER, 1987.** Onchocerciasis in British Cattle: a study of *Onchocerca gutturosa* and *O. linealis* in North Wales. *J. Helminthol.*, 61: 103-113.
- TUCKER, E.S., 1918.** Occurrences of black flies in Lousiana during recent years. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 29: 65-75.

- URQUHART, G.M., J.L. ARMOUR, J.L. DUNCAN, A.M. DUNN & F.W. JENNINGS, 1987.** *Veterinary Parasitology*. Longman Scientific & Technical. 286 p.
- VAILLANT, F., 1952.** Un empíde destructor de simulies. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 76: 371-379.
- VAILLANT, F., 1953.** *Hemerodromia seguyi*, nouvel empíde d'Algérie destructor de simulies. *Hydrobiologia*, 5: 180-188. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00023589>.
- VALLE-TRUJILLO, P. & R. ESCOSA, 2009.** Blackfly control in Spain. Ebro river. 115-116 p., en TALBALAGHI, A. *et al.*, (eds). Libro de Ponencias del *VEMCA workshop*; 2009 March 9-13. Turín (Italia): 221 pp.
- VAN DEN WOLLENBERG, A.L., 1977.** Redundancy analysis an alternative for canonical correlation analysis. *Psychometrika*, 42(2): 207-219.
- VIJAYAN, S. & S. ANBALAGAN, 2018.** Assemblage pattern and seasonality of larval black flies (Simuliidae: Diptera) in a stream of Southern Eastern Ghats. *International Journal of Current Trends in Science and Technology*, 8(3): 20187-20196.
- VILLANÚA-INGLADA, D., 2003.** *Dinámica poblacional y biotopo de los simúlidos en la cuenca monegrina del Flumen*. Tesina de Licenciatura en Veterinaria, Departamento de Patología Animal de la Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España. 94 pp.
- VILLANÚA-INGLADA, D., P.M. ALARCÓN-ELBAL, I. RUÍZ-ARRONDO, S. DELACOUR-ESTRELLA, R. PINAL, J.A. CASTILLO, & J. LUCIENTES, 2013.** Estudio faunístico de los simúlidos (Diptera, Simuliidae) del río Flumen, Huesca (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 52: 212-218.
- VINÇON, G. & CLERGUE-GAZEAU, M., 1993.** Les Simulies (Diptera: Simuliidae) du Sud-Ouest de l'Europe: le crénel et l'épirhithral. *Annales de Limnologie*, 29: 157-169.

- WALSH, J.F., 1985.** The feeding behavior of *Simulium* larvae, and the development, testing and monitoring of the use of larvicides, with special reference to the control of *Simulium damnosum* Theobald s.l (Diptera: Simuliidae): a review. *Bulletin of Entomological Research*, 75: 549-594.
- WATTS, S.B., 1976.** Blackflies (*Diptera:Simuliidae*): a problem review and evaluation. *Pest. Man. Pap.*, 5: 1-117.
- WEISER, J., 1968.** Iridescent virus from the blackfly *Simulium ornatum* Meigen in Czechoslovakia. *Journal Invertebrate Pathology*, 12: 36-39.
- WEISER, J. & A., UNDEEN, 1981.** Diseases of blackflies. In: *Blackflies. The future for biological methods in integrated control*. LAIRD, M. (ed.). London: Academic Press. pp: 181-196.
- WELCH, H., 1962.** New species of *Gastromermis*, *Isomermis*, and *Mesomermis* (Nematoda: Mermithidae) from blackfly larvae. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 55: 535-542.
- WELCH, H., 1964.** Mermithid parasites of blackflies. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 31: 857-863.
- WENK, P., 1965a.** III. Kopulation, blutsaugen und eiablage von *Boophthora erythrocephala* de Geer im Laboratorium. *Z. Tropenmed. Parasit.*, 16: 207-226.
- WENK, P., 1965b.** Über die biologie blutsaugender simuliiden (Diptera). 2. Schwarmverhalten, geschlechterfindung und kopulation. *Z. Morph. Ökol. Tierre*, 55: 671-713.
- WENK, P., 1981.** Bionomics of adult blackflies. In: *Blackflies: the future for biological methods in integrated control*. Laird, M. (ed.). London: Academic Press. pp: 259-279. ISBN 0 12434 060 1.
- WENK, P., 1987.** Swarming and mating behavior of black flies. In: *Black flies: ecology, population management and annotated world list*. KIM, K.CH. & R.W. MERRIT (eds.). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press. pp: 215-227.

- WENTWORTH, C.K., 1922.** A scale of grade and class terms for clastic sediments: *Journal of Geology*, 30: 377-392.
- WERNER, D. & A.C., PONT, 2003.** Dipteran predators of Simuliid blackflies: a worldwide review. The Royal Entomological Society, *Medical and Veterinary Entomology*, 17: 115-132. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2915.2003.00431.x>.
- WOTTON, R.S., 1976.** Evidence that blackfly larvae can feed on particles of colloidal size. *Nature*, 261: 697.
- WOTTON, R.S., 1980.** Bacteria as food for blackfly larvae (Diptera-Simuliidae) in a lake outlet in Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 17: 127-130.
- WOTTON, R.S., B. MALMQVIST, T. MUOTKA & K. LARSSON, 1998.** Fecal pellets from a dense aggregation of suspension-feeders in a stream: an example of ecosystem engineering. *Limnology and Oceanography*, 43: 719-725.
- ZANIN, E. & 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.
- ŽIVKOVIĆ, V., 1970.** Les simulies (Diptera, Simuliidae) qui attaquent l'homme et les animaux domestiques. *Acta Veterinaria*, 20: 209-219.
- ŽIVKOVIĆ, V., 1971.** Blackflies (Diptera, Simuliidae) of the Danube in Yugoslavia. *Acta Veterinaria*, 21: 225-236.
- ZWICK, H. & ZWICK, P., 1990.** Terrestrial mass-oviposition of Prosimulium species (Diptera-Simuliidae). *Aquatic Insects*, 12(1): 33-46.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS GENERALIDADES:

