



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

**Autoecología de los culícidos
(Diptera, Culicidae) en Castellón:
Diversidad, abundancia y enfermedades vectoriales**

**Tesis Doctoral
JAIME HERREZUELO ANTOLÍN**

**Dirigida por
DR. RICARDO JIMÉNEZ PEYDRÓ**

Programa de Doctorado en Biodiversidad y Biología Evolutiva

Valencia, marzo 2023



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

Facultat de **C**iències **B**iològiques

Programa de Doctorado en Biodiversidad y Biología Evolutiva

Autoecología de los Culícidos (Diptera,
Culicidae) en Castellón: Diversidad, Abundancia
y Enfermedades Vectoriales

TESIS DOCTORAL DE:
JAIME HERREZUELO ANTOLÍN

DIRIGIDA POR:
RICARDO JIMÉNEZ PEYDRÓ

Valencia, marzo 2023



D. **RICARDO JIMÉNEZ PEYDRÓ**, Catedrático del Departamento de Zoología de la Facultat de Ciències Biològiques de la Universitat de València (Estudi General), como director de la Tesis Doctoral que se detalla a continuación,

CERTIFICA:

Que **D. JAIME HERREZUELO ANTOLÍN** ha realizado bajo su dirección y con el mayor aprovechamiento el trabajo de investigación recogido en esta memoria y que lleva por título:

“AUTOECOLOGÍA DE LOS CULÍCIDOS (DIPTERA, CULICIDAE)
EN CASTELLÓN: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y
ENFERMEDADES VECTORIALES”

para optar al grado de Doctor por la Universitat de València (Estudi General) dentro del Programa de Doctorado en Biodiversidad y Biología Evolutiva.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente, expido el presente certificado en Valencia, a 16 de marzo de dos mil veintitrés.

RICARDO JIMENEZ PEYDRO | Firmado digitalmente por RICARDO|JIMENEZ| PEYDRO
Fecha: 2023.03.17 09:18:05 +01'00'

Ricardo Jiménez Peydró

FRANCISCO JAVIER RUIZ SANCHEZ | Firmado digitalmente por FRANCISCO JAVIER|RUIZ| SANCHEZ
Fecha: 2023.03.17 13:50:40 +01'00'

Francisco Javier Ruiz Sánchez
(como Tutor Académico)

*“Uno nunca se da cuenta de lo que se ha hecho,
sólo puede ver lo que queda por hacer”*

- Marie Curie -

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría aprovechar este espacio para dedicar unas líneas a todas aquellas personas que, a lo largo de estos años, han participado de una forma u otra en el desarrollo de esta tesis doctoral. Gracias a su apoyo, colaboración o ayuda, este trabajo ha tomado forma, y he sido capaz de crecer tanto a nivel profesional como a nivel personal.

En primer lugar, quiero mostrar mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. Ricardo Jiménez Peydró, Catedrático de Entomología y Control de Plagas de la Universitat de València, y responsable de mi introducción en el fascinante mundo de los mosquitos. Gracias por confiar en mí desde un primer momento, por toda tu dedicación, apoyo y formación durante todos estos años, por todo tu tiempo y esfuerzo invertidos para poder llevar a cabo este proyecto de investigación, y por animarme a hacer cosas que nunca hubiera pensado que podría llegar a hacer. Gracias por hacerme parte de esta pequeña familia que es el personal del laboratorio, por todo el afecto personal que me has brindado, por tus consejos, y por todas las experiencias que hemos compartido.

También quiero mostrar todo mi agradecimiento a mi tutor académico, el Dr. Francisco Javier Ruiz Sánchez, profesor del Departamento de Geología de la Universitat de València. Gracias por introducirme en el mundo de los Sistemas de Información Geográfica y por enfrentarte conmigo a esos monstruos que son nuestras bases de datos. Gracias por toda tu dedicación y tu paciencia, por acogerme en tu despacho y convertirme en un gran apoyo, un gran consejero y, a veces, hasta psicólogo. Estoy profundamente orgulloso de haberte conocido, y muy agradecido por todas las horas que hemos compartido, riendo, fantaseando y también desesperando. Gracias Paco GIS.

Me gustaría agradecer al Dr. Eduardo M. García Roger, profesor del Departamento de Microbiología y Ecología de la Universitat de València, toda su ayuda brindada durante el proceso estadístico. Gracias por encender esa luz cuando todo se había vuelto oscuro, por formarme, por dedicarme tu tiempo, y por toda tu paciencia.

No puedo olvidarme del Dr. José Vicente Falcó Garí, profesor del Departamento de Zoología de la Universitat de València. Fuiste la primera persona a la que acudí a mi llegada a Valencia, allá por el año 2013, cuando aún estaba iniciando mis estudios de máster. Gracias por confiar en mí a ciegas desde el minuto uno, por aceptarme como tu estudiante de máster sin conocerme y por permitirme continuar con mi formación en el mundo de la Entomología. No pude tener una mejor acogida y recibimiento en el laboratorio, y desde entonces siempre has estado ahí, mostrándome tu apoyo y sin parar de enseñarme cosas nuevas. Gracias por tus inagotables datos curiosos, por buscar siempre los resultados más interesantes, por tu paciencia infinita, por tu templanza y por todos los buenos momentos vividos juntos.

Quiero dedicar también un agradecimiento especial a los demás integrantes de esta pequeña familia que es el Laboratorio de Entomología y Control de Plagas del Instituto Cavanilles, con los que he compartido alegrías y penas, pero sobre todo muchas risas y anécdotas. Gracias a Álvaro Lis Cantín, al que considero mi primer pupilo, y con el que empezaron las andanzas de las salidas de campo, con infinitos momentos de risas (y no tantas risas), con su confianza y paciencia en mis primeras veces al volante, y sobre todo con sus eternos resoplidos. A Mayte Calomarde Utrillas, por compartir conmigo los momentos más golosos en las salidas de campo. A Macarena Ochoa Navarro y Ana Herráiz Sánchez, por sus locuras, sus historias inverosímiles y su peculiar idioma de “fecas”, “ñobas”, “Julianes” y “Maria

Julias". A Daniel Comes Martínez, por quitarme honrosamente el título de "pupas" nada más llegar, y a Adrián Gimeno Alpente, el benjamín. Gracias a todos por estar siempre ahí, por todos los momentos vividos dentro y fuera del laboratorio, por todo vuestro apoyo y por convertir en risas los momentos más difíciles y complicados.

Quiero hacer una mención muy especial a dos personas muy importantes para mí a lo largo de todo este proceso, mis "Novembers": Alicia Borque Espinosa y Cristina Llopis Belenguer. Gracias de corazón por todo vuestro apoyo, por haberos convertido en mis psicólogas y mi vía de escape. Gracias por escuchar todas mis historias, por darme fuerzas cuando agoté las mías y ánimos cuando los tenía por los suelos. Sois las mejores compañeras de doctorado que he podido tener, pero sobre todo unas buenas amigas con las que espero seguir compartiendo cenas, paseos de Foca y tardes de piscina.

Y como siempre, dejo lo mejor para el final, y esa es mi familia. Gracias a mi madre, Ana, y a mi padre, Jaime, por todo el esfuerzo que habéis hecho a lo largo de vuestra vida para hacer posible que yo llegue hasta aquí. Gracias por vuestra confianza, por vuestro apoyo incondicional, y por hacer que siempre me levante y siga adelante. Gracias a mi hermana, Ana M^a, por tus consejos, por tu apoyo y por ayudarme a desconectar con nuestras escapadas. Quiero agradecer especialmente estos últimos años, en los que hemos estado alejados físicamente, y en los que nos ha tocado vivir algunos momentos duros, pero también otros muy buenos. Nunca podré agradecer lo suficiente todo el cariño, el amor, la confianza y la ilusión que me habéis dado. Espero que estéis tan orgullosos de mí como yo lo estoy de vosotros. Por todo esto y más... GRACIAS.

También quiero mostrar mi agradecimiento al resto de mi familia, mi tía Satur, y mis primos Merche, Nuria, Luis, los dos Teos y Mario, por todo el interés que habéis mostrado en este proyecto y por todo el cariño recibido. Y gracias también a los que ya no están, Porfiria, Eugenia, Satur, Esperanza, porque sé que allá donde estéis, estaréis mandándome todo vuestro cariño y apoyo.

No quiero terminar sin expresar un fuerte agradecimiento a todos los amigos que me han apoyado a lo largo de estos años. A los palentinos, a los madrileños, a los valencianos, a todos y cada uno de vosotros, gracias por estar ahí, por vuestra paciencia, vuestros consejos y vuestros ánimos. Gracias por regalarme tantos buenos momentos y por convertirme en vuestro mosquitero.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	1
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN	7
1.1 Aspectos generales de la familia Culicidae	11
1.2 Sistemática	13
1.2.1 Taxonomía histórica y clasificación.....	13
1.2.2 La controversia en la clasificación.....	17
1.3 Historia de los estudios de los culícidos en España	20
1.3.1 Situación en la Comunidad Valenciana	25
1.4 Biología y ecología de los mosquitos	36
1.4.1 Ciclo biológico	36
1.4.2 Huevo	37
1.4.3 Larva.....	41
1.4.4 Pupa	50
1.4.5 Imago o adulto	52
1.4.6 Hibernación.....	57
Capítulo 2: OBJETIVOS	59
Capítulo 3: MATERIAL Y MÉTODOS	63
3.1 Aproximación al área de estudio	65
3.1.1 La región mediterránea.....	65
3.1.2 La Comunidad Valenciana.....	67
3.1.3 Geología	68
3.1.4 Biogeografía y bioclimatología.....	69
3.1.5 Hidrología.....	74
3.2 Caracterización del área de estudio.....	78

3.2.1	Torreblanca	81
3.2.2	Peñíscola	87
3.2.3	Santa Magdalena de Pulpis	97
3.2.4	Les Coves de Vinromà	104
3.2.5	Espadilla	111
3.2.6	Sueras.....	115
3.2.7	Jérica	120
3.2.8	Bejís.....	125
3.2.9	La Pobla de Benifassà.....	133
3.2.10	Castell de Cabres.....	138
3.3	Metodología.....	150
3.3.1	Trabajo de campo. Recolección de material entomológico	150
3.3.2	Trabajo de laboratorio	154
3.3.3	Mapas y figuras.....	156
3.4	Caracteres morfológicos y quetotáxicos para la determinación taxonómica.....	157
3.4.1	Quetotaxia	158
3.4.2	Tagmas corporales	160
3.4.2.1	Cabeza	160
3.4.2.2	Tórax.....	162
3.4.2.3	Abdomen	164
3.5	Análisis de datos.....	169
3.5.1	Análisis de las variables ambientales y físico-químicas	169
3.5.1.1	Análisis de Correlación	171
3.5.1.2	Análisis de Componentes Principales	171
3.5.2	Análisis de similitud de comunidades de larvas de especies de culícidos	172

3.5.2.1	Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico	173
3.5.2.2	PERMANOVA	173
3.5.3	Caracterización de los ensamblados de especies de culícidos en función de las variables ambientales y físico-químicas de sus hábitats: Análisis de óptimos y tolerancias.....	174
3.5.3.1	Análisis Canónico de Correspondencias	175
3.5.3.2	Óptimos y tolerancias.....	176
3.5.4	Curvas de acumulación de especies	176
3.5.5	Niveles e índices de diversidad	177
3.5.5.1	Medida de la diversidad alfa (α).....	178
3.5.5.2	Medida de la diversidad beta (β).....	179
3.5.5.3	Medida de la diversidad gamma (γ)	180
Capítulo 4:	RESULTADOS	183
4.1	Situación climática	185
4.2	Análisis faunístico.....	187
4.2.1	Subfamilia Anophelinae	189
4.2.1.1	Género <i>Anopheles</i> Meigen, 1818	189
I.	<i>Anopheles claviger</i> (Meigen, 1804)	189
II.	<i>Anopheles maculipennis</i> s.s. Meigen, 1818.....	192
III.	<i>Anopheles marteri</i> Sénévet & Prunelle, 1927	195
IV.	<i>Anopheles petragrani</i> Del Vecchio, 1939.....	198
4.2.2	Subfamilia Culicinae	202
4.2.2.1	Género <i>Aedes</i> Meigen, 1818	202
I.	<i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	202
II.	<i>Aedes caspius</i> (Pallas, 1771).....	205
III.	<i>Aedes vexans</i> (Meigen, 1830).....	210
4.2.2.2	Género <i>Culex</i> Linnaeus, 1758	214

I.	<i>Culex deserticola</i> (Kirkpatrick, 1924)	214
II.	<i>Culex hortensis hortensis</i> Ficalbi, 1889	216
III.	<i>Culex impudicus</i> Ficalbi, 1890	219
IV.	<i>Culex laticinctus</i> Edwards, 1913	222
V.	<i>Culex martinii</i> Medschid, 1930	225
VI.	<i>Culex mimeticus</i> Noè, 1899	228
VII.	<i>Culex pipiens</i> Linnaeus, 1758.....	231
VIII.	<i>Culex territans</i> Walker, 1856	236
IX.	<i>Culex theileri</i> Theobald, 1903	239
4.2.2.3	Género <i>Culiseta</i> Felt, 1904	243
I.	<i>Culiseta longiareolata</i> (Macquart, 1838)	243
II.	<i>Culiseta subochrea</i> (Edwards, 1921)	246
4.3	Análisis ecológico	250
4.3.1	Asociaciones larvarias	250
4.3.2	Análisis de las abundancias.....	253
4.3.2.1	Abundancias por nivel de antropización	255
4.3.3	Análisis de las variables ambientales y físico-químicas	260
4.3.3.1	Análisis de Correlación	260
4.3.3.2	Análisis de Componentes Principales	262
4.3.4	Análisis de similaridad de comunidades de larvas de especies de culícidos	264
4.3.5	Caracterización de los ensamblados de especies de culícidos en función de las variables ambientales y físico-químicas de sus hábitats	267
4.3.5.1	Óptimos y tolerancias.....	270
4.3.6	Curvas de acumulación de especies	273
4.3.7	Índices y niveles de diversidad.....	276

4.3.7.1	Estudio de la diversidad según el nivel de antropización.....	276
4.3.7.2	Estudio de la diversidad a nivel de biotopo.....	278
4.3.7.3	Estudio de la diversidad a nivel de municipio	280
4.4	Emergencia y reemergencia de enfermedades	283
4.4.1	Malaria o paludismo	283
4.4.2	Arbovirosis	287
4.4.2.1	Virus del Oeste del Nilo	288
4.4.2.2	Chikungunya, dengue y zika	293
I.	<i>Chikungunya</i>	293
II.	<i>Dengue</i>	295
III.	<i>Zika</i>	296
Capítulo 5:	DISCUSIÓN GENERAL.....	307
5.1	Catálogo faunístico.....	309
5.2	Análisis de las abundancias.....	312
5.2.1	Abundancias relativas globales.....	312
5.2.2	Abundancias por nivel de antropización.....	313
5.2.3	Abundancias específicas	315
5.3	Análisis de las variables ambientales y físico-químicas	318
5.4	Discusión de la diversidad de mosquitos	321
5.4.1	Discusión de la diversidad a nivel antrópico.....	321
5.4.2	Discusión de la diversidad a nivel de biotopo.....	322
5.4.3	Discusión de la diversidad a nivel de municipio	323
5.5	Posibilidad de emergencia/reemergencia de enfermedades.....	324
5.5.1	Malaria o paludismo	324
5.5.2	Arbovirosis	325
5.5.2.1	Virus del Oeste del Nilo	325

5.5.2.2 Chikungunya, dengue y zika	326
Capítulo 6: CONCLUSIONES	327
Capítulo 7: GLOSARIO	335
Capítulo 8: BIBLIOGRAFÍA	351
Capítulo 9: ANEXOS	389
9.1 Anexo I: Capturas y caracterización de los hábitats larvarios.....	391
9.1.1 Torreblanca	392
9.1.2 Peñíscola	396
9.1.3 Santa Magdalena de Pulpis.....	406
9.1.4 Les Coves de Vinromà	412
9.1.5 Espadilla	415
9.1.6 Sueras.....	417
9.1.7 Jérica	419
9.1.8 Bejís.....	421
9.1.9 La Pobla de Benifassà.....	424
9.1.10 Castell de Cabres.....	426

RESUMEN

La familia Culicidae es una de las familias de insectos que presentan mayor relevancia en la Sanidad Pública, ya que engloba algunas especies de dípteros capaces de actuar como vectores de enfermedades que afectan al ser humano, además de las molestas picaduras producidas debido a su alimentación hematofágica. Debido a esto, los mosquitos han sido uno de los principales objetivos en los programas de control con el fin de regular sus niveles poblacionales, evitando así la posible propagación de las enfermedades que son capaces de transmitir y reduciendo las molestias a poblaciones humanas cercanas. El mayor conocimiento de sus fenologías, abundancias, distribuciones, biología y ecología se convierten, por tanto, en las herramientas que permiten una mayor eficacia de los programas de control que aseguren la salubridad humana.

En la presente tesis doctoral se han estudiado los mosquitos de 10 términos municipales de la provincia de Castellón (Comunidad Valenciana, España): La Pobla de Benifassà, Castell de Cabres, Peñíscola, Santa Magdalena de Pulpis, Les Coves de Vinromà, Torreblanca, Espadilla, Sueras, Jérica y Bejís. Los objetivos de este estudio fueron, además de describir y comparar las distintas comunidades de mosquitos establecidas en los municipios estudiados, conocer si la altitud es un parámetro determinante en la distribución de las especies, así como estimar la posible emergencia o reemergencia de las enfermedades de las que son vectoras. Para ello, se llevaron a cabo muestreos con una periodicidad estacional a lo largo de los 3 años de duración del estudio (2017-2019). En cada uno de ellos, se realizó la captura de ejemplares larvarios mediante la técnica del *dipping* y, paralelamente, se llevó a cabo el estudio de las variables ambientales (temperatura y humedad ambiental) y cualitativas, así como la medición de los parámetros físico-químicos, siendo estos: pH, temperatura, potencial RedOx, conductividad eléctrica, salinidad, solutos en disolución (TDS), turbidez y oxígeno disuelto. Además, cada punto de muestreo es



georreferenciado mediante coordenadas en formato UTM *datum* WGS84, permitiendo una sencilla localización en visitas posteriores y su emplazamiento sobre cartografía digital. Los ejemplares recolectados se conservaron en alcohol etílico 96° para, posteriormente, llevar a cabo su determinación específica siguiendo los criterios taxonómicos reconocidos (Encinas Grandes, 1982; Darsie & Saminadou Voyadjoglou, 1997; Romi *et al.*, 1997; Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010), pasando a formar parte de la Colección Entomológica de la Universitat de València (Estudi General).

De las 240 muestras estudiadas, se han detectado un total de 18 especies de mosquitos pertenecientes a los géneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* y *Culiseta*; 7 de las cuales presentan especial importancia sanitaria, debido a su papel como vectores de enfermedades en el ser humano. Entre ellas, *An. claviger* y *An. maculipennis* s.s. juegan un papel importante en la transmisión de la malaria; *Ae. caspius* y *Cx. pipiens* son las principales especies implicadas en la transmisión del virus del Oeste del Nilo (West Nile Virus); y *Ae. albopictus*, una de las especies de mosquitos con mayor capacidad vectorial a nivel global, destacado por la transmisión de tres arbovirosis: chikungunya, dengue y zika.

Los resultados estadísticos realizados revelan que las especies de mosquitos identificadas han sido capturadas en ambientes muy diversos. Las variables ambientales y físico-químicas que más influyen en la distribución de estas especies han resultado ser la altitud, la temperatura y la conductividad eléctrica. Además, los resultados obtenidos muestran diferencias significativas entre los distintos tipos de ambientes en función del nivel de antropización, lo que indica que las alteraciones de los ecosistemas producidas por el ser humano tienen un efecto directo en la distribución de estas especies. También muestran la existencia de diferencias significativas entre los distintos tipos de biotopos en los que se han

capturado las especies, indicando las preferencias de cada especie por aguas salobres o dulces, corrientes o estancas, limpias o contaminadas, etc. Por último, se analizó la diversidad de especies presentes en los distintos términos municipales, así como en los distintos biotopos y niveles de antropización, a través del cálculo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Whittaker, así como la riqueza de especies.

Por último, se han elaborado mapas en los que se muestran las zonas de influencia de las principales especies vectoras de enfermedades para el ser humano. De esta forma, a partir de los puntos de captura de cada especie, se configuran tres zonas de influencia basadas en el rango de vuelo de sus individuos adultos, con el fin de poner de manifiesto el alcance geográfico de cada una de las especies, así como la población humana expuesta en caso de emergencia o reemergencia de estas enfermedades. Todo ello con el fin de alertar e informar tanto a los posibles afectados, como a las instituciones sanitarias implicadas.

Palabras clave: Diptera, Culicidae, biodiversidad, ecología, antropización, vectores, arbovirus, zonas de influencia, Castellón, Comunidad Valenciana, España.

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

A pesar de existir descripciones previas, no fue hasta el año 1758 cuando se establece oficialmente el inicio de la sistemática de los mosquitos (Diptera, Culicidae), al publicar Linnaeus la primera aportación en la décima edición de “*Sistema Naturae*”, en la que el investigador, primer científico en sistematizar taxonómicamente grupos animales, describe seis especies de insectos dípteros pertenecientes al género *Culex*. De todas ellas, únicamente la especie *Culex pipiens* Linnaeus, 1758 se conserva de forma válida en la actualidad (Harbach *et al.*, 1985), y es esta especie, conocida comúnmente como *mosquito común* o *mosquito trompetero*, la que sirvió como modelo para describir la familia de este grupo de insectos nematóceros denominada Culicidae (Latreille, 1810). Desde entonces, y hasta finales del siglo XVIII, se describen 22 especies de las que, actualmente 8, son sinonimias.

El impacto que estos insectos tienen en la sociedad humana debido a la molestia causada por su naturaleza hematófaga, hacen que los mosquitos sean uno de los grupos más estudiados en la investigación entomológica a nivel mundial. A pesar de ello, no fue hasta finales del siglo XIX cuando se evidenció su relación con la transmisión de enfermedades, demostrando su capacidad vectorial con algunas enfermedades tan graves como la malaria, la fiebre amarilla o la filariasis humana (Boyd, 1949), afecciones que implican a distintos grupos animales, incluido el hombre, causa por la que aumenta notablemente el interés en su estudio, surgiendo los primeros especialistas que se centran en la identificación y la clasificación de las poblaciones de estos insectos.

El incremento del interés en el estudio de estos dípteros hematófagos provoca el descubrimiento de importantes hechos en la historia médica. Así, en el año 1848, Josep Nott indicó la importancia de los mosquitos como vectores de la malaria y la fiebre amarilla; más tarde, en 1878, Sir Patrick Manson confirmó a *Culex*



pipiens var. *quinquefasciatus* (Say, 1723) como transmisor del nematodo *Wuchereria bancrofti*, causante de la filariasis linfática en humanos. Tres años después, en 1881, Carlos Finley defiende la idea de que la transmisión de la fiebre amarilla tiene asociada a los mosquitos como agentes vectores. En 1897, Sir Ronald Ross nombra a los mosquitos pertenecientes a la subfamilia Anophelinae (Boyd, 1949) como los responsables de la transmisión de la malaria. En 1901, Walter Reed y colaboradores confirman lo postulado años antes por Carlos Finley y confirman científicamente a los mosquitos como vectores de la fiebre amarilla.

El descubrimiento de la acción vectorial que los mosquitos tienen en el ciclo de transmisión de distintas enfermedades, hizo tomar conciencia de la importancia de mantener controladas sus poblaciones. De esta forma se establecieron, a principios del siglo XX, los primeros programas de control. Programas de una gran importancia, pues consiguieron la erradicación de la fiebre amarilla en Panamá, gracias al trabajo y al estudio de las poblaciones de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) por parte de William C. Gorgas, miembro del *Army Medical Corps (USA)*.

Todos estos hitos y aportaciones marcaron un antes y un después, haciendo asumir la importancia que tuvieron, tienen y tendrán los mosquitos en la sociedad humana. Por tanto, queda justificada la importancia del estudio de este grupo de insectos en las distintas disciplinas (biología, ecología, parasitología, etc.) para conseguir un conocimiento integrado de todas ellas, permitiendo así su total comprensión.

1.1 Aspectos generales de la familia Culicidae

Los mosquitos son insectos con una gran capacidad de adaptación al medio, pudiéndose encontrar en prácticamente cualquier tipo de cuerpo hídrico, pues son capaces de habitar tanto ambientes naturales como ambientes fuertemente antrópicos, así como aguas permanentes o temporales, lóxicas o lénticas, limpias o contaminadas, etc. Son pocos, por tanto, los ambientes hídricos existentes no susceptibles de ser colonizados por dichos insectos.

Se pueden diferenciar distintos grupos de especies en función del medio hídrico que ocupen. De esta forma, se denominan “mosquitos de aguas de inundación” (*flood-water mosquitoes*) a aquellas especies cuyas larvas habitan en zonas de inundación temporal, ríos o lagos que sufren variaciones en su caudal. Los adultos presentan gran capacidad de vuelo, lo que puede provocar serias molestias en zonas alejadas de su lugar de cría, pues deben recorrer kilómetros para poder encontrar alimento (Mohrig, 1969; Becker & Ludwig, 1981, Schäfer *et al.*, 1997).

Los “mosquitos de nieve derretida” (*snow-melt mosquitoes*) son aquellos que se encuentran en bosques continentales, donde, gracias a la elevada humedad y al agua procedente del deshielo y las fuertes lluvias, se generan acúmulos de agua que les hace disponer de unas condiciones propicias para su desarrollo en masa; además, las dendrotelmas formadas en los árboles constituyen el hábitat de distintas especies dendrófilas.

Las especies halófilas son aquellas cuyo desarrollo tiene lugar en aguas saladas o salobres, en ambientes como marjales, oquedades rocosas de la costa o llanuras aluviales, que actúan como criaderos de miles de individuos.



Encontramos, por el contrario, otras especies que han adaptado su desarrollo a ambientes totalmente antropizados, completando su ciclo biológico cerca de la población humana, desarrollándose en recipientes artificiales, como pueden ser imbornales, maceteros, neumáticos, etc., los cuales acumulan agua en diferentes volúmenes y con distintos grados de contaminación.

Queda de esta forma reflejada la capacidad de adaptación y la plasticidad ecológica de estos pequeños dípteros, que les ha permitido expandirse y colonizar todos los rincones del mundo, salvo el continente antártico. En la actualidad, las invasiones biológicas por parte de especies alóctonas (Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2009a) está provocando un cambio en el planteamiento de los programas de control, especialmente cuando estas especies actúan como vectores de enfermedades que, hasta el momento, no estaban declaradas en la zona.

1.2 Sistemática

1.2.1 Taxonomía histórica y clasificación

Como ya se ha mencionado anteriormente, la sistemática de este grupo de insectos comienza el 1 de enero de 1758, fecha en la que Linnaeus realiza la primera aportación en la décima edición de "*Sistema Naturae*". Aunque no fue hasta finales del siglo XIX, con el descubrimiento de la capacidad de los mosquitos para transmitir enfermedades, cuando se desencadenó un interés notable en la descripción y clasificación de estos insectos. Así, el Museo de Historia Natural de Londres (*The British Museum of Natural History*) contrata, en 1889, a Frederick Vincent Theobald, que publica, en 1901, el primer volumen de "*A Monograph of the Culicidae, or Mosquitoes*", donde describe y clasifica las nuevas especies descubiertas, esta vez en géneros distintos.

Fueron muchos los que pensaron que el sistema de clasificación de Theobald no era práctico ni natural, por lo que durante las siguientes dos décadas se realizaron cambios significativos en la clasificación hacia un sistema más conservador. Destacan las aportaciones realizadas por F.W. Edwards en Europa y H.G. Dyar en Norte América. Sus trabajos adquirieron tal repercusión que contribuyeron de forma significativa a la aceptación generalizada de los conceptos de grupo y género, sentando las bases de la clasificación tradicional del siglo XX (Edwards, 1932; Stone *et al.*, 1959; Belkin, 1962; Knight & Stone, 1977).

Edwards, en el año 1932, describe en el fascículo 194 de "*Genera Insectorum*" un total de 3 subfamilias dentro de la familia Culicidae. En esta clasificación se describen 94 especies clasificadas en 6 géneros y subgéneros dentro de la subfamilia Dixinae, y 48 especies clasificadas en 9 géneros y subgéneros



dentro de la subfamilia Chaoborinae. Junto a estas dos, se encuentra la subfamilia Culicinae, que engloba a lo que hoy en día conocemos como “verdaderos mosquitos”, y consta de un total de 1400 especies clasificadas en 89 géneros y subgéneros. En esta última subfamilia, el autor reconoce 3 tribus: Anophelini, Megarhinini y Culicini, con 5 grupos: *Sabethes*, *Uranotaenia*, *Theobaldia*, *Aedes* y *Culex*. Años más tarde, Stone (1957) eliminó a los Dixídidos y los Chaobóridos de la familia Culicidae, volviendo así a los Culicinos descritos inicialmente por Edwards en 1932.

Durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) y la Guerra de Corea (1950-1953), un gran número de militares perdieron la vida o quedaron infectados por las enfermedades transmitidas por los mosquitos. Esto motivó a muchos de los países afectados a emplear parte de sus presupuestos al estudio de las poblaciones de estos insectos, lo que conllevó una explosión de descripciones de nuevas especies. De esta forma, gracias a las descripciones aportadas por Stone, Knight y Starke en “*A Synoptic Catalog of the Mosquitoes of the World*” en 1959, el número de especies descritas aumentó de 1400 a 2426, clasificadas en 110 géneros y subgéneros. En esta clasificación se reconocen las tres subfamilias Anophelinae, Toxorhynchitinae y Culicinae, incluyendo esta última dos tribus: Culicini y Sabethini. Stone publica cuatro suplementos de “*A Synoptic Catalog of the Mosquitoes of the World*” en los años 1961, 1963, 1967 y 1970, quedando recogidas en este último un total de 2840 especies, clasificadas en 127 géneros y subgéneros.

En el año 1962, Belkin realiza una serie de cambios en la clasificación propuesta por Stone, volviendo a la estructura de las subfamilias de Edwards. Mantiene las subfamilias Dixinae y Chaoborinae dentro de la familia Culicidae y a la tercera subfamilia, Culicinae, la divide en 12 tribus, manteniendo las tribus Anophelini y Megarhinini (=Toxorhynchitini), pero dividiendo la tribu Culicini en 10

tribus distintas al considerar que no se trata de un grupo monofilético. De la misma manera, algunos autores siguieron considerando Dixídidos y Chaobóridos como subfamilias dentro de la familia de los Culícidos (Belkin *et al.*, 1970), hasta que años después, en una nueva revisión efectuada por Knight y Stone en 1977 bajo el título “*A Catalog of the mosquitoes of the World*”, en la que reconocen 2960 especies clasificadas en 34 géneros y 120 subgéneros, excluyeron una vez más ambos grupos de esta familia.

Desde entonces, parece bastante aceptado el reconocimiento de tres subfamilias: Anophelinae, Toxorhynchitinae y Culicinae, esta última dividida en las 10 tribus establecidas por Belkin en 1962. No obstante, no pasa mucho tiempo hasta que otro autor, Mattingly, vuelve a proponer cambios en esta clasificación. Mattingly (1969, 1971, 1981) continúa utilizando la clasificación propuesta por Stone *et al.* en 1959, pues se resiste a reconocer la división de la subfamilia Culicinae en 10 tribus y únicamente reconoce dos de ellas, Culicini y Sabethini. La mayor parte de los taxónomos que trabajan con mosquitos por este entonces, ya aceptaron la clasificación en tribus establecida por Belkin, incluyendo ésta a la subfamilia Toxorhynchitini (Harbach & Kitching, 1998; Mitchell *et al.*, 2002), a pesar de que Service (1993a) utilizara, por una cuestión de conveniencia, la clasificación propuesta por Mattingly.

Gracias a las aportaciones realizadas por distintos autores como Ward (1984, 1992), que lleva a cabo cambios en varios estados taxonómicos debido a la descripción de nuevas especies, a la eliminación de sinonimias y las transferencias en estados de género y subgénero; Reinert *et al.* (2000a, 2004, 2006, 2008 y 2009), que propone aumentar la división de la tribu Aedini de los 12 géneros conocidos hasta la fecha a 63; o Harbach (2007, 2011), que sugiere que muchos de los subgéneros y grupos de especies del género *Anopheles* y tribus Aedini, Culicini y



Sabethini deben elevarse a un nivel genérico; el número de especies descritas y reconocidas actualmente han aumentado hasta las 3597, clasificadas en dos subfamilias y 113 géneros (Harbach, 2013), pese a que todo hace indicar que la cifra aumentará, pues aún hay que realizar exhaustivas revisiones de material entomológico.

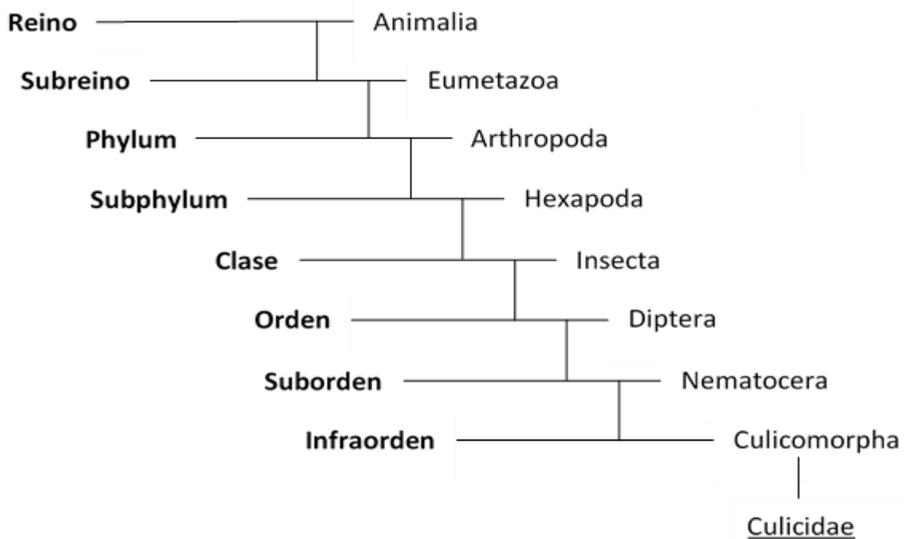


Figura 1. Árbol taxonómico de la familia Culicidae.

Hoy en día, los mosquitos, familia Culicidae, se clasifican en la jerarquía taxonómica tradicional que los sitúa dentro del Orden Diptera, Suborden Nematocera, Infraorden Culicomorpha y Superfamilia Culicoidea (**figura 1**). Como ya se ha indicado con anterioridad, se trata de una amplia familia formada por dos subfamilias; la primera de ellas, Anophelinae, tiene tres géneros, y la segunda, Culicinae, tiene 110 géneros segregados en 11 tribus de las cuales, sólo 6 (Aedini, Culicini, Culisetini, Mansoniini, Orthopodomyiini y Uranotaeniini) tienen representación europea. Sólo 8 de los 113 géneros y 82 de las 3597 especies tienen presencia europea (Schaffner *et al.*, 2001; Chordá Olmos, 2014).

1.2.2 La controversia en la clasificación

Si bien es cierto que la clasificación propuesta por Harbach (2013) divide la familia Culicidae en dos subfamilias y 113 géneros, si atendemos a una clasificación tradicional en la que no quedan contempladas las modificaciones de Reinert *et al.* (2004, 2006, 2008), la familia queda dividida en tres subfamilias (Anophelinae, Culicinae y Toxorhynchitinae) y 44 géneros.

Con todo esto se pretende mostrar que la taxonomía y la clasificación de los culícidos es una tarea muy compleja sobre la que se lleva trabajando durante más de cien años. Muchos autores han dedicado su tiempo a poner orden y establecer relaciones filogenéticas entre los distintos grupos que forman esta familia, pero, a pesar de la gran cantidad de trabajos existentes, sólo unos pocos tratan de reconstruir su historia evolutiva, la mayoría de ellos centrados en aquellos con gran repercusión, ya sea sanitaria, económica o social, estos son la subfamilia Anophelinae y las tribus Aedini, Culicini y Sabethini.

La principal controversia en la clasificación radica en las distintas visiones taxonómicas utilizadas, el número de grupos representados, el número de caracteres estudiados, la metodología empleada o los datos utilizados, pues los resultados difieren entre los distintos cladogramas. De esta forma, la clasificación tradicional, de tipo fenético, se basa en la interpretación subjetiva del taxónomo, pues los niveles de clasificación son arbitrarios y se establecen en función de la semejanza de los caracteres anatómicos de los ejemplares estudiados según el criterio del autor. A día de hoy, las relaciones de gran parte de los clados que conforman la familia Culicidae siguen sin resolverse, especialmente los de nivel inferior.



De esta forma, Ross construye el primer árbol evolutivo de la familia Culicidae en el año 1951, a partir de la interpretación de datos bionómicos y morfológicos comparativos. Se establece así la división tradicional de la familia en tres subfamilias: Anophelinae, el linaje basal; Toxorhynchitinae, el linaje intermedio; y Culicinae, el linaje más diverso (Harbach, 2007) (**figura 2**).

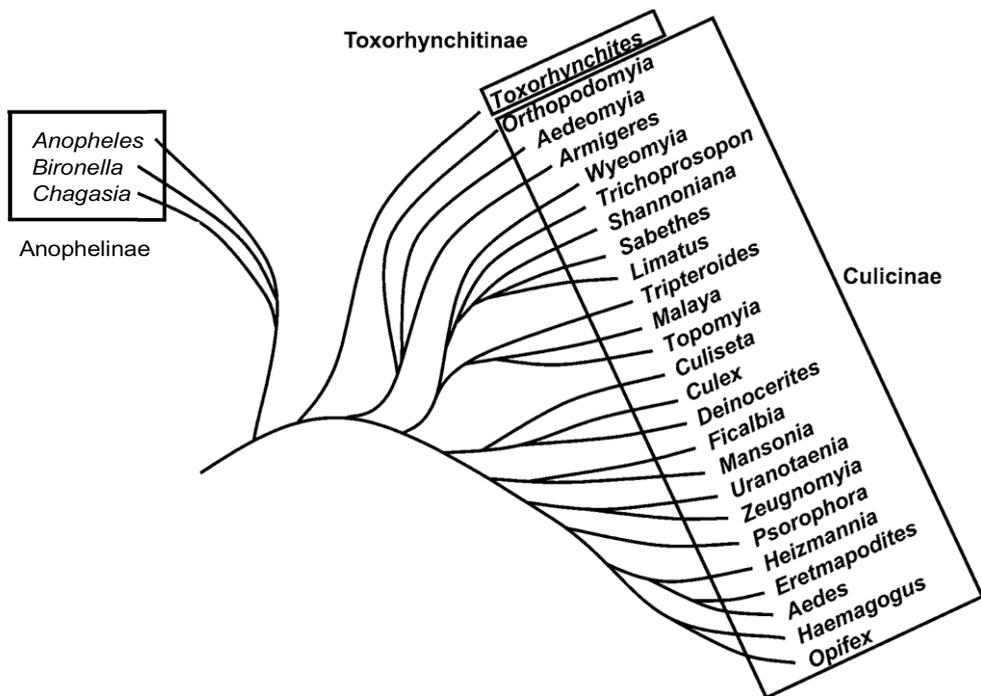


Figura 2. Filogenia intuitiva de los géneros de mosquitos propuesta por Ross (1951), basada en datos bionómicos y morfológicos comparativos (Harbach, 2007).

Esta clasificación es aceptada hasta que, en 1998, Harbach & Kitching realizan un análisis cladístico basándose en datos morfológicos. En él, se mantiene la subfamilia Anophelinae como grupo basal y monofilético, con *Chagasia* como grupo hermano del clado formado por *Anopheles* + *Bironella*; así como también se

mantiene la monofilia de las tribus Sabethini y Culicini. Por el contrario, degradan la subfamilia Toxorhynchitinae a nivel de tribu (Toxorhynchitini) dentro de la subfamilia Culicinae, y ponen de manifiesto distintas incongruencias en las relaciones filogenéticas de la tribu Aedini debido al polimorfismo del género *Aedes* que, más tarde, Reinert (1999, 2000a y 2000b) divide en 4 géneros (*Verrallina*, *Ayurakitia*, *Aedes* y *Ochlerotatus*) (Harbach, 2007).

La introducción de nuevas herramientas en los años posteriores, como son las técnicas moleculares, permite comprobar la posición de los linajes establecidos por caracteres morfológicos. Algunos de los trabajos más destacados son los de Miller *et al.* (1997), que examina las relaciones filogenéticas de cuatro especies de mosquito, una de cada uno de los géneros (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex* y *Toxorhynchites*) utilizando secuencias de ADNr 18S y 5,8S; Besansky & Fahey (1997), que utilizan un gen para examinar las relaciones filogenéticas de 13 especies que representan las tres subfamilias tradicionalmente aceptadas, y nueve géneros; Isoe (2000) que examina las relaciones filogenéticas de 39 especies, representando 12 géneros, basándose en secuencias de genes de vitelogenina; y Shepard *et al.* (2006), quien establece filogenias moleculares basándose en secuencias de ADNr 18S. Sin embargo, algunos autores, como Harbach (2007), defienden que sólo los taxones cuya monofilia sea apoyada por datos morfológicos y moleculares pueden ser reconocidos como taxones independientes.

Hoy en día continúan realizándose estudios centrados en la clasificación de los mosquitos, lo que conlleva que esté sometida a constantes cambios. A pesar de no tratarse del tema central de la presente tesis doctoral, se considera conveniente abordarlo de cara a las consideraciones en la identificación y la clasificación de las distintas especies levantinas que tradicionalmente han generado controversia.



1.3 Historia de los estudios de los culícidos en España

No puede conocerse la historia de los estudios centrados en la familia Culicidae en España sin previamente tener una idea de cuál ha sido la historia de la ciencia que se ocupa de ello, la entomología. El 17 de octubre de 1771, el rey Carlos III crea el denominado *Real Gabinete de Historia Natural*, que comienza a recibir ejemplares procedentes de todas las partes del mundo para sus colecciones, destacando un gran número de artrópodos, a pesar de no contar con personal especializado para su catalogación. Comienza entonces, el Real Gabinete, un estudio de la flora y la fauna españolas en forma de monografías con textos e ilustraciones. Años más tarde, en 1784, se publica el primer catálogo nacional de insectos, al que su autor, Ignacio Jordán de Asso y del Río, titula "*Introductio in Oryctographiam et Zoologiam Aragoniae*" (de Asso, 1784).

Según los historiadores Bach & Compte (1997), el desarrollo de la entomología en España ha sido un proceso lento que puede dividirse en varias etapas: la Entomología de la Ilustración, Inicios de la Entomología Moderna (siglo XIX), la Entomología Moderna (1907-1936), la Entomología de la Postguerra (1939-1960) y la Entomología en la actualidad.

En España, igual que ocurre en el resto del planeta, el interés por el estudio de los mosquitos aumenta al conocer el papel vector de estos insectos con distintas enfermedades que afectan al hombre. De esta forma, a finales del siglo XIX, durante la etapa de los **Inicios de la Entomología Moderna**, el Dr. Ian MacDonald comienza sus estudios sobre el paludismo en Minas de Riotinto (Huelva), lo que le permite publicar, el 15 de julio de 1900, el trabajo titulado "*Investigaciones modernas sobre el paludismo*". Unos años más tarde, el Ministerio de Gobernación, mediante la Real Orden del 3 de octubre de 1901, encarga el estudio del paludismo y su profilaxis en

la provincia de Cáceres a los doctores Francisco Huertas y Antonio Mendoza. Comienza así el estudio de los culícidos en España.

En 1912, dentro de la etapa de la **Entomología Moderna**, Jose Arias Encobet presenta una memoria en la Universidad Central para verificar los ejercicios del grado de Doctor en la Facultad de Ciencias (Sección Naturales). En esta memoria reúne todos los datos acerca de la distribución de los dípteros en España existentes hasta la fecha, recogiendo 12 especies distintas de mosquitos. Sin embargo, este catálogo de especies presentado se considera incompleto por no incluir las especies que Pittaluga describe años antes en uno de sus trabajos (Pittaluga, 1905). Este médico de origen italiano se afincó en España tras el XIV Congreso Internacional de Medicina celebrado en la ciudad de Madrid en el año 1902, donde llega a ser jefe del Servicio de Sanidad y Desinfección del Instituto de Higiene Alfonso XIII y director de la Comisión Central de Trabajos Antipalúdicos en 1920.

Cabe destacar dentro de esta etapa al autor español Juan Gil Collado, cuyos estudios y trabajos relacionados con los culícidos le convierten en el primer entomólogo de formación estricta miembro de la Comisión Central Antipalúdica en el año 1925, año en el que se produce la creación de la Revista Española de Entomología (EoS). En ese mismo año, España recibe la visita de la Comisión del Paludismo de la Organización de Higiene de la Sociedad de Naciones Unidas para supervisar el programa de erradicación de la enfermedad. Y cinco años más tarde, Gil Collado publica "*Datos actuales sobre la distribución geográfica de los culícidos españoles*" en la Revista EoS (Gil Collado, 1930).

Con más de 380 participantes procedentes de más de 40 países distintos, la celebración del VI Congreso Internacional de Entomología celebrado en Madrid



del 6 al 12 de septiembre de 1935 supone un gran éxito que permite el lanzamiento de científicos nacionales al panorama internacional.

La Guerra Civil Española (1936-1939) lleva consigo un agravamiento del paludismo en el país, debido principalmente al desplazamiento de tropas procedentes de zonas endémicas de la propia península, o desde otros lugares, como Marruecos (García, 1970). Por ello, a pesar de la dura situación por la que atraviesa el país, los científicos no cesan en su labor para conseguir erradicar el paludismo en España. Así, Gil Collado contribuyó a un mejor conocimiento de las especies de mosquitos españolas con la publicación de su trabajo "*Répartition géographique des variétés d'Anopheles maculipennis en Espagne, avec des brèves considérations sur leur biologie*" (Gil Collado, 1937). Durante esta etapa de la **Entomología de la Postguerra** se producen varios avances, como la creación del Centro Superior de Investigaciones Científicas Español (CSIC), o la fundación del Instituto Español de Entomología que, junto con los programas de control del paludismo, permiten centrar nuevamente el foco de atención en el estudio de los mosquitos, destacando el autor Torres Cañamares, cuyas publicaciones dan solución a las controversias en la determinación taxonómica de ciertas especies, además de aportar claves para la correcta identificación de los mosquitos pertenecientes al género *Anopheles* en España (Torres Cañamares, 1944a, 1944b, 1944c).

A partir de entonces y hasta 1960, son médicos los que se encargan de realizar estudios acerca de la ecología y biología de los mosquitos culícidos, y sólo los entomólogos de formación se encargan de estudiar aspectos morfológicos de las distintas familias ibéricas, lo que permite realizar numerosas publicaciones acerca de la taxonomía estricta de estos insectos. Caben destacar las aportaciones realizadas acerca de *Aedes vittatus* y *Anopheles marteri* (Torres Cañamares, 1951a,

1951b, 1957) y sobre el complejo *maculipennis* y los mosquitos arborícolas de la ciudad de Madrid (Gil Collado, 1954, 1959).

A partir de 1960 comienza la etapa que denominamos la **Entomología en la actualidad**, en la que la Organización Mundial de la Salud (OMS) declara a España, en 1964, libre de paludismo. Este fin de la lucha contra la enfermedad conlleva una disminución de los estudios dedicados a los mosquitos. A pesar de ello, cabe destacar la publicación de dos importantes publicaciones de obligada referencia para los investigadores españoles. La primera de ellas, la elaboración de una revisión a nivel nacional bajo el título “*Breve Relación Crítica de los Mosquitos Españoles*” (Torres Cañamares, 1979), en la que se citan las especies *Ochlerotatus pullatus* (Coquillet, 1904) y *Culex arbieeni* Salem, 1938 por primera vez en España. Y, en segundo lugar, la publicación de la tesis doctoral de Encinas Grandes, que en 1982 ve la luz bajo el título “*Taxonomía y Biología de los Mosquitos del Área Salmantina (Diptera, Culicidae)*”, en la que se citan por primera vez las especies *Ochlerotatus sticticus* (Meigen, 1938) (como *Aedes sticticus*) y *Anopheles petragrani* (Del Vecchio, 1939). Otros trabajos importantes son los realizados sobre el estudio de los culícidos en Guipúzcoa (Contreras, 1971) y en las Islas Canarias (Báez & Fernández, 1980).

En los años 80 tiene lugar la creación de unos servicios de financiación pública bajo el nombre de Servicios de Control de Mosquitos (SCM), cuyo objetivo es el estudio y control de los mosquitos, para evitar así las enfermedades y las molestias transmitidas por estos. El primero en fundarse, en 1982, es el SCM de la Bahía de Rosas y el Bajo Ter, en Gerona. Un año después se funda el SCM del Delta del Llobregat (Corporación Metropolitana de Barcelona), al que le siguen el SCM de los Monegros en Huesca, el SCM del Delta del Ebro en Tarragona y el SCM de la Diputación de Huelva. La creación de estos servicios impulsó de nuevo los estudios



centrados en este grupo de insectos, que se traduce en una mejora del conocimiento de los mosquitos en España.

A partir del año 2000 comienza una nueva etapa a la que denominaremos **Entomología del siglo XXI** y que está marcada por grandes acontecimientos en el mundo de la culicidología. El primero de ellos es la detección y establecimiento de la especie *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) en España, concretamente en el municipio de Sant Cugat del Vallès (Barcelona), en agosto de 2004 (Aranda *et al.*, 2006). La llegada y el establecimiento de esta especie exótica invasora procedente del sureste asiático conlleva importantes riesgos epidemiológicos debido a su papel como vector, lo que da un giro a la Salud Pública española. Otro hecho importante de la época es la declaración del primer caso de paludismo autóctono por *Plasmodium vivax* en la provincia de Huesca en octubre de 2010 (Olalla Peralta *et al.*, 2010), año en el que Bueno Marí presenta su tesis doctoral, la primera sobre mosquitos de la Comunidad Valenciana. Bajo el título “*Bioecología, Diversidad y Epidemiología de los Culícidos Mediterráneos (Diptera: Culicidae)*”, aborda temas epidemiológicos como el posible rebrote de enfermedades ya erradicadas en nuestro país, dedicando un extenso capítulo a la implicación de ciertas especies en la transmisión del paludismo (Bueno Marí, 2010).

Hay que destacar otras dos publicaciones importantes en esta etapa. La primera de ellas, “*Updated Checklist and Distribution Maps of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Spain*” (Bueno Marí *et al.*, 2012), ve la luz a finales del año 2012 y en ella se recogen las 64 especies registradas en España hasta el momento, indicando la distribución de cada una de ellas. En segundo lugar, tras 10 años desde la primera detección de *Ae. albopictus* en el país, se publica “*Review of Ten-years Presence of Aedes albopictus in Spain 2004-2014: Known distribution and Public Health Concerns*” (Collantes *et al.*, 2015), que recoge los 470 municipios de las 6

comunidades autónomas distintas en los que ya se ha detectado la presencia de esta especie invasora. Destaca también la primera cita de la especie *Aedes japonicus* en el municipio de Siero (Asturias) en julio de 2018 (Eritja *et al.*, 2019).

Otro acontecimiento importante de esta etapa es el brote del virus West Nile (virus del Nilo Occidental) detectado en los municipios sevillanos de Puebla del Río y Coria del Río en agosto de 2020, que acaba provocando la declaración de 77 casos en humanos en las provincias de Sevilla, Cádiz y Badajoz, produciendo la muerte de 8 de ellos (MS, 2021).

Estos acontecimientos, junto con la rápida e imparable expansión de *Ae. albopictus* a lo largo de toda la franja mediterránea desde el momento de su detección, hacen necesario continuar con la labor de investigación de los culícidos, para así conocer mejor su biología y ecología, comprender su relación con el ser humano y mostrar el importante papel que juegan en la Salud Pública, dando como resultado la elaboración de distintos programas de control.

1.3.1 Situación en la Comunidad Valenciana

En la Comunidad Valenciana, de la misma forma que ocurre a nivel nacional e internacional, la entomología, y más concretamente la investigación centrada en los culícidos, sufre un fuerte impulso debido a las diferentes enfermedades sufridas por el hombre y de las que los mosquitos actúan como vectores. De esta forma, las primeras referencias al estudio de los mosquitos en el territorio valenciano datan de principios del siglo XX, concretamente entre los años 1902 y 1903, cuando Pittaluga, junto a su equipo de investigación, citan por primera vez en la comunidad dos especies distintas de anofelinos, como son *An. pseudopictus* (syn. *An. hyrcanus*)



Grassi, 1899 y *An. maculipennis* s.l., en distintos municipios de Valencia y Castellón (Pittaluga *et al.*, 1911).

A partir de 1910 se produce un aumento de los estudios sobre culícidos, tanto a nivel territorial como a nivel nacional, gracias a la creación de la Comisión Central de Trabajos Antipalúdicos (CCTA), que realiza publicaciones periódicas bajo el título “*Memorias de las Campañas contra el Paludismo*”. La CCTA amplía sus trabajos a las provincias de Toledo, Ávila, Badajoz, Valencia y Madrid, y, gracias a ello, la Comisión del Paludismo de la Organización de Higiene de la Sociedad de Naciones Unidas realiza una visita a la provincia valenciana (Nocht *et al.*, 1925).

La endemia palúdica en la Comunidad Valenciana es especialmente intensa en la provincia de Alicante, en cuya capital se funda, en 1926, el Dispensario Antipalúdico de San Fulgencio, que, frente a la elevada incidencia de la enfermedad, crea dos delegaciones, una en el municipio de Formentera del Segura en el año 1928, y otra en Guardamar del Segura en 1933 (Ramos, 1934). Se realizan, como consecuencia, una serie de trabajos y publicaciones que permiten la cita de nuevas especies para la comunidad, destacando la de *Aedes aegypti* (bajo la *syn. Aedes (Stegomia) argenteus* Poirét, 1787) en distintos municipios de la provincia de Alicante (Gil Collado, 1930). Cabe destacar el trabajo que Gil Collado publica en 1930 bajo el título “*Datos Actuales sobre la Distribución Geográfica de los Culícidos Españoles*”, en el que confirma la especie *Culex pipiens* como una especie cosmopolita, presente en todo el territorio nacional, y cita las especies *Theobaldia annulata* (*syn. Culiseta annulata*), *Anopheles labranchiae atroparvus* y *Aedes geniculatus* en el municipio alicantino de Elche.

Pese a la lucha antipalúdica que se lleva a cabo durante estos años, no es hasta el año 1931 que se cita por primera vez en la Comunidad Valenciana la

especie *An. claviger*, concretamente en el Grao de Castellón (Vidal Jordana & Del Pino y De La Vega, 1931). Gil Collado comienza entonces un estudio sobre la distribución geográfica de *An. maculipennis s.l.* en España, cuya publicación ve la luz en 1937. En ella, se cita por primera vez dicha especie en la provincia de Valencia, así como también *An. labranchiae* en la provincia de Alicante, y *An. melanoon* en Castellón y Valencia (Gil Collado, 1937).

En la segunda mitad de la década de los 40 comienza un periodo de intensa actividad entomológica centrada en los mosquitos vectores del paludismo. De esta manera, en 1946 se citan por primera vez las especies *Ae. berlandi*, *An. plumbeus* y *Orthopodomyia pulchripalpis* en la localidad de Utiel (Valencia) (Clavero, 1946; Clavero & Romeo Viamonte, 1946), y *An. maculipennis subalpinus* en Villanueva de Castellón (Valencia) y Peñíscola (Castellón) (Romeo Viamonte, 1950). En 1947, Romeo Viamonte cita a *My. hispaniola* (*syn. An. cinereus hispaniola*) en la localidad de Cox (Alicante) y Alicante, y un año más tarde, junto con Clavero, cita a *An. algeriensis* en el mismo territorio (Clavero & Romeo Viamonte, 1948). Más tarde, Clavero, Domínguez y Abril citan en San Felipe Neri (Alicante) a *An. maculipennis labranchiae*, encontrándolo asociado con la *var. atroparvus* en Elche (Alicante) (Romeo Viamonte, 1950). En 1950, Romeo Viamonte publica su tesis doctoral bajo el título “*Los Anofelinos de España y de la Zona Española del Protectorado de Marruecos. Su Relación con la Difusión del Paludismo*”, en la que realiza una amplia revisión de los anofelinos de nuestro país, indicando cada uno de los municipios en los que han sido citadas las distintas especies listadas. Se incorporan así las especies *An. melanoon subalpinus* en los municipios de Pegó y Orba (Alicante) y *An. labranchiae labranchiae* en los municipios de Cox, Guardamar, San Felipe Neri, San Fulgencio y Orihuela (pertenecientes a la provincia de Alicante); de igual forma se amplía la distribución de las especies *An. maculipennis s.l.* en Catarroja, El Palmar,



Sollana y Tabernes de la Valldigna (municipios de Valencia), y *An. melanoon subalpinus* también en El Saler, Oliva y Villanueva de Castellón (municipios de la provincia de Valencia).

El descenso del número de muertes provocadas por el paludismo conlleva una etapa de escasa actividad en el estudio de los culícidos de la Comunidad Valenciana, hasta que, en 1979, Torres Cañamares realiza una nueva revisión acerca de la distribución de los mosquitos en España. Sin embargo, dicha revisión no aparenta ser exhaustiva, pues, a pesar de hacer referencia a su amplia distribución, no precisa las localidades de captura de las especies *An. petragnani*, *Ae. caspius*, *Cx. mimeticus*, *Cx. theileri*, *Cs. subochrea* y *Or. pulchripalpis*, dejando así abierta su posible presencia en el territorio valenciano, algo que sí concreta para las especies *Ae. detritus*, capturada en la provincia de Castellón, y para *Cx. modestus*, capturada en la provincia de Valencia, sin existir, no obstante, referencia alguna en la literatura consultada. Además, se echa en falta en este artículo la mención de especies como *Ae. geniculatus*, detectada en la localidad de Elche (Alicante). Tan sólo unos años más tarde, en 1982, Encinas Grandes publica su tesis doctoral, en la que recoge todas las citas valencianas publicadas, pero sin aportar ningún dato nuevo.

Termina así el siglo XX, y no es hasta el siglo XXI que se reanuda una importante labor acerca del estudio de los mosquitos en la Comunidad Valenciana, que permite aumentar las 27 especies registradas hasta entonces. Como ya se ha comentado anteriormente, a principios de este siglo, concretamente en el año 2004, se detecta por primera vez en España la presencia de *Ae. albopictus* en el municipio barcelonés de Sant Cugat del Vallés (Aranda *et al.*, 2006). Al mismo tiempo, se produce la detección de esta misma especie en el municipio de Orihuela (Alicante) (Roiz *et al.*, 2007; Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2010b). Tan sólo unos

años más tarde, en el 2009, la especie es detectada por primera vez en el municipio de Torrevieja (Alicante), a tan sólo 25 km del anterior municipio alicantino (Bueno Marí *et al.*, 2010).

Durante estos años se empiezan a llevar a cabo también estudios en las zonas húmedas de la Comunidad Valenciana. Como resultado, se citan por primera vez las especies *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea*, *Cx. theileri*, y *Ur. unguiculata* para la provincia de Valencia, concretamente en la localidad de Sagunto (Bueno Marí *et al.*, 2008), y las especies *Ae. caspius*, *Cq. buxtoni*, *Cs. litorea*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea*, *Cx. modestus*, *Cx. theileri* y *Ur. unguiculata* para la provincia de Castellón, en una publicación que recoge las especies del municipio de Torreblanca (Rueda Sevilla & Hernández Villar, 2008).

En el año 2010a, Bueno Marí & Jiménez Peydró realizan una publicación acerca de las especies de la subfamilia Anophelinae en la Comunidad Valenciana, en la que se pone en duda la actual presencia de especies como *An. cinereus hispaniola*, *An. hyrcanus* o *An. labranchiae* en el territorio valenciano, pues sus citas son antiguas y en muchos casos han sido consideradas como desaparecidas en la región (Blázquez & Zulueta, 1980). En dicha publicación, se citan las especies *An. marteri* en Castellón, *An. claviger* y *An. plumbeus* en Valencia, *An. atroparvus* y *An. maculipennis* en Castellón y Valencia, *An. algeriensis* en Alicante y Valencia, y *An. petragrani* en las tres provincias. Además, *Ae. albopictus* se cita por primera vez en la provincia de Castellón, concretamente en el municipio de Benicàssim (Delacour-Estrella, *et al.*, 2010). En este mismo año, Bueno Marí realiza la lectura de su tesis doctoral, en la que se recoge toda la información anteriormente mencionada y tras la cual, el catálogo de mosquitos de la Comunidad Valenciana asciende a 37



especies reconocidas, con dos que postulan como probables, *Ae. dorsalis* y *Ae. mariae* (Bueno Mari, 2010).

Tabla 1. Especies de culícidos citados en la Comunidad Valenciana hasta el año 2014, indicando localidad, provincia y año de la cita.

	ALICANTE	CASTELLÓN	VALENCIA
<i>Ae. aegypti</i>	Alicante, Almoradí, Benijófar, Dolores, Formentera del Segura, Guardamar, Rojales, San Fulgencio, Torrevieja (todas en 1928)		
<i>Ae. albopictus</i>	Orihuela (2005), Torrevieja (2009), Guardamar del Segura (2011), Pilar de la Horadada (2011), Benijófar (2012), Elche (2012), Rojales (2012), Santa Pola (2012), Algorfa, Alicante, BENEJÚZAR, Daia Nova, Daia Vella, Dolores, El Campello, Formentera del Segura, Jacarilla, Los Montesinos, San Fulgencio (todas en 2013), Altea, Benidorm, Calpe, Dènia, Nules, Ondara, Sant Joan d'Alacant, Teulada, Villajoyosa, Xàbia (todas en 2014)	Benicàssim (2010), Oropesa del Mar (2011), Borriol, Castellón de la Plana, La Pobra Tornessa, Torreblanca, Vall d'Alba (todas en 2012), Alcalà de Xivert, Almassora, Benicarló, Benlloch, Burriana, Cabanes, L'Alcora, Serra d'Engarcerán, Les Coves de Vinromà, Peñíscola, Sant Joan de Moró, Villarreal, Villafamés, Vilanova d'Alcolea, Vinarós (todas en 2013)	Cullera (2013), Gandia (2013), Real de Gandia (2013), Sueca (2013), Alzira, Canet d'en Berenguer, Godella, La Pobra Farnals, Oliva, Paiporta, Picanya, Sagunt, Tavernes de la Vallidigna, València (todas en 2014)
<i>Ae. berlandi</i>	Alcoy (2013)		Utiel (1946), Chelva (2010)
<i>Ae. caspius</i>	Alicante, Aspe, Cox, Dolores, Elche, Guardamar del Segura, Pinoso, San Fulgencio, Santa Pola, Torrevieja, Villena (todas en 2010)	Torreblanca (2008), Almenara (2010), Cabanes (2010), Castellón de la Plana (2010), Torreblanca (2010), Villarreal (2010)	Sagunto (2008), Cofrentes (2010), Titaguas (2010), Valencia (2010)
<i>Ae. detritus</i>	Alicante, Elche, Guardamar del Segura, Santa Pola, Torrevieja (todas en 2010), Crevillente (2013)	Sin precisar (1979), Torreblanca (2008), Cabanes (2010), L'Alcora (2010)	Sagunto (2008), El Saler (Valencia) (2010), Oliva (2010)
<i>Ae. echinus</i>	Benamar (Muro de Alcoy) (2010), Alcoy (2013), Banyeres de Mariola (2013)	Segorbe (2013)	Bocairent, Chelva, Gátova, L'Orxa (todas en 2010)
<i>Ae. geniculatus</i>	Elche (1930), Benamar (Muro de Alcoy) (2010), Alcoy (2013), Banyeres de Mariola (2013)	Fuentes de Ayodar (2013), Segorbe (2013)	Bocairent, Chelva, Gátova, L'Orxa (todas en 2010)

<i>Ae. gilcolladoi</i>			Bocairent (2010), Chelva (2010)
<i>Ae. pulcritarsis</i>	Alcoy (2013)		Chelva (2010)
<i>Ae. vexans</i>		Vall d'Alba (2010), Vallibona (2010), Jérica (2014)	Titaguas (2010)
<i>Ae. vittatus</i>	Gata de Gorgos (2010)	Peñíscola (2010), Alcalà de Xivert (2014)	
<i>An. algeriensis</i>	Alicante (1947), Aspe (2010), Dolores (2010), Pilar de la Horadada (2010)		Cofrentes, Jarafuel, Quesa, Venta del Moro (todas en 2010)
<i>An. atroparvus</i>	Elche (<i>labranchiae</i> , 1930)	Bell (Rosell), Catí, L'Alcora, La Foia, Les Coves de Vinromà, Morella, Segorbe, Traiguera, Vallibona (todas en 2010), Algimia de Almonacid (2014)	Alpuente, Titaguas, Venta del Moro (todas en 2010)
<i>An. cinereus hispaniola</i>	Orihuela (1924), Cox (1930), Alicante (1930)		
<i>An. claviger</i>		Grao de Castellón (1931), Bejís (2010), Morella (2013) Xodos (2013), Segorbe (2014), Vallibona (2014)	Alpuente, Jarafuel, Titaguas, Venta del Moro (todas en 2010)
<i>An. hyrcanus</i>			La Albufera (1901)
<i>An. labranchiae</i>	Elche (1930), Bajo Segura (1937), Cox (1950), Guardamar (1950), Orihuela (1950), San Felipe Neri (1950), San Fulgencio (1950)		
<i>An. maculipennis s.l.</i>	San Fulgencio (1926)	Almenara, (1901), Chilches (1901), La Llosa (1901), Peñíscola (1930), Grao de Castellón (1931), Barracas (2010), Bell (Rosell) (2010), Catí (2010), Cincorres (2010), Forcall (2010), Herbés (2010), La Foia (2010), Les Coves de Vinromà (2010), Montanejos (2010), Morella (2010), Vallibona (2010), Villahermosa del Río (2010), Villanueva de Viver (2010), Zucaina (2010), La Pobla de Benifassà (2013), Bejís (2014), San Rafael del Río (2014)	Alfajar (1901), Carcagente (1901), Cullera (1901), Gandia (1901), Grao de Castellón(1901), Silla (1901), Sueca (1901), El Perelló (1924), Villanueva de Castellón (1930), Valencia (1937), Catarroja (1950), El Palmar (1950), Sollana (1950), Tabernes de Valldigna (1950), Titaguas (2010), Puebla de San Miguel (2013), Venta del Moro (2013), Alpuente (2014)
<i>An. marteri</i>		Bejís (2010)	Venta del Moro (2013)



An. melanoon	Orba (1950), Orba (1950)	Castellón (1937), Peñíscola (1950)	Valencia (1937), El Saler (1950), Villanueva de Castellón (1950)
An. petragrani	Agrés, Alcalalí, Alcoy, Banyeres de Mariola, Benilloba, Guadalest, Sella, (todas en 2010)	Alcudia de Veo, Algimia de Almonacid, Altura, Bejís, Cabanes, Canet lo Roig, Castell de Cabres, Cortes de Arenoso, Culla, El Toro, Eslida, Gaibiel, Jérica, La Pobra de Benifassà, Les Coves de Vinromà, Navajas, Peñíscola, San Rafael del Río, Segorbe, Teresa, Vallibona, Villahermosa del Río, Xert, Xodos (todas en 2010), Matet (2013), Vistabella del Maestrat (2013), Sueras (2013), Villamalur (2013)	Atzeneta d'Albaida, Bocairent, Bufalí, Enguera, Gátova, Moixent, Quesa, Serra, Venta del Moro (todas en 2010), Puebla de San Miguel (2013)
An. plumbeus		Bejís (2014)	Utiel (1946), Chelva (2010)
Cq. buxtoni		Torreblanca (2008)	
Cx. hortensis	Alcoy (2010), Aspe (2010)	Alcudia de Veo, Atzeneta del Maestrat, Bejís, Castell de Cabres, Cinctorres, Cortes de Arenoso, Culla, El Toro, Fuente la Reina, Fuentes de Ayódar, La Foia, La Pobra de Benifassà, Les Coves de Vinromà, Les Useres, Morella, Peñíscola, Puebla de Arenoso, Teresa, Torralba del Pinar, Traiguera, Rosell, Sueras, Vallibona, Villahermosa del Río, Villanueva de Viver, Xodos (todas en 2010), Alcalá de Xivert (2013), Altura (2013), Cabanes (2013), Segorbe (2013), Xert (2013), San Rafael del Río (2014)	Ademuz, Aras de los Olmos, Bocairent, Chelva, Cofrentes, Gátova, Puebla de San Miguel, Quesa, Requena, Titaguas, Torres-Torres, Utiel, Venta del Moro (todas en 2010), Alpuente (2014)
Cx. impudicus	Cocentaina (2010), Planes (2010), Alcoy (2013), Banyeres de Mariola (2013)	Almedijar, Artana, Benitandús (Alcudia de Veo), Cortes de Arenoso, El Toro, Espadilla, Jérica, Montán, Segorbe, Teresa, Villahermosa del Río, Villamalur, Xert, Zucaina (todas en 2010), Cabanes (2013), La Pobra Tornesa (2013)	Buñol, Chera, Chulilla, Cofrentes, Enguera, Venta del Moro (todas en 2010), Bocairent (2013), Puebla de San Miguel (2013)

<i>Cx. laticinctus</i>	Alcoy, Cocentaina, Crevillente, Millena, Pinoso (todas en 2010), Ibi (2013)	Alcalà de Xivert, Benicàssim, Cabanes, Catí, El Toro, Eslida, La Foia, La Pobra de Benifassà, Les Coves de Vinromà, Les Useres, Navajas, Peñíscola, Rosell, Segorbe, Santa Magdalena de Pulpis, Sueras, Villahermosa del Río, Xodos (todas en 2010), Alcudia de Veo (2013), Castell de Cabres (2013), Fuentes de Ayódar (2013), La Pobra Tornesa (2013), Torralba del Pinar (2013), Bejís (2014)	Bellús, Cofrentes, Domeño, La Eliana, Requena, Serra, Siete Aguas, Torres-Torres, Villar del Arzobispo (todas en 2010), Agres (2013), Bocairent (2013), Gátova (2013), Ontinyent (2013), Venta del Moro (2013)
<i>Cx. mimeticus</i>	Agrés, Cocentaina, Guadalest, Parcent, Relleu, Sella, Tárbenas (todas en 2010)	Alcudia de Veo, Altura, Borriol, Canet lo Roig, Castell de Cabres, Cervera del Maestre, Cirat, Eslida, Espadilla, Fuentes de Ayódar, La Pobra de Benifassà, Les Useres, Montán, Montanejos, Peñíscola, Traiguera, Vall de Almonacid, Viver (todas en 2010), Alcalá de Xivert (2013), Algimia de Almonacid (2013), Gaibiel (2013), Matet (2013), Navajas (2013), Sueras (2013), Vallibona (2013), Villamalur (2013) Bejís (2014), San Rafael del Río (2014)	Bugarra, Buñol, Chera, Enguera, Gátova, Gestalgar, La Pobra del Duc, Navarrés, Olocau, Ontinyent, Quesa, Sinarcas (todas en 2010), Titaguas (2014)
<i>Cx. modestus</i>	Orihuela (2010), Alcoy (2014), San Fulgencio (2014)	Torreblanca (2008), Barracas (2010), Cabanes (2010)	Sin precisar (1979), Sagunto (2008), El Perelló (Sueca) (2010), El Saler (Valencia) (2010), Silla (2010), Sollana (2010), Villamarxant (2010), Venta del Moro (2014)
<i>Cx. pipiens</i>	Cosmopolita (1930)	Cosmopolita (1930)	Cosmopolita (1930)
<i>Cx. territans</i>	Cosmopolita	Cosmopolita	Cosmopolita
<i>Cx. theileri</i>	Pilar de la Horadada (2010), Banyeres de Mariola (2013), Bocairent (2013)	Torreblanca (2008), Tales (2010)	Sagunto (2008), Beniarrés (2010), Ontinyent (2010), Sinarcas (2010), Alpuente (2014) Titaguas (2014)
<i>Cs. annulata</i>	Elche (1930), Sin precisar (2013)	Fredes (La Pobra de Benifassà), Jérica, Les Coves de Vinromà, Sueras (todas en 2010), Castell de Cabres (2013), Navajas (2013), Torreblanca (2013)	Sagunto (2008), El Saler (Valencia) (2010), Titaguas (2010), Gátova (2013), Venta del Moro (2013), Chelva (2014)



<i>Cs. litorea</i>		Torreblanca (2008)	
<i>Cs. longiareolata</i>	Cosmopolita	Torreblanca (2008) Cosmopolita	Sagunto (2008) Cosmopolita
<i>Cs. subochrea</i>	Benamar (Muro de Alcoi) (2010), Elche (2010)	Torreblanca (2008), Almenara(2010), Jérica (2010), Les Coves de Vinromà (2010), Cabanes (2014)	Sagunto (2008), El Saler (Valencia) (2010), Puzol (2010), Titaguas (2010), Venta del Moro (2010)
<i>Or. pulcripalpis</i>			Utiel (1946), Chelva (2010)
<i>Ur. unguiculata</i>		Torreblanca (2008), Cabanes (2014)	Sagunto (2008), Puzol (2010)

En el año 2013, ve la luz una publicación en forma de tesis doctoral acerca de las especies de culícidos presentes en los Parques Naturales de la Comunidad Valenciana que permite la primera cita de *An. marteri* para la provincia de Valencia y de *Ae. berlandi* y *Ae. pulcritarsis* para la provincia de Alicante (Bernués Bañeres, 2013). Los estudios de esta familia de insectos continúan en la comunidad autónoma, y tan sólo un año más tarde Alberto Chordá Olmos publica su tesis doctoral bajo el título “*Biología de mosquitos (Diptera: Culicidae) en enclaves representativos de la Comunidad Valenciana*” (Chordá Olmos, 2014) (**tabla 1**).

En el año 2015, la especie *Ae. albopictus* ya ha conseguido establecerse en 65 municipios valencianos (Collantes *et al.*, 2015), por lo que la Generalitat Valenciana pone en marcha el “*Programa de Vectores de Relevancia en Salud Pública*” (GVA, 2021), que en el año 2016 queda incluido en el “*Plan de acción de la Conselleria de Sanidad Universal y Salud Pública sobre enfermedades transmitidas por vectores en la Comunidad Valenciana, con especial referencia al mosquito tigre y a la enfermedad por virus zika*”, enfermedad a la que se presta especial atención debido a la posibilidad de contagio por un brote del virus en América, desde donde llegan a la Comunidad diversos casos importados (GVA, 2016).

Paralelamente, la Diputación de Castellón forma el Servicio Provincial de Plagas, encargado de entregar informes detallados de difusión restringida a cada

municipio, con información acerca del riesgo de plaga de mosquitos, así como de las medidas de tratamiento recomendadas (DIPCAS, 2022).



1.4 Biología y ecología de los mosquitos

Los mosquitos presentan unos mecanismos de adaptación que les permiten prosperar en una gran variedad de ambientes, ocupando así amplias regiones y ecosistemas muy diversos. Hay pocos ambientes acuáticos en el mundo que estos insectos no puedan utilizar como lugar de cría, pues el desarrollo de su fase larvaria ocurre, por necesidad, en medio acuático. Son capaces de colonizar desde grandes acumulaciones de agua, hasta cuerpos hídricos tan pequeños como cubos, neumáticos, huellas o axilas de hojas; ya sean de aguas temporales o permanentes, limpias o contaminadas, dulces o salobres, etc. La misma adaptabilidad se manifiesta en la fase adulta, siendo capaces de abarcar desde elevadas altitudes hasta grandes profundidades en zonas mineras, desde las regiones tropicales a las polares, habitando en núcleos metropolitanos hasta islas desiertas, en bosques húmedos o regiones áridas, etc. Presentan, por tanto, una tremenda flexibilidad ecológica que les otorga la capacidad de adaptarse a distintos factores climáticos y a condiciones ambientales variables (Becker *et al.*, 2010; Horsfall, 1972).

1.4.1 Ciclo biológico

De forma similar al resto de dípteros, los mosquitos sufren una metamorfosis completa. El ciclo de vida de estos insectos (**figura 3**) comienza con la puesta de huevos por parte de la hembra. Tras la eclosión del huevo, se produce el paso a través de cuatro estados larvarios en los que tiene lugar un aumento de tamaño, motivo por el cual se producen cuatro mudas, la última de ellas da lugar a la fase de pupa, en cuyo interior se produce la metamorfosis y de la que finalmente emerge el adulto o imago, única fase aérea del ciclo biológico.

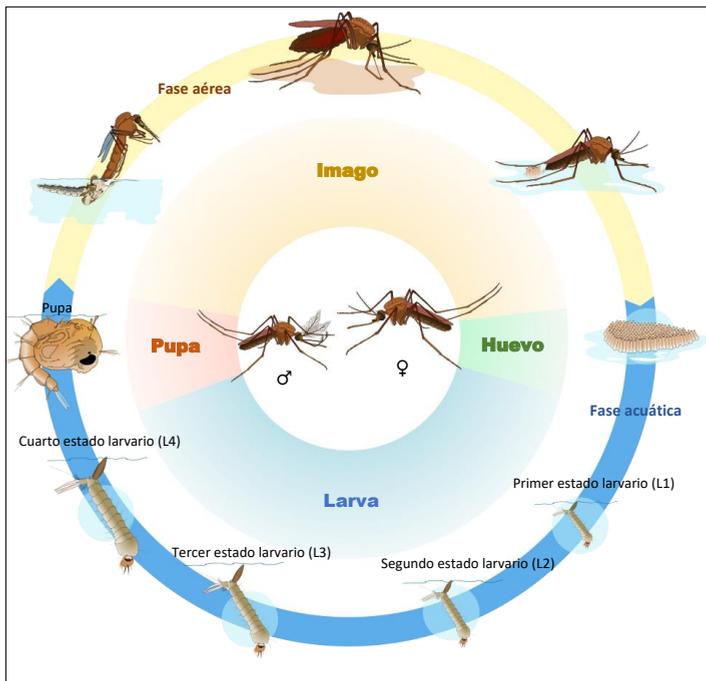


Figura 3. Ciclo biológico de los mosquitos. Imagen tomada y modificada de www.freepng.es

Algunas especies de mosquitos completan un único ciclo al año, son las denominadas especies univoltinas; mientras que las especies multivoltinas presentan varias generaciones en un solo año si las condiciones ambientales son favorables.

1.4.2 Huevo

Todos los mosquitos necesitan un ambiente acuático para desarrollarse, sin embargo, presentan distintas estrategias de oviposición que permiten diferenciarlos en distintos grupos. Las hembras pueden realizar la puesta de huevos directamente sobre el agua, o sobre un sustrato húmedo susceptible de ser



inundado con posterioridad, pudiendo depositar los huevos de forma aislada sobre el sustrato o agrupados en forma de paquetes que flotan sobre el agua y reciben el nombre de navículas. Por otra parte, los huevos pueden entrar en un periodo de latencia, desencadenado por factores externos, o de diapausa, determinado genéticamente (Becker *et al.*, 2010).

Los huevos depositados sobre la superficie del agua, bien sea de forma individual (género *Anopheles*) o en navículas (géneros *Culex*, *Coquillettidia*, *Culiseta* y *Uranotaenia*), no toleran la desecación, volviéndose inviables si no están en contacto con el agua. En el momento inmediato a la puesta, presentan un aspecto blanquecino y consistencia débil que pierden rápidamente con la esclerotización, adquiriendo un color oscuro entre 1-2 horas tras la puesta (**figura 4**). Los embriones eclosionan de forma inmediata tras su completo desarrollo (entre 2 y 4 días tras la oviposición (Beaty & Macquardt, 1996), sin entrar en estado de latencia o diapausa, siendo las larvas o adultos las formas hibernantes.

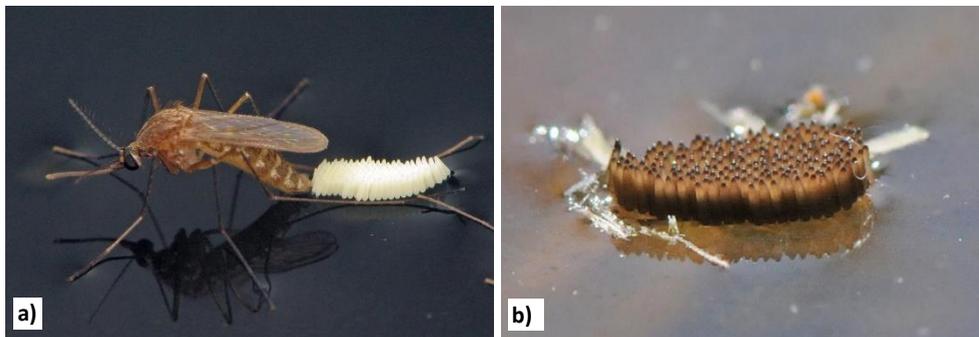


Figura 4. a) Proceso de puesta en el que se observa la posición de la hembra durante el mismo y el color blanquecino de los huevos en el momento inmediato. b) Navícula, de morfología y coloración típicas tras la esclerotización. Imágenes obtenidas y modificadas de www.lagaceta.com.ar y www.bugoftheweek.com

Las hembras de los anofelinos depositan sus huevos de forma individual mientras se encuentran sobre la superficie del agua o flotando sobre ella. En

cambio, las hembras que realizan sus puestas en forma de navículas, se encuentran sobre la superficie del agua, depositando los huevos de forma vertical entre su último par de patas, dispuestas en forma de V, y permaneciendo así gracias a sus polos hidrofílicos e hidrofóbicos (**figura 4**). La tensión superficial creada ayuda a mantener la posición de las navículas (Becker *et al.*, 2010).

Por otra parte, los huevos cuya puesta se realiza sobre sustrato húmedo, grietas, oquedades, musgo, restos vegetales, etc., son depositados de forma individual, garantizando su protección frente a la desecación durante la embriogénesis (Barr & Azawi, 1958; Horsfall *et al.*, 1973). Registran casos extremos de tolerancia, conservando su viabilidad durante varios años sin ningún tipo de hidratación (Birch *et al.*, 1967; Schaffner *et al.*, 2001), siendo estas especies en las que se presenta el huevo como forma hibernante. Esta estrategia es típica de los géneros *Aedes* y *Culiseta* (subgénero *Culicella*) en zonas costeras de inundación temporal del Mediterráneo (Bueno Marí *et al.*, 2008; Rueda Sevilla & Hernández Villar, 2008), y del género arborícola *Orthopodomyia*.

El aumento del nivel del agua, produciendo la inundación del lugar de cría elegido por la hembra, provoca la eclosión de estos huevos tras ponerse en contacto con el agua. No obstante, este no es un factor único, sino que se necesitan de otros factores que, junto al anterior, desencadenan el proceso y permiten alcanzar elevados porcentajes de eclosión (Andreadis, 1990). Hablamos, por tanto, de una adaptación directa a las fluctuantes condiciones abióticas de los biotopos larvarios donde se desarrollan estos insectos (Gillet, 1955; Telford, 1963; Horsfall *et al.*, 1973; Beach, 1978; Becker, 1989).

Existen, además, otra serie de factores que juegan un papel de gran importancia en el proceso de eclosión de los huevos. Estímulos físicos, como las



vibraciones que las precipitaciones producen en el medio, tienen un efecto sinérgico en todo el proceso (Roberts, 2001). Por otra parte, las variaciones termofotoperiódicas pueden provocar la interrupción del estado de latencia al producirse un incremento de ambos factores (Roubaud, 1944). Otros factores, como las variaciones de salinidad, la disminución de oxígeno disuelto, la presencia de kairomonas, etc., intervienen también en el proceso (Judson, 1960; Giglioli, 1964; Roberts, 2001).

La elección del lugar en el que realizar la puesta depende de la especie considerada, así como del tipo de puesta y el número de huevos depositados por hembra y ciclo gonotrófico, variando entre 40 y 200 (López Sánchez, 1989; Beaty & Macquardt, 1996), habiéndose descrito puestas de hasta más de 300 huevos (Richards & Davies, 1983b; Becker *et al.*, 2010). A pesar de que los parámetros que determinan los lugares de puesta para aquellas hembras que depositan sus huevos sobre la superficie del agua son aún desconocidos para algunas especies, existen factores decisivos para la selección de lugares adecuados, como son la calidad del agua, la incidencia de luz, la presencia de huevos, la disponibilidad de alimento o la presencia de vegetación (Becker *et al.*, 2010).

Estructuralmente, los huevos de los mosquitos están formados por una serie de capas superpuestas que envuelven progresivamente al embrión. Estas capas son segregadas tanto por la hembra como por el embrión, pudiendo distinguir hasta tres niveles en función de su origen embriológico (Snodgrass, 1935; Wigglesworth, 1950; Parkes, 1960). La esclerotización sufrida tras la puesta, otorga a los huevos rigidez y elevada resistencia mecánica, pero permitiendo el intercambio gaseoso entre el interior del huevo y el medio externo.

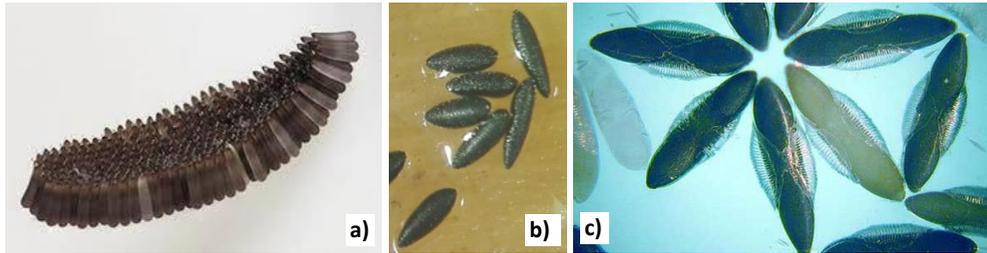


Figura 5. Morfología de distintos tipos de huevos de mosquitos: a) huevos de culicinos dispuestos en navícula; b) huevos de aedinos (en concreto de *Ae. albopictus*); c) huevos de anofelinos, en los que se observan el par de flotadores laterales. Imágenes obtenidas y modificadas de www.produccion-animal.com.ar y www.cdc.gov

Morfológicamente, los huevos de cada una de las especies de mosquitos, presentan una serie de adaptaciones en función de la estrategia de oviposición seguida. De esta forma, los huevos de la mayoría de los culicinos se disponen en navículas y presentan flotadores microcapilares que les otorga la máxima flotabilidad en conjunto (Seguy, 1951). En el caso de los aedinos, presentan una cubierta coriácea que les permite resistir periodos de desecación de larga duración, o están provistos de expansiones alares que aseguran su estabilidad (López Sánchez, 1989). Por último, los huevos de los anofelinos presentan un par de flotadores laterales y una vaina viscosa que les otorga estabilidad frente a la tensión superficial del agua (**figura 5**).

1.4.3 Larva

Tras la eclosión del huevo, comienza la fase larvaria. Las larvas de los mosquitos son ápodas y sufren cuatro mudas antes de dar lugar al estado de pupa. En cada muda, la cápsula cefálica alcanza el tamaño completo característico del siguiente estado larvario, mientras que el cuerpo crece continuamente (Becker *et*



al., 2010). De esta forma, las mudas permiten diferenciar los cuatro estados por los que atraviesa la larva, denominados, en orden de desarrollo, L1, L2, L3 y L4.

El desarrollo de las larvas se produce necesariamente en ambientes acuáticos, cuyas características, tanto químicas como orgánicas, pueden ser muy variables, lo que permite a los mosquitos colonizar desde cristalinas aguas de manantiales, hasta sucias y contaminadas aguas de imbornales. No obstante, cada especie presenta preferencias por determinados tipos de cuerpos hídricos, definiendo así los enclaves naturales para su desarrollo larvario (López Sánchez, 1989). Tal es así, que existen especies ligadas a ecosistemas naturales, encontrándose en aguas claras, con bajo contenido en materia orgánica y una vegetación moderada, ejemplo de ello son algunas especies de los géneros *Anopheles* y *Culex*. Otras especies están relacionadas con ambientes urbanos o semiurbanos, habitando tanto en aguas limpias como en contaminadas, es el caso de distintas especies de los géneros *Culex* y *Culiseta*, siendo también un claro ejemplo de ello la especie *Ae. albopictus*. Como ocurre en el género *Aedes*, encontramos especies adaptadas a medios salobres que toleran grandes variaciones de concentración salina, llegando a comportarse como auténticos organismos eurihalinos (López Sánchez, 1989). Existen, por tanto, especies capaces de regular su osmolaridad en función a la salinidad del medio en el que se encuentran (Garret & Bradley, 1984), pudiendo algunas incluso desarrollarse en agua marina (Trimble & Wellington, 1979; Reisen *et al.*, 1981; Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2011a).

