



**Programa de Doctorado en Criminalística
Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales**

iuicp

**ESTUDIO DE LA ENTOMOFAUNA ASOCIADA
A CADÁVARES EN LA COMUNIDAD DE MADRID PARA
SU APLICACIÓN EN LAS INVESTIGACIONES POLICIALES**

Tesis Doctoral presentada por
D^ª Aida M^ª Gómez Gómez

bajo la dirección de
Dra. D^ª Luisa M. Díaz Aranda

Alcalá de Henares, 2016

MERCEDES TORRE ROLDÁN, Profesora Titular de Química Analítica y Secretaria Técnica del IUICP,

HACE CONSTAR:

Que el trabajo descrito en la presente memoria de tesis titulada "**ESTUDIO DE LA ENTOMOFAUNA ASOCIADA A CADÁVERES EN LA COMUNIDAD DE MADRID PARA SU APLICACIÓN EN LAS INVESTIGACIONES POLICIALES**", ha sido realizado en este Instituto Universitario por Dña. Aída Gómez Gómez bajo la dirección de la Dra. Luisa María Díaz Aranda, Profesora Titular de Zoología de la Universidad de Alcalá.

Dicha tesis reúne los requisitos necesarios para su presentación y defensa.

Y para que conste a los efectos oportunos, se firma la presente en Alcalá de Henares, a 26 de julio de 2016.


Fdo. Mercedes Torre Roldán
Secretaría Técnica del IUICP

Dra. D^a Luisa M. Díaz Aranda, profesora titular de Universidad del área de Zoología del Departamento de Ciencias de la Vida de las Universidad de Alcalá y Directora de la presente Tesis doctoral,

HACE CONSTAR:

Que el trabajo descrito en la presente memoria, titulado “**Estudio de la Entomofauna Asociada a Cadáveres en la Comunidad de Madrid para su Aplicación en las Investigaciones Policiales**”, ha sido realizado bajo su dirección por D^a **Aída Gómez Gómez**, dentro del **Programa de Doctorado en Criminalística (D-327)** y que esta tesis reúne todos los requisitos propios de este tipo de trabajo: rigor científico, aportaciones novedosas y aplicación de una metodología adecuada.

Por lo tanto, doy mi Visto Bueno a la presentación de dicha Tesis Doctoral.

Alcalá de Henares, a 18 de Julio de 2016



Luisa M. Díaz Aranda

*A mis hijos, Adriana y Oliver,
y a mi marido, Carlos.*



Agradecimientos

Después de 12 años desde que comenzó esta aventura con sus “desventuras”, los agradecimientos son infinitos y podrían ocupar ni se sabe las páginas, porque son tantos momentos vividos, tantas personas a lo largo del camino...que no habría espacio suficiente para dar las gracias una por una.

Recuerdo como si fuera ayer (y como decía antes, han pasado unos cuantos años) aquel pequeño cartel en el pasillo de Zoología de la Autónoma, pidiendo becarios para un proyecto de Entomología Forense en Alcalá... “Vaya, eso debe ser con Luisa” pensé yo, y luego me dije “voy a echarlo porque esto puede cambiar mi vida” y ¡¡vaya que si lo hizo!!

Gracias Luisa, “mi querida jefona”, gracias por abrirme las puertas de la entomología forense, gracias por haber creído y confiado en mí cuando estabais buscando becario para el proyecto y por haber seguido creyendo en mí hasta el último momento. Gracias por tu apoyo incondicional, por tu caña cuando ha sido necesario, por tus correcciones, por tus críticas, por tu cariño... porque todo ello me ha hecho madurar en muchos aspectos. Te quiero mucho.

Gracias Arturo, Blanca y Vicente, gracias a los tres por haber seguido mi tesis tan de cerca, incluso estando ya “tan lejos”, gracias por vuestra ayuda siempre que lo he necesitado. Gracias a Juan y Espe, por tantas y tantas comidas, batallas y momentos vividos durante los años que estuve en la universidad.

Gracias en especial a Araceli, fuiste como una mamita para todos nosotros en el departamento, y eficiente al 200%, la mejor secretaria del mundo mundial.

En general gracias a todo del Dpto. de Zoología y Antropología Física (porque así seguiré llamando al Dpto. ☺) porque desde el principio me sentí totalmente acogida, gracias José Manuel, Pedro, Susana, Ángeles, Jacinto, Gonzalo, Virginia, Lola, Sagrario, Rufino, Marco... gracias a todos de corazón.