<http://ahsa.org.es/itinerarios-ornitologicos-desembocadura-del-rio-segura>

<http://bdb.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=52963&idioma=C>

<http://bdb.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=55921&idioma=C>

<http://bdb.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=59306&idioma=C>

http://www.biogeociencias.com/08_contaminacion_residuos_impacto_sambientales/2007/070624_LaMoscaNegra_MoscanegraMosquito.jpg

<http://blogs.comunitatvalenciana.com/btt/2015/05/15/el-rio-serpis/>

https://www.cdc.gov/parasites/onchocerciasis/gen_info/faqs.html

<http://conocealicante.blogspot.com.es/p/rios-y-montanas.html>

<https://cran.r-project.org>

<https://cran.r->

<project.org/web/packages/AICcmodavg/AICcmodavg.pdf>,

<https://rweb.stat.umn.edu/R/library/stats4/html/00Index.html>

<https://cran.r-project.org/web/packages/analogue/analogue.pdf>,

<https://github.com/gavinsimpson/analogue>

<https://cran.r-project.org/web/packages/labdsv/labdsv.pdf>,

<http://ecology.msu.montana.edu/labdsv/R>

<https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>,

<https://github.com/vegandevs/vegan>

<http://desktop.arcgis.com/es/>

<http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/>

<https://es.slideshare.net/Fanvalen/geografa-valenciana-8053800>

<http://ggplot2.tidyverse.org>, <https://github.com/tidyverse/ggplot2>

<https://github.com/sinhrks/ggfortify>

<http://geoelx-vinalopo.blogspot.com.es/>

http://www.icv.gva.es/auto/aplicaciones/icv_geocat/#/results

<http://www.icv.gva.es/ca/inicio;jsessionid=FEAA53E091EEB3172D431DDCFA233704>

http://www.jean-hissette.de/Oncho_JH_GB.html

<https://news.artsci.utoronto.ca/all-news/species/>

https://post.geoxnet.com/wp-content/uploads/2016/04/GeoXnet_Wentworth_grain-size_rz50.jpg

<http://rutasazulesalicante.es/ruta-6-rios-amadorio-sella-y-penaguila/>

<http://servicios.laverdad.es/nuestratierra/nt24022006/suscr/nec20.htm>

<http://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/AIC.html>

[http://visor.gva.es/visor/?capas=spa icv atmo centros aut ambiental](http://visor.gva.es/visor/?capas=spa%20icv%20atmo%20centros%20aut%20ambiental)

http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_a mbiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/5/5_3_1/index.htm

l

<http://www.agroambient.gva.es/web/cidam/confederaciones-hidrograficas>

<http://www.agroambient.gva.es/web/espacios-prottegidos/presentacion-55909>

<http://www.agroambient.gva.es/web/espacios-prottegidos/serpis-5681>

<http://www.altea.es/es/concejalias/medio-ambiente/espacios-naturales/rio-algar/>

http://www.amberabg.com/b_systematyka/s_diptera/simuliidae_zd3.html

<http://www.beniarbeig.org/el-rio-girona/>

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

<https://www.boe.es/boe/dias/2004/10/19/pdfs/A34919-34924.pdf>

<http://www.chj.es/es-es/medioambiente/cuencahidrografica/Paginas/Hidrolog%C3%ADa.a.spx>

<http://www.chj.es/es-es/medioambiente/cuencahidrografica/Paginas/MarcoFisico.aspx>

<http://www.chj.es/es-es/medioambiente/cuencahidrografica/Paginas/Presentaci%C3%B3nelacuena.aspx>

http://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan-Hidrologico-cuenca-2009-2015/Memoria_mapa_piezometria_web.pdf

<http://www.chj.es/es-es/medioambiente/cuencahidrografica/PublishingImages/Fig4PrecipitacionWEB.jpg>

<http://www.chj.es/es-es/medioambiente/cuencahidrografica/PublishingImages/GeologiaWEBMontaje2.jpg>

<http://www.chj.es/es-es/Organismo/Paginas/Organismo.aspx>

<http://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/ambitoterritorial/>

<http://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/marcofisico/clima/index.html>

<http://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/marcofisico/encuadre.html>

<http://www.chsegura.es/chs/index.html>

http://www.chsegura.es/export/descargas/cuenca/resumendedatosbasicos/cartografia/docsdescarga/03_ALTITUDES.pdf

Capítulo 8. Bibliografía

http://www.chsegura.es/export/descargas/cuenca/resumenedatosbasicos/cartografia/docsdescarga/MAPA_PLANO_DISTRIBUCION_TERRITORIAL.pdf

<http://www.chsegura.es/export/descargas/cuenca/resumenedatosbasicos/img/rdb-024.jpg>

http://www.dogv.gva.es/datos/2007/04/18/pdf/2007_4851.pdf

<https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/224.pdf>

https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2013_multivariante.pdf

http://www.imgrum.org/media/1289997571510877899_3510531466

<http://www.latribunadealbacete.es/noticia.cfm/VIVIR/20101113/geologia/ca%C3%B1on/jucar/7F6E41CF-D438-DCFA-1E59479820F6DFE7>

http://www.lasfuentesdelalgar.com/les_fonts_de_algar.htm

www.mapama.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/productos/pdf/19226.pdf