Por consiguiente, el carácter físico-químico del agua actúa como factor limitante al superar determinados valores. Dos de los factores abióticos que, junto con la salinidad, conforman este carácter son el pH y la temperatura. El pH regula cada uno de los niveles de organización de la materia viva (Robertson & Alexander,

1992), afectando directamente al desarrollo de organismos como algas y bacterias (regula los niveles disponibles de carbono inorgánico) que las larvas de los mosquitos utilizan como alimento (Margalef, 1974). La disponibilidad de nutrientes para la flora microbiana, los procesos regulados por enzimas o la solubilidad de la materia (tanto orgánica como inorgánica), son algunos de los procesos que se ven afectados por este factor.

En lo referente a la temperatura, es el factor abiótico que regula los procesos vitales de los insectos, entre otros organismos vivos (Howe, 1967). Debido a su condición de organismos poiquiloterms, la temperatura ejerce una influencia directa en la actividad, supervivencia y desarrollo de los mosquitos. El crecimiento corporal y la velocidad de desarrollo de las larvas de estos insectos están directamente relacionados con la temperatura, si bien, en este caso debemos entender temperatura como el calor producido como consecuencia del gradiente energético existente, y cuya importancia es clave en el desarrollo de insectos holometábolos, pues los cambios de fase y los avances en el ciclo biológico se producen por la acumulación de grados/día (Clements, 1992). Evidentemente, esto ocurre dentro de un límite de rangos, que varían en función de la especie, la cepa y el estado de desarrollo considerado (Huffaker, 1944; Bar-Zeev, 1958; Lang, 1963; Trpis, 1972, Trimble & Smith, 1978, Rueda *et al.*, 1990; Bayoh & Lindsay, 2003). Del mismo modo, una temperatura por debajo del límite inferior de tolerancia de una especie, provocará su estado de hibernación o quiescencia, en muchas ocasiones ligado a cambios metabólicos específicos, como la acumulación de reservas energéticas o cambios en el patrón respiratorio (Clements, 1992).

Continuando con el proceso de respiración; a pesar de que las larvas de los mosquitos viven bajo la superficie del agua, respiran oxígeno atmosférico, es decir, son organismos aeropnéuticos, lo que conlleva una serie de modificaciones



anatómicas y fisiológicas de gran importancia, destinadas a la obtención de oxígeno para un buen funcionamiento metabólico. Además, son metapnéusticas, de los diez pares de espiráculos respiratorios que presentan, únicamente el último par, situado en el octavo segmento abdominal, es funcional, el resto sólo interviene en la sustitución del aparato traqueal durante la muda (Clements, 1992). La disposición de este par de espiráculos funcionales determinará en gran medida la posición de las larvas en la columna de agua (**figura 6**). De forma general, dichos espiráculos se sitúan en el extremo distal de una estructura especializada en posición dorsal que recibe el nombre de sifón respiratorio, que se proyecta desde la capa inferior a la superficie del agua para obtener el aire atmosférico. Esta estructura se encuentra rodeada por un aparato espiracular constituido por cinco lóbulos abatibles y, en algunos casos, puede presentar sedas hidrófugas que aumentan su flotabilidad.

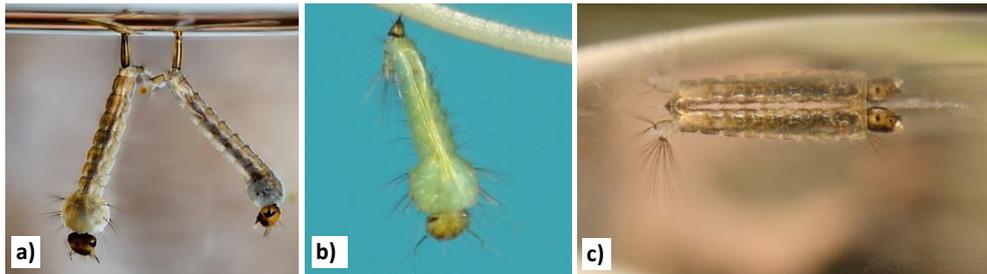


Figura 6. Imágenes ilustrativas de distintos tipos de estructuras y posiciones respiratorias que presentan: a) culicinos; b) géneros *Coquillettidia* y *Mansonia*; c) anofelinos. Imágenes tomadas y modificadas de www.istockphoto.com, www.medent.usyd.edu.au y www.flickr.com

Sin embargo, cada género puede presentar especializaciones características de estas estructuras respiratorias. De esta forma, los culicinos quedan “suspendidos” de la superficie del agua, con el extremo distal del sifón en contacto con el aire. Los géneros *Coquillettidia* y *Mansonia* presentan modificaciones del sifón en forma de gancho con los que perforan el aerénquima vegetal de las plantas sumergidas, obteniendo así el oxígeno a través de los tejidos

aeríferos de las plantas acuáticas. Por otra parte, los anofelinos carecen de sifón respiratorio, se sustentan de forma paralela a la superficie del agua mediante la presencia de sedas hidrófugas que reciben el nombre de palmitos, lo que permite el contacto entre los lóbulos espiraculares y el aire atmosférico (Clements, 1992) (**figura 6**).

Otro mecanismo de respiración utilizado es el cuticular, suponiendo un importante valor adaptativo para aquellas especies que realizan largos periodos de apnea, bien sea por alimentación, por evasión de depredadores o como respuesta frente a determinados estímulos. No es un mecanismo común dentro de los culícidos, siendo utilizado únicamente en ocasiones muy determinadas (véase la hibernación en estado larvario como un claro ejemplo) debido a su alto coste fisiológico. Además, el engrosamiento de la cutícula con el aumento del tamaño corporal y la variación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua en función de otros factores como el pH, la temperatura o la actividad fotosintética (entre otros) dificultan esta estrategia de intercambio gaseoso (López Sánchez, 1989).

La alimentación es el proceso fundamental por el que se rigen el crecimiento y el desarrollo corporal. La mayoría de especies presentan una dieta larvaria omnívora, basada en la ingestión de materia particulada cuyo tamaño varía desde el microscópico hasta el macroscópico, siendo capaces de alimentarse de sólidos que superan su propio tamaño corporal (López Sánchez, 1989). Uno de los elementos básicos en esta dieta larvaria son los ácidos grasos poliinsaturados (C₂₀), esenciales para el correcto desarrollo del ciclo biológico y el proceso ovipositor (Takata & Harwood, 1964; Dadd, 1980; Merritt *et al.*, 1992). Cada una de las ecdisis sufridas durante el estado larvario provocan una interrupción de la ingesta desde momentos anteriores a cada una de ellas, recuperándose posteriormente tras el proceso (Christophers, 1960).



Las larvas de los mosquitos pueden obtener su alimento de la materia orgánica, tanto viva como muerta, que se encuentra adherida a superficies sumergidas (perifiton), suspendido en la columna de agua, depositado libremente sobre superficies o sedimentos, o bien, directamente de otros animales. Esto hace que existan diferentes estrategias tróficas, características de la especie considerada y del alimento disponible, lo que permite encontrar especies omnívoras, carnívoras, fitófagas y hasta caníbales o necrófagas (Richards & Davies, 1983a; Koenraadt & Takken, 2003; Merritt *et al.*, 1992).

Todo ello permite a Merritt *et al.* (1992) realizar una clasificación en función de la estrategia de alimentación seguida (filtración, ramoneo o depredación), así como del carácter activo o pasivo para la obtención del alimento, utilizando para ello todas las combinaciones posibles. Dicha clasificación reconoce los siguientes grupos:

- **Colectores-filtradores:** aquellos cuya estrategia de alimentación se basa en la filtración de material orgánico particulado fino (entre 0,45 μm y 1 mm) que se encuentra suspendido en la columna de agua (Merritt *et al.*, 1992). Para ello, las larvas crean corrientes mediante el uso de sus cepillos palatales laterales, que arrastran el material hacia la cavidad bucal (Wallace & Merritt, 1980; Dahl *et al.*, 1988). De forma simultánea, pueden realizar giros de cabeza (de hasta 180° en el caso de la subfamilia Anophelinae) y cuerpo que facilitarían el proceso. Dentro de este grupo encontramos los géneros *Aedes*, *Anopheles*, *Coquillettidia*, *Culex* y *Culiseta* (subgénero *Culiseta*) (Merritt *et al.*, 1992).
- **Colectores-recolectores:** su tipo de alimentación se puede describir como la resuspensión y posterior filtración de material orgánico de partícula fina

adherido (sin estructuras especiales de unión) o depositado sobre algún tipo de superficie, grieta o espacio intersticial. Esto se consigue, como en el grupo anterior, mediante la utilización de los cepillos palatales laterales, con los que realizan el cepillado de la superficie y la introducción del material en la cavidad bucal. El género *Aedes* está incluido dentro de este grupo (Merritt *et al.*, 1992), así como algunas especies del género *Anopheles* que se alimentan de partículas adheridas a la película superficial del agua (Clements, 1992; Becker *et al.*, 2010).

- **Detritívoros:** a este grupo pertenecen aquellos cuya estrategia de alimentación se basa en la obtención de alimentos fuertemente adheridos a superficies minerales y orgánicas sumergidas en el agua (perifiton o biofilm). Las especies que presentan esta estrategia, pueden también emplear los dos tipos de alimentación descritos anteriormente (Merritt *et al.*, 1992).
- **Trituradores:** la estrategia de alimentación de este grupo consiste en masticar, morder o roer pequeños fragmentos de materia orgánica de partícula gruesa (superior a 1mm), como hojas, filamentos de macroalgas u otras partes de las plantas, pudiendo alimentarse también de invertebrados muertos, a menudo de su misma especie. Este tipo de alimentación ha sido observado en larvas de especies de distintos géneros, sin embargo, no es la estrategia predominante en ninguno de ellos (Merritt *et al.*, 1992).
- **Depredadores:** pese a no incluirlos en su clasificación, Merritt y colaboradores reconocen esta estrategia de alimentación, pues afirman que los grupos descritos anteriormente pueden actuar como depredadores



e ingerir animales vivos de forma ocasional (Merritt *et al.*, 1992). Depredan sobre organismos de distintos tamaños, incluso sobre individuos de su misma especie. Para ello utilizan unas poderosas mandíbulas dentadas con las que sujetan la presa y la dirigen hacia la cavidad bucal (Clements, 1992; Becker *et al.*, 2010).

La deglución del bolo alimenticio en las larvas de mosquitos tiene lugar sin una aparente ingesta de agua (Wigglesworth, 1933; Nayar, 1966), sin embargo, se produce la ingestión de un importante volumen de agua tanto en el momento de la toma del alimento, como en ausencia de este (Aly & Dadd, 1989). Uno de los factores que influyen en la tasa de ingesta de agua es el tamaño corporal larvario, con el que existe una correlación positiva, de forma que, cuanto mayor sea el tamaño, mayor será el volumen de agua ingerido. El efecto es aún mayor si consideramos el segundo factor, la salinidad. En aquellas larvas que habitan en cuerpos hídricos con una salinidad elevada, la ingesta de agua adquiere una importancia vital, pues es el mecanismo que permite el mantenimiento del equilibrio osmótico. De esta forma, se ha observado que ciertas especies son capaces de modificar sus ratios de ingesta hídrica en función de la salinidad del medio (Asakura, 1982), mientras que otras especies no son capaces de hacerlo (Bradley & Phillips, 1977). A pesar de ello, las especies eurihalinas presentan ratios más elevados que las estenohalinas (Aly & Dadd, 1989).

La estrategia de alimentación, por tanto, influye en la posición que las larvas de los mosquitos ocupan en la columna de agua. Así, se pueden encontrar medrando en la superficie del agua, filtrando microorganismos en la interfase agua-aire, suspendidas en la columna de agua alimentándose de materia orgánica de distintos tamaños, adheridas a distintos tipos de superficies sumergidas

consumiendo biofilm, o bien, desplazándose libremente para poder depredar sobre otros organismos.

La locomoción de las larvas en el cuerpo hídrico en el que se encuentran depende de su flotabilidad (Clements, 1992). Larvas cuya densidad relativa sea superior a 1,0 tendrán un descenso pasivo a través de la columna de agua, debiendo ejercer movimientos para volver a la superficie, es el caso de distintas especies de los géneros *Anopheles* y *Culex*. En cambio, en aquellas larvas cuya densidad relativa sea inferior a 1,0 ocurrirá lo contrario, es decir, necesitarán una locomoción activa para descender por la columna de agua, mientras que su regreso a la superficie se realiza de forma pasiva, como ocurre en especies del género *Aedes* (Mellanby, 1958).

El desplazamiento en el agua puede realizarse de forma horizontal o vertical. Los desplazamientos horizontales se realizan gracias a las corrientes creadas por el movimiento de los cepillos laterales palatales de las propias larvas. En cambio, los desplazamientos verticales pueden dividirse en cuatro etapas cíclicas. Una primera etapa consiste en la contracción secuencial en orden anteroposterior de la musculatura longitudinal de la parte derecha del abdomen, provocando la contracción de éste hacia ese mismo lado. La segunda etapa consiste en una aceleración hacia la derecha gracias al empuje provocado al extenderse el abdomen rápidamente. Las dos etapas restantes son idénticas a las anteriores, pero en dirección contraria, es decir, se produce la contracción de la musculatura izquierda del abdomen y una posterior aceleración en esa misma dirección. El empuje y la velocidad serán máximos cuando el sifón respiratorio y las brochas cratales y precratales se dispongan paralelas entre sí y horizontales al plano corporal (Nachtigall, 1963).



1.4.4 Pupa

La pupa es el estado de transición entre el estado larvario y el adulto. Es la única forma áfaga del ciclo biológico de los mosquitos, es decir, el individuo no ingiere alimento durante el tiempo que dura esta fase. De forma general, el estado de pupa tiene una duración de dos días, sin embargo, este tiempo varía en función de la temperatura, de forma que, si las temperaturas son bajas, la duración se alargará, mientras que, si las temperaturas son elevadas, se acortará (Becker *et al.*, 2010).

Durante el estado de pupa tiene lugar la metamorfosis y, a diferencia de lo que ocurre con otros insectos holometábolos, las pupas de los culícidos son móviles, presentando una excelente capacidad de natación (Becker *et al.*, 2010). A pesar de ello, permanecen inmóviles en la superficie del agua la mayor parte del tiempo, pues la natación supone un enorme gasto energético que únicamente asumen como respuesta frente a determinados estímulos, como vibraciones o alteraciones en la superficie o en la columna del agua que puedan entenderse como la presencia de un potencial depredador; o cambios lumínicos (Wesenberg-Lund, 1921).

Como ocurre con las larvas, las pupas son aeropnéusticas, es decir, respiran aire atmosférico. Presentan dos estructuras especializadas, situadas anterolateralmente en el cefalotórax, que reciben el nombre de cornetes. De forma similar a los espiráculos respiratorios en el estado larvario, los cornetes son proyectados desde la capa inferior a la superficie del agua para poder realizar el proceso de respiración. Igualmente, cada género puede presentar especializaciones características de estas estructuras; así, los géneros *Coquillettidia* y *Mansonia* presentan unos cornetes modificados en forma de gancho, con los que

perforan el parénquima aerífero de las plantas sumergidas de las que obtienen el oxígeno (Becker *et al.*, 2010).

Las pupas presentan flotabilidad positiva, es decir, ascienden por la columna de agua de forma pasiva. Esto ocurre gracias al espacio aerífero ventral al que se abren los espiráculos respiratorios del primer segmento del abdomen, estructuras que no intervienen en el intercambio gaseoso (Christophers, 1960; Leung & Romoser, 1979). Sin embargo, necesitan la participación activa de las estructuras natatorias para descender por la columna de agua o moverse verticalmente por ella. La natación se produce como consecuencia de los arqueamientos verticales de la musculatura del abdomen, en cuyo extremo terminal presentan dos paletas natatorias a modo de remos. Este mecanismo proporciona el impulso necesario al ofrecer resistencia física al agua, propiciando un óptimo desplazamiento.

El estado de pupa finaliza con la ecdisis y la emergencia del adulto, momento crítico del ciclo biológico de los mosquitos, ya que, durante ese periodo de tiempo, que suele durar entre 15-20 minutos, el mosquito está inmóvil y totalmente desprotegido frente a depredadores o cualquier fenómeno que altere la estabilidad de la superficie del agua. Es por esto que, momentos antes a la emergencia del adulto, las pupas se desplazan hacia lugares resguardados en busca del mayor refugio posible, intentando permanecer protegidos hasta que la cutícula del cefalotórax se separa a lo largo de la línea ecdisial y el adulto emerge lenta y cautelosamente, evitando caer a la superficie del agua mientras sus apéndices aún permanecen de forma parcial en la exuvia (Becker *et al.*, 2010).



1.4.5 Imago o adulto

Tras la ecdisis, emerge el adulto, permaneciendo sobre la superficie del agua gracias a las sedas hidrófugas presentes en sus extremidades, que permiten la sustentación del individuo por tensión superficial. Se producen entonces una serie de cambios fisiológicos en el organismo, el primero de ellos, el aumento de la presión hemolinfática, que permite la correcta extensión de las alas. A continuación, expulsa los fluidos presentes en el interior del aparato digestivo para, unas horas más tarde, disipar el aire atrapado en su interior. Minutos después, la cutícula acaba de esclerotizar y el individuo es capaz de volar. Sin embargo, requieren entre 1-2 días tras la emergencia para ajustar su metabolismo (Gillet, 1983; Becker *et al.*, 2010), y un periodo de tiempo más extenso para completar la maduración de sus órganos internos (Clements, 1992).

Cabe destacar que la emergencia de los machos se produce con 1-2 días de antelación con respecto a las hembras. Esto es debido a que los machos, a diferencia de las hembras, no alcanzan su madurez sexual en el momento de emerger, pues necesitan la rotación del hipopigio para poder aparearse, proceso que tiene una duración aproximada de un día. De esta forma, los machos consiguen alcanzar la madurez sexual al mismo tiempo que las hembras emergentes. Puesto que la duración del estado de pupa es similar en ambos sexos, el acortamiento del desarrollo de los machos ha de tener lugar durante el estado larvario. Como consecuencia, tanto las pupas masculinas, como los machos adultos, presentan un menor tamaño que las hembras (Becker *et al.*, 2010).

La longevidad de los adultos es variable y depende de distintos factores ambientales, como la humedad, con la que guarda una correlación positiva, o la

temperatura, con la que se correlaciona negativamente. Todo ello dentro de un rango de valores y dependiendo de la especie de la que se trate. A pesar de ello, las hembras presentan un tiempo de vida superior al de los machos, llegando a vivir hasta seis meses en zonas templadas, o menos de un mes en zonas tropicales (López Sánchez, 1989).

Una vez alcanzada la madurez sexual, el principal objetivo de los mosquitos adultos es aparearse en la mayor brevedad posible para completar su ciclo biológico. Generalmente, en la región Paleártica, el apareamiento tiene lugar cuando la hembra se introduce en un enjambre formado por cientos o miles de machos volando. Estos enjambres se forman cuando la intensidad lumínica es baja, especialmente al atardecer y al amanecer (Becker *et al.*, 2010), y en espacios abiertos superiores 0,1 m³ (Roubaud, 1932). Decimos de estas especies que son eurígamas. Tras introducirse la hembra en el enjambre, tiene lugar la cópula, siendo este un proceso breve de menos de 30 segundos (Clements, 1963). Es importante mencionar que, mientras que los machos son polígamos y pueden aparearse con varias hembras, éstas son monógamas, copulan una única vez. Tras la cópula, el macho segrega una sustancia, denominada *matronae*, que hace que la hembra deje de ser receptiva (Becker *et al.*, 2010), impidiéndola volver a aparearse durante el resto de su vida, por lo que almacena el esperma de un único macho en la espermateca, en cantidad suficiente para poder fertilizar progresivamente cientos de huevos (WHO, 1982). Se debe mencionar la existencia de otros comportamientos de apareamiento, encontrando así las especies estenógamas, aquellas que no forman enjambres y realizan el vuelo nupcial en espacios reducidos, inferiores a 0,1 m³.

Tras el apareamiento, el objetivo de mayor importancia de las hembras es la búsqueda de un hospedador para obtener la ingesta de sangre necesaria que



permita la maduración de sus huevos y completar el ciclo reproductivo. Mientras que los machos son fitófagos y se alimentan de fluidos vegetales procedentes de néctar floral, frutas dañadas o melaza (Briegel & Kaiser, 1973), las hembras de la mayoría de las especies de mosquitos necesitan una ingesta de sangre para poder completar la ovogénesis. Por ello, han desarrollado un complejo comportamiento para la búsqueda de hospedadores, que se basa, en primer lugar, en el olfato, detectando dióxido de carbono, ácido láctico, octenol, acetona, butanona y compuestos fenólicos gracias a los receptores antenales. Intervienen a continuación la vista y estímulos térmicos (Becker *et al.*, 2010). El proceso de búsqueda del hospedador puede variar dependiendo de la especie considerada, a pesar de ello, de forma general puede dividirse en tres fases (Sutcliffe, 1987):

- 1) Dispersión no orientada: la hembra se desplaza de forma aleatoria, aumentando la probabilidad de ponerse en contacto con estímulos procedentes de un hospedador potencial.
- 2) Dispersión orientada o dirigida a la localización del hospedador tras detectar estímulos procedentes de éste. La intensidad del estímulo aumenta a medida que la hembra se acerca al hospedador.
- 3) Atracción hacia el hospedador potencial tras identificarlo en la cercanía. Esta fase se basa en la visión, siendo las especies diurnas y crepusculares capaces de distinguir formas y colores, sintiendo atracción por el negro, el azul y el rojo (Lehane, 1991). Por el contrario, las especies nocturnas se basan en cambios de intensidad.

Una vez la hembra se encuentra sobre el hospedador, explora la piel de este, tratando de localizar capilares sanguíneos gracias al uso de las labelas, cuyos

receptores son capaces de detectar cambios de temperatura en la superficie de la piel que, por lo general, indican la presencia de estos capilares en la zona (Davis & Sokolova, 1975). A pesar de que la hematofagia está muy generalizada en estos insectos, existen especies cuyas hembras son capaces de alimentarse de sustancias azucaradas y completar, al menos, un ciclo gonotrófico completo, a pesar de que estas sustancias vegetales no reúnen la concentración proteica suficiente. Por tanto, esta capacidad, denominada autogenia (Roubaud, 1929), permite a las hembras utilizar las reservas energéticas acumuladas durante el estado larvario para realizar una puesta, generalmente de menor tamaño (Spielman, 1964). Esta estrategia permite a las hembras aumentar su supervivencia en situaciones en las que las condiciones son limitantes o en ausencia de hospedadores. Frente a esto, se encuentran las hembras de aquellas especies cuya alimentación es estrictamente hematofágica, sin ingerir ningún tipo de sustancia azucarada para llevar a cabo su maduración ovárica y necesitando sangre para realizar la puesta.

El grado de dispersión para la localización de un hospedador varía de unas especies a otras. De esta forma, pueden diferenciarse:

- a) Especies que crían y reposan en lugares próximos al hábitat de su hospedador, sin volar largas distancias. Un ejemplo es la especie *Cx. pipiens*.
- b) Especies que se desplazan distancias moderadas desde su lugar de cría o reposo hasta el hábitat del hospedador, como por ejemplo la especie *Ae. rusticus*.
- c) Especies que recorren grandes distancias en busca de hospedadores, invadiendo nuevos territorios y realizando puestas en un nuevo hábitat adecuado. Ejemplo de ello es la especie *Ae. vexans*.



La capacidad de dispersión de una especie está condicionada por una serie de factores como la capacidad de vuelo, el tipo de hospedador preferente o el estado fisiológico del individuo; así como por factores ambientales, como la temperatura, la humedad, los niveles de iluminación, la velocidad del viento, etc. (Becker *et al.*, 2010). De esta forma, existen especies que sólo se desplazan unos metros de su lugar de cría, pero también especies capaces de desplazarse decenas de kilómetros (Sutcliffe, 1987).

Otra diferencia que presentan las especies y permite su clasificación en distintos grupos es el comportamiento de alimentación y reposo. De esta forma, en función de la naturaleza del hospedador del que se alimentan las hembras, podemos distinguir entre especies ornitofílicas, aquellas cuyos hospedadores son preferentemente aves (*Cx. pipiens* o *Cs. longiareolta* entre otras) (Becker *et al.*, 2010); especies antropofílicas, si su principal hospedador es el hombre (por ejemplo, *Ae. albopictus*) (Takken & Knols, 1990; Pates *et al.*, 2001); y especies zoofílicas, que alimentan sobre animales distintos a las aves, pudiendo distinguir entre mamíferos, reptiles y anfibios (por ejemplo, *Cx. territans*, que se alimenta preferentemente sobre anfibios) (Schäfer, 2004). Además, la preferencia por la alimentación en ambientes cerrados permite diferenciar las especies de condición endofágica, de aquellas con condición exofágica, que se alimentan en espacios abiertos al exterior. Por último, las hembras que durante el día o tras la alimentación reposan en espacios cerrados se consideran endofílicas, frente a las exofílicas, que lo hacen en espacios abiertos.

Durante la ingesta sanguínea, las hembras inyectan saliva en el tejido del hospedador. Esta saliva, que generalmente contiene sustancias anticoagulantes (Parker & Mant, 1979), puede desencadenar una respuesta inmunitaria, produciendo una reacción inflamatoria de la zona afectada. La cantidad de sangre

que las hembras son capaces de ingerir es variable, pudiendo suponer hasta cuatro veces su peso corporal (Nayar & Sauerman, 1975). Las especies con un mayor tamaño corporal suelen ingerir una mayor cantidad de sangre, mientras que las especies de menor tamaño ingieren una mayor proporción en relación a su peso corporal.

1.4.6 Hibernación

Una característica de gran importancia de estos insectos es la hibernación. Los mosquitos de zonas templadas han desarrollado mecanismos de hibernación tanto en estado de huevo, como de larva y adulto, pudiendo algunas especies (como por ejemplo *Ae. rusticus*) hibernar en más de una etapa. Los principales factores que determinan el momento y la duración de la hibernación son la latitud (temperaturas frías) y la disponibilidad de agua (sequías) (Becker *et al.*, 2010).

La hibernación durante la fase de huevo impide la eclosión de estos debido a las desfavorables condiciones climáticas e hidrológicas que impedirán el correcto desarrollo hasta la fase adulta. Esto ocurre en la mayoría de las especies del género *Aedes* de zonas templadas, estando la eclosión de sus huevos ligada al deshielo, o a finales de la primavera o verano (Becker *et al.*, 2010).

Algunas especies de mosquitos pueden hibernar en fase larvaria, siendo capaces de sobrevivir durante días en cuerpos de agua cuya superficie está congelada, obteniendo el oxígeno de las burbujas acumuladas bajo la capa de hielo o del alto contenido de oxígeno disuelto en el agua fría. Las larvas reducen su metabolismo y retrasan el desarrollo larvario, sin embargo, la tasa de mortalidad durante un invierno severo puede ser muy elevada. La hibernación es posible en



cada uno de los cuatro estados larvarios, siendo característico de cada especie el estado en el que tiene lugar (Becker *et al.*, 2010).

La mayoría de especies hibernan como hembras adultas, refugiándose en otoño en lugares libres de heladas, y abandonándolos al comienzo de la primavera, con el aumento de las temperaturas. Es el caso de especies de los géneros *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* y *Uranotaenia*. De forma general, la alimentación intensa a base de fluidos vegetales azucarados durante el otoño y el cuerpo graso restante del estado larvario, permite a las hembras sintetizar grandes reservas de lípidos para la diapausa. No obstante, algunas especies pertenecientes al complejo *Anopheles maculipennis*, realizan ingestas de sangre puntuales durante el invierno para poder soportar largos periodos de inanición (Clements, 1992; Becker *et al.*, 2010).

Capítulo 2: OBJETIVOS

Los principales objetivos a alcanzar en la presente tesis doctoral son los siguientes:

- 1- Realizar un análisis faunístico de los culícidos presentes en los municipios seleccionados de la provincia de Castellón.

- 2- Establecer las preferencias de las especies en relación con los hábitats estudiados.

- 3- Conocer si la altitud es un parámetro determinante que permite establecer un criterio de búsqueda de especies que afecten a la transmisión de enfermedades al hombre o los animales.

- 4- Estimar la emergencia o reemergencia de enfermedades vectoriales en las zonas estudiadas.

Capítulo 3: MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Aproximación al área de estudio

3.1.1 La región mediterránea

La región mediterránea abarca todas las áreas geográficas en las que predomina el clima mediterráneo (Boydak & Dogru, 1997). Características típicas de la región incluyen una variabilidad geográfica y topográfica inusual, relacionada con la presencia de una costa irregular, con cadenas montañosas relativamente jóvenes y quebradas que se alzan cerca de la costa (Boydak & Dogru, 1997; Scarascia Mugnozza *et al.*, 2000). Presenta una marcada bioestacionalidad climática, con otoños e inviernos húmedos y frescos, y veranos secos y calurosos con frecuentes vientos fuertes que favorecen la propagación de los incendios forestales, convirtiendo a los suelos, por lo general poco profundos, en vulnerables a la erosión al desaparecer la cubierta vegetal que los protege, quedando expuestos a los eventos ocasionales de precipitación violenta en los meses de otoño e invierno y a la desecación estival (Scarascia Mugnozza *et al.*, 2000; Naveh & Lieberman, 1984). Durante todo el año, las temperaturas máximas y mínimas diarias se ven afectadas, especialmente en zonas cercanas a la costa, por la influencia del aire marino y el efecto termorregulador del mar Mediterráneo. Esta región cuenta con una gran variabilidad de tipos de vegetación y usos del suelo que da lugar a complejos mosaicos en parches (Scarascia Mugnozza *et al.*, 2000).

Pese a suponer únicamente el 8,3% de la superficie terrestre y el 1,8% del área forestal mundial, la región mediterránea constituye uno de los puntos calientes, o *hotspots*, de biodiversidad del planeta, gracias a la variedad ambiental de su paisaje, que acoge más del 13% de las especies conocidas a nivel global (Myers *et al.*, 2000), describiendo altos niveles de endemismos. En este aspecto, la



región iberobaleár presenta una importancia significativa al albergar el 32% de la riqueza biológica de toda la cuenca mediterránea, consecuencia de haber actuado como zona de refugio para muchas especies que se vieron desplazadas hacia el sur de Europa durante las glaciaciones; además, su estratégica ubicación geográfica convierte a la Península Ibérica en una zona de confluencia de fauna africana, asiática y europea, siendo lugar de paso obligado para muchas especies migratorias (Ricarte, 2008; Galante & Marcos-García, 2004).

La vegetación natural de la región mediterránea está determinada por la altitud, que actúa como factor limitante dadas las fuertes pendientes existentes. Esta vegetación presenta mecanismos de respuesta frente al estrés ambiental ocasionado por la sequía estival y los incendios forestales, incluyendo adaptaciones morfológicas (pequeño tamaño de hoja, sistema de raíces profundas, corteza gruesa y alta capacidad de germinación), fenológicas (desarrollo temprano y rápido del área foliar) y fisiológicas (tolerancia a la deshidratación, plasticidad de la fotosíntesis y capacidad de recuperación completa tras largos periodos de estrés estival). En la zona mediterránea típica, los bosques están compuestos por plantas de hoja ancha del género *Quercus*, tanto perennes como caducifolias, destacando *Q. ilex*, *Q. suber*, *Q. coccifera* y *Q. pubescens* entre otras, y por coníferas como *Pinus halepensis*, *P. brutia*, *P. pinea*, *P. pinaster* y *Juniperus* sp. En llanuras bajas y en zonas sin limitación de agua, como los márgenes de los ríos, se encuentran los bosques frondosos de *Fraxinus* spp., *Q. robur*, *Q. petraea*, *Populus alba* y *P. nigra*. La degradación de estos bosques ha dado lugar a una variedad de vegetación leñosa de baja densidad, creando comunidades arbustivas y de matorral (Scarascia Mugnozza *et al.*, 2000).

3.1.2 La Comunidad Valenciana

Situada en el centro este de la Península Ibérica, la Comunidad Valenciana se localiza geográficamente entre los 37°51'00" y 40°47'00" de latitud norte y los 02°09'00"W y 04°12'00"E de longitud, constituyendo una estrecha franja de territorio de 23.267 km² de extensión, con 518 km de costa.

La autonomía se encuentra dividida, siguiendo un eje norte-sur, en tres provincias: Castellón, con un área de 6.637 km², está constituida por 135 municipios con una población total de 585.590 habitantes; Valencia, con 10.810 km² de extensión y 266 municipios que albergan a 2.591.875 habitantes; y Alicante, que cuenta con una superficie de 5.820 km² y está formada por 141 municipios con un total de 1.879.888 habitantes (INE, 2021). Con estos datos, la Comunidad Valenciana alberga el 10,19% de la población nacional española, ocupando menos del 5% del territorio. Esta población se concentra, principalmente, en la franja costera, donde también se encuentra la mayor parte de los centros industriales e infraestructuras turísticas. Por el contrario, el interior de la comunidad, caracterizado por un entorno rural donde predominan las actividades agrícolas y ganaderas, lleva sufriendo desde hace años el problema de la despoblación (GVA, 2003).

Cerca del 51% de la superficie de la comunidad autónoma está cubierta por vegetación natural o seminatural, con un grado variable de influencia antrópica, mientras que el 49% restante está constituido por núcleos urbanos, áreas industriales y paisajes agrícolas (GVA, 2003).



3.1.3 Geología

El paisaje de la Comunidad Valenciana se forma como resultado de la convergencia entre dos sistemas montañosos principales, los Sistemas Béticos y el Sistema Ibérico. Este último se extiende desde el País Vasco, bordeando el noreste peninsular por debajo de la depresión del río Ebro, hasta alcanzar la provincia de Castellón y el norte de la provincia de Valencia a través de la Sierra del Maestrazgo y la Sierra de Javalambre, las cuales albergan los dos picos más altos de la comunidad autónoma: el Alto de las Barracas o Pico Calderón (1838 m) y el Peñagolosa (1813 m). Los Sistemas Béticos, que se extienden por el sur peninsular desde el golfo de Cádiz hasta Alicante, dominan la mitad sur de la región, abarcando el sector meridional de la provincia de Valencia y la totalidad de la provincia de Alicante, por donde desaparecen en el mar Mediterráneo tras el Macizo del Montgó, la Sierra de Bernia y el Peñón de Ifach, siendo el pico Aitana (1558 m) el de mayor altitud.

Algunos de los factores climáticos característicos de la Comunidad Valenciana vienen determinados por la disposición orográfica de las principales formaciones montañosas de la región. Así, los vientos de componente oeste son los predominantes en el territorio, con una ocurrencia de 200-230 días al año, llegando desprovistos de humedad y recalentados tras atravesar la meseta central y la Sierra de Javalambre (efecto *Foehn*). Este viento, equivalente al *Sirocco* italiano o al *Mestral* francés, es conocido en la Comunidad Valenciana con el nombre de Poniente, y es el responsable de la existencia de rasgos climáticos únicos, difíciles de encontrar en el resto de Europa, como dos periodos de fuerte sequía al año, o una elevada frecuencia de incendios provocados por el gran aparato eléctrico que acompaña a las frecuentes tormentas generadas por el efecto *Foehn* (GVA, 2003).

Es común en la región la presencia de zonas semiáridas, especialmente en el sur de la provincia de Alicante, con unas precipitaciones anuales concentradas en pocos días que no superan los 300 mm, y en el noreste de la provincia de Valencia, con unos valores máximos de precipitación de 350 mm anuales (GVA, 2003).

3.1.4 Biogeografía y bioclimatología

El estudio de la diversidad y la distribución de la mayoría de los organismos, requiere del análisis de una serie de factores climáticos que influyen de manera directa en sus ciclos vitales. Rivas Martínez (2004) presenta una clasificación en la que define distintas jerarquías tipológicas de expresión latitudinal y altitudinal basándose en parámetros de precipitación, temperatura y estacionalidad. En el caso que nos concierne, los parámetros climáticos con mayor influencia sobre la biología de los mosquitos son la temperatura y la precipitación. Un análisis pormenorizado de dichos factores permite diferenciar espacios definidos en forma de termoclimas y ombroclimas, según hagan referencia a valores anuales medios de temperatura o precipitación.

En su clasificación, Rivas Martínez define tres jerarquías tipológicas de expresión latitudinal: macrobioclimas, bioclimas y variantes climáticas; y una de expresión altitudinal: pisos bioclimáticos.

Los macrobioclimas son las unidades tipológicas de mayor rango y definen amplias áreas relacionadas con los grandes tipos de climas, biomasas y regiones biogeográficas de la Tierra, quedando la Comunidad Valenciana englobada dentro del macrobioclima Mediterráneo, por presentar al menos dos meses consecutivos



de aridez durante el periodo más cálido del año. Los bioclimas son las unidades básicas del sistema tipológico bioclimático, y se definen como espacios biofísicos delimitados por determinados tipos de vegetación y sus correspondientes valores climáticos, quedando diferenciados hasta tres bioclimas distintos en la Comunidad Valenciana: Mediterráneo Pluvioestacional Oceánico, Mediterráneo Xérico Oceánico y Templado Oceánico Submediterráneo. Por último, las variantes bioclimáticas son las unidades que se encuentran dispuestas en el interior de cada bioclima, permitiendo distinguir peculiaridades climáticas de carácter ómbrico, perteneciendo la región valenciana a la variante esteparia por dominar las comunidades vegetales xerofíticas debido a la limitación hídrica existente durante los solsticios (Rivas Martínez, 2004).

Los pisos bioclimáticos son cada uno de los tipos o grupos de medios que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal, delimitándose en función de los factores termoclimáticos (termotipos) y ombroclimáticos (ombrotipos); siendo los termotipos las unidades que expresan sumatorios de temperaturas máximas, medias o mínimas, mensuales o anuales; y los ombrotipos los cocientes entre las precipitaciones medias y las temperaturas medias de aquellos meses en los que dicha temperatura media es superior a cero (Rivas Martínez, 2004).

Sin embargo, tanto los termotipos como los ombrotipos pueden ser identificados de forma intuitiva si las franjas bioclimáticas y los sectores de humedad se basan en rangos simples de temperatura y precipitación media, aproximación simplificada que fue desarrollada en los años 80. De esta forma, se definen los termoclimas como los valores para la media de la temperatura en grados centígrados, y los ombroclimas como los valores medios de la precipitación anual en milímetros (GVA, 2003) (**figura 7**).

Termoclimas de la región Mediterránea:	Ombroclimas de la región Mediterránea:
1. Inframediterráneo (Ime): >19°C	1. Árido (Ar): <200 mm
2. Termomediterráneo (Tme): 17-19°C	2. Semiárido (Sa): 200-350 mm
3. Mesomediterráneo (Mme): 13-17°C	3. Seco (Se): 350-600 mm
4. Supramediterráneo (Sme): 8-13°C	4. Subhúmedo (Su): 600-1000 mm
5. Oromediterráneo (Ome): 4-8°C	5. Húmedo (Hu): 1000-1600 mm
6. Criomediterráneo (Cme): <4°C	6. Hiperhúmedo (Hh): 1600-2300 mm

Figura 7. Izquierda: Termoclimas de la región Mediterránea, indicando sus abreviaturas entre paréntesis, y sus rangos de temperaturas medias anuales en grados centígrados (°C). Derecha: Ombroclimas de la región Mediterránea, indicando sus abreviaturas entre paréntesis, y el valor de sus precipitaciones medias anuales en milímetros (mm) (Rivas-Martínez, 1983).

Así, en la Comunidad Valenciana se reconocen cuatro termoclimas (Termomediterráneo, Mesomediterráneo, Supramediterráneo y Oromediterráneo) (**figura 8**) y tres ombroclimas (Semiárido, Seco y Subhúmedo) (**figura 9**). A pesar de ello, las condiciones mesoclimáticas permiten expresar localmente la influencia de 2 tipos adicionales dentro de cada rango: los termoclimas inframediterráneo y criomediterráneo, y los ombroclimas árido y húmedo (GVA, 2003).

No sólo la temperatura y las precipitaciones influyen en el desarrollo de los mosquitos. Otro factor esencial, al menos durante su fase larvaria, es la disponibilidad de agua estancada en el sustrato, procedente de las precipitaciones, siendo el tiempo que el agua permanece sobre el sustrato inversamente proporcional al grado de permeabilidad de éste. Cabe destacar en este sentido que, en torno al 60% de la superficie de la Comunidad Valenciana está constituida por formaciones litológicas con una elevada permeabilidad, un 25% presenta una permeabilidad media-baja, y sólo un 15% está ocupada por materiales impermeables (Almenar *et al.*, 2000). Esta distribución favorece la infiltración de las aguas superficiales y, por consiguiente, la fácil alimentación de los acuíferos. Sin

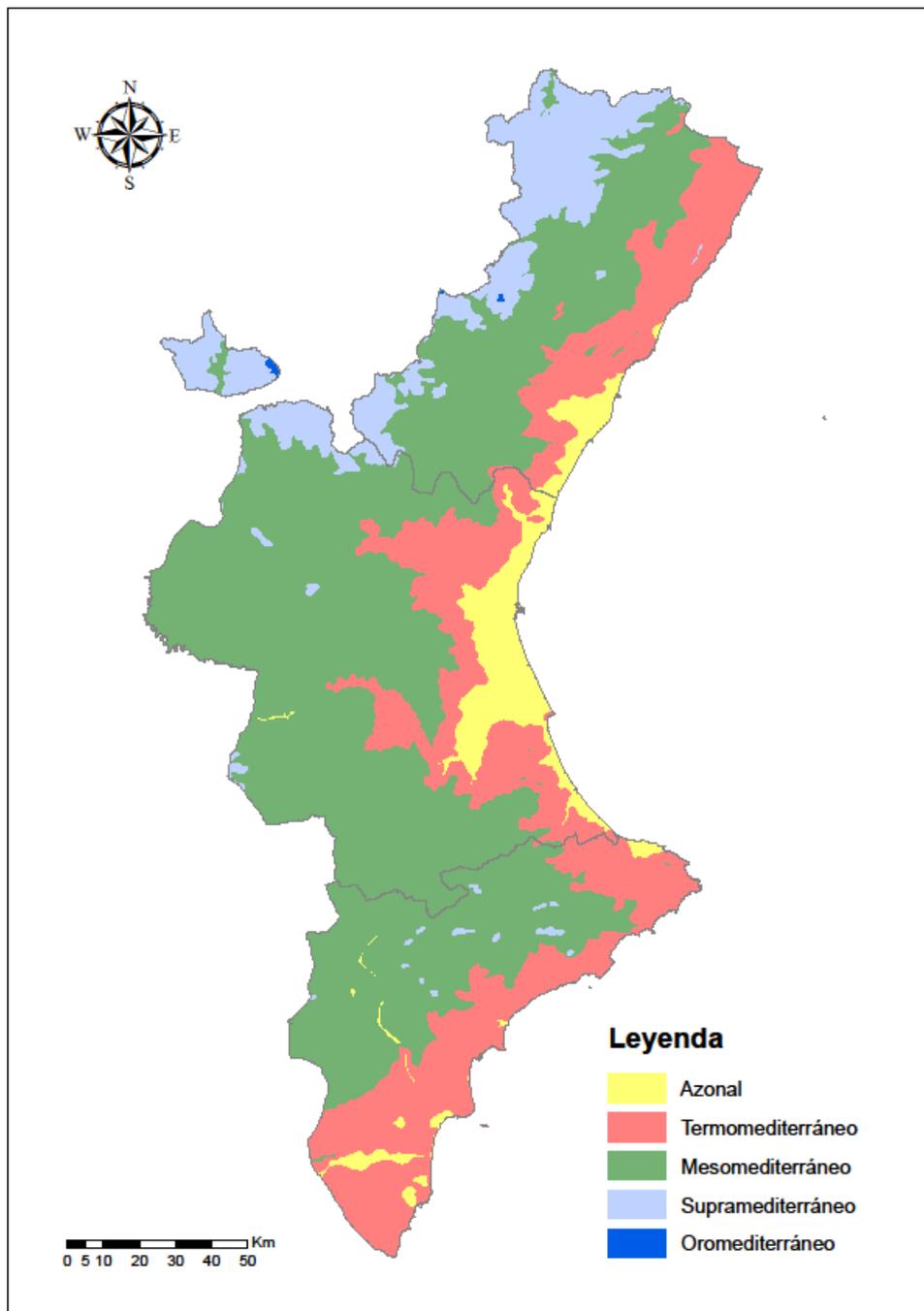


Figura 8. Distribución de los termoclimas descritos en la Comunidad Valenciana a partir de los datos de Rivas Martínez, 2004.

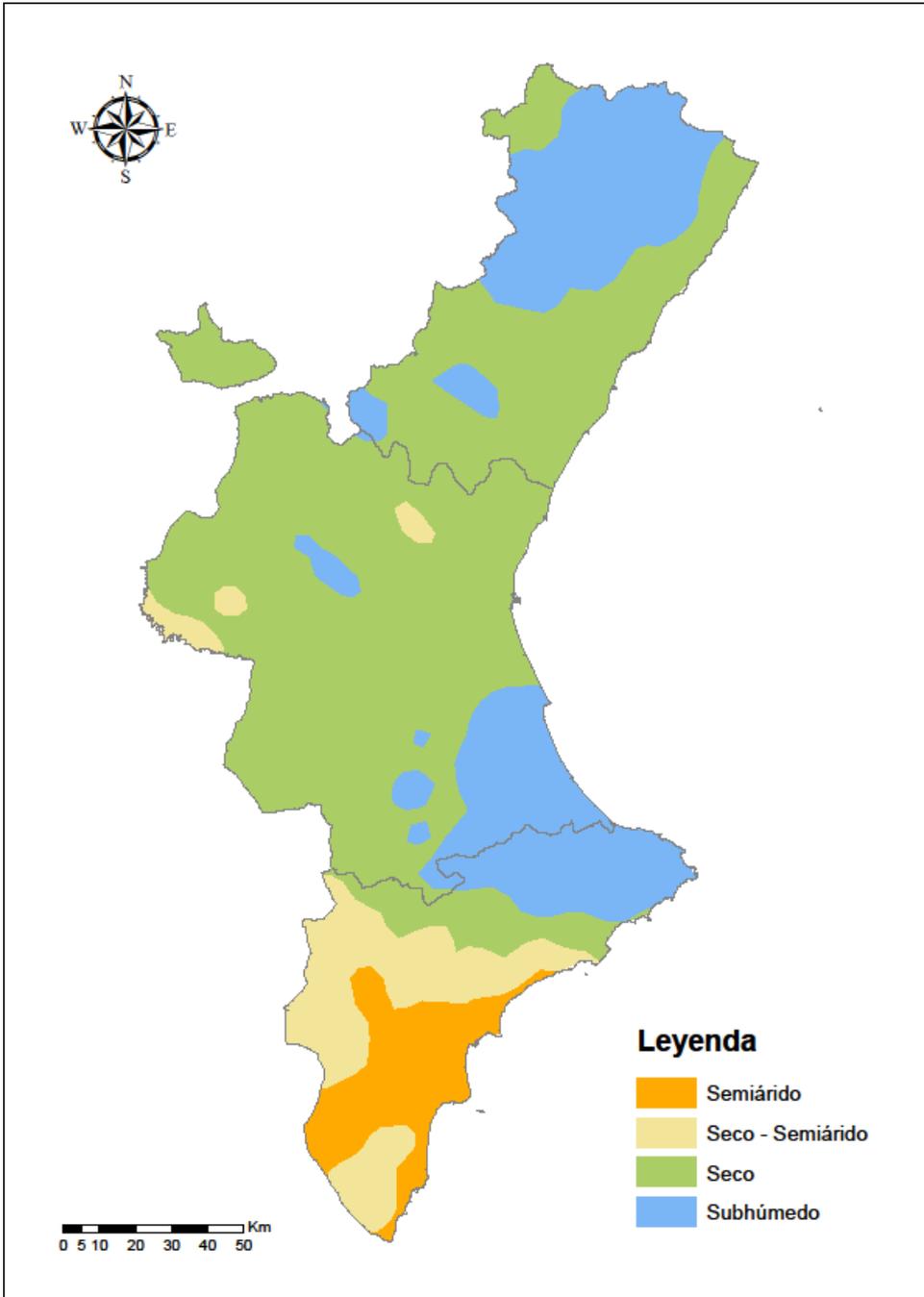


Figura 9. Distribución de los ombroclimas descritos en la Comunidad Valenciana a partir de los datos de precipitación anual media entre los años 1981 y 2010 del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2020).



embargo, la prolongación en el tiempo de esta situación puede provocar un aumento del nivel freático, requiriendo una menor cantidad de precipitaciones para poder albergar aguas superficiales. Un claro ejemplo son las numerosas marjales existentes en gran parte del litoral valenciano (Bueno Marí, 2010).

La estacionalidad de las precipitaciones juega un papel importante, pues su concentración en determinados periodos del año permite la existencia y el mantenimiento de cuerpos de agua en la superficie, afectando principalmente a aquellas especies que habitan biotopos temporales, pues son claramente dependientes de los regímenes de inundación. La Comunidad Valenciana se caracteriza por presentar una acusada estacionalidad, concentrándose la mayoría de las precipitaciones en primavera y otoño.

3.1.5 Hidrología

Puesto que la importancia reside en el agua acumulada sobre el sustrato, otro de los aspectos más relevantes a tener en cuenta durante la fase de desarrollo larvario de los culícidos es la distribución de las grandes y medianas masas de agua en el territorio. Es necesario, por tanto, conocer los aspectos generales de la hidrografía valenciana, así como las características de las masas de agua aisladas, tanto en zonas de interior, como en zonas de costa (**figura 10**).

Las aguas de la Comunidad Valenciana quedan repartidas en tres grandes cuencas hidrográficas, correspondientes a tres grandes ríos, el Turia, el Júcar y el Segura, existiendo, además, otros ríos de pequeño tamaño que desembocan en el Ebro. Ninguno de estos grandes ríos nace dentro del territorio autonómico, se consideran ríos alóctonos, presentando una auténtica red hidrográfica únicamente



aquellos cuyo nacimiento tiene lugar en el Sistema Ibérico. Por su importancia, destacan dos de ellos: el Segura, con 325 km de longitud, nace en los Sistemas Béticos, concretamente en la localidad de Fuente Segura (Jaén); y el Júcar, de 498 km de longitud y cuyo nacimiento tiene lugar en el municipio de Ojuelos de Valdeminguete (Cuenca), en pleno Sistema Ibérico. Aunque de cuenca más reducida, se debe destacar el río Turia que, con 280 km de longitud y nacimiento en la Muela de San Juan (sierra de Albarracín, Teruel), desemboca en la ciudad de Valencia; y el río Mijares, de 156 km, que nace en la sierra de Gúdar (Teruel).

Estos ríos presentan un caudal permanente, con acusados estiajes y crecidas otoñales capaces de causar grandes inundaciones en sus llanuras aluviales. Sus cursos se ven interrumpidos por presas hidráulicas que derivan sus aguas para consumo humano, industrial y, sobre todo, agrícola, pues son la base de los regadíos territoriales.

Si bien los ríos alóctonos son aquellos cuyo nacimiento tiene lugar fuera de la Comunidad Valenciana, los ríos autóctonos nacen en su interior. Se caracterizan por ser ríos cortos, de cauce irregular y escaso, con gran desnivel debido a su nacimiento en las sierras próximas a la costa. Destacan sus grandes estiajes, llegando a quedar los cauces secos durante el periodo estival y presentando fuertes crecidas en primavera y otoño.

No sólo los ríos y sus ambientes fluviales constituyen la hidrografía valenciana. Existe un extenso listado de cuerpos de agua tipificados en el territorio, todos ellos recogidos en el *“Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana”* publicado por la Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana (GVA, 2002). En él se agrupan 48 zonas húmedas en seis grupos distintos:

1. Albuferas, marjales litorales y ambientes asociados
2. Ambientes fluviales y litorales asociados
3. Manantiales
4. Lagunas y humedales de interior
5. Saladares litorales
6. Embalses de fluctuación escasa



3.2 Caracterización del área de estudio

Para el desarrollo de la presente tesis doctoral se seleccionaron diez áreas de estudio, de forma que, en su conjunto, puedan representar todos los ambientes que definen el territorio valenciano. En cada una de ellas, se seleccionan las colecciones hídricas, tanto en los núcleos urbanos como en sus términos municipales, que sabemos han sido colonizadas por mosquitos o cuyas características hacen que sean susceptibles de serlo. De esta forma, se podrán comparar las especies claramente antropófilas de aquellas que comparten un rango de hospedadores más amplio. El número de colecciones visitadas en cada área varía en función de la abundancia y la accesibilidad a cada punto de muestreo, siendo el tiempo invertido en su búsqueda similar en todos los casos.

Así, los distintos puntos de muestreo elegidos en cada una de las áreas de estudio se clasifican en función de su nivel de antropización en: **urbanos**, aquellos que se encuentran dentro de un núcleo de población o en zonas que han sido totalmente alteradas por acción del ser humano; **rurales**, siendo estos los puntos que, encontrándose en zonas naturales, éstas han sido alteradas por el hombre para su aprovechamiento, ya sea agrícola, ganadero, de ocio, o de cualquier otro tipo; y **salvajes**, aquellos que se encuentran en zonas naturales, inalteradas por el ser humano.

Las diez áreas de estudio seleccionadas se encuentran repartidas en la provincia de Castellón, correspondiendo a diez de sus municipios. Las provincias de Valencia y Alicante carecen de representación, sin embargo, las características de las zonas elegidas pueden ser perfectamente representativas de estas dos provincias, incluyendo la zona del sur de Alicante, representada por el Prat de Cabanes-Torreblanca debido a sus condiciones de aridez.

Uno de los criterios en los que se ha basado la elección de las áreas de estudio ha sido la altitud (Muja-Bajraktari *et al.*, 2019). Además, se han tenido en cuenta otros criterios, como son: la diversidad y heterogeneidad de las colecciones hídricas y del ambiente, la diversidad y abundancia de especies de mosquitos establecidas, la accesibilidad a los biotopos larvarios y la bioclimatología local.

Los diez municipios muestreados son, de norte a sur: La Pobla de Benifassà, Castell de Cabres, Peñíscola, Santa Magdalena de Pulpis, Les Coves de Vinromà, Torreblanca, Espadilla, Sueras, Jérica y Bejís. Seis de ellos albergan espacios naturales protegidos (ENP) de elevado interés biológico, en los que predominan los ambientes y colecciones hídricas naturales, poco antropizadas y alejadas de la actividad humana (**figura 11**).

La Pobla de Benifassà y Castell de Cabres albergan el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, probablemente el mejor conservado, pues en sus proximidades sólo se encuentran pequeños núcleos urbanos de muy baja densidad poblacional, como el propio Castell de Cabres, que, con sus 22 habitantes censados en el año 2020, constituye el municipio con menor población de la Comunidad Valenciana (INE, 2021).

Los municipios de Peñíscola y Santa Magdalena de Pulpis albergan el Parque Natural de la Sierra de Irta, situado en plena línea de costa, sólo comparable al Parque Natural de Serra Gelada, en la provincia de Alicante.

El municipio de Torreblanca abarca parte del Parque Natural del Prat de Cabanes-Torreblanca, uno de los hábitats húmedos menos alterados de la Comunidad Valenciana, sin embargo, su ubicación geográfica en una zona litoral muy próxima a importantes núcleos turísticos le convierten en una de las áreas protegidas más antropizadas.

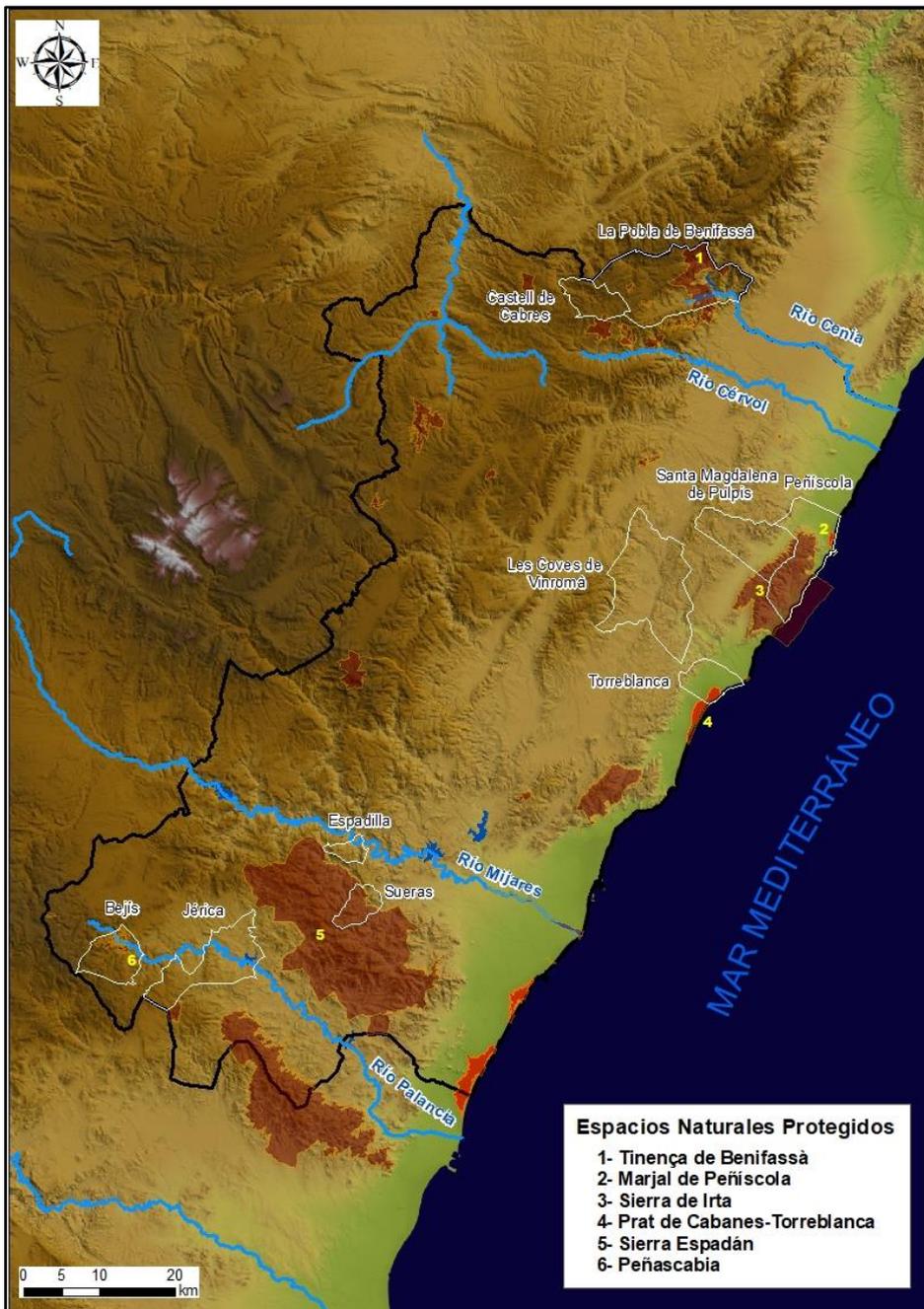


Figura 11. Localización y situación de los municipios de Castellón en los que se ha realizado el estudio de la presente tesis doctoral. Se representan los principales ríos, zonas húmedas y ENP de la provincia, señalando aquellos que se han tenido en cuenta para el presente estudio.

El Parque Natural de la Sierra de Espadán, uno de los de mayor extensión de la Comunidad Valenciana, engloba gran parte del municipio de Sueras. Esta zona protegida se encuentra en el interior de la provincia de Castellón, destacando por la presencia de un elevado número de colecciones hídricas de tipo permanente y un alto grado de conservación.

Ha de mencionarse también la presencia del Paraje Natural Municipal de Peñaescabia, perteneciente al municipio de Bejís y próximo al nacimiento del río Palancia, cuyo cauce transcurre tanto por el citado municipio, como también por el municipio de Jérica, representando un ambiente típico de la Comunidad Valenciana.

3.2.1 Torreblanca

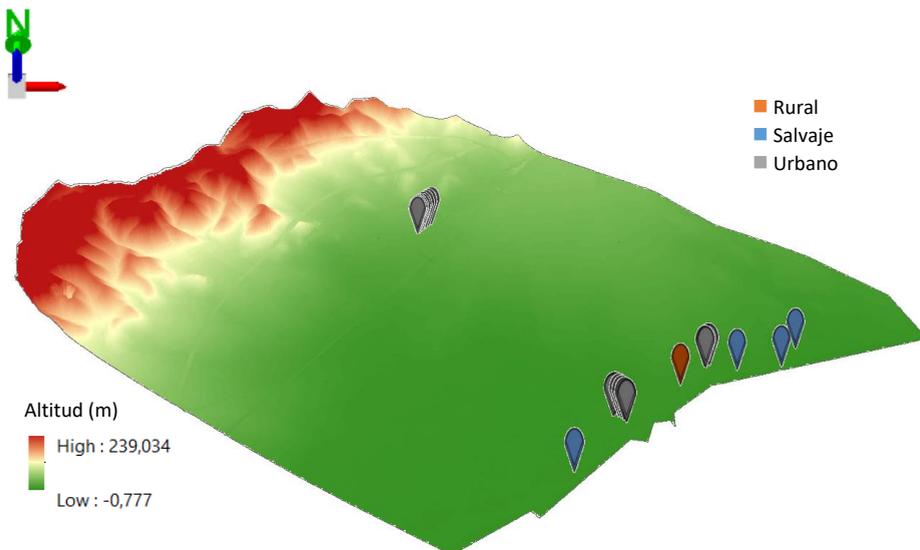


Figura 12. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Torreblanca, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.



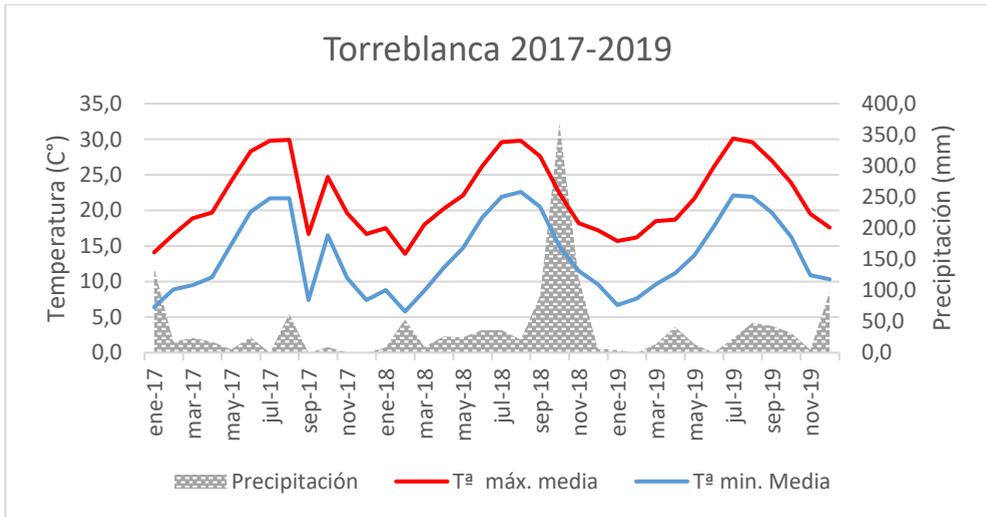
El municipio de Torreblanca (**figura 12**) se encuentra situado en la costa de la provincia de Castellón, en la comarca de la Plana Alta. Con una superficie de 29,81 km² presenta una altitud media de 31 metros sobre el nivel del mar (msnm), con su punto más alto a 239 msnm. Su población, formada por 5574 habitantes (INE, 2021), se encuentra dividida entre el núcleo urbano principal, situado a 3 km de la costa, y Torrenostra, junto a la playa.

El municipio alberga parte del Parque Natural del Prat de Cabanes-Torreblanca, declarado como tal el 24 de enero de 1989, e incluido en la Lista de Humedales de Importancia Internacional establecida por la Convención sobre los Humedales o de Ramsar en 1971. Antiguo cierre de albufera, actualmente es un ejemplo destacable del uso sostenible de recursos naturales. Investigación, minería, agricultura, ganadería, caza, pesca y disfrute del medio se realizan de forma ordenada y compatible con la conservación del patrimonio natural.

Pertenciente al termotipo termomediterráneo y al ombrotipo seco, climatológicamente se engloba dentro de un bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico de influencia marina (Rivas Martínez, 2004; López Fernández *et al.*, 2008). El mar ejerce un efecto termorregulador que reduce la oscilación térmica, presentando el municipio una temperatura anual media de 16,7°C. Durante el verano, la temperatura media no desciende de los 25°C, alcanzando temperaturas máximas que superan los 35°C en el mes de agosto; en invierno, la temperatura media se sitúa en los 10°C, descendiendo las mínimas hasta los 5°C en el mes de enero (**gráfica 1**) (AVAMET, 2020).

La ausencia de bosques y zonas arboladas en el término municipal se traduce en un elevado grado de exposición, aumentando la sensación térmica. Durante el verano, el alto grado de insolación recibido eleva la temperatura del

agua, haciendo que la tasa de evaporación de las colecciones hídricas en el municipio sea superior a la habitual. Las precipitaciones presentan una gran irregularidad interanual, produciéndose principalmente en otoño y secundariamente en primavera, con una media anual de 447 mm. Durante el verano se produce un largo período de sequía con un balance hídrico deficitario.



Gráfica 1. Climograma del municipio de Torreblanca correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de Torreblanca.

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de Torreblanca, se seleccionaron un total de 28 puntos de muestreo (**tabla 2**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.



Tabla 2. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de Torreblanca. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antropización
		X	Y	Huso			
Torrenostra	TORB1	774966	4454953	30	1,94	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB2	774711	4454710	30	1,37	Marjal	Rural
Torrenostra	TORB3	774149	4454260	30	1,10	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB4	772354	4456813	30	20,20	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB5	775854	4455215	30	0,97	Marjal	Salvaje
Torrenostra	TORB6	774976	4454942	30	1,90	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB7	772495	4456964	30	21,86	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB8	774128	4454282	30	1,11	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB9	772393	4456864	30	20,99	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB10	774169	4454239	30	1,12	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB11	774166	4454236	30	1,13	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB12	774107	4454304	30	1,12	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB13	774076	4454325	30	1,27	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB14	774061	4454318	30	1,27	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB15	774057	4454307	30	1,49	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB16	772366	4456825	30	20,13	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB17	772380	4456838	30	20,50	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB18	772400	4456858	30	21,04	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB19	772413	4456886	30	21,97	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB20	772439	4456911	30	21,46	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB21	772464	4456937	30	20,51	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB22	772360	4456833	30	20,54	Imbornal	Urbano
Torreblanca	TORB23	772348	4456821	30	20,43	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB24	775676	4454976	30	2,35	Marjal	Salvaje
Torrenostra	TORB25	775260	4454919	30	0,39	Marjal	Salvaje
Torrenostra	TORB26	773651	4453633	30	1,08	Marjal	Salvaje
Torrenostra	TORB27	775005	4454985	30	2,70	Imbornal	Urbano
Torrenostra	TORB28	775015	4454974	30	2,59	Imbornal	Urbano

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de Torreblanca, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en dos grupos en función de su tipología:

- a. **Imbornales:** incluye todas las construcciones consistentes en una abertura practicada en la calzada, normalmente debajo del bordillo de la acera, para evacuar el agua de lluvia o de riego. Conectados a la red de

alcantarillado, todos los imbornales deben presentar un sifón, siendo este desmontable o manipulable para facilitar la limpieza de la acometida del imbornal. Están formados por una arqueta que puede ser prefabricada, de hormigón o de ladrillo, y por una tapa de barrotes o rejilla metálica, debiendo presentar una superficie de absorción de 10 dm^2 (APEMSA, 2007). Son, por tanto, recipientes artificiales que se encuentran en zonas urbanas y muy antropizadas. Dado que el agua que acumulan es de origen pluvial, o procede de riegos y bañeros de calles, suele presentar una alta contaminación, pues realizan el lavado de calles y carreteras.

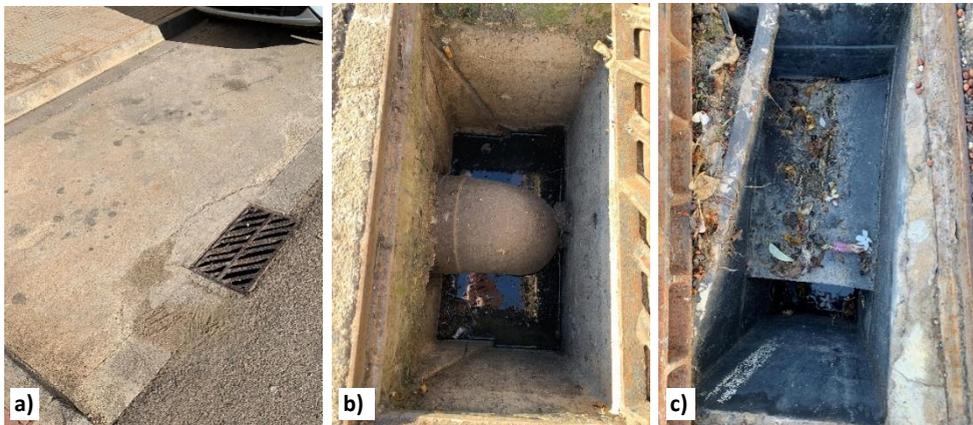


Figura 13. a) Situación en la calzada de los imbornales presentes en el municipio de Torreblanca. Punto de muestreo correspondiente a TORB22. b) Imbornal sifónico típico presente en el núcleo urbano de Torreblanca, correspondiente al punto de muestreo TORB17. c) Imbornal con arqueta de plástico, típico del núcleo urbano de Torrenuestra, correspondiente al punto de muestreo TORB14.

Los imbornales muestreados en el núcleo urbano de Torreblanca se encuentran en los bordes laterales de la carretera, formados por una arqueta de hormigón, un sifón de plástico que en la mayor parte de los casos se encuentra desmontado y una rejilla metálica que impide, en su medida, la entrada al imbornal de objetos sólidos. La diferencia con los



imbornales del núcleo urbano de Torrenostra es que éstos están formados por una arqueta de plástico que permiten acumular una cantidad de agua inferior a los de Torreblanca (**figura 13**).

- b. Marjales:** lagunas litorales cuyas aguas presentan elevados niveles de salinidad (aguas oligosalobres y salobres) con una fauna y flora asociadas adaptadas a estas condiciones ecológicas. El agua marina se filtra a través del suelo y se acumula en estas zonas, que se encuentran por debajo del nivel del mar, dando lugar así a este tipo de lagunas. El nivel del agua puede aumentar con las mareas y las precipitaciones, o bien disminuir por la insolación. Podemos distinguir, de esta forma, entre marjales permanentes (presencia continuada de agua durante todo el año) y estacionales (presentan acumulación de agua tras procesos meteorológicos fuertes como precipitaciones).



Figura 14. a) Marjal de carácter estacional localizada junto a edificaciones en el núcleo urbano de Torrenostra, correspondiente al punto de muestreo TORB2. b) Marjal de carácter permanente correspondiente al punto de muestreo TORB26.

Cinco son los puntos de muestreo analizados en el municipio de Torreblanca que corresponden a zonas de marjal, dos de ellos (TORB2 y

TORB25) son estacionales, y los tres restantes (TORB5, TORB24 y TORB26) presentan agua de forma permanente (**figura 14**). No obstante, todos ellos sufren una disminución del nivel de agua, en ocasiones muy importante, consecuencia de la insolación.

3.2.2 Peñíscola

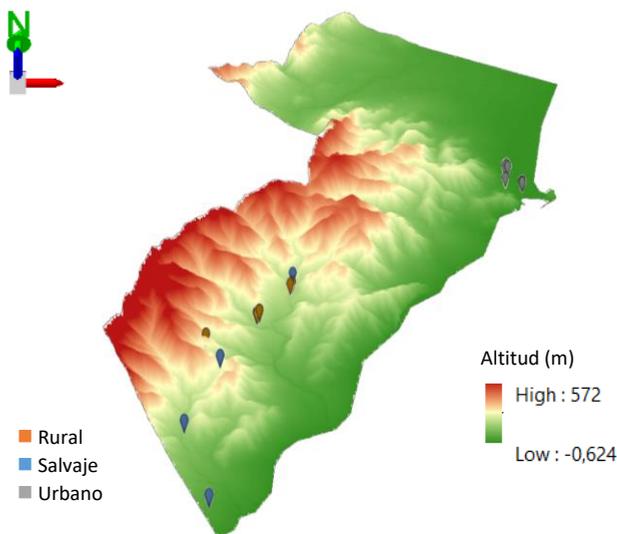


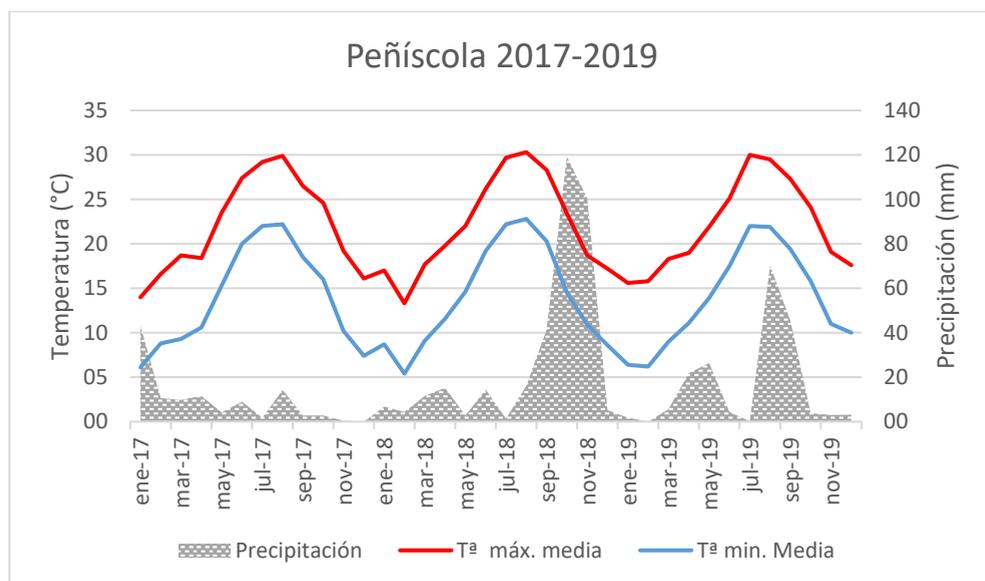
Figura 15. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Peñíscola, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.

El término municipal de Peñíscola (**figura 15**), perteneciente a la comarca del Bajo Maestrazgo, se encuentra situado en la costa norte de la provincia de Castellón. Su núcleo urbano se encuentra a orillas del mar, con una altitud media de 46 msnm; sin embargo, el término municipal, con una superficie de 78,97 km², engloba gran parte del Parque Natural de la Sierra de Irta, donde se localiza el punto más alto del municipio, a 572 msnm (pico Campanilles). Cuenta con una población



de 7683 habitantes (INE, 2021) que se ve multiplicada hasta por 16 durante los meses de estío, convirtiéndose en uno de los principales núcleos turísticos de la provincia de Castellón.

La Sierra de Irta fue declarada Parque Natural y Reserva Natural Marina el 16 de julio de 2002, abarcando una superficie de 12.000 Ha protegidas. Se trata de una sierra paralela a la línea de costa que permite la presencia de acantilados rocosos, destacando el de Torre Badum por ser uno de los más altos y abruptos de la Comunidad Valenciana. En esta área también se pueden encontrar calas, cornisas y arrecifes marinos. La proximidad al mar no permite la formación de grandes barrancos, siendo el Barranco de Irta el de mayor longitud, con 6 km de extensión.



Gráfica 2. Climograma del municipio de Peñíscola correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de Peñíscola.

Desde el punto de vista climatológico, pertenece al bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico con influencia marina (Rivas Martínez, 2004), de termotipo termomediterráneo y ombrotipo seco (GVA, 2003). La temperatura media anual se sitúa en los 17,2°C, registrando en el mes de agosto los valores máximos, con temperaturas que superan los 35°C; en invierno, la temperatura media se sitúa en los 6°C, llegando a registrar valores mínimos de hasta -2°C en el mes de enero (**gráfica 2**) (AVAMET, 2020). En la Sierra de Irta podemos distinguir dos regiones microclimáticas, la solana (vertiente costera) y la umbría (vertiente interior). La humedad en la zona de umbría es mayor que en la solana, provocando el desarrollo de distinto tipo de vegetación en ambos lados de la sierra, siendo arbustiva en la vertiente costera y frondosa y boscosa en la vertiente interior. Las precipitaciones se producen principalmente en el mes de septiembre, con una media anual de 499 mm, siempre en forma de lluvia.

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de Peñíscola, se seleccionaron un total de 26 puntos de muestreo (**tabla 3**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.



Tabla 3. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de Peñíscola. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antropización
		X	Y	Huso			
Peñíscola	Peñ1	788725	4473238	30	1,94	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ2	788416	4473845	30	2,64	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ3	788432	4473791	30	3,17	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ4	788369	4473819	30	3,93	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ5	278848	4471049	31	11,08	Maceta	Urbano
Peñíscola	Peñ6	273800	4467368	31	120,68	Fuente	Rural
Peñíscola	Peñ7	783557	4469555	30	132,14	Charca	Salvaje
Peñíscola	Peñ8	782927	4468461	30	120,50	Bidones	Rural
Peñíscola	Peñ9	782874	4468449	30	109,06	Colector	Rural
Peñíscola	Peñ10	272077	4465735	31	185,96	Bebedero	Rural
Peñíscola	Peñ11	272371	4465103	31	195,22	Porquera	Salvaje
Peñíscola	Peñ12	782304	4464029	30	33,00	Porquera	Salvaje
Peñíscola	Peñ13	783516	4469274	30	116,75	Charca	Rural
Peñíscola	Peñ14	273071	4466536	31	108,25	Charca	Rural
Peñíscola	Peñ15	271712	4463745	31	104,49	Porquera	Salvaje
Peñíscola	Peñ16	788722	4473225	30	1,96	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ17	788720	4473208	30	1,96	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ18	788722	4473200	30	1,92	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ19	788411	4473894	30	2,14	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ20	788405	4473884	30	2,38	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ21	788407	4473874	30	2,39	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ22	788380	4473823	30	3,53	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ23	788392	4473826	30	3,15	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ24	788404	4473829	30	2,97	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ25	788422	4473823	30	2,86	Imbortal	Urbano
Peñíscola	Peñ26	782925	4468460	30	120,02	Bañera	Rural

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de Peñíscola, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en varios grupos en función de su tipología: tipología:

- a. **Imbornales:** ya descritos en el apartado anterior (3.2.1.a.), son los principales recipientes artificiales analizados en las zonas urbanas de los municipios en los que se desarrolla la presente tesis doctoral. Los imbornales de este municipio presentan una arqueta de hormigón con un

sifón oculto tras una de las paredes de esta, todos ellos con una tapa de rejilla metálica (figura 16).



Figura 16. Modelo de imbornal presente en el núcleo urbano de Peñíscola. Fotografía correspondiente al punto de muestreo Peñ16.

- b. Maceta:** los cementerios se han convertido en un lugar idóneo para la cría y el desarrollo de los mosquitos, consecuencia de la presencia de un elevado número de búcaros, macetas y otros tipos de recipientes que permiten a estos insectos completar su ciclo biológico, especialmente aquellas especies que requieren acumulaciones de pequeñas cantidades de agua, como es el caso de *Ae. albopictus*.



Figura 17. Macetas presentes en el cementerio del municipio de Peñíscola. Punto de muestreo Peñ5.



En el caso que corresponde, las larvas se encontraron en un plato de maceta con agua situado en el suelo del cementerio de Peñíscola; protegido de la insolación, se impide la evaporación del agua con el que se riega la planta, lo que permite un lugar perfecto para el desarrollo de las larvas (**figura 17**).

- c. **Fuente:** entendiéndose en este caso como manantial de agua que brota de la tierra. Situada en el Mas del Senyor, en plena Sierra de Irta, se trata de una fuente natural con cierto grado de antropización, puesto que se ha realizado una construcción de piedra y una canalización para guiar el curso del agua (**figura 18**). Su ubicación ha sido transformada en un pequeño área recreativa cuya edificación más próxima, la Finca oleícola Mas del Senyor, se encuentra a escasos 100 m de distancia.



Figura 18. Fuente del Mas del Senyor, correspondiente al punto de muestreo Peñ6.

- d. **Charcas:** acumulaciones de agua, generalmente dulce, retenida en un terreno de forma natural o artificial, cuyas dimensiones son inferiores a las de un lago. Generalmente de carácter permanente, factores como las altas temperaturas, el alto grado de insolación o la ausencia de

precipitaciones pueden llevar a su desecación parcial o total. Tres son las charcas muestreadas en el término municipal de Peñíscola, todas ellas en el interior de la Sierra de Irta. La primera de ellas, correspondiente al punto de muestreo Peñ7, es de origen natural y permanente, formada por una surgencia de agua en el Barranco de la Carrera, encontrándose rodeada de abundante vegetación herbácea, arbustiva y arborícola.

Las otras dos charcas muestreadas en este Parque Natural (Peñ 13 y Peñ14) son de origen artificial, formadas por un sustrato de cemento, cuya finalidad es servir a los animales salvajes de la zona. Presentan un carácter temporal, puesto que únicamente reciben aporte de agua de las precipitaciones y carecen de vegetación que las proteja de la desecación (figura 19).



Figura 19. Charcas muestreadas en el interior del Parque Natural de la Sierra de Irta, dentro del término municipal de Peñíscola, correspondientes a los puntos de muestreo a) Peñ7 y b) Peñ13.

- e. **Bidones:** recipientes destinados al transporte de líquidos o sustancias que requieren aislamiento. Suelen encontrarse en las cercanías de propiedades o viviendas con el fin de almacenar agua, principalmente de lluvia. Construidos con materiales plásticos o metálicos, su capacidad es muy variable, alcanzando hasta 250 litros. En este caso, se trata de un



bidón de material plástico situado junto a una edificación en el interior del Parque Natural, y presenta agua de forma permanente a lo largo de todo el periodo de estudio (**figura 20**).



Figura 20. Bidón plástico correspondiente al punto de muestreo Peñ8.

- f. **Colector:** entendiendo como tal un hueco en el terreno, de origen artificial, creado con la finalidad de recoger el agua procedente de las precipitaciones. Pequeños canales contruidos a partir del colector conducen el agua hasta este.

- g. **Bebederos/Abrevaderos:** este tipo de biotopo larvario es muestreado asiduamente a lo largo de todo el estudio. Se trata de construcciones artificiales, de piedra o metal, que acumulan agua con el fin de abastecer a los animales, de ganado en la mayor parte de los casos, lo que implica una evidente relación antrópica directa. En el caso que corresponde, se trata de un bebedero construido en una roca y localizado en la Font d'en Canes que acumula el agua procedente de las precipitaciones (**figura 21**).



Figura 21. Bebedero localizado en Font d'En Canes, correspondiente al punto de muestreo Peñ10.

- h. Porqueras:** denominamos así a las pequeñas charcas situadas en zona rural o salvaje, que acumulan agua, de forma natural o artificial, utilizada por la fauna salvaje para su consumo o como zona de baño. Estas porqueras pueden ser de origen natural (huecos del terreno) o artificial (excavaciones con un fondo de cemento).



Figura 22. Porqueras muestreadas en el Parque Natural de la Sierra de Irta, correspondientes a los puntos de muestreo a) Peñ11 y b) Peñ12.



Las porqueras muestreadas en el término municipal de Peñíscola (**figura 22**) se encuentran en el interior de la Sierra de Irta, son artificiales y presentan agua de forma permanente, bien sea procedente de las precipitaciones o aportada por el ser humano, en este caso, por los agentes forestales de la zona.

- i. **Bañera:** estos recipientes son colocados en zonas rurales o salvajes con el fin de acumular agua, de forma natural o artificial, para destinarla al riego o al consumo animal. En otras ocasiones, estos recipientes son abandonados de forma irregular, permitiendo la acumulación de agua procedente de las precipitaciones. En este caso, la bañera se encuentra situada junto a los bidones correspondientes al punto de muestreo Peñ8. En su interior acumula agua y restos vegetales, hojas procedentes de los almendros y pinos próximos (**figura 23**).



Figura 23. Bañera localizada en el interior del Parque Natural de la Sierra de Irta, correspondiente al punto de muestreo Peñ26.

3.2.3 Santa Magdalena de Pulpis

Pertenciente también a la comarca del Bajo Maestrazgo y situado en la zona prelitoral del norte de Castellón se encuentra el municipio de Santa Magdalena de Pulpis (**figura 24**). Su núcleo urbano, con una población de 754 habitantes (INE 2021) y a escasos 6,5 km de la costa, se encuentra a una altitud media de 123 msnm, estando localizado el punto más alto de todo el término municipal a más de 650 msnm. Esta elevada altitud a escasa distancia de la línea de costa viene dada por el hecho de que los 66,5 km² de superficie con los que cuenta el término municipal abarcan parte del Parque Natural de la Sierra de Irta.

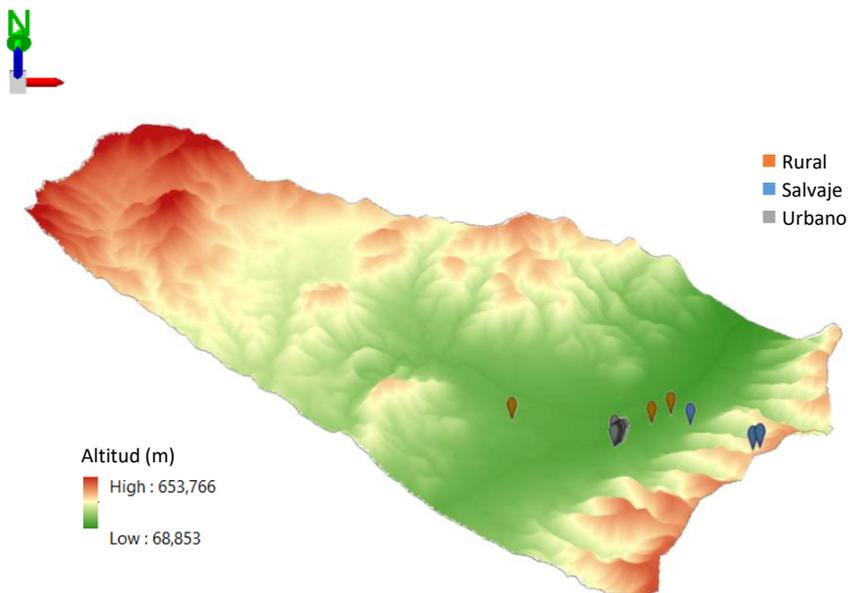
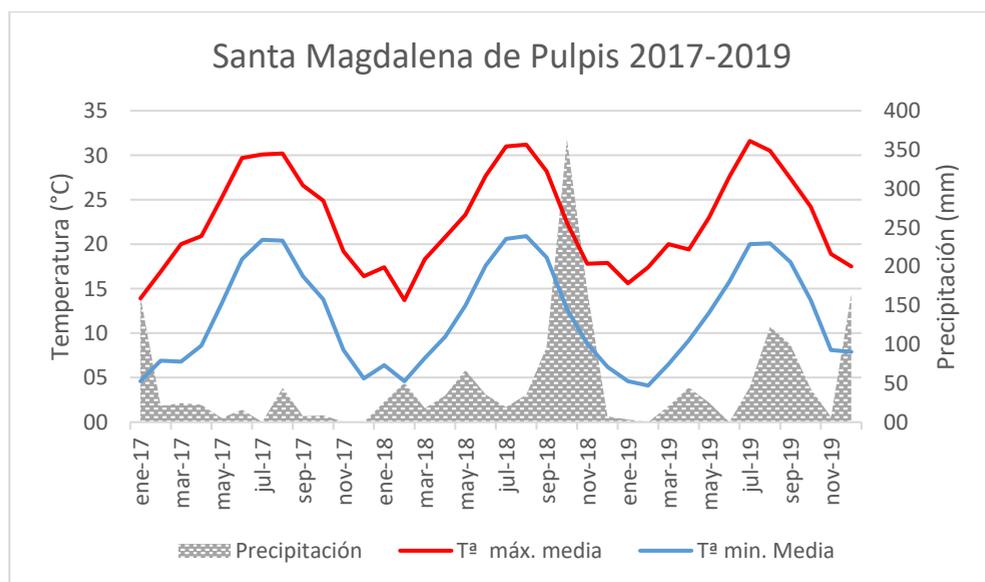


Figura 24. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Santa Magdalena de Pulpis, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.