Gracias a toda la gente que he conocido durante mis estancias en Australia e Inglaterra: Danielle, Chris, Adia, Lulu, Ian, Zoe, Amoret, pero desde luego mis más sinceras y especiales gracias a Martin, todo un mentor para mí, gracias por haberme dado la oportunidad de pasar tiempo en vuestro departamento, y en un museo tan especial, por todo lo que he aprendido con vosotros, por tu cariño... Dear Martin, thank you very very very much indeed for everything you have done for me, you cannot imagine how much you mean to me.

Gracias a mis ya no solo compañeros sino amigos: Dani, Carol, Cristi, Alfon, Chusa, Irene, Silvia, Laura, Fátima, Rafiña, Evita, Gemma... gracias por tantos y tantos momentos vividos a lo largo de estos años, por las alegrías y las penas compartidas, por esos “afterwork”, esas

cenar, esas fiestas de Chueca, esas bodas, por tantas y tantas risas, porque... ¡¡sois la leche!!

Y aunque me repita no puedo dejar de dar las gracias otra vez a Cristi y Dani, porque fue genial trabajar en equipo con vosotros y también gracias a Carol porque... sí amiga.

Gracias a mis "Trinity compis", porque sois las que habéis compartido mi día a día en los últimos años, en especial gracias a ti Dra. Gema, por animarme siempre a terminar esto.

A mis padres, gracias porque no debe haber sido fácil ver a vuestra hija subiendo y bajando como en una montaña rusa; porque debe ser difícil entender eso de hacer una tesis, gracias por vuestra paciencia y apoyo incondicional, porque al final lo que sembré ha ido dando frutos, os quiero muchísimo, ah y gracias por ser los mejores "ballelos" del mundo.

A mi hermana Noe, siempre ahí, mi pequeña, gracias por estar a mi lado, por cuidar de tus sobrinos para que yo pudiera sacar ratitos para terminar la tesis, y gracias por muchas otras cosas, te quiero hermanita.

A mis hijos, Adriana y Oliver, mis dos tesoros, gracias por los sacrificios que habéis tenido que hacer para que mamá pudiera ser "doctora de bichos", "claro mamá, porque como te gustan los bichos así podrás curarlos", eres genial hija 😊

A Carlos, mi compañero de camino desde que empecé la tesis, mi compañero de vida, has vivido, sufrido, disfrutado, enfadado, amado... a lo largo de esta tesis junto a mí, no tendría palabras suficientes para agradecerte todo; esto no habría salido adelante sin tu ayuda, así que va un GRACIAS en mayúsculas por todo lo que tú ya sabes y más, te quiero mi vida.

Y por último, pero no por ello menos importante, GRACIAS a ti que desde allá arriba, guías mis pasos e iluminas mi camino en todo momento.

Esta tesis doctoral ha sido financiada por

- Ministerio de Ciencia y Tecnología: Proyecto de Investigación BOS2003-00400.
- Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales (IUICP) de la Universidad de Alcalá: Proyecto de Investigación IUICP/PI2007/003.

Durante la elaboración de este trabajo, Aida Gómez Gómez ha disfrutado de las siguientes becas:

- Programa de Formación de Personal Investigador (FPI) del Ministerio de Ciencia y Tecnología asociada al proyecto BOS2003-00400.
- Beca de investigación asociada al Proyecto del IUICP/PI2007/003.



Índice

RESUMEN/ABSTRACT	1
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	
Definición	5
La entomología forense en España	6
Evolución histórica de la Entomología Forense en España	7
La entomología forense en España: Investigación	9
La entomología forense en España: Aplicación	10
La entomología forense en España: Formación y Divulgación	11
Anexo Bibliográfico sobre la entomología forense en España	13
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS	
Presentación de los objetivos	25
CAPÍTULO 3. MATERIAL Y MÉTODOS	
3.1 Descripción del área de estudio	29
3.2 Modelo animal	32
3.3 Metodología de muestreo	34
3.4 Conservación e identificación del material	38
3.5 Procesado de los datos y análisis estadístico	40
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN	
4.1.1. Descripción del Proceso de Descomposición	41
4.1.2. Secuencia de los Estados de Descomposición	45
4.1.3. Duración de los Estados de Descomposición	47
4.1.4. Pérdida de Biomasa y Tasa de Descomposición	59
4.2. COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA	
Composición Faunística	63
Orden Diptera	65
Familia Calliphoridae	68
Familia Muscidae	74
Familia Sarcophagidae	77
Familia Piophilidae	81