<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/jucar/rio-cenia/default.aspx>

http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_101_segura_tcm7-450948.pdf

http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_102_cenia_tcm7-450890.pdf

http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_103_mijares_tcm7-450893.pdf

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/ficha_109_jalon_tcm7-450932.pdf

<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/jucar/rio-mijares/default.aspx>

<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/jucar/rio-jalon/default.aspx>

<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/segura/embalse-anchuricas/default.aspx>

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-el-fondo/carrizal>,

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-el-fondo/flora-y-vegetacion>

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-el-fondo/fauna>

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-hoces-del-cabriel/flora-y-vegetacion>

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-d-espada/geologia>

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-d-espada/habitats>

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-de-mariola/geologia>

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-serra-de-mariola/ruta-azul-descripcion>

<http://www.parquesnaturales.gva.es/web/pn-turia/conocenos>

<http://www.senderosdealicante.com/geologicos/lugares/monnegre.htm>
|

<https://www.informa.es/directorio-empresas>

https://www.informa.es/directorio-empresas/A000_AGRICULTURA-GANADERIA-SILVICULTURA-PESCA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/A001_AGRICULTURA-GANADERIA-CAZA-SERVICIOS-RELACIONADOS-MISMAS.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/014_PRODUCION-GANADERA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLORACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLORACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Comunidad_ARAGON.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLORACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Comunidad_CASTILLA-MANCHA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLORACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Comunidad_CATALUNA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLORACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Comunidad_MURCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLORACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Comunidad_COMUNIDAD-VALENCIANA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLORACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_ALBACETE.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLORACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_ALICANTE.html

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLLOTACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_CASTELLON.html

www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLLOTACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_CUENCA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLLOTACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_GUADALAJARA.html

www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLLOTACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_MURCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLLOTACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_TARRAGONA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLLOTACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_TERUEL.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0141_EXPLLOTACION-GANADO-BOVINO-PARA-PRODUCCION-LECHE/Provincia_VALENCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLLOTACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLLOTACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Comunidad_ARAGON.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLLOTACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Comunidad_CASTILLA-MANCHA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Comunidad_CATALUNA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Comunidad_MURCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Comunidad_COMUNIDAD-VALENCIANA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_ALBACETE.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_ALICANTE.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_CASTELLON.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_CUENCA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_GUADALAJARA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_MURCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_TARRAGONA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_TERUEL.html

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

https://www.informa.es/directorio-empresas/0142_EXPLORACION-OTRO-GANADO-BOVINO-BUFALOS/Provincia_VALENCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Comunidad_ARAGON.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Comunidad_CASTILLA-MANCHA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Comunidad_CATALUNA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Comunidad_MURCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Comunidad_COMUNIDAD-VALENCIANA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Provincia_ALBACETE.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Provincia_ALICANTE.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Provincia_CASTELLON.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Provincia_GUADALAJARA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Provincia_MURCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLORACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Provincia_TARRAGONA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLOTACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Provincia_TERUEL.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0143_EXPLOTACION-CABALLOS-OTROS-EQUINOS/Provincia_VALENCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Comunidad_ARAGON.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Comunidad_CASTILLA-MANCHA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Comunidad_CATALUNA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Comunidad_MURCIA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Comunidad_COMUNIDAD-VALENCIANA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Provincia_ALBACETE.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Provincia_ALICANTE.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Provincia_CASTELLON.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Provincia_CUENCA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Provincia_GUADALAJARA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLOTACION-GANADO-PORCINO/Provincia_MURCIA.html

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLORACION-GANADO-PORCINO/Provincia_TARRAGONA.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLORACION-GANADO-PORCINO/Provincia_TERUEL.html

https://www.informa.es/directorio-empresas/0146_EXPLORACION-GANADO-PORCINO/Provincia_VALENCIA.html

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs374/es/>

**ANEXO. ENFERMEDADES
TRANSMITIDAS POR SIMÚLIDOS**

1. ONCOCERCOSIS

1.1. ¿Qué es la oncocercosis y por qué es importante?

La oncocercosis o también denominada "ceguera de los ríos", es una enfermedad parasitaria provocada por el nematodo filárico *Onchocerca volvulus*. Dicho agente patógeno causante de la citada enfermedad, es transmitido mediante la saliva inyectada en la herida sangrante resultante de las mordeduras producidas por las moscas negras (Diptera, Simuliidae) que transportan en su interior al nematodo en cuestión (web OMS). Es decir, que la oncocercosis o filariasis subcutánea como también es conocida, es transmitida de hospedador a hospedador mediante este insecto (TAYLOR *et al.*, 2016).

Las especies transmisoras pertenecen al género *Simulium*, las cuales crecen y se desarrollan en ambientes acuáticos con cierto flujo como ríos, arroyos y torrentes. Cuando los asentamientos humanos se sitúan en las proximidades de los cursos de agua, los seres humanos pueden contraer la enfermedad al exponerse a repetidas mordeduras (web OMS).

El comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que al menos 25 millones de personas están infectadas y 123 millones de personas viven en áreas con riesgo de infección. A esta circunstancia hay que sumarle que cerca de 300.000 personas están ciegas debido al parásito y que otras 800.000 padecen discapacidad visual. De todos estos casos, casi el 99% de las personas infectadas viven en África; el resto en Yemen (Oriente Medio) y en Latinoamérica (web cdc).