Climatológicamente, el municipio de Santa Magdalena de Pulpis se encuentra dividido entre un bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico (mitad oriental del término municipal, que incluye el núcleo urbano y el Parque Natural de la Sierra de Irta) y un bioclima mediterráneo pluviestacional continental (mitad occidental del término municipal) (Rivas Martínez, 2004), con una clasificación termotípica mayoritariamente termomediterránea y una ombrotípica comprendida entre seca y subhúmeda (GVA, 2003). La temperatura media anual se sitúa en los 17,2°C, registrando en el mes de agosto los valores máximos, con temperaturas que superan los 37°C; en invierno, la temperatura media se sitúa en 5°C, con valores mínimos que llegan a superar los -1,5°C en el mes de enero. Las precipitaciones se producen principalmente durante el otoño, con un régimen anual que oscila entre 600 y 700 mm medios anuales (**gráfica 3**) (AVAMET, 2020).



Gráfica 3. Climograma del municipio de Santa Magdalena de Pulpis correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de Santa Magdalena de Pulpis.

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de Santa Magdalena de Pulpis, se seleccionaron un total de 18 puntos de muestreo (**tabla 4**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.

Tabla 4. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de Santa Magdalena de Pulpis. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antrop.
		X	Y	Huso			
Sta. Magdalena Pulpis	SMP1	780550	4472600	30	120,39	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP2	271677	4471129	31	114,48	Poza pluvial	Rural
Sta. Magdalena Pulpis	SMP3	272017	4471291	31	120,05	Bidones	Rural
Sta. Magdalena Pulpis	SMP4	782404	4471621	30	390,13	Abrevadero	Salvaje
Sta. Magdalena Pulpis	SMP5	272915	4469760	31	398,86	Sifón pluvial	Salvaje
Sta. Magdalena Pulpis	SMP6	269441	4471267	31	138,23	Balsa	Rural
Sta. Magdalena Pulpis	SMP7	780642	4472490	30	128,72	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP8	272242	4470934	31	155,31	Poza	Salvaje
Sta. Magdalena Pulpis	SMP9	778935	4472908	30	138,29	Pozo	Rural
Sta. Magdalena Pulpis	SMP10	780636	4472492	30	128,50	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP11	780671	4472511	30	128,09	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP12	780689	4472522	30	127,60	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP13	780613	4472466	30	129,22	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP14	780618	4472463	30	129,61	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP15	780576	4472432	30	129,53	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP16	780559	4472417	30	129,84	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP17	780542	4472403	30	130,05	Imbortal	Urbano
Sta. Magdalena Pulpis	SMP18	780519	4472384	30	130,19	Imbortal	Urbano

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de Santa Magdalena de Pulpis, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en grupos en función de su tipología:

- a. **Imbornales:** descritos anteriormente, los imbornales muestreados en este municipio se encuentran en los laterales de la calzada (**figura 25.a**).



Están formados por una arqueta de hormigón de gran profundidad con un sifón situado al fondo de esta, acumulando gran cantidad de hojarasca procedente de las plantaciones de las parcelas próximas (**figura 25.b**). El correspondiente al punto de muestreo SMP1, sin embargo, presenta una arqueta de muy poca profundidad, sin sifón, y con un agua muy contaminada de color negruzco (**figura 25.c**).



Figura 25. a) Situación típica de los imbornales muestreados en el municipio de Santa Magdalena de Pulpis. b) Interior de los imbornales muestreados en Santa Magdalena de Pulpis. c) Imbornal correspondiente al punto de muestreo SMP1.

- b. Poza pluvial:** denominamos así a los distintos tipos de estructuras artificiales, por lo general localizadas en cunetas y márgenes de caminos o senderos de zonas rurales o salvajes, cuya finalidad es la acumulación del agua procedente de las precipitaciones. Formada por una arqueta de gran profundidad, sus paredes se elevan del suelo por encima del metro de altura. En su interior, y a cierta profundidad, se encuentra el agua acumulada, protegida del sol durante una gran parte del día, y con presencia de algas verdeazuladas y cianobacterias (**figura 26**).



Figura 26. Pozas pluviales muestreadas en el término municipal de Santa Magdalena de Pulpis. a) Poza pluvial correspondiente al punto de muestreo SMP2. b) Poza pluvial correspondiente al punto de muestreo SMP8. c) Interior de poza pluvial correspondiente al punto de muestreo SMP8.

- c. **Bidones:** en este caso, estos recipientes consisten en dos estructuras fijas de grandes dimensiones construidas con hormigón y situadas en una parcela agrícola. Comunicados entre sí mediante tubos, sólo uno de ellos suele presentar una pequeña acumulación de agua procedente de las precipitaciones (**figura 27**).



Figura 27. Bidones de hormigón muestreados en el término municipal de Santa Magdalena de Pulpis, correspondientes al punto de muestreo SMP3.

- d. **Abrevadero:** localizado en plena Sierra de Irta, este abrevadero construido con piedras y cemento, abastece de agua a los animales de esta zona del Parque Natural. Se encuentra situado junto a un camino y



muy próximo a un depósito de incendios. Suele presentar gran cantidad de renacuajos y una alta diversidad de insectos como odonatos, vespídos y apoideos (**figura 28**).



Figura 28. Abrevadero de Santa Magdalena de Pulpis situado en el Parque Natural de la Sierra de Irtá, correspondiente al punto de muestreo SMP4.

- e. **Sifón pluvial:** similar a la poza pluvial, pero de menores dimensiones. Está formado por una arqueta de cemento de poca profundidad y sus paredes se encuentran al mismo nivel del terreno (**figura 29.a**). Recoge el agua de lluvia que se acumula en la cuneta del camino, aunque presenta agua de forma permanente. En ella se acumulan algas verdeazuladas y cianobacterias que distintas especies de anfibios (ranas y sapos) utilizan para criar, pues durante el periodo de muestreo se observan huevos, renacuajos y adultos (**figura 29.b**).



Figura 29. a) Sifón pluvial situado en la Sierra de Irta y perteneciente al término municipal de Santa Magdalena de Pulpis, correspondiente al punto de muestreo SMP5. b) Detalle de su interior, donde se observa la presencia de algas y renacuajos.

- f. **Balsa:** La llamada “Bassa de Albert” (figura 30) es una balsa de agua dulce de origen natural situada a aproximadamente 1,5 km de distancia del centro urbano del municipio. Próxima a la Ermita de San Vicente, un enclave donde antiguamente se concentraba el ganado y que en la actualidad se ha transformado en una zona de recreo, esta balsa abastece a los animales salvajes de la zona.



Figura 30. Bassa de Albert (Santa Magdalena de Pulpis), correspondiente al punto de muestreo SMP6.



- g. **Pozo:** perforación de forma vertical en la tierra hasta una profundidad suficiente que permita recoger agua de acuíferos o mantos de aguas subterráneas. Se utilizan cuando el nivel freático se encuentra cercano a la superficie. En el caso que corresponde, el pozo se encuentra junto a la Bassa de Albert, lo que hace que el nivel de agua del pozo esté directamente relacionado con el nivel de agua que presenta la balsa (**figura 31**). Pese a ello, las piedras, ramas y basura arrojada a su interior dificultan el acceso al agua.



Figura 31. Pozo junto a Bassa de Albert, localizado en el término municipal de Santa Magdalena de Pulpis y correspondiente al punto de muestreo SMP9. A la derecha, detalle del interior del pozo.

3.2.4 Les Coves de Vinromà

Les Coves de Vinromà (**figura 32**) es un municipio de la provincia de Castellón situado en la zona prelitoral y perteneciente a la comarca de la Plana Alta. Su núcleo urbano se encuentra localizado a 15,5 km de la costa y cuenta con una población de 1806 habitantes (INE, 2021). Se trata del término municipal de mayor extensión de entre los estudiados en la presente tesis doctoral, abarcando una superficie de 136,44 km² que forman un amplio valle rodeado por modestas

formaciones montañosas paralelas a la costa. Con una altitud media de 202 msnm, el punto de mayor altitud del término se encuentra situado en el Collet de les Covarxelles, a 752 msnm, en la cadena montañosa de Sierra Engarcerán. El término municipal se encuentra atravesado por el *Riu de Sant Miquel* o *Riu de les Coves* cuyo caudal permanece completamente seco la mayor parte del año, presentando algunos charcos permanentes gracias a surgencias naturales, aunque el agua solo discurre tras grandes precipitaciones torrenciales.

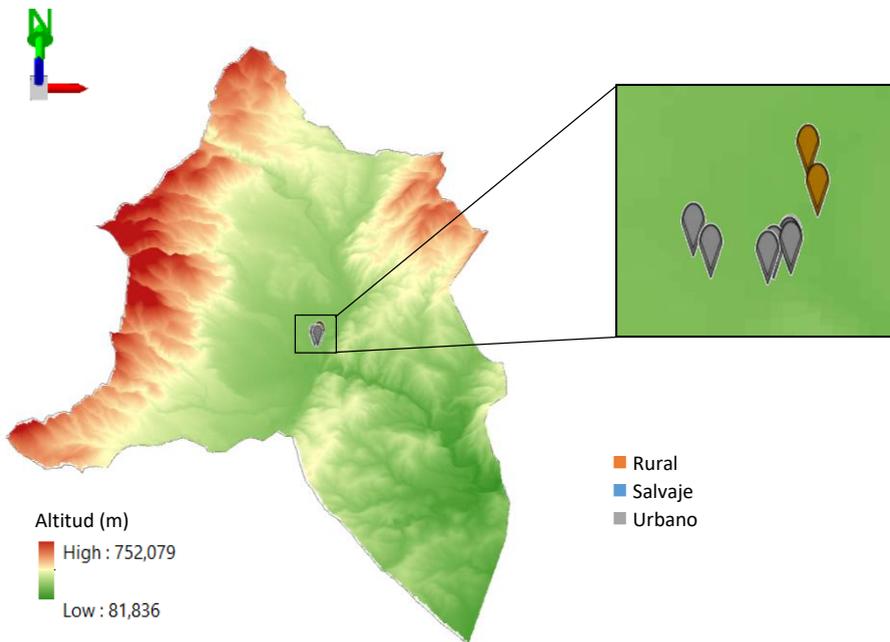
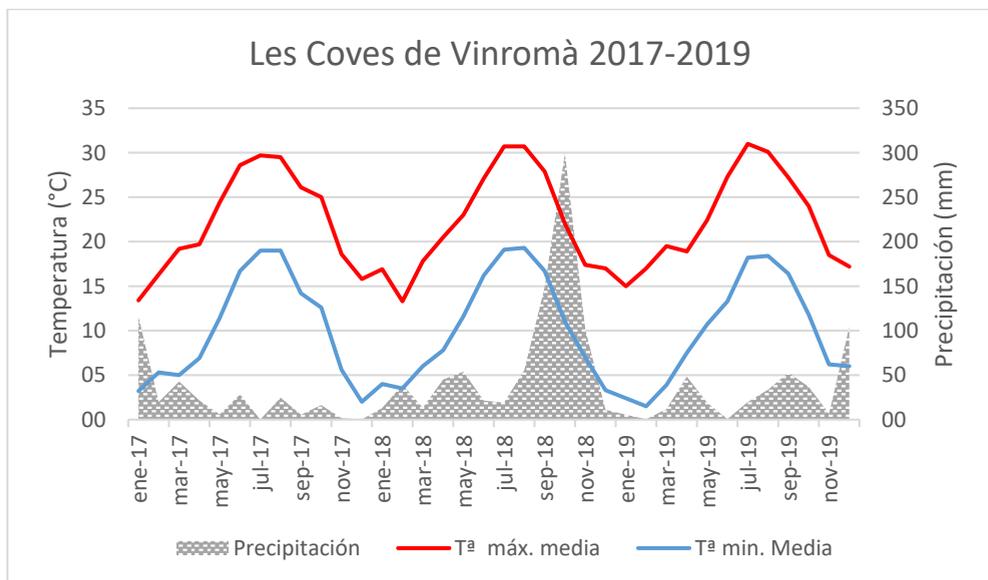


Figura 32. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Les Coves de Vinromà, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.

Pertenciente al termotipo termomediterráneo y con un ombrotipo entre seco y subhúmedo (GVA, 2003), climatológicamente el término municipal comparte un bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico en su mitad oriental con un



bioclima mediterráneo pluviestacional continental en su mitad occidental (Rivas Martínez, 2004). La temperatura media anual se sitúa en los 15,7°C. Durante el verano, la temperatura media es de 23°C, llegando a superar las máximas los 35°C durante el mes de agosto. En invierno, la temperatura media se sitúa en los 8,4°C, llegando a registrarse mínimas absolutas inferiores a los -4°C durante el mes de enero. Las precipitaciones se producen normalmente en los meses de abril, septiembre y diciembre, con una media de 555 mm anuales (**gráfica 4**) (AVAMET, 2020).



Gráfica 4. Climograma del municipio de Les Coves de Vinromà correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de Les Coves de Vinromà.

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de Les Coves de Vinromà, se seleccionaron un total de 9 puntos de muestreo (**tabla 5**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al

biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.

Tabla 5. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de Les Coves de Vinromà. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antrop.
		X	Y	Huso			
Les Coves de Vinromà	CdV1	255501	4466544	31	171,81	Río	Rural
Les Coves de Vinromà	CdV2	255511	4466486	31	170,11	Río	Rural
Les Coves de Vinromà	CdV3	765296	4467045	30	187,98	Imbornal	Urbano
Les Coves de Vinromà	CdV4	765325	4467062	30	190,42	Imbornal	Urbano
Les Coves de Vinromà	CdV5	765219	4467075	30	181,31	Abrevadero	Urbano
Les Coves de Vinromà	CdV6	765195	4467105	30	182,34	Lavadero	Urbano
Les Coves de Vinromà	CdV7	765327	4467056	30	192,96	Imbornal	Urbano
Les Coves de Vinromà	CdV8	765326	4467068	30	187,98	Imbornal	Urbano
Les Coves de Vinromà	CdV9	765304	4467052	30	187,92	Imbornal	Urbano

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de Les Coves de Vinromà, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en varios grupos en función de su tipología:

- a. **Río:** definido por la Real Academia Española (RAE) como corriente de agua continua más o menos caudalosa que va a desembocar en otra, en un lago o en el mar. El río de Sant Miquel o de les Coves permanece seco prácticamente por completo durante todo el periodo de estudio, sin embargo, el tramo de cauce localizado junto al núcleo urbano del municipio presenta dos charcas permanentes gracias a una surgencia de agua existente que realiza un aporte hídrico constante. Estas charcas son independientes, separadas por un camino de tierra por el que transitan vehículos cuando el cauce está seco; sin embargo, cuando el nivel de agua es suficientemente alto, ambas se comunican a través de tubos de cemento que transcurren bajo de dicho camino.



El punto de muestreo CdV1 (**figura 33.a**), correspondiente a la charca norte, presenta un nivel de agua más variable, debido principalmente a la evaporación, llegando incluso a secarse por completo; se trata de un terreno arenoso y pedregoso con abundantes plantas herbáceas y árboles muy jóvenes de poca altitud, principalmente chopos (*Populus* sp.).

El punto de muestreo CdV2 (**figura 33.b**) se corresponde a la charca sur, con un nivel de agua relativamente estable, puesto que es donde se encuentra la surgencia; está rodeada de vegetación arbórea y arbustiva, presentando algas verdeazuladas y cianobacterias.



Figura 33. Río de les Coves. a) Charca norte correspondiente al punto de muestreo CdV1. b) Charca sur, correspondiente al punto de muestreo CdV2.

b. Abrevadero: localizado en el núcleo urbano del municipio, el agua procedente de la fuente, utilizada por los vecinos para su consumo, desemboca en este abrevadero de grandes dimensiones construido con piedras y que antiguamente servía para el uso animal (**figura 34**). Con

presencia frecuente de algas verdeazuladas y cianobacterias, el agua de este abrevadero desemboca directamente en el lavadero.



Figura 34. Imágenes ilustrativas del abrevadero localizado en el núcleo urbano del término municipal de Les Coves de Vinromà, correspondiente al punto de muestreo CdV5.

- c. **Lavadero:** entendemos como tal la construcción de forma y tamaño variable, generalmente en forma de balsa, construida de hormigón y destinada al lavado de la ropa. Construidos principalmente entre los siglos XVII, XVIII y XIX, suelen ubicarse próximos a la salida de los pueblos, construidos por una balsa rectangular con una entrada y salida de agua en corriente y con una losa para el lavado. Por lo general, se presentan dos e incluso tres balsas comunes rodeadas por losas dispuestas en dos filas paralelas (Vidal i Vicedo, 2016). Actualmente en desuso en su gran mayoría, los lavaderos siguen siendo funcionales, acumulando gran cantidad de agua de muy poca corriente, convirtiéndose así en un lugar idóneo para la cría y el desarrollo de los mosquitos (**figura 35**).



Figura 35. Lavadero municipal de Les Coves de Vinromà, correspondiente al punto de muestreo CdV6.

- d. Imbornales:** de tipo sifónico, los imbornales muestreados presentan una rejilla metálica. En su interior, disponen de una pequeña rampa metálica en la arqueta, de material plástico. El agua presente en éstos suele ser de color negruzco, o bien anaranjado por el óxido de las placas metálicas (**figura 36.b**). A diferencia de otros municipios, los imbornales muestreados en Les Coves de Vinromà se encuentran situados en el centro de calles peatonalizadas (**figura 36.a**).



Figura 36. Situación y estructura típica de los imbornales muestreados en el término municipal de Les Coves de Vinromà. a) Puntos de muestreo CdV4 y CdV7. b) Punto de muestreo CdV9.

3.2.5 Espadilla

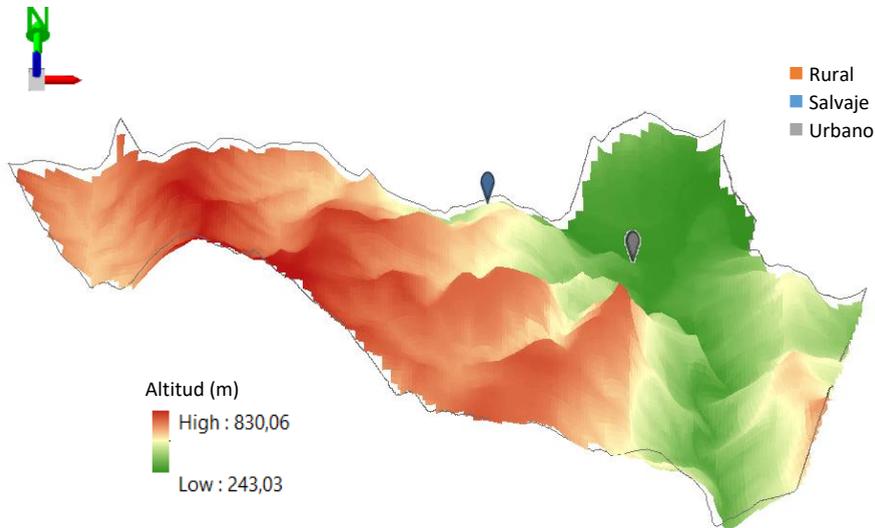


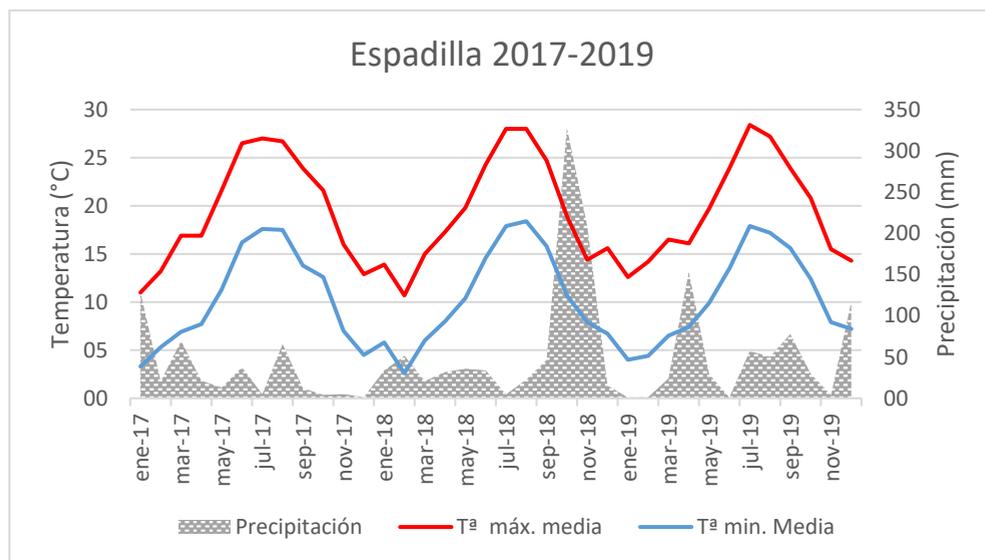
Figura 37. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Espadilla, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.

Situado a 30 km de la costa mediterránea, en la zona interior de la provincia de Castellón, el municipio de Espadilla (**figura 37**) se encuentra localizado en la comarca del Alto Mijares. Su población, de apenas 69 habitantes (INE, 2021), se asienta sobre la ladera de una montaña a los pies del río Mijares. Pese a ello, este pequeño municipio de 11,96 km² de superficie presenta una altura media de 294 msnm, estando el punto más alto del término municipal situado a más de 825 msnm, en la ladera de la Cueva Negra, cuya cima se encuentra a 830 msnm en el vecino municipio de Ayódar.

En cuanto al clima, Espadilla pertenece al termotipo mesomediterráneo y al ombrotipo seco (GVA, 2003), englobándose dentro de un bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico (Rivas Martínez, 2004). La temperatura media anual se



encuentra en los 14,8°C, registrando en el mes de agosto los valores máximos, con temperaturas que rara vez superan los 31°C; en invierno, la temperatura media se sitúa en los 4°C, llegando a registrar en algunas ocasiones valores de -1°C durante el mes de enero. Las precipitaciones se producen principalmente en forma de lluvia y durante el mes de octubre, con una media anual de 622 mm (**gráfica 5**) (AVAMET, 2020).



Gráfica 5. Climograma del municipio de Espadilla correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de Villamalur.

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de Espadilla se seleccionaron un total de 3 puntos de muestreo (**tabla 6**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.

Tabla 6. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de Espadilla. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antropización
		X	Y	Huso			
Espadilla	ESP1	725687	4434139	30	285,41	Lavadero	Urbano
Espadilla	ESP2	725693	4434133	30	285,45	Abrevadero	Urbano
Espadilla	ESP3	724573	4434078	30	516,56	Porquera	Salvaje

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de Espadilla, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en varios grupos en función de su tipología:

- a. **Lavadero:** situado en el núcleo urbano del municipio, este lavadero formado por una sola balsa, está construido con hormigón. Se encuentra bajo techo, en el interior de una construcción que protegería de las distintas condiciones climatológicas a los vecinos que acudían a lavar su ropa, lo que a su vez evita la exposición directa del agua a los rayos del sol, impidiendo así la evaporación y manteniendo una temperatura del agua inferior a la ambiental (**figura 38**).



Figura 38. Lavadero municipal de Espadilla, correspondiente al punto de muestreo ESP1.



- b. Abrevadero:** Situado al lado del lavadero municipal, recibe el agua directamente de este. Se encuentra expuesto a la intemperie, sin embargo, su ubicación hace que esté protegido del sol durante la mayor parte del día. Suele presentar algas verdeazuladas (**figura 39**).



Figura 39. Abrevadero localizado en el núcleo urbano del término municipal de Espadilla, correspondiente al punto de muestreo ESP2.

- c. Porquera:** consideramos esta porquera de origen antrópico, puesto que se trata de una pequeña excavación en el terreno con una base de hormigón situada en el margen de un camino, en plena zona salvaje (**figura 40**).



Figura 40. Porquera perteneciente al término municipal de Espadilla, correspondiente al punto de muestreo ESP3.

Debido a las obras realizadas para la adecuación del camino, esta porquera desaparece tras la visita efectuada en el mes de mayo del año 2018.

3.2.6 Sueras

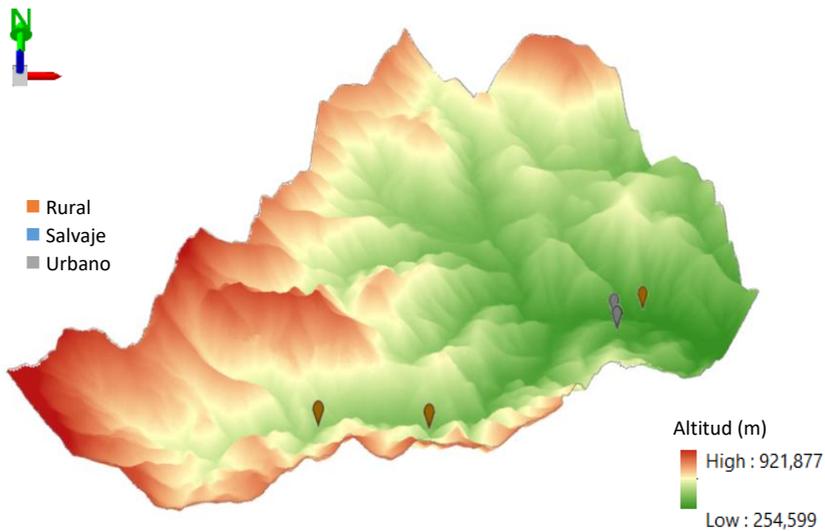
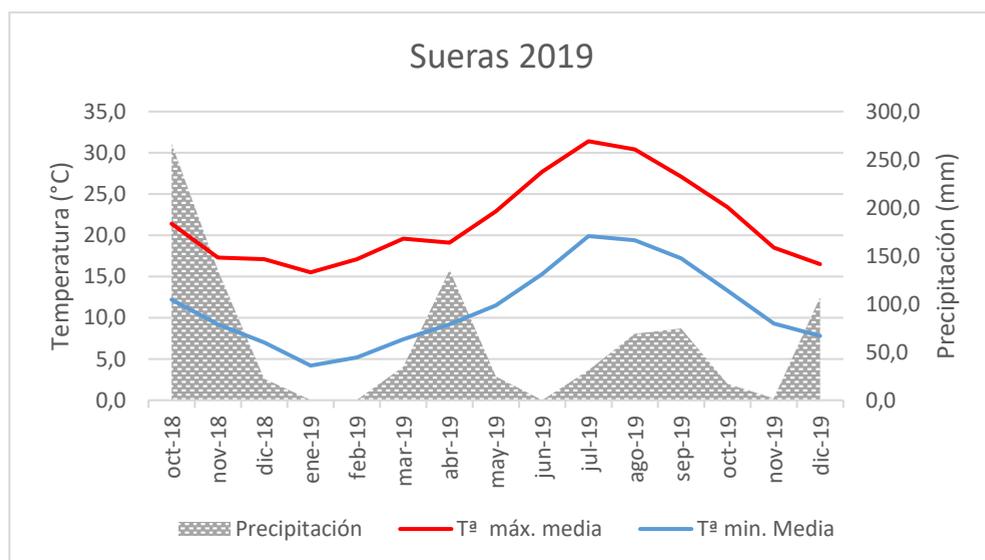


Figura 41. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Sueras, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.

El municipio de Sueras (**figura 41**) se encuentra situado en el interior de la provincia de Castellón, en la comarca de la Plana Baja. Con una superficie de 22,2 km², presenta un relieve montañoso con el núcleo urbano situado en las estribaciones de la Sierra Espadán, a una altitud media de 316 msnm y con una población de 524 habitantes (INE, 2021). El punto más alto de todo el término municipal es el pico de la Talaia, con 922,64 metros de altitud, en la frontera con el municipio vecino de Alcudia de Veo y muy próximo al de Villamalur.



El municipio alberga parte de la Sierra Espadán declarado Parque Natural el 29 de septiembre de 1998, convirtiéndose así en el espacio natural de mayor extensión de la provincia de Castellón y segundo de la Comunidad Valenciana con 31.180 Ha. Se trata de un gran macizo montañoso conformado por profundos barrancos, ramblas y cauces de ríos que alberga un total de 19 términos municipales, ya sea total o parcialmente.



Gráfica 6. Climograma del municipio de Sueras correspondiente al periodo octubre 2018 – diciembre 2019, indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de Tales. No disponibles los datos meteorológicos del año 2017 y los nueve primeros meses del año 2018.

Climatológicamente, el municipio de Sueras se engloba dentro de un bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico (Rivas Martínez, 2004), pertenece al termotipo mesomediterráneo y al ombrotipo seco y subhúmedo (GVA, 2003). La temperatura media anual es de 16,4°C, registrando las temperaturas máximas en el mes de agosto con valores que llegan a superar los 40°C. Los valores mínimos

llegan a superar los -3°C en el mes de enero, siendo la temperatura mínima media de $6,8^{\circ}\text{C}$. Las precipitaciones se producen principalmente durante el mes de octubre, con un régimen de 649 mm anuales (**gráfica 6**) (AVAMET, 2020).

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de Sueras, se seleccionaron un total de 6 puntos de muestreo (**tabla 7**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.

Tabla 7. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de Sueras. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antropización
		X	Y	Huso			
Sueras	SUE1	727769	4425793	30	321,29	Imbornal	Urbano
Sueras	SUE2	727775	4426011	30	293,54	Abrevadero	Urbano
Sueras	SUE3	728074	4426125	30	289,00	Bidón	Rural
Sueras	SUE4	724929	4424413	30	410,56	Manantial	Rural
Sueras	SUE5	725915	4424456	30	386,22	Fuente	Rural
Sueras	SUE6	727768	4425790	30	320,29	Imbornal	Urbano

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de Sueras, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en varios grupos en función de su tipología: tipología:

- a. **Imbornales:** se trata de dos imbornales formados por una excavación en la calzada, ambos con una rejilla metálica desmontable y con sifón (**figura 42**). El correspondiente al punto SUE1 se encuentra situado en el centro de la calzada, presentando un agua de color negruzco debido a la contaminación de los coches que transitan por esta calle asfaltada con



cemento simulando adoquines. El imbornal correspondiente al punto SUE6 se encuentra en el lateral de la calzada, junto al bordillo de la acera.



Figura 42. a) Situación de los imbornales del término municipal de Sueras correspondientes a los puntos de muestreo SUE1 y SUE6. b) Interior del imbornal correspondiente al punto de muestreo SUE1.

- b. Abrevadero:** localizado en la entrada al pueblo y construido a base de piedra y hormigón, actualmente su función es fundamentalmente ornamental (**figura 43**). La entrada y acumulación de agua se controla de forma artificial a través de un taponamiento del conducto.



Figura 43. Abrevadero situado en la entrada al núcleo urbano del término municipal de Sueras, correspondiente al punto de muestreo SUE2.

- c. **Bidón:** en este caso se trata de un bidón de material plástico situado en una parcela de almendros, junto al tronco de uno de estos.
- d. **Manantial:** Se define como tal un flujo natural de agua procedente de aguas subterráneas que puede aparecer en tierra, cursos de agua, lagunas o lagos, pudiendo éstos ser de carácter temporal o permanente. Se originan a partir del agua de lluvia infiltrado en un punto, emergiendo en otro de menor altitud. En este caso se trata de un pequeño riachuelo de agua cristalina que transcurre por el barranco de Castro (**figura 44.a**), y recibe a la altura de Fuente Castro el aporte de agua procedente de los manantiales Monte Castro (**figura 44.b**).



Figura 44. a) Manantial del barranco de Castro, en el término municipal de Sueras. Zona correspondiente al punto de muestreo SUE4. b) Fuente Castro. Punto donde los manantiales Monte Castro realizan su aporte hídrico al manantial del barranco de Castro.

- e. **Fuente:** Font dels Ullals (**figura 45.a**). Se trata de una fuente de origen natural cuyo agua, que brota a través del sustrato pedregoso, ha sido canalizado a través de un pequeño tubo (**figura 45.b**), cayendo al sustrato y acumulándose en forma de pequeño charco (**figura 45.c**).

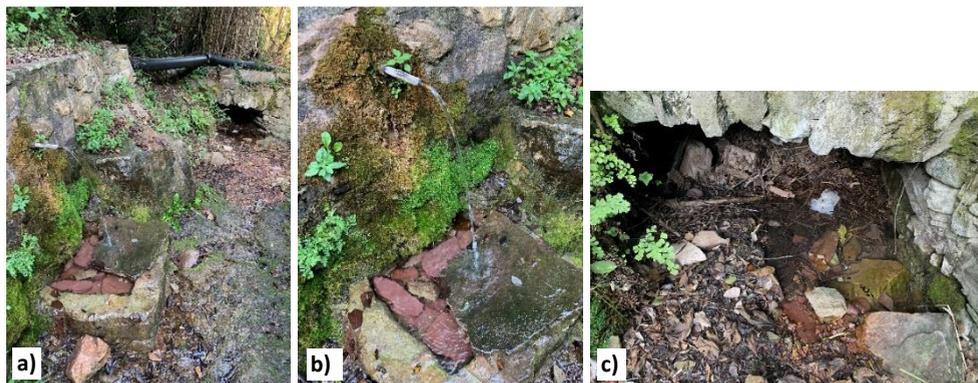


Figura 45. a) Font dels Ullals. b) Canalización de la surgencia del agua de la fuente. c) Charco en el sustrato formado por la acumulación del agua procedente de la fuente.

3.2.7 Jérica

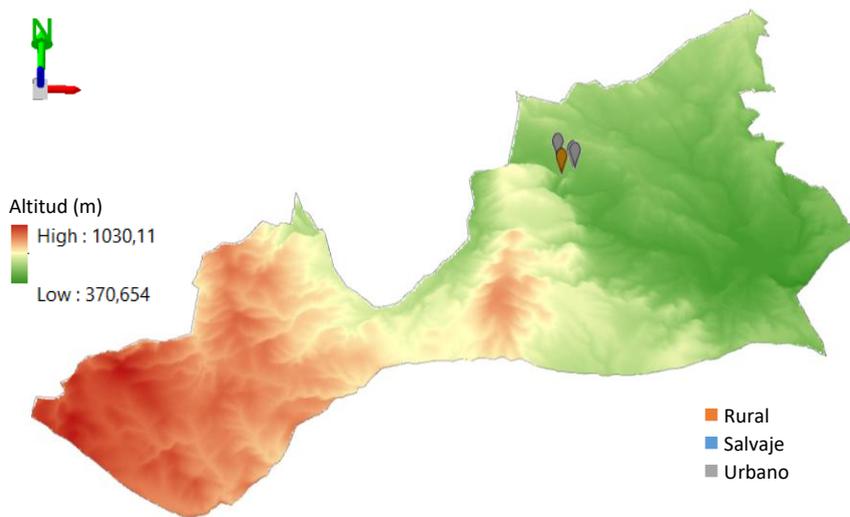
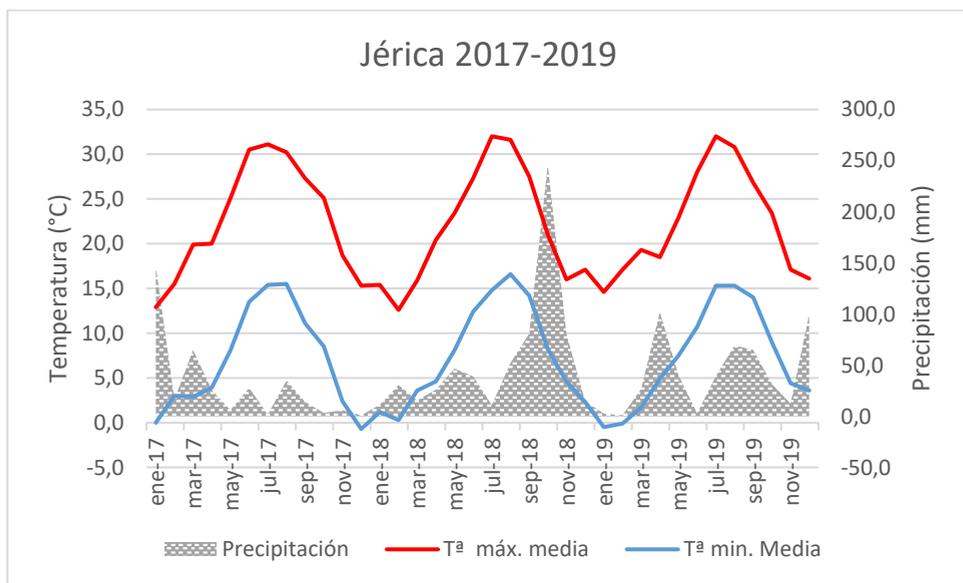


Figura 46. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Jérica, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.

El término municipal de Jérica (**figura 46**) se encuentra situado en el interior de la provincia de Castellón, en la comarca del Alto Palancia. Con 78,57 km² de superficie, se localiza a menos de 40 km de la costa. Su núcleo urbano, con 1559 habitantes (INE, 2021), se halla situado en las estribaciones de un promontorio rocoso a una altitud de 521 msnm, cortado en su parte occidental por el arco que forma el cauce del río Palancia. El punto más alto del término se localiza en el Alto de Yuste, a 1030,22 msnm.



Gráfica 7. Climograma del municipio de Jérica correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de Jérica.

Climatológicamente, el municipio de Jérica se engloba dentro de un bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico (Rivas Martínez, 2004), pertenece al termotipo mesomediterráneo y al ombrotipo seco (GVA, 2003). La temperatura anual media es de 14,7°C, registrando los máximos valores de temperatura en el mes de agosto, con valores que alcanzan los 40°C. Los valores mínimos se registran



durante el mes de enero, llegando a superar los -8°C , siendo la temperatura mínima media de 2°C . La precipitación anual media es de 576 mm (**gráfica 7**) (AVAMET, 2020).

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de Jérica, se seleccionaron un total de 4 puntos de muestreo (**tabla 8**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.

Tabla 8. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de Jérica. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antropización
		X	Y	Huso			
Jérica	Jer1	707660	4420828	30	480,09	Abrevadero	Urbano
Jérica	Jer2	707297	4421066	30	480,94	Imbornal	Urbano
Jérica	Jer3	707369	4420685	30	467,73	Río	Rural
Jérica	Jer4	707614	4420859	30	483,90	Fuente	Urbano

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de Jérica, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en varios grupos en función de su tipología:

- a. **Abrevadero:** construido con ladrillos y cemento, este abrevadero se encuentra en pleno núcleo urbano de Jérica (**figura 47**).



Figura 47. Abrevadero dentro del núcleo urbano del término municipal de Jérica, correspondiente al punto de muestreo Jer1.

- b. Imbornal:** Con una rejilla metálica, sifón y una arqueta de hormigón, este imbornal está situado en el borde de una calzada de asfalto, en una zona de aparcamiento de vehículos. Suele presentar un agua ennegrecida, gran cantidad de restos vegetales, hojas secas y flores principalmente, y desechos plásticos (**figura 48**).



Figura 48. Situación y estructura del imbornal muestreado en el término municipal de Jérica, correspondiente al punto de muestreo Jer2.



- c. **Río:** el río Palancia, a su paso por el núcleo urbano de Jérica, presenta una pequeña presa artificial (**figura 49.a**) en una zona conocida como Vuelta de la Hoz. Esta presa forma un pequeño embalse (**figura 49.b**) cuyo agua se filtra a través del sustrato creando pequeños charcos a los márgenes del caudal (**figura 49.c**). Se trata de una zona con abundante vegetación típica de zona de rivera: juncos, plantas herbáceas y árboles, en su mayoría chopos (*Populus* sp.).



Figura 49. a) Presa del río Palancia a su paso por el municipio de Jérica. b) Embalse del río Palancia creado por la presa a su paso por el municipio de Jérica. c) Charcos formados en los márgenes del cauce del río Palancia, como consecuencia de la filtración del agua a través del sustrato. Punto de muestreo Jer3.

- d. **Fuente:** de tipo ornamental, situada en el centro del núcleo urbano. Presenta varios cañones de agua que cae a una pila de piedra con un pequeño sumidero en el centro, permitiendo la acumulación de una pequeña capa de agua (**figura 50**).



Figura 50. Fuente situada en el núcleo urbano del término municipal de Jérica, correspondiente al punto de muestreo Jer4.

3.2.8 Bejís

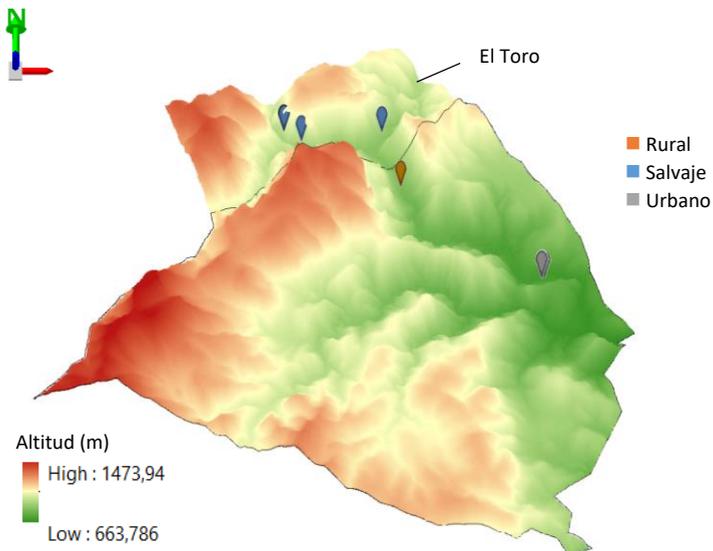


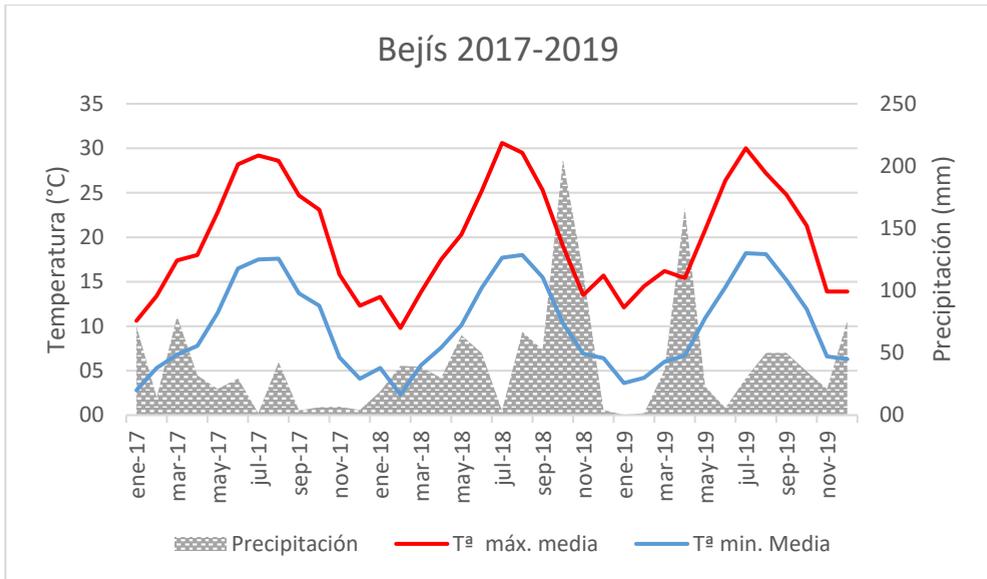
Figura 51. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Bejís, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.



El municipio de Bejís (**figura 51**) se encuentra situado en el interior de la provincia de Castellón, en la comarca del Alto Palancia. Con una superficie de 42,40 km², su punto más alto se encuentra a una altitud de 1473,94 msnm. Su núcleo urbano, formado por 371 habitantes (INE, 2021), se encuentra a una altitud de 843 msnm, en las estribaciones de la Sierra de El Toro y rodeado por los ríos Palancia y Canales.

Dentro del término municipal se encuentra el Paraje Natural Municipal Peñaescabia, declarado como tal el 26 de noviembre de 2004. Con una superficie de 4,75 km², se enclava en el Valle del río Palancia, pese a que su nacimiento se encuentra fuera del paraje, los barrancos que descienden por el altiplano de El Toro-Barracas y que concluyen al pie del Peñaescabia son los que originan el río.

Climatológicamente, Bejís se engloba dentro del bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico (Rivas Martínez, 2004). La mitad oriental pertenece al termotipo mesomediterráneo, mientras que la mitad occidental pertenece al termotipo supramediterráneo. De igual forma, el término municipal pertenece al ombrotipo subhúmedo, a excepción de su tercio oriental que pertenece al ombrotipo seco (GVA, 2003). Presenta una temperatura media anual de 14,6°C, registrando los valores máximos en el mes de agosto, con temperaturas que rondan los 35°C y llegando a alcanzar en ocasiones los 40°C. Las temperaturas mínimas se registran en el mes de enero, con valores entre los -2°C y los -4°C, siendo la temperatura mínima media anual de 1,6°C. La precipitación media anual es de 580 mm (**gráfica 8**) (AVAMET, 2020).



Gráfica 8. Climograma del municipio de Bejís correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de Torás.

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvianas de mosquitos en el término municipal de Bejís, se seleccionaron un total de 8 puntos de muestreo (**tabla 9**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. A pesar de que 4 de los puntos seleccionados pertenecen al vecino término municipal de El Toro, se consideran como pertenecientes a Bejís para la presente tesis doctoral debido a la continuidad de hábitats presente en la zona, correspondiente al nacimiento del río Palancia. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.



Tabla 9. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de Bejís. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antropización
		X	Y	Huso			
El Toro	BEJ1	691907	4422805	30	888,09	Charca	Salvaje
El Toro	BEJ2	691593	4423009	30	898,72	Charco	Salvaje
El Toro	BEJ3	693305	4423138	30	845,03	Rambla	Salvaje
El Toro	BEJ4	691602	4422996	30	899,29	Charco	Salvaje
Bejís	BEJ5	693624	4421994	30	827,62	Fuente	Rural
Bejís	BEJ6	695926	4420259	30	789,15	Imbornal	Urbano
Bejís	BEJ7	695929	4420273	30	788,05	Imbornal	Urbano
Bejís	BEJ8	695969	4420261	30	784,81	Lavadero	Urbano

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de Bejís, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en varios grupos en función de su tipología:

- a. **Charca:** en la zona del Corral de Gimeno, concretamente en el cruce del Barranco del Resinero y el camino del Madroñal, esta charca es formada por un pequeño manantial a su paso por una depresión en el terreno. De agua cristalina y con un sustrato arenoso y rocoso, esta charca se encuentra en una zona totalmente salvaje, por lo que se encuentra rodeada de abundante vegetación tanto herbácea, como arbustiva y arbórea (**figura 52**). Pese a su origen y localización, presenta una corriente prácticamente nula, lo que permite la presencia y el desarrollo de una gran variedad de entomofauna. Es importante destacar que la claridad de esta agua puede verse bruscamente enturbada de forma ocasional debido al paso de vehículos que atraviesan la charca a su paso por el camino del Madroñal, bien se trate de agentes forestales, o de turistas, pues el nacimiento del río Palancia se trata de una frecuentada zona de senderismo.



Figura 52. Charca formada por un manantial en el cruce entre el Barranco del Resinero y el camino del Madroñal, en la zona del Corral de Gimeno. Correspondiente al punto de muestreo BEJ1.

- b. Charco:** tras su nacimiento, el río Palancia discurre por la Rambla Seca, creando charcos a lo largo del cauce. El charco correspondiente al punto BEJ2 se localiza en el margen del río, bajo una roca de grandes dimensiones que lo protege de los rayos del sol y, por tanto, de la evaporación, pues cuenta con muy poca profundidad (**figura 53.a**).

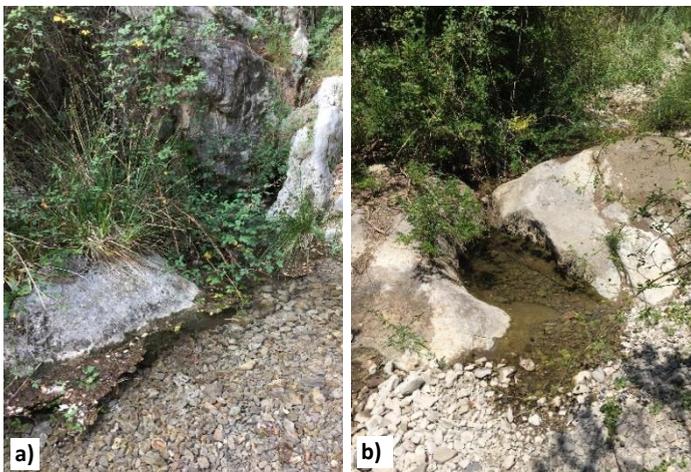


Figura 53. Charcos creados en tramo alto del cauce del río Palancia. a) Charco correspondiente al punto de muestreo BEJ2. b) Charco correspondiente al punto de muestreo BEJ4.



El correspondiente al punto BEJ4 se trata de un charco de mayor profundidad que el anterior, formado entre rocas que se encuentran a distinta altura, creando una pequeña cascada natural (**figura 53.b**). Pese a tratarse de un sustrato rocoso, ambos presentan bajos niveles de vegetación herbácea, así como algas verdeazuladas y cianobacterias.

- c. **Rambla:** se define como rambla al lecho natural formado por aguas pluviales cuando caen de forma torrencial. La Rambla de Agualobos (**figura 54**), a la altura del Corral del Cercarano, es atravesada por un camino de tierra a su paso hacia El Molinar. Es en el cruce con este camino donde, tras las precipitaciones, el agua que discurre por la rambla forma charcos que pueden convertirse en un potencial foco de cría de mosquitos. De sustrato rocoso, la vegetación presente es de tipo herbácea y arbustiva.



Figura 54. Rambla de Agualobos, zona correspondiente al punto de muestreo BEJ3.

- d. **Fuente:** la Fuente de los Clóticos (**figura 55**) se encuentra localizada junto al río Palancia, muy próxima a la planta embotelladora de agua de Bejís. Situada en un área recreativa y merendero, los vecinos de la zona acuden a esta fuente a por agua para su consumo. La abundante vegetación presente mantiene la humedad y una temperatura ambiental más baja.



Figura 55. Fuente de los Clóticos, correspondiente al punto de muestreo BEJ5.

- e. **Imbornal:** los imbornales en el núcleo urbano del municipio son escasos y de grandes dimensiones, cruzando el ancho de la calle en la que se encuentran. Las arquetas, construidas de hormigón, presentan un fondo en pendiente, llevando el agua al centro de la misma, donde a través de un conducto pasa a la red de saneamiento (**figura 56**).



Figura 56. Situación y estructura de los imbornales del término municipal de Bejís. Imágenes correspondientes al punto de muestreo BEJ6.

- f. **Lavadero:** situado en el bajo de un edificio, el lavadero cuenta con dos balsas por las que circula el agua a gran velocidad y con gran fuerza (**figura 57**).



Figura 57. Lavadero del núcleo urbano de Bejís, correspondiente al punto de muestreo BEJ8.

3.2.9 La Pobla de Benifassà

La Pobla de Benifassà (**figura 58**) es un municipio del interior de la provincia de Castellón perteneciente a la comarca del Bajo Maestrazgo. Con 135,96 km² de superficie, se trata de uno de los municipios de mayor extensión estudiados en la presente tesis doctoral, sólo por detrás de Les Coves de Vinromà. Sin embargo, su población es de tan sólo 199 habitantes (INE, 2020), divididos entre el núcleo urbano principal, La Pobla de Benifassà, y cuatro pedanías: El Ballestar, El Boixar, Coratxà y Fredes.

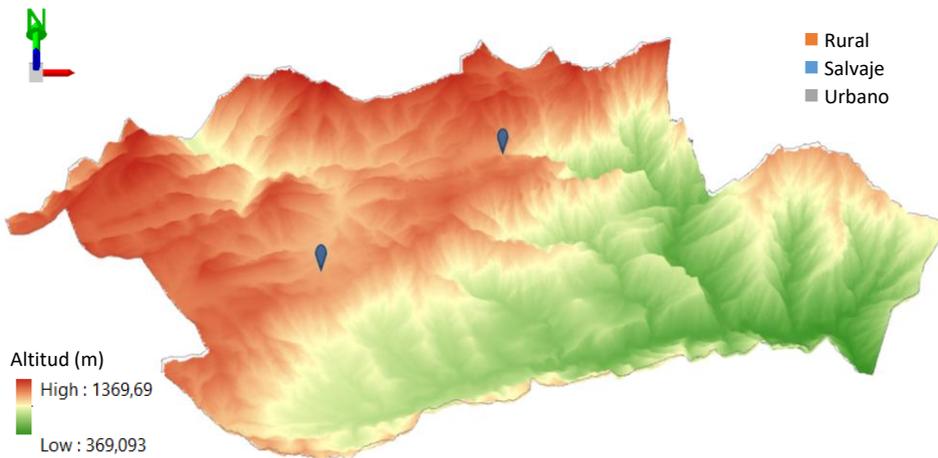


Figura 58. Representación tridimensional del relieve del término municipal de La Pobla de Benifassà, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.

El núcleo urbano de La Pobla de Benifassà se encuentra a una altitud de 680 msnm, situado en el fondo de un valle entre el Barranco de la Font y el Barranco de la Pobla, y está constituido por una población de 95 habitantes (INE, 2020). La pedanía de El Ballestar se encuentra en la cima de un cerro a 710 msnm y cuenta con una población estable de 12 habitantes, aunque su censo aumenta hasta los 35



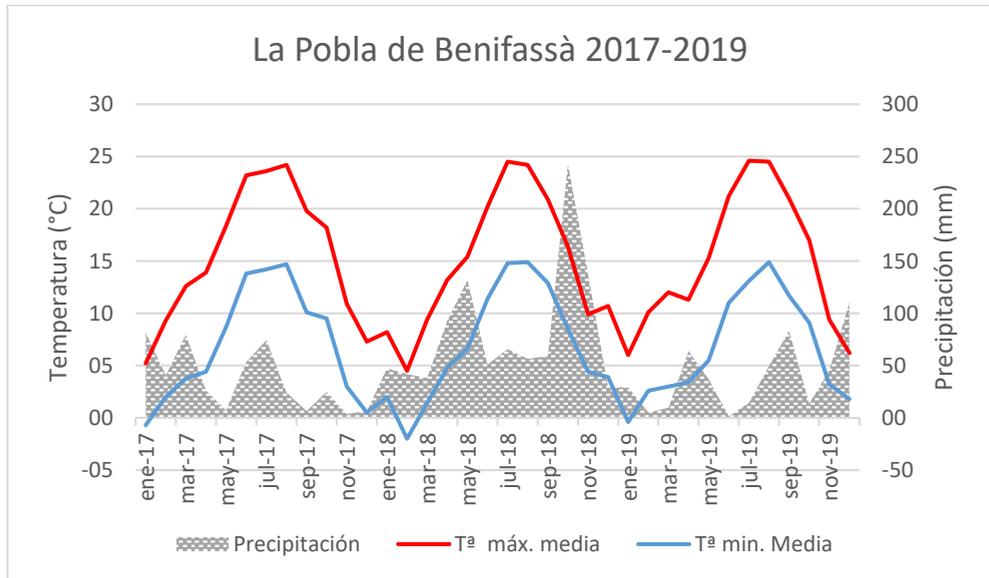
(INE, 2020). El Boixar es otra de las pedanías de este término municipal, se encuentra situada a 1089 msnm y cuenta con una población de 19 habitantes (INE, 2020). Coratxà es una de las unidades poblacionales de mayor altitud de toda la Comunidad Valenciana, se encuentra situada a 1329 msnm, en terreno totalmente montañoso, con una población de tan sólo 13 habitantes censados (INE, 2020). El último núcleo poblacional de este término municipal es Fredes, el más septentrional de la Comunidad Valenciana, situado a una altitud de 1090 msnm y con una población de 19 habitantes (INE, 2020).

Estos núcleos poblacionales, junto a Bel (perteneciente al término municipal de Rossel), Vallibona y Castell de Cabres forman parte del Parque Natural de la Tinença de Benifassà. Este Parque Natural, que actúa de frontera natural con Tarragona por el norte y con Teruel por el oeste, fue declarado como tal el 19 de mayo de 2006 por el Consell de la Generalitat Valenciana. Abarca una superficie de 4965 Ha, aunque son 25.814 las hectáreas protegidas con su Plan de Organización de Recursos Naturales (PORN). Por su interior discurren los ríos Cenia y Cérvol. Actualmente, el Parque Natural de la Tinença de Benifassà está considerado como uno de los espacios naturales más importantes de la Comunidad Valenciana.

Dentro del término municipal de la Pobla de Benifassà también se encuentra el embalse de Ulldecona, en la cuenca del río Cenia, cuya presa fue construida en 1967. En la confluencia de los barrancos de la Pobla, el de la Fou y el de Tenalla, este embalse, perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Júcar, abarca una superficie de 817 Ha, con una capacidad de 11 hm³.

El bioclima de este término municipal está catalogado como mediterráneo pluviestacional continental (Rivas Martínez, 2004; López Fernández *et al.*, 2008). Englobado dentro del ombrotipo subhúmedo, la vertiente oriental está dominada

por el termotipo mesomediterráneo, mientras que la vertiente occidental lo está por el supramediterráneo (GVA, 2003). Presenta una temperatura media anual de 13,1°C. Durante el periodo estival la temperatura máxima media no alcanza los 25°C, aunque llegan a registrarse temperaturas que alcanzan los 35°C en los meses de julio y agosto. En invierno, la temperatura media se sitúa en 1,5°C, llegando a registrarse temperaturas inferiores a los -9°C en los meses de enero y febrero. Las precipitaciones suelen concentrarse en primavera y otoño, con una media anual de 632 mm (**gráfica 9**) (AVAMET, 2020).



Gráfica 9. Climograma del municipio de La Pobra de Benifassà correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de La Pobra de Benifassà (Colònia Europa AEMET).

Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de La Pobra de Benifassà, se seleccionaron un total de 3 puntos de muestreo (**tabla 10**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural.



Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.

Tabla 10. Listado de los puntos de muestreo estudiados en el término municipal de La Pobra de Benifassà. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antropización
		X	Y	Huso			
Fredes	PB1	768233	4510722	30	1082,18	Abrevadero	Salvaje
El Boixar	PB2	764232	4507296	30	1067,04	Charca	Salvaje
Fredes	PB3	261338	4509707	31	1082,47	Pozo	Salvaje

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados en el término municipal de La Pobra de Benifassà, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en varios grupos en función de su tipología:

- a. **Abrevadero:** localizado en la Font del Teix, a escasos 100 metros del núcleo poblacional de Fredes, este abrevadero de cemento se encuentra en una zona salvaje y sirve, con gran probabilidad, como fuente de agua para el ganado bovino que se encuentra libre por la zona.
- b. **Charca:** aparentemente de origen natural, esta charca de agua dulce se localiza en las proximidades al núcleo urbano de El Boixar. Se encuentra en el interior de una parcela delimitada por alambres y es utilizada por el ganado bovino que se encuentra en el interior de la misma; no obstante, a su alrededor se encuentran huellas de distintos ungulados, que permite conocer que también es utilizada por animales salvajes, bien para beber o como zona de baño. Rodeada de escasa vegetación arbustiva y herbácea, el contorno de la charca está formado por tierra blanda casi empecinada (**figura 59**).



Figura 59. Charca próxima a El Boixar, correspondiente al punto de muestreo PB2.

- c. **Pozo:** se encuentra localizado en la Font del Teix, junto al abrevadero. Este pozo de origen antrópico está formado por unas paredes de piedras que se elevan formando un pequeño tejado cónico que lo cubre, creando así un pequeño cobertizo que protege el agua de la insolación y la intemperie (**figura 60.a**). De esta manera, el agua que se encuentra en el pozo es cristalina y fría, pues no recibe los rayos de sol, y los animales salvajes no son capaces de acceder a ella. La vegetación es prácticamente ausente, encontrando musgos, escasas plantas herbáceas y una pequeña hiedra creciendo en el interior (**figura 60.b**).



Figura 60. Pozo de la Font del Teix, localizado en las proximidades del núcleo urbano de Fredes. Punto de muestreo PB3.



3.2.10 Castell de Cabres

El término municipal de Castell de Cabres (**figura 61**) se encuentra situado en el interior de la provincia de Castellón, en la comarca del Bajo Maestrazgo. Con una superficie de 30,83 km², su población es de tan sólo 22 habitantes (INE, 2020), lo que le convierte en el municipio menos poblado de la Comunidad Valenciana. Su núcleo urbano se encuentra situado a 1129 msnm, estando el punto más alto del término a 1310 msnm.

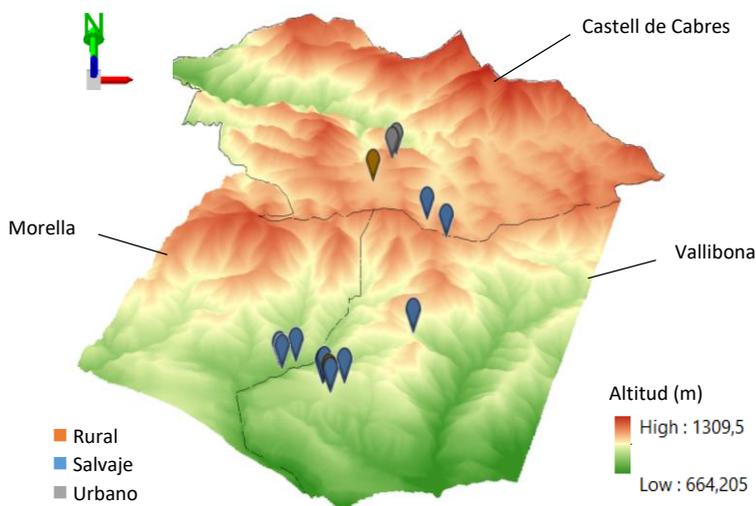
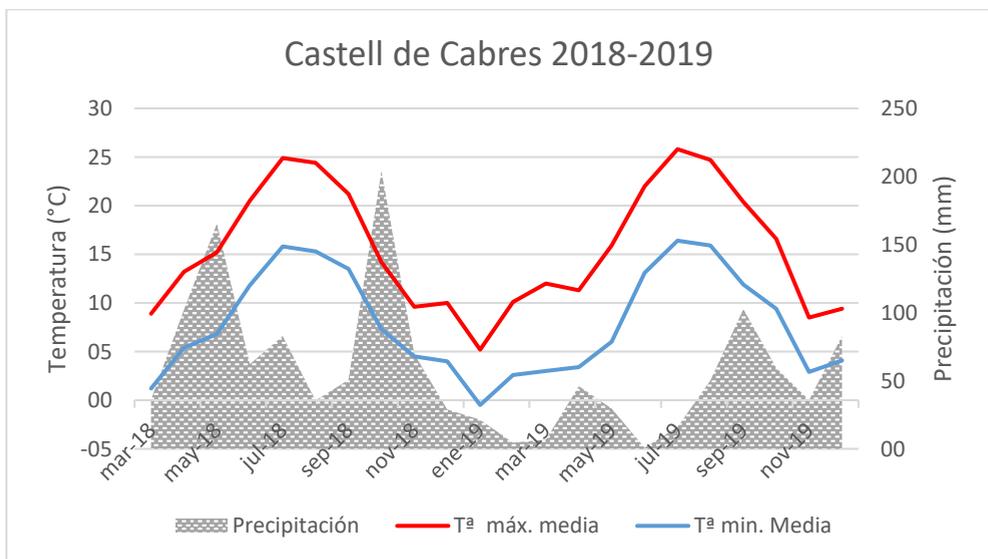


Figura 61. Representación tridimensional del relieve del término municipal de Castell de Cabres, indicando la localización y el nivel de antropización de cada punto de muestreo correspondiente a dicho término.

Como ya se ha explicado anteriormente, este término municipal forma parte del Parque Natural de la Tinença de Benifassà. Además, en el ámbito PORN encontramos la microrreserva de flora de El Bovalar, declarada como tal el 4 de febrero de 2003 por la Conselleria de Medio Ambiente, próxima al núcleo urbano y destinada a proteger el robledal y los pastizales vivaces ricos en orquídeas.

Castell de Cabres pertenece al bioclima mediterráneo pluviestacional continental (Rivas Martínez, 2004; López Fernández *et al.*, 2008), englobado dentro del termotipo supramediterráneo y del ombrotipo subhúmedo (GVA, 2003). Presenta una temperatura media anual de 10,9°C, elevándose hasta los 22°C durante los meses de verano, cuando llegan a registrarse temperaturas que rondan los 32°C, llegando a registrarse más 35°C en el mes de agosto. Por el contrario, durante los meses de invierno, la temperatura media cae a 1,3°C, llegando a registrarse temperaturas inferiores a los -6°C en el mes de enero. Estas grandes amplitudes térmicas son típicas de estos climas de montaña. En cuanto a la precipitación, registra una media anual de 598 mm (**gráfica 10**) (AVAMET, 2020).



Gráfica 10. Climograma del municipio de Castell de Cabres correspondiente al periodo de estudio (años 2017-2019; sólo disponibles datos desde marzo de 2018), indicando temperaturas medias máximas y mínimas mensuales, así como la precipitación mensual acumulada. Datos obtenidos de la Associació Valenciana de Meteorologia (AVAMET, 2020), estación meteorológica de La Pobla de Benifassà (Coratxà).



Para llevar a cabo el estudio de las poblaciones larvarias de mosquitos en el término municipal de Castell de Cabres, se seleccionaron un total de 15 puntos de muestreo (**tabla 11**), localizados tanto en ámbito urbano como en medio natural. Hay que señalar que, debido a la continuidad de hábitats presente en el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, 10 de los puntos de muestreo seleccionados se encuentran fuera del término municipal de Castell de Cabres, y corresponden a los términos municipales vecinos de Morella y Vallibona. Se resumen a continuación las características generales intrínsecas al biotopo larvario muestreado y las referentes a la localización del hábitat en particular.

Tabla 11. Listado de los puntos de muestreo estudiados para el término municipal de Castell de Cabres. Se detallan las coordenadas UTM utilizadas para su georreferenciación.

Localización	Código	Coordenadas			Altitud (m)	Tipología	Antrop.
		X	Y	Huso			
Castell de Cabres	CdC1	250093	4505421	31	1129,39	Abrevadero	Urbano
Castell de Cabres	CdC2	250006	4505313	31	1133,81	Fuente	Urbano
Castell de Cabres	CdC3	756876	4505115	30	1095,55	Abrevadero	Rural
Vallibona	CdC4	250776	4503462	31	1125,96	Charca	Salvaje
Vallibona	CdC5	248573	4500756	31	961,32	Abrevadero	Salvaje
Morella	CdC6	248042	4501581	31	863,86	Manantial	Salvaje
Vallibona	CdC7	757494	4501970	30	1017,08	Charco	Salvaje
Vallibona	CdC8	755983	4501052	30	974,67	Charca	Salvaje
Morella	CdC9	247762	4501535	31	860,99	Bañeras	Salvaje
Morella	CdC10	755292	4501575	30	855,05	Abrevadero	Salvaje
Vallibona	CdC11	248814	4500913	31	961,13	Porquera	Salvaje
Castell de Cabres	CdC12	757811	4504212	30	1096,04	Abrevadero	Salvaje
Castell de Cabres	CdC13	249629	4504899	31	1095,31	Charco	Rural
Vallibona	CdC14	756091	4500955	30	969,96	Pozo	Rural
Vallibona	CdC15	756011	4501072	30	983,34	Charca	Salvaje

Se describen a continuación los distintos biotopos larvarios muestreados para el término municipal de Castell de Cabres, presentando características definitorias e imágenes ilustrativas de los mismos, agrupados en varios grupos en función de su tipología:

- a. **Abrevaderos:** Son varios los muestreados en este término municipal. El primero de ellos, correspondiente al punto CdC1, se trata de un abrevadero situado en el núcleo urbano del municipio, construido con roca y cemento, en el que encontramos varios peces (carpas doradas) y ranas, así como algas verdeazuladas y distintos tipos de restos vegetales (hojas de árboles y ramas) (**figura 62**).



Figura 62. Abrevadero localizado en el núcleo urbano del término municipal de Castell de Cabres, correspondiente con el punto de muestreo CdC1.

El punto CdC3 corresponde a dos abrevaderos situados a las afueras del pueblo, utilizados por el ganado ovino de la zona (**figura 63**). El primero de ellos es de piedra, conectado a un pozo que le aporta el suministro de agua; el segundo es un abrevadero metálico que recibe el agua del primero a través de un pequeño tubo de plástico situado al final de este. Ambos presentan abundantes algas verdeazuladas y restos vegetales (hojas, hierbas y pequeñas ramas).



Figura 63. Abrevaderos correspondientes al punto de muestreo CdC3.

El abrevadero correspondiente al punto CdC5 se encuentra en una zona salvaje dentro del Parque Natural de la Tinença de Benifassà, pero muy próximo a dos antiguas edificaciones casi en ruinas, una de las cuales (Mas de les Argiles) es utilizada como refugio para un pequeño rebaño de cabras. Este abrevadero es metálico y presenta un alto nivel de oxidación; cuenta con un sistema “casero” de bombeo que le permite mantener constante su nivel de agua, el cual presenta un color verde debido a la gran cantidad de cianobacterias que acumula (**figura 64**).



Figura 64. Abrevadero localizado en el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, correspondiente al punto de muestreo CdC5.

El siguiente abrevadero es el correspondiente al punto CdC10, situado junto a un depósito de incendios que le nutre (**figura 65.a**). Construido de cemento, no presenta una gran profundidad y el agua desborda en la parte final, formando un encharcamiento en el suelo (**figura 65.b**). En él encontramos algas verdeazuladas y cianobacterias, así como renacuajos y una gran diversidad de insectos, como himenópteros que acuden a beber y distintos tipos de larvas acuáticas (dípteros, odonatos...).



Figura 65. Abrevadero correspondiente al punto de muestreo CdC10. a) Situación con respecto al depósito de incendios. b) Desbordamiento en la parte final del abrevadero.

Dentro de la microrreserva de flora de El Bovalar encontramos el último abrevadero, construido con material hormigonado y comunicado mediante tubos con 3 pequeñas balsas (**figura 66**). La abundante vegetación presente en la zona lo protege de la insolación y permite que en su interior se acumulen gran cantidad de restos vegetales, además de una abundante cantidad de algas que crecen tanto en el abrevadero como en las balsas. En las 4 construcciones hay presente una elevada población de larvas de odonatos, así como de distintos tipos de gasterópodos de agua dulce.



Figura 66. Abrevadero y balsas situadas en la microrreserva de flora de El Bovalar, correspondiente al punto de muestreo CdC12.

- b. Fuente:** Situada en el centro del núcleo urbano del municipio, está construida con rocas y cemento. Consta de tres pilas, aunque sólo una de ellas, la central, cuenta con grifo y sumidero, el cual está obstruido, lo que permite la acumulación de agua (**figura 67**). Las dos pilas restantes acumulan el agua procedente de las precipitaciones.



Figura 67. Fuente situada en el centro del núcleo urbano del término municipal de Castell de Cabres, correspondiente al punto de muestreo CdC2.

- c. **Charcas:** tres son las charcas estudiadas. La primera de ellas, correspondiente al punto de muestreo CdC4, se encuentra en un lateral de la pista forestal, protegida de la insolación gracias a la presencia de un joven chopo (*Populus* sp.) y la abundante vegetación que la rodea. De poca profundidad y con un sustrato cenagoso, su superficie está totalmente cubierta por lenteja de agua (*Lemna* sp.) (**figura 68**). Cuenta con la presencia de gran cantidad de ranas.



Figura 68. Charca localizada en el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, correspondiente al punto de muestreo CdC4.

Las otras dos charcas se encuentran situadas en la misma zona, muy próximas entre sí, y cercanas al Mas de les Argiles. La charca correspondiente al punto CdC15 se encuentra situada a mayor altitud, presenta agua de forma permanente a lo largo de todo el período de estudio, aunque varía su nivel. Se encuentra rodeada de pequeños juncos y plantas herbáceas, con gran cantidad de plantas acuáticas en su interior que sirven de refugio para una elevada población de ranas, así como para distintos tipos de larvas acuáticas de insectos (**figura 69.a**). La correspondiente al punto CdC8 presenta un nivel de agua muy bajo y un



carácter temporal, llegando a encontrarse totalmente seca en varias de las visitas realizadas durante el periodo de estudio. Cuenta con un nivel mucho más elevado de vegetación, tanto de juncos como de distintas plantas herbáceas (**figura 69.b**).

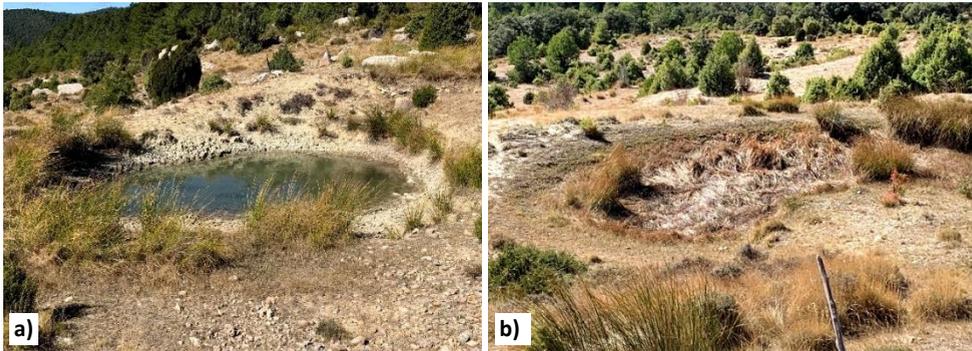


Figura 69. a) Charca de agua permanente correspondiente al punto de muestreo CdC15. b) Charca temporal correspondiente al punto de muestreo CdC8.

- d. Manantial:** situado junto al Barranco de la Font d'en Teix, este manantial de agua cristalina se encuentra en el interior de una parcela que cuenta con una gran población de pinos. De igual forma, el terreno de dicha parcela se encuentra totalmente tamizado por una abundante vegetación herbácea. El fondo del manantial, en su zona más profunda, se encuentra igualmente tamizado por una elevada población de vegetación acuática (**figura 70**).



Figura 70. Manantial de agua cristalina localizado en el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, correspondiente al punto de muestreo CdC6.

- e. **Charcos:** el punto de muestreo CdC7 corresponde a un pequeño encharcamiento localizado al lateral de un camino de sustrato arenoso y rodeado por abundante vegetación herbácea (**figura 71.a**). De carácter temporal, el agua que acumula procede de las precipitaciones.

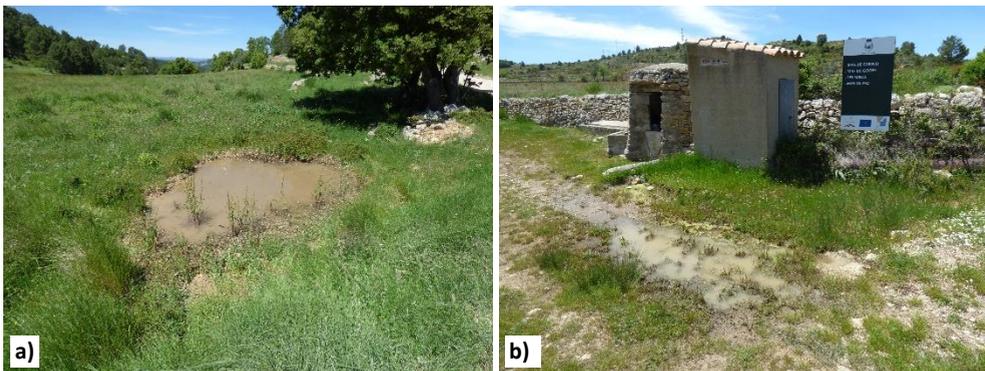


Figura 71. a) Charco, correspondiente al punto de muestreo CdC7. b) Charco correspondiente al punto de muestreo CdC13.

El punto de muestreo CdC13 consiste en un charco formado debido a la desaparición de un abrevadero metálico (CdC3) en una de las visitas realizadas, lo que provocó que el agua procedente de otro abrevadero



cayera sobre el terreno (**figura 71.b**). Este punto de muestreo tuvo cabida únicamente en una de las visitas, la correspondiente a junio de 2018, ya que se instaló un nuevo abrevadero metálico y el charco desapareció.

- f. **Bañeras:** situadas en una zona salvaje en el interior del Parque Natural de la Tinença de Benifassà se encuentran dos bañeras ubicadas junto a un muro de piedras (**figura 72**). Ambas acumulan el agua procedente de las precipitaciones, aunque presentan un tubo que hace pensar que en algún momento recibían un aporte artificial de agua. En su interior encontramos piedras y restos vegetales.



Figura 72. Bañeras localizadas en el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, correspondientes al punto de muestreo CdC9.

- g. **Porquera:** muy próxima al Mas de les Argiles se encuentra esta porquera aparentemente de origen natural. De grandes dimensiones, presenta un sustrato cenagoso, con abundante vegetación acuática en su interior (**figura 73**). Las huellas de animales, principalmente ungulados, que encontramos a su alrededor evidencia que es utilizada por la fauna salvaje de la zona. En ella encontramos una población abundante de anfibios.



Figura 73. Porquera de grandes dimensiones en el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, correspondiente al punto de muestreo CdC11. En sus orillas se aprecian las huellas de los animales que acuden a ella.

- h. Pozo:** localizado entre el Mas de les Argiles y el abrevadero correspondiente al punto CdC5 se encuentra este pozo, protegido artificialmente con piedras y una chapa metálica a modo de puerta (**figura 74**). El agua, totalmente protegido de la luz solar, es cristalina y fría.



Figura 74. Pozo correspondiente al punto de muestreo CdC14.



3.3 Metodología

3.3.1 Trabajo de campo. Recolección de material entomológico

El trabajo de campo llevado a cabo para la realización de la presente tesis doctoral, ha consistido en la obtención de material entomológico mediante el empleo de diferentes técnicas y métodos que garantizan una correcta obtención de datos.

En forma de resumen, la metodología consiste en la localización del biotopo larvario, donde se realiza la búsqueda y, si procede, captura de los estados larvarios en él presentes. Tras la captura y almacenaje de las muestras, comienza la caracterización del hábitat larvario, consistente en la medición de los parámetros físico-químicos del cuerpo de agua en el que se ha obtenido la muestra, así como la toma de una serie de datos cualitativos y la georreferenciación del lugar que, junto con la realización de fotografías, permitirá una fácil y rápida localización en próximas visitas.

Se explica a continuación la metodología de forma detallada.

La técnica empleada para la recolección de estados inmaduros fue la conocida como *dipping*, consistente en la introducción de un recipiente, que recibe el nombre de dipper, en el medio hídrico del que se desea obtener una alícuota, y cuya utilización para dicho fin está ampliamente contrastada (Service, 1993b; Becker *et al.*, 2010). El dipper está formado por un recipiente plástico de aproximadamente 350 ml de capacidad, preferiblemente de color blanco, para facilitar la rápida visualización de las larvas, unido a un tubo metálico telescópico que permite alcanzar fácilmente cuerpos de agua a cortas y largas distancias. Con el fin de sistematizar y homogeneizar la toma de datos y la obtención de muestras,

y por cuestiones de representatividad, el esfuerzo muestral se fijó en un máximo de 30 minutos, tiempo en el que se incluye tanto la búsqueda, como la captura de larvas en cada uno de los puntos de muestreo. Los ejemplares capturados con el dipper fueron recogidos e introducidos en botes de plástico de tipo duquesa correctamente rotulados y etiquetados, indicando fecha y número de muestra. Estos botes fueron introducidos, para su transporte hasta el laboratorio, en una nevera portátil con placas de hielo que permitieron mantener las condiciones de frío, provocando la ralentización del desarrollo larvario, y evitando así, por ejemplo, el paso de las larvas L4 a la fase de pupa, lo que dificultaría posteriormente su identificación a nivel de especie.

Paralelamente, se llevó a cabo el estudio *in situ* de los parámetros físico-químicos del cuerpo de agua del que se obtuvo la muestra. Se determinaron valores de pH (en un rango de valores entre 0 y 14), temperatura (en un rango entre 0 y 100°C), potencial RedOx (mV), conductividad eléctrica (en un rango entre 0 y 1000 mS/cm), salinidad (entre 0 y 70‰), solutos en disolución (TDS) (entre 0 y 100 g/l) y oxígeno disuelto (en unidades de porcentaje y ppm) mediante el empleo de instrumental portátil multiparamétrico modelo *Consort-C562*, con una sonda combinada para pH, temperatura y potencial RedOx, una segunda sonda para conductividad eléctrica, salinidad y TDS, y una tercera para el oxígeno disuelto. Los valores de salinidad fueron calculados de forma automática por el instrumental, basándose en el *Extended Practical Salinity Scale* de 1978. Para el estudio de dichos parámetros, las sondas se introdujeron en la colección de agua muestreada hasta la estabilización de la medida y, tras la lectura y correcta anotación de los valores, se realizó una limpieza de cada una de las sondas con agua destilada. El estudio de la turbidez de cada uno de los cuerpos de agua muestreados se realizó mediante la utilización de un turbidímetro digital portátil modelo *Eutech TN-100*, con un rango



de valores entre 0 y 1000 NTU. Por último, la determinación de los parámetros ambientales (temperatura y humedad ambiental) se realizó con un analizador H560 *DewPoint Pro*, situándolo sobre el biotopo hasta su estabilización.

Siendo la salinidad un importante parámetro para la caracterización del medio hídrico en otros estudios larvarios de mosquitos, se clasificaron las aguas según su salinidad siguiendo los criterios de López Sánchez (1989), estableciendo cinco categorías:

1. Dulces o hiposalinas: 0,00 – 0,49 g/l
2. Oligosalobres: 0,5 – 4,99 g/l
3. Salobres: 5,00 – 15,99 g/l
4. Polisalobres: 16,00 – 39,99 g/l
5. Saladas o hipersalinas: > 40,00 g/l

Se realizó, además, la tipificación de cada punto de muestreo mediante el estudio de las variables cualitativas de cada uno de ellos, empleando una plantilla de procesado de datos elaborada para tal fin (**figura 75**), diseñada con el objetivo de obtener la mayor información posible en función a las condiciones que mejor se adapten en cada uno de los casos. De esta manera, se registraron los parámetros referentes a la localización y posición del punto de muestreo, la antropización del medio, características del hábitat larvario, morfometría, tipo de sustrato, tipo de ambiente y vegetación, nivel de insolación, etc.

Por último, todos los emplazamientos muestreados fueron georreferenciados mediante el uso de un dispositivo GPS portátil modelo *Garmin Oregon 650*, obteniendo de forma precisa las coordenadas en formato UTM (*Universal Transverse Mercator*) datum WGS84, así como la altitud (m) de cada uno de los puntos visitados, lo que facilitó su localización en posteriores visitas, pues los

Nº MUESTRA _____ FECHA: ____/____/20____ H₀ _____ H_r _____

COLECTORES: _____

COORDENADAS UTM GPS ETRS89

HUSO _____ X _____ Y _____ ALTITUD: _____ m

MUNICIPIO: _____ (_____)

OBSERVACIONES: _____

Físicoquímica

Tª AGUA _____ °C PH _____ TDS _____ g/l

Tª AMBIENTE _____ °C REDOX _____ mV TURBIDEZ _____ NTUs

HUMEDAD AMBIENTE RELATIVA _____ % CONDUCT _____ mS/cm OXÍGENO DIS. _____ %

SALINIDAD _____ g/l _____ ppm

AMBIENTAL

<p>AMBIENTE GENERAL</p> <p><input type="checkbox"/> ARROZAL <input type="checkbox"/> ARROYO <input type="checkbox"/> BARRANCO</p> <p><input type="checkbox"/> BOSQUE:</p> <p><input type="radio"/> CADUCIFOLIO <input type="radio"/> CONÍFERO</p> <p><input type="radio"/> HÚMEDO <input type="radio"/> PERENNE</p> <p><input type="checkbox"/> CANALIZACIÓN</p> <p><input type="checkbox"/> DESEMBOCADURA FLUVIAL <input type="checkbox"/> EMBALSE</p> <p><input type="checkbox"/> ESCORRENTÍA <input type="checkbox"/> HUERTA <input type="checkbox"/> JARDÍN</p> <p><input type="checkbox"/> LAGUNA <input type="checkbox"/> MARJAL <input type="checkbox"/> PANTANO</p> <p><input type="checkbox"/> PARQUE <input type="checkbox"/> PASTIZAL <input type="checkbox"/> PRADO</p> <p><input type="checkbox"/> PLANTACIÓN <input type="checkbox"/> PLAYA COSTERA</p> <p><input type="checkbox"/> RECIPIENTE ARTIFICIAL <input type="checkbox"/> RÍO</p> <p><input type="checkbox"/> VERTIDO <input type="checkbox"/></p>	<p>HÁBITAT LARVARIO</p> <p><input type="checkbox"/> ABREVADERO <input type="checkbox"/> ACEQUIA <input type="checkbox"/> BALSA RIEGO</p> <p><input type="checkbox"/> BAÑERA <input type="checkbox"/> BIDÓN <input type="checkbox"/> BEBEDERO <input type="checkbox"/> CANAL</p> <p><input type="checkbox"/> CAUCE ESTANCADO <input type="checkbox"/> CHARCA <input type="checkbox"/> CHARCO</p> <p><input type="checkbox"/> DENDROTELMA <input type="checkbox"/> FUENTE <input type="checkbox"/> IMBORNAL</p> <p><input type="checkbox"/> LAGO <input type="checkbox"/> LAGUNA <input type="checkbox"/> LAVADERO</p> <p><input type="checkbox"/> MANANTIAL <input type="checkbox"/> OQUEIDAD SOBRE SUSTRATO</p> <p><input type="checkbox"/> PISCINA <input type="checkbox"/> POZA <input type="checkbox"/> POZO <input type="checkbox"/> REMANSO</p> <p><input type="checkbox"/> SURGENCIA <input type="checkbox"/> ZANJA</p> <p><input type="checkbox"/> RECIPIENTE ARTIFICIAL DE:</p> <p><input type="radio"/> PLÁSTICO</p> <p><input type="radio"/> METAL</p> <p><input type="radio"/> HORMIGÓN/CEMENTO</p> <p><input type="radio"/> CAUCHO/GOMA (<i>neumática</i>)</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>VEGETACIÓN ACUÁTICA</p> <p><input type="checkbox"/> AUSENTE <input type="checkbox"/> AÉREA</p> <p><input type="checkbox"/> ALGAS <input type="checkbox"/> SUMERGIDA</p> <p><input type="checkbox"/> SUPERFICIAL <input type="checkbox"/></p>
<p>AMBIENTE ACUÁTICO</p> <p><input type="checkbox"/> CONTAMINADO <input type="checkbox"/> ESTANCADO</p> <p><input type="checkbox"/> LÉNTICO <input type="checkbox"/> LIMPIO</p> <p><input type="checkbox"/> LÓTICO <input type="checkbox"/> PERMANENTE</p> <p><input type="checkbox"/> SEMIPERMANENTE <input type="checkbox"/> TEMPORAL</p> <p><input type="checkbox"/> TURBIO <input type="checkbox"/></p>	<p>NIVEL ANTRÓPICO</p> <p><input type="checkbox"/> RURAL <input type="checkbox"/> SALVAJE</p> <p><input type="checkbox"/> URBANO <input type="checkbox"/></p>	<p>TIPO DE SUSTRATO</p> <p><input type="checkbox"/> ARENOSO <input type="checkbox"/> ARTIFICIAL</p> <p><input type="checkbox"/> CENAGOSO <input type="checkbox"/> ROCOSO</p> <p><input type="checkbox"/> VEGETAL</p> <p><input type="radio"/> ALTA (>30 cm)</p> <p><input type="radio"/> MEDIA (15-30 cm)</p> <p><input type="radio"/> BAJA (<30 cm)</p> <p><input type="checkbox"/></p>
<p>TERRENO Y POSICIÓN</p> <p><input type="checkbox"/> ARTIFICIAL <input type="checkbox"/> COLINA</p> <p><input type="checkbox"/> CUEVA <input type="checkbox"/> LLANURA</p> <p><input type="checkbox"/> MESETA <input type="checkbox"/> MONTAÑA</p> <p><input type="checkbox"/> VALLE <input type="checkbox"/></p>	<p>MORFOMETRÍA</p> <p><input type="checkbox"/> AMPLITUD _____ cm</p> <p><input type="checkbox"/> LONGITUD _____ cm</p> <p><input type="checkbox"/> SUPERFICIE _____ cm²</p> <p><input type="checkbox"/> PROFUNDIDAD:</p> <p><input type="radio"/> SOMERO (<40 cm)</p> <p><input type="radio"/> PROFUNDO (>40 cm)</p>	<p>TIPO DE DÍA</p> <p><input type="checkbox"/> LLUVIA</p> <p><input type="checkbox"/> NIEBLA</p> <p><input type="checkbox"/> NIEVE</p> <p><input type="checkbox"/> NUBLADO</p> <p><input type="checkbox"/> SOLEADO</p>
		<p>INSOLACIÓN</p> <p><input type="checkbox"/> TOTAL</p> <p><input type="checkbox"/> PARCIAL</p> <p><input type="checkbox"/> NULA</p>
		<p>FLUJO HÍDRICO:</p> <p><input type="checkbox"/> NULO</p> <p><input type="checkbox"/> BAJO</p> <p><input type="checkbox"/> MODERADO</p> <p><input type="checkbox"/> FUERTE</p>
		<p>PENDIENTE:</p> <p><input type="checkbox"/> NULO</p> <p><input type="checkbox"/> BAJA</p> <p><input type="checkbox"/> MODERADA</p> <p><input type="checkbox"/> FUERTE</p>
		<p>ESTADO DESARROLLO:</p> <p><input type="checkbox"/> ADULTOS <input type="checkbox"/> LARVAS <input type="checkbox"/> PUPAS</p>

FOTOGRAFÍAS _____

Culicidae Navículas Pupas _____ NIVEL 0 1 2 3

Aedes L1 L2 L3 L4 Adultos _____ NIVEL 0 1 2 3

Culex L1 L2 L3 L4 Adultos _____ NIVEL 0 1 2 3

Culiseta L1 L2 L3 L4 Adultos _____ NIVEL 0 1 2 3

Simuliidae Larvas Pupas Adultos _____ NIVEL 0 1 2 3

Anopheles L1 L2 L3 L4 Adultos _____ NIVEL 0 1 2 3

Figura 75. Plantilla elaborada para la recolección “in situ” de datos cualitativos en los puntos de muestreo visitados.



muestreos se repitieron con una periodicidad estacional. Asimismo, se tomaron fotografías del ambiente general y del biotopo concreto en cada localización.