Orden Coleoptera	83
Familia Silphidae	85
Familia Dermestidae	87
Familia Cleridae.....	88
Familia Nitidulidae	88
Familias Histeridae y Staphylinidae	89
Orden Hymenoptera.....	92
Anexo 4.2.1. Diptera	93
Anexo 4.2.2 Coleoptera	97
Anexo 4.2.3 Hymenoptera.....	103
Anexo 4.2.4 Otros grupos	104

4.3. ESPECIES DE INTERÉS FORENSE

Especies de interés forense	107
4.3.1. Especies colectadas sobre cadáveres humanos	107
4.3.2. Patrones de residencia de la fauna.....	113
Taxones mínimamente abundantes.....	114
Periodo de presencia.....	119
Interrupciones en el periodo de presencia	122
Periodo máximo ininterrumpido.....	125
4.3.3. Relación entre el momento de aparición de la fauna cadavérica y el comienzo de los distintos estados de descomposición.....	131
4.3.4. Especies de utilidad forense	135
Anexo 4.3.1.a Parámetros de colonización globales. Dípteros.....	139
Anexo 4.3.1.b Parámetros de colonización globales. Coleópteros	140
Anexo 4.3.2.a Parámetros de colonización del Experimento de Verano. Dípteros.	141
Anexo 4.3.2.b Parámetros de colonización del Experimento de Verano. Coleópteros.....	142
Anexo 4.3.3.a Parámetros de colonización del Experimento de Otoño. Dípteros.....	144
Anexo 4.3.3.b Parámetros de colonización del Experimento de Otoño. Coleópteros.	145
Anexo 4.3.4.a Parámetros de colonización del Experimento de Invierno. Dípteros.....	147
Anexo 4.3.4.b Parámetros de colonización del Experimento de Invierno. Coleópteros.	148
Anexo 4.3.5.a Parámetros de colonización del Experimento de Primavera. Dípteros.	150
Anexo 4.3.5.b Parámetros de colonización del Experimento de Primavera. Coleópteros.	151

4.4. SUCESIÓN DE LA ENTOMOFAUNA

Sucesión de la entomofauna	153
Estado Fresco.....	170
Estado Hinchado	172
Descomposición Activa	173
Descomposición Avanzada	174
Restos.....	177

Anexo 4.4.1. Tabla de contingencia Dípteros de Verano.....	181
Anexo 4.4.2. Tabla de contingencia Coleópteros de Verano	182
Anexo 4.4.3. Tabla de contingencia Dípteros de Otoño	183
Anexo 4.4.4. Tabla de contingencia Coleópteros de Otoño	184
Anexo 4.4.5. Tabla de contingencia Dípteros de Invierno	185
Anexo 4.4.6. Tabla de contingencia Coleópteros de Invierno	186
Anexo 4.4.7. Tabla de contingencia Primavera 1	187
Anexo 4.4.8. Tabla de contingencia Primavera 2	188
CONCLUSIONES	189
BIBLIOGRAFÍA.....	193
ANEXO DIFUSIÓN CIENTÍFICA.....	211



Resumen

La entomología forense en su aplicación más conocida es la entomología médico legal, es decir, el estudio de los artrópodos que invaden cuerpos en descomposición para su aplicación en las investigaciones judiciales y policiales, con el principal objetivo de calcular el Intervalo postmortem (IPM).

La Estimación del Intervalo postmortem se puede llevar a cabo de diversas formas dependiendo del estado de descomposición en el que se hallen unos restos. En caso de estados de descomposición avanzada se utiliza comúnmente el estudio de los patrones de sucesión de la fauna para la estima de dicho IPM. En este sentido es crucial el conocimiento de la composición faunística a nivel local, así como los patrones estacionales de la sucesión y el periodo de presencia de las especies.

En nuestra Península se han desarrollado estudios previos de sucesión en Huesca (CASTILLO-MIRALBES, 2002), Murcia (ARNALDOS et al., 2004; BEGOÑA GAMINDE, 2015), Madrid (GARCÍA-ROJO, 2004), Alicante (VELÁSQUEZ, 2011), Badajoz, (PÉREZ-BOTE et al., 2012), Lisboa (PRADO E CASTRO, 2011) y Asturias (PERALTA et al., 2013). No obstante, este es el primer proyecto realizado a gran escala temporal en la península y el segundo a nivel europeo (MAĐRA et al., 2015).