Sin embargo, el riesgo de contraer la enfermedad no es muy elevado ya que requiere de más de una mordedura de una hembra de simúlido infectada, más bien de una repetida y constante exposición a sus molestos ataques. Por lo tanto, la transmisión de la oncocercosis en viajeros ocasionales es rara. Y, además, esta tiene lugar en áreas rurales y agrícolas remotas situadas en los aldeaños de cursos de agua. Con lo que, el riesgo de infección es mayor en misioneros, en viajeros

en busca de aventuras y en voluntarios que permanecen largas estancias en estos lugares donde se ven sometidos a soportar largos periodos de exposición intensa y sostenida en el tiempo a las mordeduras de las moscas negras, generalmente durante más de tres meses. No obstante, en los países de Latinoamérica, la tasa de transmisión es baja, y la probabilidad de que los viajeros de esta región (incluso misioneros y voluntarios a largo plazo) se infecten es muy baja (web cdc).

1.2. Contextualización histórica

Las reacciones sufridas por el hombre tras la mordedura de los simúlidos, han sido documentadas desde hace mucho tiempo, pero hasta el año 1905 no existió la sospecha de que constituyeran un grupo transmisor de enfermedades.

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

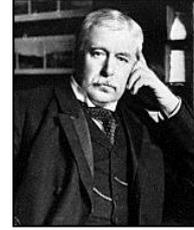
En 1874, John O'Neill, un cirujano naval británico destinado en Gana, se sintió intrigado por una irritante e intratable enfermedad de la piel que afectaba a muchas personas propias del lugar. Con lo que, fruto de aquella curiosidad, decidió buscar la causa de la peculiar afección, conocida localmente como "craw-craw" estudiando a varios pacientes. O'Neill examinó el contenido de las pápulas o engrosamientos de la piel de dichos pacientes, y tras grandes esfuerzos encontró un organismo en ellas. Al examinar el espécimen bajo un microscopio, determinó que se trataba de microfilarias (http://www.jean-hisette.de/Oncho_JH_GB.html).

Más tarde, en 1890, un médico alemán anónimo que trabajaba en la costa dorada de Gana, extirpó dos tumores a dos



lugareños, uno del cuero cabelludo y el otro del pecho. Al examinarlos descubrió que contenían nematodos y los envió al zoólogo y helmintólogo alemán Karl Georg Friedrich Rudolf Leuckart (1822-1898) para su identificación (véase fotografía en margen izquierdo). Leuckart no publicó noticias sobre este

descubrimiento, pero informó al médico escocés Sir Patrick Manson (1844-1922), fundador del campo de la medicina tropical, descubridor de valiosos hallazgos en parasitología y conocido bajo el epíteto de “Padre de la Medicina Tropical”, el cual sí que lo hizo (véase fotografía en margen derecho). Reconociendo a Leuckart en un capítulo que escribió sobre enfermedades de la piel en los trópicos en el libro "Higiene y enfermedad de climas cálidos". La sección sobre este parásito fue etiquetada como "Filaria volvulus", siendo una errónea traducción de "volvulus", del latín "volvo, volver" = rodar o girar. Que pretendía hacer referencia a la tendencia que habían mostrado los ejemplares examinados de permanecer unidos y enroscados formando un amasijo difícil de desentrañar. Así mismo, el término Onchocerca se derivó de una combinación de las palabras griegas “onchos” que significa "gancho" y “kerkos-cercos” que significa "cola" (http://www.jean-hissette.de/Oncho_JH_GB.html).



Históricamente el investigador médico guatemalteco Rodolfo Robles (véase fotografía en margen izquierdo), fue el primero que hipotetizó la asociación vector-parásito (*Simulium* spp. - *O. volvulus*) en 1917, en Guatemala, y que mencionó la oncocercosis ocular. Además, tras extirpar un bulto de uno de sus pacientes, descubrió por primera vez al adulto de *O. volvulus* en las Américas. Cuando la hipótesis fue provada, la enfermedad empezó a conocerse en Centroamérica bajo el nombre de su descubridor, por lo que recibió el nombre de “Enfermedad de Robles” en América Latina. Unos años más tarde, en 1926, el británico escocés Donald Breadalbane Blacklock (véase fotografía en margen derecho) demostró por primera vez que la oncocercosis era transmitida por simúlidos en Africa, concretamente trabajando con la especie vectora *Simulium damnosum* en Sierra Leona (CROSSKEY, 1993), al obligar a ejemplares de este díptero a alimentarse de dos pacientes que sufrían la enfermedad. Al examinar a los insectos halló



microfilarias en su interior, lo que le permitió aseverar con certeza que los simúlidos eran los transmisores del parásito de humano a humano. En cuanto a la citada especie de simúlido, el caso más extremo es el de la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial), en la cual se alcanza una prevalencia de casi un 75% (MAS *et al.*, 1995), lo cual es indicativo de cuan gravedad puede alcanzar dicha enfermedad. En estas regiones africanas es transmitida por *S. damnosum s.l.* y las especies del complejo *S. damnosum*. No obstante, se ha demostrado que otras especies como *Simulium ornatum* y *Simulium erythrocephalum* también podrían transmitirla (HAM & BIANCO, 1983a, 1983b).