3.3.2 Trabajo de laboratorio

Una vez en el laboratorio, se comprobó el estado de cada una de las muestras recolectadas. Los ejemplares en estado de desarrollo larvario L4 fueron separados para proceder a su posterior identificación, mientras que, aquellos en estados de desarrollo más tempranos (huevos, navículas y larvas L1-L3) se trasladaron a cámaras de cría *Ibertex* de aire forzado, permaneciendo a una temperatura constante de 25°C y una humedad relativa (HR) del 65%, hasta alcanzar el estado L4 deseado. De igual forma, las pupas fueron trasladadas a dichas cámaras hasta la eclosión del adulto.

La determinación específica de los ejemplares recolectados en los muestreos se llevó a cabo mediante el estudio de la anatomía, morfología y morfometría larvaria, realizando un análisis taxonómico mediante la utilización de un microscopio estereoscópico modelo *Leica Wild10*, siguiendo criterios taxonómicos reconocidos por otros autores (Encinas Grandes, 1982; Darsie & Saminadou Voyadjoglou, 1997; Romi *et al.*, 1997; Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

Para llevar a cabo dicho estudio taxonómico, las larvas L4 fueron sacrificadas mediante su introducción en agua destilada a una temperatura de 60°C durante un periodo de 5 segundos, evitando el encogimiento y distorsión de las mismas. A continuación, se introdujeron en una solución de hidróxido de potasio (KOH) 5% para la eliminación de sustancias grasas y cuerpos fúngicos, provocando

también la transparencia de la musculatura, que facilitó su posterior examinación bajo el microscopio. Este baño en KOH se realizó bien a 90°C de temperatura durante 10 minutos, o bien a temperatura ambiente durante 8 horas. Al finalizar, los ejemplares fueron introducidos en una solución de ácido acético (CH₃COOH) 1M durante 5 minutos con el fin de eliminar el exceso de solución cáustica, neutralizando el líquido y evitando que los compuestos químicos sigan actuando sobre los tejidos de las larvas. Finalmente se procedió a la deshidratación de los ejemplares, realizando baños de 30 minutos de duración en un gradiente de alcoholes etílicos de 50°, 70°, 80° y 96° sucesivamente (Becker *et al.*, 2010).

La conservación de las larvas se realizó en alcohol etílico 96°, con excepción de aquellos casos en los que fue necesario un análisis más minucioso de determinadas estructuras corporales, siendo necesario el montaje del ejemplar en un sistema portaobjetos/cubreobjetos para su observación bajo el microscopio óptico compuesto modelo *Leica DM2500*. Para ello, los ejemplares fueron sometidos a un baño de isopropanol (C₃H₈O) durante 30 minutos, seguido de un segundo baño de igual duración en xileno (C₈H₁₀). Para permitir la disposición plana de la larva sobre el portaobjetos, es necesario separar el sifón y el segmento anal del resto del cuerpo, pues forman un ángulo con la parte dorsal y ventral del abdomen que lo impide. Se realizó entonces un corte entre los segmentos abdominales séptimo y octavo, lo que permitió colocar estos últimos segmentos de forma perpendicular al resto del cuerpo sobre el medio de montaje utilizado, *Eukitt*. Para finalizar, se colocó el cubreobjetos y se dejó secar (Becker *et al.*, 2010).

Todo material identificado fue correctamente etiquetado y almacenado, pasando a formar parte de la Colección Entomológica de la Universitat de València (Estudi General). De igual forma, todos los datos recogidos, tanto en campo como



en laboratorio, cuantitativos y cualitativos, se almacenaron en una base de datos para facilitar su manejo. manejo.

3.3.3 Mapas y figuras

Todos los datos obtenidos mediante GPS son recogidos y configurados para formar parte de una base de datos georreferenciada, para posteriormente ser procesada mediante aplicaciones de Sistema de Información Geográfica (SIG), concretamente utilizamos la versión 10.5 de ArcGIS. Esto nos permite la elaboración de mapas de incidencia a partir de la implementación de esta base de datos con la cartografía base suministrada por diferentes nodos de la IDEE-IDEV (Infraestructura de Datos Espaciales de España e Infraestructura Valenciana de Datos Espaciales). Integrando ambas fuentes de información, podemos representar las zonas de influencia de las distintas especies de interés en el área de estudio, y comprobar las zonas de población humana afectadas.

Para conocer las zonas de influencia de las distintas especies sobre la población humana, se parte de los datos georreferenciados contenidos en la base de datos, además del área de dispersión de cada una de estas especies. Este área de dispersión queda clasificado en 3 niveles, en función del mínimo de la distancia máxima de vuelo, la distancia media de vuelo, y la distancia máxima de vuelo de cada especie.

3.4 Caracteres morfológicos y quetotáticos para la determinación taxonómica

Son muchos los trabajos elaborados que tratan la morfología descriptiva de los mosquitos, destacando algunos como Martini, 1931; Carpenter & Lacasse, 1955; Senevet & Andarelli, 1956-59; Rioux, 1958; Snodgrass, 1959; Stone *et al.*, 1959; Belkin, 1962; Marshall, 1966; Mohrig, 1969; Gutsevich *et al.*, 1974 y Knight & Stone, 1977 entre otros. Se hace referencia, a continuación, a características de la morfología externa larvaria, utilizando para ello el glosario de términos publicado por Harbach & Knight (1980) bajo el título "*Taxonomists' Glossary of Mosquito Anatomy*", así como su corrección, publicada en el año 1981 por los mismos autores (Harbach & Knight, 1981), evitando de esta forma posibles confusiones debido a la variedad de interpretaciones morfológicas de las diferentes estructuras estudiadas.

El cuerpo de las larvas de mosquito se encuentra dividido en tres tagmas bien diferenciados: cabeza, tórax y abdomen. La combinación de una serie de caracteres presentes en estos tagmas permite distinguir las larvas de los mosquitos de las de otros dípteros. Estos caracteres son: la presencia de cepillos en el labro, salvo en aquellas larvas correspondientes a especies depredadoras; la presencia de un tórax expandido y, por último, la presencia de sifón, una estructura respiratoria de morfología cilíndrica o tubular situada dorsalmente en el octavo segmento del abdomen, presente en todos los géneros excepto en *Anopheles*, *Bironella* y *Chagasia*.



3.4.1 Quetotaxia

Las larvas, en su estado de desarrollo más avanzado, presentan un total de 222 pares de sedas que ornamentan todo su cuerpo (Forattini, 1996). La posición y estructura intrínseca de cada una de ellas suponen importantes características taxonómicas. Se caracterizan por presentar una enorme variabilidad morfológica, pues se pueden encontrar desde sedas simples a ampliamente ramificadas o especializadas (**figura 76**). Dada su importancia, se describen a continuación los principales tipos de sedas:

Las sedas **simples** presentan una única rama principal cilíndrica y atenuada en la zona apical, mientras que las **aciculadas** se caracterizan por presentar un tallo principal con ramificaciones laterales secundarias muy cortas y débilmente marcadas. Las sedas **pinnadas o plumosas** presentan una serie de ramificaciones laterales a intervalos regulares cuya longitud se reduce a medida que se aproximan al ápice de la seda. Las sedas **lateralmente ramificadas** son una variación de éstas cuyas ramificaciones son solamente observables en uno de los lados de la seda. Las **pectinadas o en forma de penacho** presentan un tallo principal de ápice engrosado que se divide en varias ramas.

Las sedas **ramificadas** presentan un tallo principal corto que rápidamente se divide en dos o más ramificaciones de longitud similar, sin que ninguna de ellas pueda identificarse como la prolongación del tallo principal; la seda ramificada sin tallo principal aparente que queda dividida prácticamente desde su base en varias ramificaciones similares recibe el nombre de **tuff** o **brocha**. Otro tipo de sedas son las denominadas sedas **estrelladas**, caracterizadas por poseer un tallo basal extremadamente corto y cuyas ramificaciones radian desde el mismo en diferente ángulo. Las denominadas sedas **dendriformes** se caracterizan por poseer varios

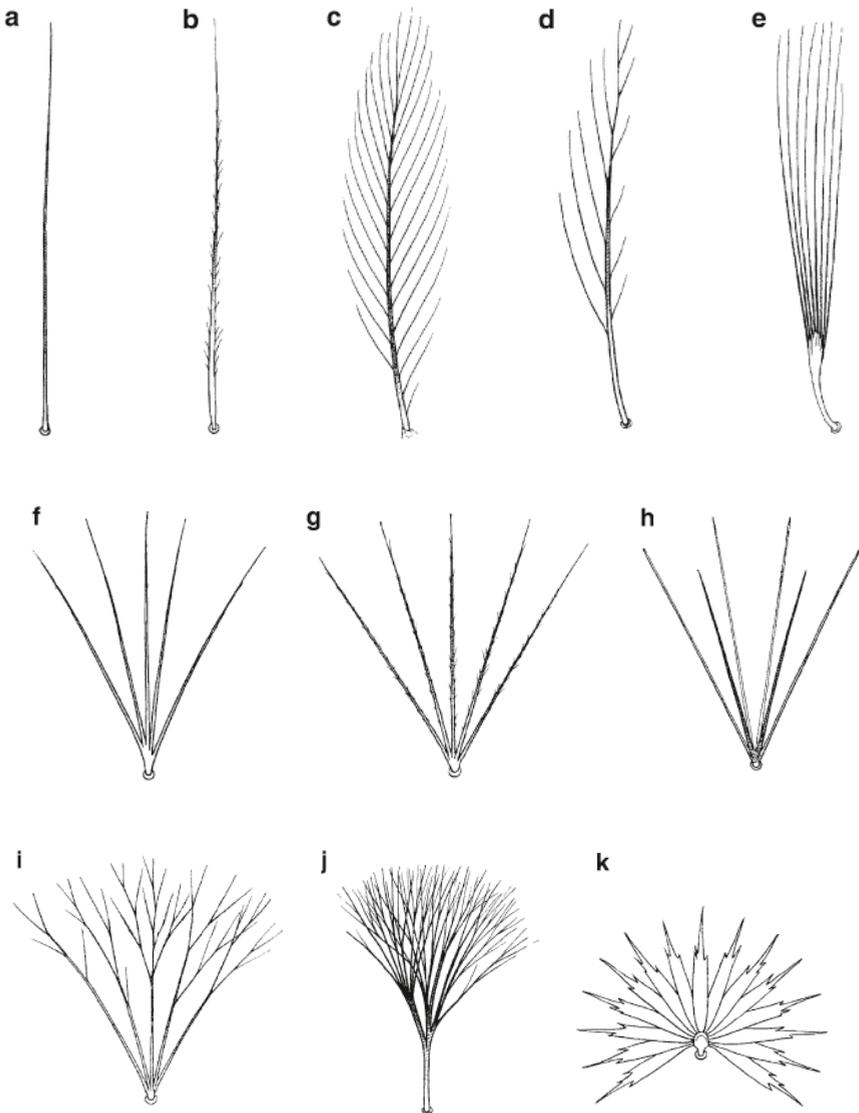


Figura 76. Tipos de sedas larvárias: a) simple, b) aciculada, c) pinnada o plumosa, d) lateralmente ramificada, e) pectinada o en forma de penacho, f) y g) ramificadas, h) estrellada, i) y j) dendriformes, k) palmeada (Becker *et al.*, 2010).

tallos ramificados y subdivididos a su vez en ramas secundarias, otorgándolas un aspecto arborescente.



Por último, las sedas **palmeadas o palmitos**, características de los géneros *Anopheles*, *Bironella* y *Chagasia*, pues únicamente se observan en los segmentos abdominales de las larvas pertenecientes a las especies de dichos géneros. Estas sedas presentan un tallo corto que se ramifica en varias ramas de morfología aplanada en forma de hoja. El número, forma y dibujo marginal de estas ramificaciones es muy variable en función de la especie considerada, lo que las otorga un valor taxonómico muy importante.

Sobre la quetotaxia corporal larvaria, es importante mencionar que cada una de estas estructuras tegumentarias recibe una nomenclatura específica, de forma que, para denominar una seda cualquiera, se le otorga un número arábigo que indica su orden, al que sigue una letra correspondiente a la inicial del órgano, segmento o tagma en el que se encuentra. De esta forma, la seda 1-A corresponderá a la seda número 1 de la antena, la seda 1-C a la seda número 1 de la cabeza, la seda 1-P a la seda número 1 del protórax, y así sucesivamente para el resto de sedas de cada tagma. Dispuestas en pares simétricos, existe un orden determinado para denominar cada una de ellas, empezando siempre por el par más cercano a la línea media dorsal y terminando por el más cercano a la línea media ventral.

3.4.2 Tagmas corporales

3.4.2.1 Cabeza

La cabeza está formada por una estructura compacta denominada cápsula cefálica, completamente esclerotizada. A pesar de que esta región cefálica es muy similar en las larvas de Culicinae y Anophelinae, tanto en composición como a nivel

estructural, existen diferencias notables entre ambos grupos (**figura 77**). Pese a que la ratio proporcional varía en función de las especies consideradas, las larvas de la mayoría de las especies de culicinos poseen una cabeza más ancha que larga, mientras que la cabeza de los anofelinos es más larga que ancha.

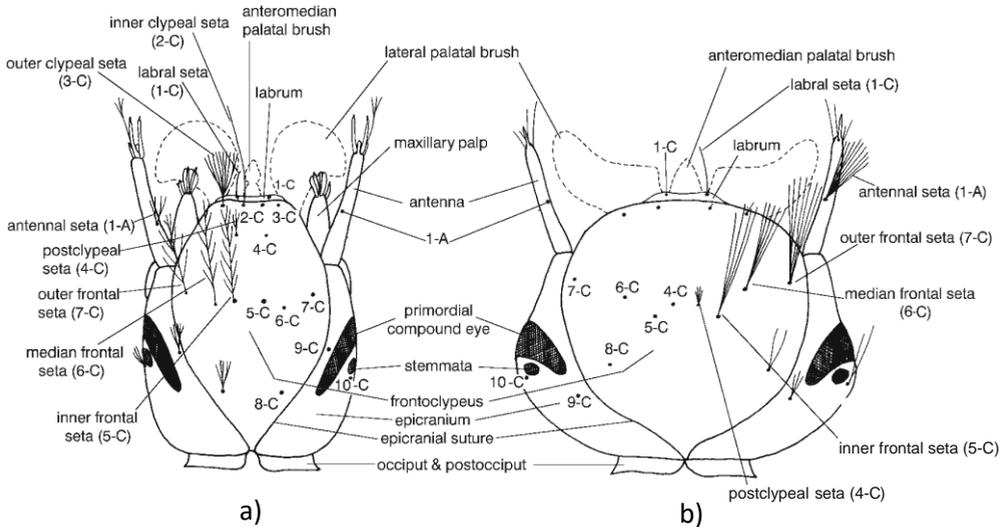


Figura 77. Morfología general y quetotaxia, en vista dorsal, de la cabeza de las larvas de: a) Anophelinae y b) Culicinae. Imagen tomada de Becker *et al.*, 2010.

Hay que destacar la presencia de unas piezas bucales bien desarrolladas en estas larvas, aunque la mayoría carece de valor taxonómico importante. Entre ellas se distinguen el labro, cuya superficie ventral alberga los cepillos palatales laterales; las mandíbulas, las maxilas y el mentón, que es, en realidad, el labio modificado. Los palpos maxilares quedan anclados en un punto cercano a la base de cada una de las maxilas, estando mucho más desarrollados en anofelinos que en culicinos (Pucat, 1965; Dahl *et al.*, 1988; Clements, 1992; Dahl, 2000).

Ancladas a la región anterolateral de la cabeza se encuentran las antenas, un par de apéndices sensoriales que varían en tamaño y forma según el género del



que se trate. Así, pueden ser más cortas o más largas que la cabeza, presentar o no curvatura y estar o no articuladas en su porción terminal. Constan de un total de seis sedas, teniendo la posición de la 1-A un importante carácter taxonómico, igual que ocurre con la ornamentación tegumentaria, que puede variar desde un tegumento liso hasta uno recubierto de espinas.

En este primer tagma se encuentran también dos pares de ojos. El primer par se trata de unos ojos compuestos situados en posición lateromedial, sobre las placas epicraneales, que darán lugar a los ojos compuestos del imago tras la metamorfosis. El segundo par son unos ojos larvarios simples en posición posterior a los anteriormente descritos.

Las larvas de los culícidos constan de un total de 18 pares simétricos de sedas en su cabeza, nominadas de 0-C a 17-C. No todas ellas tienen el mismo valor taxonómico, siendo las más importantes las situadas en el frontoclípeo, nominadas de 2-C a 7-C. Si bien, la seda 1-C, que nace de forma prominente en el labro, también es utilizada para la clasificación taxonómica de los mosquitos en estado larvario.

3.4.2.2 Tórax

El segundo tagma recibe el nombre de tórax y es la región corporal larvaria más prominente (**figura 78**), la cual crece en tamaño de forma proporcional a la cabeza durante el desarrollo de los distintos estados larvarios, siendo mucho más aparente antes de la pupación.

Tanto en las larvas como en los imagos, el tórax se encuentra integrado por tres segmentos, denominados protórax, mesotórax y metatórax. Dichos segmentos

se encuentran totalmente fusionados entre sí, permitiendo únicamente su diferenciación atendiendo al nacimiento de los grupos de sedas que presenta cada uno de ellos. Las larvas de los culícidos presentan 42 pares de sedas torácicas, que se nominan de 0-P a 14-P en el protórax, de 1-M a 14-M en el mesotórax, y de 1-T a 13-T en el metatórax. La mayoría de estas sedas poseen valor taxonómico, no obstante, los pares más empleados para su clasificación, gracias a la combinación con otros caracteres morfológicos, son las sedas de la 1-P a la 3-P, aunque esto dependerá de la especie de la que se trate.

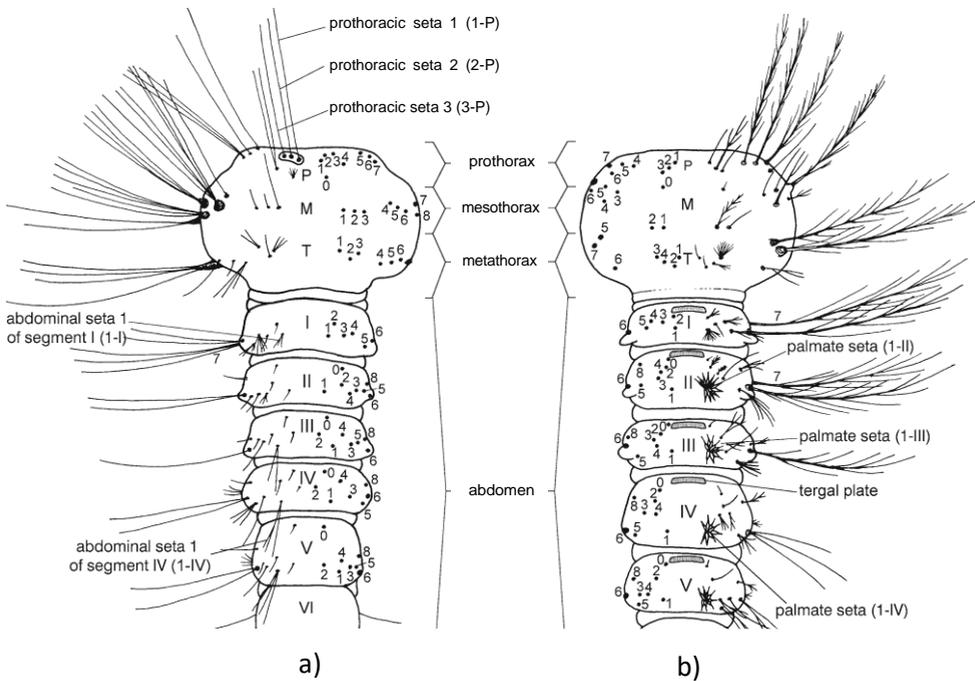


Figura 78. Morfología y quetotaxia, en vista dorsal, del tórax y el abdomen de: a) Culicinae y b) Anophelinae. Imagen tomada de Becker *et al.*, 2010.



3.4.2.3 Abdomen

El abdomen es el tagma posterior del cuerpo (**figura 78**). Está formado por un total de diez segmentos similares entre sí, a excepción de los tres últimos, que presentan estructuras especializadas.

El segmento abdominal VIII consta de los espiráculos respiratorios, única abertura del sistema respiratorio metapnéustico, localizados en posición dorsal sobre la superficie del segmento. Los culicinos presentan un órgano respiratorio alargado de morfología tubular que recibe el nombre de sifón, en cuyo extremo se hayan situados estos espiráculos (**figura 79**). Tanto la morfología general del sifón (corto, alargado, cilíndrico, cóncavo, convexo, recto...) como el índice sifónico, definido como la relación entre la longitud y la anchura del sifón (variable entre valores inferiores a 2,0 y mayores de 7,0), son caracteres empleados en la discriminación específica de muchos culicinos. A pesar de la demostrada utilidad del índice sifónico a la hora de clasificar las diferentes especies de mosquitos, hubo cierta controversia sobre los puntos a partir de los cuales realizar las mediciones. Belkin (1962) y Harbach & Knight (1980) proponían medir la anchura del sifón en la zona media del mismo, lo que en muchas ocasiones resultaba difícil y subjetivo, por lo que Gutsevich *et al.* (1974) y Forattini (1996), con el fin de eliminar este problema, propusieron realizar la medida desde la base del sifón, criterio que se mantiene en la actualidad.

Otra estructura sifónica a mencionar es el denominado *pecten* o peine del sifón, consistente en una fila de espinas robustas o “dientes” esclerotizados, localizados en cada una de las caras ventrolaterales en la parte basal del sifón. La distribución, forma y extensión del *pecten* son caracteres con un gran valor taxonómico.

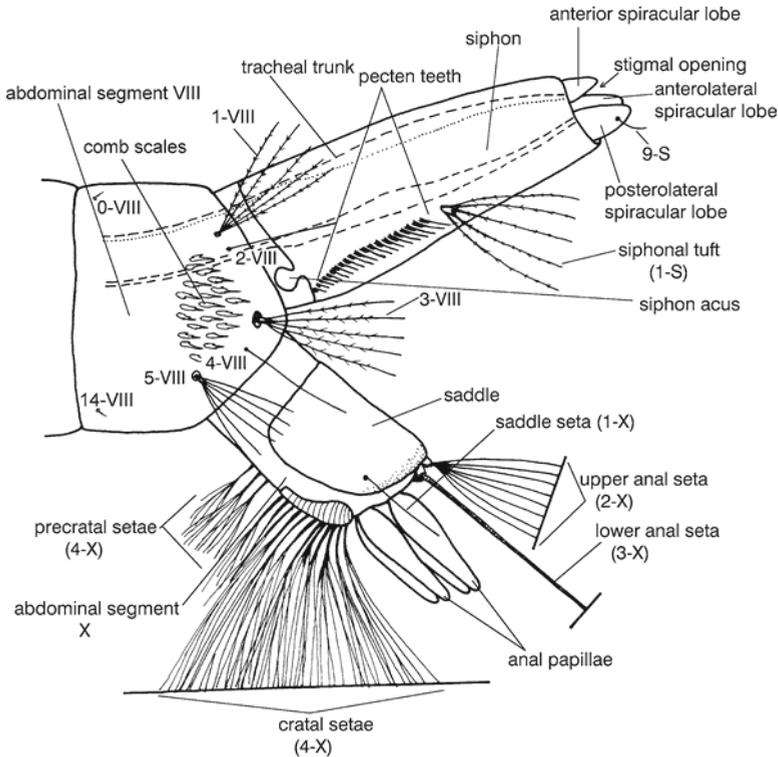


Figura 79. Morfología y quetotaxia, en vista lateral, de los últimos segmentos abdominales larvarios – Culicinae. Imagen tomada de Becker *et al.*, 2010.

En el caso de los anofelinos, el sifón se encuentra reducido a la placa espiracular, por lo que se considera ausente en muchos casos (**figura 80**).

Además de estas estructuras respiratorias, este segmento abdominal VIII consta de una agrupación de espinas bien desarrolladas a cada uno de sus lados, cuyo valor taxonómico permite diferenciar algunas especies entre los géneros *Aedes* y *Culex*, ya sea por su distribución (amalgamadas o en líneas diferenciadas), su número (variable entre 5 y más de 100) o su ornamentación ultraestructural (lisas, serradas o estriadas).

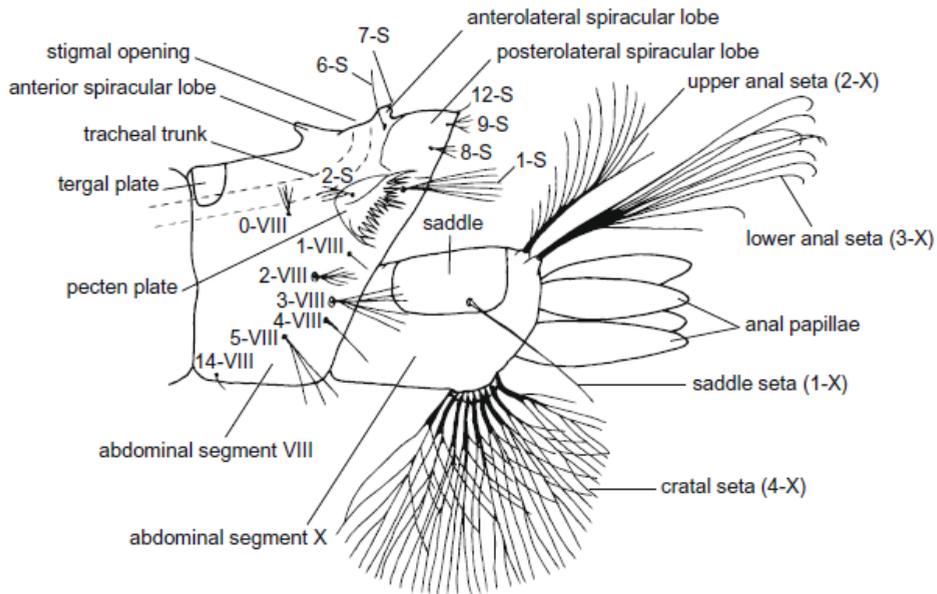


Figura 80. Morfología y quetotaxia, en vista lateral, de los últimos segmentos abdominales larvarios – Anophelinae. Imagen tomada de Becker *et al.*, 2010.

El segmento abdominal IX ha sufrido un proceso de reducción, conservándose presente, en algunas especies, en forma de anillo remanente previo al segmento X, del que no puede distinguirse morfológicamente; o bien llegando al punto de desaparecer en el caso de otras especies, como en *Ur. unguiculata*.

El segmento X, también denominado segmento anal, es el último de los segmentos abdominales de las larvas de mosquito. El más estrecho con respecto a todos los segmentos anteriores, y localizado formando un ángulo junto al segmento VIII. En este segmento X se encuentra una estructura denominada silla, que se trata de una placa curva y esclerotizada, localizada en posición dorsal, que puede extenderse lateralmente hasta cubrir prácticamente la totalidad de la superficie del segmento. La configuración de la silla respecto al segmento X, así como la presencia

o ausencia de espinas en su margen posterior, constituyen elementos taxonómicos que permiten la clasificación de las larvas en su cuarto estado larvario.

En este último segmento también se encuentran las denominadas brochas cratales, situadas en posición ventral, con todas sus sedas en forma de penacho, adaptadas a potenciar y facilitar los movimientos natatorios. Los anofelinos presentan todas sus brochas cratales ancladas al segmento mediante una placa filamentosa esclerotizada, sin embargo, los culicinos pueden presentar algunas de estas brochas implantadas fuera de esta placa, pasando así a denominarse brochas precratales, cuyo número es una importante característica taxonómica para varias especies del género *Aedes*.

Al final del segmento anal se encuentran las papilas anales, dos pares de estructuras papiliformes y flexibles que rodean el ano y cumplen una función osmorreguladora. Tanto la forma como la longitud de las papilas anales varía de forma considerable dependiendo de la especie considerada, en función de las características físico-químicas del cuerpo hídrico en el que se desarrollan las larvas, siendo la salinidad del agua el factor fundamental de su configuración y morfología.

En cuanto a la quetotaxia abdominal, igual que ocurre en el resto de tagmas, la nomenclatura se realiza citando en primer lugar el número arábigo de orden de la seda, seguido del número del segmento al que pertenece; así, por ejemplo, la seda 2-VI hace referencia a la seda número 2 del sexto segmento abdominal.

El segmento I presenta un total de 13 pares de sedas, mientras que los segmentos del II al VII presentan 15 pares, de los que muy pocos tienen valor taxonómico. Sin embargo, en los anofelinos no ocurre lo mismo, pues la seda I de cada segmento abdominal presenta un importante valor taxonómico en función del



número de los segmentos en los que esta seda está presente de forma palmeada. La seda posterior a dicha palmeada juega también un papel importante en la discriminación de algunos complejos multiespecíficos del género *Anopheles*.

Dentro del segmento abdominal VIII, cabe destacar la presencia de una seda simple o un penacho de sedas, nominada como 1-S, que se localiza en cada una de las caras ventrales o laterales del sifón, cuya posición y longitud con respecto a este, el número de sedas que conforman el penacho, etc., son características que poseen un elevado valor taxonómico.

Por último, el segmento anal consta de cuatro pares de sedas, nominadas de la 1-X a la 4-X, naciendo la primera de ellas en el margen posterior de la silla, y cuya longitud presenta un valor taxonómico de peso.

3.5 Análisis de datos

Obtenidos los datos de abundancias de las distintas especies de mosquitos capturadas durante la realización de la presente tesis doctoral, así como de las distintas variables físico-químicas y ambientales de los distintos biotopos en los que se realizaron las capturas, se procedió a la realización de los análisis estadísticos y a la elaboración de los diagramas que nos permitirán tener un mayor conocimiento acerca de estas especies. Dichos análisis han sido realizados con el software libre R versión 4.2.0 a través del entorno de desarrollo integrado (IDE) RStudio (RStudio Team, 2015).

RStudio permite un manejo sencillo de R, el lenguaje de programación diseñado para realizar análisis estadísticos y gráficos (González Gouveia, 2019). R es uno de los lenguajes más utilizados en investigación, pues permite el uso de una gran variedad de paquetes, con funciones de cálculo y gráficos muy diversos, que posibilitan la realización de una gran variedad de análisis diferentes. Dado que R es un proyecto abierto y colaborativo, los usuarios pueden elaborar y publicar sus propios paquetes, quedando disponibles en un repositorio oficial para el resto de usuarios (Ihaka & Gentleman, 1996).

3.5.1 Análisis de las variables ambientales y físico-químicas

Una de las primeras cuestiones a las que se debe hacer frente a la hora de analizar los datos, es la falta de valores de algunas de las variables debido a acontecimientos inesperados, como el mal funcionamiento o la avería del instrumental que permite la medición de los parámetros físico-químicos del agua. Estos datos perdidos quedan registrados en nuestra base de datos como celdas



vacías, a las que posteriormente la hoja de cálculo asignará el valor cero debido a la ausencia de datos, lo que puede provocar distorsiones en el análisis.

Frente a esta situación se presentan varias opciones:

- a) Realizar una estimación de los valores perdidos;
- b) sustituir el valor perdido por el valor promedio de la variable correspondiente;
- c) estimar los valores a partir de los de otras variables con los que están fuertemente correlacionadas;
- d) eliminar los datos, bien de toda una variable, o bien de todas las muestras que presenten valores perdidos.

Se opta, en primer lugar, por realizar una estimación de los valores perdidos a partir de los valores de las variables correlacionadas y, en segundo lugar, por la eliminación de las muestras que siguen presentando valores perdidos, puesto que éstos ya son escasos y supone la pérdida de un número muy pequeño de muestras.

Solucionada la cuestión de los datos perdidos, se procede con el análisis estadístico de los datos. Para ello se crea una matriz formada por los puntos de muestreo y los datos de las variables ambientales y físico-químicas obtenidos en cada uno de ellos durante los distintos muestreos. Utilizando esta matriz de datos, se realiza, en primer lugar, un Análisis de Correlación para saber cuáles de las variables ambientales y físico-químicas son independientes y, en segundo lugar, un Análisis de Componentes Principales (PCA, de las siglas en inglés de *Principal Component Analysis*) con el fin de estudiar la semejanza entre los puntos de muestreo en relación a dichas variables.

Se explican a continuación los distintos análisis empleados para el estudio de las variables ambientales y físico-químicas.

3.5.1.1 Análisis de Correlación

El Análisis de Correlación consiste en un procedimiento estadístico para determinar si dos variables están relacionadas o no. El resultado del análisis, en caso de haber más de dos variables, se puede presentar en forma de matriz de correlaciones. Es decir, correlaciona cada una de las variables ambientales y físico-químicas con cada una de las demás, otorgando coeficientes de correlación con valores comprendidos entre -1 y 1, de forma que un valor cero indicará que las variables estudiadas son independientes, un valor de 1 indica una correlación positiva entre las dos variables, es decir, el incremento de la magnitud de la primera variable conlleva el aumento de su pareja, y un valor de -1 indica una correlación negativa entre las variables, si los valores de la primera variable aumentan, los de la segunda disminuyen. Los resultados de este análisis se representaron gráficamente con el uso del paquete *corrplot* (Wei & Simko, 2021).

3.5.1.2 Análisis de Componentes Principales

El PCA es una de las técnicas estadísticas multivariantes más populares y antiguas en el análisis de datos. Desarrollado por Karl Pearson en 1901, no fue hasta el año 1939 cuando Hotelling acuñó el término de *componente principal* (Abdi & Williams, 2010; Polanco Martínez, 2016).

El PCA es un tipo de transformación lineal aplicada a un conjunto de datos multivariantes habitualmente correlacionados entre sí, para convertirlos en un menor número de variables no correlacionadas y ortogonales entre sí, es decir, para expresar la información contenida en un conjunto de datos con un menor número de variables (Jolliffe, 2002; Wilks, 1995; Polanco Martínez, 2016). Estas nuevas



variables reciben el nombre de componentes, los cuales son desiguales respecto a la información que explican, habiendo componentes más informativos que otros, lo que nos permite realizar una selección y escoger los componentes de mayor información (los componentes principales), rechazando los de menor importancia (Lepš & Šmilauer, 2003).

El uso del PCA nos permite caracterizar los puntos de muestreo y ordenarlos en función a sus similitudes en cuanto a condiciones ambientales y físico-químicas, así como sintetizar la información, reduciendo el número de dimensiones o variables. Los resultados de este análisis se representan en gráficas mediante el uso del paquete *ggplot2* (Wickham, 2014). (Wickham, 2014).

3.5.2 Análisis de similitud de comunidades de larvas de especies de culícidos

Para realizar el análisis de similitud de los ensamblados de larvas de especies de culícidos, se utilizaron los datos de las abundancias de las especies y se creó una segunda matriz de datos, formada por los puntos de muestreo y los datos de abundancias de las distintas especies transformados logarítmicamente como $\log(x + 1)$. Sobre esta matriz de datos, se realizó un primer análisis exploratorio, que reveló la existencia de 4 puntos de muestreo singulares, que se diferencian del resto de puntos de muestreo en la composición de sus comunidades. Debido a que la presencia de estos puntos supone una violación de los supuestos para análisis ulteriores, se optó por la eliminación de los mismos, y calcular primeramente las distancias entre las comunidades de culícidos de cada par de puntos de muestreo singulares, utilizando el método de Bray-Curtis (1957). Sobre estos valores de distancias se realizaron los análisis que se explican a continuación.

3.5.2.1 Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico

El Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS, de las siglas en inglés de *Non Metric Multidimensional Scaling*) (Kruskal, 1964) es un enfoque de análisis de gradiente indirecto que produce una ordenación basada en una matriz de distancia o disimilitud, intentando representar, de la forma más fiel posible, la disimilitud por pares entre objetos en un espacio de baja dimensión (Buttigieg & Ramette, 2014). En este caso, se realiza un NMDS sobre los datos de distancias entre los ensamblados de especies de cada uno de los puntos de muestreo en los que se encontraron larvas de mosquitos, clasificándolos posteriormente en función de distintas variables categóricas que caracterizan los puntos de muestreo. Así, se estudió el nivel de antropización (con tres niveles: urbano, rural y salvaje) y biotopo (con 8 niveles: aguas corrientes, charcas, contenedor plástico, contenedor antrópico, imbornal, maceta, marjal y pozos). Para el análisis se utilizó la función *metaMDS* del paquete *vegan* de R (Oksanen *et al.*, 2017) y los resultados se representaron de forma gráfica mediante la función *ordispider* del mismo paquete para cada una de las variables categóricas.

3.5.2.2 PERMANOVA

Para estudiar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los ensamblados de culícidos agrupados según las variables categóricas indicadas en el apartado anterior, se utilizó un análisis PERMANOVA. Este es una versión multivariante del análisis de la varianza bajo un diseño aleatorizado con uno o más factores, en función de cualquier distancia entre las observaciones



(Anderson, 2005). De este método, que provee tres opciones de permutación (Belmonte, 2012), se ha utilizado la opción de permutación por defecto.

3.5.3 Caracterización de los ensamblados de especies de culícidos en función de las variables ambientales y físico-químicas de sus hábitats: Análisis de óptimos y tolerancias

Una vez analizados los datos de las variables ambientales y físico-químicas, y los datos de las abundancias, se enfrentan las dos matrices creadas con el fin de evaluar la similitud entre los ensamblados de larvas de las distintas especies de mosquitos capturadas y las variables ambientales y físico-químicas de los puntos en los que se capturaron. Para ello, se utiliza una técnica de análisis multivariante denominada Ordenación Constreñida (o Análisis de Gradiente Directo), para el cual hay dos alternativas: el Análisis Canónico de Correspondencias (CCA, de las siglas en inglés *Canonical Correspondence Analysis*), que se utiliza si la respuesta de las especies frente a las distintas variables ambientales se corresponde a curvas de tolerancia de tipo gaussiano; o el Análisis de Redundancias (RDA, de las siglas en inglés de *Redundant Discriminant Analysis*), que se utiliza cuando la respuesta de las especies es de tipo lineal. Para decidir cuál de los dos tipos de análisis utilizar, se determina primero la longitud de los ejes de ordenación con respecto a esas variables mediante un Análisis de Correspondencia Canónica sin Tendencia (DCCA, de las siglas en inglés *Detrended Cross-Correlation Analysis*). Como norma práctica, si el DCCA revela una longitud de los ejes superior a 3, permite que los análisis posteriores sobre los gradientes ecológicos se basen en CCA (Lepš & Šmilauer, 2003). Siendo éste el caso, se realizó un CCA. El rendimiento del modelo más

parsimonioso se evalúa a través de los valores ajustados del coeficiente de correlación (R^2).

3.5.3.1 Análisis Canónico de Correspondencias

El Análisis Canónico de Correspondencias (CCA) (Hotelling, 1933) es una técnica multivariante de ordenación que extrae ejes continuos de variación en relación a variables ambientales a partir de los datos de abundancia u ocurrencia de especies. El CCA ajusta un modelo predictivo en el que la matriz de especies por lugares se toma como matriz de variables respuesta, mientras que la matriz de variables ambientales y físico-químicas representa las explicativas. Esta técnica permite representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones la proximidad existente entre abundancias de las distintas especies de mosquitos condicionadas por las variables ambientales y físico-químicas.

Para detectar las variables ambientales que mejor explican la variabilidad en el conjunto de datos de abundancia por puntos de muestreo, se realiza un CCA de selección por pasos mediante la función *ordistep* del paquete *vegan* de R. Este análisis, con el que se aspira a encontrar el conjunto mínimo de variables que alcanza un valor próximo o igual de R^2 que el modelo completo (aquel que incluye todas las variables ambientales y físico-químicas registradas), permite eliminar las variables ambientales y físico-químicas sin interés y centrarnos en el examen de las relaciones entre las variables destacadas y los datos de abundancias de las especies de mosquitos.



3.5.3.2 Óptimos y tolerancias

Determinadas, mediante CCA, las variables ambientales y físico-químicas de mayor importancia para las distintas especies de mosquitos capturadas, se estiman los óptimos y tolerancias de dichas variables para cada especie mediante regresión por mínimos cuadrados ponderados.

Esta regresión estima el óptimo de una variable ambiental para una determinada especie en base al promedio ponderado de los valores de la variable de interés en los puntos en los que la especie está presente, utilizando los datos de abundancias relativas de las especies. La regresión toma la premisa de que cada especie tiene una respuesta gaussiana a cualquier variable ambiental dada, por lo que se puede calcular el óptimo y tolerancia de la especie como la moda y la desviación estándar del óptimo, respectivamente. respectivamente.

3.5.4 Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies son representaciones gráficas de la incorporación de nuevas especies en función del esfuerzo de muestreo. Al inicio del muestreo, la incorporación de especies se produce de forma rápida, por lo que la pendiente de la curva comienza siendo muy elevada y desciende a medida que avanza el muestreo, hasta llegar al momento en el que la pendiente de la curva toma el valor de cero, que corresponde, teóricamente, con el número total de especies que se pueden encontrar en la zona estudiada, con la metodología utilizada y durante el tiempo empleado (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

En la presente tesis doctoral, realizamos curvas de acumulación de especies a 3 niveles: a nivel global del estudio, lo que va a indicar si ha sido lo suficientemente exhaustivo; a nivel de biotopo, obteniendo una curva para cada tipo de biotopo, que permitirá conocer en cuáles de ellos el trabajo es suficientemente representativo, llegando a la saturación de especies o, si por el contrario, no se han detectado todas las especies esperadas y es preciso un mayor esfuerzo de muestreo; y por último, a nivel de municipio, con curvas de acumulación de especies para los distintos municipios estudiados, lo que puede ayudar a evaluar riesgos potenciales para la salud de sus habitantes.

3.5.5 Niveles e índices de diversidad

Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, acordado en la Cumbre Mundial de la Convención de la Biodiversidad el 5 de junio de 1992 en Río de Janeiro, se entiende por diversidad biológica o biodiversidad *la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas* (UNEP, 1992).

Se requieren, por tanto, herramientas metodológicas que permitan el estudio de organismos similares, recolectados en lugares con distintas características a nivel ambiental (Moreno, 2001). La separación de los componentes alfa (α), beta (β) y gamma (γ) resulta, así, de gran utilidad para comprender los cambios en la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje (Whittaker, 1972). De igual forma, el número de especies presentes en un determinado número de individuos o biomasa, representa una medida de



diversidad de gran utilidad (Kempton, 1979). Nuestro tamaño muestral viene determinado por la efectividad de la técnica *dipping* y el esfuerzo de muestreo, fijado en 30 minutos. Esta estandarización permite la comparación entre muestras.

3.5.5.1 Medida de la diversidad alfa (α)

La diversidad alfa, también denominada diversidad local, se define como la diversidad de especies dentro de una comunidad que se considera homogénea. Su medida se establece por la riqueza específica, es decir, el número de especies en un hábitat particular; la dominancia, entendiéndolo como tal la importancia de cada especie como componente fundamental de la diversidad; la equidad en la abundancia relativa entre todas las especies; o por la combinación de los datos de riqueza específica y abundancia proporcional de las especies, de forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad (Moreno, 2001).

Son varios los métodos utilizados para medir la diversidad alfa. Se muestra a continuación la descripción del índice de Shannon-Wiener, utilizado en la presente tesis doctoral para el cálculo de la misma, caracterizando y comparando la biodiversidad asociada a cada comunidad. El estudio de la diversidad alfa en esta tesis doctoral se realiza atendiendo a varios criterios de clasificación, o unidades relevantes de estudio: en función al grado de antropización, por biotopo y por municipio.

Se define como **riqueza específica (S)** el número total de especies presentes en una comunidad. Es la forma más sencilla de medir la diversidad ya que se basa en un simple conteo de las especies, sin tener en cuenta la importancia de

cada una de ellas. Sin embargo, en la mayor parte de los casos hay que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad, como ya se ha hecho en las curvas de acumulación de especies (Moreno, 2001).

Los **índices de equidad** son algunos de los más reconocidos sobre diversidad. Dentro de estos se encuentra el **índice de Shannon-Wiener (H')**, que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Peet, 1974; Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el $\log S$, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Su expresión es la siguiente:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

donde p_i es la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

3.5.5.2 Medida de la diversidad beta (β)

La diversidad beta, también conocida como diversidad entre hábitats, se define como el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972) cuya medición está basada en proporciones o diferencias, las cuales pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de



datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Wilson y Shmida, 1984; Magurran, 1988).

Son varios los índices de diversidad beta que permiten caracterizar y comparar la biodiversidad ecológica asociada a cada comunidad. Se describen a continuación los empleados en la presente tesis doctoral.

Los **índices de reemplazo de especies** proporcionan un valor de diversidad beta en el sentido biológico descrito por Whittaker en 1972. Están basados en datos cualitativos de presencia-ausencia de las especies. Entre ellos se encuentra el **índice de Whittaker**, probado como el más robusto para medir el reemplazo entre comunidades (Wilson & Shmida, 1984; Magurran, 1988):

$$\beta = \frac{S}{\alpha - 1}$$

donde S es el número de especies registradas en un conjunto de muestras y α es el número promedio de especies en las muestras.

3.5.5.3 Medida de la diversidad gamma (γ)

La diversidad gamma, o diversidad regional, fue descrita por Whittaker (1972) como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla...) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta). Schluter & Ricklefs (1993) proponen la medición de la diversidad gamma con base en los componentes alfa, beta y la dimensión espacial:

$$\gamma = \alpha \textit{ promedio} \times \beta \times \textit{ Dimensión de la muestra}$$

donde $\alpha \textit{ promedio}$ es el número promedio de especies en una comunidad; β es el inverso de la dimensión específica, es decir, $1/\text{número promedio de comunidades ocupadas por una especie}$; y la dimensión de la muestra es el número total de comunidades.

El valor de diversidad gamma obtenido de esta forma está expresado en número de especies y considera los elementos biológicos analizados originalmente por Whittaker (1972). Su valor suele aproximarse al número total de especies registradas en todas las comunidades (Moreno, 2001).

Para la riqueza específica, Lande (1996) deriva una fórmula para estimar la diversidad gamma, a partir de sus componentes alfa y beta, de forma que:

$$\gamma = \alpha \textit{ promedio} + \beta$$

en la que el componente beta de la ecuación puede calcularse a través de la siguiente fórmula:

$$\beta = \sum_j q_j (S_T - S_j)$$

donde q_j es el peso proporcional de la comunidad j , basado en su área o cualquier otra medida de importancia relativa; S_T es el número total de especies registradas en el conjunto de comunidades; y S_j es el número de especies registradas en la comunidad j (Moreno, 2001).

Capítulo 4: RESULTADOS

4.1 Situación climática

Durante el período de tiempo en el que se lleva a cabo el estudio de la presente tesis doctoral, entre los años 2017 y 2019, la Comunidad Valenciana y, por ende, la provincia de Castellón, sufre un fuerte y largo período de sequía. La evolución de esta situación climatológica tan adversa queda recogida en los informes mensuales de coyuntura agraria y seguimiento de la sequía publicados por la Conselleria d’Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica de la Generalitat Valenciana (GVA, 2022a).



Figura 81. Fotografías que ilustran, a modo de ejemplo, la fuerte sequía sufrida en la provincia de Castellón durante los años en los que se realiza el presente estudio. a) Río Palancia en un tramo de cauce próximo a su nacimiento, en el término municipal de El Toro, a fecha de mayo de 2017; b) mismo tramo del río Palancia a fecha de junio de 2018.

Como consecuencia de este periodo de sequía, se presenta cierta dificultad a la hora de realizar este estudio, pues, en una fase inicial, resulta más costoso la búsqueda de cuerpos de agua, principalmente en zonas de ambiente rural y salvaje. Y en una segunda fase, la intensidad extrema de este fenómeno hace que algunos



de los puntos de muestreo seleccionados bajen drásticamente su nivel de agua o lleguen, incluso, a desecarse por completo, haciendo imposible el muestreo (**figura 81**). Esto se traduce en una reducción, en la mayor parte de los casos con carácter estacional, del número de puntos de muestreo, siendo más acusado durante el período estival, especialmente en el año 2018.

4.2 Análisis faunístico

En el desarrollo del estudio planteado en la presente tesis doctoral, se obtuvieron un total de 240 muestras repartidas entre 120 puntos de muestreo, de los cuales 69 pertenecen a medio urbano, 22 a medio rural y 29 a medio salvaje. El total de ejemplares larvarios recolectados asciende a 2893, pertenecientes a 18 especies diferentes de mosquitos, distribuidas en cuatro géneros (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex* y *Culiseta*), tres tribus (Aedini, Culicini y Culisetini) y dos subfamilias (Anophelinae y Culicinae). El estudio se llevó a cabo en 10 municipios de la provincia de Castellón, elegidos en función de su altitud y representando todos los ambientes presentes en la Comunidad Valenciana.

Tabla 12. Datos de capturas por cada término municipal.

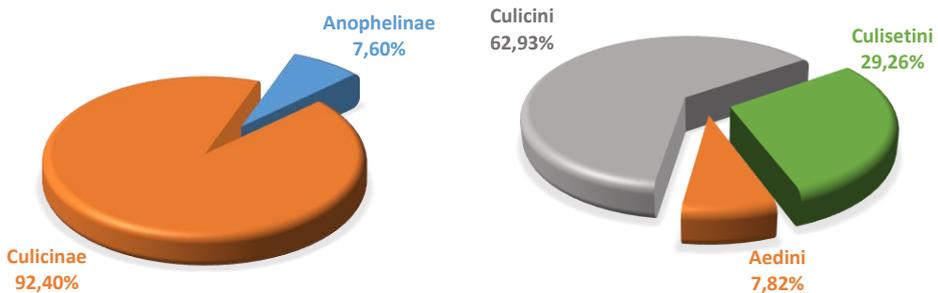
Municipio	Puntos muestreo Nº (%)	Muestras Nº (%)	Nº muestras / Nº puntos muestreo	Géneros Nº (%)	Especies Nº (%)	Ejemplares Nº (%)
Torreblanca	28 (23,33%)	15 (6,02%)	0,54	3 (75%)	4 (22,22%)	123 (4,25%)
Peñíscola	26 (21,67%)	66 (27,50%)	2,54	4 (100%)	6 (33,33%)	1326 (45,83%)
Santa Magdalena de Pulpis	18 (15,00%)	30 (12,50%)	1,67	3 (75%)	4 (22,22%)	277 (9,57%)
Les Coves de Vinromà	9 (7,50%)	16 (6,67%)	1,78	4 (100%)	7 (38,89%)	196 (6,77%)
Espadilla	3 (2,50%)	14 (5,83%)	4,67	3 (75%)	4 (22,22%)	136 (4,70%)
Sueras	6 (5,00%)	17 (7,08%)	2,83	4 (100%)	5 (27,78%)	173 (5,98%)
Jérica	4 (3,33%)	9 (3,75%)	2,25	3 (75%)	4 (22,22%)	85 (2,94%)
Bejís	8 (6,67%)	15 (6,25%)	1,88	2 (50%)	4 (22,22%)	96 (3,32%)
La Pobla de Benifassà	3 (2,50%)	8 (3,33%)	2,67	3 (75%)	5 (27,78%)	79 (2,73%)
Castell de Cabres	15 (12,50%)	50 (20,83%)	3,33	4 (100%)	11 (61,11%)	402 (13,90%)
Total	120	240		4	18	2893

A pesar de que el término municipal con mayor número de puntos de muestreo es Torreblanca (28), el mayor número de muestras se obtiene en el



término municipal de Peñíscola (66 muestras en 26 puntos de muestreo). No obstante, Espadilla, que junto con La Pobla de Benifassà son los términos municipales con menor número de puntos de muestreo (tan sólo 3), registra la mayor proporción de muestras por punto de muestreo (14 muestras en 3 puntos de muestreo), siendo a su vez La Pobla de Benifassà el término con el menor número de muestras recolectadas (8) (**tabla 12**).

De los 2893 ejemplares capturados, 220 (7,60%) pertenecen a la subfamilia Anophelinae y 2673 (92,40%) a la subfamilia Culicinae. Dentro de estos últimos, la tribu Culicini es la de mayor representación con 1682 ejemplares (62,93%), la tribu Culisetini está representada por 782 ejemplares (29,26%), y Aedini es la menos abundante, con 209 ejemplares capturados (7,82%) (**gráfica 11**).



Gráfica 11. Izquierda: Abundancia por subfamilias. Derecha: Abundancia de la subfamilia Culicinae por tribus.

Se detalla a continuación un listado faunístico de las especies de mosquitos capturadas en los municipios sometidos a estudio. Se ofrece, sobre cada una de ellas, información complementaria contrastada con nuestros datos acerca de su biología, ecología, fenología y una descripción sistemática detallada (morfológica y quetotáctica) correspondiente a cada caso estudiado.

4.2.1 Subfamilia Anophelinae

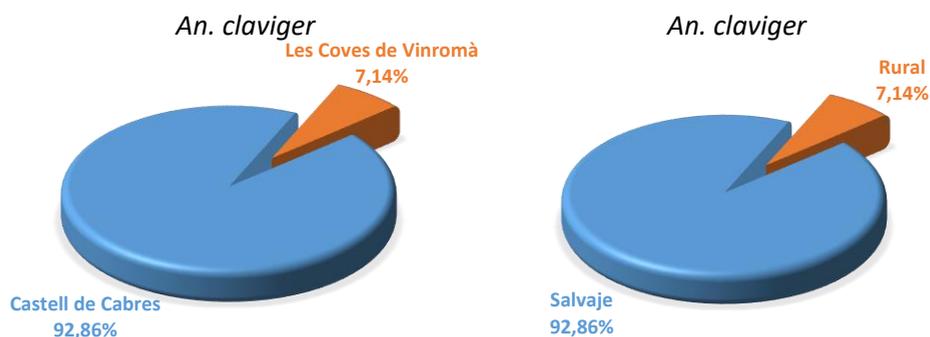
4.2.1.1 Género *Anopheles* Meigen, 1818

I. *Anopheles claviger* (Meigen, 1804)

Sinonimia: = *Cx. claviger* Meigen, 1804
= *An. bifurcatus* Meigen, 1818
= *An. villosus* Robinaeau-Desvoidy, 1827
= *An. grisescens* Stephens, 1828
= *An. turkestanii* Shingarev, 1926
= *An. amaurus* Martini, 1929
= *An. habibi* Mulligan and Puri, 1936
= *An. missiroli* Del Vecchio, 1939
= *An. pollutus* Cañamares, 1945

Distribución: Especie presente en toda la región Paleártica. De Escandinavia a África del Norte, y de la costa atlántica a Siberia Central y China, donde ha sido localizada a más de 2000 metros de altitud (Becker *et al.*, 2010).

Localización: Las larvas de *An. claviger* han sido capturadas en los términos municipales de Castell de Cabres y Les Coves de Vinromà. En la **gráfica 12** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización, evidenciándose una clara preferencia por lugares salvajes, alejados de la influencia humana.



Gráfica 12. Izquierda: Abundancia de *An. claviger* por término municipal. Derecha: Abundancia de *An. claviger* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: seda 1-A ramificada, con entre 4 y 7 ramificaciones, insertada en el tercio basal de la antena; el espacio entre las sedas del clípeo 2-C es menor que el espacio entre las sedas 2-C y 3-C; seda 2-C simple y lisa, o bien aciculada únicamente en el ápice; seda 3-C aciculada o dividida en el ápice en 2-3 ramas; seda 5-C plumosa; seda 8-C ramificada, con hasta 5 ramas; seda 9-C ramificada, con 3 o más ramas; seda 1-P pectinada; seda 3-T palmeada; palmitos distribuidos entre los segmentos abdominales II al VII, con el ápice de los palmitos correspondientes a los segmentos IV y V sin filamento terminal o débilmente desarrollado; seda 2-IV ramificada, con 3 ramas de igual longitud o entre 4 y 6 ramas diferentes; seda 6-IV ramificada, con entre 2 y 4 ramas; seda 2-V ramificada, con entre 4 y 7 ramas; segmento V con 1 placa accesoria (Encinas Grandes, 1982; Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

Bioecología: las larvas de la especie *An. claviger* habitan aguas limpias, frescas y de carácter permanente o semipermanente, generalmente en zonas de umbría y en torno a la vegetación marginal de sus biotopos. Han sido descritas en charcas, lagunas, pozos y márgenes remansados de ríos (Becker *et al.*, 2010). A

diferencia de otras especies de este género, *An. claviger* deposita los huevos sobre el sustrato húmedo, por encima del nivel hídrico, lo que requiere una posterior inundación del biotopo. Esta estrategia, seguida también por especies de otros géneros, implica que su fenología presente una gran dependencia del régimen de precipitaciones anual. Considerada como especie exófila y exófaga, se han descrito casos de comportamientos endófilos y endófagos (Gramiccia, 1954).

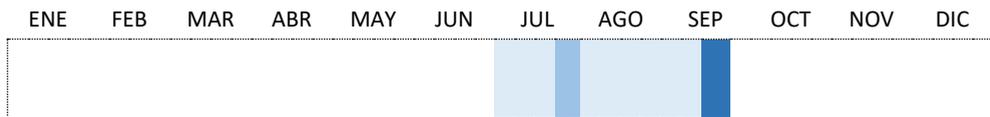
Cohabitación: En Europa esta especie ha sido descrita en cohabitación con *An. atroparvus*, *Ae. punctor*, *Cs. annulata*, *Cs. morsitans*, *Cx. impudicus* y *Cx. theileri* (Becker *et al.*, 2010). En España, se ha encontrado en cohabitación con *Ae. refiki*, *Ae. rustikus*, *An. atroparvus*, *An. maculipennis s.s.*, *An. marteri*, *An. petragrani*, *Cs. litorea*, *Cs. annulata*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. pipiens* y *Cx. territans* (Encinas Grandes, 1982; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, ha sido hallada junto a *An. maculipennis s.s.*, *Cx. martinii* y *Cx. territans*.

Fenología: Schaffner *et al.* (2001) describen esta especie como bivoltina (dos generaciones anuales) en biotopos de carácter permanente y coincidiendo con el final de la primavera y el verano, pudiendo, este patrón fenológico, verse modificado por la climatología local, lo que permite presentar una tercera generación hacia el mes de julio en regiones cálidas. Encinas Grandes (1982) confirma la presencia de esta especie a lo largo de todo el año en el área salmantina, llegando a encontrar elevadas cantidades de larvas durante los meses de invierno. En la Comunidad Valenciana, su presencia es descrita por Bernués Bañeres (2013) entre los meses de mayo y agosto.

En el presente estudio se ha puesto en evidencia la presencia de larvas entre los meses de julio y septiembre, no encontrando muestras durante el periodo



invernal (**gráfica 13**), evidenciando así la situación descrita por el último autor. La hibernación de esta especie se produce, preferentemente, en forma de tercer y cuarto estado larvario, sin embargo, esta hibernación no tiene lugar en la región meridional mediterránea. Se habla, por tanto, de una ralentización del desarrollo hasta niveles basales, sin verse interrumpido durante el invierno (Becker *et al.*, 2001).



Gráfica 13. Fenología de *An. claviger* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: *An. claviger* actúa como un importante vector de la malaria, (principalmente en Oriente Próximo y Asia Central) así como de otros organismos patógenos, como arbovirus (Batai y Tahyna), filariasis caninas, mixomatosis, nematodiasis (*Setaria labiatopapillosa*), tularemia, anapasmosis y borreliosis (Schaffner *et al.*, 2001).

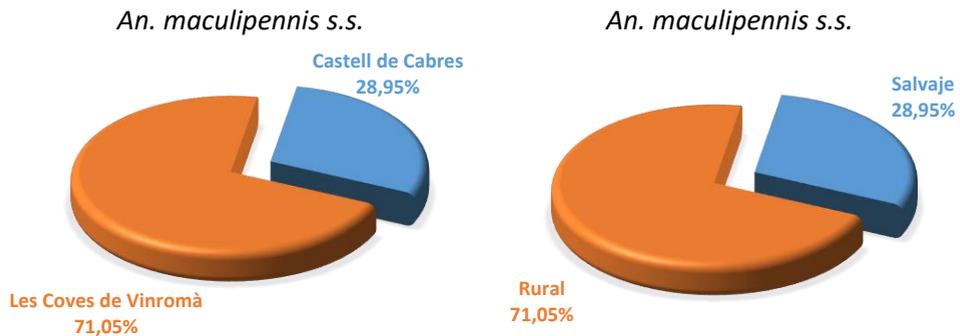
II. *Anopheles maculipennis s.s.* Meigen, 1818

Sinonimia: = *An. alexandraeschingareyi* Shingarev, 1928
= *An. basili* Falleroni, 1932
= *An. typicus* Hacket & Missiroli, 1935

Distribución: Especie ampliamente distribuida en todo el continente europeo, a excepción de la zona sur de la Península Ibérica. Su rango de distribución se extiende al sureste de Asia y el Golfo Pérsico (Becker *et al.*, 2010). Típica de regiones montañosas, su rango de distribución altitudinal se encuentra por encima

de los 1000 metros de altitud en Europa central y hasta los 2300 metros en zonas de Bulgaria y Turquía (Bozkov, 1966; Postiglione *et al.*, 1973). Sin embargo, también puede ser capturada en zonas más bajas e incluso en zonas litorales (Hackett & Missiroli, 1935).

Localización: Especie capturada en el término municipal de Les Coves de Vinromà y en el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, dentro de los puntos de muestreo pertenecientes al término municipal de Vallibona que en el presente estudio se consideran pertenecientes a Castell de Cabres. En la **gráfica 14** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 14. Izquierda: Abundancia de *An. maculipennis s.s.* por término municipal. Derecha: Abundancia de *An. maculipennis s.s.* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Seda 1-A ramificada, insertada en el tercio basal de la antena; espacio entre las sedas del clípeo 2-C menor que el espacio entre las sedas 2-C y 3-C; seda 3-C dendriforme; seda 4-C pectinada; seda 5-C plumosa; seda 8-C con 4 o más ramas; seda 9-C ramificada; seda 1-P simple o aciculada únicamente en el ápice; seda 3-T palmeada; palmitos distribuidos entre



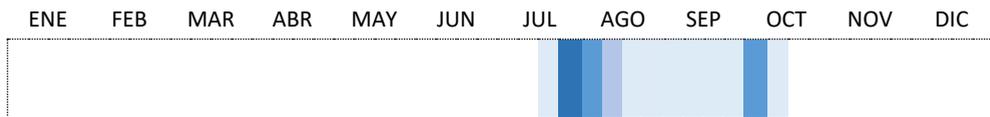
los segmentos abdominales II al VII, con el ápice de los palmitos correspondientes a los segmentos IV y V terminando en un filamento claramente desarrollado; seda 6-IV con entre 2 y 4 ramas; seda 2-V ramificada, con entre 2 y 7 ramas; segmento V con entre 1 y 3 placas accesorias (Schaffner *et al.*, 2001).

Bioecología: Las larvas de *An. maculipennis* s.s. suelen encontrarse en aguas limpias y frescas, en biotopos que varían entre manantiales, surgencias, márgenes remansados de los ríos, etc. En Europa, esta especie se ha adaptado a zonas de cultivo, encontrándose en zonas dedicadas a la agricultura extensiva en las que se realiza canalización de aguas (Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010). Definida como eurígama y endófila, utiliza establos y viviendas como lugares de descanso y cobijo (Becker *et al.*, 2010). En nuestro caso, las capturas se produjeron en medios rurales y salvajes (**gráfica 14**), lo que concuerda con las afirmaciones de los anteriores autores.

Cohabitación: En Europa, *An. maculipennis* s.s. ha sido descrita en cohabitación de forma habitual con *Cx. pipiens* (Becker *et al.*, 2010). En España, se ha encontrado junto con *An. atroparvus*, *An. petragrani*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea*, *Cx. hortensis*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans* y *Cx. theileri* (Bueno Marí, 2010; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, se ha capturado junto con *An. claviger* y *Cx. territans*.

Fenología: Especie descrita como multivoltina. Bueno Marí & Jiménez Peydró (2010a) confirman la presencia de *An. maculipennis* s.s. en la Comunidad Valenciana entre los meses de julio y octubre; hecho contrastado posteriormente por Bernués Bañeres (2013) que describe su presencia entre los meses de mayo y octubre, con máximos de abundancia entre julio y agosto.

En el presente estudio, las capturas de esta especie se produjeron entre los meses de julio y octubre (**gráfica 15**), confirmando las observaciones de los anteriores autores. A partir de octubre comienzan los primeros indicios de hibernación, que tiene lugar en forma de hembra adulta, protegidas en construcciones abandonadas (Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2010a; Becker *et al.*, 2010).



Gráfica 15. Fenología de *An. maculipennis s.s.* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Con un carácter fuertemente zoofílico, las hembras de *An. maculipennis s.s.* se alimentan sobre ganado vacuno, avícola y porcino (Weyer, 1939; Tovornik, 1980). Sin embargo, en circunstancias de escasez de alimento, estas hembras son capaces de alimentarse sobre el ser humano, lo que permite que pueda actuar como vector de enfermedades sobre éste (Barber & Rice, 1935). De esta forma, la especie ha sido descrita como vector de diversas arbovirosis como Batai, Tahyna y West Nile, así como tularemia, mixomatosis e incluso malaria, aunque ésta con un rol menor (Schaffner *et al.*, 2001).

III. *Anopheles marteri* Sénévet & Prunelle, 1927

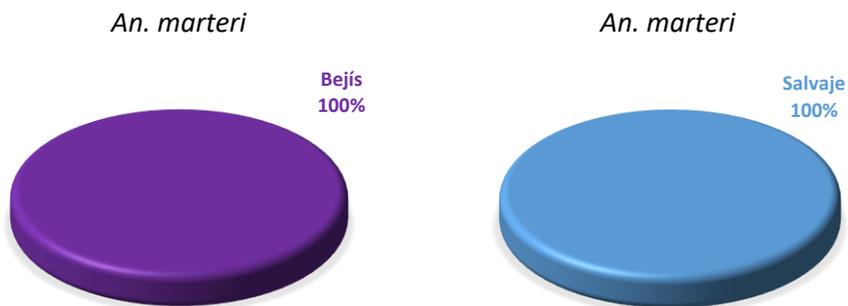
Sinonimia: = *An. sogdianus* Keshishyan, 1938

= *An. conquensis* Torres Cañamares, 1946



Distribución: Relegada al sur de la región Paleártica, la distribución de esta especie queda reducida a la cuenca Mediterránea, estando presente en la mayoría de los países bañados por este mar, adentrándose hasta países de Asia Central (Becker *et al.*, 2010). Capturada a nivel del mar (Aitken, 1954), su rango de distribución altitudinal llega hasta los 1600 metros en zonas del centro asiático (Keshishian, 1938).

Localización: Ha sido capturada únicamente en las proximidades del nacimiento del río Palancia, en localizaciones pertenecientes al término municipal de El Toro, que en la presente tesis doctoral se consideran pertenecientes al término de Bejís debido a la continuidad de hábitats. En la **gráfica 16** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 16. Izquierda: Abundancia de *An. marteri* por término municipal. Derecha: Abundancia de *An. marteri* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Seda 1-A ramificada en 3-4 ramas, insertada en el tercio basal de la antena; espacio entre las sedas clipeales 2-C menor que el espacio entre las sedas 2-C y 3-C; seda 2-C simple y lisa; seda 3-C simple y lisa, aciculada o dividida en el ápice; seda 4-C simple y lisa; seda 5-C plumosa; seda

8-C simple; seda 9-C con 1-2 ramas; seda 1-P plumosa e insertada en un pequeño tubérculo, o bien directamente sobre el tegumento; seda 3-T palmeada; palmitos presentes en los segmentos abdominales del II al VII, con el ápice de los palmitos de los segmentos IV y V terminando en un filamento claramente desarrollado; seda 6-IV ramificada, con 3-4 ramas; seda 2-V simple; segmento abdominal V con placas accesorias ausentes o bien una única placa (Schaffner *et al.*, 2001).

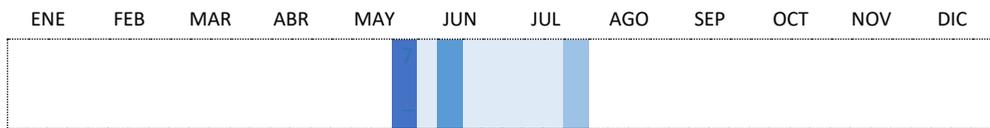
Bioecología: Las larvas de *An. marteri* habitan en aguas claras y frescas, generalmente en zonas de umbría, evitando la insolación directa. Sus biotopos han sido descritos como pozas rocosas, arroyos o manantiales de montaña, lugares que presentan un sustrato rocoso y escasa vegetación (Becker *et al.*, 2010). Descrita como una especie usualmente de aguas ácidas (Senevet & Andarelli, 1956; Ribeiro *et al.*, 1987), nuestras capturas se han realizado en aguas con un pH en torno a 9 (rango entre 8,75 y 9,03), es decir, aguas ligeramente alcalinas, tendencia que ya han confirmado otros autores en la Comunidad Valenciana (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013).

Cohabitación: *An. marteri* ha sido descrita como una especie con un bajo grado de asociación con otros mosquitos. En Europa, se ha encontrado en cohabitación con *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. petragnani*, *Cx. pipiens* y *Cx. territans* (Gutsevich *et al.*, 1974; Ribeiro *et al.*, 1987; Becker *et al.*, 2010). En España, ha sido citada junto a *An. petragnani* y *Cx. territans* (Bueno Marí, 2010). En el presente estudio, se ha hallado en cohabitación con *An. petragnani* y *Cx. martinii*.

Fenología: Descrita como una especie policíclica típica de regiones de montaña, el desarrollo larvario tiene lugar entre los meses de marzo y septiembre,



presentando un pico poblacional en primavera, y un segundo pico en otoño (Becker *et al.*, 2010). En nuestro caso, las larvas fueron capturadas entre los meses de mayo y julio (**gráfica 17**), coincidiendo con las observaciones de estos autores. Sin embargo, se observa un retraso temporal en el desarrollo biológico de esta especie en el territorio valenciano, como ya apuntó anteriormente Bernués Bañeres (2013). La hibernación tiene lugar en forma de hembra adulta (Becker *et al.*, 2010).



Gráfica 17. Fenología de *An. marteri* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

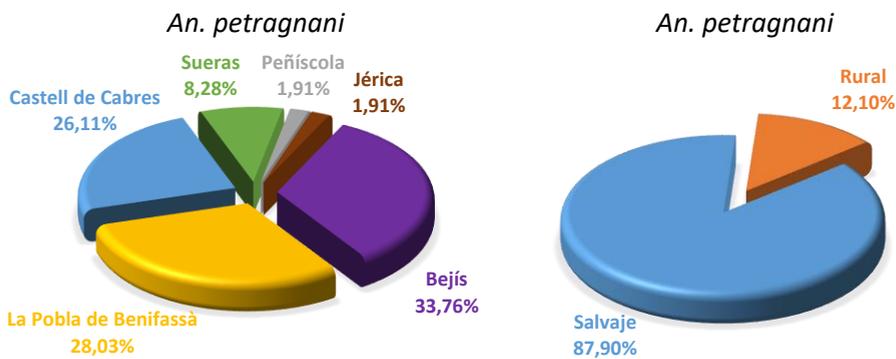
Importancia vectorial: Las hembras de *An. marteri* habitan lugares salvajes y presentan un marcado carácter zoofílico. La fuerte preferencia por este tipo de huéspedes hace que se le atribuya una importancia menor como vector de enfermedades en el ser humano (Ribeiro *et al.*, 1988; Becker *et al.*, 2010).

IV. *Anopheles petraghani* Del Vecchio, 1939

Sinonimia: = *An. portucaliensis* Figueiredo, 1904

Distribución: A pesar de que su rango de distribución aún no ha sido claramente definido, *An. petraghani* parece estar relegado a la región occidental del Mediterráneo (Becker *et al.*, 2010). Ribeiro *et al.* (1989) realiza capturas de esta especie a nivel del mar y hasta los 1750 metros de altura, realizando la mayoría de las capturas en altitudes superiores a los 500 metros.

Localización: *An. petragrani* ha sido capturada en los términos municipales de Peñíscola, Sueras, Jérica, Bejís, La Pobra de Benifassà y Castell de Cabres. Esto confirma la presencia de esta especie en los Parque Naturales de la Sierra de Irta, la Sierra Espadán y la Tinença de Benifassà, como ya señalaron anteriormente otros autores (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En la **gráfica 18** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización, mostrando una clara preferencia por ambientes salvajes, alejados de la influencia humana.



Gráfica 18. Izquierda: Abundancia de *An. petragrani* por término municipal. Derecha: Abundancia de *An. petragrani* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Seda 1-A ramificada, con 3-4 ramas, insertada en el tercio basal de la antena; espacio entre las sedas clipeales 2-C menor que el espacio entre las sedas 2-C y 3-C; seda 2-C simple y lisa; seda 3-C simple y lisa, aciculada o dividida en el ápice; seda 4-C simple y lisa o pectinada; seda 5-C plumosa; seda 8-C ramificada, presentando de 1 a 3 ramas; seda 9-C con 3 o más ramas; seda 1-P pectinada e insertada en un pequeño tubérculo, o bien directamente sobre el tegumento; seda 3-T palmeada; palmitos presentes en los segmentos abdominales del II al VII, con el ápice de los palmitos de los segmentos



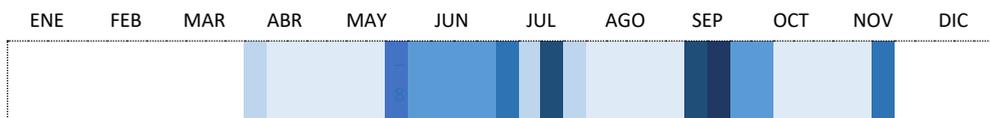
IV y V sin filamento terminal, o débilmente desarrollado; seda 2-IV ramificada, con 2 ó 3 ramas, siendo en este último caso la rama central más corta que las otras dos; seda 6-IV ramificada, con 2-4 ramas; seda 2-V ramificada, con 2-7 ramas; segmento abdominal V con una única placa accesoria (Encinas Grandes, 1982; Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

Bioecología: Las larvas de *An. petragrani* suelen encontrarse en aguas limpias y frías, preferiblemente en lugares sombríos, como pozos, canales de drenaje, escorrentías, arroyos y ríos (Becker *et al.*, 2010). Habitualmente con fondos cenagosos y presencia de algas verdes, vegetación herbácea lateral y vegetación arbórea que proporciona el carácter umbrío (Encinas Grandes, 1982; Marchi y Munstermann, 1987; Becker *et al.*, 2010).

Cohabitación: En Europa, *An. petragrani* ha sido citada en cohabitación con *An. atroparvus* y *Cx. impudicus*. En España, se ha capturado junto a *Ae. vexans*, *An. claviger*, *An. maculipennis s.s.*, *An. marteri*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea* y *Ur. unguiculata* (Encinas Grandes, 1982; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, esta especie ha sido hallada en cohabitación con *An. marteri*, *Cx. hortensis hortensis*, *Cx. martinii*, *Cx. mimeticus* y *Cx. territans*.

Fenología: Pese a poder encontrar estados larvarios a lo largo de todo el año, existe cierta controversia en la fenología de esta especie. Algunos autores, como Becker *et al.* (2010) describen *An. petragrani* como una especie bivoltina, con una primera generación entre los meses de febrero y julio, y una segunda

generación entre los meses de octubre y diciembre. Otros autores (Schaffner *et al.*, 2001; Bueno Marí, 2010) confirman la existencia de tres generaciones anuales con picos poblacionales durante los meses de abril, julio y septiembre; mientras que otros (Bernués Bañeres, 2013) sitúan estos picos en los meses de mayo, agosto y septiembre. En nuestro caso, las larvas de *An. petragrani* han sido capturadas de forma continuada desde el mes de abril hasta el mes de noviembre, con 3 picos poblacionales observables correspondientes a los meses de julio, septiembre y noviembre (**gráfica 19**).



Gráfica 19. Fenología de *An. petragrani* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

La discrepancia en la hibernación radica en el estado en el que ésta tiene lugar. Algunos autores se decantan por una hibernación en estado de hembra adulta (Senevet & Andarelli, 1956), mientras otros lo hacen por un estado larvario (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013). Nuestras capturas en el mes de noviembre confirman la presencia de larvas en estados L1 y L2, lo que apoya la teoría de una hibernación bajo este estado de desarrollo, pero sin poder descartar una hibernación en estado adulto.

Importancia vectorial: Las hembras de *An. petragrani* presentan un fuerte carácter zoofílico, con una fuerte preferencia por el ganado porcino y vacuno. Esta característica de la especie, junto con el escaso número de adultos que se observan durante las épocas de vuelo, parece indicar que, aparentemente, no juega ningún papel importante en la transmisión de enfermedades al ser humano (Becker *et al.*, 2010).



4.2.2 Subfamilia Culicinae

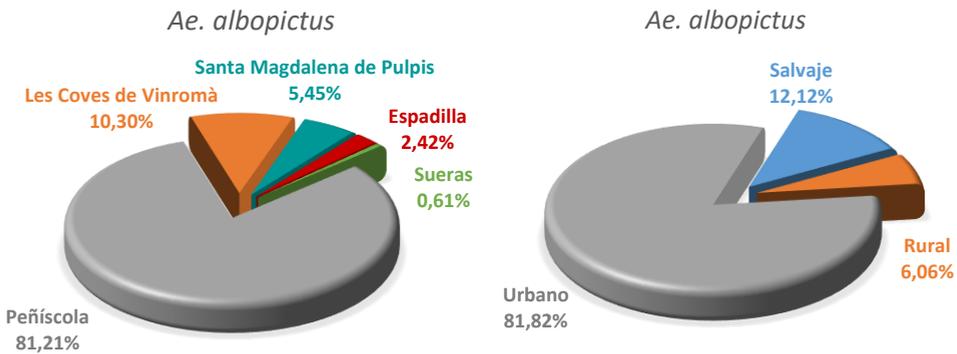
4.2.2.1 Género *Aedes* Meigen, 1818

I. *Aedes albopictus* (Skuse, 1894)

Sinonimia: = *Cx. albopictus* Skuse, 1984
= *Stegomyia samarensis* Ludlow, 1903
= *Stegomyia nigritia* Ludlow, 1910
= *Stegomyia quasinigritia* Ludlow, 1911

Distribución: *Ae. albopictus*, conocido comúnmente como mosquito tigre, es una especie originalmente distribuida en la región Oriental y Oceanía. En la región Paleártica se distribuía en Japón y China. En 1985 fue detectada por primera vez en América (Houston, Texas), momento en el que comenzó una rápida expansión por gran parte del planeta (Mitchell, 1995). Actualmente se encuentra presente en más de 25 estados de Estados Unidos, 7 países de América del Sur, África, Australia y Nueva Zelanda (Becker *et al.*, 2010; Sippy & Moreira, 2016). En Europa, fue introducida en Italia en 1990, y a partir de 1999 se ha expandido por el centro y el sur del continente, estando presente en la mayoría de los países europeos, incluida España (Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

Localización: Durante el presente estudio, *Ae. albopictus* ha sido capturada en los términos municipales de Peñíscola, Santa Magdalena de Pulpis, Les Coves de Vinromà, Espadilla y Sueras. En la **gráfica 20** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización, evidenciando una clara preferencia por ambientes urbanos.



Gráfica 20. Izquierda: Abundancia de *Ae. albopictus* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Ae. albopictus* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Tegumento antenal liso o débilmente espiculado; seda 1-A simple, insertada en la mitad apical de la antena; seda 6-C simple o con 2 ramificaciones; dientes del segmento abdominal VIII dispuestos en una sola fila, con de 6 a 13 dientes, generalmente de 8 a 10; sifón corto que se estrecha en su mitad apical, con un índice sifonal de 1,7-2,5; pecten con 8-14 dientes, espaciados uniformemente; seda 1-S ramificada, con 2-4 ramas, insertada por encima del diente distal del pecten, en la mitad apical del sifón; seda 1-X ramificada, con 1-2 ramas; sedas precrales ausentes (Becker, *et al.*, 2010).

Bioecología: Las larvas de *Ae. albopictus*, en su lugar de origen, habitan gran variedad de recipientes de origen natural, como dendrotelmas, axilas vegetales, charcos, agujeros en rocas... (Becker *et al.*, 2010). Sin embargo, debido a su gran expansión por todo el planeta, se ha convertido en una especie urbanita, habitando distintos tipos de recipientes artificiales muy variados, como imbornales, macetas, búcaros... (Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2010b), carácter que queda reflejado en nuestras capturas, pues la mayor parte de ellas se realizan en un ambiente urbano (**gráfica 20**). Sus huevos son resistentes a la desecación, lo que

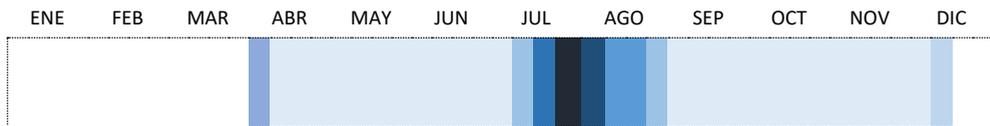


facilita su transporte incluso en viajes de largas distancias, transportados en distintos tipos de contenedores, como por ejemplo en neumáticos usados. Las hembras presentan un carácter exofágico y exofílico, alimentándose durante el día en áreas sombreadas de espacios abiertos, sin embargo, durante el atardecer y la noche pueden encontrarse fácilmente en el interior de las viviendas (Becker *et al.*, 2010).

Cohabitación: En el sureste de Estados Unidos, *Ae. albopictus* ha sido descrito en asociación con 12 especies distintas de mosquitos, entre ellas *Ae. atropalpus* y *Cx. territans* (Qualls & Mullen, 2006). En Oriente Próximo, concretamente en Jordania, se ha descrito en asociación con *Cs. longiareolata* y *Cx. laticinctus* (Kanani *et al.*, 2017). En Europa, el carácter urbanita de la especie permite que se encuentre frecuentemente asociada con *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata* (Pombi *et al.*, 2003; Carrieri *et al.*, 2003). En el presente estudio, *Ae. albopictus* ha sido capturada en cohabitación con *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens* y *Cx. laticinctus*.

Fenología: Especie descrita como multivoltina. En zonas tropicales y subtropicales, el desarrollo larvario se produce durante todo el año. En zonas templadas, como es el caso de Europa, presentan un periodo de diapausa durante el invierno que tiene lugar en forma de huevo (Becker *et al.*, 2010). En nuestro caso, las larvas de *Ae. albopictus* fueron capturadas entre los meses de abril y diciembre, con un marcado pico poblacional a finales del mes de julio y principios de agosto, coincidiendo con los valores de temperatura más elevados del año (**gráfica 21**). En diciembre, las larvas se encontraron en estado de desarrollo L2, lo que puede explicarse debido a las inusuales altas temperaturas registradas durante ese mes

de diciembre, con una temperatura ambiental superior a los 11°C en el momento de la captura. Sin embargo, esto no permite descartar una continuidad en el desarrollo de su ciclo biológico durante todo el año, sin presentar periodo de diapausa, en zonas cálidas de Europa, como es el presente caso de la Comunidad Valenciana.



Gráfica 21. Fenología de *Ae. albopictus* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Las hembras adultas se alimentan preferentemente del ser humano, aunque también pueden alimentarse de otros mamíferos como conejos, perros, vacas y ardillas, y ocasionalmente de aves passeriformes y columbiformes. Este comportamiento alimenticio convierte a *Ae. albopictus* en una especie vectora de gran importancia, pues se sabe que actúa como vector de, al menos, 23 arbovirosis, así como de distintas especies de *Dirofilaria* (Mitchell, 1995; Becker *et al.*, 2010).

II. *Aedes caspius* (Pallas, 1771)

Sinonimia:

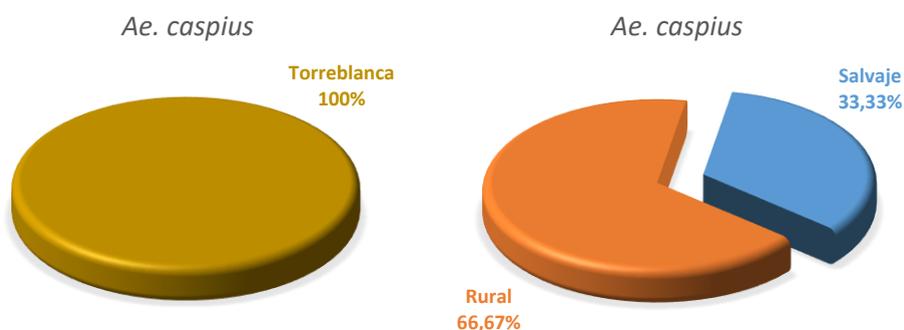
- | | |
|---|---|
| = <i>Cx. caspius</i> Pallas, 1771 | = <i>Grabhamia subtilis</i> Sergent & Sergent, 1905 |
| = <i>Cx. punctatus</i> Meigen, 1804 | = <i>Taeniorhynchus africanus</i> Neveu-Lemaire, 1906 |
| = <i>Cx. siculus</i> Robineau-Desvoidy, 1827 | = <i>Mansonia arabica</i> Giles, 1906 |
| = <i>Cx. maculiventris</i> Macquart, 1846 | = <i>Ae. quaylei</i> Dyar & Knab, 1906 |
| = <i>Cx. penicillaris</i> Rondani, 1872 | = <i>Grabhamia willcocksii</i> Theobald, 1907 |
| = <i>Cx. curriei</i> Coquillet, 1901 | = <i>Cx. arabicus</i> Becker, 1910 |
| = <i>Grabhamia longisquamosa</i> Theobald, 1905 | = <i>Ae. hargreavesi</i> Edwards, 1920 |



= *Ae. epsilon* Séguy, 1924

Distribución: Especie de distribución Paleártica, común de zonas meridionales y secas. Presente en el norte y oeste de China, norte de África, centro y oeste de Asia, Mongolia y en Europa, donde está ampliamente distribuida desde Inglaterra a la región central de Rusia, y desde el suroeste a la cuenca Mediterránea (Becker *et al.*, 2010). Es una especie común de las costas atlánticas y mediterráneas, donde los lugares de cría suelen estar restringidos a altitudes inferiores a los 50 metros (Ribeiro *et al.*, 1989; Becker *et al.*, 2010).

Localización: Todas larvas de *Ae. caspius* han sido capturadas en el término municipal de Torreblanca, concretamente en los puntos TORB2 y TORB5, correspondientes a biotopos de marjal. El primero de ellos presenta un carácter estacional y un nivel de antropización rural, pues se encuentra junto a varias edificaciones; el segundo de ellos, de carácter permanente y salvaje. En la **gráfica 22** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 22. Izquierda: Abundancia de *Ae. caspius* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Ae. caspius* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Tegumento antenal claramente espiculado; seda 1-A ramificada, con 3 o más ramas, insertada en la mitad basal de la antena; seda 6-C simple o ramificada, con 2 o más ramas; sedas 11-M y 11-T insertadas junto a un pequeño dentículo; sedas 1-VI y 1-VII delgadas y flexibles; dientes del segmento abdominal VIII dispuestos en triángulo, con de 17 a 30 dientes, los cuales presentan una espina central claramente más larga; sifón corto, con un índice sifonal inferior a 3 y sin sedas dorsales; pecten sin dientes aislados, con el último situado en la zona media del sifón; seda 1-S insertada por encima del diente distal del pecten; seda 9-S corta y ligeramente curvada; región distal del segmento X lisa; silla del segmento X abierta; 2-3 sedas precratales; papilas anales cortas y esféricas o lanceoladas (Encinas Grandes, 1982; Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

Bioecología: Las larvas de *Ae. caspius* pueden desarrollarse en aguas dulces, como charcas temporales, pastizales de inundación, cultivos de regadío, márgenes fluviales... con concentraciones de salinidad de 0,50 g/l (Encinas Grandes, 1982; Pires *et al.*, 1982; Becker *et al.*, 2010). Sin embargo, esta especie se caracteriza por presentar una elevada tolerancia a aguas salobres, lo que permite a las larvas habitar en medios hipersalinos, con concentraciones que alcanzan valores de hasta 150 g/l y con un fuerte grado de insolación (Bozicic-Lothrop, 1988; López Sánchez, 1989; Becker *et al.*, 2010). La acidez de las aguas en las que se ha registrado esta especie presenta un pH que oscila entre 6,0-7,0 (Pires *et al.*, 1982), sin embargo, estudios realizados en la Comunidad Valenciana confirman su presencia en aguas con valores de pH comprendidos entre 5,69-9,05 (Bernués Bañeres, 2013). En nuestro estudio, los valores de pH oscilan entre 7,95 y 8,37, coincidiendo con los valores observados en la región. Ribeiro *et al.* (1989) restringe la distribución de esta especie a altitudes inferiores a 50 metros en zonas costeras



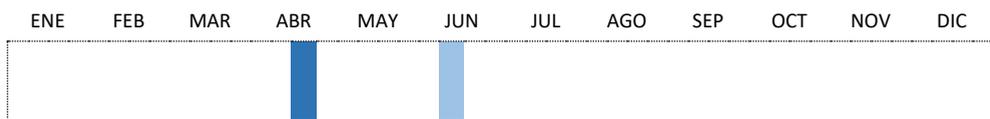
de Portugal, sin embargo, en la Comunidad Valenciana ha sido descrita por encima de los 800 m (Bueno Marí *et al.*, 2009). En nuestro estudio, las capturas se han realizado en zonas de costa, con alturas no superiores al metro de altitud.

Especie considerada exofílica y eurígama. Las hembras presentan un fuerte carácter exofágico, sin embargo, pueden adentrarse en zonas urbanas y rurales, alimentándose en casas y establos (Gutsevich *et al.*, 1974). Se alimentan tanto por el día como por la noche, pero presentan su mayor pico de actividad durante el atardecer, con temperaturas que oscilan entre los 11,5°C y los 36°C, con una humedad relativa de entre 47-92% (Petric, 1989). Presentan una gran capacidad de vuelo, llegando a documentarse casos de más de 40 km de distancia para obtener alimento (Schaffner *et al.*, 2001).

Cohabitación: *Ae. caspius* ha sido descrita en Europa en cohabitación con *An. atroparvus*, *An. maculipennis*, *Ae. annulipes*, *Ae. cantans*, *Ae. detritus*, *Ae. intrudens*, *Ae. mariae*, *Ae. sticticus*, *Ae. vexans*, *Ae. vittatus*, *Cx. impudicus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri* y *Cs. annulata* (Bozkov *et al.*, 1969; Ramos *et al.*, 1978; Pires *et al.*, 1982; Knoz & Vanhara, 1982; Marchi & Munstermann, 1987; Becker *et al.*, 2010). En España se ha encontrado en junto con *Ae. detritus*, *Ae. vexans*, *An. algeriensis*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea* (Encinas Grandes, 1982; Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio *Ae. caspius* no ha sido hallada en asociación con ninguna otra especie.

Fenología: Descrita como especie multivoltina, el número de generaciones anuales de *Ae. caspius* puede verse modificado debido, principalmente, a la periodicidad de las precipitaciones y al régimen de inundación de sus lugares de

cría. La primera eclosión larvaria varía en función de la latitud, teniendo lugar a principios de año en zonas del sur de Europa, entre los meses de febrero y marzo (Becker *et al.*, 2010). Los primeros vuelos de adultos se observan hacia el mes de mayo, alargándose hasta finales de octubre (Encinas Grandes, 1982). A pesar de que se han descrito casos excepcionales de hembras hibernantes, habitualmente la hibernación de esta especie tiene lugar en forma de huevo (Becker *et al.*, 2010), pues presentan una alta resistencia a la desecación y a las temperaturas extremas, siendo éste también su estado estivante habitual (Senevet & Andarelli, 1964). Estudios previos sobre la fenología de esta especie en la Comunidad Valenciana confirman su actividad entre los meses de enero y octubre, llegando a alargarse en ocasiones hasta el mes de noviembre (Bernués Bañeres, 2013). En el presente estudio, las capturas de *Ae. caspius* se han realizado únicamente en los meses de abril y junio (**gráfica 23**), meses englobados en la fenología descrita para esta especie en la región. La escasez de capturas de esta especie a lo largo del año podría verse explicada debido al gran período de sequía sufrido en toda la Comunidad Valenciana durante la duración del estudio, provocando la desecación de numerosos cuerpos de agua y evitando la acumulación de agua procedente de las escasas precipitaciones.



Gráfica 23. Fenología de *Ae. caspius* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Las hembras de *Ae. caspius* presentan una alta agresividad y un comportamiento fuertemente antropófilo, aunque también se alimentan de animales (Becker *et al.*, 2010). Actúa como vector de diversas filariasis



(Aranda *et al.*, 1998), arbovirus como el West Nile o Tahyna, y bacterias como *Francisella tularensis*, responsable de la tularemia (Schaffner *et al.*, 2001).

III. *Aedes vexans* (Meigen, 1830)

Sinonimia: = *Cx. vexans* Meigen, 1830
= *Cx. parvus* Macquart, 1834
= *Cx. articulatus* Rondani, 1872
= *Cx. malariae* Grassi, 1898
= *Cx. sylvestris* Theobald, 1901
= *Cx. montcalmi* Blanchard, 1905
= *Culicada minuta* Theobald, 1907
= *Culicada eruthrosops* Theobald, 1910
= *Cx. sudanensis* Theobald, 1911
= *Ae. euochrus* Howard, Dyar & Knab, 1917
= *Ae. eurochrus* Howard, Dyar & Knab, 1917

Distribución: *Ae. vexans* está ampliamente distribuida por todo el planeta, estando presente en casi todos los países de Europa (Becker *et al.*, 2010). Presente en las regiones Neártica y Paleártica, la costa oeste de África, las regiones orientales al sur y este hasta Samoa (Australia), Canadá y todo Estados Unidos, salvo Hawaii (Horsfall, 1972; Schaffner, *et al.*, 2001).

Localización: En el presente estudio, la especie *Ae. vexans* ha sido capturada únicamente dentro del Parque Natural de la Tinença de Benifassà, en puntos de muestreo considerados como salvajes, pues no se observan alteraciones producidas por el ser humano, y englobados dentro del término municipal de Castell de Cabres, pero pertenecientes a Vallibona. En la **gráfica 24** se muestra la

proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 24. Izquierda: Abundancia de *Ae. vexans* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Ae. vexans* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Tegumento antenal claramente espiculado; seda 1-A ramificada, con 3 o más ramas, insertada en la mitad basal de la antena; seda 6-C ramificada, con 2-3 ramas; sedas 11-M y 11-T insertadas junto a un pequeño denticulo; dientes del segmento abdominal VIII dispuestos en fila o en forma de triángulo; sifón medio, con un índice sifonal entre 2,4 y 4; pecten con 1-3 dientes aislados; seda 1-S insertada en la mitad apical del sifón; región distal del segmento X lisa (Encinas Grandes, 1982; Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

Bioecología: *Ae. vexans* es una especie que cría predominantemente en zonas inundables, con niveles hídricos fluctuantes, como llanuras aluviales, deltas de ríos, cultivos de inundación, etc. Estos cuerpos de agua presentan un carácter temporal, de agua neutra o alcalina, y están presentes durante un breve periodo de tiempo tras la inundación (días o semanas) (Becker *et al.*, 2010). Nuestras capturas se realizaron en biotopos larvarios de pequeña extensión en forma de charcos temporales de aguas alcalinas (valores de pH entre 8,54 y 10,27), presentes



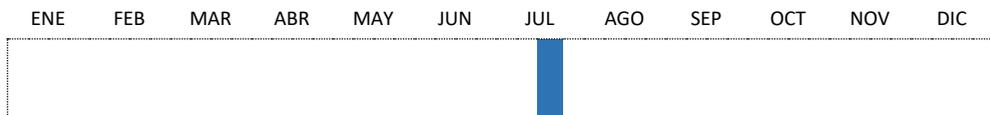
únicamente tras las precipitaciones, lo que concuerda con las características descritas de la especie.

Los huevos son depositados directamente en el suelo de zonas potencialmente inundables, presentando una gran resistencia que les permite sobrevivir largos periodos de tiempo de hasta 5 años, por lo que representan la forma hibernante de la especie. Pocos minutos u horas tras la inundación, se produce la eclosión de los huevos, que puede ser de forma simultánea o asincrónica. La eclosión simultánea se produce con una temperatura del agua superior a 9°C, provocando una eclosión masiva que da lugar a densidades larvarias muy elevadas (Becker *et al.*, 2010). La eclosión asincrónica se trata de una eclosión escalada que da lugar a densidades más bajas y tamaños corporales larvarios menores (O'Malley, 1990), que puede explicarse como una estrategia de supervivencia frente a la estacionalidad y variabilidad hídrica de los focos de cría.

Otra de las características de esta especie son las largas distancias migratorias que recorren en busca de alimento, como consecuencia de la presión ejercida por una eclosión masiva de adultos. Se han llegado a registrar migraciones de más de 15 km de distancia, siendo su capacidad de vuelo de 1km/noche según las circunstancias (Becker *et al.*, 2010).

Cohabitación: En Europa, la especie *Ae. vexans* ha sido descrita compartiendo hábitat con *Ae. sticticus* (Schaffner *et al.*, 2001). En España ha sido descrita en cohabitación con *Ae. caspius*, *An. petragrani*, *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. annulata* y *Cs. longiareolata* (Encinas Grandes, 1982; Bueno Marí, 2010; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, la especie ha sido capturada junto a *Cx. hortensis hortensis* y *Cx. pipiens*.

Fenología: A pesar de ser una especie descrita como multivoltina, su patrón reproductivo puede verse modificado, reduciéndose el número de generaciones anuales hasta el punto de comportarse como una especie univoltina. La escasez de precipitaciones, los periodos prolongados de sequía o las temperaturas mínimas extremas son algunos de los factores que pueden llevar al desarrollo de un único ciclo anual (Gutsevich *et al.*, 1974; Encinas Grandes, 1982; Becker *et al.*, 2010). En España, se han observado ambos fenómenos, confirmando su captura hasta los meses de septiembre y octubre en el caso de comportarse como multivoltina (Encinas Grandes, 1982; Bueno Marí, 2010), y durante los meses de abril y mayo en el caso de desarrollar un único ciclo (Bernués Bañeres, 2013). En nuestro caso, las capturas de *Ae. vexans* se produjeron exclusivamente durante el mes de julio, describiéndola, por tanto, como una especie univoltina (**gráfica 25**). Esto ocurre, con gran seguridad, como consecuencia del, ya mencionado anteriormente, largo período de sequía sufrido durante la duración del estudio en todo el territorio valenciano, que impide la formación de los pequeños cuerpos de agua temporales que esta especie necesita para su desarrollo.



Gráfica 25. Fenología de *Ae. vexans* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Se alimenta principalmente sobre mamíferos, entre los que se incluyen los animales domésticos y el ser humano (Becker *et al.*, 2010). Se han detectado ejemplares infectados de forma natural por distintos tipos de arbovirus (Reinert, 1973), como la encefalomiелitis equina, la encefalitis de California (Wallis *et al.*, 1960; McLintock *et al.*, 1970; Hayes *et al.*, 1971; Sudia *et al.*, 1971), el virus Tahyna (Gligic & Adamovic, 1976; Lundström, 1994), el virus West



Nile o la mixomatosis. Se postula además como transmisor de la tularemia (Encinas Grandes, 1982; Schaffner *et al.*, 2001) y también es capaz de transmitir distintos tipos de parásitos, entre los que destaca *Dirofilaria immitis* (Lewandowski *et al.*, 1980).

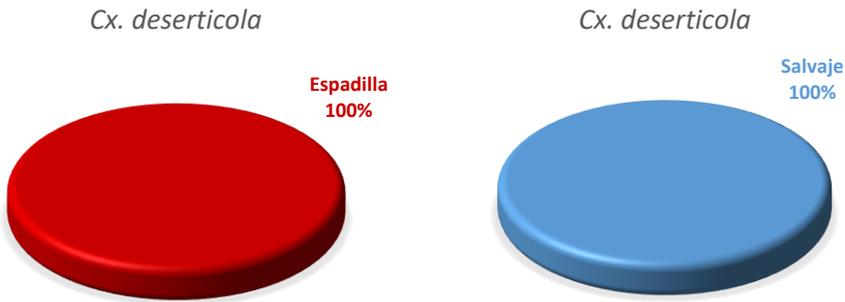
4.2.2.2 Género *Culex* Linnaeus, 1758

I. *Culex deserticola* (Kirkpatrick, 1924)

Sinonimia: = *Cx. deserticola* Kirkpatrick, 1924

Distribución: *Cx. deserticola* es una especie Paleártica cuya distribución parece estar relegada a la región del sur del Mediterráneo, desde Marruecos hasta Irán y el sureste de Asia (Ramos *et al.*, 2002). En Europa presenta una distribución muy reducida, con dos únicas citas: la primera de ellas, dudosa, en Córcega (Schaffner, 1998); y la segunda, en España, en la provincia de Zaragoza, siendo ésta la primera cita confirmada de la especie en el continente (Ramos *et al.*, 1998; Becker *et al.*, 2010).

Localización: En el presente estudio, la especie *Cx. deserticola* ha sido capturada únicamente en el término municipal de Espadilla. En la **gráfica 26** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 26. Izquierda: Abundancia de *Cx. deserticola* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. deserticola* por nivel de antropización.

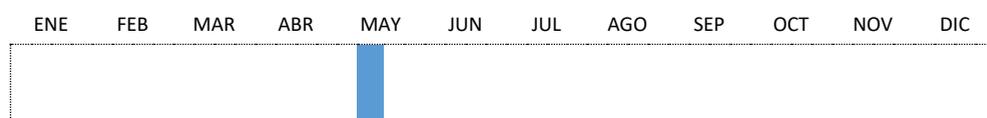
Descripción sistemática larvaria: Seda 1-C robusta en toda su longitud; seda 5-C ramificada, con 2 ramas; seda 6-C ramificada, con 2 ramas; seda 14-C simple o ramificada, con 2 ramas; mentón con menos de 8 dientes a cada lado del diente central; seda 3-P simple, casi tan larga como 1-P y 2-P; seda 4-P ramificada, con 3 o más ramas; seda 7-I ramificada, con 2 ramas; seda 6-VI ramificada, con 2 ramas; seda 1-X ramificada, con 2 o más ramas; índice sifonal entre 4,6 y 5,9; espina subapical 2-S larga y recta o curva, con forma de gancho; seda 1a-S ramificada, con entre 2 y 5 ramas, insertada antes que el diente distal del pecten; sedas del sifón 1-S con disposición ventral y lateral, con 3 o más sedas laterales (Harbach *et al.*, 1985; Schaffner *et al.*, 2001).

Bioecología: Las larvas de *Cx. deserticola* suelen encontrarse en biotopos de origen natural y de carácter permanente, sin embargo, también se han descrito en cuerpos de agua de carácter temporal. Habitualmente en aguas limpias, con una incidencia de la luz solar total o parcial, presencia de vegetación y un flujo hídrico lento (Asgarian *et al.*, 2021).



Cohabitación: Esta especie ha sido descrita en cohabitación con *Cx. hortensis* en Irán (Asgarian *et al.*, 2021). En el presente estudio se ha capturado junto con *Cs. longiareolata*.

Fenología: Asgarian *et al.* (2021) confirman la presencia de la especie *Cx. deserticola* en distintas zonas de Irán entre los meses de junio y octubre. En nuestro caso, las únicas capturas de esta especie se realizaron en el mes de mayo, encontrando niveles poblacionales muy bajos (**gráfica 27**).



Gráfica 27. Fenología de *Cx. deserticola* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Esta especie carece de importancia médica como vector para el ser humano.

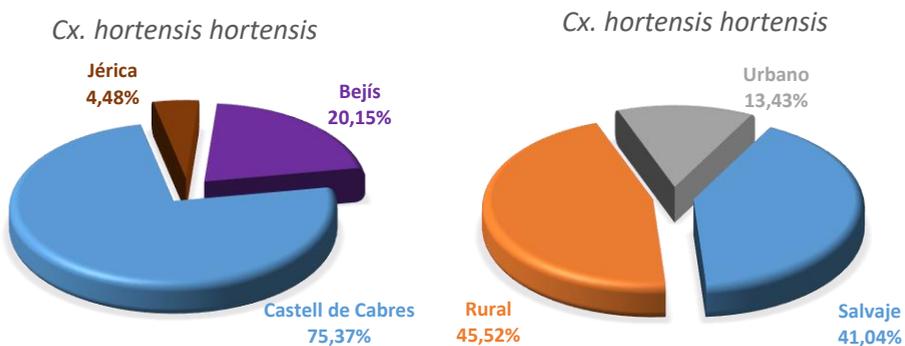
II. *Culex hortensis hortensis* Ficalbi, 1889

Sinonimia: = *Maillotia pilifera* Theobald, 1907
= *Cx. lavieri* Larrousse, 1925

Distribución: En Europa, *Cx. hortensis* es frecuente en la región Mediterránea. Se encuentra presente en España, Francia, Italia y Grecia, siendo menos frecuente en la zona del centro de Europa. También está presente en el norte de África, Asia central e India (Becker *et al.*, 2010). Presenta un carácter orofílico, siendo descritas sus capturas por encima de los 1300 m de altitud, hasta

un máximo de 1450 m en zonas de España (Gil Collado, 1930; Rioux, 1958; Bueno Marí *et al.*, 2009; Bernués Bañeres, 2013).

Localización: La especie *Cx. hortensis hortensis* ha sido capturada en distintos términos municipales, todos ellos englobados en la presente tesis en los pertenecientes a Jérica, Bejís y Castell de Cabres. En la **gráfica 28** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 28. Izquierda: Abundancia de *Cx. hortensis hortensis* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. hortensis hortensis* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Seda 1-C robusta en toda su longitud; seda 5-C ramificada, con 2 ramas; seda 6-C ramificada, con 2 ramas; seda 14-C ramificada, con 2 o más ramas; mentón con menos de 8 dientes a cada lado del diente central; seda 3-P simple o ramificada, con 2 o más ramas; seda 4-P ramificada, con 2 o más ramas; seda 7-I ramificada, con 2 o más ramas; seda 6-VI simple o ramificada, con 2 ramas; seda 1-X ramificada, con 2 o más ramas; sifón con lados cóncavos; índice sifonal igual o mayor que 6,0; espina subapical 2-S larga y curva, con forma de gancho; seda 1a-S ramificada, con 2 o más ramas, insertada

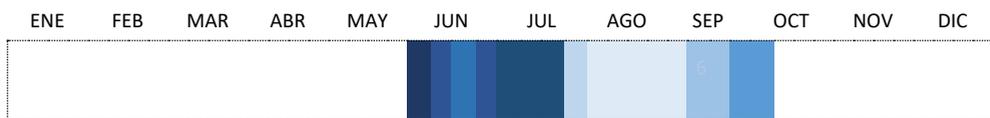


antes o al mismo nivel que el diente distal del pecten; sedas del sifón 1-5 con disposición ventral y lateral, con más de 3 sedas laterales (Schaffner *et al.*, 2001).

Bioecología: Las larvas de *Cx. hortensis hortensis* se caracterizan por habitar aguas dulces y limpias, estancadas y poco eutrofizadas, preferiblemente sobre un sustrato rocoso y con abundante vegetación y algas. Es común en estanques, fuentes, abrevaderos, balsas, pozos, sifones de riego, arrozales, etc. (Encinas Grandes, 1982; Becker *et al.*, 2010). No obstante, existen referencias de capturas de esta especie en ambientes salobres (López Sánchez, 1989). Nuestras capturas confirman esta variabilidad de ambientes, al haberse producido en fuentes, abrevaderos, charcos y bañeras. De igual forma, las capturas realizadas confirman la presencia de esta especie en aguas oligosalobres, con unos niveles de salinidad de hasta 1,8 g/l.

Cohabitación: Esta especie presenta una gran capacidad de asociación con la mayoría de las especies del género *Culex* y con muchas del género *Anopheles*, así como algunas de los géneros *Aedes* y *Culiseta*. De esta forma, en España ha sido descrita en cohabitación con *Ae. vittatus*, *Cx. territans*, *Cs. annulata* y *Cs. longiareolata* (Encinas Grandes, 1982; Melero Alcívar, 2004). En la Comunidad Valenciana, *Cx. hortensis hortensis* ha sido descrita en asociación con *Ae. vexans*, *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. maculipennis s.s.*, *An. petragnani*, *Cx. impudicus*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. annulata* y *Cs. longiareolata* (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, esta especie se ha capturado en cohabitación con *Ae. vexans*, *An. petragnani*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. longiareolata* y por primera vez con *Cx. theileri*.

Fenología: Descrita como especie multivoltina, se desconocen detalles precisos acerca de la fenología de esta especie, que hiberna en forma de hembra adulta. En Europa, la actividad de *Cx. hortensis hortensis* ha sido observada desde mediados de primavera hasta el otoño (Schaffner *et al.*, 2001). En España, Encinas Grandes (1982) confirma la presencia de esta especie entre los meses de febrero y noviembre, sin embargo, estudios realizados en la Comunidad Valenciana confirman su actividad entre los meses de marzo y noviembre, con máximos de abundancia entre mayo y septiembre (Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En nuestro caso, las capturas se han producido entre los meses de junio y octubre, presentando sus máximos durante los meses de junio y julio, con un ligero repunte a finales de septiembre y principios de octubre (**gráfica 29**).



Gráfica 29. Fenología de *Cx. hortensis hortensis* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Especie zoofílica, se alimenta principalmente de reptiles y batracios (Schaffner *et al.*, 2001), por lo que carece de importancia médica como vector de enfermedades para el ser humano.

III. *Culex impudicus* Ficalbi, 1890

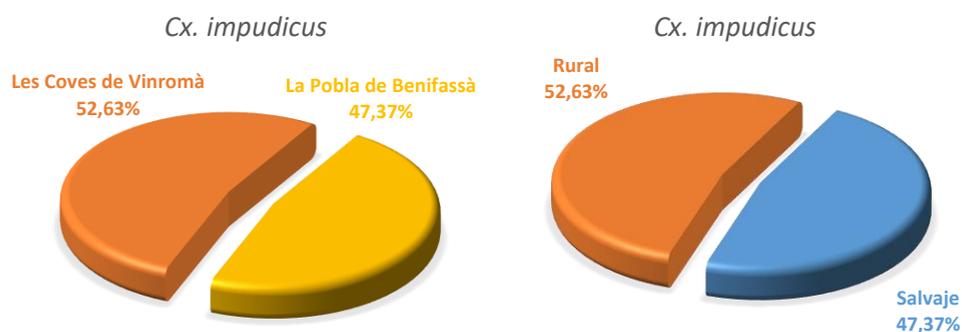
Sinonimia: = *Cx. sergentii* Theobald, 1903

Distribución: De distribución Paleártica, *Cx. impudicus* parece quedar relegada a la región Mediterránea. En Europa, es una especie común en el centro y



sur de Portugal (Ribeiro *et al.*, 1988), y está presente en España, Francia, Italia, Córcega, Cerdeña, Sicilia y Grecia (Becker *et al.*, 2010). También está presente en la zona norte de África, en países como Argelia, Túnez e Irán (Knight and Stone, 1977).

Localización: *Cx. impudicus* ha sido capturada en los términos municipales de Les Coves de Vinromà y La Pobla de Benifassà, cerca de la pedanía de El Boixar. En la **gráfica 30** se muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 30. Izquierda: Abundancia de *Cx. impudicus* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. impudicus* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Inserción de la seda 3-A próxima a la seda 4-A; seda 1-C robusta en toda su longitud; seda 4-C simple o ramificada, con 2 ramas; seda 5-C ramificada, con 2 ramas; seda 6-C simple; seda 14-C ramificada, con 2 o más ramas; mentón con menos de 8 dientes a cada lado del diente central; seda 3-P ramificada, con 2 o más ramas; seda 4-P ramificada, con 2 ramas; seda 7-I ramificada, con 2 ramas; seda 6-VI ramificada, con 2 ramas; seda 1-X ramificada, con 2 ramas; sifón con los lados cóncavos; índice sifonal igual o mayor que 6,0; espina subapical 2-S corta; seda 1a-S ramificada, con entre 2 y 5 ramas, insertada

por encima del diente distal del pecten; sifón sin sedas laterales (Schaffner *et al.*, 2001).

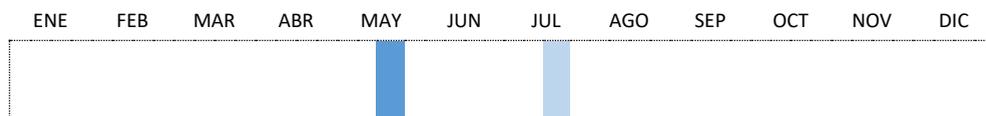
Bioecología: Las larvas de *Cx. impudicus* se encuentran generalmente en aguas dulces y estancadas que presentan abundante vegetación, en lugares protegidos de la luz del sol (Aitken, 1954; Becker *et al.*, 2010). Sus biotopos son muy variables, se pueden encontrar en charcas, estanques, oquedades rocosas, acequias, escorrentías, en las orillas de los arroyos, e incluso en arrozales (Rioux, 1958; Becker *et al.*, 2010).

Cohabitación: *Cx. impudicus* se encuentra frecuentemente asociada con *An. maculipennis s.s.*, *An. claviger* y *Cs. annulata*. En el norte de África se encuentra de forma frecuente junto a *An. algeriensis*, *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata* (Sicart, 1940; Senevet & Andarelli, 1959; Becker *et al.*, 2010). En España, además de con estas asociaciones, la especie ha sido descrita en cohabitación con *An. atroparvus*, *An. marteri*, *An. petragrani*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. territans* y *Cx. theileri* (Encinas Grandes, 1982; Bernués Bañeres, 2013). En el presente estudio, *Cx. impudicus* no ha sido hallada en cohabitación con ninguna otra especie de mosquito.

Fenología: Se trata de una especie descrita como multivoltina, cuya forma hibernante es la fase adulta. En Europa, las larvas han sido observadas entre los meses de mayo y agosto, con un pico poblacional máximo al final del verano (Becker *et al.*, 2010). En España, Bernués Bañeres (2013) realiza capturas de esta especie entre los meses de marzo y octubre, destacando una elevada densidad poblacional desde finales de primavera hasta finales de verano. En nuestro caso, las escasas



capturas de esta especie se han realizado entre los meses de mayo y julio (**gráfica 31**), coincidiendo con los momentos de mayores densidades descritas por el anterior autor.



Gráfica 31. Fenología de *Cx. impudicus* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

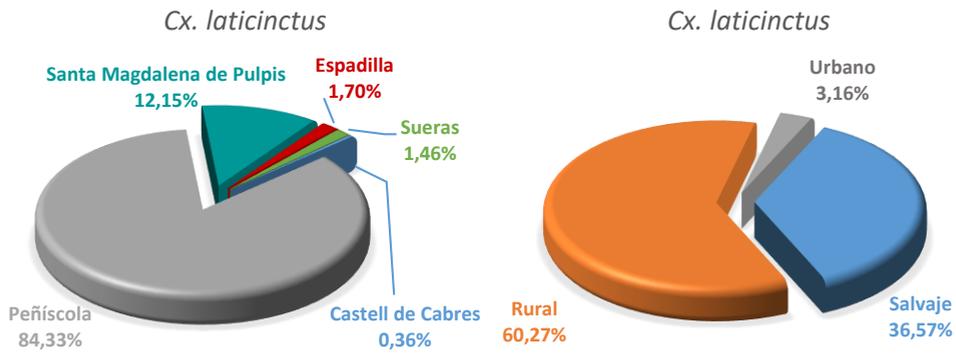
Importancia vectorial: *Cx. impudicus* es una especie que se alimenta de anfibios, sin conocerse ningún papel asociado a la transmisión de enfermedades al ser humano (Becker *et al.*, 2010).

IV. *Culex laticinctus* Edwards, 1913

Sinonimia: = *Cx. laticinctus* Edwards, 1913

Distribución: El rango de distribución de *Cx. laticinctus* va de las Islas Canarias al sureste asiático, pasando por los países de la cuenca Mediterránea, Somalia, Etiopía, Sudán, la Península Arábiga y Oriente Medio. En Europa se encuentra presente en Portugal, España, Rumania, Italia, Grecia y la antigua Yugoslavia (Becker *et al.*, 2010).

Localización: La especie *Cx. laticinctus* ha sido capturada en los términos municipales de Peñíscola, Santa Magdalena de Pulpis, Espadilla, Sueras y Castell de Cabres. Produciéndose la mayor parte de las capturas en el Parque Natural de la Sierra de Irta. La **gráfica 32** muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 32. Izquierda: Abundancia de *Cx. laticinctus* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. laticinctus* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Inserción de la seda 3-A próxima a la seda 4-A; seda 1-C robusta en toda su longitud; seda 4-C simple; seda 5-C ramificada, con 4 o más ramas; seda 6-C ramificada, con 3 o más ramas; seda 14-C ramificada, con 2 o más ramas; seda 3-P simple o ramificada, con 2 o más ramas; seda 4-P simple o ramificada, con 3 o más ramas; seda 7-I ramificada, con 2 ramas; seda 6-VI simple; seda 1-X simple o ramificada, con 2 ramas; sifón con los lados rectos; índice sifonal no superior a 4,5; espina subapical 2-S corta; seda 1a-S ramificada, con 6 o más ramas, insertada por debajo del diente distal del pecten; sifón con 1 seda lateral (Schaffner *et al.*, 2001).

Bioecología: La especie *Cx. laticinctus* pertenece a un grupo de mosquitos relacionados con biotopos de origen antrópico (Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010), sin embargo, puede encontrarse en biotopos de origen natural, como arroyos, pantanos, escorrentías, oquedades rocosas y barrancos (Becker *et al.*, 2010). Las capturas realizadas, a pesar de haber tenido lugar en ambientes naturales, se relacionan en gran medida con biotopos de origen antrópico. Esto queda reflejado en la **gráfica 32**, donde se observa que la mayor parte de las

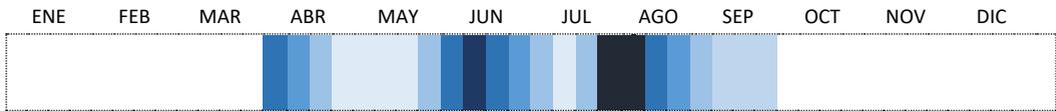


capturas se realizaron en zonas rurales, es decir, alteradas de alguna forma por el ser humano. Así, las capturas se produjeron en biotopos tales como bidones, bañeras, porqueras, bebederos y charcas en áreas recreativas, lo que corrobora la tendencia de esta especie a anidar en este tipo de ambientes. Las larvas de *Cx. laticinctus* suelen habitar en aguas dulces, aunque también se han documentado casos en aguas salobres (Schaffner *et al.*, 2001; Beccker *et al.*, 2010). Las hembras presentan un carácter exofilico y exofágico.

Cohabitación: En Europa, *Cx. laticinctus* ha sido descrita de forma habitual en asociación con otras especies de los géneros *Anopheles* y *Culex*, así como con las especies *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata* y *Ur. unguiculata* (Becker *et al.*, 2010). En España, ha sido hallada en cohabitación con *Ae. vittatus*, *An. atroparvus*, *An. maculipennis s.s.*, *An. petragrani*, *Cx. hortensis*, *Cx. mimeticus*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. annulata* y *Cs. longiareolata* (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, *Cx. laticinctus* se ha capturado en cohabitación con *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata* y por primera vez con *Ae. albopictus*.

Fenología: *Cx. laticinctus* es una especie multivoltina con ciclos continuos, cuya forma hibernante es la fase adulta. Presente durante todo el año, su periodo de mayor actividad tiene lugar en verano, aunque pueden encontrarse ejemplares en número reducido durante el resto del año, en forma de poblaciones residuales (Becker *et al.*, 2010). En España, las capturas de esta especie se han realizado entre los meses de marzo y octubre, con máximos poblacionales durante el periodo estival (Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). Durante este estudio, las capturas se produjeron entre los meses de abril y septiembre, con dos picos

poblacionales, el primero de ellos en junio, y el otro entre los meses de julio y agosto (**gráfica 33**), lo que concuerda con el patrón fenológico descrito por los anteriores autores.



Gráfica 33. Fenología de *Cx. laticinctus* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: *Cx. laticinctus* presenta un carácter fuertemente zoofílico, alimentándose principalmente de aves. No se relaciona con ninguna participación en la transmisión de enfermedades al ser humano, por lo que carece de relevancia médica (Senevet & Andarelli, 1959; Ribeiro *et al.*, 1988; Schaffner *et al.*, 2001).

V. *Culex martinii* Medschid, 1930

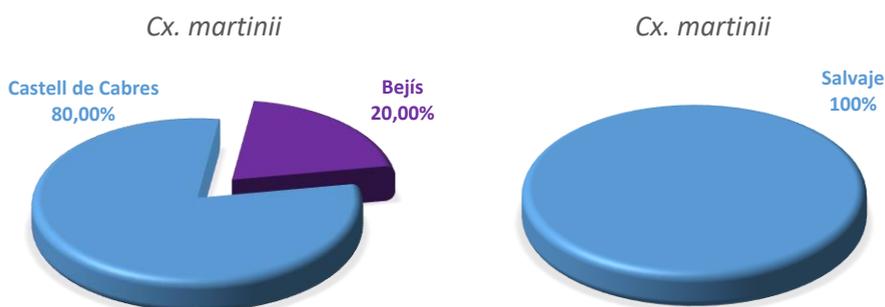
Sinonimia: = *Cx. martinii* Medschid, 1930

Distribución: *Cx. martinii* es una especie termófila distribuida principalmente en el Mediterráneo oriental, desde el norte de África hasta Asia Menor y Asia central (Becker *et al.*, 2010). En Europa, está presente en Austria, Croacia, República Checa, Francia, Alemania, Hungría, Italia (incluidas Sicilia y Cerdeña), la antigua Yugoslavia, Rumania, Eslovaquia, Suiza, Turquía y Ucrania (Becker *et al.*, 2010; Kuhlisch *et al.*, 2018).

Localización: Las larvas de *Cx. martinii* han sido capturadas en el Parque Natural de la Tinença de Benifassà, englobado en este estudio dentro del término



municipal de Castell de Cabres, y en las proximidades del nacimiento del río Palancia, que queda englobado dentro del término municipal de Bejís. Todas las capturas se han realizado en biotopos de naturaleza salvaje. La **gráfica 34** muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 34. Izquierda: Abundancia de *Cx. martinii* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. martinii* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Antena 3/4 partes la longitud de la cabeza; tegumento antenal claramente espiculado; seda 1-A ramificada, con 22-26 ramas; seda 1-C delgada y flexible en el ápice, o robusta en toda su longitud; seda 5-C simple o ramificada, con 2 ramas; seda 6-C simple o ramificada, con 2 ramas; seda 14-C ramificada, con 2 o más ramas; mentón con menos de 8 dientes a cada lado del diente central; seda 3-P ramificada, con 2 o más ramas; seda 4-P ramificada, con 2 ramas; seda 7-I ramificada, con 2 ramas; seda 6-VI ramificada, con 2 ramas; entre 35-40 dientes en el segmento abdominal VIII; silla del segmento X cerrada; seda 1-X ramificada, con 2 ramas; sifón largo y delgado, se estrecha uniformemente hacia el ápice; índice sifonal entre 7,5-11,0; espina subapical 2-S corta; seda 1a-S ramificada, con entre 2 y 5 ramas, insertada por encima del diente distal del pecten; pecten con 11-16 dientes, ocupando el 1/5 basal del sifón; sifón

sin sedas laterales; sifón con 4-6 pares de sedas ventrales en una fila irregular; sedas sifonales ramificadas, con 2-5 ramas ligeramente más largas que la anchura del sifón en su punto de inserción; papilas anales $\frac{1}{2}$ la longitud de la silla (Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

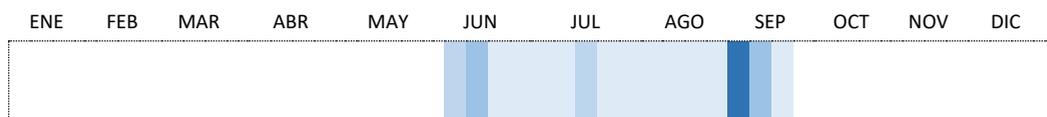
Bioecología: *Cx. martinii* no es una especie muy común, por lo que la información sobre su biología es muy limitada (Becker *et al.*, 2010). Los biotopos larvarios de esta especie son muy variados, se describen como acumulaciones de agua superficiales, corrientes o estancas, ya sean en zonas de sol o de sombra, tales como llanuras aluviales, pantanos, marismas, prados, zanjas, estanques, charcos o contenedores artificiales (Kuhlisch *et al.*, 2018). En nuestro caso, las larvas de *Cx. martinii* han sido capturadas en biotopos correspondientes a charcas y manantiales.

Cohabitación: Debido a la escasa información acerca de esta especie, parece no haber sido descrita aún en asociación con ninguna otra. En el presente estudio, las capturas realizadas han permitido encontrar a *Cx. martinii* en cohabitación con las especies *An. claviger*, *An. marteri*, *An. petraghani* y *Cx. territans*.

Fenología: *Cx. martinii* ha sido descrita en Europa como una especie univoltina. En la República Checa, se ha observado su actividad entre los meses de julio y octubre, con un máximo poblacional entre finales de agosto y principios de octubre (Vanhara, 1986); en Turquía se realizaron capturas entre los meses de junio y diciembre, en Suiza entre junio y octubre (Alten & Simsek, 1999; Flacio *et al.*, 2014), y en Alemania se ha conseguido capturar en el mes de octubre (Kuhlisch *et*



al., 2018). En nuestro caso, las capturas se realizaron entre los meses de junio y septiembre (**gráfica 35**), lo que concuerda con los anteriores estudios realizados. Pese a que los niveles poblacionales observados son bajos, se detecta un pequeño pico poblacional a principios del mes de septiembre.



Gráfica 35. Fenología de *Cx. martinii* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

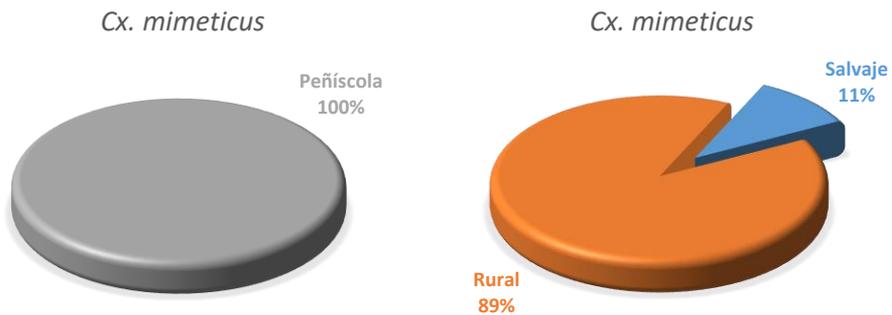
Importancia vectorial: A pesar de haber sido descrita alimentándose sobre mamíferos, incluido el ser humano (Alten y Simsek, 1999), este comportamiento sería ocasional, ya que *Cx. martinii* es una especie que parece alimentarse sobre anfibios y aves (Severini *et al.*, 2009, Becker *et al.*, 2010; Flacio *et al.*, 2014). No se conoce su participación como especie vectora de enfermedades al ser humano (Kuhlisch, *et al.*, 2018).

VI. *Culex mimeticus* Noè, 1899

Sinonimia: = *Cx. pseudomimeticus* Sergent, 1909

Distribución: Especie de distribución en la región Oriental y el sur de la región Paleártica. En Europa, se encuentra en el sur del continente, en países como Portugal, España, Francia, Italia, Yugoslavia, Macedonia, Bulgaria, Grecia, Chipre y Rusia (Ribeiro *et al.*, 1989, Becker *et al.*, 2010, Bueno Marí, 2010). Esta especie se ha llegado a registrar a una altitud de 3055 m en el Tíbet (Feng, 1938), mientras que en Europa su preferencia orofílica parece ser más moderada, encontrándose desde los 150 hasta los 1100 m de altitud en Portugal (Ribeiro *et al.*, 1989).

Localización: Nuestras capturas de *Cx. mimeticus* se han producido en el término municipal de Peñíscola, todas ellas dentro del Parque Natural de la Sierra de Irta, en ambientes con un nivel antrópico rural o salvaje. La **gráfica 36** muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 36. Izquierda: Abundancia de *Cx. mimeticus* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. mimeticus* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Inserción de la seda 3-A alejada de la seda 4-A; seda 1-C robusta en toda su longitud; seda 4-C ramificada, con 2 o más ramas; seda 5-C ramificada, con 4 o más ramas; seda 6-C ramificada, con 2-3 ramas; seda 14-C simple; seda 3-P simple; seda 4-P simple; seda 7-I simple; seda 6-VI ramificada, con 3 o más ramas; seda 1-X simple o ramificada, con 2 ramas; sifón con los lados rectos; índice sifonal superior a 4,6; espina subapical 2-S larga, recta o curva; seda 1a-S ramificada, con 2 o más ramas, insertada por encima del diente distal del pecten; sifón con 1 seda lateral (Schaffner *et al.*, 2001).

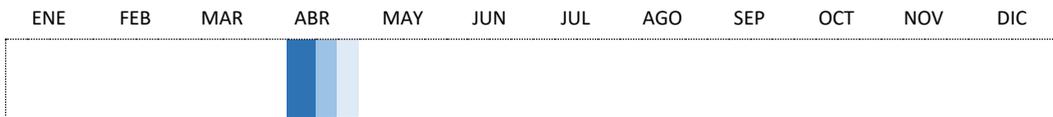
Bioecología: Como ya se ha dicho anteriormente, es una especie orofílica, común en algunas partes de la región Mediterránea. Las hembras presentan un carácter exofágico típico, aunque existen referencias de episodios endofágicos



excepcionales (Sicart, 1951). Las larvas pueden encontrarse en biotopos muy variables, siendo frecuentes en aguas cristalinas de barrancos y arroyos poco profundos en los que crecen algas de *Spyrogyra* sp. (Aitken, 1954), pequeños charcos, oquedades rocosas, márgenes remansados de ríos y arroyos de montaña con abundante vegetación acuática (Becker *et al.*, 2010). Sin embargo, también pueden habitar recipientes artificiales de origen antrópico, como bidones, pozos o abrevaderos (Bernués Bañeres, 2013). Ribeiro *et al.* (1977) afirman que las larvas de esta especie habitan aguas ligeramente ácidas, con valores de pH entre 5,2 y 6,0, sin embargo, estudios previos en la Comunidad Valenciana confirman también la presencia de esta especie en aguas alcalinas, con valores de pH de 12,61 (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). Es una especie muy sensible a la temperatura. Las escasas capturas durante el presente estudio pueden deberse a la ausencia de colecciones hídricas permanentes como consecuencia de la sequía sufrida durante este periodo, dificultando su establecimiento.

Cohabitación: En Europa, *Cx. mimeticus* ha sido descrita en asociación con *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. maculipennis s.s.*, *An. marteri*, *An. petragnani*, *An. superpictus*, *An. cinereus hispaniola*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. perexiguus*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. territans* y *Cs. longiareolata* (Gutsevich *et al.*, 1974; Ribeiro *et al.*, 1977; Becker *et al.*, 2010). En España, ha sido capturada junto a *An. atroparvus*, *An. maculipennis s.s.*, *An. marteri*, *An. petragnani*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. laticinctus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. territans*, *Cs. annulata* y *Cs. longiareolata* (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, las larvas de *Cx. mimeticus* han sido capturadas junto a *An. petragnani* y *Culex* sp.

Fenología: *Cx. mimeticus* ha sido descrita como una especie multivoltina (Becker *et al.*, 2010), presentando en España un periodo de actividad entre los meses de marzo y noviembre (Bueno Marí, 2010), con un pico poblacional máximo durante el periodo estival. En el presente estudio, las únicas capturas de *Cx. mimeticus* se han realizado en el mes de abril (**gráfica 37**), lo que correspondería con el inicio de su actividad.



Gráfica 37. Fenología de *Cx. mimeticus* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: *Cx. mimeticus* es una especie de hábitos zoofílicos (Becker *et al.*, 2010), cuya presencia parece estar ligada a la de las aves (Schaffner *et al.*, 2001), siendo éstas su hospedador principal. Excepcionalmente se han descrito casos de hembras alimentándose sobre el ser humano (Sicart, 1951). Esta especie actúa como vector del virus West Nile, manteniendo la enzootia de la población aviar de la que se alimenta y jugando un papel importante en la diseminación de dicho virus (Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

VII. *Culex pipiens* Linnaeus, 1758

Sinonimia:

= *Cx. bifurcatus* Linnaeus, 1758
 = *Cx. fasciatus* Muller, 1764
 = *Cx. pipines* Geoffroy, 1785
 = *Cx. trifurcatus* Fabricius, 1794
 = *Cx. luteus* Meigen, 1804
 = *Cx. domesticus* Germar, 1817

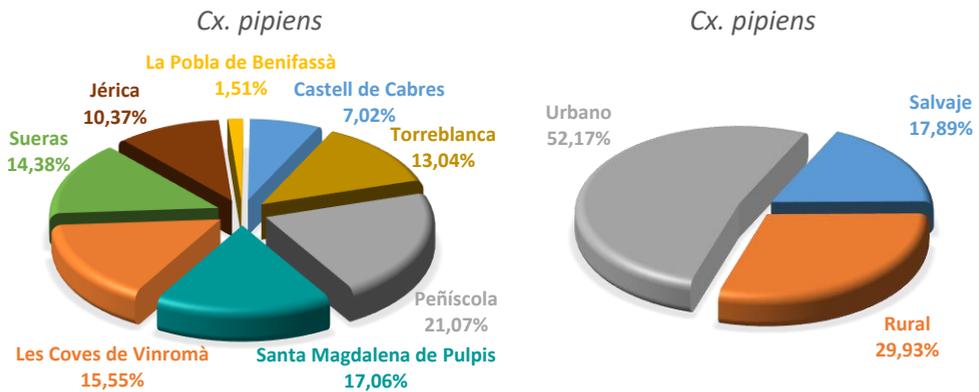
= *Cx. bicolor* Meigen, 1818
 = *Cx. rufus* Meigen, 1818
 = *Cx. marginalis* Stephens, 1825
 = *Cx. meridionalis* Leach, 1825
 = *Cx. calcitrans* Robineau-Desvoidy, 1827
 = *Cx. consobrinus* Robineau-Desvoidy, 1827



- = *Cx. thoracicus* Robineau-Desvoidy, 1827
- = *Cx. pallipes* Waltl, 1835
- = *Cx. unistriatus* Curtis, 1837
- = *Cx. pallipes* Macquart, 1838
- = *Cx. ciliaris* Walker, 1856
- = *Cx. rufinus* Bigot, 1888
- = *Cx. agilis* Bigot, 1888
- = *Cx. phytophagus* Ficalbi, 1889
- = *Cx. haematophagus* Ficalbi, 1893
- = *Cx. pallens* Coquillett, 1898
- = *Cx. melanorhinus* Giles, 1900
- = *Cx. azoriensis* Theobald, 1903
- = *Cx. longefurcatus* Becker, 1903
- = *Cx. varioannulatus* Theobald, 1903
- = *Cx. quasimodestus* Theobald, 1905
- = *Cx. osakaensis* Theobald, 1907
- = *Cx. comitatus* Dyar & Knab, 1909
- = *Cx. doliorum* Edwards, 1912
- = *Cx. autogenicus* Roubaud, 1935
- = *Cx. berbericus* Roubaud, 1935
- = *Cx. disjunctus* Roubaud, 1957
- = *Cx. calloti* Rioux & Pech, 1959
- = *Cx. erectus* Iglisch, 1977
- = *Cx. torridus* Iglisch, 1977

Distribución: *Cx. pipiens*, conocido como mosquito común, es considerada la especie de mosquito cosmopolita por excelencia. Se encuentra ampliamente distribuida por toda la región Holártica, Australia, Suramérica y este y sur de África (Becker *et al.*, 2010).

Localización: Esta especie ha sido capturada en 8 de los 10 términos municipales estudiados, lo que evidencia su carácter cosmopolita. Se ha encontrado presente en Torreblanca, Peñíscola, Santa Magdalena de Pulpis, Les Coves de Vinromà, Sueras, Jérica, La Pobla de Benifassà y Castell de Cabres. Sus capturas se han producido en ambientes tanto urbanos, como rurales y salvajes. La **gráfica 38** muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 38. Izquierda: Abundancia de *Cx. pipiens* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. pipiens* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Inserción de la seda 3-A próxima a la seda 4-A; seda 1-C robusta en toda su longitud o delgada y flexible en el ápice; seda 4-C simple; seda 5-C ramificada, con 4 o más ramas; seda 6-C ramificada, con 3 o más ramas; seda 14-C simple o ramificada, con 2 o más ramas; mentón con menos de 8 dientes a cada lado del diente central; seda 3-P simple; seda 4-P ramificada, con 2 o más ramas; seda 7-I simple o ramificada, con 2 o más ramas; seda 6-VI ramificada, con 2 ramas; seda 1-X simple o ramificada, con 2 o más ramas; sífon con los lados rectos o convexos; índice sifonal entre 3,0 y 5,9; espina subapical 2-S corta; seda 1a-S ramificada, con entre 2 y 5 ramas, insertada por encima del diente distal del pecten; sífon con 1 seda lateral (Schaffner *et al.*, 2001).

Bioecología: La enorme plasticidad bioecológica, morfológica y etológica de esta especie propicia su absoluta ubicuidad en España (Bernués Bañeres, 2013). Esto permite que *Cx. pipiens* se desarrolle en casi cualquier tipo de cuerpo hídrico, soportando una gran variedad de rangos térmicos (5,0-34,2°C), pH (2,00-12,61) y salinidad (0,0-70,0 g/l), siendo lo más habitual encontrarla asociada a aguas dulces



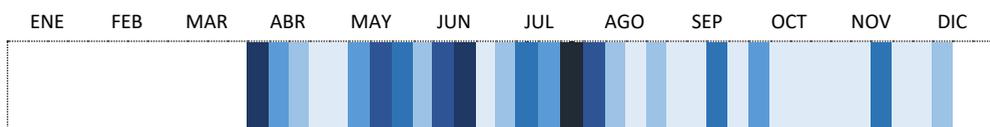
tendientes a la basicidad y en torno a los 21°C (Horsfall, 1972; López Sánchez, 1989; Bernués Bañeres, 2013). Las larvas de esta especie pueden encontrarse en aguas semipermanentes, estanques con vegetación, campos de arroz, en orillas remansadas de ríos, dendrotelmas, así como en cuerpos de agua de origen antrópico, como bidones, fuentes, búcaros, etc. (Becker *et al.*, 2010). En el presente estudio, las larvas se capturaron en aguas con un rango de pH de 7,24-10,03 y con temperaturas comprendidas entre los 9,0-33,5°C.

Cabe mencionar que algunos investigadores señalan la existencia de un complejo multiespecífico, denominado Complejo *Culex pipiens*, que abarca varias especies, subespecies, formas, razas, variantes fisiológicas o biotipos (Becker *et al.*, 2010). Sin embargo, actualmente carece de demasiada aceptación. Según este complejo se puede diferenciar la existencia de dos subespecies. La primera de ellas, *Cx. pipiens molestus*, se alimenta sobre mamíferos, incluido el ser humano, de carácter autógeno y estenógamo, es típica de ambientes contaminados y eutrofizados, dominando sobre el resto de especies de culícidos presentes. La otra subespecie, *Cx. pipiens pipiens*, presenta un carácter ornitófilico, tratándose de una subespecie anautógena, eurígama y no dominante (Mattingly *et al.*, 1951; Harbach *et al.*, 1985; Bernués Bañeres, 2013).

Cohabitación: El carácter cosmopolita y la gran plasticidad de *Cx. pipiens* le permite cohabitar con casi todas las especies de mosquitos presentes en su área de distribución. En Europa, las primeras larvas suelen encontrarse junto a las de distintas especies del género *Anopheles* (Becker *et al.*, 2010). En España ha sido descrita en cohabitación con *Ae. berlandi*, *Ae. caspius*, *Ae. equinus*, *Ae. geniculatus*, *Ae. gilcolladoi*, *Ae. pulcritarsis*, *Ae. vexans*, *Ae. vittatus*, *An. algeriensis*, *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. maculipennis s.s.*, *An. petragrani*, *An. plumbeus*, *Cx.*

hortensis, *Cx. impudicus*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. modestus*, *Cx. territans*, *Cx. theileri*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea* y *Ur. unguiculata* (Melero Alcibar, 2004; Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, esta especie se ha capturado junto a *Ae. albopictus*, *Ae. vexans*, *Cx. hortensis hortensis*, *Cx. laticinctus*, *Cx. theileri*, *Cs. longiareolata* y *Cs. subochrea*.

Fenología: *Cx. pipiens* es considerada una especie multivoltina, con hasta seis generaciones anuales. En Europa, las larvas están presentes durante todo el año, siendo el periodo de mayor abundancia los meses de verano y otoño (Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010). La hibernación tiene lugar en fase de hembra adulta, a pesar de haberse descrito episodios de diapausa larvaria en regiones cálidas (López Sánchez, 1989). En la Comunidad Valenciana, las larvas de esta especie pueden capturarse a lo largo de todo el año, presentando un pico máximo poblacional en el periodo estival (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En nuestro caso, esta especie ha sido capturada entre los meses de abril y noviembre, observándose máximos poblacionales en abril, junio y julio (**gráfica 39**).



Gráfica 39. Fenología de *Cx. pipiens* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: La enorme adaptabilidad de *Cx. pipiens* la convierte en una de las especies con mayor contacto directo con el ser humano, al encontrarse habitualmente en ambientes urbanos, en el interior de viviendas y espacios públicos (Llave Correas & González Mora, 1996). Así, actúa como vector



de distintas arbovirosis, como Sindbis, Tahyna, Batai, Usutu y West Nile, destacando este último debido al brote surgido en el año 2020 en las comunidades autónomas de Andalucía y Extremadura, donde se notificaron 77 casos en humanos, y en el que se considera a *Cx. pipiens* como uno de los vectores responsables (MS, 2020). Esta especie también participa en la transmisión de distintas filarias, como *D. immitis*, y plasmodios aviarios, como *Plasmodium* spp. (Aranda *et al.*, 1998; Schaffner *et al.*, 2001; Busquets *et al.*, 2008).

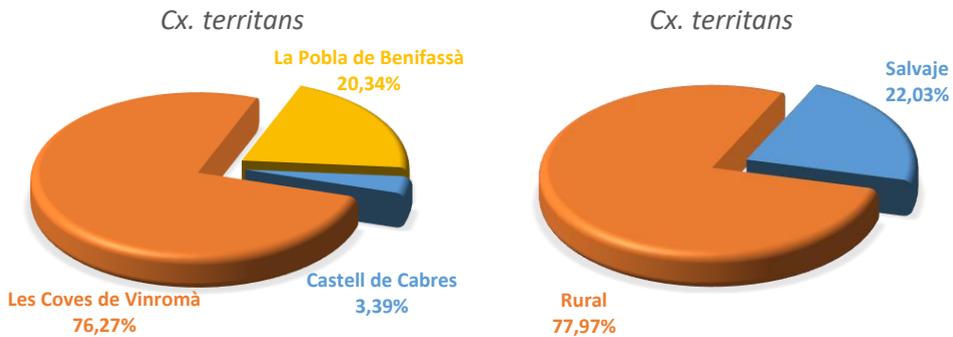
VIII. *Culex territans* Walker, 1856

Sinonimia: = *Cx. saxatilis* Grossbeck, 1905
= *Cx. frickii* Ludlow, 1906
= *Cx. pyrenaicus* Brolemann, 1919
= *Cx. nematoides* Dyar & Shannon, 1925

Distribución: Especie de distribución Holártica. En Europa se encuentra ampliamente distribuida, extendiéndose hasta Asia central y el norte de África. En la región Neártica se encuentra en Canadá y Estados Unidos, incluida Alaska (Becker *et al.*, 2010). Considerada como una especie de montaña (Schaffner *et al.*, 2001), sus capturas se han descrito entre los 200 y los 1120 metros de altitud (Bueno Marí, 2010), situándose su óptimo entre los 700 y 800 metros en la Comunidad Valenciana (Bernués Bañeres, 2013).

Localización: *Cx. territans* ha sido capturada en el término municipal de Les Coves de Vinromà y en el Parque Natural de La Tinença de Benifassà, dentro de los términos de La Pobla de Benifassà y Castell de Cabres. La **gráfica 40** muestra la

proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 40. Izquierda: Abundancia de *Cx. territans* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. territans* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Inserción de la seda 3-A próxima a la seda 4-A; seda 1-C robusta en toda su longitud o delgada y flexible en el ápice; seda 4-C simple o ramificada, con 2 ramas; seda 5-C ramificada, con 2 ramas; seda 6-C simple; seda 14-C ramificada, con 2 o más ramas; mentón con menos de 8 dientes a cada lado del diente central; seda 3-P ramificada, con 2 o más ramas; seda 4-P ramificada, con 2 ramas; seda 7-I ramificada, con 2 ramas; seda 6-VI ramificada, con 2 ramas; seda 1-X ramificada, con 2 ramas; sifón con los lados cóncavos; índice sifonal entre 4,5 y 6,0; espina subapical 2-S corta; seda 1a-S ramificada, con entre 2 y 5 ramas, insertada al mismo nivel o por encima del diente distal del pecten; sifón sin sedas laterales (Schaffner *et al.*, 2001).

Bioecología: Las larvas de *Cx. territans* suelen encontrarse en aguas limpias, frías y permanentes, como estanques, orillas de ríos, arroyos, etc., con un flujo hídrico léntico y a menudo con vegetación abundante (Becker *et al.*, 2010). En zonas templadas, suelen encontrarse en cuerpos de agua expuestos a la luz del sol,



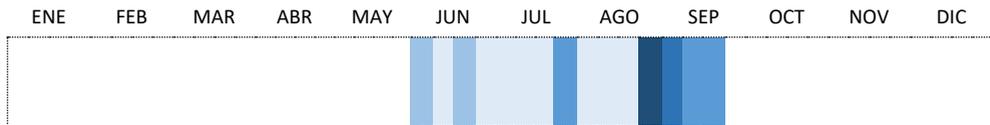
mientras que en regiones del sur suelen encontrarse en zonas de umbría (Gutsevich *et al.*, 1974). Aunque no es lo habitual, también pueden encontrarse en aguas contaminadas y en recipientes artificiales (Wood *et al.*, 1979).

Cx. territans presenta una gran similitud ecológica y biológica con *Cx. impudicus*, especie de la que resulta muy complicado diferenciar, sin embargo, existen caracteres morfológicos que permiten distinguirlas (Ribeiro & Da Cunha Ramos, 1999; Schaffner *et al.*, 2001; Becker *et al.*, 2010).

Cohabitación: Esta especie ha sido descrita en cohabitación con *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. maculipennis s.s.*, *An. petragnani*, *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata* (Gutsevich *et al.*, 1974; Encinas Grandes, 1982; Becker *et al.*, 2010). En la Comunidad Valenciana, se ha capturado junto a *An. algeriensis*, *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. maculipennis s.s.*, *An. marteri*, *An. petragnani*, *Cx. hortensis hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata* y *Cs. subochrea* (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, *Cx. territans* se ha hallado en cohabitación con *An. claviger*, *An. maculipennis s.s.*, *An. petragnani*, *Cx. hortensis hortensis*, *Cx. martinii*, *Cx. theileri* y *Cs. longiareolata*.

Fenología: En las zonas del norte de su rango de distribución, *Cx. territans* se presenta como una especie univoltina, sin embargo, en las zonas del sur es una especie típicamente multivoltina. Las larvas pueden encontrarse desde finales de abril hasta septiembre, presentando su máximo poblacional a finales de verano (Becker *et al.*, 2010). La hibernación se produce en forma de hembra adulta, protegida en refugios naturales o de origen antrópico cercanos a flujos de agua, donde realizan sus primeras puestas (Encinas Grandes, 1982). En nuestro caso, las

capturas de la especie se realizaron desde principios de junio hasta finales de septiembre (**gráfica 41**), lo que supondría un acortamiento del ciclo biológico observado para la especie en la Comunidad Valenciana (de abril a octubre), hecho que achacamos a la grave sequía sufrida durante el transcurso del estudio. Su máximo poblacional se presenta a finales del mes de agosto.



Gráfica 41. Fenología de *Cx. territans* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: *Cx. territans* presenta un carácter zoofílico, alimentándose principalmente de anfibios (especialmente de *Rana* sp. y *Bufo* sp.) y reptiles (Carpenter & Lacasse, 1955; Senevet & Andarelli, 1959; Gutsevich *et al.*, 1974; Becker *et al.*, 2010). No se ha descrito ningún caso de alimentación sobre el ser humano (Becker *et al.*, 2010), por lo que es una especie que carece de importancia médica.

IX. *Culex theileri* Theobald, 1903

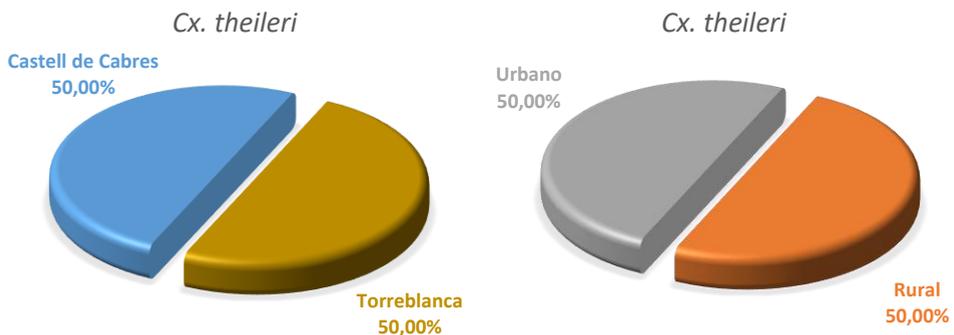
Sinonimia: = *Cx. creticus* Theobald, 1903
 = *Cx. pettigrewii* Theobald, 1910
 = *Cx. onderstepoortensis* Theobald, 1911
 = *Cx. annulata* Theobald, 1913
 = *Cx. alpha* Séguy, 1924

Distribución: Especie con distribución Etiópica (sur, este y norte de África), Paleártica (zona Mediterránea y estepas ucranianas) y este de la región Oriental (India, Burma y China). En Europa ha sido citada en Portugal, España, Francia,



antigua Yugoslavia, Grecia, Hungría, Bulgaria y Ucrania (Becker *et al.*, 2010). En regiones del Himalaya, es común en altitudes de entre 1000-3000 m (Sirivanakarn, 1976), siendo su distribución altitudinal más discreta en la Comunidad Valenciana, registrándose desde el nivel del mar hasta una altura máxima de 843 m (Bueno Marí, 2010; Chordá Olmos, 2014).

Localización: Las larvas de *Cx. theileri* han sido capturadas en los términos municipales de Torreblanca y Castell de Cabres, a una altitud de 1,10 y 1095,31 metros respectivamente, lo que supone la cita de mayor altitud en la Comunidad Valenciana hasta el momento, quedando así reflejado su amplio rango de distribución altitudinal descrito anteriormente. Las capturas se han realizado en ambientes urbanos y rurales. La **gráfica 42** muestra la proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 42. Izquierda: Abundancia de *Cx. theileri* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cx. theileri* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Inserción de la seda 3-A próxima a la seda 4-A; seda 1-C robusta en toda su longitud o delgada y flexible en el ápice; seda 4-C simple o ramificada, con 3 o más ramas; seda 5-C ramificada, con 3 o más ramas; seda 6-C ramificada, con 2-3 ramas; seda 14-C ramificada, con 2 o más ramas;

mentón con menos de 8 dientes a cada lado del diente central; seda 3-P simple; seda 4-P ramificada, con 2 ramas; seda 7-I ramificada, con 2 ramas; seda 6-VI ramificada, con 2 o más ramas; seda 1-X simple o ramificada, con 3 o más ramas; sifón con los lados rectos; índice sifonal entre 3,0 y 5,9; espina subapical 2-S corta; seda 1a-S ramificada, con entre 2- 6 o más ramas, insertada por encima del diente distal del pecten; sifón con 1 seda lateral (Schaffner *et al.*, 2001).

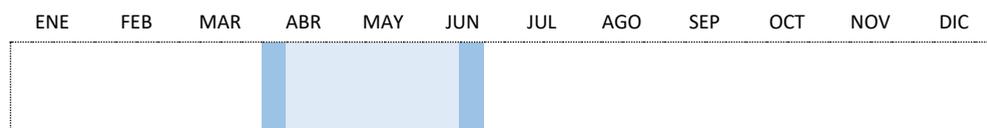
Bioecología: *Cx. theileri* ocupa una gran variedad de biotopos larvarios debido a la baja exigencia en sus características, por lo que puede encontrarse desde en márgenes de ríos y encharcamientos temporales, hasta en canales y aguas contaminadas (Aitken, 1954; Ramos *et al.*, 1978; Encinas Grandes, 1982; Simsek, 2004). Habitualmente se encuentra en aguas dulces u oligosalobres (2 g/l), aunque es capaz de tolerar salinidades de hasta 16,6 g/l y rangos de pH de entre 5,5 y 9,5 (Gutsevich *et al.*, 1974; Ramos *et al.*, 1978; Pires *et al.*, 1982; Becker *et al.*, 2010). Habitualmente exofágica, puede modificar sus hábitos hacia la endofagia para alimentarse sobre el ser humano en el interior de las viviendas bajo determinadas circunstancias y elevados niveles poblacionales (Gutsevich *et al.*, 1974; Ramos *et al.*, 1977; Becker *et al.*, 2010). La elección del hospedador también parece estar ligada a su baja capacidad de vuelo, alimentándose únicamente de aquellos que se acercan a su lugar de reposo (Chordá Olmos, 2014).

Cohabitación: En Europa, esta especie se ha capturado junto con *An. algeriensis*, *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. labranchiae*, *An. maculipennis*, *An. superpictus*, *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. vexans*, *Ae. vittatus*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. laticinctus*, *Cx. modestus*, *Cx. perexiguus*, *Cx. pipiens*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata* y *Ur. unguiculata* (Coluzzi, 1961; Bozkov *et al.*, 1969; Ramos *et al.*,



1978; Pires *et al.*, 1982, Becker *et al.*, 2010). En España, además, se ha descrito en asociación con *An. petragrani* (Encinas Grandes, 1982). En la Comunidad Valenciana, *Cx. theileri* se ha encontrado en cohabitación con *An. atroparvus*, *An. maculipennis s.s.*, *Cx. mimeticus*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans* y *Cs. longiareolata* (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, la especie se ha capturado junto a *Cx. hortensis hortensis*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans* y *Cs. longiareolata*.

Fenología: *Cx. theileri* es una especie multivoltina cuyas primeras larvas aparecen con la primavera (Becker *et al.*, 2010). Con un periodo de actividad comprendido entre los meses de mayo y noviembre, los adultos presentan dos o tres picos poblacionales anuales, el más importante durante el periodo estival (Encinas Grandes, 1982; Simsek, 2004). La hibernación se produce en fase de hembra adulta, que permanece refugiada en establos o cobertizos durante el invierno (Chordá Olmos, 2014). En nuestro caso, las larvas fueron capturadas en los meses de abril (fase L3) y junio (fases L2, L3 y L4) (**gráfica 43**), lo que, según los estudios fenológicos de la especie, se corresponde con las primeras larvas del año y con el pico poblacional del periodo estival respectivamente. Sin embargo, nuestras capturas son escasas.



Gráfica 43. Fenología de *Cx. theileri* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Considerada como una especie zoofílica (Becker *et al.*, 2010), se alimenta principalmente sobre mamíferos, *Cx. theileri* presenta

tendencias antropófilas (Simsek, 2004). De esta forma, la especie se convierte en un excelente vector de distintas arbovirosis como los virus West Nile, Sindbis o la fiebre del Valle del Rift, además de diversas dirofilariasis caninas, como *D. immitis* (Smith, 1973; McIntosh, 1975; Ribeiro *et al.*, 1983; Ribeiro *et al.*, 1988; Becker *et al.*, 2010).

4.2.2.3 Género *Culiseta* Felt, 1904

I. *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838)

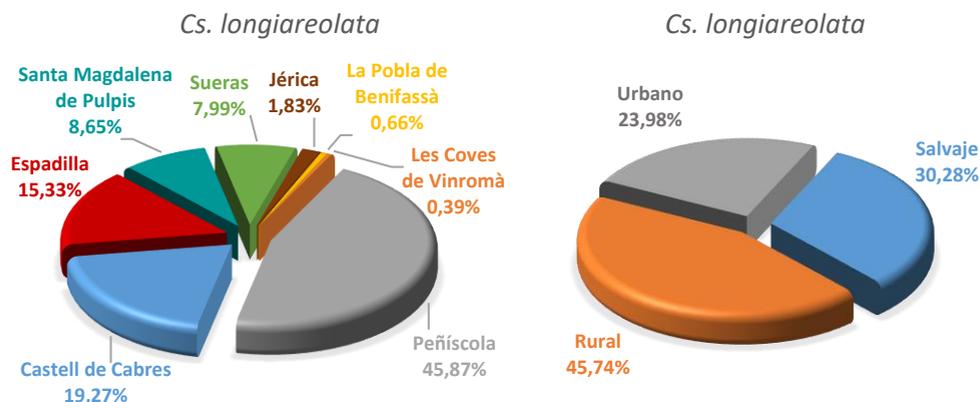
Sinonimia: = *Cx. longiareolatus* Macquart, 1838
 = *Cx. spathipalpis* Rondani, 1872
 = *Cx. leucogrammus* Loew, 1874
 = *Cx. serratipes* Becker, 1908
 = *Cx. marocanus* Anfreville, 1916

Distribución: Especie ampliamente distribuida por las regiones Paleártica, Oriental y Etiópica. En Europa, se encuentra presente en toda la región Mediterránea, con límite septentrional en el norte de Francia, Suiza y el sur de Inglaterra (Becker *et al.*, 2010).

Localización: Las capturas de *Cs. longiareolata* se han producido en 8 de los 10 términos municipales estudiados, convirtiéndose en una de las especies más cosmopolitas de las estudiadas en el presente trabajo. Se ha encontrado en Peñíscola, Santa Magdalena de Pulpis, Les Coves de Vinromà, Espadilla, Sueras, Jérica, La Pobla de Benifassà y Castell de Cabres. Sus capturas se han producido en ambientes tanto urbanos, como rurales y salvajes. La **gráfica 44** muestra la



proporción de abundancias de la especie por término municipal y nivel de antropización.



Gráfica 44. Izquierda: Abundancia de *Cs. longiareolata* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cs. longiareolata* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Antena corta; tegumento antenal liso; seda 1-A difícilmente apreciable; espacio entre las sedas 4-C menor que el espacio entre las sedas 5-C; seda 5-C simple; seda 6-C simple; sífón corto y robusto; pecten ocupando de 2/3 a 3/4 de la longitud del sífón; pecten formado únicamente por espinas (Schaffner *et al.*, 2001).

Bioecología: Las larvas de *Cs. longiareolata* presentan una amplia plasticidad ecológica, lo que les permite ocupar biotopos muy variados. A pesar de poder encontrarse en recipientes de origen natural (como agujeros en rocas, márgenes fluviales, charcas, etc.), presentan una marcada preferencia por recipientes artificiales en ambientes con un mayor o menor grado de antropización (cubos, bidones, abrevaderos, fuentes, etc.) (**gráfica 44**) (Becker *et al.*, 2010; Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2011b). Aunque habitualmente se encuentran en aguas

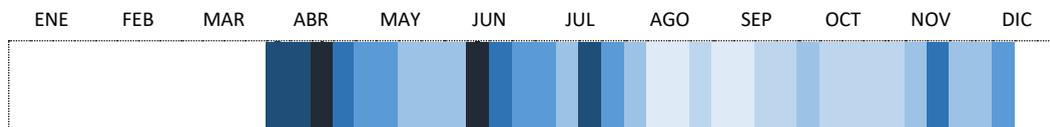
dulces, toleran un ligero rango de salinidad (Becker *et al.*, 2010). Así mismo, pueden habitar desde aguas limpias a fuertemente contaminadas (Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2011b), siendo los imbornales uno de los lugares idóneos donde se pueden encontrar estas larvas en ambientes urbanos.

Cohabitación: En Europa, *Cs. longiareolata* suele encontrarse junto a *Cx. mimeticus* y *Cx. pipiens* (Becker *et al.*, 2010). En España se asocia con *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans* y *Cs. annulata* (Melero Alcívar, 2004). En la Comunidad Valenciana, la especie ha sido capturada en cohabitación con *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. geniculatus*, *Ae. gilcolladoi*, *Ae. vexans*, *Ae. vittatus*, *An. atroparvus*, *An. maculipennis s.s.*, *An. petragnani*, *An. plumbeus*, *Cx. hortensis*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. territans* y *Cs. annulata* (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). En nuestro caso, las larvas de *Cs. longiareolata* se han capturado junto a las de las especies *An. petragnani*, *Cx. deserticola*, *Cx. hortensis hortensis*, *Cx. laticinctus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. territans* y, por primera vez, junto a *Ae. albopictus*.

Fenología: *Cs. longiareolata* es una especie multivoltina cuya actividad imaginal abarca desde el mes de febrero hasta noviembre (Becker *et al.*, 2010). En zonas frías, la hibernación parece ocurrir en fase de hembra adulta, mientras que, en regiones templadas, dicho proceso tiene lugar en estado larvario (Schaffner *et al.*, 2001). En nuestro caso, las capturas de esta especie se han realizado desde principios del mes de abril hasta diciembre (**gráfica 45**), en aguas con una temperatura de 7,7°C, y hasta los 33,2°C durante el verano. Estos datos nos confirman que la hibernación de *Cs. longiareolata* en el territorio estudiado se



realiza en fase larvaria, como ya indicaron estudios anteriores (Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014).



Gráfica 45. Fenología de *Cs. longiareolata* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Las hembras de *Cs. longiareolata* presentan un carácter exofágico, con unos hábitos alimenticios claramente ornitofílicos, alimentándose en ocasiones extrañas sobre el ser humano. En aves, actúa como especie vectora de distintas especies de *Plasmodium* sp., así como del virus West Nile (Schaffner, *et al.*, 2001, Becker *et al.*, 2010). Por estas razones, la especie carece de relevancia médica como vectora de enfermedades al ser humano.

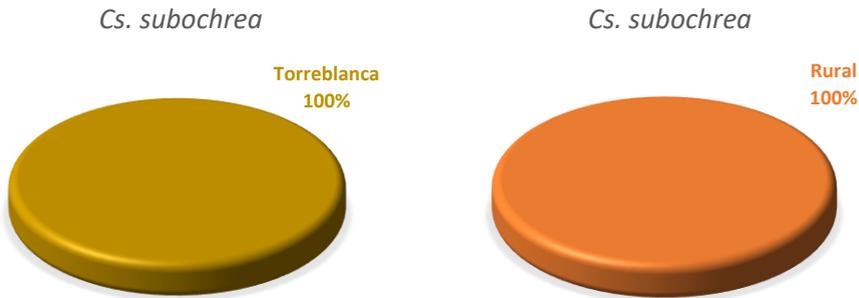
II. *Culiseta subochrea* (Edwards, 1921)

Sinonimia: = *Cx. penetrans* Robineau-Desvoidy, 1827
= *Theobaldia ferruginata* Martini, 1924
= *Theobaldia subochrea* Edwards, 1921

Distribución: A pesar de no ser una especie muy frecuente, se encuentra ampliamente distribuida por toda la región Paleártica, así como por la Oriental (Becker *et al.*, 2010).

Localización: Las larvas de *Cs. subochrea* han sido capturadas únicamente en el término municipal de Torreblanca, concretamente en una zona de marjal situada junto a varias viviendas en la zona de Torrenostrá, razones por las que se

considera como una zona rural. Pese a capturarse exclusivamente en esta localización, se realizan los gráficos correspondientes en los que se muestra su proporción de abundancias por término municipal y nivel antrópico (**gráfica 46**).



Gráfica 46. Izquierda: Abundancia de *Cs. subochrea* por término municipal. Derecha: Abundancia de *Cs. subochrea* por nivel de antropización.

Descripción sistemática larvaria: Antena corta; tegumento antenal claramente espiculado; seda 1-A difícilmente apreciable; espacio entre las sedas 4-C menor que el espacio entre las sedas 5-C; seda 5-C ramificada, con más de 5 ramas; seda 6-C ramificada, con 2-3 ramas; sifón de tamaño medio; pecten ocupando 2/3 de la longitud del sifón; pecten formado por espinas y sedas; sedas del pecten más numerosas que las espinas (Schaffner *et al.*, 2001).

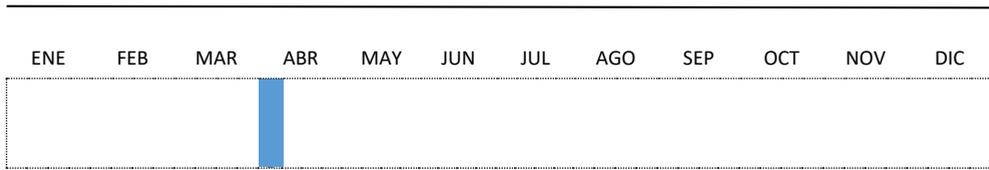
Bioecología: Debido a los raros hallazgos de la especie en Europa, sus datos biológicos son escasos (Becker *et al.*, 2010). Las larvas de *Cs. subochrea* habitan una gran variedad de biotopos, tanto de origen natural como antrópico. Suelen encontrarse en aguas permanentes y temporales, someras y profundas, con poca materia orgánica en disolución y con abundante vegetación vertical (Chordá Olmos, 2014). Pese a poder encontrarse en agua dulce, toleran un alto rango de salinidad, presentando una notable preferencia por este tipo de ambientes (Becker *et al.*,



2010), que hace que algunos autores la describen como una especie común de aguas salobres y oligosalobres (Rioux, 1958; Mohrig, 1969; Gutsevich *et al.*, 1974).

Cohabitación: En Portugal, esta especie se ha hallado asociada a *An. atroparvus* y *Cx. pipiens* (Ribeiro *et al.*, 1988). En España, se ha citado junto con *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *An. algeriensis*, *An. atroparvus*, *An. maculipennis s.s.*, *An. petragrani*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata* y *Ur. unguiculata* (Encinas Grandes, 1982; Bueno Marí, 2010; Chordá Olmos, 2014). En el presente estudio, se ha capturado junto con *Cx. pipiens*.

Fenología: *Cs. subochrea* ha sido descrita como una especie multivoltina (Becker *et al.*, 2010), capaz de completar hasta tres ciclos anuales en zonas meridionales, y con una única generación anual en su distribución más septentrional (Schaffner *et al.*, 2001). La hibernación tiene lugar generalmente en fase de hembra adulta, refugiada en edificios agrícolas y establos; aunque también se han descrito larvas hibernantes (Becker *et al.*, 2010) capaces de alcanzar la fase adulta gracias a pequeños incrementos de temperatura, incluso durante el invierno, generando hembras autogénicas (Schaffner *et al.*, 2001). Estudios anteriores en la Comunidad Valenciana evidencian la presencia de larvas de *Cs. subochrea* desde enero hasta octubre, presentando un máximo poblacional en el mes de abril (Bernués Bañeres, 2013). En nuestro caso, las capturas se han realizado en el mes de abril, coincidiendo con el pico poblacional descrito en esta región (gráfica 47).



Gráfica 47. Fenología de *Cs. subochrea* a partir de las capturas realizadas durante el presente estudio.

Importancia vectorial: Las hembras de esta especie presentan un carácter exofágico, alimentándose sobre animales domésticos y también sobre el ser humano (Becker *et al.*, 2010). Se han documentado casos de hembras alimentándose sobre humanos durante el día y a una distancia considerable de sus lugares de cría (Rioux, 1958). Pese a ello, se desconoce su papel como vector de enfermedades, tanto en el ser humano como en otros animales.



4.3 Análisis ecológico

4.3.1 Asociaciones larvarias

Un factor indicativo de la similitud biológica y ecológica de distintas especies con respecto a sus necesidades y al hábitat en el que se desarrollan es la coexistencia (Almirón & Brewer, 1996; Pemola Devi & Jauhari, 2007). Este fenómeno resulta de especial interés a la hora de describir las distintas comunidades de mosquitos evidenciadas durante el estudio, y de gran importancia para describir las relaciones, tanto intra como interespecíficas, que definen cada una de ellas. Bajo esta premisa, se exponen a continuación los **porcentajes de las asociaciones larvarias** observadas a lo largo del presente estudio (**tabla 13**), cuyo cálculo se ha llevado a cabo mediante la metodología descrita por Bueno Marí (2010), a través de la siguiente fórmula:

$$AL(\%) = (A + B)/2$$

siendo AL el porcentaje de asociación larvaria; A el porcentaje de biotopos larvarios de la especie a donde cohabitan las especies a y b ; y B el porcentaje de biotopos larvarios de la especie b donde cohabitan las especies a y b .

A partir del análisis de datos realizado se pueden extraer diversas observaciones para su discusión. En primer lugar, y desde un punto de vista absoluto, el orden de las especies en función decreciente del número de asociaciones interespecíficas observadas es el siguiente:

Cs. longiareolata (8) > *Cx. pipiens* (7) > *Cx. territans* (7) > *Cx. hortensis hortensis* (7) > *An. petragrani* (6) > *Cx. martinii* (4) > *Cx. theileri* (4) > *An. claviger* (3) > *Ae. albopictus* (3) > *Cx. laticinctus* (3) > *An. maculiipennis s.s.* (2) > *Ae. vexans* (2) > *An. marteri* (2) > *Cx. deserticola* (1) > *Cx. mimeticus* (1) > *Cs. subochrea* (1)
> *Ae. caspius* (0) > *Cx. impudicus* (0)

Destacan dos de las especies por no haber presentado ningún tipo de asociación interespecífica durante el periodo de estudio, *Ae. caspius* y *Cx. impudicus*. En el caso de *Ae. caspius*, se trata de una especie típicamente halófila cuya presencia está supeditada al aumento del nivel de las masas de agua. La fuerte sequía sufrida a lo largo de todo el estudio condiciona la presencia de esta especie, lo que explica sus escasas capturas y, así, la ausencia de relaciones interespecíficas. Las escasas capturas de *Cx. impudicus* han podido influir, de igual forma, en el hecho de que esta especie tampoco haya sido hallada junto a ninguna otra especie.

La especie que presenta mayores tasas de cohabitancia es, a su vez, la especie con mayor número de asociaciones larvarias (8). Nos estamos refiriendo a *Cs. longiareolata*, cuya plasticidad ecológica ha sido remarcada a lo largo del presente estudio, junto a la de *Cx. pipiens*, siguiente especie en tasas de cohabitancia y número de asociaciones (7). Estas especies presentan los mayores valores de porcentajes de asociaciones larvarias observadas. En el caso de *Cs. longiareolata* junto con *Cx. laticinctus* (62,86%), especie típica de biotopos antrópicos, como bidones o contenedores, *Cx. deserticola* (51,67%) o *Cx. pipiens* (44,74%). En el caso de *Cx. pipiens* junto con *Cs. subochrea* (51,32%) o *Cs. longiareolata* (44,74%).



Tabla 13. Porcentajes de cohabitación larvária observados entre las distintas especies capturadas.

%	<i>An. claviger</i>	<i>An. maculipennis</i> s.s.	<i>An. marteri</i>	<i>An. petragrani</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. caspius</i>	<i>Ae. vexans</i>	<i>Cx. deserticola</i>	<i>Cx. hortensis hortensis</i>	<i>Cx. impudicus</i>	<i>Cx. laticinctus</i>	<i>Cx. martinii</i>	<i>Cx. mimeticus</i>	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. territans</i>	<i>Cx. theileri</i>	<i>Cs. longiareolata</i>	<i>Cs. subochrea</i>
<i>An. claviger</i>	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>An. maculipennis</i> s.s.	50.00	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>An. marteri</i>	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>An. petragrani</i>	0.0	0.0	30.00	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ae. albopictus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ae. caspius</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ae. vexans</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. deserticola</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. hortensis hortensis</i>	0.0	29.17	0.0	45.83	0.0	0.0	29.17	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. impudicus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. laticinctus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	11.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. martinii</i>	41.67	0.0	41.67	43.33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. mimeticus</i>	0.0	0.0	0.0	30.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-	-
<i>Cx. pipiens</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	26.32	0.0	0.0	0.0	29.32	0.0	0.0	100.00	-	-	-	-
<i>Cx. territans</i>	35.00	37.50	0.0	15.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.67	0.0	0.0	100.00	-	-	-
<i>Cx. theileri</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.17	29.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	-	-
<i>Cs. longiareolata</i>	0.0	0.0	0.0	6.6	10.00	0.0	0.0	51.67	29.17	0.0	62.86	0.0	0.0	44.74	26.32	0.0	0.0	0.0
<i>Cs. subochrea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00

Los distintos requerimientos ecológicos de estas especies ponen de manifiesto la ubicuidad de *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata*.

Cabe destacar los elevados porcentajes de asociaciones larvianas presentados por *Cx. martinii* (4 asociaciones larvianas) con las distintas especies de anofelinos, *An. petraghani* (43,33%), *An. claviger* (41,67%) y *An. marteri* (41,67%), lo que nos indica unas preferencias ecológicas de gran similitud con los biotopos habitados por estas especies.

4.3.2 Análisis de las abundancias

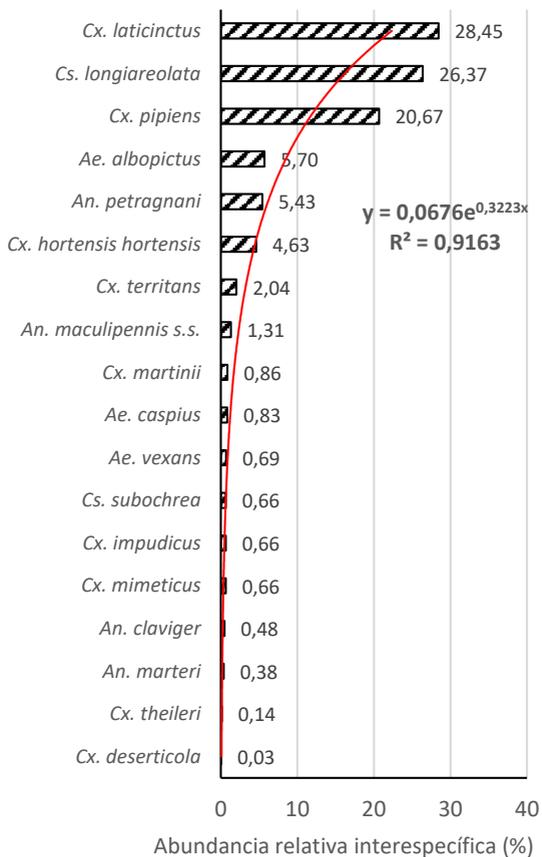
Un componente de la biodiversidad que permite identificar las especies dominantes, así como aquellas que, por su escasa representatividad en la comunidad, son más sensibles a las perturbaciones ambientales, es la abundancia relativa (Moreno, 2001). En la **tabla 14** se exponen los datos de las abundancias obtenidas.

El análisis de los datos expuestos (**gráfica 48**) permite observar una clara dominancia de tres especies en el territorio. En orden decreciente de dominancia, se encuentra en primer lugar *Cx. latocinctus* (28,45%), seguida de *Cs. longiareolata* (26,37%) y *Cx. pipiens* (20,67%), siendo las dos últimas las presentes en un mayor número de municipios (8). La plasticidad ecológica de estas especies las convierte en excelentes competidoras frente a las demás.



Tabla 14. Datos de abundancia (número de ejemplares) y abundancia relativa interespecifica a nivel global (%), indicando el número de municipios en los que se han realizado las capturas.