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

En el nuevo continente *Simulium ochraceum*, *Simulium metallicum*, *Simulium callidum* (ORTEGA & OLIVER, 1984), *Simulium exiguum*, *Simulium guianense*, *Simulium oyapockense* y *Simulium quadrivittatum* (CROSSKEY, 1993) son los vectores de *O. volvulus*. Así bien, también se puede encontrar otra filaria transmitida por simúlidos, *Mansonella ozzardi*, causante de la Filariosis de Ozzard.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que no todas las especies de simúlidos son igualmente vectoras, de hecho, hay algunas especies que son vectores más eficientes que otras. Esta condición, es debida principalmente a seis causas, que son:

- Presentar un hábito alimenticio que origine una laceración importante en la piel donde las microfilarias accederían directamente al torrente sanguíneo.
- Mostrar rechazo a retirarse cuando están en pleno acto de alimentación.
- Requerir un tiempo relativamente largo a la hora de alimentarse, lo cual incrementa la oportunidad de ingerir las microfilarias.
- Necesitar ingerir sangre cada poco tiempo.

- Tener una esperanza de vida más longeva que el tiempo que necesitan los parásitos para desarrollarse hasta el estado infectante, permitiendo incluso dos o más ingestas de microfilarias.
- Tolerar considerables niveles de parasitación sin sufrir lesiones funcionales serias que puedan modificar su comportamiento.
- E incluso, otro factor importante es que las especies vectoras mostrasen preferencia a alimentarse en zonas del cuerpo donde las microfilarias son más abundantes.

1.3. Sintomatología

En primer lugar, y debido al daño invasivo originado con el aparato bucal tanto en la epidermis como en los capilares sanguíneos en busca de la requerida sangre, ocasionan una herida externa con extravasación de sangre, al que le sigue la pertinente inflamación cutánea como respuesta a la lesión física padecida. Además, se puede experimentar un intenso prurito, picazón e incluso en algunos casos una considerable erupción cutánea como respuesta a la presencia de una sustancia foránea como es la saliva del simúlido y a las enzimas y proteínas que evitan la coagulación de la sangre para facilitar su ingesta. Así mismo, otros daños ocasionados esta vez no por el vector sino por el parásito, son los provocados por las microfilarias al desplazarse a través del tejido subcutáneo que resultan en afecciones cutáneas desfigurantes y en la formación de nódulos subcutáneos claramente visibles a simple vista en diversas regiones del cuerpo y que encapsulan a los adultos. E incluso pueden ocasionar en las personas infectadas discapacidad visual y ceguera permanente tras la migración de las microfilarias al globo ocular. Además, el sistema linfático humano en respuesta a la presencia de larvas muertas produce una inflamación que suele ser dolorosa. A largo plazo la inflamación puede incluso provocar desde cambios de color de la piel a la que le otorga apariencia de “piel de leopardo” como se le suele tildar, adelgazamiento del tejido epidérmico con la consecuente pérdida de elasticidad hasta general extensiones colgantes de piel en zonas localizadas como las ingles. La inflamación ocular causada por las larvas que mueren en el interior de este órgano, resulta inicialmente en lesiones reversibles en la córnea que, sin tratamiento, progresan a un enturbiamiento permanente de la

córnea, lo que produce ceguera. También puede haber inflamación del nervio óptico que ocasiona pérdida de visión, particularmente visión periférica y, finalmente, ceguera permanente (web OMS).

No obstante, también existen personas infectadas que cursan la enfermedad de manera asintomática, pero que actúan como reservorios del nematodo filárico, y por tanto de la enfermedad. Esto se debe a que las larvas pueden migrar a través del cuerpo humano sin provocar una respuesta del sistema inmune.

Pero, ¿Cuándo se pueden apreciar o manifestar los síntomas de la oncocercosis y saber si estamos infectados? Desde que las larvas L3 entran al ser humano hasta que se desarrollan completamente en adultos, puede transcurrir hasta un año. Y entre 10 y 20 meses antes de que se puedan detectar larvas en la epidermis. Por lo tanto, como son las larvas las que causan la mayoría de los síntomas de la oncocercosis, la mayoría de las personas se sienten bien hasta que los adultos empiezan a producir larvas. Y para más inri, cada hembra adulta puede vivir entre 10 y 15 años, produciendo de esta manera millones de microfilarias (larvas L1) durante toda su vida (web cdc).

1.4. Diagnóstico

En cuanto al diagnóstico, este puede ser dificultoso en aquellos pacientes con infecciones leves, en cualquier caso, la diagnosis de la enfermedad se puede llevar a cabo de diversas maneras:

- El método más comúnmente utilizado es el raspado o biopsia epidérmica obteniendo una muestra de entre 1 y 2 mg que se somete a solución salina con el fin de obligar a las larvas a emerger del tejido. Generalmente se toman 6 muestras de diferentes áreas del cuerpo. Si las larvas no son visibles, se pueden someter las muestras a una PCR (reacción en cadena de la polimerasa) para diagnosticar la parasitosis.
- Cuando el paciente presenta síntomas evidentes de parasitosis como son la presencia de nódulos en aquellas regiones donde el tejido epidérmico es más delgado como en rodillas, pelvis, costillas y cuero cabelludo (CROSSKEY, 1993). Se suele proceder a extirpar por

medios quirúrgicos dichos nódulos a fin de detectar los individuos adultos del nematodo en cuestión.

- Por otro lado, también se puede examinar de manera visual y no invasiva la parte anterior de los ojos con ayuda de una lámpara especial, para detectar la presencia de larvas y/o de las lesiones oculares causadas.