Especie	Abundancia	Municipios	%
<i>An. claviger</i>	14	2	0,48
<i>An. maculipennis s.s.</i>	38	2	1,31
<i>An. marteri</i>	11	1	0,38
<i>An. petragrani</i>	157	6	5,43
<i>Ae. albopictus</i>	165	5	5,70
<i>Ae. caspius</i>	24	1	0,83
<i>Ae. vexans</i>	20	1	0,69
<i>Cx. deserticola</i>	1	1	0,03
<i>Cx. hortensis hortensis</i>	134	3	4,63
<i>Cx. impudicus</i>	19	2	0,66
<i>Cx. laticinctus</i>	823	5	28,45
<i>Cx. martinii</i>	25	2	0,86
<i>Cx. mimeticus</i>	19	1	0,66
<i>Cx. pipiens</i>	598	8	20,67
<i>Cx. territans</i>	59	3	2,04
<i>Cx. theileri</i>	4	2	0,14
<i>Cs. longiareolata</i>	763	8	26,37
<i>Cs. subochrea</i>	19	1	0,66
Total	2893		



Gráfica 48. Abundancia relativa interespecifica a nivel global del estudio.

Un segundo grupo, formado por un grado de dominancia inferior, es el compuesto por las especies *Ae. albopictus* (5,70%), *An. petragrani* (5,43%) y *Cx. hortensis hortensis* (4,63%). El resto de especies identificadas muestran abundancias inferiores al 5%, conformando la rareza específica de la comunidad, destacando *Cx. territans* (2,04%) y *An. maculipennis s.s.* (1,31%). Las 10 especies

restantes, con representación de los 4 géneros hallados, muestras abundancias inferiores al 1,0%.

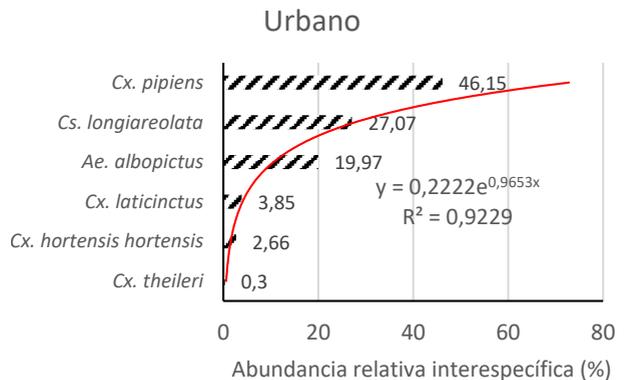
Las capturas realizadas en el presente estudio se ajustan a un modelo exponencial, con buen nivel de ajuste, obteniendo un valor de R^2 de 0,9163.

4.3.2.1 Abundancias por nivel de antropización

Se exponen a continuación los datos de las abundancias de las especies en función de los tres niveles antrópicos considerados (urbano, rural y salvaje) (**tablas 15, 16 y 17** respectivamente), para conocer las especies dominantes en cada uno de ellos.

Tabla 15. Datos de abundancia (número de ejemplares) y abundancia relativa interespecífica (%) en los ambientes urbanos.

Especie	Abundancia	%
<i>Ae. albopictus</i>	135	19,97
<i>Cx. hortensis hortensis</i>	18	2,66
<i>Cx. laticinctus</i>	26	3,85
<i>Cx. pipiens</i>	312	46,15
<i>Cx. theileri</i>	2	0,3
<i>Cs. longiareolata</i>	183	27,07
Total	676	



Gráfica 49. Abundancia relativa interespecífica de culicidos en ambientes urbanos.

En el caso de los ambientes urbanos, el análisis de las abundancias (**gráfica 49**) revela la existencia de una clara dominancia de *Cx. pipiens* (46,15%), seguida de *Cs. longiareolata* (27,07%) y *Ae. albopictus* (19,97%). El resto de especies

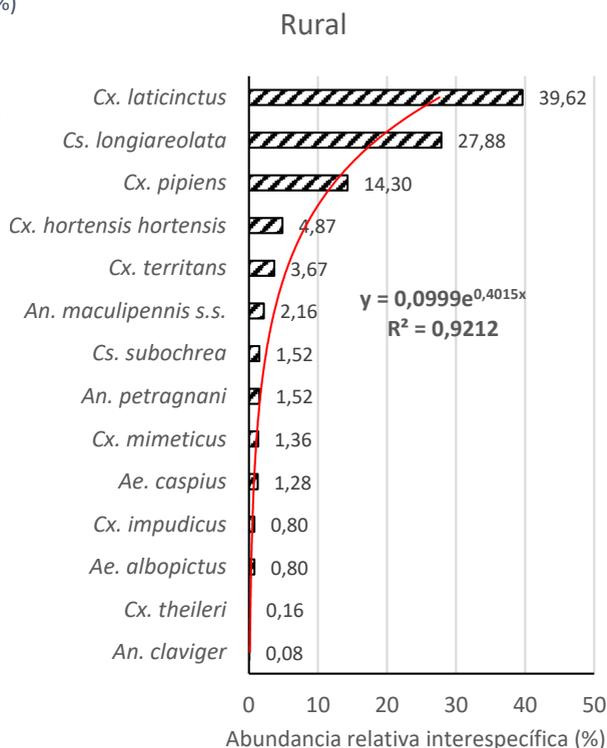


identificadas presentan abundancias relativas inferiores al 5%, considerándose raras: *Cx. laticinctus* (3,85%), *Cx. hortensis hortensis* (2,66%) y *Cx. theileri* (0,3%).

Pese a que el valor de R^2_{urbano} muestra un buen nivel de ajuste (0,9229), el modelo de regresión exponencial predice una mayor abundancia relativa para *Cx. pipiens*. Esto puede explicarse por las abundantes capturas de *Cs. longiareolata*. La gran plasticidad ecológica de ambas especies las permite colonizar gran cantidad de biotopos larvarios, en muchas ocasiones, en cohabitación (44,74% de los casos observados), por lo que se encuentran en una competencia activa por los recursos disponibles.

Tabla 16. Datos de abundancia (número de ejemplares) y abundancia relativa interespecífica (%) en los ambientes rurales.

Especie	Abundancia	%
<i>An. claviger</i>	1	0,08
<i>An. maculipennis s.s.</i>	27	2,16
<i>An. petragrani</i>	19	1,52
<i>Ae. albopictus</i>	10	0,80
<i>Ae. caspius</i>	16	1,28
<i>Cx. hortensis hortensis</i>	61	4,87
<i>Cx. impudicus</i>	10	0,80
<i>Cx. laticinctus</i>	496	39,62
<i>Cx. mimeticus</i>	17	1,36
<i>Cx. pipiens</i>	179	14,30
<i>Cx. territans</i>	46	3,67
<i>Cx. theileri</i>	2	0,16
<i>Cs. longiareolata</i>	349	27,88
<i>Cs. subochrea</i>	19	1,52
Total	1252	



Gráfica 50. Abundancia relativa interespecífica de culicidos en ambientes rurales.

En los ambientes rurales ascienden a 14 las especies de mosquitos detectadas (**tabla 16**). *Cx. laticinctus* (39,62%) destaca por ser claramente la especie dominante en este tipo de ambientes, seguida de *Cs. longiareolata* (27,88%) (**gráfica 50**).

En otro orden de magnitud se encuentra *Cx. pipiens* (14,30%), y las 11 especies restantes capturadas presentan abundancias relativas inferiores al 5%, constituyendo el conjunto de especies raras: *Cx. hortensis hortensis* (4,87%), *Cx. territans* (3,67%), *An. maculipennis s.s.* (2,16%), *Cs. subochrea* (1,52%), *An. petragrani* (1,52%), *Cx. mimeticus* (1,36%), *Ae. caspius* (1,28%), *Cx. impudicus* (0,80%), *Ae. albopictus* (0,80%), *Cx. theileri* (0,16%) y *An. claviger* (0,08%).

En este caso se produce también un buen ajuste de los datos al modelo exponencial, obteniendo un coeficiente de correlación R^2_{rural} de 0,9212.

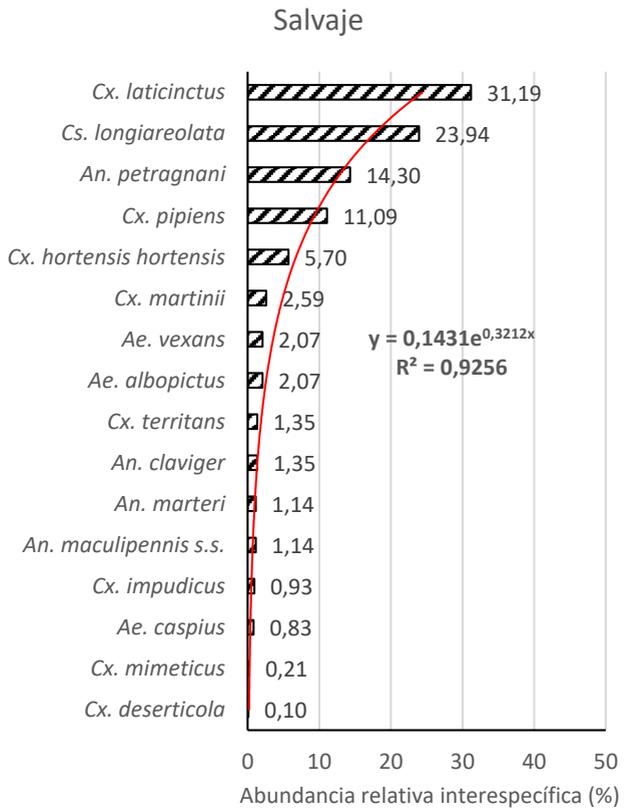
Se ha conseguido evidenciar la presencia de 16 especies en los ambientes salvajes estudiados (**tabla 17**), con un claro dominio de *Cx. laticinctus* (31,19%) sobre el resto de las especies (**gráfica 51**). La segunda especie más dominante es *Cs. longiareolata*, con una abundancia relativa del 23,94%. Es interesante mencionar que, como ya se ha señalado anteriormente, esta misma situación también tiene lugar tanto en los ambientes rurales, como a nivel global del estudio. Ambas especies presentan el porcentaje de cohabitación más elevado de todos los observados, un 62,86%, lo que indica, por un lado, una excelente coexistencia entre ambas especies, y por otro, unas grandes competidoras frente a las demás.

En un segundo orden de magnitud se encuentran *An. petragrani* (14,30%) y *Cx. pipiens* (11,09%). Los datos de abundancia obtenidos de esta última especie en los ambientes rurales y salvajes muestran su bajo poder competitivo frente a *Cx. laticinctus* y *Cs. longiareolata* en aquellos ambientes en los que el ser humano no está presente.



Tabla 17. Datos de abundancia (número de ejemplares) y abundancia relativa interespecífica (%) en los ambientes salvajes.

Especie	Abundancia	%
<i>An. claviger</i>	13	1.35
<i>An. maculipennis s.s.</i>	11	1.14
<i>An. marteri</i>	11	1.14
<i>An. petragnani</i>	138	14.3
<i>Ae. albopictus</i>	20	2.07
<i>Ae. caspius</i>	8	0.83
<i>Ae. vexans</i>	20	2.07
<i>Cx. deserticola</i>	1	0.1
<i>Cx. hortensis hortensis</i>	55	5.7
<i>Cx. impudicus</i>	9	0.93
<i>Cx. laticinctus</i>	301	31.19
<i>Cx. martinii</i>	25	2.59
<i>Cx. mimeticus</i>	2	0.21
<i>Cx. pipiens</i>	107	11.09
<i>Cx. territans</i>	13	1.35
<i>Cs. longiareolata</i>	231	23.94
Total	965	

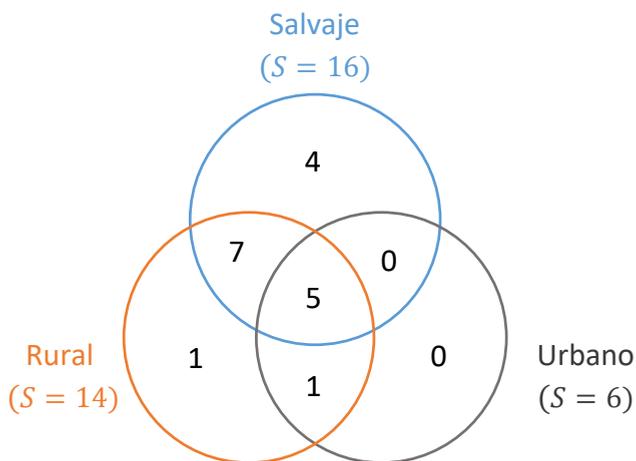


Gráfica 51. Abundancia relativa interespecífica de culicidos en ambientes salvajes.

A continuación, en términos de dominancia, destaca *Cx. hortensis hortensis* (5,70%), mientras que el resto de especies capturadas registran abundancias relativas inferiores al 5,0%, constituyendo la rareza ecológica de estos ambientes salvajes: *Cx. martinii* (2,59%), *Ae. vexans* (2,07%), *Ae. albopictus* (2,07%), *Cx. territans* (1,35%), *An. marteri* (1,14%), *An. maculipennis s.s.* (1,14%), *Cx. impudicus* (0,93%), *Ae. caspius* (0,83%), *Cx. mimeticus* (0,21%) y *Cx. deserticola* (0,10%).

El análisis de regresión no lineal revela que las capturas de este tipo de ambientes se ajustan, de forma similar que los demás, a un modelo exponencial, cuyo coeficiente R^2_{salvaje} tiene un valor de 0,9256.

Los datos analizados muestran la riqueza de especies (S) capturadas en las comunidades ecológicas estudiadas a nivel antrópico. En la **gráfica 52** se indica el número de especies comunes entre ellas. Se puede observar que el mayor número de especies registradas pertenece a los ambientes salvajes, que presentan el mayor número de especies exclusivas para una categoría. Es, además, la que comparte un mayor número de especies con el resto de categorías consideradas.



Gráfica 52. Especies comunes y exclusivas presentes en cada una de las categorías antrópicas diferenciadas.

Un caso similar ocurre con los ambientes rurales, que presentan una riqueza específica ligeramente inferior a la de los salvajes, con una única especie exclusiva para esta categoría antrópica.



En el lado opuesto se encuentran los ambientes urbanos, que presentan la riqueza específica más baja, sin presentar especies exclusivas para esta categoría antrópica. Sin embargo, llegan a compartir hasta 5 especies distintas con el resto de categorías.

Son, precisamente, estas 5 especies, las que consideramos como más cosmopolitas, por estar presentes en todos los ambientes antrópicos. Además, tres de ellas son las especies que se han observado como dominantes en el territorio: *Cx. laticinctus*, *Cs. longiareolata* y *Cx. pipiens*.

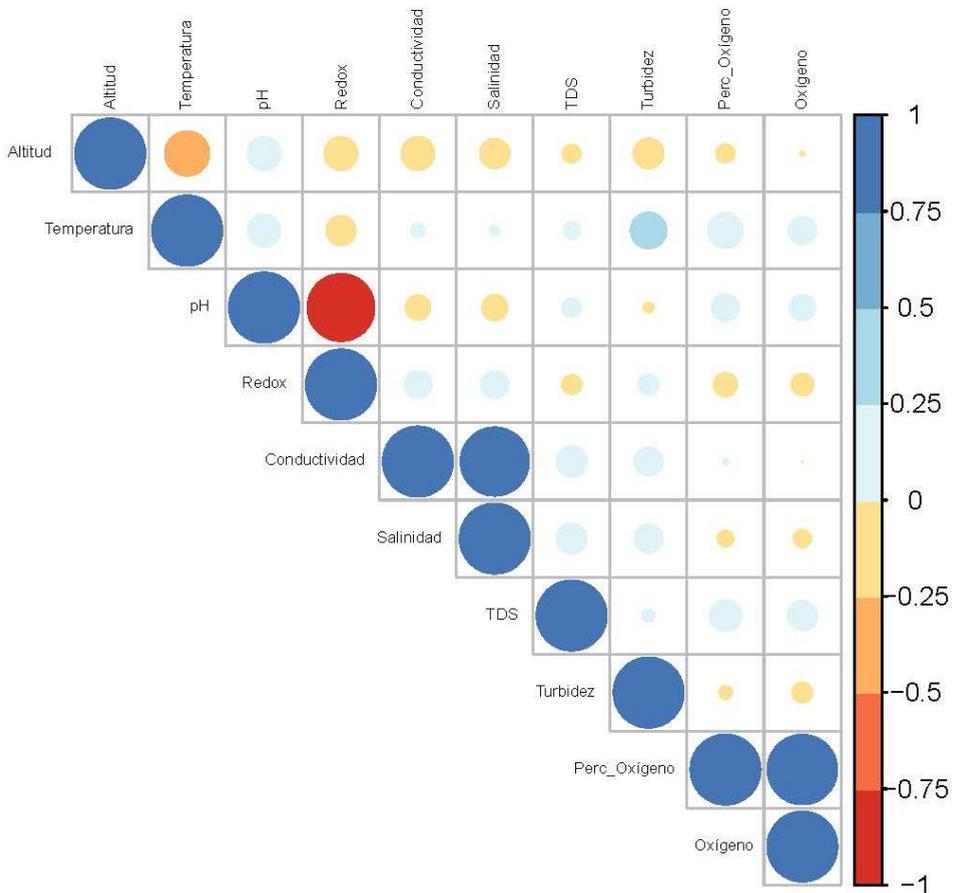
4.3.3 Análisis de las variables ambientales y físico-químicas

Se presentan a continuación los resultados obtenidos a partir de los datos ambientales y físico-químicos recogidos para la presente tesis doctoral, dispuestos en una matriz formada por los 120 puntos de muestreo y las 10 variables ambientales y físico-químicas medidas: altitud, temperatura ambiental, pH, potencial RedOx, conductividad eléctrica, salinidad, total de solutos disueltos (TDS), turbidez, porcentaje de oxígeno disuelto y oxígeno disuelto en partes por millón (ppm).

4.3.3.1 Análisis de Correlación

El Análisis de Correlación realizado sobre las variables ambientales y físico-químicas revela una correlación positiva entre la conductividad eléctrica y la salinidad, y entre la concentración de oxígeno disuelto y su porcentaje de

saturación; así como una correlación negativa entre el pH y el potencial RedOx, siendo el resto de variables independientes (**gráfica 53**).



Gráfica 53. Representación gráfica del Análisis de Correlación de las variables ambientales y físico-químicas. El valor y signo del coeficiente de correlación de Pearson entre cada par de variables se representa mediante el tamaño de los círculos y la escala de colores que se muestra a la derecha de la gráfica.

La correlación existente entre estos pares de variables nos permite descartar una de las variables de cada pareja antes de continuar con los siguientes análisis estadísticos, puesto que, al existir dicha correlación, las variables de cada pareja explican por igual, sin aportar ninguna información adicional. En este caso,



decidimos descartar las variables de potencial RedOx, salinidad y porcentaje de oxígeno disuelto, por redundantes, y se procedió con el resto de análisis estadísticos sobre un menor número de variables.

4.3.3.2 Análisis de Componentes Principales

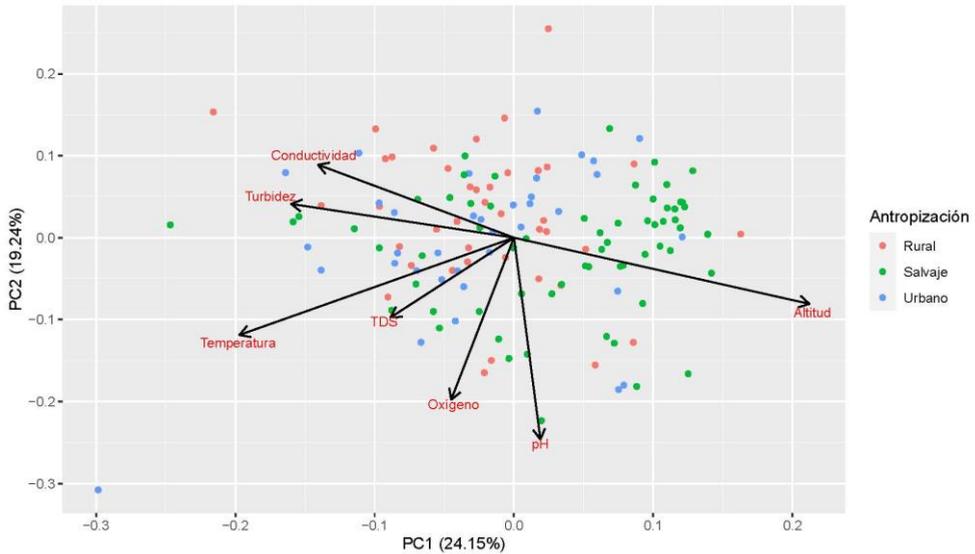
El Análisis de Componentes Principales reveló los siguientes componentes principales (**tabla 18**).

Tabla 18. Componentes principales resultantes del PCA sobre las variables ambientales y físico-químicas, indicando la desviación estándar, la proporción de varianza y la proporción acumulada de cada uno de ellos.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Desviación estándar	1,300	1,161	1,071	0,970	0,860	0,848	0,647
Proporción de varianza	0,242	0,192	0,164	0,134	0,106	0,103	0,060
Proporción acumulada	0,242	0,434	0,598	0,732	0,838	0,940	1,000

El resultado del PCA muestra una proporción acumulada del 43,39% para los dos primeros componentes (**gráfica 54**). Esto significa que, dichos componentes, en su conjunto, explican cerca de la mitad de la varianza total en los datos ambientales y físico-químicos. Pese a que no se aprecian agrupaciones de los puntos de muestreo en función a su nivel de antropización, sí que se puede observar una ligera diferenciación entre los puntos de muestreo de origen salvaje con respecto a aquellos de origen rural y urbano. Esto puede indicar que los puntos de muestreo se distribuyen de manera aleatoria en el espacio multidimensional del PCA. Además, se observa que los puntos de muestreo acogen un amplio rango de

valores para los distintos parámetros estudiados, lo que nos permite saber que se han muestreado ambientes muy diversos.



Gráfica 54. Representación gráfica del PCA. Se muestran, mediante vectores, las 7 variables ambientales y físico-químicas analizadas, con su sentido de incremento. Se diferencia, mediante colores, el nivel de antropización de cada punto de muestreo.

Tabla 19. Coeficientes de las 7 variables analizadas en los dos primeros ejes de ordenación (PC1 y PC2).

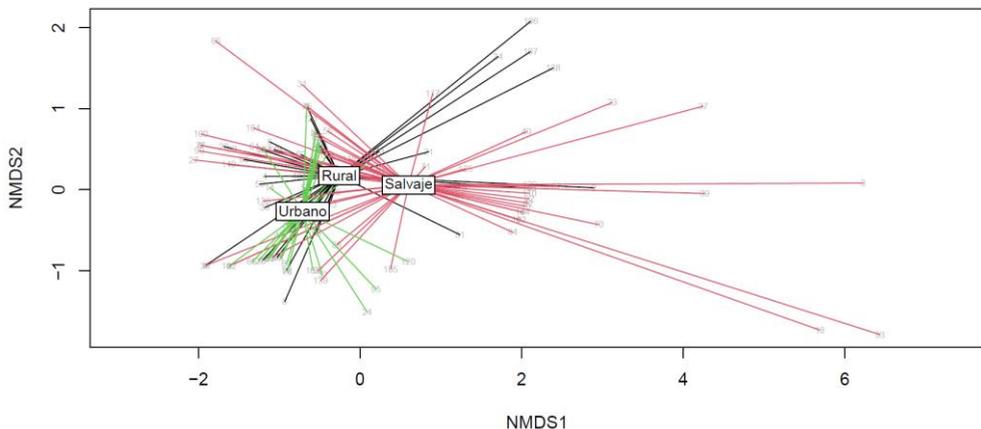
	PC1	PC2
Altitud	0,568	-0,216
Temperatura	-0,528	-0,318
pH	0,051	-0,659
Conductividad eléctrica	-0,377	0,238
TDS	-0,237	-0,261
Turbidez	-0,428	0,110
Oxígeno	-0,121	-0,530



Como se muestra también en la **tabla 19**, el primer eje de ordenación, PC1, se correlacionó positivamente con la altitud (0,568) y negativamente con la temperatura (-0,528) y la turbidez (-0,428), mientras que el PC2 está negativamente correlacionado con el pH (-0,659) y la concentración de oxígeno disuelto (-0,530).

4.3.4 Análisis de similaridad de comunidades de larvas de especies de culícidos

Para conocer si hay diferencias entre las comunidades de larvas de las especies de culícidos, se muestran los resultados obtenidos a partir de la ordenación mediante análisis NMDS de los datos de los logaritmos de las abundancias de las especies por punto de muestreo. El etiquetado de los puntos de muestreo según su nivel de antropización (**gráfica 55**) muestra una distribución ordenada a lo largo de un gradiente de menor a mayor naturalidad.



Gráfica 55. Representación gráfica del NMDS sobre los datos de distancias entre cada uno de los puntos de muestreo en los que se encontraron larvas de mosquitos, clasificándolos por colores en función del nivel de antropización.

Con el fin de estudiar si las diferencias observadas entre los puntos de muestreo respecto al nivel de antropización son estadísticamente significativas, se realizó un análisis PERMANOVA. Los resultados obtenidos confirman dichas diferencias (**tabla 20**).

Tabla 20. Análisis PERMANOVA del ensamblado de las comunidades de especies de mosquitos en función del nivel de antropización.

	Df	Suma de cuadrados	Cuadrado de las medias	F. Modelo	R ²	Pr (>F)
Nivel antropización	2	3,727	1,864	5,520	0,076	0,001
Error	134	45,245	0,338		0,924	

La misma ordenación del NMDS se re-etiquetó para explorar la posición relativa de los ensamblados de especies de mosquitos capturadas en función de las 8 categorías de biotopos en los que se encontraron (**gráfica 56**). Se aprecia la agrupación de los distintos tipos de biotopos en 4 grupos bastante diferenciados. Un primer grupo formado por el biotopo de aguas corrientes (ríos, ramblas y manantiales), que lleva asociadas distintas especies de los géneros *Anopheles* y *Culex*; un segundo grupo formado por el biotopo “maceta”, claramente separado del resto debido a la particularidad de su escaso volumen, asociado a la especie *Ae. albopictus*; un tercer grupo formado por los biotopos de marjal e imbornal, a pesar de parecer muy diferentes a priori, con *Cx. pipiens* como especie en común; y, por último, un cuarto grupo formado por los biotopos de contenedor antrópico, contenedor plástico, pozos y charcas, asociados a distintas especies de culicinos.

4.3.5 Caracterización de los ensamblados de especies de culícidos en función de las variables ambientales y físico-químicas de sus hábitats

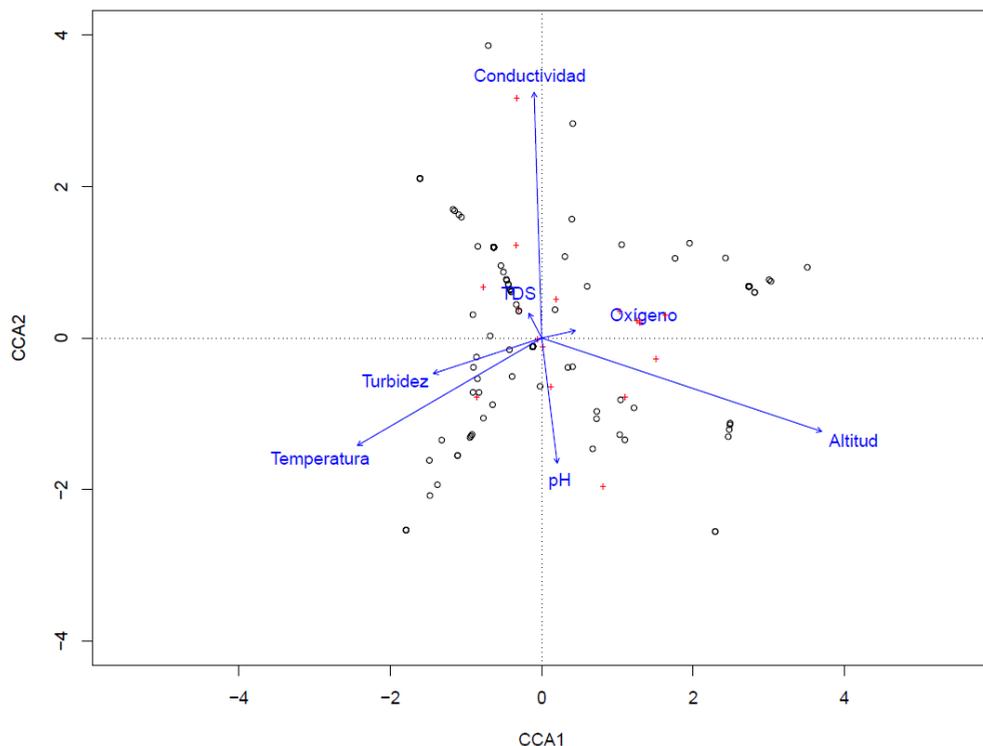
Con el fin de evaluar la similitud entre los ensamblados de larvas de las distintas especies de mosquitos capturadas y las variables ambientales y físico-químicas de los puntos en los que se capturaron, se realizó en primer lugar un DCCA para determinar la longitud de los ejes de ordenación (**tabla 22**). Este análisis reveló una longitud del eje 1 superior a 3, lo que permite continuar los análisis ecológicos con un CCA.

Tabla 22. Resultados del DCCA que muestran la longitud de los 4 primeros ejes de ordenación.

	DCA1	DCA2	DCA3	DCA4
Valores propios	0,876	0,749	0,746	0,585
Longitud de ejes	7,385	0,788	5,526	3,716

Los resultados del CCA (**gráfica 57**) muestran que las variables explicativas son responsables del 11,41% de la variación total en los ensamblados de especies, y que este porcentaje es estadísticamente significativo ($F_{7, 679} = 2,373$, $p = 0,018$).

Sobre este análisis se realizó un procedimiento de selección de variables mediante test secuenciales en los que se extrajo la variable de mayor importancia en pasos sucesivos, con la condición de obtener, en el modelo más parsimonioso posible (**tabla 23**), un valor similar de ajuste del coeficiente de determinación, R^2 , que en el modelo completo (con todas las variables predictoras).

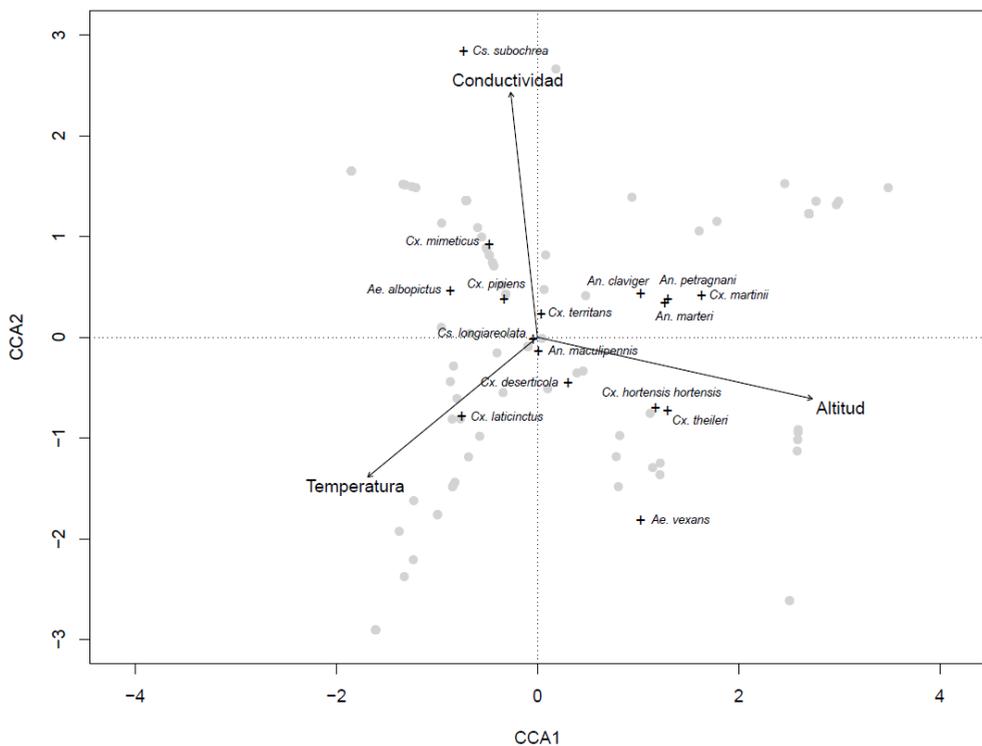


Gráfica 57. CCA de las larvas de especies de culicidos, donde los puntos de muestreo están representados mediante círculos, y las distintas especies de mosquitos mediante cruces rojas.

Tabla 23. Selección de variables por pasos. Se muestra el modelo obtenido en casa paso, el valor de AIC, estadístico F y la significación mediante el p-valor.

Pasos	Variable de selección	Modelo	AIC	F	Pr (>F)
1	Altitud	Especies ~ Altitud	449,69	7,6903	0,005
2	Temperatura	Especies ~ Altitud + Temperatura	448,27	3,3906	0,005
3	Conductividad	Especies ~ Altitud + Temperatura + Conductividad	447,38	2,8395	0,005

Una vez obtenido el conjunto mínimo de variables que resulta en el modelo más parsimonioso (9,73% de la varianza total) se realizó una nueva ordenación (**gráfica 58**). Se pueden apreciar especies como *Ae. vexans*, *Cx. hortensis hortensis* y *Cx. theileri* asociadas a valores elevados de altitud. Del mismo modo, especies como *Cx. laticinctus* se encuentran asociadas a valores crecientes de temperatura. La especie *Cs. subochrea* muestra asociación con valores mayores de conductividad eléctrica.



Gráfica 58. Ordenación del CCA sobre el modelo parsimonioso obtenido del procedimiento de selección de variables. Se representan los puntos de muestreo mediante círculos de color gris, las especies mediante cruces indicando el nombre correspondiente de cada una de ellas, y las tres variables más significativas.

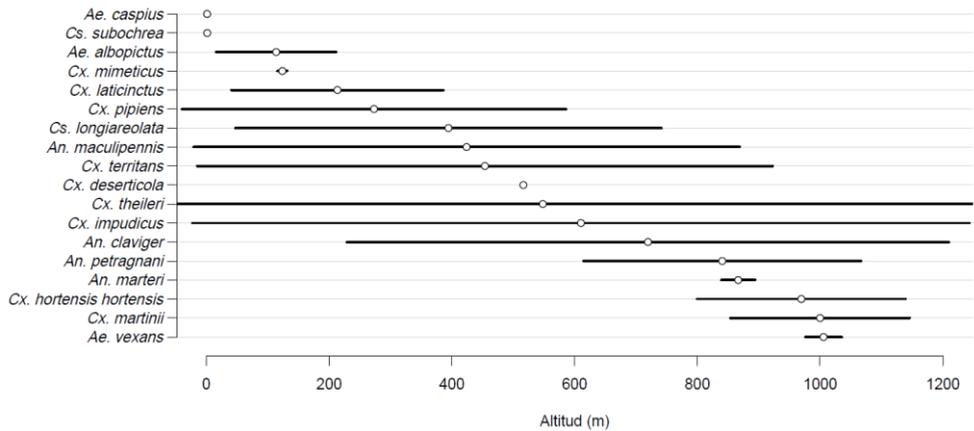


4.3.5.1 Óptimos y tolerancias

Determinadas las variables ambientales y físico-químicas de mayor relevancia para las distintas especies de mosquitos capturadas (altitud, temperatura y conductividad eléctrica), se presentan los valores óptimos de cada especie para cada una de dichas variables, así como los valores medios ponderados de tolerancia a las mismas.

La primera variable, que presenta una mayor significancia, fue la altitud. Como se observa en la **gráfica 59**, las larvas de algunas especies presentan una mayor tolerancia frente a la altitud que otras. Así, especies como *Cx. theileri* o *Cx. impudicus*, entre otras, cuyos valores óptimos de altitud se sitúan en los 548,21 m y 610,35 m respectivamente, presentan los mayores rangos de tolerancia frente a esta variable. Otras especies, en cambio, presentan rangos de tolerancia más acotados, como *Ae. caspius*, *Cx. mimeticus*, *An. marteri* o *Ae. vexans*, con óptimos de altitud a 1,20 m, 123,84 m, 866,56 m y 1005,56 m respectivamente. Sin embargo, las especies *Cx. deserticola* y *Cs. subochrea* sólo fueron capturadas en una ocasión, por lo que no podemos conocer sus óptimos de altitud ni sus rangos de tolerancia a esta variable, puesto que no hay datos suficientes.

Se observa que aquellas especies cuyos valores óptimos frente a la altitud son más extremos, presentan unos rangos de tolerancia más acotados frente a dicha variable ambiental que aquellas especies que presentan valores óptimos de altitud medios, que tienen rangos mucho más amplios.



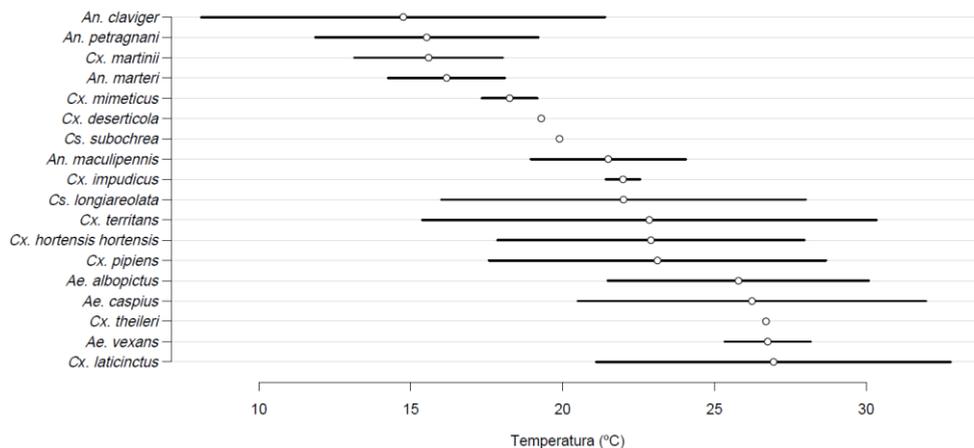
Gráfica 59. Diagrama de los valores óptimos (representado mediante un círculo) y rangos de tolerancia de las larvas de cada una de las especies de mosquitos capturadas para la variable altitud (medida en metros).

La segunda variable físico-química más significativa fue la temperatura. En la **gráfica 60** se observan los valores óptimos y los rangos de tolerancia de las larvas de cada una de las especies capturadas frente a este parámetro.

Podemos agrupar a las especies en 3 grupos distintos en función a sus valores óptimos frente a la temperatura. Un primer grupo, formado por aquellas especies cuyos óptimos de temperatura se sitúan por debajo de los 20°C, predominado principalmente por anofelinos y por la especie *Cx. martinii*, descrita anteriormente como orofílica, lo que explica las bajas temperaturas de los distintos cuerpos de agua en los que se ha capturado la especie; un segundo grupo cuyos valores óptimos se encuentran en temperaturas templadas (entre 20 y 25 °C), formado principalmente por distintas especies de los géneros *Culex* y *Culiseta*; y un tercer grupo, formado por los aedinos y la especie *Cx. laticinctus*, cuyos óptimos se sitúan en temperaturas cálidas (superiores a 25°C).



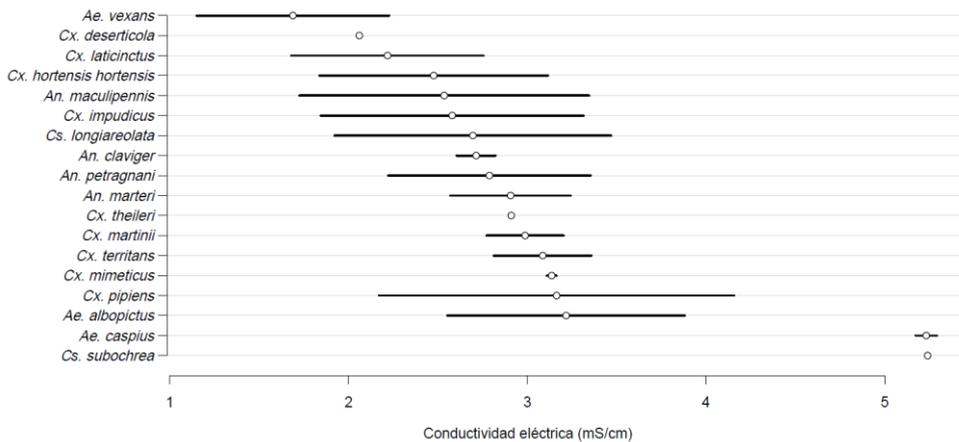
Se puede decir que la mayoría de las especies presentan rangos de tolerancia bastante amplios, puesto que aquellas especies que presentan los rangos más bajos corresponden a aquellas con un menor número de capturas (*Cx. deserticola*, *Cx. impudicus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. theileri* y *Cs. subochrea*), por lo que los datos podrían ser insuficientes.



Gráfica 60. Diagrama de los valores óptimos (representado mediante un círculo) y rangos de tolerancia de las larvas de cada una de las especies de mosquitos capturadas para la variable temperatura (medida en °C).

La tercera variable físico-química significativa fue la conductividad eléctrica, cuyos valores óptimos y rangos de tolerancia de cada especie se representan en la **gráfica 61**.

Todas las especies capturadas presentan valores óptimos bajos frente a la conductividad eléctrica, con valores comprendidos entre 2 y 3,5 mS/cm, a excepción de *Ae. vexans*, que presenta un valor óptimo de 1,69 mS/cm. Por el contrario, las especies *Ae. caspius* y *Cs. subochrea*, presentaron los valores óptimos de conductividad más elevados (5,23 y 5,24 mS/cm respectivamente), y se conocen como especies típicas de aguas salobres o de marjal.



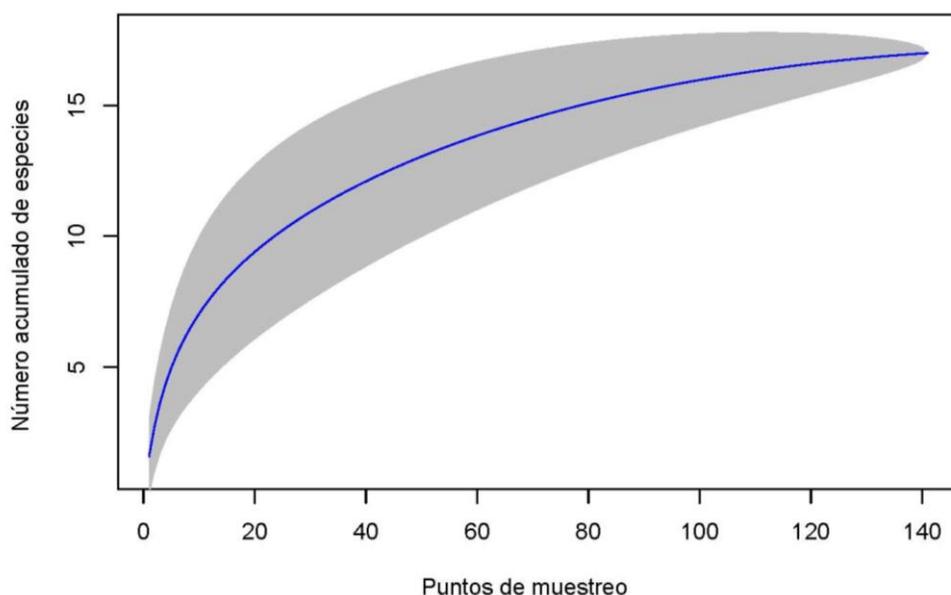
Gráfica 61. Diagrama de los valores óptimos (representado mediante un círculo) y rangos de tolerancia de las larvas de cada una de las especies de mosquitos capturadas para la variable conductividad eléctrica (medida en mS/cm).

En general, las especies capturadas no presentan rangos muy amplios de tolerancia frente a la conductividad eléctrica, siendo *Cx. pipiens* la que presenta el rango más amplio ($\pm 0,99$ mS/cm).

4.3.6 Curvas de acumulación de especies

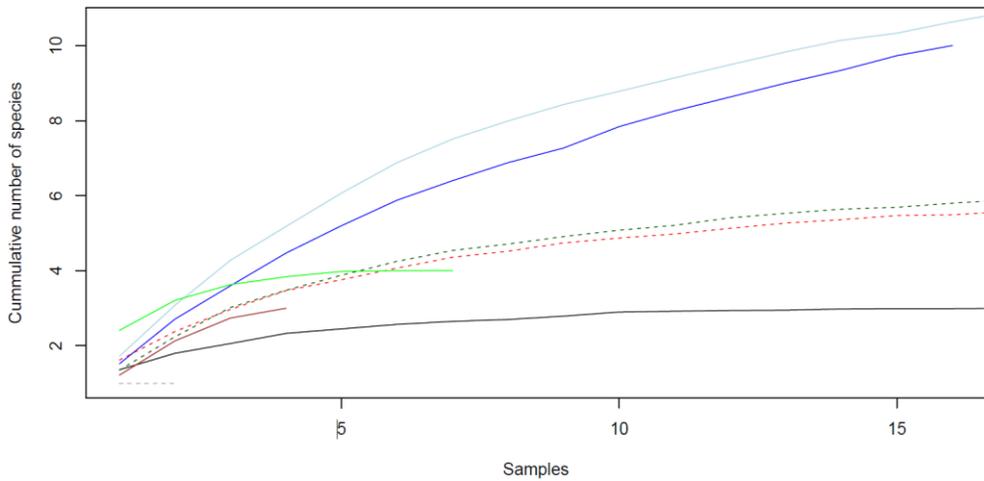
Se presentan a continuación las curvas de acumulación de especies realizadas para conocer la exhaustividad del estudio a nivel global, de biotopo y de municipio.

La curva de acumulación de especies a nivel global del estudio (**gráfica 62**) muestra una alta exhaustividad, puesto que se alcanza la asíntota, es decir, se ha logrado el número máximo de especies que se pueden encontrar con el esfuerzo muestral empleado.



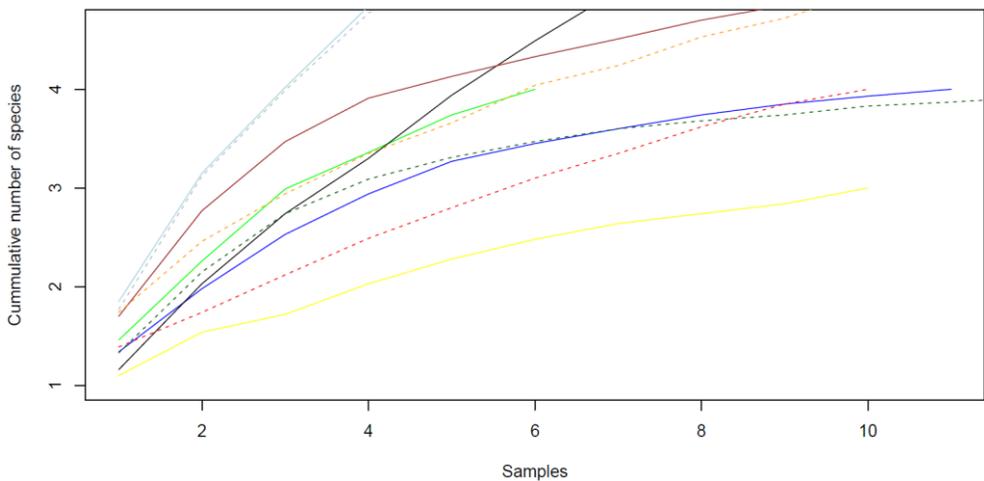
Gráfica 62. Curva de acumulación de especies a nivel global del estudio. Se muestra en gris el área que representa el intervalo de confianza.

La **gráfica 63** muestra las curvas de acumulación de especies a nivel de biotopo. En los biotopos correspondientes a contenedores antrópicos, contenedores plásticos, imbornales y pozos, la curva alcanza la asíntota, lo que indica una alta exhaustividad, alcanzando el mayor número de especies posibles en estos biotopos en función al esfuerzo muestral realizado. Por otra parte, la curva correspondiente a los biotopos de aguas corrientes, charcas y marjales continúa ascendiendo, sin haber alcanzado la asíntota, lo que indica que hay una baja exhaustividad y no se han llegado a encontrar todas las especies de mosquitos posibles en dichos biotopos. Con respecto al biotopo de macetas, la línea es totalmente horizontal, debido a la captura de una única especie en este biotopo y a la existencia de un bajo número de puntos de muestreo que se corresponden con dicho biotopo.



Gráfica 63. Curvas de acumulación de especies a nivel de biotopo. Correspondencias color – biotopo: azul oscuro – aguas corrientes; azul claro – charcas; rojo – contenedores antrópicos; verde claro – contenedores plásticos; negro – imbornales; gris – macetas; marrón – marjales; verde oscuro – pozos.

Las curvas de acumulación de especies a nivel de municipio se representan en la **gráfica 64**. Se observa que los municipios de Bejís, Peñíscola, Santa Magdalena de



Gráfica 64. Curvas de acumulación de especies a nivel de municipio. Correspondencias color – municipio: azul oscuro – Bejís; azul claro – Castell de Cabres; rojo – Espadilla; verde claro – Jérica; negro – La Pobla de Benifassà; gris – Les Coves de Vinromà; marrón – Peñíscola; verde oscuro – Santa Magdalena de Pulpis; naranja – Sueras; amarillo – Torreblanca.



Pulpis y Torreblanca alcanzan la asíntota, lo que implica un estudio exhaustivo en dichos territorios.

Sin embargo, en el resto de municipios la curva continúa ascendiendo, en algunos casos, como en Castell de Cabres, Les Coves de Vinromà o La Pobla de Benifassà, con una pendiente muy elevada, lo que indica que no se ha llegado a encontrar el número máximo de especies en estos municipios en función al esfuerzo muestral empleado.

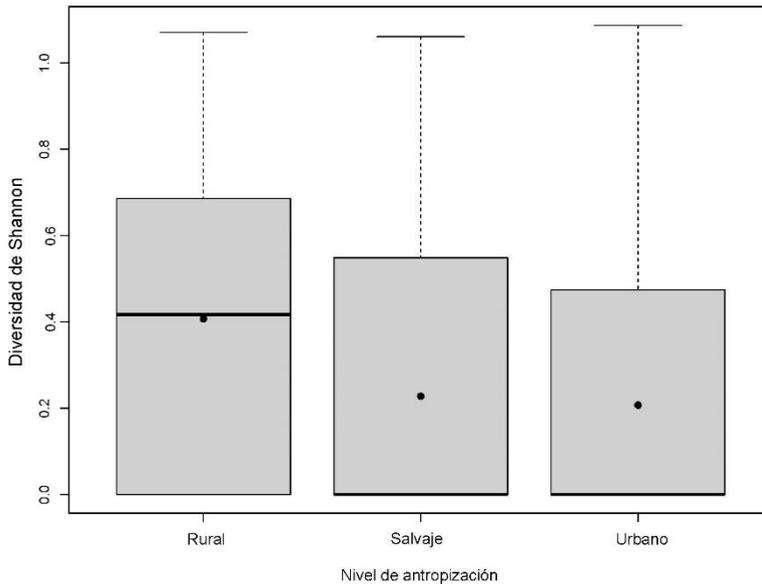
4.3.7 Índices y niveles de diversidad

El estudio de la diversidad se realiza atendiendo a varios criterios de clasificación, o unidades relevantes de estudio: según el grado de antropización, por biotopo y por municipio, estudiándose los niveles alfa, beta y gamma en cada caso.

4.3.7.1 Estudio de la diversidad según el nivel de antropización

Se realiza, en primer lugar, un estudio de la diversidad alfa a nivel de antropización utilizando el índice de Shannon-Wiener, cuyos resultados se representan en la **gráfica 65**.

Las zonas rurales presentan mayores diversidades de especies que los ambientes salvajes y urbanos, siendo estos últimos los que presentan las diversidades más bajas.



Gráfica 65. Representación gráfica, mediante boxplot, del índice de Shannon-Wiener y la desviación estándar a nivel de antropización. Los límites de las cajas corresponden con los percentiles 25 y 75; la mediana de cada categoría antrópica se representa mediante una línea negra y la media mediante un punto negro.

En la **tabla 24** se muestran, de forma conjunta, los valores para las distintas diversidades en función del nivel de antropización. Para ello, la diversidad alfa se calcula como el número promedio de especies en función de esta categoría; la diversidad gamma como el número total de especies en cada nivel antrópico y la diversidad beta se obtiene mediante el índice de Whittaker.

Tabla 24. Índices de diversidad alfa, beta y gamma de culícidos de los muestreos realizados en función del nivel de antropización.

	α	β	γ
Rural	1,950	6,180	14
Salvaje	1,460	9,957	16
Urbano	1,395	2,585	6



Los ambientes rurales son los que presentan la mayor diversidad alfa y una diversidad beta elevada, es decir, que los puntos de muestreo en este tipo de ambiente suelen ser bastante diversos y, además, bastante diferentes entre ellos. Los ambientes salvajes son los que presentan una mayor diversidad beta, lo que indica una gran diferencia entre los puntos de muestreo pertenecientes a esta categoría antrópica; sin embargo, presentan una menor diversidad alfa promedio. Por último, los ambientes urbanos son los que presentan los niveles más bajos de diversidad. La riqueza de especies es la más baja de los tres niveles de antropización, y la diversidad beta indica una escasa diferencia entre los puntos de muestreo que pertenecen a esta categoría.

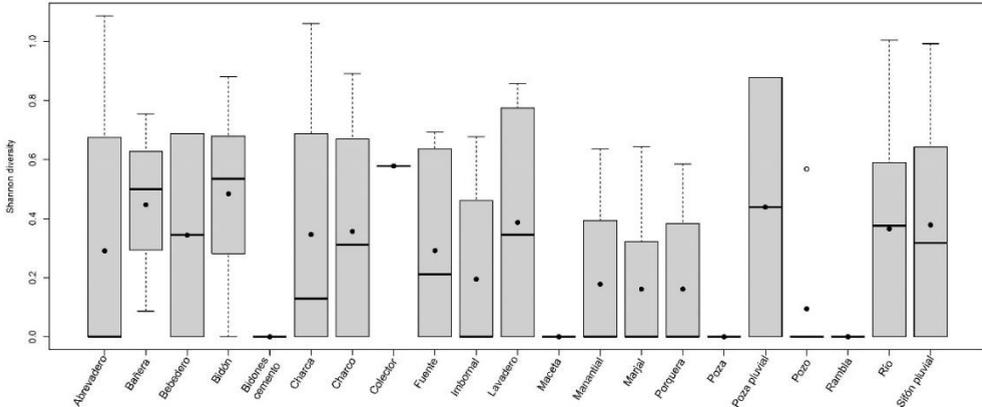
4.3.7.2 Estudio de la diversidad a nivel de biotopo

Se muestran a continuación los resultados de los distintos índices de diversidad estudiados a nivel de biotopo. En primer lugar, se realiza el cálculo de la diversidad alfa media utilizando el índice de Shannon-Wiener, cuyos resultados se representan en la **gráfica 66**.

Los biotopos de bañera, bidón, colector y poza pluvial presentan una mayor diversidad de especies. Los valores nulos de diversidad observados en los biotopos de bidones de cemento, maceta, poza y rambla se explican porque en cada uno de ellos sólo se capturó una única especie.

En la **gráfica 67** se representan los valores de las distintas diversidades estudiadas para cada uno de los biotopos. De igual forma que en el caso anterior, la diversidad alfa se calculó como el número promedio de especies en cada biotopo; la diversidad gamma como el número total de especies en cada biotopo, y la

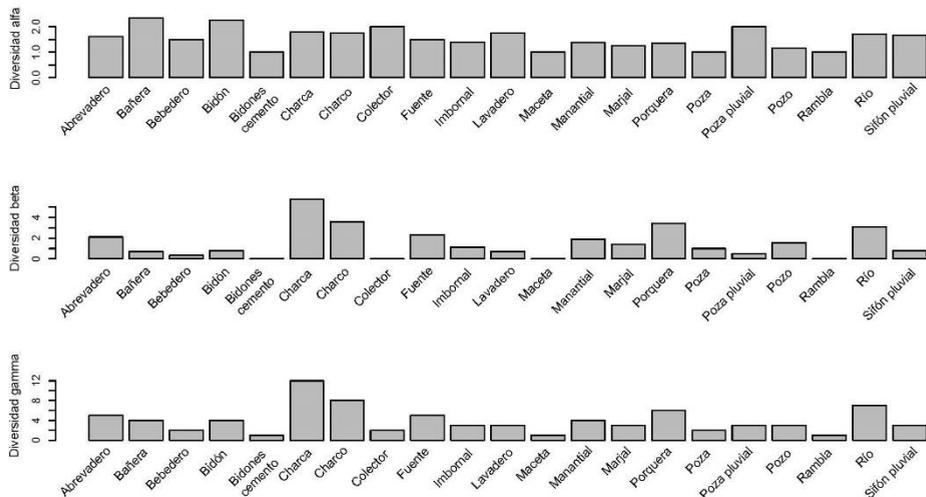
diversidad beta se obtiene combinando las anteriores mediante el índice de Whittaker.



Gráfica 66. Representación gráfica, mediante boxplot, del índice de Shannon-Wiener y la desviación estándar a nivel de biotopo. Los límites de las cajas corresponden con los percentiles 25 y 75; la mediana para cada biotopo se representa mediante una línea negra y la media mediante un punto negro.

Las charcas presentan la mayor diversidad gamma, así como la mayor diversidad beta y una alta diversidad alfa, lo que significa que este biotopo tiene una alta riqueza de especies y además las charcas muestreadas son muy diferentes entre sí. Es, por tanto, este biotopo, el que mayor diversidad aporta.

Biotopos como las bañeras, presentan una alta diversidad alfa, sin embargo, existe poca diferencia entre las distintas bañeras estudiadas, por lo que presentan una baja diversidad gamma. Esto mismo ocurre con biotopos como bebederos, bidones, colectores o pozas pluviales, entre otros, cuya baja diversidad beta puede deberse a que las muestras son muy parecidas entre sí, o bien, al bajo número de muestras de cada una de las categorías. Así, biotopos como las macetas, tienen una alta diversidad alfa, pero una diversidad beta nula, puesto que sólo



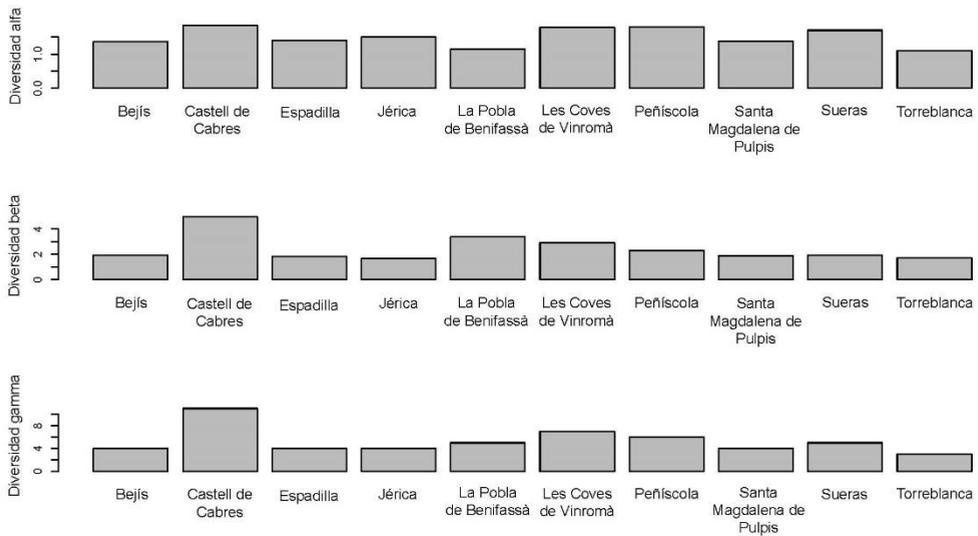
Gráfica 67. Representación gráfica de los índices de diversidad alfa, beta y gamma de culicidos de los muestreos realizados en función del biotopo en el que se capturaron.

existe una única muestra y, por tanto, la diversidad gamma tiene poca representación.

Ríos, porqueras, fuentes y charcos tienen una posición intermedia, presentando valores medios para las tres diversidades.

4.3.7.3 Estudio de la diversidad a nivel de municipio

Se realiza, por último, el estudio de las diversidades alfa, beta y gamma a nivel de municipio. Igual que en los factores de clasificación anteriores, la diversidad alfa se calcula como el número promedio de especies en cada municipio; la diversidad gamma como el número total de especies en cada municipio, y la diversidad beta se obtiene a partir de las anteriores mediante el índice de Whittaker. Los resultados de dicho estudio se muestran en la **gráfica 68**.



Gráfica 68. Representación gráfica de los índices de diversidad alfa, beta y gamma de culícidos de los muestreos realizados en función del municipio en el que se capturaron.

En este caso, la diversidad alfa muestra la diversidad promedio de las muestras de cada municipio; la diversidad beta hace referencia a lo diferentes que son las muestras entre sí dentro de un municipio; y la diversidad gamma indica el total de especies capturadas en el municipio, es decir, la riqueza absoluta.

Cada una de las muestras recogidas en el municipio de Castell de Cabres presenta altos valores de riqueza, siendo además estas muestras muy diferentes entre sí. Esto hace que Castell de Cabres sea el municipio con mayor diversidad gamma, es decir, con mayor riqueza absoluta de especies.

Los municipios de Les Coves de Vinromà, Peñíscola y Sueras presentan altos valores de diversidad alfa a nivel de municipio, sin embargo, las muestras en cada uno de ellos no son muy diferentes entre sí, por lo que presentan valores de riqueza absoluta más bajos, siendo, aun así, los municipios con valores de riqueza absoluta más elevados tras Castell de Cabres.



El municipio con menor riqueza de especies es Torreblanca, con 3 especies, seguido de Bejís, Espadilla, Jérica y Santa Magdalena de Pulpis, todos ellos con 4 especies.

4.4 Emergencia y reemergencia de enfermedades

Como ya se ha indicado anteriormente, de las 18 especies de mosquitos capturadas durante el presente estudio, sólo 7 actúan como vectores de enfermedades en el ser humano. Entre ellas, *An. claviger* y *An. maculipennis s.s.* juegan un papel importante en la transmisión de la malaria; *Ae. caspius* y *Cx. pipiens* son las principales especies implicadas en la transmisión del virus del Oeste del Nilo; y *Ae. albopictus* es una de las especies de mosquitos con mayor capacidad vectorial, destacando 3 arbovirosis: chikungunya, dengue y zika.

4.4.1 Malaria o paludismo

La malaria o paludismo es una enfermedad infecciosa producida por parásitos del género *Plasmodium*, en la que distintas especies de mosquitos del género *Anopheles* actúan como vectores. Son cuatro las especies de plasmodios existentes que pueden participar en los ciclos de transmisión de la malaria en humanos:

- *Plasmodium falciparum* (Welch, 1897): la especie más patógena, causante del 90% de las muertes por malaria y responsable de las “fiebres tercianas malignas”.
- *P. vivax* (Grassi & Feletti 1890): la especie con mayor distribución geográfica y la única presente en los ciclos de transmisión activa en Europa. Responsable de las “fiebres tercianas benignas”.
- *P. ovale* (Stephens, 1922): también responsable de las “fiebres tercianas benignas”.



- *P. malariae* (Feletti & Grassi, 1889): especie que se caracteriza por mostrar baja parasitemia y responsable de las “fiebres cuartanas”.

Trabajos anteriores realizados por otros autores, tanto a nivel nacional (López-Vélez & Molina Moreno, 2005) como a nivel autonómico (Bueno Marí, 2010), indican un potencial malariológico relativamente bajo para la Comunidad Valenciana. Este potencial es el indicador de una posible reemergencia de la enfermedad, y se determina por tres factores (Romi *et al.*, 2001):

- a) **Infectividad:** posibilidad de que se produzca la esporogonia del plasmodio en el interior del mosquito. Esto depende, por un lado, de los rangos de tolerancia térmica de las diferentes especies de plasmodios. Así, la temperatura mínima necesaria para completar el ciclo en el interior del mosquito varía entre los 6°C y los 20°C según la especie (Grassi, 1901; James, 1931; Macdonald, 1957; Kettle, 1984; Garnham, 1988; Bueno Marí, 2010). Por el contrario, existe una temperatura máxima por encima de la cual se produce la muerte del plasmodio, siendo esta de 45°C (Garnham, 1988); si bien, este límite térmico superior varía en función de la especie y de los días de exposición a dicha temperatura. Así, por ejemplo, el mantenimiento a 25°C durante 9 días, o bien a 6°C durante 44 días, sería letal para *P. vivax* (James, 1931; Bueno Marí, 2010).

Por otra parte, no todas las especies de anofelinos son capaces de transmitir todas las especies de plasmodios ni todas las cepas de una misma especie (Bueno Marí, 2010). Existe, por tanto, un componente genético claramente influyente (Frizzi *et al.*, 1975).

- b) **Receptividad:** basada en la presencia, densidad y características biológicas de los vectores. Dado que varias especies de anofelinos pueden

actuar como vectores de la malaria en un mismo área, el mejor vector será aquel que: presente un mayor grado de dispersión, que su distribución sea más próxima a las poblaciones humanas y presente un mayor grado de antropofilia, que presente varias generaciones a lo largo del año, y cuyas hembras piquen en numerosas ocasiones en intervalos de tiempo suficientes para que el protozoo pueda completar su desarrollo y ser, así, infectante (Bueno Marí, 2010).

- c) **Vulnerabilidad:** basada en la población humana portadora. Se determina por la cantidad de gametocitos de *Plasmodium* sp. circulantes a la espera de proseguir el ciclo en el hospedador intermediario (Bueno Marí, 2010). En España, la malaria es una Enfermedad de Declaración Obligatoria (EDO) desde 1995 (MSC, 2007). Actualmente se diagnostican cientos de casos de malaria en nuestro país, siendo la Comunidad Valenciana uno de los territorios con mayor incidencia (**tabla 25**) (MCI & ISCIII, 2020). La mayoría de los casos son importados, es decir, de inmigrantes o turistas procedentes de zonas endémicas de la enfermedad (Bueno Marí, 2010). El tiempo transcurrido desde la llegada de la persona infectada hasta la manifestación clínica de los síntomas varía según la especie de plasmodio entre los 7 días y los 48 meses (Sabatinelli *et al.*, 1994; Svenson *et al.*, 1995; Kain *et al.*, 1998, Bueno Marí, 2010). Este período asintomático no implica necesariamente un nivel de parasitemia suficientemente bajo como para no continuar el ciclo en el mosquito. Además, la supervivencia del parásito en el ser humano varía entre 1-2 años para *P. falciparum*, 3-4 años para *P. vivax*, 4-5 años para *P. ovale*, e incluso más para *P. malariae* (MSC, 2007).



Tabla 25. Casos de paludismo declarados en España y en la Comunidad Valenciana por el Centro Nacional de Epidemiología del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y el Instituto de Salud Carlos III entre los años 2016 y 2018 (MCI & ISCIII, 2020).

Año	España	C. Valenciana
2016	754	55
2017	825	60
2018	851	74

Con base a nuestras capturas, sólo las especies *An. claviger* y *An. maculipennis* s.s. podrían desempeñar un papel importante en la transmisión de la malaria en las zonas de estudio. Con respecto a la **infectividad** de estas especies, se ha evidenciado la presencia de ooquistes de *P. vivax* en la pared intestinal de *An. claviger* (Blacklock & Carter, 1920; Horsfall, 1972), mientras que se carece de estudios que determinen la infectividad de *An. maculipennis* s.s., aun sabiendo que ha protagonizado ciclos de transmisión en algunas regiones (Bueno Marí, 2010). En cuanto a la **receptividad**, la tendencia orofíllica y rural de *An. claviger* dificulta su interacción con el ser humano, no obstante, la especie presenta unas preferencias antropofílicas que le permite alimentarse activamente sobre el hombre, incluso con cierta agresividad, en caso de coincidencia de ambos en las proximidades de los lugares de desarrollo larvario. A pesar de que en la mayor parte de Europa se le considera con un papel secundario, en el sureste europeo y en ciertas regiones del continente asiático, *An. claviger* es un importante transmisor de la malaria (Coluzzi *et al.*, 1964; Horsfall, 1972). Por su parte, *An. maculipennis* s.s. suele llevar a cabo su desarrollo larvario en zonas alejadas de núcleos urbanos, por lo que sus interacciones con el ser humano, igual que *An. claviger*, tienen lugar únicamente cuando el hombre se adentra en las proximidades de los biotopos larvarios (Bueno Marí, 2010). Estos casos son altamente improbables, tanto en España como en el

resto de Europa, pero sólo así podría iniciarse la transmisión palúdica, como ya se ha observado en diversas zonas rurales de los Balcanes (Schaffner *et al.*, 2001).

Apoyamos, por tanto, lo señalado por Bueno Marí (2010) en su tesis doctoral, indicando que la Comunidad Valenciana se encuentra en un estado definido como “anofelismo sin malaria”. No obstante, el continuo trasiego de inmigrantes y turistas procedentes de zonas endémicas, así como la llegada de personas y mercancías de cualquier parte del globo terráqueo que posibilita la llegada de potenciales vectores palúdicos a nuestro territorio, nos obligan a mantener una vigilancia constante.

4.4.2 Arbovirosis

La Organización Mundial de la Salud define los arbovirus como aquellos virus que requieren, necesariamente, la acción hematofágica de un artrópodo para su transmisión entre hospedadores vertebrados (WHO, 1967), de ahí su término en inglés “*arthropod-borne viruses*” (virus transmitidos por artrópodos). De los cerca de 550 arbovirus reconocidos en el Catálogo Internacional de Arbovirus, al menos una cuarta parte han causado afecciones humanas de diversa severidad (Karabatsos, 1985). La emergencia y reemergencia de algunas de las enfermedades causadas por estos virus supone una de las principales preocupaciones en la salud pública a nivel global (Gubler, 2001).

Se analiza a continuación la posible emergencia y/o reemergencia de las arbovirosis que, con mayor probabilidad, pueden detectarse en la Comunidad Valenciana, bien sea por la amplia distribución o la introducción y rápida expansión de su principal vector (*Cx. pipiens* y *Ae. albopictus*), por su reciente presencia



detectada en España (virus del Oeste del Nilo), o por la notificación de casos importados en el territorio autonómico (chikungunya, dengue y zika).

4.4.2.1 Virus del Oeste del Nilo

El virus del Oeste del Nilo o virus del Nilo Occidental (del inglés *West Nile Virus*), es un flavovirus cuyo hospedador principal son las aves, siendo los humanos y los équidos hospedadores accidentales, y los mosquitos del género *Culex* los principales vectores. Bajo esta premisa, los humedales se posicionan como los principales ambientes para el mantenimiento del ciclo enzoótico de esta arbovirosis, debido a la presencia de elevadas poblaciones de culícidos y aves acuáticas, en muchas ocasiones migratorias, jugando un papel importante en la dispersión tanto a nivel local como global (Diéguez Fernández *et al.*, 2003; David *et al.*, 2007).

Tras la picadura de un mosquito, en aves el virus se multiplica transcurridos de 1 a 4 días, persistiendo la viremia en el organismo entre 20 y 200 días, pudiendo llegar a causar la muerte del hospedador. Humanos y equinos presentan una viremia de muy corta duración, manteniéndose el virus en sangre entre 3 y 6 días, por lo que carecen de importancia como reservorios. Pese a que en estos hospedadores accidentales existe un elevado porcentaje de asintomatismo que enmascara la prevalencia real en la población, el virus del Oeste del Nilo suele ocasionar leves episodios febriles que pueden evolucionar a cuadros clínicos graves, como encefalitis o encefalomiелitis y, en los casos más graves, la muerte (Bueno Marí, 2010).

Se han registrado brotes epidémicos del virus del Nilo Occidental en diversos países del continente europeo (López-Vélez & Molina Moreno, 2005), incluyendo España, donde cabe mencionar, como ya se ha indicado anteriormente, el último brote ocurrido en el año 2020, afectando a las provincias de Sevilla, Cádiz y Badajoz, con 77 casos humanos declarados, de los que el 97% presentaron cuadro de meningoencefalitis y 8 fallecieron (MS, 2021). En este caso, se identificó a la especie *Cx. perixiguus* como principal vector responsable, junto con *Cx. pipiens*, con una participación mucho menos importante (MS, 2020).

Basándonos en las especies descritas como portadoras del virus del Nilo Occidental (Schaffner *et al.*, 2001; Holick *et al.*, 2002) y comparando esta información con los datos de composición faunística de nuestro estudio, señalamos a las especies *Ae. albopictus*, *Ae. caspius*, *Cx. mimeticus*, *Cx. pipiens* y *Cx. theileri* como principales vectores de la arbovirosis en el área de estudio. La práctica omnipresencia de *Cx. pipiens* en todas las zonas de estudio, hace que desempeñe un papel importante en el mantenimiento viral enzoótico, así como en la transmisión epizootica, lo que hace que señalemos a esta especie como la principal protagonista de los ciclos de transmisión que propicien la llegada del virus al hombre. La presencia de *Ae. albopictus* en las zonas urbanas estudiadas, junto a su alta agresividad con el hombre y su alimentación ocasional sobre aves passeriformes, como el gorrión común (*Passer domesticus* Linnaeus 1758), y columbiformes, como la paloma bravía (*Columba livia* Gmelin, 1789), especies avícolas sinantrópicas que suelen desarrollar elevada viremia, nos hace señalar a esta especie como otra posible protagonista en la transmisión de este virus, capacidad que ya ha sido demostrada en poblaciones naturales de Estados Unidos (Holick *et al.*, 2002; Sardelis *et al.*, 2002). Sin embargo, la susceptibilidad de *Ae. albopictus* al crecimiento de este virus es mucho menor que la de *Cx. pipiens*



(Fortuna *et al.*, 2015), por lo que seguimos considerando a ésta última como principal vector de la enfermedad en el área de estudio.

Esta casuística, junto a la presencia de un importante número de humedales en las zonas de litoral, muchos de ellos próximos o colindantes con áreas urbanas, tales como marjales, lagunas o saladares, destacados ecosistemas receptores de aves migratorias procedentes de África y del norte de Europa, postulan la zona litoral valenciana como zona de elevado riesgo epidemiológico.

Estos resultados apoyan los expuestos por Bueno Marí en el año 2010, que señala a *Cx. pipiens* como principal vector del virus del Nilo Occidental, no sólo en la Comunidad Valenciana, sino también en Europa, haciendo también partícipes a las especies *Ae. caspius*, *Cx. modestus* y *Cx. theileri*, al señalarlas como principales vectores puente de la virosis entre las aves y el ser humano. Además, indica el interior de la comunidad como una zona con bajo riesgo epidemiológico, no así los humedales litorales valencianos, que señala con un riesgo muy elevado. En nuestro caso, las escasas capturas de *Ae. caspius* y *Cx. theileri*, así como la ausencia de capturas de *Cx. modestus*, únicamente nos permite señalar a las dos primeras como leves colaboradoras en la transmisión de la arbovirosis. No obstante, la restricción de las capturas de *Ae. caspius* en zonas de marjal refuerza la idea ya expuesta de un riesgo más elevado en la zona litoral.

Asumido el papel de *Cx. pipiens* como principal vector del virus del Oeste del Nilo, y a partir de los puntos de muestreo en los que se ha producido la captura de larvas de la especie, se configuran tres zonas de influencia alrededor de cada una de estas zonas de cría, con base al rango de vuelo de los adultos de la especie, que presenta una fuerte capacidad de dispersión (Verdonschot & Besse-Lototskaya, 2014). De esta forma, podremos determinar cuáles son las zonas expuestas a una

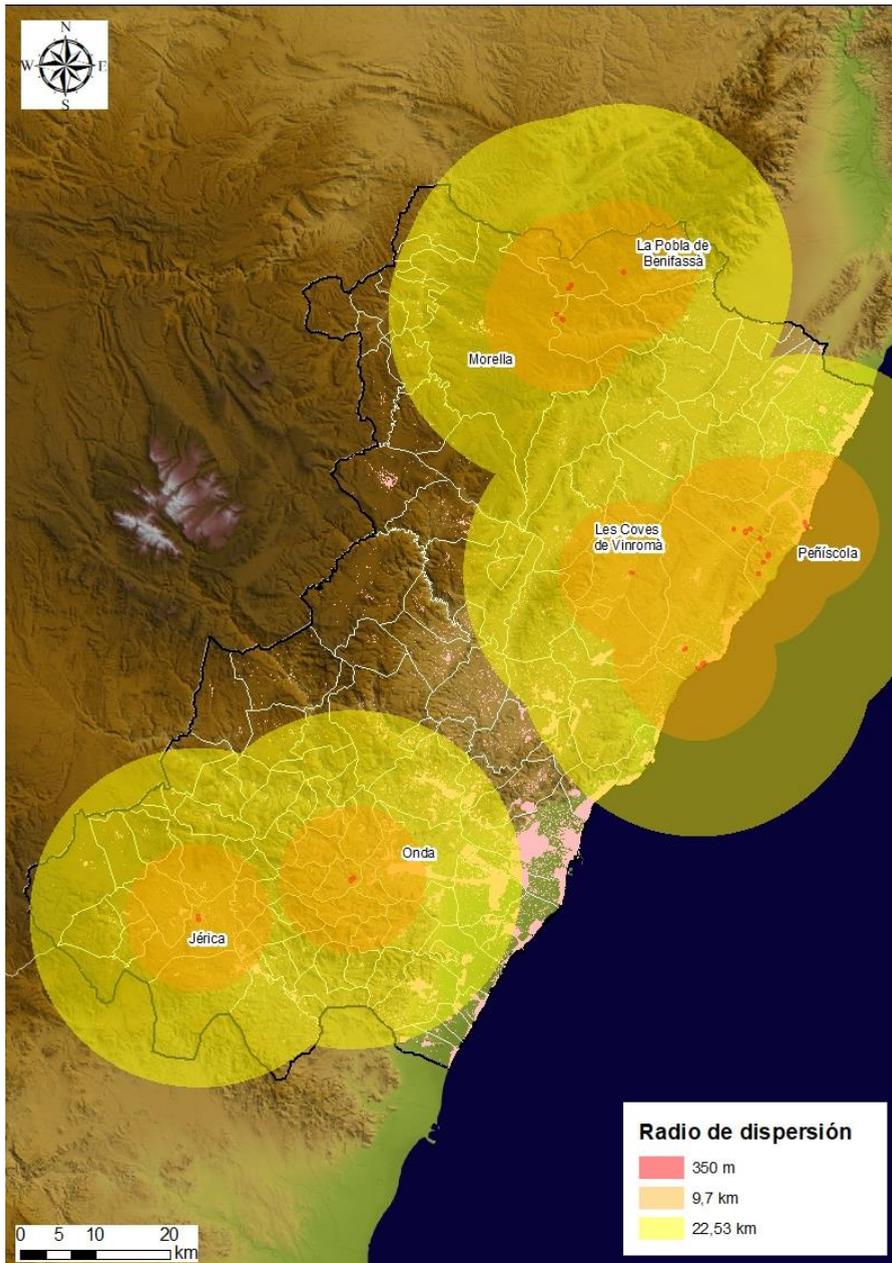


Figura 82. Zonas de influencia de *Cx. pipiens* en la provincia de Castellón en función de las capturas realizadas y atendiendo a su radio de dispersión. Se representa, en color rojo, el mínimo de la distancia máxima de vuelo (350 m); en naranja, la distancia media de vuelo (9,7 km); en amarillo, la distancia máxima de vuelo (22,53 km); y, en color rosa, las zonas urbanas de cada uno de los municipios de la provincia de Castellón.



mayor incidencia en caso de emergencia de esta arbovirosis. Así, la primera zona de influencia presenta un radio de 350 m, correspondiente al mínimo de la distancia máxima de vuelo, representada de color rojo, indicativo de un mayor riesgo por cercanía al hábitat de este vector; la segunda zona de influencia, de 9,7 km de radio, correspondiente a la distancia media de vuelo de la especie, se representa de color naranja, indicativo de un menor riesgo; y una tercera zona de influencia, de 22,53 km de radio, correspondiente a la máxima distancia de vuelo de este díptero, representada en color amarillo, indicando el menor riesgo, que disminuye a medida que nos alejamos del punto de cría (**figura 82**).

De esta forma, la población humana incluida en cualquiera de las zonas de influencia será susceptible de sufrir las picaduras de las hembras de *Cx. pipiens* y, por tanto, de ser infectada en caso de emergencia del virus del Oeste del Nilo. Dado que el actual estudio está basado en 10 municipios representativos de la Comunidad Valenciana en la provincia de Castellón, y conociendo el carácter cosmopolita de *Cx. pipiens*, así como su gran capacidad de dispersión, podemos indicar que la práctica totalidad de la población humana castellanense, así como la del resto de la comunidad autónoma, está expuesta, en mayor o menor medida, a las picaduras de *Cx. pipiens* y las consecuencias que esto conlleva. Por tanto, el principal foco de vigilancia, donde se deben llevar a cabo unas medidas preventivas y cautelares más severas, se centran en las zonas húmedas de litoral que, como ya se ha explicado anteriormente, concentran el mayor riesgo epidemiológico.

4.4.2.2 Chikungunya, dengue y zika

El virus chikungunya, de la familia *Togaviridae*, así como los virus dengue y zika, de la familia *Flaviviridae*, son virus zoonóticos de las selvas tropicales de África, América y Asia, donde tienen como reservorios, o principales hospedadores, a los primates no humanos (Arredondo-García *et al.*, 2016). Su transmisión se produce a través de la picadura de los mosquitos del género *Aedes*, siendo *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* los vectores de mayor relevancia (López-Vélez & Molina Moreno, 2005). Estos mosquitos mantienen la enzootia de estas enfermedades en las zonas forestales tropicales de las que son originarios, donde desarrollan la fase preimaginal de su ciclo biológico en pequeños acúmulos de agua en las oquedades de los árboles. La alteración ecológica producida por el hombre con la drástica modificación de los hábitats primigenios y la introducción y dispersión de estos dípteros en gran parte del planeta, junto con su rápida adaptación a los ambientes urbanos, ha permitido la aparición de nuevas cepas o variedades que cambian sus microhábitats acuáticos originales por otros mucho más frecuentes en zonas urbanas, como imbornales, macetas, cubos, etc. (Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2009a), lo que ha posibilitado el inicio de ciclos de transmisión autóctona en Europa (Seyler *et al.*, 2008).

I. Chikungunya

El virus chikungunya es una Enfermedad de Declaración Obligatoria (EDO) en España desde el año 2014, tras su emergencia en la región de las Américas, con la que España mantiene un importante flujo de viajeros (MSSSI, 2017). Este virus existe como un único serotipo, que confiere inmunidad a los individuos que se recuperan de la infección. Sin embargo, se pueden distinguir tres genotipos: los



epidémicos asiáticos, el del oeste de África y el del este/centro/sur africano, el cual dio lugar al linaje del océano Índico, responsable de las epidemias de la India y Europa a principios del 2004 (Arredondo-García *et al.*, 2016).

Los mosquitos adquieren el virus a partir de un hospedador virémico y, tras un período de incubación extrínseca de 10 días, son capaces de transmitirlo a un hospedador susceptible. Con la picadura, el virus es introducido en la piel, donde se replica en los fibroblastos de la dermis y se disemina por el torrente sanguíneo hacia diferentes tejidos, apareciendo los primeros síntomas de la enfermedad tras un periodo de incubación intrínseca de entre 3 y 7 días (Arredondo-García *et al.*, 2016). Estos vectores, además de ser infectantes durante toda su vida, son capaces de transmitir el virus a su prole. Esta transmisión vertical o transovárica del virus juega un papel de gran importancia, ya que cada hembra realiza una puesta aproximada de 350 huevos (Schaffner *et al.*, 2001), que darán lugar a individuos ya infectados a expensas del contacto con humanos, modificando así la dimensión epidemiológica de la enfermedad.

Tabla 26. Casos de chikungunya notificados en España por la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE) (MCI & ISCIII, 2022) y en la Comunidad Valenciana por la Conselleria de Sanidad Universal y Salud Pública de la Generalitat Valenciana (GVA, 2022b).

Año	España	C. Valenciana
2014	276	14
2015	236	31
2016	103	6
2017	53	6
2018	27	1
2019	-	0
2020	-	2
2021	-	0
2022	-	3

En España, desde su clasificación como EDO, se han notificado numerosos casos de esta enfermedad (**tabla 26**), todos ellos importados, siendo la Comunidad Valenciana uno de los territorios sobre los que se presta una mayor atención, debido a la presencia del vector *Ae. albopictus* por todo su territorio.

II. Dengue

El dengue es otra de las EDO en España desde el año 2015, siendo la virosis tropical más frecuente en los inmigrantes que llegan al país. Es una enfermedad endémica en determinadas zonas tropicales y subtropicales del sudeste asiático, América Central, América del Sur y África. El virus, que comparte sus principales vectores con el chikungunya (*Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*), suele cursar de forma asintomática, aunque puede causar patologías de distinta gravedad, existiendo cuatro serotipos distintos. La existencia de anticuerpos frente a alguno de los serotipos del virus es el principal factor predisponente para desarrollar un cuadro grave, por lo que los cuadros de fiebre hemorrágica por dengue (FHD) son raros en viajeros (MSC, 2008).

Tras un período de incubación extrínseca de 7 días después de la adquisición del virus, los vectores son capaces de transmitirlo a nuevos hospedadores. Con la picadura, el virus es inoculado y comienza un periodo de incubación intrínseco de entre 3 y 14 días. Es entonces cuando empiezan a aparecer las manifestaciones clínicas, muy variables, produciéndose, en el peor de los casos, la FHD, que cursa con sangrado y shock (MSC, 2008); o la muerte, que en términos medios ocurre en el 5% de los casos (WHO, 1997; Gubler, 1998). Igual que sucede con la anterior arbovirosis, los vectores son infectantes a lo largo de toda su vida y puede ocurrir la transmisión transovárica (Bueno Marí, 2010).



Desde su reconocimiento como EDO, en España se han declarado numerosos casos de dengue (**tabla 27**), todos ellos importados, siendo la Comunidad Valenciana uno de los territorios de mayor preocupación debido a que se trata de una de las comunidades autónomas que recoge un mayor número de casos detectados, así como también a la presencia del vector *Ae. albopictus*.

Tabla 27. Casos de dengue notificados en España por la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE) (MCI & ISCIII, 2022) y en la Comunidad Valenciana por la Conselleria de Sanidad Universal y Salud Pública de la Generalitat Valenciana (GVA, 2022b).

Año	España	C. Valenciana
2015	182	11
2016	256	15
2017	135	10
2018	200	12
2019	-	35
2020	-	21
2021	-	9
2022	-	31

III. Zika

El zika es un virus que produce la enfermedad conocida como infección por virus zika. Hasta el momento se reconocen dos linajes principales, el asiático y el africano. Igual que ocurre con las anteriores arbovirosis, es transmitido a través de las picaduras de mosquitos del género *Aedes*, siendo *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* sus principales vectores. Sin embargo, existe, además, la transmisión por vía sexual, por transfusión sanguínea y una posible transmisión a través de la lactancia materna (Arredondo-García *et al.*, 2016).

A pesar de no estar tipificada como EDO, la vigilancia de la enfermedad por virus zika comienza en España en el año 2016, tras un primer brote de la enfermedad en la Polinesia Francesa entre los años 2013-2014 y un segundo brote en el año 2015 en Brasil, donde se confirmó la transmisión autóctona del virus, que en dos años se expandió por todo el continente americano, a excepción de Canadá, Uruguay, Chile y algunas islas del Caribe. Ambos brotes causados por la cepa asiática (CNM, 2019).

Actualmente, en la naturaleza existe un ciclo selvático, en el que el principal reservorio son los primates no humanos, y un ciclo urbano, donde se mantiene por circulación exclusiva entre humanos. En este último caso, el período de incubación es de entre 3 y 12 días, con un periodo virémico corto, entre 3 y 5 días desde el comienzo de los síntomas. Sin embargo, la enfermedad puede cursar como asintomática, produciendo en estos pacientes niveles de viremia suficientes para poder transmitir la infección. El período de incubación extrínseco es de entre 8 y 10 días, permaneciendo los mosquitos infecciosos el resto de su vida. Además, se ha documentado la transmisión transovárica, así como la transmisión venérea durante la reproducción de algunas especies de *Aedes* (CNM, 2019).

En España, desde el año 2015 y hasta mediados del 2019, se han notificado un total de 544 casos de infección por virus zika, 362 de los cuales fueron confirmados y 182 postulan como probables. Pese a que la mayoría de estos casos fueron importados, se notificaron 7 casos autóctonos: 2 por transmisión sexual y 5 casos congénitos (CNM, 2019). En la Comunidad Valenciana se detectaron 15 casos en el año 2016, 3 en el 2017 y 1 en el 2018, todos ellos importados (MCI & ISCIII, 2020).



En conclusión, podemos afirmar que el chikungunya, el dengue y el zika son, actualmente, las tres arbovirosis con mayor impacto en la población humana española. Si bien otros autores (Tenorio, 2007; Bueno Marí, 2010) citaban el chikungunya y el dengue junto con la fiebre amarilla como las arbovirosis de mayor impacto en la población humana a nivel mundial, en la actualidad relegamos a esta última de tal importancia, ya que no se notifican casos de fiebre amarilla en España desde hace más de 10 años (MCI & ISCIII, 2020). De igual forma, Bueno Marí (2010) indica que las probabilidades de transmisión de estas arbovirosis en la Comunidad Valenciana son prácticamente nulas debido al potencial vectorial prácticamente nulo de las especies *Ae. vittatus* y *Ae. geniculatus*, y a la escasa presencia de *Ae. albopictus* en el momento de su estudio. La ausencia de capturas de *Ae. vittatus* y *Ae. geniculatus* en nuestro estudio corrobora el casi inexistente papel vectorial que desempeñan actualmente estas especies en la transmisión del chikungunya, del dengue y del zika en la provincia de Castellón. Por el contrario, la rápida colonización del territorio valenciano por parte de *Ae. albopictus*, con presencia, a fecha de julio de 2022, en 463 municipios de un total de 542 que integran la comunidad autónoma (el 85,42% del total de municipios) (GVA, 2022c), convierten a este territorio levantino en una de las zonas de mayor riesgo de emergencia de brotes autóctonos de estas arbovirosis.

Conocido el papel protagonista de *Ae. albopictus* como potencial vector de estas arbovirosis, y a partir de los puntos de muestreo en los que se han capturado larvas de esta especie, se configuran tres zonas de influencia alrededor de cada una de las zonas de cría, con base al rango de vuelo de los adultos, que presentan una escasa capacidad de dispersión (Verdonschot & Besse-Lototskaya, 2014). De esta forma, podremos determinar cuáles son las zonas expuestas a una mayor incidencia



Figura 83. Zonas de influencia de *Ae. albopictus* en la provincia de Castellón en función de las capturas realizadas y atendiendo a su radio de dispersión. Se representa, en color rojo, el mínimo de la distancia máxima de vuelo (200 m); en naranja, la distancia media de vuelo (676 m); en amarillo, la distancia máxima de vuelo (1609 m); y, en color rosa, las zonas urbanas de cada uno de los municipios de la provincia de Castellón.

en caso de emergencia de dichas arbovirosis. Dado que el mosquito tigre es una especie que se desplaza distancias muy cortas desde su lugar de cría para la



obtención de alimento, la primera zona de influencia presenta un radio de 200 m (correspondiente al mínimo de la distancia máxima de vuelo), la cual se representa mediante un color rojo, indicando el mayor riesgo; con un radio de 676 m, la segunda zona de influencia corresponde a la media de la distancia máxima de vuelo de la especie, representada de color naranja, indicando un riesgo menor; y por último, la tercera zona de influencia, con un radio de 1609 m y representada de color amarillo, correspondiente a la distancia máxima de vuelo de este mosquito e indicando un bajo riesgo (**figura 83**).

Dada la baja capacidad de dispersión de *Ae. albopictus*, en las siguientes figuras (**figuras 84, 85, 86 y 87**) se presentan, de forma individual, cada uno de los municipios en los que se obtuvieron capturas de esta especie. De esta forma se muestran, con mayor detalle, las zonas de influencia de este vector, así como la población susceptible de ser afectada por el mismo y, por tanto, de ser infectada por alguna de estas arbovirosis en caso de emergencia.

A pesar de presentar un marcado carácter urbanita, como ya se ha indicado con anterioridad, en el término municipal de Sueras el mosquito tigre ha sido capturado en un ambiente rural correspondiente a un merendero en la zona de Fuente Castro. Alejado de importantes núcleos urbanos, la constante presencia de senderistas y vecinos en esta zona (paseo tradicional de los suerenses) permite la supervivencia del vector. La zona de influencia determinada por los rangos de vuelo del insecto en este término municipal (**figura 84**) no incluye ningún núcleo urbano, pese a alcanzar términos municipales vecinos, como el de Alcudia de Veo. Podemos afirmar, por tanto, que esta zona se postula con un bajo riesgo epidemiológico. A

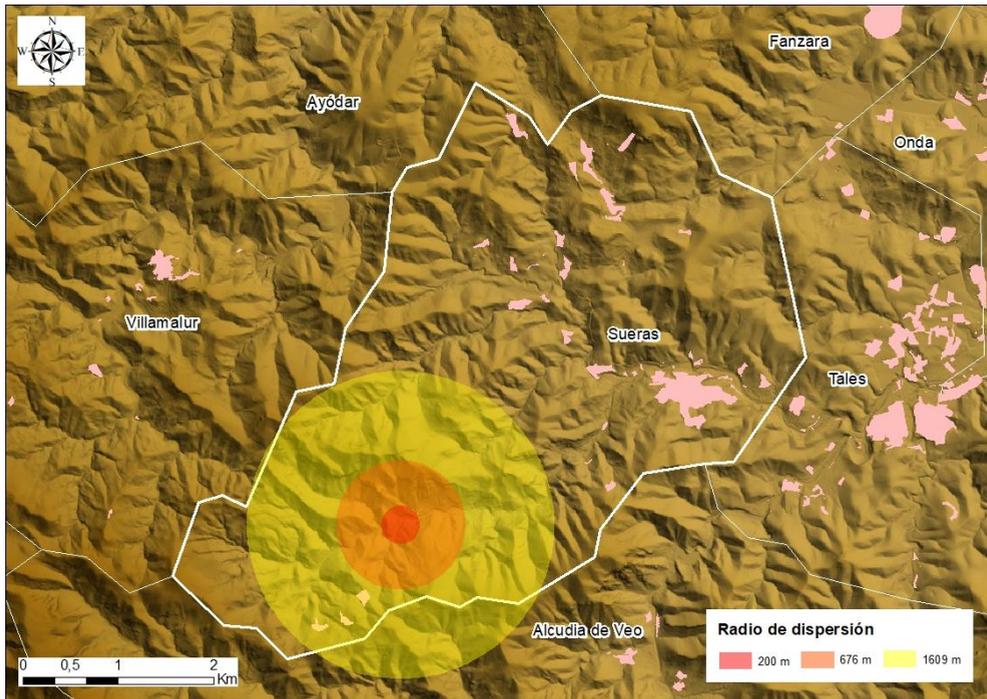


Figura 84. Zona influencia de *Ae. albopictus* en el término municipal de Sueras a partir de las capturas realizadas.

pesar de ello, se debe mantener una vigilancia activa, ya que el trasiego de personas y vehículos en esta zona da gran facilidad a *Ae. albopictus* para su llegada y establecimiento en el núcleo urbano de Sueras, lo que podría desencadenar la colonización de otros núcleos urbanos importantes debido a su proximidad, como es el caso de Tales.

Con respecto al término municipal de Espadilla, como se observa en la **figura 85**, toda su población se encuentra, con mayor o menor riesgo, bajo zona de influencia de *Ae. albopictus*. Esto significa que el total conjunto de la población humana del municipio es susceptible de sufrir las picaduras de este insecto y, por tanto, de contraer alguna de las arbovirosis en caso de emergencia. Además, el área de influencia de este vector consigue alcanzar zonas urbanas de los términos

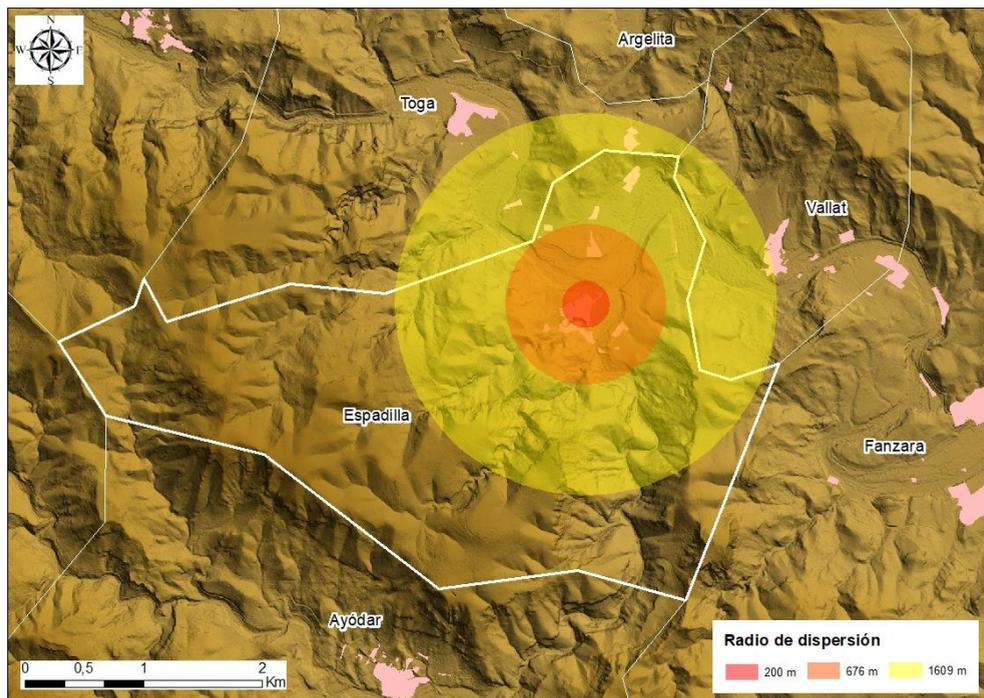


Figura 85. Se representa, en rosa, las zonas urbanas de los términos municipales que quedan incluidas bajo la zona de influencia (zonas de posible riesgo) de *Ae. albopictus* a partir de las capturas de esta especie en el término municipal de Espadilla.

municipales limítrofes de Vallat y Toga, lo que implica una posible colonización de estos municipios, permitiendo un probable intercambio constante de individuos entre las poblaciones. El establecimiento en Vallat hace pensar el probable comienzo de un efecto cadena, en el que el insecto colonice las zonas urbanas próximas entre sí, llegando a grandes núcleos poblacionales como, en este caso, Fanzara. De igual forma, este salto entre zonas urbanas próximas podría permitir la llegada del insecto al principal núcleo urbano de Toga.

Señalamos, por tanto, esta zona, como un área de elevado riesgo epidemiológico. Además, indicamos la conexión entre zonas urbanas próximas

como uno de los factores responsables de la rápida e imparable expansión del mosquito tigre en todo el territorio valenciano.

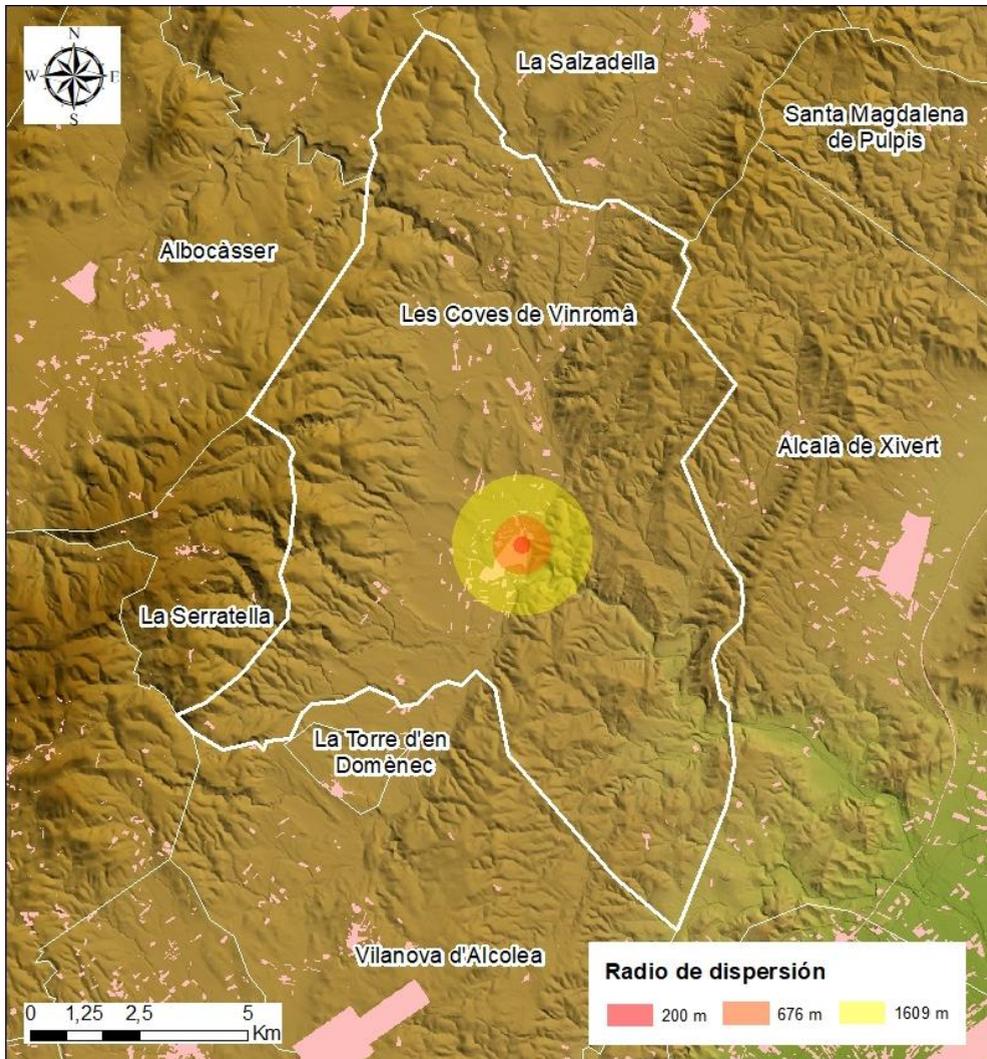


Figura 86. Se representa, en rosa, las zonas urbanas del término municipal de Les Coves de Vinromà que quedan incluidas bajo la zona de influencia (zonas de posible riesgo) de *Ae. albopictus* a partir de las capturas de esta especie en dicho municipio.



Les Coves de Vinromà es, como ya se ha explicado anteriormente, el término municipal de mayor extensión de los estudiados en la presente tesis doctoral. La presencia de *Ae. albopictus* en su núcleo urbano conlleva que toda la población de este municipio quede abarcada bajo la zona de influencia del insecto (**figura 86**), quedando expuesta a sus picaduras y siendo susceptible de contraer las arbovirosis de las que es vector. Sin embargo, la gran extensión del término municipal y la localización central de su núcleo urbano se postulan como dos factores que podrían permitir una cierta situación de aislamiento, dificultando tanto la dispersión del vector a otros territorios, como la emergencia de importantes brotes de arbovirosis. Señalamos así, esta zona, con un bajo riesgo epidemiológico.

Las capturas de *Ae. albopictus* en el término municipal de Santa Magdalena de Pulpis tuvieron lugar tanto en ambientes urbanos como salvajes. Las capturas urbanas conllevan que toda la población del municipio se encuentre bajo la zona de influencia del vector (**figura 87**), quedando expuesta a sus picaduras y siendo susceptible de infección en caso de emergencia de arbovirosis. Las capturas de ambientes salvajes se realizaron en zonas muy próximas a la A-7, y su radio de influencia llega a alcanzar el núcleo urbano. La presencia y supervivencia del díptero en estos lugares salvajes también podría explicarse debido a la presencia de agricultores y paseantes, así como al continuo paso de vehículos por la autovía.

En lo correspondiente al término municipal de Peñíscola, la captura de larvas de *Ae. albopictus* en zonas rurales y salvajes del interior de la Sierra de Irta constata el establecimiento de la especie en este Parque Natural. Dada la baja capacidad de dispersión de la especie y su carácter antropofílico, su llegada y supervivencia en estos puntos podría deberse a la presencia de senderistas y

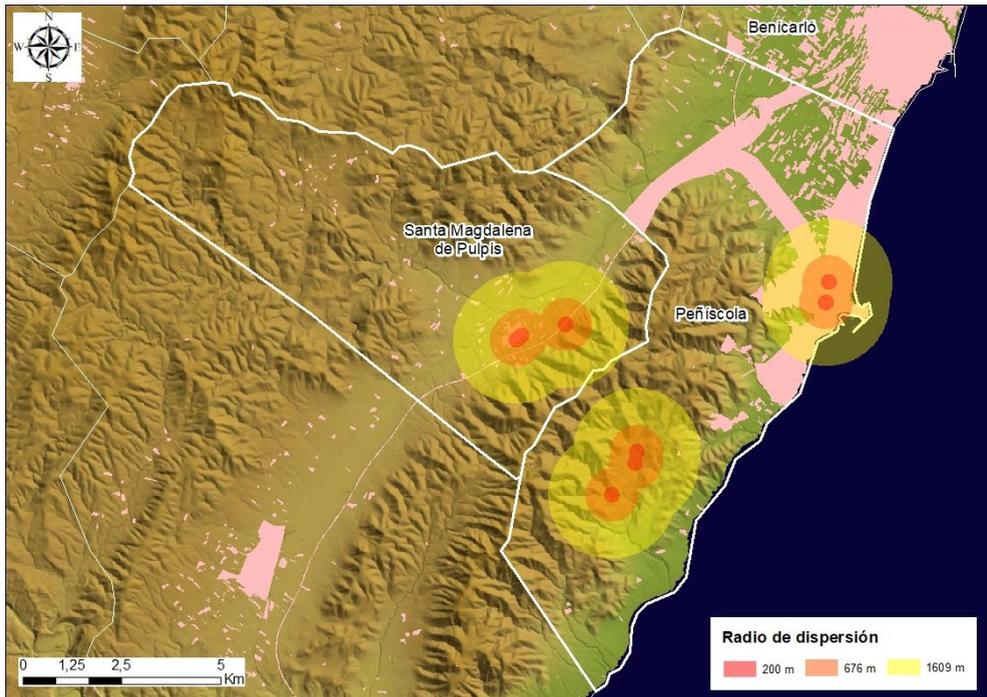


Figura 87. Se representa, en rosa, las zonas urbanas de los términos municipales que quedan incluidas bajo la zona de influencia (zonas de posible riesgo) de *Ae. albopictus* a partir de las capturas de esta especie en los términos municipales de Peñíscola y Santa Magdalena de Pulpis.

excursionistas que frecuentan las numerosas rutas existentes. Además, dos de los puntos de captura (Peñ6 y Peñ7) se encuentran muy próximos a la Finca oleícola Mas del Senyor, cuyos trabajadores podrían ser responsables tanto de su alimento como de su introducción en la zona. Las zonas de influencia del mosquito en el Parque Natural abarcan numerosas edificaciones frecuentadas por cazadores, zonas agrícolas, huertos y merenderos; de esta forma, la población humana que se adentre en cualquiera de las zonas de influencia será susceptible de sufrir las picaduras de las hembras del mosquito tigre y, por tanto, de ser infectada en caso de emergencia de arbovirosis.



Por el contrario, gran parte de la población de Peñíscola queda incluida en las zonas de influencia de *Ae. albopictus* como consecuencia de su presencia en el núcleo urbano. Además, se debe tener en cuenta que este municipio, de 7683 habitantes (INE, 2021), llega a multiplicar por 16 su población durante el verano (periodo de mayor actividad y mayor nivel poblacional del vector) alcanzando cifras en torno a los 120.000 habitantes, acumulando a lo largo del año más de 500.000 turistas. Esta variación de la densidad poblacional aumenta la posibilidad de introducción de alguna de las arbovirosis por parte de turistas procedentes de zonas endémicas de las mismas. La continuidad del ambiente urbano con el de términos municipales vecinos, como Benicarló, permite que, en caso de emergencia, la enfermedad se expanda fácilmente a otros territorios.

Con toda esta casuística, señalamos las zonas urbanas de Peñíscola con un potencial epidemiológico muy elevado, siendo éstas donde se deben llevar a cabo las medidas de vigilancia y control más severas. Por el contrario, la escasa presencia humana en el Parque Natural de la Sierra de Irta postula estas zonas rurales y salvajes del municipio con un riesgo epidemiológico bajo.

Capítulo 5: DISCUSIÓN GENERAL

5.1 Catálogo faunístico

Durante el presente estudio se ha puesto de manifiesto la presencia de 4 de los 6 géneros de culícidos descritos en la provincia de Castellón, siendo 7 el total de géneros descritos en la Comunidad Valenciana (Bueno Marí *et al.*, 2012a). En términos de abundancia, el género más destacado es *Culex* (58,14%), seguido por *Culiseta* (27,03%) y, en menor medida, los géneros *Anopheles* (7,60%) y *Aedes* (7,22%).

A nivel específico, de las 37 especies descritas en la Comunidad Valenciana, 28 se encuentran presentes en la provincia de Castellón (Bueno Marí *et al.*, 2012). En nuestro trabajo se constata la presencia de 16 de estas especies (59,26%), aportándose dos nuevas citas:

- la de la especie *Cx. martinii*, que supone la primera cita de la especie a nivel nacional, detectada en los municipios de El Toro, Vallibona y Morella;
- y la de la especie *Cx. deserticola*, detectada en el municipio de Espadilla, que supone la tercera cita para Europa, donde, además de la dudosa cita de Córcega (Schaffner, 1998), ha sido descrita únicamente en España, concretamente en la provincia de Zaragoza (Ramos *et al.*, 1998; Becker *et al.*, 2010).

De esta forma se elevan a 66 las especies de culícidos presentes en España, 39 en la Comunidad Valenciana y 30 en la provincia de Castellón.

Como novedad, en varios municipios de la provincia de Castellón se ha confirmado la presencia de especies no descritas en ellos anteriormente, siendo



estas: *An. claviger*, nueva cita para el municipio de Les Coves de Vinromà; *An. marteri*, nueva cita para el municipio de El Toro; *An. petragrani*, nueva cita para el municipio de Morella; *Ae. albopictus*, nueva cita para los municipios de Santa Magdalena de Pulpis, Espadilla y Sueras; *Cx. hortensis hortensis*, nueva cita para el municipio de Jérica; *Cx. impudicus*, nueva cita para los municipios de Les Coves de Vinromà y La Pobla de Benifassà; *Cx. laticinctus*, nueva cita para el municipio de Espadilla; y *Cx. theileri*, nueva cita para el municipio de Castell de Cabres.

Se aportan nuevos datos acerca de la distribución, fenología, biología y ecología de las 18 especies descritas. Las mayores abundancias de individuos capturados corresponden a *Cx. laticinctus* (28,45%), *Cs. longiareolata* (26,37%) y *Cx. pipiens* (20,67%), seguidos, en otro orden de magnitud, por *Ae. albopictus* (5,70%), *An. petragrani* (5,43%) y *Cx. hortensis hortensis* (4,63%). Estos datos concuerdan con los de estudios anteriores, que describen a *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata* como especies predominantes en el territorio valenciano (Bueno Marí *et al.*, 2008; Rueda Sevilla & Hernández Villar, 2008), y a *Cx. laticinctus*, *Cx. hortensis hortensis* y *An. petragrani* como especies de fácil captura, con un grado de dominancia inferior a las anteriores en Parques Naturales y enclaves representativos de la Comunidad Valenciana (Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014).

Es destacable el hecho de que *Ae. albopictus* sea la especie detectada por primera vez en un mayor número de municipios, situándose como cuarta especie dominante en nuestro estudio, lo que indica que esta especie invasora se encuentra en pleno proceso de expansión, y pone en evidencia su rápida capacidad de dispersión. Este hecho, junto a la detección de las dos nuevas especies para el territorio valenciano, pone de manifiesto la necesidad de continuar desarrollando estudios acerca de la biología, ecología y distribución de los culícidos, no sólo en la comunidad, sino también a nivel nacional.

Por otro lado, Castell de Cabres es el término municipal en el que se confirma la presencia de un mayor número de especies no descritas anteriormente en el municipio (4). Si bien es cierto que varios puntos de muestreo considerados pertenecen a los términos municipales colindantes de Morella y Vallibona, todos ellos se encuentran situados en el interior del Parque Natural de La Tinença de Benifassà y, como ya se expuso anteriormente, esta continuidad de hábitat hace que en el presente estudio sean considerados como pertenecientes a Castell de Cabres. Tras este, el mayor número de especies detectadas no descritas anteriormente se produce en los términos municipales de Les Coves de Vinromà (3) y Espadilla (3). Estos hechos apoyan la importancia de continuar con los estudios de los culícidos, no sólo en zonas naturales y grandes masas boscosas de la comunidad, sino también en zonas rurales y próximas a núcleos urbanos.



5.2 Análisis de las abundancias

5.2.1 Abundancias relativas globales

13 de las 18 especies detectadas en el presente trabajo presentan abundancias relativas globales inferiores al 5,0%, constituyendo la rareza específica del estudio. De ellas, 10 presentan valores inferiores al 1,0%. Los anofelinos son conocidos por ser el grupo más exigente en cuanto a requerimientos ambientales de sus estados inmaduros (Chordá Olmos, 2014), y la mayoría de las especies forman parte de la rareza específica de los estudios que se han llevado a cabo. En nuestro caso, la especie *An. marteri* (0,38%) fue capturada únicamente en el municipio de Bejís, y *An. claviger* (0,48%) en Castell de Cabres y Les Coves de Vinromà. Esto pone de manifiesto la escasa extensión geográfica de distribución de estas especies, que, además, seleccionan hábitats con características concretas, como aguas limpias, frías, etc., lo que limita su amplitud ecológica y su capacidad de colonización de hábitats, explicando así su rareza.

De los aedinos, *Ae. vexans* (0,69%) se halló exclusivamente en Castell de Cabres durante el mes de julio, lo que nos indica éste como su hábitat restringido, pues estudios anteriores únicamente sitúan a esta especie en el Parque Natural de La Tinença de Benifassà dentro de la provincia de Castellón (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013; Chordá Olmos, 2014). La especie *Ae. caspius* (0,83%) fue capturada únicamente en el municipio de Torreblanca. Las características concretas de los hábitats de esta especie (típica de aguas salobres y en zonas de baja altitud) limitan su amplitud ecológica y colonización de hábitats; además, su estrategia de puesta limita su presencia a periodos inmediatos tras episodios de precipitación, cada vez más escasos.

Cs. subochrea (0,66%), descrita como especie que ocupa biotopos temporales naturales ubicados preferentemente en áreas litorales (Chordá Olmos, 2014), fue capturada únicamente en Torreblanca durante el mes de abril, con datos de abundancia similares a los de otros estudios anteriores realizados (Bernués Bañeres, 2013).

Con respecto a los culicinos, son 5 las especies con una abundancia relativa global inferior al 1,0%. Estas especies son: *Cx. theileri* (0,14%), *Cx. impudicus* (0,66%) y *Cx. martinii* (0,86%), que fueron capturados en 2 de los 10 municipios estudiados; *Cx. deserticola* (0,03%) y *Cx. mimeticus* (0,66%), que fueron capturados en un único municipio y en períodos muy concretos del año, durante la primavera. Cabe destacar el caso de *Cx. deserticola*, que presenta los datos de abundancia más bajos, y de *Cx. martinii*, ambas especies citadas por primera vez en la Comunidad Valenciana, y a cuyas abundancias habrá que prestar especial atención en futuros estudios para conocer su evolución en el territorio.

Estos datos reflejan la rareza ecológica de dichas especies, que queda definida por varios factores: la extensión geográfica ocupada, la especificidad de hábitat o amplitud ecológica, la abundancia local, la ocupación de hábitat y el efecto antrópico (Rey Benayas *et al.*, 1999; Carrascal & Palomino, 2006).

5.2.2 Abundancias por nivel de antropización

En lo referente a la influencia del hombre sobre los ecosistemas, a nivel global del estudio, las mayores abundancias de mosquitos se encuentran en los ambientes rurales, que reúnen cerca de la mitad del total de capturas (43,28%). En estos ambientes hemos evidenciado la presencia de 14 de las 18 especies



capturadas, destacando tres de ellas por presentar las mayores abundancias relativas: *Cx. laticinctus* (39,62%), *Cs. longiareolata* (27,88%) y *Cx. pipiens* (14,30%).

Los ambientes salvajes reúnen menor abundancia de mosquitos con respecto a los ambientes rurales (33,36%), sin embargo, son los que presentan una mayor riqueza de especies, pues en ellos se han capturado 16 de las 18 especies del estudio. Entre ellas destacan *Cx. laticinctus* (31,19%), *Cs. longiareolata* (23,94%), *An. petragrani* (14,30%) y *Cx. pipiens* (11,09%) por ser las especies con mayores abundancias relativas en este tipo de ambientes.

Por último, los ambientes urbanos son los que reúnen una menor abundancia (23,37%) y riqueza de estos insectos. Sólo 6 de las 18 especies capturadas en este estudio se han encontrado en este tipo de ambientes, siendo *Cx. pipiens* la especie más abundante (46,15%), seguida de *Cs. longiareolata* (27,07%) y *Ae. albopictus* (19,97%). La llegada de esta especie invasora ha provocado una modificación de las comunidades de culícidos en los ambientes urbanos, ya que, hasta ahora, *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata* eran descritas como las especies monopolizantes de este tipo de ambientes (Bueno Marí, 2010).

El estudio revela que los ambientes salvajes presentan la mayor riqueza de especies, pero son los ambientes rurales los que poseen las mayores abundancias. Una posible explicación de esta casuística es que las distintas especies de culícidos presenten cierta tolerancia frente a las pequeñas alteraciones producidas por el ser humano en los ambientes rurales, obteniendo de estas un beneficio, como puede ser el aumento del número de cuerpos de agua en los que realizar la puesta y llevar a cabo el desarrollo larvario, lo que se traduce en una mayor abundancia de estos insectos. Sin embargo, las grandes alteraciones del ecosistema influyen negativamente en la presencia y abundancia de los culícidos, como así ocurre en

los ambientes urbanos, que presentan los menores valores de riqueza y abundancia.

Si analizamos los datos anteriores, comprobamos que *Cs. longiareolata* se encuentra presente en los tres tipos de ambientes con unas abundancias relativas similares en cada uno de ellos, lo que evidencia la plasticidad de la especie y la independencia de esta frente a la presencia humana. Algo similar ocurre con *Cx. pipiens*, presente en los tres tipos de ambientes, sin embargo, presenta su mayor abundancia relativa en los ambientes urbanos, siendo la especie claramente predominante en ellos. Esto la convierte en la especie con mayor tolerancia y capacidad de adaptación a todo tipo de ambientes, incluso a aquellos que presentan grandes alteraciones y elevados niveles de contaminación.

Por otro lado, *Cx. laticinctus* se muestra como la especie predominante en los ambientes rurales y salvajes, presentando una tolerancia muy baja a la interacción con el ser humano, ya que, pese a haber sido capturada en ambientes urbanos, su abundancia relativa en este tipo de ambientes es tan sólo del 3,85%.

5.2.3 Abundancias específicas

Los análisis estadísticos de las abundancias evidenciaron la existencia de diferencias significativas entre los ambientes urbanos, rurales y salvajes de los puntos de muestreo. De esta forma, se puede asociar cada una de las especies capturadas a un nivel de antropización, quedando éste determinado por las abundancias obtenidas de cada especie.

Así, las especies *An. marteri*, *Ae. vexans*, *Cx. deserticola* y *Cx. martinii*, presentan muy baja tolerancia a la presencia humana y quedan caracterizadas



como especies de ambientes salvajes, al haber sido capturadas únicamente en biotopos pertenecientes a este nivel de antropización. Caso similar es el de *Cs. subochrea*, que queda definida como una especie de ambientes rurales.

Son varias las especies asociadas tanto a ambientes rurales como salvajes, lo que evidencia una cierta tolerancia a las alteraciones del ecosistema ocasionadas por el ser humano. Así, las especies *An. claviger* y *An. petragnani* presentan una mayor preferencia por ambientes salvajes frente a los rurales, al haber obtenido mayores abundancias en estos niveles antrópicos. Por el contrario, las especies *An. maculipennis s.s.*, *Ae. caspius*, *Cx. mimeticus* y *Cx. territans* muestran mayor preferencia por los ambientes rurales frente a los salvajes. *Cx. impudicus*, sin embargo, tolera ambos tipos de ambientes de forma indistinta. Cabe destacar el caso de *Ae. caspius*, que, pese a ser una especie con un agresivo comportamiento antropofílico, parece no tolerar las condiciones de los ambientes donde se encuentra presente su principal fuente de alimento.

Hay especies que presentan alta tolerancia a las alteraciones de los hábitats producidas por el ser humano, adaptando, incluso su ciclo de vida, a los ambientes más estrictamente urbanos, y en algunos casos, sintiéndose en estos más cómodos que en los ambientes naturales. Así, la especie *Cx. hortensis hortensis*, se encuentra presente en ambientes salvajes, rurales y urbanos, aunque las abundancias obtenidas indican una mayor preferencia por los ambientes menos alterados (rurales y salvajes). *Cx. laticinctus* y *Cs. longiareolata* se encuentran presentes en todo tipo de ambientes, sin embargo, presentan una clara preferencia por los ambientes rurales y sus menores abundancias se registran en los ambientes urbanos. Por el contrario, *Ae. albopictus* y *Cx. pipiens* son dos de las especies mejor adaptadas a los ambientes urbanos, puesto que sus mayores abundancias se han obtenido en este tipo de hábitats, a pesar de haber sido capturadas en los tres tipos

de ambientes. Algo similar ocurre con *Cx. theileri*, especie con mayor tolerancia y mejor adaptada a los ambientes alterados por el hombre, ya que únicamente ha sido capturada en ambientes urbanos y rurales, con abundancias similares en ambos casos.



5.3 Análisis de las variables ambientales y físico-químicas

El amplio rango de valores obtenidos para las distintas variables estudiadas denota un muestreo de ambientes muy diversos, que además podemos calificar como exhaustivo, tal y como refleja la curva de acumulación de especies a nivel global (**gráfica 62**). El análisis de estas variables nos ha permitido conocer que los principales parámetros que determinan la distribución de las distintas especies de mosquitos son la altitud, seguido de la temperatura y la conductividad eléctrica del cuerpo de agua en el que se encuentran las larvas.

El análisis de los óptimos y tolerancias evidencia la preferencia de las especies frente a estos tres parámetros. Así, en cuanto a la altitud, *Ae. vexans* se describe como una especie orofílica, presentando su altura óptima en los 1005,6 m, con rangos de tolerancia inferiores a 30 m, datos que quedan confirmados por trabajos anteriores realizados tanto en este territorio, como en otras áreas de la Península Ibérica (Bueno Marí *et al.*, 2009; Bernués Bañeres, 2013). Esta misma situación se presenta con *Cx. hortensis hortensis*, cuya altura óptima se sitúa en los 969,35 m, con rangos de tolerancia de 170 m. Las capturas de *Cx. martinii* nos permiten describir esta especie como orofílica, con un óptimo altitudinal situado en los 1000 m, y rangos de tolerancia inferiores a 150 m. *An. marteri* y *An. petragrani* son las dos especies de anofelinos con los óptimos altitudinales más elevados, lo que confirma los datos expuestos por anteriores autores sobre ambas especies (Bueno Marí, 2010; Bernués Bañeres, 2013).

En el extremo opuesto se encuentra *Ae. caspius*, especie descrita como típica de marjalería, cuyo óptimo altitudinal se encuentra en torno al metro de altura por encima del nivel del mar, con unos rangos de tolerancia muy acotados. Datos que contrastan con los expuestos por Bueno Marí (2010), que sitúa el óptimo

de esta especie por encima de los 50 m, con un rango altitudinal que supera los 800 m, lo que ayuda a entender su presencia en localidades como Madrid o Zamora (Gil Collado, 1930; Melero Alcívar, 2004).

Cabe mencionar la especie *Ae. albopictus* por estar en pleno proceso de expansión, situando en este estudio su óptimo altitudinal en los 113,83 m, con unos rangos de tolerancia que permiten localizarlo desde zonas a nivel del mar y hasta los 212 m de altitud.

Con respecto a la temperatura del agua, se distinguen claramente tres grupos que clasificamos en: especies de aguas frías (por debajo de 20°C), predominado por el género *Anopheles* y la especie *Cx. martinii*; especies de aguas templadas (entre 20 y 25°C), predominado por los géneros *Culex* y *Culiseta*; y especies de aguas cálidas (por encima de 25°C), predominado por el género *Aedes*. Pese a que estudios previos en la región sobre la temperatura del agua en la que se desarrollan las larvas de estos insectos no diferencian estos grupos térmicos, sí que confirman la existencia de rangos más o menos amplios de tolerancia, coincidiendo los casos extremos con las formas hibernantes en el caso de las aguas frías o muy frías (Bernués Bañeres, 2013), como es el caso de *An. claviger* (8,1°C) o *An. petraghani* (6,5°C). En el extremo opuesto, pueden observarse especies con una amplia tolerancia a temperaturas elevadas, como es el caso de *Cx. laticinctus* (38,7°C), *Ae. caspius* (32,0°C), *Cx. territans* (31,4°C) y *Ae. albopictus* (32,3°C).

En lo referente a la conductividad eléctrica, todas las especies capturadas presentan valores bajos y rangos de tolerancia comprendidos entre 2 y 3,5 mS/cm. Cabe destacar tres especies: *Ae. vexans*, por presentar los rangos de valores más bajos para este parámetro ($1,69 \pm 0,54$ mS/cm); *Ae. caspius*, especie típica de aguas salobres, que presenta un alto valor frente a la conductividad eléctrica (5,23



mS/cm), con un rango de tolerancia muy acotado ($\pm 0,06$ mS/cm); y *Cs. subochrea*, en cuya única captura se obtuvo un valor de 5,24 mS/cm para este parámetro. Estos datos arrojan resultados similares a los de estudios anteriores (Bernués Bañeres, 2013). Cabe destacar que dichos estudios presentan datos de conductividad eléctrica para *Ae. caspius* superiores a los expuestos en este estudio, lo que puede deberse a las escasas capturas obtenidas de la especie.

Dado que se trata de las primeras citas de las especies *Cx. deserticola* y *Cx. martinii* en el territorio, especies de las que se tiene escaso conocimiento, y que *Ae. albopictus* se encuentra en pleno proceso de expansión, es necesario continuar con el estudio de estas especies de culícidos con el fin de aumentar nuestro conocimiento acerca de sus características ambientales y físico-químicas, lo que a su vez nos permitirá realizar programas de control eficientes sobre ellas en caso de ser necesario.

5.4 Discusión de la diversidad de mosquitos

El notable número de especies de mosquitos obtenidos en los términos municipales estudiados, evidencia a la provincia de Castellón como un interesante ecosistema desde el punto de vista de la diversidad de mosquitos. Pese a asumir que la recolección de imagos por trampeo requiere un menor esfuerzo muestral y conlleva una mayor velocidad de acumulación de especies, nuestros datos reflejan una riqueza de 18 especies, obtenidas, exclusivamente, a partir de poblaciones larvianas, confirmando una alta eficiencia muestral, como así muestra la curva de acumulación de especies a nivel global realizada (**gráfica 62**).

5.4.1 Discusión de la diversidad a nivel antrópico

Atendiendo a los resultados obtenidos mediante el índice de Shannon-Wiener, en relación con la diversidad particular de las categorías antrópicas, se observa que los ambientes rurales acumulan la mayor diversidad en territorio castellanense. Este hecho probablemente se deba a las características de este tipo de ambientes, similares a los salvajes, pero con pequeñas alteraciones producidas por el ser humano que facilitan la aparición de lugares que permiten la acumulación de agua. Por tanto, la heterogeneidad del paisaje y la diversidad de biotopos larvianos presentes, facilitan la colonización de éstos, e incrementan la probabilidad de presencia de hospedadores adecuados sobre los que alimentarse.

Siguiendo esta argumentación, los ambientes salvajes registran un menor nivel de diversidad alfa. En este caso, es conveniente considerar las bajas tasas de recambio de las aguas muestreadas, así como su escasa permanencia, debido a la acusada sequía sufrida durante el periodo del estudio, lo que favorece un filtro



ecológico hacia especies menos sensibles y mejor adaptadas a fuertes cambios del entorno (Rivas Martínez, 2004; Bernués Bañeres, 2013).

Por último, los ambientes urbanos son los que presentan una menor diversidad alfa. Aspectos como la homogeneidad de los biotopos larvarios, la contaminación de las aguas que éstos acumulan y la influencia antrópica están relacionados con la disminución de la diversidad en este tipo de ambientes (Bueno Marí *et al.*, 2010a).

5.4.2 Discusión de la diversidad a nivel de biotopo

En relación con la diversidad particular de cada biotopo, se puede observar que bañeras, bidones, colectores y pozas pluviales concentran las mayores diversidades observadas. A pesar de tratarse de biotopos de origen antrópico, todos ellos se encuentran en medios rurales o salvajes, apoyando así las observaciones de los apartados anteriores.

No obstante, las mayores riquezas de especies se presentan en charcas, charcos, ríos y porqueras, biotopos también pertenecientes a ambientes rurales y salvajes. Estos niveles de riqueza están apoyados por los valores de la diversidad beta, que nos indica que cada una de estas categorías de biotopo es muy diferente entre sí, lo que permite una elevada diversidad gamma.

En cuanto a los biotopos típicamente urbanos (imbornales, lavaderos y macetas), se observa una baja riqueza de especies, apoyada por una baja diversidad beta, que indica una gran similitud entre los biotopos de cada una de las categorías. Además, imbornales y macetas presentan bajos niveles de diversidad alfa.

5.4.3 Discusión de la diversidad a nivel de municipio

En relación a la diversidad de cada uno de los municipios, cabe destacar dos de ellos. Por un lado, Castell de Cabres, que presenta los mayores valores de diversidad, tanto alfa, como beta y gamma, lo que indica una alta riqueza de cada una de las muestras obtenidas, siendo cada una de ellas muy diferentes entre sí, y siendo el término municipal que presenta la mayor riqueza absoluta. En el lado opuesto se encuentra Torreblanca, que presenta los menores valores para cada una de las diversidades, lo que indica una baja riqueza tanto a nivel de muestra, como a nivel de municipio.



5.5 Posibilidad de emergencia/reemergencia de enfermedades

5.5.1 Malaria o paludismo

En cuando a la posibilidad de emergencia y/o reemergencia de la malaria, han sido dos las especies potencialmente vectoras de esta parasitosis las evidenciadas en nuestro estudio: *An. claviger* y *An. maculipennis s.s.* Ambas especies fueron capturadas en dos de los diez municipios estudiados, Castell de Cabres y Les Coves de Vinromà, lo que señala a estos términos como importantes puntos para la vigilancia epidemiológica frente a posibles brotes maláricos.

Las bajas abundancias relativas de estas especies en cada uno de los municipios (3,23% en Castell de Cabres y 0,51% en Les Coves de Vinromà en el caso de *An. claviger*; 2,74% en Castell de Cabres y 13,78% en Les Coves de Vinromà en el caso de *An. maculipennis s.s.*), así como sus bajas abundancias relativas globales (0,48% en el caso de *An. claviger* y 1,31% en el caso de *An. maculipennis s.s.*) y las bajas densidades de población (0,71 hab/km² en Castell de Cabres y 13,18 hab/km² en Les Coves de Vinromà) no hacen pensar en una inmediata posibilidad de brotes epidémicos de esta enfermedad. Se impone así la ya mencionada situación de “anofelismo sin malaria”, término muy utilizado por los paludólogos españoles del siglo pasado y por investigadores recientes para definir el estado epidemiológico actual desde el punto de vista de la transmisión (Bueno Marí & Jiménez Peydró, 2010c). Sin embargo, es necesaria una continua vigilancia epidemiológica como consecuencia de la actual situación de globalización, que hace posible la llegada tanto de personas procedentes de zonas endémicas como de potenciales vectores palúdicos, lo que puede llegar a desencadenar un brote malárico si no se mantiene esa vigilancia constante y no se toman las medidas oportunas.

5.5.2 Arbovirosis

5.5.2.1 Virus del Oeste del Nilo

Dado que las aves son los hospedadores principales de esta arbovirosis, los humedales de la Comunidad Valenciana quedan señalados como los principales ambientes para su mantenimiento enzoótico, debido a la importante presencia de aves acuáticas y migratorias en los mismos.

Señalada la especie *Cx. pipiens* como el principal vector de este virus y dada su práctica omnipresencia en todo el territorio, así como su elevada capacidad de vuelo, podemos afirmar que toda la población valenciana se encuentra expuesta a las picaduras de este insecto y, por tanto, es susceptible de contraer dicha enfermedad. Además, la presencia de *Ae. caspius*, especie típica de marjal en la Comunidad Valenciana, y señalada en este estudio como colaboradora en la transmisión de esta enfermedad, refuerza el papel de los humedales como importantes puntos de posibles brotes epidemiológicos.

Determinamos así que son las zonas húmedas del litoral valenciano donde se debe centrar la mayor atención frente a una posible emergencia o reemergencia del virus del Oeste del Nilo, siendo en estas donde se deben llevar a cabo todas las medidas preventivas y acciones cautelares necesarias, puesto que se evitarán tanto los posibles brotes epidemiológicos, como su fácil y rápida expansión por todo el territorio.



5.5.2.2 Chikungunya, dengue y zika

Identificado *Ae. albopictus* como el principal vector de estas arbovirosis, y conociendo su presencia en la mayor parte de los municipios de la Comunidad Valenciana, con una distribución preferentemente urbana, podemos señalar esta autonomía como una de las zonas con un mayor riesgo de emergencia de estas enfermedades. La introducción de individuos portadores de alguno de estos virus y la llegada de turistas infectados procedentes de zonas endémicas pueden ser los detonantes que conlleven la aparición de brotes autóctonos.

La gran agresividad que presenta sobre el ser humano esta especie a la hora de alimentarse, puede producir una rápida expansión de la enfermedad a nivel intramunicipal. Sin embargo, la baja capacidad de dispersión del mosquito tigre nos hace pensar en una lenta transmisión intermunicipal de estas enfermedades. No obstante, hay que tener en cuenta que la gran conexión entre núcleos urbanos próximos que permiten el avance del insecto, y el gran nivel de desplazamientos realizados por el ser humano, puede llegar a suponer grandes dificultades para la contención de estas enfermedades. Es por ello que consideramos como indispensables severas acciones de vigilancia, prevención y control en las zonas urbanas de la Comunidad Valenciana, especialmente en los municipios que presenten una mayor densidad de población, así como mayores tasas de turismo (véase como claro ejemplo el municipio de Peñíscola, explicado anteriormente).

Capítulo 6: CONCLUSIONES

1. Se ha caracterizado la riqueza faunística de los culícidos presentes en 10 términos municipales de Castellón: Torreblanca, Peñíscola, Santa Magdalena de Pulpis, Les Coves de Vinromà, Espadilla, Sueras, Jérica, Bejís, La Pobla de Benifassà y Castell de Cabres; recolectando un total de 240 muestras e identificando 2893 ejemplares, lo que ha evidenciado una riqueza total de 18 especies distribuidas en 4 géneros distintos.
2. Se ha actualizado el listado de especies de dípteros culícidos presentes en la provincia de Castellón. Se cita por primera vez en España a la especie *Cx. martinii*, capturada en el Parque Natural de La Tinença de Benifassà, en los términos municipales de El Toro, Vallibona y Morella. Se revela la tercera cita para Europa, y la segunda para España, de la especie *Cx. deserticola*, identificada en el término municipal de Espadilla. Además, se amplía distribución para las especies *An. claviger* (primera cita para Les Coves de Vinromà), *An. marteri* (primera cita para El Toro), *An. petragnani* (primera cita para Morella), *Ae. albopictus* (primera cita para Santa Magdalena de Pulpis, Espadilla y Sueras), *Cx. hortensis hortensis* (primera cita para Jérica), *Cx. impudicus* (primera cita para Les Coves de Vinromà y La Pobla de Benifassà), *Cx. laticinctus* (primera cita para Espadilla) y *Cx. theileri* (primera cita para Castell de Cabres).
3. Se califica a las especies *An. marteri*, *Ae. vexans*, *Cx. deserticola* y *Cx. martinii* como estrictamente salvajes, intolerantes a las alteraciones producidas por el ser humano; y a la especie *Cs. subochrea* como estricta de hábitats rurales. *An. claviger*, *An. petragnani*, *An. maculipennis s.s.*, *Ae. caspius*, *Cx. mimeticus*, *Cx. impudicus* y *Cx. territans* se consideran como especies de hábitats salvajes y rurales y, salvo las dos primeras, con aparente



preferencia por aquellos levemente alterados por el ser humano. Las especies *Ae. albopictus*, *Cx. pipiens*, *Cx. laticinctus*, *Cx. hortensis hortensis* y *Cs. longiareolata* se clasifican como las más generalistas, encontrándose en los tres tipos de hábitats, y mostrando preferencia por los rurales, salvo las dos primeras especies, que se han conceptualizado como preferentemente urbanas. Por último, la especie *Cx. theileri* únicamente se ha evidenciado en hábitats urbanos.

4. Se ha puesto de manifiesto la existencia de nuevas cohabitaciones entre especies. De esta forma, debido a la escasa información de las especies hasta el momento, se describe por primera vez la cohabitación de *Cx. martinii* con las especies *An. claviger*, *An. marteri*, *An. petragrani* y *Cx. territans*; y la de *Cx. deserticola* con *Cs. longiareolata* (sólo descrita con anterioridad en cohabitación con *Cx. hortensis* en Irán). Asimismo, se ha confirmado la cohabitación de *Ae. albopictus* con *Cx. laticinctus* (anteriormente sólo descrita en Jordania), y con *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata* (descritas anteriormente en otras zonas de Europa). Se describe por primera vez para la Comunidad Valenciana la cohabitación entre las especies *Cx. hortensis hortensis* y *Cx. theileri*.

5. Las especies más ubicuistas son *Cx. pipiens* y *Cs. longiareolata*, presentes en 8 de los 10 términos municipales estudiados, así como en los tres tipos de ambientes diferenciados (urbano, rural y salvaje). Además, son las especies presentes en un mayor número de biotopos (38 en el caso de *Cx. pipiens* y 30 en el caso de *Cs. longiareolata*). Todo ello pone de manifiesto la gran plasticidad ecológica de ambas especies.

-
6. La especie más abundante es *Cx. laticinctus*, presente en 5 de los 10 municipios estudiados, destacando en Peñíscola por presentar sus máximas abundancias, y siendo la especie dominante en los ambientes rurales y salvajes. Le sigue *Cs. longiareolata*, convirtiéndose en la segunda especie más dominante en los tres tipos de ambientes antrópicos. *Cx. pipiens* es la tercera especie más abundante, y la dominante en ambientes urbanos.
7. Las especies menos abundantes en el presente estudio, y que por tanto constituyen la rareza específica, han sido (en orden decreciente): *Ae. albopictus*, *An. petragrani*, *Cx. hortensis hortensis*, *Cx. territans*, *An. maculipennis s.s.*, *Cx. martinii*, *Ae. caspius*, *Ae. vexans*, *Cx. mimeticus*, *Cx. impudicus*, *Cs. subochrea*, *An. claviger*, *An. marteri*, *Cx. theileri* y *Cx. deserticola*.
8. Se ha constatado que la mayor riqueza de especies se encuentra en los ambientes salvajes, mientras que son los ambientes rurales los que presentan mayores abundancias. Las grandes alteraciones de los ecosistemas producidas por el ser humano tienen un efecto negativo en la distribución y abundancia de los culícidos, mostrando los ambientes urbanos los menores datos de riqueza y abundancia.
9. Los análisis estadísticos han permitido diferenciar 4 grandes tipos de biotopos en función de las especies que albergan: aguas corrientes, asociadas a los géneros *Anopheles* y *Culex*; contenedores de origen antrópico, asociados a distintas especies de culicinos; pequeños volúmenes, asociados con la especie *Ae. albopictus*; y un cuarto grupo muy dispar



formado por marjales e imbornales, con *Cx. pipiens* como especie común.

10

10. Las características ambientales y físico-químicas en las que se encuentran las distintas especies de culícidos determinan diferencias significativas en la composición de sus comunidades. Las variables de mayor relevancia son la altitud, la temperatura y la conductividad eléctrica.

11

11. Las especies que presentan mayores rangos de tolerancia frente a la altitud son *Cx. impudicus*, *Cx. territans*, *An. claviger* y *An. maculipennis s.s.* Por su parte, las especies que presentan rangos de tolerancia más acotados son *Ae. caspius*, *Ae. vexans* y *An. marteri*. Asimismo, *Cx. theileri*, *Ae. vexans*, *Cx. martinii* y *Cx. hortensis hortensis* muestran asociación por valores elevados de altitud (especies orofílicas), mientras que *Ae. caspius*, *Ae. albopictus* y *Cx. mimeticus* se muestran asociadas a bajos niveles de altitud.

12

12. La mayoría de las especies muestran amplios rangos de tolerancia frente a la temperatura. No obstante, se diferencian tres grupos de especies atendiendo a sus valores óptimos: “*especies de aguas frías*”, por debajo de los 20°C, constituido principalmente por especies del género *Anopheles*; “*especies de aguas templadas*”, entre 20°C y 25°C, formado por especies del género *Culex* y por *Cs. longiareolata*; y “*especies de aguas cálidas*”, superiores a 25°C, engloba el género *Aedes* y la especie *Cx. laticinctus*.

-
13. Todas las especies capturadas presentan valores óptimos bajos frente a la conductividad eléctrica. Caben destacar las especies *Ae. vexans*, por presentar los valores más bajos, y *Ae. caspius* y *Cs. subochrea*, por presentar los valores más elevados. Asimismo, no se presentan amplios rangos de tolerancia frente a esta variable, y es *Cx. pipiens* la que tolera los rangos más amplios.
14. El análisis de la diversidad alfa indica que las comunidades de los ambientes rurales son las más diversas, seguidas de las salvajes y las urbanas. Del mismo modo, las bañeras, bidones, colectores y pozas pluviales son los biotopos con las comunidades más diversas.
15. El análisis de la diversidad beta indica que los ambientes salvajes presentan el mayor índice de intercambio de especies frente a los demás tipos de ambientes antrópicos, ocupando los urbanos la posición más baja. Asimismo, las charcas presentan el mayor índice de intercambio de especies frente a los demás biotopos.
16. Se han detectado un total de 7 especies de mosquitos con capacidad de actuar como potenciales vectores de enfermedades al ser humano. Cinco de ellas presentan especial importancia: *An. claviger* y *An. maculipennis* s.s., vectores de la malaria; *Ae. caspius* y *Cx. pipiens*, vectores del West Nile Virus; y *Ae. albopictus*, vector de diversas arbovirosis como chikungunya, dengue y zika.



17. Los episodios de transmisión palúdicos son muy poco probables debido, principalmente, a las bajas abundancias de las especies vectoras y las bajas densidades de población humana en sus áreas de influencia. Atendiendo a las arbovirosis, la situación es muy diferente. La práctica omnipresencia de *Cx. pipiens*, principal especie vectora del West Nile Virus, reforzada con la presencia de *Ae. caspius* en las marjales litorales, señaladas como las zonas de mayor riesgo de brote epidemiológico, exponen a toda la población valenciana frente a esta enfermedad. La amplia presencia y distribución de *Ae. albopictus* en las zonas urbanas de la Comunidad Valenciana permiten señalar la autonomía como una de las zonas de mayor riesgo para la emergencia de arbovirosis como el chikungunya, el dengue o el zika.

17

Capítulo 7: GLOSARIO

El presente glosario se ha elaborado a expensas de los términos que han aparecido a lo largo de los capítulos que integran esta tesis doctoral, con el fin de hacer el texto comprensible tanto por un público experto como por un público general. Son, en su mayoría, términos técnicos que no se encuentran en los diccionarios o enciclopedias generales, constituyendo un argot científico de esta rama de la Zoología.

Tres han sido las principales obras consultadas de las que se han extraído las definiciones de los términos: "*Principios Integrales de Zoología*" (Hickman *et al.*, 2006), "*Bases para un Curso Práctico de Entomología*" (Barrientos, 1988) y "*Taxonomists' Glossary of Mosquito Anatomy*" (Harbach & Knight, 1980).



A

Abdomen: Tercer *tagma* del cuerpo de los insectos.

Abiótico/a: Caracterizado por la ausencia de vida.

Aerénquima: Tejido vegetal parenquimático con grandes espacios intercelulares llenos de aire, propio de plantas acuáticas sumergidas o palustres que se desarrollan en medios pobres en oxígeno.

Aeropnéustico/a: Organismo que vive bajo la superficie del agua y respira oxígeno atmosférico.

Áfago/a: Que no se alimenta.

Alóctono/a: No nativo o *autóctono* introducido en una región.

Anautogenia: Estrategia reproductiva de algunos dípteros que requiere la ingesta de un determinado alimento (generalmente sangre) como fuente proteica para la maduración de los huevos.

Antena: Estructura apendicular de función sensorial y posición preoral que se diferencia en los artrópodos dotados de *mandíbulas* (insectos, crustáceos y miriápodos)

Antropofilia: Preferencia por el ser humano sobre otros animales para llevar a cabo la acción *hematófaga*.

Apéndice: Expansión o saliente del cuerpo. Estructuras pares, formadas por elementos articulados que se insertan en las zonas ventropleurales, en los distintos metámeros que constituyen el cuerpo de un artrópodo.

Apical: Perteneciente al extremo superior o *ápice*.

Ápice: Extremo distal de una estructura alargada.

Ápodo/a: Carente de patas.

Arbovirosis: Enfermedad que requiere, necesariamente, la acción *hematófaga* de un artrópodo para su transmisión entre *hospedadores* vertebrados.

Arbovirus: Agente causante de *arbovirosis*.

Autóctono/a: Originario del mismo lugar en el que ejerce su actividad biológica.

Autogenia: Estrategia reproductiva que no requiere la ingesta de sangre como fuente exógena de proteínas para la maduración de los huevos.

B

Biomasa: Masa total de organismos vivientes o de una población específica por unidad de área.

Biotipo: Población formada por individuos incapaces de producir más de una clase de *gametos*; equivalente natural a una cepa o raza pura de laboratorio.

Biotopo: Espacio geográfico con condiciones ambientales adecuadas que permite el desarrollo y dispersión de una o más poblaciones, de una o varias *especies*.

Bivoltismo: Aparición de dos generaciones a lo largo del año.

Brocha precral: En culicinos, conjunto de *sedas* dispuestas en forma de penacho situadas ventralmente en el último segmento del *abdomen* de las *larvas*, involucradas en la función natatoria.

Brote: *Epidemia* explosiva de reducidas dimensiones en una comunidad determinada durante un periodo de tiempo establecido.

C

Cabeza: *Tagma* anterior en el cuerpo de un miriápodo o un insecto.

Cápsula cefálica: Parte tegumentaria cuticular, rígida y continua, que protege el *tagma* cefálico. Suele mostrarse abierta por su cara *ventral* para dar alojamiento al orificio bucal y los *apéndices* que lo rodean, y por la cara posterior

para comunicarse con el resto del cuerpo.

Cefalotórax: Parte anterior del cuerpo en la que la *cabeza* se encuentra fusionada con todos o algunos de los segmentos torácicos.

Ciclo gonotrófico: Periodo de tiempo comprendido entre la ingesta de sangre y la oviposición.

Clado: Grupo o *taxón* formado por una sola *especie* y todos sus descendientes, formando una rama definida en el árbol filogenético.

Cladograma: Diagrama ramificado mostrando el modelo de división de caracteres derivados evolutivamente entre *especies* o *taxones*.

Clípeo: En insectos, esclerito de la *cápsula cefálica* situado entre la frente y el *labro*.

Cliserie: Representación gráfica de la distribución escalonada de los tipos de vegetación en zonas montañosas, ocasionada por el aumento de altitud, con el consiguiente efecto sobre el clima.

Cópula: Unión sexual para facilitar la recepción del esperma por la hembra.

Cornete: Órgano respiratorio de las *pupas* de los culicinos, situado anterolateralmente en el *cefalotórax*.



Cosmopolita: Término que se emplea para describir *especies* o *taxones* de mayor rango que tienen una distribución geográfica muy grande.

Cutícula: Cubierta protectora orgánica, no celular, producida por el epitelio externo (hipodermis) de muchos invertebrados.

Cuticular: Perteneciente o relativo a la *cutícula*.

D

Dendrófila: Especie cuyo desarrollo tiene lugar en plantas.

Dendrotelma: Oquedad en el tronco de diversas *especies* arbóreas que permiten la acumulación del agua de lluvia.

Diapausa: Periodo de desarrollo interrumpido en el ciclo vital de los insectos y algunos otros animales, determinado genéticamente, en el cual el nivel de actividad fisiológica es muy bajo, pudiendo resistir condiciones externas fuertemente desfavorables.

Diversidad: Parámetro que define la estructura de una comunidad, entendiéndose en ello no sólo el número de *especies*, sino también la distribución del número total de individuos entre las diferentes especies.

Dominancia: Importancia de cada *especie* como componente fundamental de la *diversidad*.

Dorsal: Hacia la espalda, o superficie superior, de un animal.

E

Ecdisis: Muda de la capa cuticular externa.

Efecto sinérgico: Efecto ambiental que se produce cuando la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Embriogénesis: Complejo proceso generativo que conduce a la formación de un organismo pluricelular, un embrión, a partir de un cigoto.

Emergencia: En insectos, fenómeno por el que el *imago* sale de la *pupa*.

Endemia: Proceso patológico que se mantiene de forma estacionaria en una población o espacio determinado durante periodos prolongados.

Endémico/a: Característico de cierta región o país; nativo de un área restringida; no introducido.

Endofagia: Preferencia de algunos hematófagos por alimentarse en

- ambientes cerrados, en el interior de las viviendas.
- Endofilia:** Comportamiento de reposo en espacios cerrados, el interior de las viviendas.
- Enzootia:** Presencia constante, o *prevalencia* usual, de una enfermedad o agente infeccioso en poblaciones animales en un área geográfica determinada.
- Epidemia:** Enfermedad que se propaga durante un tiempo limitado en un área determinada, acometiendo simultáneamente a gran número de individuos.
- Epizootia:** Aumento notable de la mortalidad y morbilidad de una enfermedad en un tiempo y espacio determinados.
- Equidad:** Parámetro que relaciona la *riqueza* y la abundancia de una comunidad. Es tanto mayor cuanto más parecidos son ambos valores.
- Esclerotización:** Proceso de endurecimiento de la *cutícula* de los artrópodos.
- Especie:** Categoría taxonómica principal que permite agrupar, mediante una diagnosis, un conjunto de formas de entidad biológica independiente.
- Espermateca:** Bolsa donde se almacena el esperma del macho, diferenciada, bien en los conductos genitales femeninos, bien de un modo independiente.
- Espina:** Proceso puntiagudo del *tegumento*, rígido, pero con cierta movilidad en su base.
- Espiráculo:** Abertura externa del sistema traqueal.
- Esporogonia:** Reproducción sexual de los protozoarios.
- Estenogamia:** Categoría en la que el acoplamiento o *cópula* se realiza en espacios reducidos.
- Estenohalino/a:** Capaz de tolerar rangos de concentración salina muy estrechos del agua.
- Estiaje:** Nivel más bajo o caudal mínimo de un río u otra corriente durante una época determinada del año.
- Eurigamia:** Categoría en la que el acoplamiento o *cópula* se realiza en espacios abiertos.
- Eurihalino/a:** Capaz de tolerar amplias variaciones de la concentración de sal en el agua.
- Eutropización:** Aporte en exceso de nutrientes inorgánicos, principalmente nitrógeno y fósforo, en un ecosistema acuático, produciendo una proliferación descontrolada de algas fitoplanctónicas y provocando efectos adversos en las masas de agua afectadas.



Exofagia: Comportamiento de alimentación en exteriores o espacios abiertos.

Exofilia: Comportamiento de reposo en exteriores o espacios abiertos.

Exuvia: Cubierta o vaina cuticular que abandona el insecto tras la muda.

F

Fibroblasto: Célula del tejido conectivo que sintetiza fibras y mantiene la matriz extracelular del tejido de muchos animales.

Filamento: Formación alargada y estrecha.

Filogenia: Origen y diversificación de un *taxón*, o la historia evolutiva de su origen y diversificación.

Fitófago/a: Organismo que se alimenta de vegetales.

Flood-water mosquitoes: “*Mosquitos de aguas de inundación*”, culícidos cuyas *larvas* habitan en zonas de inundación temporal, ríos o lagos que sufren variaciones en su caudal.

G

Gameto: Célula sexual haploide y madura; generalmente se pueden distinguir los gametos masculinos

de los femeninos. Óvulo o espermatozoide.

Gametocito: Célula madre de un gameto, es decir, gameto inmaduro. Véase *gameto*.

Género: Categoría taxonómica principal que integra un grupo de *especies* de grandes afinidades o un parentesco evidente.

Genotipo: Constitución genética, expresada y latente, de un organismo; conjunto total de los genes presentes en las células de un organismo.

H

Hábitat: Lugar donde normalmente vive un organismo o los individuos de una población.

Halófilo/a: Se dice de la *especie* cuyo desarrollo tiene lugar en aguas saladas o *salobres*.

Hematofagia: Estrategia alimentaria a base de sangre.

Hemolinfa: Líquido del celoma o hemocele de algunos invertebrados que representa la sangre y la linfa de los vertebrados.

Hemolinfático: Perteneciente o relativo a la *hemolinfa*.

Hibernación: Estado fisiológico, especialmente de los mamíferos,

que consiste en pasar los inviernos en un estado letárgico en el que la temperatura corporal desciende casi hasta el punto de congelación y el metabolismo baja hasta niveles cercanos a cero.

Hipopigio: Placa esternal que protege ventralmente el orificio del ano. En algunos grupos de insectos, noveno segmento abdominal del macho, con sus *apéndices* especializados.

Holometábolo: Se dice del insecto que sufre una etapa de transformación intensa (*pupa*) entre el estado de *larva* y el de *imago*. La *larva* es muy diferente del adulto y se dice, por tanto, que hay una metamorfosis completa.

Hospedador: Organismo que proporciona condiciones de subsistencia a otro individuo.

Hospedador accidental: Hospedador que no se halla involucrado en el ciclo natural de una parasitosis.

Hospedador definitivo: Hospedador en el que tiene lugar la reproducción sexual de un simbiote; si éste no presenta reproducción sexual, el hospedador en el que el simbiote madura y se reproduce; comparar con *hospedador intermediario*.

Hospedador intermediario: Hospedador en el que se desarrolla el simbiote, pero sin que éste madure ni se reproduzca

sexualmente; comparar con *hospedador definitivo*.

I

Imago: Insecto adulto y sexualmente maduro.

Imbornal: Abertura practicada en la calzada para conducir el agua de lluvia o de riego al alcantarillado.

Importado/a: En epidemiología, enfermedad o patología desarrollada en un área geográfica sobre individuos infectados fuera de la misma.

Incubación extrínseca: Periodo de tiempo que transcurre entre la invasión de un *vector* por un agente infeccioso y el momento en el que el vector se hace contagioso, permitiendo la transmisión del agente a un nuevo *hospedador*.

Incubación intrínseca: Periodo de tiempo que transcurre entre la invasión por un agente infeccioso y la aparición de los primeros signos o síntomas de la enfermedad.

Infección: Invasión de un *hospedador* por parte de un organismo *patógeno*.

Infectante: **1.** Estado de un *hospedador* durante el que es capaz de producir *infección* de un potencial *vector*. **2.** Estado de un vector



durante el que es capaz de diseminar y transmitir de forma efectiva un *patógeno* concreto.

Infectividad: Posibilidad de que se produzca la *esporogonia* de un plasmodio en el interior de un *hospedador*.

Intersticial: Situado en los intersticios o espacios entre estructuras, como células, órganos o granos de arena.

J

Jerarquía: Estructura que se establece en orden a un criterio de subordinación. Define el modo de formación entre los diversos rangos atribuibles a un determinado sistema en el que cada elemento esté supeditado gradualmente al elemento inmediatamente previo.

K

Kairomonas: Sustancias químicas emitidas por insectos depredadores que sirven de alerta a sus presas.

L

Labela: O labelo (labellum). Lóbulos o almohadillas presentes en el

extremo distal de la probóscide de los dípteros.

Labio: Estructura anatómica formada por la fusión en la línea media de los dos *apéndices* bucales que corresponden al tercer metámero postoral (tras las *mandíbulas* y las *maxilas*). El conjunto se aplanan formando una estructura de tipo laminar que cierra por detrás el complejo bucal. Típico de insectos y algunos miriápodos.

Labro: Esclerito antero-ventral del complejo bucal, en insectos, que recubre por delante a las *mandíbulas*. Está claramente individualizado y separado del *clípeo* por un surco clípeo-labral que le permite cierta movilidad. Sinónimo de *labio* superior.

Larva: Forma juvenil de un insecto *holometábolo*.

Latencia: Periodo de desarrollo interrumpido en el ciclo vital de los insectos, desencadenado por factores externos.

Léntico/a: Relativo a aguas quietas, remansadas, como pantanos, charcos o lagos.

Linaje: Secuencia de *especies* que están vinculadas de manera directa a través de la evolución.

Línea ecdisial: Línea por donde se debilita y rasga la *cutícula* durante la *ecdisis* o muda.

Lótico/a: Relativo o perteneciente a aguas corrientes, en movimiento, como arroyos o ríos.

M

Matronae: Sustancia secretada por las glándulas accesorias de los machos de los culicinos que, tras la *cópula*, hace que la hembra deje de estar receptiva para el resto de su vida.

Marjal: Zona llana y húmeda próxima al mar, de terreno bajo y pantanoso, cuyo agua puede tener origen diverso: aporte fluvial, subterráneo, marea, filtración, etc.

Mandíbulas: Primer par de *apéndices* bucales, situados morfológicamente inmediatamente después de la boca en insectos, miriápodos y crustáceos.

Maxilas: *Apéndices* bucales situados inmediatamente detrás de las *mandíbulas*.

Maxilar: Perteneciente o relativo a la *maxila*.

Mentón: Esclerito diferenciado en el postlabio, de forma variable, que se articula con el prementón.

Mesotórax: Segundo segmento del *tórax*, en insectos.

Metabólico/a: Perteneciente o relativo al *metabolismo*.

Metabolismo: Grupo de procesos que incluye la digestión, la producción de energía (respiración) y la síntesis de moléculas o estructuras de un organismo; el conjunto de los procesos de síntesis (anabólicos) y catálisis (catabólicos).

Metamorfosis: Serie de transformaciones que experimenta un individuo durante el desarrollo postembrionario.

Metamorfosis completa: Tipo de metamorfosis en la que el individuo pasa por una etapa de inactividad y cese de alimentación, sufriendo una reorganización morfológica y fisiológica que culmina con la formación del individuo adulto.

Metapnéustico/a: En insectos, aquel cuya respiración tiene lugar a través de un único par de *espiráculos* posteriores o anales.

Metatórax: Tercer segmento torácico, en insectos.

Monofilético/a: Perteneciente o relativo a la monofilia.

Monofilia: Condición de un *taxón* u otro grupo de organismos que contiene al antecesor común más reciente del grupo y a todos sus descendientes.



Morfología: Ciencia de la estructura. Incluye la citología, estudio de la estructura celular, la histología, estudio de la estructura tisular, y la anatomía, estudio de la estructura macroscópica.

Morfológico/a: Perteneciente o relativo a la *morfología*.

Muda: Cambio periódico de *tegumento*, típico de artrópodos. Sinónimo de *ecdisis*.

Multivoltismo: Aparición de varias generaciones a lo largo del año; comparar con *univoltismo*.

N

Navícula: Puesta de huevos agrupados en forma de paquete que flota sobre la superficie del agua.

Necrófago/a: Organismo que vive y se alimenta de cadáveres.

O

Ooquiste: Quiste formado alrededor del cigoto de los organismos productores de la malaria y otros afines.

Orden: Categoría taxonómica principal que integra un conjunto de familias, de grandes afinidades o un parentesco evidente.

Órgano: Unidad básica de conjunción anatómico-funcional.

Ornitofilia: Preferencia por las aves sobre otros animales para llevar a cabo la acción *hematofágica*.

Orofilia: Preferencia por territorios elevados, como montañas y cordilleras.

Osmolaridad: Concentración osmótica; concentración de partículas disueltas en un líquido.

Osmorregulación: Mantenimiento de las concentraciones propias de agua y sales en una célula o en un organismo; regulación activa de la presión osmótica interna.

Oviposición: Proceso de puesta de huevos por parte de la hembra.

Ovogénesis: Formación de *gametos* femeninos u ovocitos en los ovarios o gónadas femeninas.

P

Palpo maxilar: Porción apendicular telopoidal de funciones sensoriales presente en las *maxilas*.

Parasitemia: Presencia de parásitos en sangre.

Patógeno/a: Que produce o es capaz de producir enfermedad.

Pecten: Estructura con forma de peine consistente en una fila de *espinas* robustas o “dientes” esclerotizados, localizados en cada una de las caras ventrolaterales en la parte basal del *sifón* de las *larvas* de los culicinos.

Perifiton: Materia orgánica adherida a superficies sumergidas. Sinónimo de biofilm.

Periodo de incubación: Etapa de la *infección* comprendida entre la exposición al *patógeno* y la aparición de la sintomatología.

Poiquiloterma: Relativo a animales cuya temperatura corporal es variable y depende de la del ambiente; de sangre fría.

Polimorfismo: Presencia de más de un tipo estructural de individuos dentro de una *especie*.

Portador: Organismo sin signos ni síntomas de enfermedad, colonizado por microorganismos *patógenos* que puede transmitir a *hospedadores* susceptibles, que sí desarrollan enfermedad.

Potencial malarológico: Capacidad de emergencia o reemergencia del paludismo en una zona determinada en base a criterios epidemiológicos de *infectividad*, *receptividad* y *vulnerabilidad*.

Prevalencia: Proporción de individuos infectados que existen en una

población en un momento determinado.

Protórax: Primer segmento del *tórax*, en insectos.

Pupa: Estado quiescente inactivo de los insectos *holometábolos*. Sigue al estado larvario y precede al estado adulto.

Q

Quetotaxia: Disposición del conjunto de quetas, presentes en un *apéndice* o una parte del cuerpo.

Quiescencia: Detención del desarrollo o de la actividad vital debido a condiciones ambientales desfavorables.

R

Receptividad: Factores (presencia, abundancia y biología) que regulan la actividad de los *vectores* en una zona geográfica determinada.

Reservorio: *Hospedador* de agentes *patógenos* frente a los que presenta poca sensibilidad, cursando las infecciones de forma asintomática, lo que les permite actuar como hospedadores durante prolongados periodos de tiempo y como fuente de futuros procesos infectivos.



Riqueza: Cuantificación del número de *especies* que integran una comunidad.

S

Salobre: Agua con una salinidad intermedia entre la del agua dulce y la del mar.

Seda, seta: Estructura quitinosa acicular del *tegumento* de los anélidos, artrópodos y otros animales.

Serotipo: Subpoblación de un microorganismo infeccioso que se diferencia de otras subpoblaciones de la misma *especie* por los antígenos presentes en su pared celular.

Sifón: Estructura respiratoria de algunos culicinos, situado en la parte *dorsal* del octavo segmento abdominal, alargado y de morfología cilíndrica o tubular, en cuyo extremo distal se encuentran los *espiráculos*.

Silla: En culicinos, estructura esclerotizada en forma de placa curva localizada dorsalmente en el décimo segmento abdominal de las *larvas*.

Sinantrópico/a: Se dice de la *especie* que habita en ecosistemas urbanos o antropizados.

Sinonimia: Situación nomenclatorial en la que dos o más nombres

designan un mismo *taxón*. Todos ellos son nombres sinónimos y tan sólo uno será el nombre válido, pasando los demás a ser sinonimia de él.

Sistemática: Parte de la Biología que pretende plasmar en una clasificación taxonómica el proceso de diversificación de los seres vivos.

Snow-melt mosquitos: “*Mosquitos de nieve derretida*”, culicidos cuyas *larvas* habitan en acúmulos de agua generados por el deshielo, las precipitaciones y la elevada humedad.

T

Tagma: Parte compleja del cuerpo de un artrópodo que resulta de la fusión embrionaria de dos o más segmentos.

Taxón: Cada una de las unidades de agrupamiento que forma la *taxonomía*, basadas en afinidad o parentesco, como consecuencia del análisis taxonómico.

Taxonomía: Estudio de los principios de la clasificación científica; ordenación y denominación sistemática de los organismos.

Tegumento: Envuelta o cubierta externa.

Termófilo/a: Se dice del organismo vivo capaz de soportar condiciones extremas de altas temperaturas.

Tórax: Segundo *tagma* corporal en insectos, esencialmente locomotor y típicamente constituido por tres metámeros.

Transmisión transovárica: Transferencia hereditaria o congénita de agentes infecciosos a las generaciones filiales. También llamada *transmisión vertical*.

Transmisión vertical: Véase *transmisión transovárica*.

U

Univoltismo: Aparición de una única generación a lo largo de un año; comparar con *multivoltismo*.

V

Vector: Cualquier agente que transporta y transmite microorganismos *patógenos* de un *hospedador* a otro.

Ventral: Situado en la superficie inferior o abdominal.

Viremia: Presencia de *virus* en sangre.

Virus: Partícula no celular, submicroscópica, formada por una nucleoproteína y una cubierta proteica.

Vuelo nupcial: Vuelo copulador en insectos, especialmente el de la reina con uno o más machos.

Vulnerabilidad: Cantidad de *gametocitos* circulantes a la espera de proseguir su ciclo biológico en su *hospedador* definitivo.

X

Xerófito/a: En botánica, adaptado para vivir en lugares o ambientes secos.

Z

Zona de influencia: Área utilizada por un organismo para el desarrollo de su actividad.

Zoofilia: Preferencia trófica dirigida hacia cualquier *hospedador* vertebrado, excepto el ser humano.

Zoonótico/a: Se dice de las enfermedades e infecciones que pueden transmitirse entre animales y seres humanos.

Capítulo 8: BIBLIOGRAFÍA

1. ABDI, H. & WILLIAMS, L.J., 2010. Principal component analysis. *Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics*, 2(4): 433-459.
2. AITKEN, T.G.H., 1954. The Culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). *Bulletin of Entomological Research*, 45: 437-494.
3. ALMENAR ASENSIO, R., BONO MARTÍNEZ, E. & GARCÍA GARCÍA, E., 2000. *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*. Ed. Universitat de València, 575 pp.
4. ALMIRÓN, W.R. & BREWER, M.E., 1996. Classification of immature stage habitats of Culicidae (Diptera) collected in Córdoba, Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 91: 1-9.
5. ALTEN, S.B. & SIMSEK, F.M., 1999. Studies on ecology of *Culex martinii* Medschid (Diptera: Culicidae) in Mugla, Ortaca-Sarigerme Region. *Turkish Journal of Zoology*, 23: 197-206.
6. ALY, C. & DADD, R.H., 1989. Drinking rate regulation in some fresh-water mosquito larvae. *Physiological Entomology*, 14: 241-256.
7. ANDERSON, M.J., 2005. *PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance*. Department of Statistics, University of Auckland, New Zeland. 24 pp.
8. ANDREADIS, T.G., 1990. Observations on installment egg hatching in the brown saltmarsh mosquito, *Aedes cantator*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 6: 727-729.
9. APEMSA, 2007. *Normas técnicas para proyectos y obras de abastecimiento y saneamiento en El Puerto de Santa María*. Aguas de El Puerto, Empresa Municipal, S.A. Excmo. Ayuntamiento de El Puerto de Santa María. 176 pp.
10. ARANDA, C., PANYELLA, O., ERITJA, E. & CASTELLÀ, J., 1998. Canine filariasis. Importance and transmission in the Baix Llobregat area, Barcelona (Spain). *Veterinary Parasitology*, 77: 267-275.



11. ARANDA, C., ERITJA, R. & ROIZ, D., 2006. First record and establishment of the mosquito *Aedes albopictus* in Spain. *Medical and Veterinary Entomology*, 20: 150-152.
12. ARIAS ENCOBET, J., 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.
13. ARREDONDO-GARCÍA, J.L., MÉNDEZ-HERRERA, A. & MEDINA-CORTINA, H., 2016. Arbovirus en Latinoamérica. *Acta Pediátrica de Mexico*, 37(2): 111-131.
14. ASAKURA, M., 1982. A possible role of the gastric caecum in osmoregulation on the seawater mosquito larva, *Aedes togoi* Theobald. *Annotationes Zoologicae Japonenses*, 55: 1-8.
15. ASGARIAN, T.S., MOOSA-KAZEMI, S.H., SEDAGHAT, M.M., DEGHANI, R. & YAGHOUBI-ERSHADI, M.R., 2021. Fauna and larval habitat characteristics of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Kashan County, Central Iran, 2019. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 15(1): 69-81.
16. ASOCIACIÓN VALENCIANA DE METEOROLOGÍA (AVAMET), 2020. *Datos históricos de temperatura y precipitación*. Disponible en: <http://avamet.org/mx-meteoxarxa.php>
17. BACH, C. & COMPTE, A., 1997. La Entomología moderna en España. Su desarrollo: de los orígenes a 1960. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20: 367-392.
18. BAEV, P.V. & PENEV, L.D., 1995. *BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap and cluster analysis*. Version 5.1. Pensoft, Sofia, Moscow. 57 pp.
19. BÁEZ, M. & FERNÁNDEZ, J.M., 1980. Notes on the Mosquito Fauna of Canary Islands. (Diptera: Culicidae). *Vieraea*, 17: 193-202.

-
20. BAR-ZEEV, M., 1958. The effect of temperature on the growth rate and survival of the immature stages of *Aedes aegypti*. *Bulletin of Entomological Research*, 49: 157-163.
 21. BARBER, M.A. & RICE, J.B., 1935. Malaria studies in Greece: the malaria infection rate in nature and in the laboratory of certain species of *Anopheles* of east Macedonia. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 29: 329-348.
 22. BARR, A.R. & AZAWI, A., 1958. Notes on the oviposition and the hatching of eggs of *Aedes* and *Psorophora* mosquitoes (Diptera, Culicidae). *University of Kansas Science Bulletin*, 39: 263-273.
 23. BARRIENTOS, J.A., 1988. *Bases para un Curso Práctico de Entomología*. Asociación Española de Entomología, Salamanca. 754 pp.
 24. BAYOH, M.N. & LINDSAY, S.W., 2003. Effect of temperature on the development of the aquatic stages of *Anopheles gambiae sensu stricto* (Diptera: Culicidae). *Bulletin of Entomological Research*, 93: 375-381.
 25. BEACH, R., 1978. The required day number and timely induction of diapause in geographic strains of the mosquito *Aedes atropalpus*. *Journal of Insect Physiology*, 24: 448-455.
 26. BEATY, B.J. & MACQUARDT, W.C., 1996. *The Biology of Disease Vectors*. University Press, Colorado. 632 pp.
 27. BECKER, N. & LUDWIG, H.W., 1981. Untersuchungen zur Faunistik und Ökologie der Stechmücken (Culicinae) und ihrer Pathogene im Oberrheingebiet. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 2: 186-194.
 28. BECKER, N., 1989. Life strategies of mosquitoes as an adaptation to their habitats. *Bulletin of Society for Vector Ecology*, 14(1): 6-25.



29. BECKER, N., PETRIC, D., ZGOMBA, M., BOASE, C., MADON, M., DAHL, C. & KAISER, A., 2010. *Mosquitoes and their control*. Second Edition, Springer. 577 pp.
30. BELKIN, J.N., 1962. *The Mosquitoes of the South Pacific (Diptera, Culicidae) [sic]*. Vols. I, II. University of California Press, Berkeley & Los Angeles. 1962 pp.
31. BELKIN, J.N., HEINEMANN, S.J. AND PAGE, W.A., 1970. The Culicidae of Jamaica (Mosquito Studies. XXI). *Contributions of the American Entomological Institute (Ann Arbor)*, 6(1): 1-458.
32. BELMONTE, V., 2012. *Alternativas para el Análisis de Datos Composicionales con estructura de tratamiento. Una aplicación en el estudio del efecto de temperaturas de quema sobre las propiedades físicas de suelos en la región semiárida pampeana central*. [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional de Córdoba. 102 pp.
33. BERNUÉS BAÑERES, A., 2013. *Mosquitos (Diptera: Culicidae) de los Parques Naturales de la Comunidad Valenciana*. [Tesis Doctoral]. Universitat de València. 396 pp.
34. BESANSKY, N.J. & FAHEY, G.T., 1997. Utility of the *white* gene in estimating phylogenetic relationships among mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Molecular Biology and Evolution*, 14: 442-454.
35. BIRCH, L.C., DOWNES, J.A., HORSFALL, W.R., KÜHLHORN, F., MACDONALD, W.W., PETRISCEVA, P.A., RIOUX, J.A. & SOUTHWOOD, T.R.E., 1967. *Ecología de los mosquitos*. Informe de la OMS. Organización Mundial de la Salud, Servicio de Información Técnica. 368 pp.
36. BLACKLOCK, B. & CARTER, H.F., 1920. The Experimental Infection in England of *Anopheles plumbeus*, Stephens, and *Anopheles bifurcates*, L., with *Plasmodium vivax*. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 13(4): 413-420.

-
37. BLÁZQUEZ, J. & ZULUETA, J., 1980. The disappearance of *Anopheles labranchiae* from Spain. *Parassitologia*, 22: 161-163.
 38. BOYD, M.F., 1949. *Malariology*. WB Saunders, Philadelphia. 1644 pp.
 39. BOYDAK, M. & DOGRU, M., 1997. The exchange of experience and state of the art in sustainable forest management by ecoregion: Mediterranean forests. In: Boydak Dog, M., Dogru, M. (Eds.), *Proceedings of the XI World Forestry Congress*, Vol. 6. Antalya, Turkey, 13-22 October 1997, 179-199 pp.
 40. BOZICIC-LOTHROP, B., 1988. Comparative ecology of *Aedes dorsalis* complex in the Holarctic. *Proceedings of the Californian Mosquito Control Association*, 56: 139-145.
 41. BOZKOV, D., 1966. Krovososushiye komary (Diptera: Culicidae) Bolgarii. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 3: 570-574.
 42. BOZKOV, D., HRISTOVA, T. & CANEV, I., 1969. Stechmücken an der bulgarischen Schwarzmeerküste. *Bulletin of the Institute of Zoology*, 29: 151-166.
 43. BRADLEY, T.J. & PHILLIPS, J.E., 1977. The effect of external salinity on drinking rate and rectal secretion in the larvae of saline-water mosquito, *Aedes taeniorhynchus*. *Journal of Experimental Biology*, 66: 97-110.
 44. BRAY, J.R. & CURTIS, J.T., 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
 45. BRIEGEL, H. & KAISER, C., 1973. Life-span of mosquitoes (Culicidae, Diptera) under laboratory conditions. *Gerontologia*, 19: 240-249.
 46. BUENO MARÍ, R., RUEDA SEVILLA, J., BERNUÉS BAÑERES, A., LACOMBA ANDUEZA, I. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2008. Contribución al conocimiento de las poblaciones de culícidos (Diptera, Culicidae) presentes en el "Marjal dels Moros" (Valencia). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 32(3-4): 351-365.



47. BUENO MARÍ, R. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2009a. La creciente amenaza de las invasiones biológicas de mosquitos sobre la salud pública española. *Enfermedades emergentes*, 11(1): 30-35.
48. BUENO MARÍ, R. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2009b. Artrópodos con interés vectorial en la Salud Pública en España. *Revista Española de Salud Pública*, 83: 201-214.
49. BUENO MARÍ, R., CHORDÁ OLMOS, F.A, BERNUÉS BAÑERES, A. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2009. Aportaciones al conocimiento de los mosquitos (Diptera: Culicidae) de alta montaña presentes en la Península Ibérica. *Pirineos*, 164: 49-68.
50. BUENO MARÍ, R., 2010. *Bioecología, diversidad e interés epidemiológico de los culícidos mediterráneos (Diptera: Culicidae)*. [Tesis Doctoral]. Servei de Publicacions de la Universitat de València. 423 pp.
51. BUENO MARÍ, R. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2010a. New anopheline records from the Valencian Autonomous Region of Eastern Spain (Diptera: Culicidae: Anophelinae). *European Mosquito Bulletin*, 28: 148-156.
52. BUENO MARÍ, R. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2010b. *Aedes albopictus* (Skuse, 1894): current status and records of an important invasive mosquito species in Spain. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 50(1): 139-143.
53. BUENO MARÍ, R. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2010c. ¿Pueden la malaria y el dengue reaparecer en España? *Gaceta Sanitaria*, 24(4): 347-353.
54. BUENO MARÍ, R., CHORDÁ OLMOS, F.A., BERNUÉS BAÑERES, A. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2010. Detección de *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) en Torrevieja (Alicante, España). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 33(3-4): 529-532.
55. BUENO MARÍ, R. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2011a. First confirmed record of *Ochlerotatus mariaae* (Sergent & Sergent, 1903) in the Balearic Island (Spain) and its significance in local mosquito control programmes. *European Mosquito Bulletin*, 29: 82-87.