- Por último, mediante los análisis de sangre, se puede detectar la presencia de anticuerpos desarrollados para combatir contra los antígenos procedentes del parásito. Sin embargo, aunque se trata de una prueba con alta especificidad, los análisis positivos no indican necesariamente que todavía se esté infectado con *O. volvulus*, ya que no pueden discernir entre infecciones pasadas o actuales (web cdc).

1.5. Distribución

La oncocercosis tiene lugar principalmente en las zonas tropicales de países en vías de desarrollo del hemisferio sur (MAS et al., 1995; ORTEGA & OLIVER, 1984; TAKAOKA & SUZUKI 1987) (Figura 242). Más del 99% de las personas infectadas viven en 31 países del África subsahariana, como son: Angola, Benín, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Chad, Costa de Marfil, Etiopía, Gabón, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Guinea Ecuatorial, Kenia, Liberia, Malawi, Malí, Mozambique, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República del Congo, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Ruanda, Senegal, Sierra Leona, Sudán, Sudán del Sur, Togo y Uganda. La oncocercosis también se transmite en el Yemen y en América latina. En esta última área, y a fecha de 20 de julio de 2016, la transmisión del parásito causante de la enfermedad en cuestión, persiste en Brasil y en la República Bolivariana de Venezuela. No obstante, se ha confirmado la erradicación de la transmisión de la enfermedad parasitaria en países latinoamericanos como Colombia, Ecuador, México y Guatemala (convirtiéndose este último en el cuarto país del mundo en ser verificado libre de oncocercosis), concretamente el 5 de abril de 2013, en septiembre de 2014, en julio de 2015 y en julio de 2016 respectivamente. Sin embargo, se espera que otros países puedan sumarse a esta lista en un breve lapso de tiempo (web OMS).

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

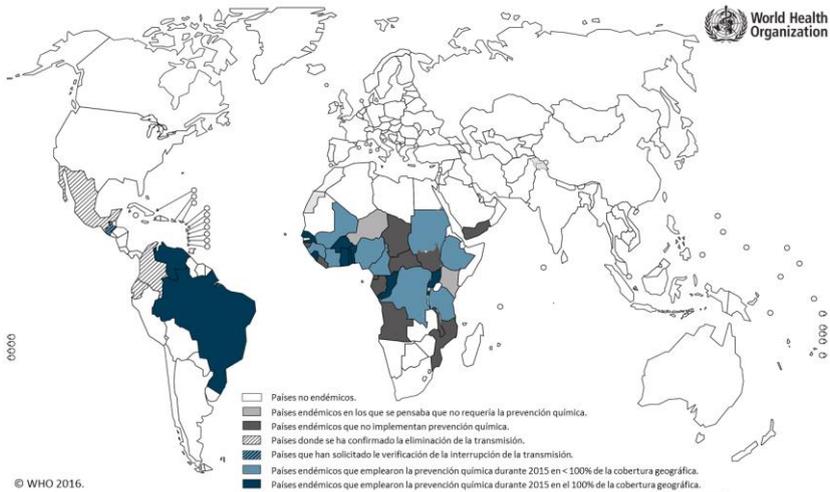


Figura 242.-Distribución de la enfermedad y estado mundial de la quimioterapia preventiva contra la oncocercosis en 2015 (web OMS).

1.6. Ciclo vital

El ciclo de vida de la *Onchocerca volvulus* (Figura 243) se inicia cuando una hembra de mosca negra del género *Simulium* infectada con el nematodo en cuestión, introduce las larvas filiformes L3 en la piel del hospedador humano a través de la herida abierta tras realizar la mordedura (1). Estas larvas crecen y se desarrollan hasta alcanzar el estado de microfilaria adulta en el tejido subcutáneo o en diversos órganos como los ojos después de haber migrado hasta ellos a través del torrente sanguíneo. Comúnmente dichas filarias adultas residen en nódulos formados en el tejido conjuntivo subcutáneo (2). Los adultos pueden vivir en los nódulos durante aproximadamente 15 años, donde se aparean con lo que los nódulos actúan como centros de multiplicación y diseminación de las microfilarias (CROSSKEY, 1993). Algunos nódulos pueden contener numerosos nematodos macho y hembra. Estas últimas miden entre 33 y 50 cm de longitud y entre 270 y 400 μm de diámetro, mientras que los machos miden entre 19 y 42 mm de largo y entre 130 y 210 μm de ancho (3). En los nódulos subcutáneos, las hembras son capaces de producir microfilarias durante aproximadamente 9 años. Estas suelen medir entre 220 y 360 μm de longitud y entre 5 y 9 μm de ancho, además no presentan vaina

protectora y, tienen una vida que puede alcanzar los 2 años. Ocasionalmente se encuentran en la sangre de los capilares periféricos, así como en orina y esputo, aunque con asiduidad se encuentran en la piel y en los vasos linfáticos del tejido conjuntivo (4). Cuando estas microfilarias se encuentran en los capilares sanguíneos periféricos y una hembra de mosca negra la ingiere, también succionará las microfilarias (5). Después de la ingestión, las microfilarias intentarán perforar el intestino medio donde se digerirá la sangre, con el fin de pasar, de este modo, al hemocele a través del cual migrarán hasta llegar a los músculos torácicos (6). Sin embargo, muchas de ellas no consiguen atravesar la membrana del intestino, puesto que esta se endurece, y como consecuencia de ello, muchas de ellas perecen en su interior, lo cual supondría la interrupción del ciclo (CROSSKEY, 1993). Por otro lado, las microfilarias que sí que consiguen llegar a la cavidad torácica, logran convertirse en larvas L1 (7). Y posteriormente en larvas L3, también llamadas estado infectante, ya que son las que pasarán al nuevo hospedador humano (8). Pero previamente migrarán a la probóscide, estando así listas para infectar a otro humano cuando la hembra de simúlido toma otra ingesta de sangre (9) (web cdc).