-
56. BUENO MARÍ, R. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2011b. Establecimiento de elementos predictivos acerca de la ocurrencia de mosquitos culícidos (Diptera: Culicidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1): 84-90.
 57. BUENO MARÍ, R., BERNUÉS BAÑERES, A. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R., 2012. Updated checklist and distribution maps of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Spain. *European Mosquito Bulletin*, 30: 91-126.
 58. BUSQUETS, N., ALBA, A., ALLEPUZ, A., ARANDA, C. & NÚÑEZ, J.I., 2008. Usutu Virus sequences in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae), Spain. *Emerging Infectious Diseases*, 14(5): 861-862.
 59. BUTTIGIEG, P.L. & RAMETTE, A., 2014. A guide to statistical analysis in microbial ecology: a community-focused, living review of multivariate data analyses. *FEMS Microbiology Ecology*, 90: 543-550.
 60. CARPENTER, S.J. & LACASSE, W.J., 1955. *Mosquitoes of North America (North of Mexico)*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 360 pp.
 61. CARRASCAL, L.M. & PALOMINO, D., 2006. Rareza, estatus de conservación y sus determinantes ecológicos. Revisión de su aplicación a escala regional. *Graellsia*, 62: 523-538.
 62. CARRIERI, M., BACCHI, M., BELLINI, M. & MAINI, S., 2003. On the Competition Occurring Between *Aedes albopictus* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in Italy. *Environmental Entomology*, 32(6): 1313-1321.
 63. CENTRO NACIONAL DE MICROBIOLOGÍA (CNM), 2019. *Protocolo de vigilancia de la enfermedad por virus zika*. Instituto Carlos III. Madrid, España. 14 pp.
 64. CHORDÁ OLMOS, F.A., 2014. *Biología de mosquitos (Diptera: Culicidae) en enclaves representativos de la Comunidad Valenciana*. [Tesis Doctoral]. Universitat de València.
 65. CHRISTOPHERS, S.R., 1960. *Aedes aegypti* (L.) *the Yellow Fever Mosquito: its life history, bionomics and structure*. Cambridge University Press, Cambridge, 738 pp.



66. CLAVERO, G., 1946. Aedinos de España. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 20: 1205-1232.
67. CLAVERO, G. & ROMEO VIAMONTE, J.M., 1946. Hallazgo de *Anopheles (Myzomyia) multicolor* Cambouliou en España. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 20(2): 1001-1011.
68. CLAVERO, G. & ROMEO VIAMONTE, J.M., 1948. El paludismo en las huertas de Murcia y Orihuela. Ensayos de aplicación de los insecticidas modernos, D.D.T. y 666, en la lucha antipalúdica. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 22: 199-228.
69. CLEMENTS, A.N., 1963. *The physiology of mosquitoes*. Macmillan Company. New York, 393 pp.
70. CLEMENTS, A.N., 1992. *The Biology of Mosquitoes: Development, Nutrition and Reproduction* (Vol. 1). Chapman & Hall, London, 509 pp.
71. COLLANTES, F., DELACOUR, S., ALARCÓN-ELBAL, P.M., RUIZ-ARRONDO, I., DELGADO, J.A., TORRELL-SORIO, A., BENGUA, M., ERITJA, R., MIRANDA, M.A., MOLINA, R. & LUCIENTES, J., 2015. Review of ten-years presence of *Aedes albopictus* in Spain 2004-2014: known distribution and public health concerns. *Parasites & Vectors*, 8: 655-666.
72. COLUZZI, M., 1961. Sulla presenza in Italia di *Aedes (F) equinus* e di *Aedes (Stegomyia) vittatus*. *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 91: 77-79.
73. COLUZZI, M., SACCÀ, G. & FELICIANGELI, D., 1964. Sulla identità delle popolazioni di *Anopheles claviger* nel Medio Oriente. *Rivista di Parassitologia*, 25(2): 123-128.
74. CONTRERAS POZA, L., 1971. Aportación al estudio de los artrópodos de interés sanitario. Los culícidos en Guipúzcoa. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 45: 887-900.

-
75. DADD, R.H., 1980. Essential fatty acids for the mosquito *Culex pipiens*. *Journal of Nutrition*, 110(6): 1152-1160.
76. DAHL, C., WIDAHL, L.E. & NILSSON, C., 1988. Functional analysis of the suspension feeding system in mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 81: 105-127.
77. DAHL, C., 2000. *Feeding in nematoceran larvae: ecology, behavior, mechanisms and principles*. Proceedings of the 13th European SOVE Meeting, Ankara (CAGLAR, S.S., ALTEN, B. & ÖZER, N., editors), Society of Vector Ecology, 21-27 pp.
78. DARSIE, R.F. & SAMINADOU VOYADJOGLOU, A., 1997. Keys for the identification of the mosquitoes of Greece. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 13(3): 247-254.
79. DAVID, S.T., MAK, S., MACDOUGALL, L. & FYFE, M., 2007. A bird's eye view: using geographic analysis to evaluate the representativeness of corvid indicators for West Nile virus surveillance. *International Journal of Health Geographics*, 6(3): 1-7.
80. DAVIS E.E. & SOKOLOVA, P.G., 1975. Temperature response of the antennal receptors in the mosquito *Aedes aegypti*. *Journal of Comparated Physiology*, 96: 223-236.
81. DE ASSO, I.J., 1784. *Introductio in Oryctographiam et Zoologiam Aragoniae*. Sommer, Amsterdam, 192 pp.
82. DELACOUR-ESTRELLA, S., BRAVO-MINGUET, D., ALARCÓN-ELBAL, P.M., BENGUA, M., CASANOVA, A., MELERO-ALCÍBAR, R., PINAL, R., RUIZ-ARRONDO, I., MOLINA, R. & LUCIENTES, J., 2010. Detección de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) en Benicàssim. Primera cita para la provincia de Castellón (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 47: 440.



83. DIÉGUEZ FERNÁNDEZ, L., GARCÍA GONZÁLEZ, G., HERRERA LORENZO, O., PONCE PELÁEZ, A. & GUERRERO, C., 2003. La difusión del virus de la fiebre del Nilo occidental: principales consideraciones para su prevención y control. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 7(4): 511-525.
84. DIPUTACIÓN DE CASTELLÓN (DIPCAS), 2022. Servicio Provincial de Plagas. Disponible en: <https://www.dipcass.es/es/servicioplagas.html>
85. EDWARDS, F.W., 1932. *Genera Insectorum. Diptera, Fam. Culicidae*. Fascicle 194. Desmet-Verteneuil, Brussels.
86. ENCINAS GRANDES, A., 1982. *Taxonomía y biología de los mosquitos del área salmantina (Diptera, Culicidae)*. [Tesis Doctoral]. CSIC. Centro de Edafología y Biología Aplicada. Ed. Universidad de Salamanca, 437 pp.
87. ERITJA, R., RUIZ-ARRONDO, I., DELACOUR-ESTRELLA, S., SCHAFFNER, F., ÁLVAREZ-CHACHERO, J., BENGEOA, M., PUIG, M.Á., MELERO-ALCÍBAR, R., OLTRA, A. & BARTUMEUS, F., 2019. First detection of *Aedes japonicus* in Spain: an unexpected finding triggered by citizen science. *Parasites & Vectors*, 12: 1-9.
88. FENG, L.C., 1938. A critical review of literature regarding the records of mosquitoes in China. *Peking Natural History Bulletin*, 12: 139-181.
89. FLACIO, E., ROSSI-PEDRUZZI, A. & BERNASCONI-CASATI, E., 2014. Culicidae fauna from Canton Ticino and report of three new species for Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 87: 163-182.
90. FORATTINI, O.P., 1996. *Culicidologia Medica: Principios gerais morfologia glossario taxonomico*. Vol. 1. Editora da Universidade de Sao Paulo-Edusp, 548 pp.
91. FORTUNA, C., REMOLI, M.E., SEVERINI, F., DILUCA, M., TOMA, L., FOIS, F., BUCCI, P., BOCCOLINI, D., ROMI, R. & CIUFOLINI, M.G., 2015. Evaluation of vector competence for West Nile virus in Italian *Stegomyia albopicta*

-
- (=*Aedes albopictus*) mosquitoes. *Medical and Veterinary Entomology*, 29: 430-433.
92. FRIZZI, G., RINALDI, A. & BIANCHI, U., 1975. Genetic studies on mechanisms influencing the susceptibility of Anopheline mosquitoes to plasmodial infection. *Mosquito News*, 35(4): 505-508.
93. GALANTE, E. & MARCOS GARCÍA, M.A., 2004. El Bosque Mediterráneo, Invertebrados. In: Canseco Editores S.L., Organismo Autónomo Parques Nacionales, editores. *La Red de Parques Nacionales de España*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid, España, pp. 272-283.
94. GARCÍA ORCOLLEN, J., 1970. Aspectos de la sanidad española en el año 1969. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 74: 3-5.
95. GARNHAM, P.C.C., 1988. Malaria parasites of man: life-cycles and morphology (excluding ultrastructure). En *Malaria: principles and practice of malariology. Volume 1*. Ed. Wernsdorfer, W.H. & McGregor, I., Edinburgh. 61-96.
96. GARRET, M. & BRADLEY, T.J., 1984. The pattern of osmotic regulation in larvae of the mosquito *Culiseta inornata*. *Journal of Experimental Biology*, 113: 133-141.
97. GENERALITAT VALENCIANA (GVA), 2002. Consellería de Medi Ambient. *Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana*. 15 pp.
98. GENERALITAT VALENCIANA (GVA), 2003. Conselleria de Territori i Habitatge. *Hàbitats prioritarios de la Comunidad Valenciana*. 222 pp.
99. GENERALITAT VALENCIANA (GVA), 2016. Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. *Plan de Acció de la Conselleria de Sanitat Universal y Salud Pública sobre Enfermedades Transmitidas por Vectores en la Comunidad Valenciana, con Especial Referencia al Mosquito Tigre y a la Enfermedad por Virus Zika*. 10 pp.



100. GENERALITAT VALENCIANA (GVA), 2021. Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. *Programa de Vectors de Rellevància en Salut Pública a la Comunitat Valenciana*. 21 pp.
101. GENERALITAT VALENCIANA (GVA), 2022a. Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. *Informes de coyuntura agraria y seguimiento de la sequía Comunitat Valenciana (2017-2022)*. Disponibles en: <https://agroambient.gva.es/es/informes-de-conjuntura-i-seguiment-de-la-sequera-anys-anteriors>
102. GENERALITAT VALENCIANA (GVA), 2022b. Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. *Memoria de Gestión (2015-2021)*. Disponibles en: <https://www.san.gva.es/ca/web/conselleria-sanitat-universal-i-salut-publica/portal-estadistic>
103. GENERALITAT VALENCIANA (GVA), 2022c. Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. *Listado de Municipios donde se ha detectado Mosquito Tigre*. Disponible en: https://www.san.gva.es/documents/151311/8799344/municipis_mosquit_o_tigre.pdf
104. GIGLIOLI, M.E.C., 1964. Tides, salinity and breeding of *Anopheles melas* (Theobald, 1903) during the dry season in the Gambia. *Rivista di Malariologia*, 43: 245-263.
105. GIL COLLADO, J., 1930. Datos actuales sobre la distribución geográfica de los culicidos españoles. *EoS*, 6: 329-347.
106. GIL COLLADO, J., 1937. Répartition Géographique des variétés d'*Anopheles maculipennis* en Espagne, avec des breves considérations sur leur biologie. *Diptera*, 9: 156-170.
107. GIL COLLADO, J., 1954. Orientaciones actuales sobre la sistemática del complejo *maculipennis* del género *Anopheles*. *Medicina Colonial*, 24: 219-230.

-
108. GIL COLLADO, J., 1959. El *Anopheles plumbeus* Staeg. y otros mosquitos arborícolas de Madrid. *Revista de Medicina Tropical*, 35: 516-520.
109. GILLET, J.D., 1955. The inherited basis of variation in the hatching-response of *Aedes* eggs. *Bulletin of Entomological Research*, 46(2): 255-265.
110. GILLET, J.D., 1983. Abdominal pulses in newly emerged mosquitoes *Aedes aegypti*. *Mosquito News*, 43: 359-361.
111. GLIGIC, A. & ADAMOVIC, Z.R., 1976. Isolation of Tahyna virus from *Aedes vexans* mosquitoes in Serbia. *Mikrobiologiya*, 13(2): 119-129.
112. GONZÁLEZ GOUVEIA, R., 2019. ¿Qué es R y RStudio?. Ciencia de datos. Disponible en: <https://gonzalezgouveia.com/que-es-r-y-rstudio/>
113. GRAMICCIA, G., 1954. *Anopheles claviger* in the Middle East. *Bulletin of the World Health Organization*, 11: 816-821.
114. GRASSI, G.B., 1901. *Die Malaria: Studien eines Zoologen*. VEB Gustav Fischer Verlag Jena, República Democrática Alemana. 153 pp.
115. GUBLER, D.J., 1998. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 11(3): 480-496.
116. GUBLER, D.J., 2001. Human Arboviruses Infections Worldwide. *Annals of the New York Academy of Science*, 951(1): 13-24
117. GUTSEVICH, A.V., MONCHANDSKII, A.S. & SHTAKEL'BERG, A.A., 1974. Fauna of the USSR. Diptera, Mosquitoes, Family Culicidae. *Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute (Leningrad). New Series*, 100(3): 1-408. Translated from Russian by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. (Original in Russian printed in 1971).
118. HACKETT, L.W. & MISSIROLI, A., 1935. The varieties of *Anopheles maculipennis* and their relation to the distribution of malaria in Europe. *Rivista di Malariologia*, 14(1): 45-109.



119. HARBACH, R.E. & KNIGHT, K.L., 1980. *Taxonomists' Glossary of Mosquito Anatomy*. Plexus Publishing, Inc. 415 pp.
120. HARBACH, R.E. & KNIGHT, K.L., 1981. Corrections and Additions to Taxonomists' Glossary of Mosquito Anatomy. *Mosquito Systematics*, 13(2): 201-217.
121. HARBACH, R.E., 1985. Pictorial key to the genera of mosquitoes, subgenera of *Culex* and the species of *Culex (Culex)* occurring in southwestern Asia and Egypt, with a note on the subgeneric placement of *Culex deserticola* (Diptera: Culicidae). *Mosquito Systematics*, 17(2): 83-107.
122. HARBACH, R.E., DAHL, C. & WHITE, G.B., 1985. *Culex (Culex) pipiens* Linnaeus (Diptera, Culicidae): concepts, type designations and description. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 87(1): 1-24.
123. HARBACH, R.E. & KITCHING, I.J., 1998. Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera). *Systematic Entomology*, 23: 327-370.
124. HARBACH, R.E., 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*, 1668: 591-638.
125. HARBACH, R.E., 2011. Classification within the cosmopolitan genus *Culex* (Diptera: Culicidae): The foundation for molecular systematics and phylogenetic research. *Acta Tropica*, 120:1-14.
126. HARBACH, R.E., 2013. Mosquito Taxonomy Inventory. Disponible en: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/> .
127. HAYES, R.O., HOLDEN, P. & MITCHELL, C.J., 1971. Effects on ultra-low volume applications of malathion in Hale County, Texas - IV. Arbovirus studies. *Journal of Medical Entomology*, 8(2): 183-188.
128. HICKMAN, C.P., ROBERTS, L.S., LARSON, A., I'ANSON, H. & EISENHOUR, D.J., 2006. *Principios Integrales de Zoología*. 13ª edición. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de España. Madrid. 1022 pp.

-
129. HOLICK, J., KYLE, A., FERRARO, W., DELANEY, R.R. & IWASECZKO, M., 2002. Discovery of *Aedes albopictus* infected with West Nile Virus in Southeastern Pennsylvania. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 18(2): 131.
130. HORSFALL, W.R., 1972. *Mosquitoes: Their bionomics and relation to disease*. Hafner Publishing Company, New York. 723 pp.
131. HORSFALL, W.R., FOWLER Jr., H.W., MORETTI, L.J. & LARSEN, J.R., 1973. *The bionomics and embryology of the inland floodwater mosquito, Aedes vexans*. University Press, Illinois. 212 pp.
132. HOTELLING, H., 1933. Analysis of a complex os statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24(6): 417-441.
133. HOWE, R.W., 1967. Temperature effects on embryonic development in insects. *Annual Review of Entomology*, 12: 15-42.
134. HUFFAKER, C.B., 1944. The temperature relations of the immature stages of the malarial mosquito, *Anopheles quadrimaculatus*, Say, with a comparison of the development power of constant and variable temperatures in insect metabolism. *Annals of the Entomological Society of America*, 37: 1-27.
135. IHAKA, R. & GENTLEMAN, R., 1996. R: A language for Data Analysis and Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5(3): 299-314.
136. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN), 2020. *España. Precipitación media anual. 1981-2010*. Centro de Descargas. Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (27/5/2022). Disponible en: http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/busquedaRedirigida.do?ruta=PUBLICACION_CNIG_DATOS_VARIOS/aneTematico/Espana_Precipitacion-media-anual_1981-2010_mapa_13480_spa.zip
137. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE), 2021. *Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del padrón municipal (16/02/21)*. Disponible en: <http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=517&capsel=522>



138. ISOE, J., 2000. *Comparative Analysis of the Vitellogenin genes of the Culicidae*. [Tesis Doctoral]. The University of Arizona. 203 pp.
139. JAMES, S.P., 1931. Some general results of a study of induced malaria in England. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 24(5): 477-525.
140. JIMÉNEZ-VALVERDE, A. & HORTAL, J., 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161.
141. JOLLIFFE, I.T., 2002. *Principal Component Analysis*. Springer Series in Statistics. Springer-Verlag, New York. 488 pp.
142. JUDSON, C.L., 1960. The physiology of hatching of aedine mosquito eggs: hatching stimulus. *Annals of the Entomological Society of America*, 53(5): 688-691.
143. KAIN, K.C., HARRINGTON, M.A., TENNYSON, S. & KEYSTONE, J.S., 1998. Imported Malaria: Prospective Analysis of Problems in Diagnosis and Management. *Clinical infectious Diseases*, 27: 142-149.
144. KANANI, K., AMR, Z., KATBEH-BADER, A. & ARBAJI, M., 2017. First Record of *Aedes albopictus* in Jordan. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 33(2): 134-135.
145. KARABATSOS, N., 1985. *International Catalogue of Arboviruses: Including certain other viruses of vertebrates*. 3rd edition. Ed. American Society of Tropical Medicine and Hygiene. San Antonio, Texas. 1147 pp.
146. KEMPTON, R.A., 1979. Structure of species abundance and measurement of diversity. *Biometrics*, 35: 307-322.
147. KESHISHIAN, M., 1938. *Anopheles sogdianus* sp. nov. A new species of the *Anopheles* mosquito *A. sogdianus* sp. nov. in Tadjikistan. *Med Parasitol Moscow*, 7: 888-896.

-
148. KETTLE, D.S., 1984. *Medical and Veterinary Entomology*. Croom Helm Ed. London. Sydney. 736 pp.
149. KNIGHT, K.L. & STONE, A., 1977. *A Catalog of the mosquitoes of the World (Diptera: Culicidae)*. Second edition. Thomas Say Foundation, Supplement 6. 661 pp.
150. KNOZ, J. & VANHARA, J., 1982. The action of water management regulations in the region of South Moravia on the populations of haematophagous arthropods in lowland forests. *Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis, Biologia*, 12(7): 321-334.
151. KOENRAADT, C.J.M. & TAKKEN, W., 2003. Cannibalism and predation among larvae of the *Anopheles gambiae* complex. *Medical and Veterinary Entomology*, 17(1): 61-66.
152. KREBS, C.J., 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publications. 654 pp.
153. KRUSKAL, J.B., 1964. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29(2): 115-129.
154. KUHLSCH, C., KAMPEN, H. & WALTHER, D., 2018. Rediscovery of *Culex (Neoculex) martinii* Medschid, 1930 (Diptera, Culicidae) in Germany. *Parasitology Research*, 117: 3351-3354.
155. LANDE, R., 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5-13.
156. LANG, C.A., 1963. The effect of temperature on the growth and chemical composition of the mosquito. *Journal of Insect Physiology*, 9: 279-286.
157. LATREILLE, P.A., 1810. *Considerations generates sur l'Ordre naturel des Animaux composant les Classes de Crustaces, des Arachnides et des Insects avec un tableau methodique de leurs genres disposés en familles*. Paris. 440 pp.



158. LEHANE, M.J., 1991. *Biology of blood-sucking insects*. Harper Collins Academic, London, UK, 288 pp.
159. LEPŠ, J. & ŠMILAUER, P., 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. Cambridge University Press. New York. 267 pp.
160. LEUNG, M.E. & ROMOSER, W.S., 1979. Functions of the respiratory trumpets and first abdominal spiracles in *Aedes triseriatus* (Say) pupae (Diptera, Culicidae). *Mosquito News*, 39: 483-489.
161. LEWANDOWSKI, Jr. H.B., HOOPER, G.R. & NEWSON H.D., 1980. Determination of some important natural potential vectors of dog heartworm in central Michigan. *Mosquito News*, 40: 73:79.
162. LINNEAUS, C., 1758. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum clases, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio Decima Reformata, Holmiae, Impensis Direct. 824 pp.
163. LLAVE CORREAS, C. & GONZÁLEZ MORA, D., 1996. Los mosquitos (Diptera: Culicidae) en las viviendas de Madrid. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)*, 92(1-4): 215-220.
164. LÓPEZ FERNÁNDEZ, M.L., PIÑAS, S. & LÓPEZ FERNÁNDEZ, M.S., 2008. Macrobioclimas, bioclimas y sus variantes bioclimáticas de la España Peninsular y Balear, y su cartografía. *Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 17: 229-236.
165. LÓPEZ SÁNCHEZ, S., 1989. *Control integral de mosquitos en Huelva*. Ed. Junta de Andalucía, Consejería de Salud y Servicios Sociales. 340 pp.
166. LÓPEZ-VÉLEZ, R. & MOLINA MORENO, M., 2005. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Revista Española de Salud Pública*, 79: 177-190.
167. LUNDSTRÖM, J.O., 1994. Vector competence of western European mosquitoes for arboviruses: A review of field and experimental studies. *Bulletin of the Society for Vector Ecology*, 19(1): 43-48.

-
168. MACDONALD, I., 1900. *Investigaciones modernas sobre el paludismo*. El Siglo Médico. 438 pp.
169. MACDONALD, G., 1957. *The Epidemiology and Control of Malaria*. Oxford University Press, London. 201 pp.
170. MAGURRAN, A.E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.
171. MARCHI, A. & MUNSTERMANN, L.E., 1987. The mosquitoes of Sardinia: species records 35 years after the malaria eradication campaign. *Medical and Veterinary Entomology*, 1: 89-96.
172. MARGALEF, R., 1974. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona. 951 pp.
173. MARSHALL, J.F. 1966. *The British Mosquitoes*. Johnson Reprint Corporation. 341 pp.
174. MARTINI, E., 1929-1931. *Culicidae*. In: LINDER, E., Die fliegen der Palaearktischen Region, 3: 1-114 (1929); 145-320 (1930); 321-398 (1931).
175. MATTINGLY, P.F., ROZABOOM, L.E., KNIGHT, K.L., LAVEN, H., DRUMMOND, F.H., CHRISTOPHERS, S.R. & SHUTE, P.G., 1951. The *Culex pipiens* Complex. *Transactions of the Entomological Society of London*, 102: 331-382.
176. MATTINGLY, P.F., 1969. *The Biology of Mosquito-borne Disease*. George Allen & Unwin Ltd, London. 184 pp.
177. MATTINGLY, P.F., 1971. Contributions to the mosquito fauna of Southeast Asia – XXI. Illustrated keys to the genera of mosquitoes (Diptera, Culicidae). *Contributions of the American Entomological Institute (Ann Arbor)*, 7(4), 1-84.
178. MATTINGLY, P.F., 1981. Medical entomology studies – XIV. The subgenera *Rachionotomyia*, *Tricholeptomyia* and *Tripteroides* (Mabinii Group) of genus *Tripteroides* in the Oriental Region (Diptera: Culicidae). *Contributions of the American Entomological Institute (Ann Arbor)*, 17(5): 1-147.



179. McINTOSH, B.M., 1975. *Mosquitoes as vectors of viruses in Southern Africa*. Entomology Memoir, Department of Agricultural Technical Services, Republic of South Africa. 19 pp.
180. McLINTOCK, J., BURTON, A.N., McKIEL, J.A., HALL, R.R. & REMPEL, G.J., 1970. Known mosquito hosts of western equine virus in Saskatchewan. *Journal of Medical Entomology*, 7(4): 446-454.
181. MELERO ALCÍBAR, R., 2004. *Biología y Fenología de los Culicinae (Diptera: Culicidae) de la Comunidad de Madrid*. [Tesis Doctoral]. Ed. Universidad Complutense de Madrid. 219 pp.
182. MELLANBY, K., 1958. The alarm reaction of mosquito larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1: 153-160.
183. MERRITT, R.W., DADD, R.H. & WALKER, E.D., 1992. Feeding behavior, natural food, and nutritional relationships of larval mosquitoes. *Annual Review of Entomology*, 37: 349-374.
184. MILLER, B.R., CRABTREE, M.B. & SAVAGE, H.M., 1997. Phylogenetic relationships of the Culicomorpha inferred from 18S and 5.8S ribosomal DNA sequences (Diptera: Nematocera). *Insect Molecular Biology*, 6: 105-114.
185. MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN & INSTITUTO DE SALUD CARLOS III (MCI & ISCIII), 2020. *Enfermedades de Declaración Obligatoria. Casos y tasas de incidencia anuales por Comunidades Autónomas*. Actualizado a 07/02/2020. Disponible en: <https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Paginas/Informes.-Casos-y-tasas-por-CCAA.aspx>
186. MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN & INSTITUTO DE SALUD CARLOS III (MCI & ISCIII), 2022. *Informes Anuales de la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE)*. Actualizado a 30/03/2022. Disponibles en: <https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Paginas/Informes-anuales-RENAVE.aspx>

-
187. MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (MSC), 2007. *Estudio de Inmigración y Salud Pública: Enfermedades Infecciosas Importadas*. Secretaría Técnica General. Centro de Publicaciones. Madrid. 144 pp.
188. MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (MSC), 2008. *Enfermedades infecciosas importadas por viajeros internacionales a los trópicos*. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Madrid. 264 pp.
189. MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD (MSSSI), 2017. *Brotos de chikungunya en Francia e Italia: Evaluación Rápida del Riesgo para España*. Evaluación rápida de riesgo. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias, Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación. 12 pp.
190. MINISTERIO DE SANIDAD (MS), 2020. *Meningoencefalitis por virus del Nilo occidental en España*. Evaluación rápida de riesgo. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias, Dirección General de Salud Pública. 10 pp.
191. MINISTERIO DE SANIDAD (MS), 2021. *Meningoencefalitis por virus del Nilo occidental en España*. Evaluación rápida de riesgo. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias, Dirección General de Salud Pública. 11 pp.
192. MITCHELL, C.J., 1995. Geographic spread of *Aedes albopictus* and potential for involvement in arbovirus cycles in the Mediterranean basin. *Journal of Vector Ecology*, 20: 44-58.
193. MITCHELL, A., SPERLING, F.A.H. & HICKEY, D.A., 2002. Higher-level phylogeny of mosquitoes (Diptera: Culicidae): mtDNA data support a derived placement for *Toxorhynchites*. *Insect Systematics and Evolution*, 33: 163-174.
194. MOHRIG, W., 1969. Die culiciden Deutschlands. *Parasitologie Schriftenreihe*, 18: 260 pp.



195. MORENO, C., 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales % Tesis de la SEA. Ed. CYTED, ORCYT-UNESCO & SEA. 86 pp.
196. MUJA-BAJRAKTARI, N., ZHUSHI-ETEMI, F., DIKOLLI-VELO, E., KADRIAJ, P. & GUNAY, F., 2019. The composition, diversity, and distribution of mosquito fauna (Diptera: Culicidae) in Kosovo. *Journal of Vector Ecology*, 44: 94-104.
197. MYERS, N., MITTERMELER, R.A., MITTERMELER, C.G., DA FONSECA, G.A. & KENT, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
198. NACHTIGALL, W., 1963. Zur Locomotionsmechanik schwimmender Dipterenlarven. II. Mitteilung: Schwimmen mit Ruderorganen: Culicinen und Corethrinen. *Zeitschifte fur Vergleichende Physiologie*, 46: 449-466.
199. NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A.S., 1984. *Landscape ecology, theory and application*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo. 356 pp.
200. NAYAR, J.K., 1966. A method of rearing salt-marsh mosquito larvae in a defined sterile medium. *Annals of the Entomological Society of America*, 59: 1283-1285.
201. NAYAR, J.K. & SAUERMAN, D.M., 1975. The effects of nutrition on survival and fecundity in Florida mosquitoes. Part 2: Utilization of a blood meal for survival. *Journal of Medical Entomology*, 12: 99-103.
202. NOCHT, B., OTTOLENGHI, D., PITTALUGA, G., RAYNAUD, L., ANIGSTEIN, L., BRUMPT, A.J.E., CIUGA, M., SFARCIC, A., SWELLENGREBEL, N.H., PANTALEONI, R.A. & PEENEN, P.F., 1925. *Rapport sur le voyage d'études de la Commission de Paludisme en Espagne: 13 août – 7 septembre, 1925*. Service des publications de la Société des Nations. 47 pp.
203. NOTT, J.C., 1848. The cause of yellow fever. *New Orleans Medical and Surgical Journal*, 4: 563-601.

-
204. OKSANEN, J., BLANCHET, F.G., KINDT, R. LEGENDRE, P., MINCHIN, P.R., O'HARA, R.B., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P., STEVENS, M.H. & WAGNER, H., 2017. *R package: Vegan Community Ecology Package*. (Version 2.4-3.).
205. OLALLA PERALTA, P.S., VÁZQUEZ TORRES, M.C., LATORRES FANDÓS, E., MAIRAL CLAVER, P., CORTINA SOLANO, P., PUY AZÓN, A., ADIEGO SANCHO, B., LEITMEYER, K., LUCIENTES CURDI, J. & SIERRA MOROS, M.J., 2010. First autochthonous malaria case due to *Plasmodium vivax* since eradication, Spain, October 2010. *Eurosurveillance*, 15(41): 2-4.
206. O'MALLEY, C.M., 1990. *Aedes vexans* (Meigen): An old foe. *Proceedings of the New Jersey Mosquito Control Association*, 77: 90-95.
207. PARKER, K.R. & MANT, M.J., 1979. Effects of tsetse salivary gland homogenate on coagulation and fibrinolysis. *Thrombosis and Haemostasis*, 42: 723-751.
208. PARKES, A.S., 1960. *Marshall's Physiology of Reproduction*. Vol. II, Longmans, Green and Co., London, New York, Toronto.
209. PATES, H.V., TAKKEN, W., CURTIS, C.F., HUISMAN, P.W., AKINPELU, O. & GILL, G.S., 2001. Unexpected anthropophagic behaviour in *Anopheles quadriannulatus*. *Medical and Veterinary Entomology*, 15: 293-298.
210. PEET, R.K., 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
211. PEMOLA DEVI, N. & JAUHARI, R.H., 2007. Mosquito species associated within some western Himalayas phytogeographic zones in the Garhwal region of India. *Journal of Insect Science*, 7(32): 1-10.
212. PETRIC, D., 1989. *Seasonal and daily mosquito (Diptera: Culicidae) activity in Vojvodina*. [Tesis Doctoral]. University of Novi Sad Faculty of Agriculture. Novi Sad, Yugoslavia. 134 pp.
213. PIRES, C.A., RIBEIRO, H., CAPELA, R.A. & RAMOS, H.C., 1982. Research on the mosquitoes of Portugal (Diptera: Culicidae). VI-The mosquitoes of Alentejo. *Anais do Instituto de Higiene e Medicina Tropical*, 8: 79-102.



214. PITTALUGA, G., 1905. Estudios acerca de los dípteros y de los parásitos que transmiten al hombre y a los animales domésticos. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales*, 3: 402-504.
215. PITTALUGA, G., HUERTAS BARRERO, F., MENDOZA, A., MARTÍNEZ VARGAS, A., VARELA, E., PIJOÁN B., TORRUELLA, J., PRESTA, A. & PROUBASTA, F., 1911. *Investigaciones y estudios sobre el paludismo en España (1901-1903)*. Tipografía La Académica, Madrid. 260 pp.
216. POLANCO MARTÍNEZ, J.M., 2016. El papel del análisis por componentes principales en la evaluación de redes de control de la calidad del aire. *Comunicaciones en Estadística*, 9 (2): 271-294.
217. POMBI, M., COSTANTINI, C. & DELLA TORRE, A., 2003. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Rome: experimental study of relevant control strategy parameters. *Parassitologia*, 45(2): 97-102.
218. POSTIGLIONE, M. TABANLI, B. & RAMSDALE, C.D., 1973. The *Anopheles* of Turkey. *Rivista di Parassitologia*, 34: 127-159.
219. PUCAT, A.M., 1965. The functional morphology of the mouth parts of some mosquito larvae. *Quaestiones Entomologicae*, 1: 41-86.
220. QUALLS, W.A. & MULLEN, G.R., 2006. Larval survey of tire-breeding mosquitoes in Alabama. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22(4): 601-608.
221. RAMOS, J., 1934. Algunas consideraciones referentes a la marcha del paludismo en San Fulgencio (Alicante). *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 9: 3-43.
222. RAMOS, H.C., RIBEIRO, H., PIRES, C.A. & CAPELA, R.A., 1978. Research on the mosquitoes of Portugal (Diptera: Culicidae). II-The mosquitoes of Algarve. *Anais do Instituto de Higiene e Medicina Tropical*, 5: 237-256.

-
223. RAMOS, H.C., LUCIENTES, J., BLASCO-ZUMETA, J., OSACAR, J. & RIBEIRO, H., 1998. A new mosquito record for Spain (Diptera: Culicidae). Abstracts of the *Xlth European SOVE meeting, Acta Parasitologica Portuguesa*, 5:21.
224. RAMOS, H.C., LUCIENTES, J., BLASCO ZUMETA, J., OSÁCAR, J.J. & RIBEIRO, H., 2002. Some morphological characteristics of *Culex deserticola*, a recent addition to the Spanish fauna (Diptera: Culicidae). *European Mosquito Bulletin*, 12: 27:29.
225. REINERT, J.F., 1973. Contributions to the mosquito fauna of Southeast Asia - XVI. Genus *Aedes* Meigen, subgenus *Aedimorphus* Theobald in Southeast Asia. *Contributions of the American Entomological Institute*, 9(5): 1-218.
226. REINERT, J.F., 1999. Restoration of *Verrallina* to generic rank in tribe Aedini (Diptera: Culicidae) and descriptions of the genus and three included subgenera. *Contributions of the American Entomological Institute (Ann Arbor)*, 31(3): 1-83.
227. REINERT, J.F., 2000a. New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Aedini), elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generic rank, reclassification of the other subgenera, and notes on certain subgenera and species. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 16(3): 175-188.
228. REINERT, J.F., 2000b. Description of *Fredwardsius*, a new subgenus of *Aedes* (Diptera: Culicidae). *European Mosquito Bulletin*, 6: 1-7.
229. REINERT, J.F., HARBACH, R.E. & KITCHING, I.J., 2004. Phylogeny and classification of Aedini (Diptera: Culicidae) based on morphological characters of all life stages. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 142: 289-368.
230. REINERT, J.F., HARBACH, R.E. & KITCHING, I.J., 2006. Phylogeny and classification of *Finlaya* and allied taxa (Diptera: Culicidae: Aedini) based on morphological data from all life stages. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 148: 1-101.



231. REINERT, J.F., HARBACH, R.E. & KITCHING, I.J., 2008. Phylogeny and classification of *Ochlerotatus* and allied taxa (Diptera: Culicidae: Aedini) based on morphological data from all life stages. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 153: 29-114.
232. REINERT, J.F., HARBACH, R.E. & KITCHING, I.J., 2009. Phylogeny and classification of tribe Aedini (Diptera: Culicidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 157: 700-794.
233. REISEN, W.K., SIDDIQUI, T.F., ASLAMKHAN, M. & MALIK, G.M., 1981. Larval interspecific associations and physico-chemical relationships of the ground-water breeding mosquitoes of Lahore. *Pakistan Journal of Scientific Research*, 3: 1-23.
234. REY BENAYAS, J.M., SCHEINER, S.M., GARCÍA SÁNCHEZ-COLOMER, M. & LEVASSOR, C., 1999. Commonnes and Rarity: Theory and Application of a New Model to Mediterranean Montane Grasslands. *Conservation Ecology*, 3(1): 1-32.
235. RIBEIRO, H., RAMOS, H.C., CAPELA, R.A. & PIRES, C.A., 1977. Research on the mosquitoes of Portugal (Diptera: Culicidae). III Further five new mosquito records. *Garcia de Orta Serie de Zoologia*, 6: 51-60.
236. RIBEIRO, H., RAMOS, H.C. & PIRES, C.A., 1983. Contribuicao para o estudo das filariasas animais em Portugal. *Journal of Social Sciences and Medicine*, 147(2): 143-146.
237. RIBEIRO, H., RAMOS, H.C., PIRES, C.A. & CAPELA, R.A., 1987. Research on the mosquitoes of Portugal (Diptera: Culicidae) IX-A new anopheline record. *Garcia de Orta. Serie de Zoologia*, 12: 105-112.
238. RIBEIRO, H., RAMOS, H.C., PIRES, C.A. & CAPELA, R.A., 1988. An annotated checklist of the mosquitoes of continental Portugal (Diptera: Culicidae). *Actas III Congreso Ibérico de Entomología*, Granada. 233-253 pp.

-
239. RIBEIRO, H., RAMOS, H.C., PIRES, C.A. & CAPELA, R.A., 1989. Research on the mosquitoes of Portugal (Diptera: Culicidae) XI-The mosquitoes of the Beiras. *Garcia de Orta. Serie de Zoologia*, 16: 137-161.
240. RIBEIRO, H. & DA CUNHA RAMOS, H., 1999. Identification keys of the mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Continental Portugal, Açores and Madeira. *European Mosquito Bulletin*, 3: 1-9.
241. RICARTE, A.R., 2008. *Biodiversidad de sírfidos (Diptera: Syrphidae) y conservación de los hábitats en el Parque Nacional de Cabañeros, España*. [Tesis Doctoral]. Instituto Universitario de Investigación CIBIO, Universidad de Alicante. 244 pp.
242. RICHARDS, O.W. & DAVIES, R.G., 1983a. *Tratado de Entomología IMMS: Estructura, fisiología y desarrollo*. Vol.1, Ed. Omega, 415 pp.
243. RICHARDS, O.W. & DAVIES, R.G., 1983b. *Tratado de Entomología IMMS: Clasificación y biología*. Vol. 2, Ed. Omega, 998 pp.
244. RIOUX, J.A., 1958. *Les Culicidés du Midi Méditerranéen*. Encyclopedia of Entomology XXXV. Ed. Paul Lechevalier, Paris. 302 pp.
245. RIVAS MARTÍNEZ, S., 1983. Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa*, 5: 33-43.
246. RIVAS MARTÍNEZ, S., 2004. *Centro de Investigaciones Fitosociológicas*. Global Bioclimatics Org. Disponible en: <http://webs.ucm.es/info/cif/cif.htm>
247. ROBERTS, D.M., 2001. Egg hatching of mosquitoes *Aedes caspius* and *Aedes vittatus* stimulated by water vibrations. *Medical and Veterinary Entomology*, 15(2): 215-218.
248. ROBERTSON, B.K. & ALEXANDER, M., 1992. Influence of calcium, iron and pH on phosphate availability for microbial mineralization of organic chemicals. *Applied and Environmental Microbiology*, 58(1): 38-41.



249. ROIZ, D., ERITJA, R., MELERO ALCÍBAR, R., MOLINA, R., MARQUÉS, E., RUIZ, S., ESCOSA, R., ARANDA, C. & LUCIENTES, J., 2007. Distribución de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1984) (Diptera: Culicidae) en España. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 40: 523-526.
250. ROMEO VIAMONTE, J.M., 1950. *Los anofelinos de España y de la zona española del Protectorado de Marruecos. Su relación con la difusión del paludismo*. [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid, España. 222 pp.
251. ROMI, R., PONTUALE, G. & SABATINELLI, G., 1997. Le zanzare italiane: generalità e identificazione degli stadi preimaginali (Diptera: Culicidae). *Fragmenta Entomologica*, 29(1): 1-141.
252. ROMI, R., SABATINELLI, G. & MAJORI, G., 2001. Could Malaria Reappear in Italy? *Emerging Infectious Diseases*, 7(6): 915-918.
253. ROSS, H.H., 1951. Conflict with *Culex*. *Mosquito News*, 11: 128-132.
254. ROUBAUD, E., 1929. Cycle autogene d'attente et generations hivernales suractives innaparentes chez le moustique commun, *Culex pipiens*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 188: 735-738.
255. ROUBAUD, E., 1932. Des phenomenes d'histolyse larvaire post-nymphale et d'alimentation imaginal autotrophe chez le moustique commun (*Culex pipiens*). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 194: 389-391.
256. ROUBAUD, E., 1944. Etude sur les moustiques de la Crau. IV. Facteurs de l'oeuf chez l'*Aedes caspius* Pallas. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 37: 153-158.
257. RSTUDIO TEAM, 2015. *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Boston, MA. Disponible en: <http://www.rstudio.com/>
258. RUEDA, L.M., PATEL, K.J., AXTELL, R.C. & STINNER, R.E., 1990. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 27(5): 892-898.

-
259. RUEDA SEVILLA, J. & HERNÁNDEZ VILLAR, R., 2008. Contribución al conocimiento de los Culicidos de Torreblanca (Castellón, España) (Diptera: Culicidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 32(3-4): 315-325.
260. SABATINELLI, G., MAJORI, G., D'ANCONA, F. & ROMI, R., 1994. Malaria epidemiological trends in Italy. *European Journal of Epidemiology*, 10: 399-403.
261. SARDELIS, M.R., TURELL, M.J., O'GUINN, M.L., ANDRE, R.G. & ROBERTS, D.R., 2002. Vector competence of three North American strains of *Aedes albopictus* for West Nile Virus. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 18(4): 284-289.
262. SCARASCIA MUGNOZZA, G., OSWALD, H., PIUSSI, P. & RADOGLU, K., 2000. Forest of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 132: 97-109.
263. SCHÄFER, M., STORCH, V., KAISER, A., BECK, M. & BECKER, N., 1997. Dispersal behavior of adult snow melt mosquitoes in the Upper Rhein Valley, Germany. *Journal of Vector Ecology*, 22(1): 1-5.
264. SCHÄFER, M., 2004. *Mosquitoes as a part of a wetland*. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology. 63 pp.
265. SCHAFFNER, F., 1998. A revised checklist of the French Culicidae. *European Mosquito Bulletin*, 2: 1-9.
266. SCHAFFNER, F., ANGEL, G., GEOFFROY, B., HERVY, J.O. & RHAEM, A., 2001. *The mosquitoes of Europe / Les moustiques d'Europe* [programa de ordenador]. Montpellier, France: IRD Éditions and EID Méditerranée.
267. SCHLUTER, D. & RICKLEFS, R.E., 1993. *Species diversity: an introduction to the problem*. In: RICKLEFS, R.E. & SCHLUTER, D. (editors), *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. The University of Chicago Press, Chicago, 12 pp.



268. SEGUY, E., 1951. *Atlas des Diptères de France, Belgique et Suisse. I. Introduction et caracteres généraux. Nematocères – Brachycères*. N. Boubée & CIE Editors. Paris. 175 pp.
269. SENEVET, G. & ANDARELLI, L., 1956. *Les Anopheles de l'Afrique du Nord et du Bassin Méditerranéen*. Encyclopedia of Entomology XXXIII. Ed. Paul Lechevalier, Paris. 280 pp.
270. SENEVET, G. & ANDARELLI, L., 1959. *Les Anopheles de l'Afrique du Nord et du Bassin Méditerranéen. Les genres Culex, Uranotaenia, Theobaldia, Orthopodomyia et Mansonia*. Encyclopedia Entomology XXXIII. Ed. Paul Lechevalier, Paris. 380 pp.
271. SENEVET, G. & ANDARELLI, L., 1964. Les Moustiques de l'Afrique du Nord et du Bassin méditerranéen. III-Les *Aedes*, 2ème partie (suite): description des espèces. Sous-genre *Ochlerotatus*: groupe G. *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, 42: 145-192.
272. SERVICE, M.W., 1993a. *Mosquitoes (Culicidae)*. 120-240 pp. In: LANE, R.P. & CROSSKEY, R.W. (editors), *Medical Insects and Arachnids*. Chapman & Hall, London. 723 pp.
273. SERVICE, M.W., 1993b. *Mosquito ecology. Field sampling methods*. Second Edition, Elsevier Science Publishers Ltd. England. 998 pp.
274. SEVERINI, F., TOMA, L., DI LUCA, M. & ROMI, R., 2009. Le zanzare italiane: generalità e identificazione degli adulti (Diptera, Culicidae). *Fragmenta entomologica*, 41(2): 213-372.
275. SEYLER, T., RIZZO, C., FINARELLI, A.C., PO, C., ALESSIO, P., SAMBRI, V., CIOFI DEGLI ATTI, M.L. & SALMASO, S., 2008. Autochthonous chikungunya virus transmission may have occurred in Bologna, Italy, during the summer 2007 outbreak. *Euro Surveillance*, 13(3).

-
276. SHEPARD, J.J., ANDREADIS, T.G. & VOSSBRINCK, C.R., 2006. Molecular phylogeny and evolutionary relationships among mosquitoes (Diptera: Culicidae) from the northeastern United States based on subunit ribosomal DNA (18S rDNA) sequences. *Journal of Medical Entomology*, 43: 443-454.
277. SICART, M., 1940. Note sur la présence de *Culex (Culiciomyia) impudicus* Ficalbi en Tunisie. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 29: 471-474.
278. SICART, M., 1951. Note sur la présence de *Culex mimeticus* Noè 1899, en Tunisie. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Tunisie*, 4: 60-61.
279. SIMSEK, F.M., 2004. Seasonal larval and adult population dynamics and breeding habitat diversity of *Culex theileri* Theobald, 1903 (Diptera: Culicidae) in the Gölbaci District, Ankara, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 28: 337-344.
280. SIPPY, R. & MOREIRA, F., 2016. *Aedes albopictus* en América del Sur y su relación con la distribución, y mantenimiento de enfermedades. *Práctica Familiar Rural*, 1(3): 1-7.
281. SIRIVANAKARN, S., 1976. Medical entomology studies. III. A revision of the subgenus *Culex* in the Oriental region (Diptera: Culicidae). *Contributions to the American Entomological Institute*, 12(2): 1-272.
282. SMITH, K.G.V., 1973. *Insects and other Arthropods of Medical Significance*. British Museum of Natural History, London. 561 pp.
283. SNODGRASS, R.E., 1935. *Principles of Insect Morphology*. 4th edition, McGraw-Hill Book Company, New York and London, 667 pp.
284. SNODGRASS, R.E., 1959. The anatomical life of the mosquito. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 39(8): 1-87.
285. SPIELMAN, A., 1964. Studies on autogeny in *Culex pipiens* populations in nature. I. Reproductive isolation between autogenous and anautogenous populations. *American Journal of Hygiene*, 80(2): 175-183.



286. STONE, A., 1957. Corrections in the taxonomy and nomenclature of mosquitoes (Diptera, Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 58: 333-344.
287. STONE, A., KNIGHT, K.L. & STARCKE, H., 1959. A synoptic catalog of the mosquitoes of the world (Diptera, Culicidae). *Thomas Say Foundation*, 6: 1-358.
288. STONE, A., 1961. A synoptic catalog of the mosquitoes of the world, supplement (Diptera: Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 63(1): 29-52.
289. STONE, A., 1963. A synoptic catalog of the mosquitoes of the world, supplement II (Diptera: Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 65: 117-140.
290. STONE, A., 1967. A synoptic catalog of the mosquitoes of the world. Supplement III (Diptera: Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 69(3): 197-224.
291. STONE, A., 1970. A synoptic catalog of the mosquitoes of the world, supplement IV. (Diptera: Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 72(2): 137-171.
292. SUDIA, W.D., NEWHOUSE, W.F., CALISHER, C.H. & CHAMBERLAIN, R.W., 1971. California group arboviruses: isolations from mosquitoes in North America. *Mosquito News*, 31(4): 576-600.
293. SUTCLIFFE, J.F., 1987. Distance orientation of biting flies to their hosts. *International Journal of Tropical Insect Science*, 8: 611-616.
294. SVENSON, J.E., MACLEAN, M.D., GYORKOS, T.W. & KEYSTONE, J., 1995. Imported Malaria. Clinical Presentation and Examination of Symptomatic Travelers. *Archives of Internal Medicine*, 155(8): 861-868.

-
295. TAKATA, N. & HARWOOD, R.F., 1964. Fatty acids composition during postembryonic development of the mosquito *Culex tarsalis*. *Annals of the Entomological Society of America*, 57(6): 749-753.
296. TAKKEN, W. & KNOLS, B.G.J., 1990. Flight behaviour of *Anopheles gambiae* Giles (Diptera: Culicidae) in response to host stimuli: a windtunnel study. *Proceedings of the Experimental and Applied Entomology*, 1: 121-128.
297. TELFORD, A.D., 1963. A consideration of diapause in *Aedes nigromaculis* and other aedine mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 56(4): 409-418.
298. TENORIO, A., 2007. Virus nuevos, viejos virus. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 25(9): 559-560.
299. THEOBALD, F.V., 1901. *A Monograph of the Culicidae, or Mosquitoes*. Vol. 3, British Museum (Natural History), London, 359 pp.
300. TORRES CAÑAMARES, F., 1944a. La determinación de las especies españolas del género *Anopheles* Mg. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 18: 629-637.
301. TORRES CAÑAMARES, F., 1944b. Nota sobre tres culícidos nuevos para España. (Diptera: Culicidae). *EoS*, 20: 65-70.
302. TORRES CAÑAMARES, F., 1944c. Contribución al conocimiento del *Anopheles claviger* Mg. de España. (Diptera: Culicidae). *EoS*, 20: 233-245.
303. TORRES CAÑAMARES, F., 1951a. Una nueva especie de *Aedes*. (Diptera, Culicidae). *EoS*, 27: 79-92.
304. TORRES CAÑAMARES, F., 1951b. La presencia de *Aedes (Stegomyia) vittatus* Big. en el Mediterráneo y algunas observaciones sobre el mismo. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 25: 435-443.
305. TORRES CAÑAMARES, F., 1957. A propósito de *Anopheles marteri* Sen y Prun., 1927. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 31: 101-105.



306. TORRES CAÑAMARES, F., 1979. Breve relación crítica de los mosquitos españoles. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 53: 985-1002.
307. TOVORNIK, D., 1980. Data on the feeding of mosquitoes (Diptera: Culicidae) collected in rural settlements in the environs of Ljubljana. *Razprave Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti. Razred za Naravoslovne Vede*, 22: 1-33.
308. TRIMBLE R.M. & SMITH, S.M., 1978. Geographic variation in development time and predation in the tree-hole mosquito, *Toxorhynchites rutilus septentrionalis*. *Canadian Journal of Zoology*, 56: 2156-2165.
309. TRIMBLE R.M. & WELLINGTON, W.G., 1979. Effects of salinity on site selection by ovipositing *Aedes togoi* (Diptera: Culicidae). *Canadian Journal of Zoology*, 57: 593-596.
310. TRPIS, M., 1972. Development and predatory behavior of *Toxorhynchites brevipalpis* (Diptera: Culicidae) in relation to temperature. *Environmental Entomology*, 1: 537-546.
311. UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM (UNEP), 1992. *Convention on biological diversity*. Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi. 1044 pp.
312. VANHARA, J., 1986. Establishment of *Culex martinii* (Diptera) in the lowland forest ecosystem of southern Czechoslovakia. *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 83: 192-196.
313. VERDONSCHOT, P.F.M. & BESSE-LOTOTSKAYA, A.A., 2014. Flight distance of mosquitoes (Culicidae): A metadata analysis to support the management of barrier zones around rewetted and newly constructed wetlands. *Limnologia*, 45: 69-79.
314. VIDAL JORNADA, J. & DEL PINO Y DE LA VEGA, M., 1931. Dispensario antipalúdico del Grao de Castellón. *Boletín Técnico de la Dirección General de Sanidad*, 6(5): 257-291.

-
315. VIDAL I VICEDO, A., 2016. *Fem safareig*. Edicions del Bullent, S.L. 160 pp.
316. WALLACE, J.B. & MERRITT, R.W., 1980. Filter-feeding ecology of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, 25: 103-132.
317. WALLIS, R.C., TAYLOR, R.M. & HENDERSON, J.R., 1960. Isolation of eastern equine encephalomyelitis virus from *Aedes vexans* from Connecticut. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 103: 402-444.
318. WARD, R.A., 1984. A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). Second Supplement. *Mosquito Systematics*, 16: 227-270.
319. WARD, R.A., 1992. A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). Third Supplement. *Mosquito Systematics*, 24(3): 177-230.
320. WEI, T & SIMKO, V, 2021. R package "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix. (Version 0.92). Disponible en: <http://github.com/taiyun/corrplot>
321. WESENBERG-LUND, C., 1921. Contributions to the biology of Danish Culicidae. *Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter*, 7: 1-110.
322. WEYER, F., 1939. *Die Malaria überträger*. Leipzig, Thieme. 104 pp.
323. WHITTAKER, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2-3): 213-251.
324. WICKHAM, H., 2014. R package "ggplot2": An implementation of the Grammar of Graphics. (Version 1.0.0). 215 pp.
325. WIGGLESWORTH, V.B., 1933. The function of the anal gills of the mosquito larva. *Journal of Experimental Biology*, 10: 27-37.
326. WIGGLESWORTH, V.B., 1950. *The Principles of Insect Physiology*. 4th edition, Methuen&Co., London, 544 pp.



327. WILKS, D.S., 1995. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 3rd Edition, Academic Press, Elsevier, London, 704 pp.
328. WILSON, M.V. & SHMIDA, A., 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*, 72: 1055-1064.
329. WOOD, D.M., DANG, P.T. & ELLIS, R.A., 1979. *The Mosquitoes of Canada (Diptera: Culicidae)*. Series: *The Insects and Arachnids of Canada. Part 6. Biosystematics*. Research Institute of Ottawa, Department of Agriculture. 390 pp.
330. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1967. Arboviruses and human disease. *World Health Organization Technical Report Series*, 369: 1-84.
331. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1982. *Manual on environmental management for mosquito control with special emphasis on malaria vectors*. World Health Organization Offset publication 66. Geneva, Switzerland, 284 pp.
332. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1997. *Dengue haemorrhagic fever: Diagnosis, treatment, prevention and control*. 2nd Edition. World Health Organization. Geneva. 92 pp.

Capítulo 9: ANEXOS

9.1 Anexo I: Capturas y caracterización de los hábitats larvarios

Se exponen a continuación las capturas realizadas en cada uno de los biotopos larvarios muestreados, con sus respectivas fechas, así como la caracterización de cada uno de ellos, consistente en las medidas de los parámetros físico-químicos obtenidas en cada una de las visitas.

Para una mejor comprensión del lector, la siguiente tabla (**tabla 28**) recoge los distintos parámetros físico-químicos medidos, indicando la abreviatura utilizada y las unidades de medida de cada uno de ellos en este anexo.

Tabla 28. Abreviaturas y unidades de medida de los parámetros físico-químicos medidos.

Parámetro	Abreviatura	Unidad de medida
Temperatura del agua	T ^a	°C
pH	pH	
Potencial RedOx	RedOX	mV
Conductividad	COND	mS/cm
Salinidad	Sal	g/l
Solutos Disueltos	TDS	mg/l
Turbidez	Turb	NTUs
Oxígeno disuelto (porcentaje)	% O ₂	%
Oxígeno disuelto (partes por millón)	O ₂ ppm	ppm

Los datos perdidos debido al mal funcionamiento o avería del instrumental utilizado se indican mediante un guión (-). Así mismo, la presencia de las especies se indica mediante el valor uno (1), y la ausencia mediante el valor cero (0).



9.1.1 Torreblanca

En el término municipal de Torreblanca, se obtuvieron capturas en 9 de los 28 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

TORB1

Tabla 29. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torrenostra	Altitud (m):	1,94
Coordenadas X:	774966	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4454953	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
04/04/2017	20,4	8,20	-60	-	-	2,00	12,53	-	-	1

TORB2

Tabla 30. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torrenostra	Altitud (m):	1,37
Coordenadas X:	774711	Tipología:	Marjal
Coordenadas Y:	4454710	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Ae. caspius	Cx. pipiens	Cs. suboc hrea
04/04/2017	19,9	8,09	-54	-	-	3,00	-	-	-	0	1	1
19/04/2018	22,7	7,95	-45	5,18	2,7	3,00	17,39	0,3	0,20	1	0	0
13/06/2018	28,3	8,01	-49	5,30	2,7	3,00	10,84	22,08	1,80	0	1	0

TORB3

Tabla 31. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torrenostra	Altitud (m):	1,10
Coordenadas X:	774149	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4454260	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. pipiens	Cx. theileri
04/04/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
19/04/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0

TORB4

Tabla 32. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB4, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torreblanca	Altitud (m):	20,20
Coordenadas X:	772354	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4456813	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		



Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. pipiens</i>
13/06/2018	26,7	8,51	-76	3,07	1,5	1,64	-	23,3	1,86	1
02/08/2018	33,5	8,77	-91	2,81	1,4	1,53	10,51	6,1	0,44	1

TORB5

Tabla 33. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB5, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torrenostra	Altitud (m):	0,97
Coordenadas X:	775854	Tipología:	Marjal
Coordenadas Y:	4455215	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. pipiens</i>
13/06/2018	30,8	8,37	-65	5,3	2,7	2,80	26,1	20,7	1,46	1

TORB6

Tabla 34. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB6, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torrenostra	Altitud (m):	1,90
Coordenadas X:	774976	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4454942	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
04/04/2017	27,0	9,34	-121	2,27	1,1	1,22	1,46	21,7	1,66	1

TORB7

Tabla 35. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB7, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torreblanca	Altitud (m):	21,86
Coordenadas X:	772495	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4456964	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
12/08/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

TORB8

Tabla 36. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB8, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torrenostra	Altitud (m):	1,94
Coordenadas X:	774966	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4454953	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		



Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
13/06/2018	25,3	8,13	-58	2,63	1,3	1,43	13,74	23,3	1,87	1

TORB9

Tabla 27. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo TORB9, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Torreblanca	Altitud (m):	20,99
Coordenadas X:	772393	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4456864	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
04/04/2017	33,5	8,77	-91	2,81	1,4	1,53	10,51	6,1	0,44	1

9.1.2 Peñíscola

En el término municipal de Peñíscola, se obtuvieron capturas en 17 de los 26 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

Peñ1

Tabla 38. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	1,94
Coordenadas X:	788725	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4473238	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
04/04/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Peñ2

Tabla 39. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	2,64
Coordenadas X:	788416	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4473845	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Ae. albopictus</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
04/04/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1



Peñ3

Tabla 40. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	3,17
Coordenadas X:	788432	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4473791	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
04/04/2017	15,2	8,79	-90	-	-	4,00	-	-	-	1

Peñ4

Tabla 41. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ4, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	3,93
Coordenadas X:	788369	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4473819	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas Culicinae
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
24/07/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Peñ5

Tabla 42. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ5, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	11,08
Coordenadas X:	278848	Tipología:	Maceta
Coordenadas Y:	4471049	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Ae. albopictus</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
24/07/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
02/08/2018	27,7	8,61	-83	4,18	2,1	2,16	22,7	5,3	0,41	1

Peñ6

Tabla 43. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ6, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	120,68
Coordenadas X:	273800	Tipología:	Fuente
Coordenadas Y:	4467368	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>An. petrag nani</i>	<i>Cx. mimeticus</i>	<i>Cx. pipiens</i>
04/04/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0
24/07/2017	27,7	8,61	-83	4,18	2,1	2,16	22,7	5,3	0,41	0	0	1



Peñ7

Tabla 44. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ7, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	132,14
Coordenadas X:	783557	Tipología:	Charca
Coordenadas Y:	4469555	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua										Especies capturadas			
	Tº	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Ae. albopictus	Cx. mimeticus	Cx. pipiens	Cs. longiareolata	
04/04/2017	19,2	7,83	-37	-	-	3,00	0,47	-	-	0	1	0	0	
19/04/2018	22,4	7,99	-46	3,34	1,6	1,73	32,9	0,3	0,02	0	0	1	1	
13/06/2018	19,9	8,03	-49	3,47	1,7	1,88	6,88	16,4	1,37	0	0	1	1	
02/08/2018	25,2	7,74	-35	2,91	1,4	1,54	9,55	5,0	0,41	1	0	1	0	
07/08/2019	19,5	7,78	-37	2,98	1,5	1,59	2,14	17,0	1,60	1	0	1	0	

Peñ8

Tabla 45. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ8, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	120,50
Coordenadas X:	782927	Tipología:	Bidones
Coordenadas Y:	4468461	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas			
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Ae. albopictus	Cx. laticinctus	Cx. pipiens	Cs. longiareolata
04/04/2017	19,1	7,24	-10	-	-	2,00	22,3	-	-	0	1	1	1
19/04/2018	19,2	5,25	-46	1,68	0,8	0,91	2,59	0,3	0,02	0	1	0	1
13/06/2018	23,1	8,38	-68	1,98	1,0	1,07	9,01	17,2	1,43	0	1	0	1
02/08/2018	32,3	10,34	-174	1,32	0,6	0,70	5,06	5,8	0,42	1	1	0	1
07/08/2019	26,9	9,87	-152	1,89	0,9	1,01	4,34	26,7	2,01	1	1	0	1

Peñ9

Tabla 46. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ9, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	109,06
Coordenadas X:	782874	Tipología:	Colector
Coordenadas Y:	4468449	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. pipiens	Cs. longiareolata
04/04/2017	19,3	7,71	-32	-	-	3,00	-	-	-	1	1



Peñ10

Tabla 47. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ10, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	185,96
Coordenadas X:	272077	Tipología:	Bebedero
Coordenadas Y:	4465735	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. laticinctus	Cs. longiareolata
04/04/2017	23,8	8,34	-68	-	-	2,0	-	-	-	1	1
13/06/2018	30,4	8,80	-94	3,37	1,7	1,79	12,81	14,3	1,04	0	1

Peñ11

Tabla 48. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ11, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	195,22
Coordenadas X:	272371	Tipología:	Porquera
Coordenadas Y:	4465103	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. laticinctus	Cx. pipiens	Cs. longiareolata
24/07/2017	34,4	8,32	-6,6	2,56	1,3	1,34	314	5,3	0,34	1	0	0
19/04/2018	20,5	8,78	-93	2,36	1,2	1,26	232	0,5	0,04	1	0	1
13/06/2018	25,6	8,67	-87	2,07	1,0	1,09	304	14,7	1,10	1	0	1
02/08/2018	33,3	8,31	-67	2,08	1,0	1,11	242	5,9	0,42	1	0	0
07/08/2019	32,3	9,08	-1,08	2,11	1,0	1,12	146	19,1	1,37	0	1	0

Peñ12

Tabla 49. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ12, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	33,00
Coordenadas X:	782304	Tipología:	Porquera
Coordenadas Y:	4464029	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. laticinctus	Cs. longiareolata
24/07/2017	36,8	8,70	-83	3,27	1,6	2,04	434	5,2	0,35	1	1
19/04/2018	21,6	9,01	-107	2,00	1,0	1,05	98,3	0,7	0,06	0	1



Peñ13

Tabla 50. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ13, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	116,75
Coordenadas X:	783516	Tipología:	Charca
Coordenadas Y:	4469274	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas			
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Cx. laticinctus</i>	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cs. longiareolata</i>
19/04/2018	17,1	8,41	-65	2,59	1,3	1,38	238	0	0,00	0	1	1	1
13/06/2018	19,5	8,50	-75	2,76	1,4	1,48	168	16,3	1,42	0	1	1	1
02/08/2018	24,9	7,67	-33	2,87	1,4	1,53	190	4,8	0,39	1	0	1	1

Peñ14

Tabla 51. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ14, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	108,25
Coordenadas X:	273071	Tipología:	Charca
Coordenadas Y:	4466536	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cs. longiareolata</i>
13/06/2018	33,2	8,26	-65	2,87	1,4	1,52	9,68	13,8	0,94	1	1

Peñ15

Tabla 52. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ15, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	104,49
Coordenadas X:	271712	Tipología:	Porquera
Coordenadas Y:	4463745	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. laticinctus</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
02/08/2018	30,0	9,03	-107	2,92	1,4	1,56	34,5	5,7	0,43	1

Peñ17

Tabla 53. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ17, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	1,96
Coordenadas X:	788720	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4473208	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
02/08/2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1



Peñ26

Tabla 54. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Peñ26, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Peñíscola	Altitud (m):	120,02
Coordenadas X:	782925	Tipología:	Bañera
Coordenadas Y:	4468460	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. laticinctus	Cs. longiareolata
24/07/2017	25,9	8,04	-52	2,09	1,0	1,05	28,2	5,4	0,36	1	1
13/06/2018	23,1	8,38	-68	1,98	1,0	1,07	9,01	17,2	1,43	1	1
02/08/2018	32,3	10,34	-174	1,32	0,6	0,70	5,06	5,8	0,42	1	1
07/08/2019	26,9	9,87	-152	1,89	0,9	1,01	4,34	26,7	2,01	1	1

9.1.3 Santa Magdalena de Pulpis

En el término municipal de Santa Magdalena de Pulpis, se obtuvieron capturas en 9 de los 18 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

SMP1

Tabla 55. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	120,39
Coordenadas X:	780550	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4472600	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm		
17/05/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

SMP2

Tabla 56. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	114,48
Coordenadas X:	271677	Tipología:	Poza pluvial
Coordenadas Y:	4471129	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. laticinctus</i>	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cs. longiar eolata</i>
31/07/2017	27,0	9,57	-134	3,05	1,4	1,55	17,6	4,4	0,31	0	0	1
26/07/2019	26,4	9,09	-108	2,84	1,4	2,00	1,1	0	0,00	1	1	1



SMP3

Tabla 57. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	120,39
Coordenadas X:	780550	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4472600	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas Cs. <i>longiareolata</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
17/05/2017	21,5	8,71	-86	-	-	2,00	11,3	-	-	1
12/12/2018	9,5	8,31	-65	1,79	0,9	0,96	2,61	0,6	0,07	1

SMP4

Tabla 58. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP4, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	390,13
Coordenadas X:	782404	Tipología:	Abrevadero
Coordenadas Y:	4471621	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. <i>laticinctus</i>	Cs. <i>longiareolata</i>
31/07/2017	31,7	10,43	-185	1,73	0,9	0,96	27,2	4,2	0,27	1	1
20/06/2018	25,9	10,10	-160	1,39	0,7	0,73	4,66	31,5	2,56	0	1

SMP5

Tabla 59. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP5, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	398,86
Coordenadas X:	272915	Tipología:	Sifón pluvial
Coordenadas Y:	4469760	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. <i>laticinctus</i>	Cx. <i>pipiens</i>	Cs. <i>longiareolata</i>
17/05/2017	20,9	8,49	-75	-	-	2,0	11,73	1,4	0,13	0	1	1
31/07/2017	27,3	8,06	-51	1,90	1,0	1,04	280	3,8	0,28	0	0	1
20/06/2018	25,2	8,87	-97	1,63	0,8	0,87	8,13	32,5	2,69	1	0	0
29/08/2018	25,7	8,20	-60	1,84	0,9	0,97	2,06	25,5	2,10	1	0	1
12/12/2018	12,4	8,67	-81	1,41	0,7	0,76	1,68	0,9	0,09	0	1	0
26/07/2019	25,4	8,02	-49	2,05	1,0	1,09	7,42	0	0,00	1	1	1

SMP7

Tabla 60. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP7, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	128,72
Coordenadas X:	780642	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4472490	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		



Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Cx. pipiens</i>
12/12/2018	13,6	7,53	-23	3,24	1,6	1,75	13,93	0,9	0,09	1	0
26/07/2019	30,2	7,55	-23	3,64	1,8	1,93	108	0,0	0,00	0	1

SMP8

Tabla 61. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP8, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	155,31
Coordenadas X:	272242	Tipología:	Poza
Coordenadas Y:	4470934	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Cs. longiareolata</i>
08/05/2018	18,0	9,49	-126	3,00	0,0	1,00	3,42	0,0	0,00	0	1
20/06/2018	21,2	8,67	-75	2,74	1,4	1,46	2,94	32,6	2,83	0	1
29/08/2018	24,9	9,00	-104	3,17	1,5	1,66	0,95	26,2	2,70	1	0
26/07/2019	26,2	8,51	-76	2,98	1,5	1,56	1,03	0,0	0,00	0	1

SMP9

Tabla 62. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP9, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	138,29
Coordenadas X:	778935	Tipología:	Pozo
Coordenadas Y:	4472908	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas <i>Cx. pipiens</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
17/05/2017	24,3	8,25	-62	-	-	2,00	20,5	1,7	0,14	1
26/07/2019	25,2	7,61	-22	3,01	1,5	1,64	85,6	1,0	0,08	1

SMP18

Tabla 63. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SMP18, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Santa Magdalena de Pulpis	Altitud (m):	130,19
Coordenadas X:	780519	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4472384	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Cx. pipiens</i>
29/08/2018	28,5	8,20	-59	3,16	1,6	1,71	49,8	25,4	1,97	1	1



9.1.4 Les Coves de Vinromà

En el término municipal de Les Coves de Vinromà se obtuvieron capturas en 6 de los 9 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

CdV1

Tabla 64. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdV1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Les Coves de Vinromà	Altitud (m):	171,81
Coordenadas X:	255501	Tipología:	Río
Coordenadas Y:	4466544	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. impudicus</i>	<i>Cx. territans</i>
17/05/2017	21,6	8,47	-75	-	-	2,00	6,7	1,4	0,12	1	0
29/08/2018	31,4	8,73	-88	3,37	1,7	1,81	18,19	25,6	1,89	0	1

CdV2

Tabla 65. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdV2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Les Coves de Vinromà	Altitud (m):	170,11
Coordenadas X:	255511	Tipología:	Río
Coordenadas Y:	4466486	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. <i>claviger</i>	An. <i>maculipennis</i>	Cx <i>territans</i>
31/07/2017	23,4	8,33	-62	3,30	1,6	1,76	0,87	3,2	0,24	0	1	1
29/08/2018	22,2	8,25	-62	3,06	1,5	1,67	2,03	25,2	2,18	0	1	1
26/07/2019	22,2	7,89	-44	2,50	1,2	1,35	1,06	0,0	0,00	1	1	1

CdV3

Tabla 66. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdV3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Les Coves de Vinromà	Altitud (m):	187,98
Coordenadas X:	765296	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4467045	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Ae. <i>albopictus</i>	Cx. <i>pipiens</i>
31/07/2017	29,6	8,23	-62	3,99	1,9	2,12	293	4,2	0,26	1	1

CdV4

Tabla 67. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdV4, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Les Coves de Vinromà	Altitud (m):	190,42
Coordenadas X:	765325	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4467062	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		



Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. pipiens	Cs. longiareolata
31/07/2017	29,3	8,51	-77	3,07	1,5	1,72	127	3,3	0,24	1	1

CdV7

Tabla 68. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdV7, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Les Coves de Vinromà	Altitud (m):	192,96
Coordenadas X:	765327	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4467056	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. pipiens	Cs. longiareolata
20/06/2018	25,9	9,17	-113	4,62	2,3	343,0	76,8	31,9	2,54	1	1

CdV8

Tabla 69. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdV8, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Les Coves de Vinromà	Altitud (m):	187,98
Coordenadas X:	765326	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4467068	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. pipiens</i>
20/06/2018	29,7	7,92	-45	4,12	1,9	2,30	149	31,2	2,37	1

9.1.5 Espadilla

En el término municipal de Espadilla, se obtuvieron capturas en los 3 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

ESP1

Tabla 70. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo ESP1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Espadilla	Altitud (m):	285,41
Coordenadas X:	725687	Tipología:	Lavadero
Coordenadas Y:	4434139	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Cx. laticinctus</i>	<i>Cs. longiareo lata</i>
21/11/2017	11,9	8,26	-61	2,85	1,4	1,55	4,36	1,7	0,18	0	0	1
09/05/2018	17,8	8,98	-99	2,82	1,4	1,51	2,13	0,3	0,03	0	0	1
10/07/2018	28,7	8,66	-85	3,16	1,6	1,69	3,38	19,8	1,53	1	1	1
05/07/2019	26,1	8,89	-97	2,83	1,3	1,47	1,06	0,0	0,00	0	1	1



ESP2

Tabla 71. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo ESP2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Espadilla	Altitud (m):	285,45
Coordenadas X:	725693	Tipología:	Abrevadero
Coordenadas Y:	4434133	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas Cs. <i>longiareolata</i>
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	
21/11/2017	12,1	8,21	-57	3,13	1,4	1,56	1,56	1,8	0,19	1
10/07/2018	26,8	8,85	-97	3,02	1,5	1,70	0,49	20,3	1,53	1
11/12/2018	12,8	8,48	-70	2,70	1,3	1,46	0,58	0,9	0,09	1
05/07/2019	29,0	8,97	-102	3,03	1,5	1,62	0,84	0,0	0,00	1

ESP3

Tabla 72. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo ESP3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Espadilla	Altitud (m):	516,56
Coordenadas X:	724573	Tipología:	Porquera
Coordenadas Y:	4434078	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. <i>deserti cola</i>	Cs. <i>longiareo lata</i>
21/11/2017	7,9	8,02	-47	3,60	1,8	1,93	37,0	1,4	0,15	0	1
09/05/2018	19,3	8,95	-99	2,06	1,0	1,11	22,6	0,3	0,03	1	1

9.1.6 Sueras

En el término municipal de Sueras, se obtuvieron capturas en 4 de los 6 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

SUE1

Tabla 73. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SUE1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Sueras	Altitud (m):	321,29
Coordenadas X:	727769	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4425793	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. <i>pipiens</i>	Cs. <i>longiar eolata</i>
24/05/2017	24,2	7,93	-34	-	-	2,00	-	-	-	1	1
09/05/2018	22,2	8,31	-65	2,59	1,3	1,37	71,00	0,0	0,00	1	1
10/07/2018	26,5	9,88	-152	2,32	1,1	1,23	12,64	20,2	1,61	1	0
05/07/2019	28,8	8,99	-103	4,26	2,1	2,28	204	0,0	0,00	1	0



SUE2

Tabla 74. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SUE2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Sueras	Altitud (m):	293,54
Coordenadas X:	727775	Tipología:	Abrevadero
Coordenadas Y:	4426011	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. laticinctus	Cx. pipiens	Cs. longiareo lata
24/05/2017	24,6	8,65	-83	-	-	2,00	8,68	2,2	0,17	1	1	1
11/12/2018	7,7	8,03	-48	2,35	1,2	1,27	19,77	0,4	0,05	0	0	1

SUE3

Tabla 75. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SUE3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Sueras	Altitud (m):	289,00
Coordenadas X:	728074	Tipología:	Bidón
Coordenadas Y:	4426125	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. pipiens	Cs. longiareo lata
21/11/2017	15,0	8,79	-90	5,50	2,8	3,00	631	1,8	0,17	1	1
09/05/2018	22,7	9,46	-128	5,60	2,8	3,00	85,5	0,0	0,00	1	1

SUE4

Tabla 76. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo SUE4, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Sueras	Altitud (m):	410,56
Coordenadas X:	724929	Tipología:	Manantial
Coordenadas Y:	4424413	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. <i>petrag nani</i>	Ae. <i>albopic tus</i>
21/11/2017	17,2	8,18	-59	3,47	1,7	1,89	0,95	2,0	0,19	1	0
10/07/2018	19,9	8,78	-92	2,72	1,3	1,42	4,18	18,9	1,72	1	1

9.1.7 Jérica

En el término municipal de Jérica, se obtuvieron capturas en 3 de los 4 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

Jer1

Tabla 77. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Jer1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Jérica	Altitud (m):	480,09
Coordenadas X:	707660	Tipología:	Abrevadero
Coordenadas Y:	4420828	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		



Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cs. <i>longiareolata</i>	
30/05/2017	19,2	8,91	-97	3,89	1,9	2,08	2,88	1,0	0,10	1	
05/07/2019	20,8	8,17	-59	3,33	1,7	1,78	1,06	0,0	0,00	1	

Jer2

Tabla 78. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Jer2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Jérica	Altitud (m):	480,94
Coordenadas X:	707297	Tipología:	Imbornal
Coordenadas Y:	4421066	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. <i>pipiens</i>	Cs. <i>longiar eolata</i>
16/11/2017	10,6	9,44	-123	5,30	3,0	3,20	-	-	-	1	1
26/07/2018	24,9	8,04	-51	2,87	1,4	1,53	14,11	6,0	0,49	1	1

Jer3

Tabla 79. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo Jer3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua. agua.

Localización:	Jérica	Altitud (m):	467,73
Coordenadas X:	707369	Tipología:	Río
Coordenadas Y:	4420685	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. <i>petrag nani</i>	Cx. <i>hortensis hortensis</i>	Cx. <i>pipiens</i>
26/07/2018	20,5	8,84	-94	3,24	1,6	1,78	1,29	5,5	0,49	0	0	1
11/09/2018	18,5	8,20	-58	3,00	1,5	1,61	1,26	15,6	1,47	1	1	0

9.1.8 Bejís

En el término municipal de Bejís, se obtuvieron capturas en 4 de los 8 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

BEJ1

Tabla 80. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo BEJ1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	El Toro	Altitud (m):	888,09
Coordenadas X:	691907	Tipología:	Charca
Coordenadas Y:	4422805	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		



Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. mar teri	An. petrag nani	Cx. marti nii
30/05/2017	17,0	8,97	-99	3,46	1,7	1,86	1,07	1,6	0,15	0	1	0
16/11/2017	6,5	8,56	-75	3,37	1,7	1,81	0,90	-	-	0	1	0
14/06/2018	14,4	9,03	-91	3,23	1,6	1,74	2,88	30,7	3,06	1	1	1
26/07/2018	18,8	8,95	-101	3,27	1,6	1,74	2,63	4,9	0,46	1	0	0
11/09/2018	17,0	8,57	-79	2,81	1,4	1,51	0,69	15,5	1,50	0	1	0
05/07/2019	17,6	8,75	-89	3,39	1,7	1,80	3,73	-	-	0	1	0

BEJ2

Tabla 81. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo BEJ2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	El Toro	Altitud (m):	898,72
Coordenadas X:	691593	Tipología:	Charco
Coordenadas Y:	4423009	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. petrag nani	Cx. hortensis hortensis
30/05/2017	19,4	9,10	-107	2,39	1,2	1,29	1,54	1,7	0,14	1	0
11/09/2018	18,9	8,45	-67	2,55	1,3	1,36	2,54	15,6	1,44	1	0
05/07/2019	15,0	8,86	-95	1,16	1,2	0,61	13,4	-	-	1	1

BEJ3

Tabla 82. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo BEJ3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	El Toro	Altitud (m):	845,03
Coordenadas X:	693305	Tipología:	Rambla
Coordenadas Y:	4423138	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>An. marteri</i>
30/05/2017	16,5	8,75	-87	2,57	1,3	1,40	8,47	1,3	0,11	1

BEJ4

Tabla 83. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo BEJ4, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	El Toro	Altitud (m):	899,29
Coordenadas X:	691602	Tipología:	Charco
Coordenadas Y:	4422996	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>An. petrag nani</i>	<i>Cx. hortensis hortensis</i>
26/07/2018	25,9	9,31	-117	3,20	1,6	1,67	2,0	5,8	0,47	1	1



9.1.9 La Pobla de Benifassà

En el término municipal de La Pobla de Benifassà, se obtuvieron capturas en los 3 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

PB1

Tabla 84. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo PB1, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Fredes	Altitud (m):	1082,18
Coordenadas X:	768233	Tipología:	Abrevadero
Coordenadas Y:	4510722	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cs. <i>longiareolata</i>
07/06/2017	16,2	8,69	-81	1,98	1,0	1,00	1,01	1,2	0,10	1

PB2

Tabla 85. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo PB2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	El Boixar	Altitud (m):	1067,04
Coordenadas X:	764232	Tipología:	Charca
Coordenadas Y:	4507296	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. <i>impudicus</i>	Cx. <i>pipiens</i>
18/07/2018	22,4	9,10	-109	1,83	0,9	0,98	38,8	9,9	0,86	1	0
02/10/2018	9,8	7,87	-41	2,26	1,1	1,21	102	10,3	1,18	0	1

PB3

Tabla 86. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo PB3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Fredes	Altitud (m):	1082,47
Coordenadas X:	261338	Tipología:	Pozo
Coordenadas Y:	4509707	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. <i>petrag nani</i>	Cx. <i>terri tans</i>
21/09/2017	11,5	7,93	-44	3,02	1,5	1,60	2,95	3,1	0,30	1	1
18/07/2018	12,5	8,06	-47	3,07	1,5	1,64	1,32	10,0	1,04	1	0
02/10/2018	11,0	8,07	-50	3,16	1,6	1,70	1,73	9,2	1,01	1	0
16/07/2019	13,6	8,15	-57	2,87	1,4	1,55	-	0,0	0,00	1	0



9.1.10 Castell de Cabres

En el término municipal de Castell de Cabres, se obtuvieron capturas en 11 de los 15 puntos de muestreo seleccionados. Se exponen a continuación los datos obtenidos en cada uno de ellos.

CdC2

Tabla 87. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC2, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Castell de Cabres	Altitud (m):	1133,81
Coordenadas X:	250006	Tipología:	Fuente
Coordenadas Y:	4505313	Nivel de antropización:	Urbano
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. hortensis hortensis</i>	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cs. longiare olata</i>
07/06/2017	25,0	9,48	-128	2,86	1,4	1,52	4,00	1,7	0,14	1	0	1
21/09/2017	16,0	8,83	-92	2,78	1,4	1,51	1,88	2,8	0,28	0	1	1
18/06/2018	23,5	9,31	-117	2,18	1,1	1,16	7,10	32,4	2,72	0	0	1
18/07/2018	23,2	10,79	-199	2,82	1,4	1,51	20,20	10,5	0,90	0	0	1

CdC3

Tabla 88. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC3, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Castell de Cabres	Altitud (m):	1095,55
Coordenadas X:	756876	Tipología:	Abrevadero
Coordenadas Y:	4505115	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas				
	Tº	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. hortensis hortensis	Cx. laticinctus	Cx. pipiens	Cs. longiareolata	Culicinae
07/06/2017	26,5	10,14	-164	2,12	1,0	1,12	7,50	2,3	0,17	1	0	0	0	0
21/09/2017	12,6	8,72	-82	1,80	0,9	0,98	2,88	2,3	0,24	0	1	1	1	1
18/07/2018	28,3	10,06	-164	2,48	1,2	1,30	8,70	11,3	0,87	1	0	0	1	0
02/10/2018	26,8	8,04	-43	2,75	1,3	1,45	1,58	9,2	0,88	1	0	1	1	0

CdC4

Tabla 89. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC4, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Vallibona	Altitud (m):	1125,96
Coordenadas X:	250776	Tipología:	Charca
Coordenadas Y:	4503462	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		



Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Cx. <i>marti nii</i>	Cx. <i>terri tans</i>
07/06/2017	21,2	7,68	-31	2,74	1,4	1,48	10,50	1,7	0,14	1	1
21/09/2017	16,0	7,57	-22	3,08	1,5	1,61	19,33	3,0	0,25	1	0

CdC5

Tabla 90. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC5, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Vallibona	Altitud (m):	961,32
Coordenadas X:	248573	Tipología:	Abrevadero
Coordenadas Y:	4500756	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas			
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. <i>petragnani</i>	Cx. <i>hortensis hortensis</i>	Cx. <i>pipiens</i>	Cs. <i>longiareolata</i>
21/09/2017	22,7	10,03	-159	4,03	2,0	2,15	38,9	3,7	0,32	0	0	1	0
16/07/2019	24,7	8,51	-77	3,57	1,8	1,93	96,4	0,0	0,00	1	1	0	1

CdC6

Tabla 91. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC6, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Morella	Altitud (m):	863,86
Coordenadas X:	248042	Tipología:	Manantial
Coordenadas Y:	4501581	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. <i>claviger</i>	An. <i>petragnani</i>	Cx. <i>martinii</i>
07/06/2017	15,7	8,37	-66	2,66	1,3	1,39	0,00	1,7	0,14	0	1	0
21/09/2017	12,8	8,19	-56	2,77	1,4	1,47	0,88	2,7	0,28	1	0	1
18/06/2018	14,8	8,75	-85	2,74	1,4	1,47	0,99	33,6	3,40	0	1	0
18/07/2018	14,7	9,15	-108	2,65	1,3	1,40	6,74	8,7	0,36	0	1	1
02/10/2018	10,9	8,39	-68	2,52	1,2	1,35	0,81	10,4	1,15	0	1	0
16/07/2019	14,4	8,58	-113	2,18	1,1	1,18	0,47	0,0	0,00	0	1	0

CdC7

Tabla 92. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC7, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Vallibona	Altitud (m):	1017,08
Coordenadas X:	757494	Tipología:	Charco
Coordenadas Y:	4501970	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	Ae. <i>vexans</i>	Cx. <i>hortensis hortensis</i>
18/06/2018	25,7	8,34	-68	2,85	1,4	1,52	363	30,8	2,19	0	1
18/07/2018	27,3	10,27	-171	1,36	0,7	0,77	13,48	10,4	0,82	1	0



CdC8

Tabla 93. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC8, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización: Vallibona	Altitud (m): 974,67
Coordenadas X: 755983	Tipología: Charca
Coordenadas Y: 4501052	Nivel de antropización: Salvaje
Huso: 30	

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Ae. vexans</i>	<i>Cx. hortensis hortensis</i>	<i>Cx. pipiens</i>
18/07/2018	25,3	8,54	-79	2,57	1,3	1,40	9,36	9,8	0,80	1	1	1

CdC9

Tabla 94. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC9, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización: Morella	Altitud (m): 860,99
Coordenadas X: 247762	Tipología: Bañeras
Coordenadas Y: 4501535	Nivel de antropización: Salvaje
Huso: 31	

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas		
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. hortensis hortensis</i>	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cs. longiar eolata</i>
02/10/2018	13,8	8,25	-72	2,60	1,3	1,39	2,03	10,05	1,08	1	0	1
16/07/2019	24,6	8,60	-80	2,44	1,2	1,33	7,09	0,00	0,00	1	1	1

CdC10

Tabla 95. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC10, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Morella	Altitud (m):	855,05
Coordenadas X:	755292	Tipología:	Abrevadero
Coordenadas Y:	4501575	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	30		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. <i>petrag nani</i>	Cx. <i>hortensis hortensis</i>
02/10/2018	15,9	7,91	-44	1,95	1,0	1,04	0,84	10,5	1,04	1	1

CdC11

Tabla 96. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC11, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Vallibona	Altitud (m):	961,13
Coordenadas X:	248814	Tipología:	Porquera
Coordenadas Y:	4500913	Nivel de antropización:	Salvaje
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas	
	Tª	pH	RedOx	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	An. <i>maculi pennis</i>	Cx. <i>hortensis hortensis</i>
02/10/2018	18,5	10,47	-182	1,43	0,7	0,78	19,74	10,4	0,97	1	1



CdC13

Tabla 97. Tabla resumen de las especies capturadas en el punto de muestreo CdC13, indicando fechas de captura y propiedades físico-químicas del agua.

Localización:	Castell de Cabres	Altitud (m):	1095,31
Coordenadas X:	249629	Tipología:	Charco
Coordenadas Y:	4504899	Nivel de antropización:	Rural
Huso:	31		

Fecha	Físico-química del agua									Especies capturadas			
	Tª	pH	Red Ox	COND	Sal	TDS	Turb	% O ₂	O ₂ ppm	<i>Cx. hortensis hortensis</i>	<i>Cx. territans</i>	<i>Cx. theileri</i>	<i>Cs. longiareo lata</i>
18/06/2018	26,7	7,84	-40	2,91	1,3	1,54	3,06	-	2,15	1	1	1	1

FACULTAT DE CIÈNCIES BIOLÒGIQUES

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
(ESTUDI GENERAL)