En resumidas cuentas, la enfermedad se adquiere y propaga mediante la mordedura de una mosca negra infectada y portadora del nematodo parásito. Cuando una hembra muerde a una persona que padece de oncocercosis, justo en el momento en el que las microfilarias se encuentran en los capilares sanguíneos periféricos que irrigan el tejido subcutáneo de la persona infectada, son succionadas junto con la sangre, entrando en ella e infectándola. Las larvas L1 se desarrollan durante 10 o 12 días, aproximadamente 2 semanas en el tórax del díptero hasta alcanzar el estado L3 el cual es el infectante para los humanos. En este estado las L3 migran a la probóscide desde la cual se dejarán arrastrar por la saliva inyectada por la hembra de simúlido, accediendo así al nuevo hospedador humano mediante la laceración ocasionada. Una vez dentro del cuerpo humano, las larvas L3 crecen durante alrededor de 3 meses a un año hasta alcanzar el estado adulto. Estos se alojan en nódulos fibrosos que se forman alrededor de ellos como resultado de la interacción entre los nematodos y el hospedador humano. Dichos nódulos se pueden encontrar en las articulaciones,

Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud Pública y su control

entre las fibras musculares o bajo el tejido epidérmico. Dentro de ellos los adultos se encuentran relativamente a salvo de la respuesta inmunitaria humana. Una vez alcanzado el estado adulto, las hembras producen diariamente miles de larvas L1, que pueden permanecer vivas durante 2 años.

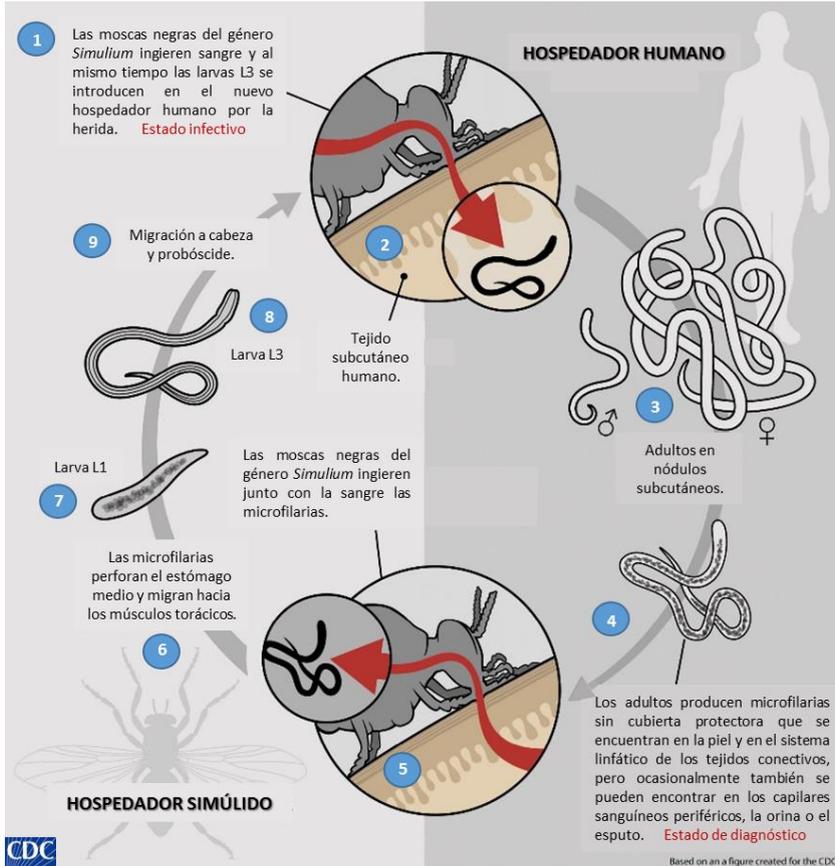


Figura 243.- Ciclo de vida de la *Onchocerca volvulus* (Web cdc).

Cabe destacar, que *Onchocerca volvulus* únicamente se reproduce en los humanos, ya que es su hospedador definitivo, pero para completar parte de su desarrollo vital, concretamente de algunos estados inmaduros, necesita del concurso de la hembra de mosca negra, es decir, el hospedador intermediario. Con lo que el ciclo se mantiene por la transmisión entre humanos mediada por la mosca negra. Por último, otro dato a resaltar, es la intensidad de la infección humana, es

decir, la cantidad de nematodos en un individuo, la cual está relacionada con la cantidad de mordeduras infecciosas que sufra este y que por tanto aumenta las posibilidades de padecer daños oculares irreversibles.

1.7. Programas de prevención, control y eliminación

Entre 1974 y 2002, se logró controlar la enfermedad causada por oncocercosis en África Occidental a través del Programa de Lucha contra la Oncocercosis (OCP), principalmente mediante el uso de insecticidas contra las larvas de la mosca negra (lucha antivectorial) desde helicópteros y aviones. Este programa logró eliminar la transmisión del helminto parásito en las áreas de sabana de los países afectados (HOUGARD *et al.*, 2001; BOATIN & RICHARDS, 2006). Así bien, a dicho programa se sumó la distribución anual de ivermectina, un medicamento antiparasitario de amplio espectro, que actúa como antihelmíntico, consecuentemente ambas estrategias consiguieron que la oncocercosis no fuera considerada una enfermedad de importancia para la salud pública en varios países del África Occidental en 2002 (BOATIN, 2008). Como consecuencia se recuperaron 25 millones de hectáreas de tierras para el asentamiento y la producción agrícola, con capacidad para alimentar a 17 millones de personas anualmente que habían sido abandonadas como consecuencia de la oncocercosis (web OMS).

Por un lado, El Programa Africano de Lucha contra la Oncocercosis (APOC) se puso en marcha en 1995 hasta 2015 con el objetivo de controlar la oncocercosis en los países en los que aún seguía siendo una enfermedad endémica. Obtuvo como resultados que más de 800.000 personas en Uganda y 120.000 en Sudán ya no necesitaban ivermectina. A partir de 2015, El Proyecto Especial Ampliado de Eliminación de Enfermedades Tropicales Desatendidas en África (ESPEN), se planteó como nuevo objetivo alcanzar la completa eliminación de la enfermedad. Sus esfuerzos se centrarán en varios países para apoyar sus programas de lucha contra las enfermedades tropicales desatendidas, entre ellas la oncocercosis, y creará un grupo de expertos que puedan proporcionar asistencia técnica a todos los países miembros. Su principal herramienta de lucha consiste en el

tratamiento de la población afectada con ivermectina, y abordar la lucha vectorial desde el punto de vista de la utilización de métodos inocuos para el medio ambiente basados principalmente en el uso de larvicidas de origen bacteriano, como el *Bacillus thuringiensis* en diversas variedades o serotipos, de los cuales el más utilizado está siendo el israeliensis (Bti). Este actúa como un agente de control biológico concretamente en los estados inmaduros de larvas de ciertas especies de dípteros pertenecientes a la familia de los mosquitos y de los simúlidos entre otros, pero siempre sin afectar a otros organismos vivos (web OMS). La bacteria produce toxinas cristalinas y esporas que tras ser ingeridas causan daños en el tubo digestivo de las larvas, provocando su muerte.

Por otro lado, El Programa para la Eliminación de la Oncocercosis en las Américas (OEPA) se puso en marcha en 1992 con el objetivo de eliminar, para 2015, la morbilidad ocular y la transmisión en todas las Américas mediante el tratamiento semestral a gran escala con ivermectina. En 2006, se logró una cobertura de más del 85% en los 13 focos de la región, y en 2017, la transmisión se interrumpió en 11 de los 13 focos, quedando así más de 500.000 personas sin necesidad de tomar ivermectina en las Américas. Los esfuerzos para eliminar la enfermedad están centrados ahora en el pueblo Yanomami, que vive en Brasil y la República Bolivariana de Venezuela, últimos reductos de la parasitosis en el nuevo mundo (web OMS). En 2012, La OMS estableció los objetivos de eliminar la oncocercosis en varios países africanos para 2020 (COLEBUNDERS *et al.*, 2018; *Accelerating work to overcome the global impact of neglected tropical diseases*). También en 2012, el Foro de Acción Conjunta de APOC amplió esta meta al 80% de los países endémicos con la eliminación de la oncocercosis para 2025 (COLEBUNDERS *et al.*, 2018; *African Programme for Onchocerciasis Control (APOC)*).

1.8. Tratamiento y prevención

Como ya se ha avanzado en los párrafos anteriores, el tratamiento para combatir el agente patógeno parásito causante de la oncocercosis se basa en el uso oral de la ivermectina. Este fármaco se deberá suministrar cada 6 meses durante el tiempo en el que las filarias

adultas generarán descendientes, o en su defecto cuando la persona infectada tenga evidencia de nódulos u otro tipo de infección en la piel y/o en los globos oculares. Con el fin de provocar la muerte de las larvas (microfilarias). No obstante, se están estudiando tratamientos con doxiciclina para eliminar los ejemplares adultos induciendo la muerte de la bacteria *Wolbachia* de la que dependen los individuos adultos para sobrevivir. En cualquier caso, el tratamiento acarrea diversas problemáticas con lo que aún queda mucho camino por recorrer hasta descubrir una solución óptima.

Por otro lado, es importante destacar que no existe ninguna vacuna o medicamento para prevenir la infección por *O. volvulus*. No obstante, la OMS recomienda el tratamiento de la oncocercosis con ivermectina al menos una vez al año durante un periodo de entre 10 y 15 años debido a la larga esperanza de vida que los individuos adultos de estos nematodos filáricos exhiben (web OMS). Con lo que la mejor prevención es evitar ser mordido por las hembras de simúlido mediante el uso de insecticidas y vistiendo ropa de manga y camal largo (web cdc). Aunque recientemente también se está trabajando en tratamientos alternativos basados en fitoterapia en zonas pobres del África subsahariana (MWANGI *et al.*, 2017).

1.9. Consecuencias, perjuicios y peligros

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

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

**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana:
Implicaciones en la Salud Pública y su control**

No existe evidencia de que los simúlidos sean potenciales vectores de virosis al hombre, aunque pueden mecánicamente transmitir la mixomatosis a los conejos (JOURBERT & MONET, 1975), la encefalitis de Venezuela a los équidos (ANDERSON & DEFOLIART, 1961) y otras encefalitis a las aves. Lo que sí está comprobado es la transmisión de filarias al hombre, particularmente de *O. volvulus*.

VNIVERSITAT (ò*)
E VALÈNCIA Facultat de Farmàcia



**Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la
Comunidad Valenciana: Implicaciones en la Salud
Pública y su control**

Valencia, 2018