En la presente tesis doctoral presentamos un estudio llevado a cabo en la Comunidad de Madrid enmarcado en el proyecto titulado “Entomología Forense: estudio de los insectos asociados a cadáveres en descomposición para su aplicación en las investigaciones policiales” (Ministerio de Ciencia y Tecnología- BOS2003-00400).

El estudio se ha desarrollado en una finca propiedad de la Universidad de Alcalá, en el centro de España. Dicha finca está situada en una zona periurbana con vegetación dominante de tipo ruderal, perteneciente al piso bioclimático Mesomediterráneo.

Se han llevado a cabo 4 experimentos diferentes en las distintas estaciones del año: (i): desde junio de 2004 a agosto de 2006, (ii): desde septiembre de 2004 a noviembre de 2006, (iii): desde enero de 2005 a abril de 2008 y (iv): desde abril 2005 hasta abril de 2008.

En cada experimento se han utilizado 3 cerdos domésticos como modelo animal: un control sobre el cual no se recogen muestras de fauna y dos réplicas; llevándose a cabo muestreos periódicos durante todo el proceso descomponedor. Una vez en el laboratorio se procede a la identificación de los adultos muestreados, así como cría y posterior identificación de los estados inmaduros. Por otro lado, en los muestreos también se han registrado datos climáticos, pesos de los cerdos, temperaturas corporales de los mismos, y otro tipo de información que pueda resultar relevante.

Se han definido y considerado 5 estados de descomposición a lo largo del proceso descomponedor en cada experimento: Fresco, Hinchado, Descomposición Activa, Descomposición Avanzada y Restos, presentando cada estado una duración concreta dependiendo de la estación y de las condiciones climáticas.

Se han identificado alrededor de 54.000 individuos entre inmaduros (huevos, larvas y pupas) y adultos, pertenecientes a más de 94 familias de artrópodos y 346 especies. Coleoptera y Diptera han sido los órdenes principales en cuanto a presencia, abundancia y diversidad de especies. Se han registrado 6 nuevas citas para la fauna española: los dípteros piofílidos *Centrophlebomyia furcata* y *Piophila megastigmata* y por otro lado, los coleópteros estafilínidos *Aleochara (Xenochara) cuniculorum*, *Atheta aeneicollis*, *Haploglossa gentilis* y *Leptacinus intermedius*.

Una vez identificada la fauna, se seleccionaron los taxones mínimamente abundantes para poder analizar posteriormente tres parámetros de residencia de dichos taxones: (1) periodo de presencia, (2) interrupciones en el periodo de presencia y (3) periodo máximo ininterrumpido, así como la regularidad del momento de aparición de dichos taxones con respecto al comienzo de los estados de descomposición. Con los resultados se ha elaborado una lista de especies de potencial utilidad forense para su aplicación en zonas geográficas con condiciones similares a la nuestra.

Posteriormente se han analizado los patrones de sucesión de las especies de potencial utilidad forense ya que la composición faunística de las comunidades de dípteros y coleópteros va cambiando a lo largo del proceso descomponedor. Para ello, en primer lugar, se realizó un análisis de correspondencias con el objetivo de asociar las especies de artrópodos a los distintos estados del proceso descomponedor, obteniendo como resultado que los dípteros generalmente están más asociados a los estados de descomposición Fresco, Hinchado y Descomposición Activa, mientras que la mayor parte de coleópteros lo están a los estados de Descomposición Avanzada y Restos Esqueléticos.

Por último, se ha establecido la sucesión de la fauna para cada experimento realizado, según la estación de inicio, pudiendo observar claras diferencias entre los distintos experimentos, en lo que al momento de aparición y desaparición de las distintas especies se refiere, permitiendo concluir que los taxones que tienen un mayor valor como indicadores de la sucesión por su momento de aparición son los que se alimentan directamente del cadáver como pueden ser: estados inmaduros de dípteros Califóridos, Sarcófágidos y Piofílidos e inmaduros de Cléridos, Derméstidos, Nitidúlidos y Sílfidos.

Una vez comparados nuestros resultados con otros estudios desarrollados a nivel mundial, y a pesar de que los resultados son congruentes a nivel de los estados de descomposición observados, fauna asociada y patrones de sucesión de la misma, podemos remarcar la necesidad de realizar estudios empleando diversas metodologías y en distintos ambientes y regiones geográficas para poder determinar el potencial forense de los distintos taxones y poder aplicar esta herramienta con mayor fiabilidad en casos reales.



Abstract

Forensic Entomology is, in its most common application, medicolegal entomology, this is, the study of arthropods inhabiting decomposing remains to aid police investigations, with the main objective of calculating the Postmortem Interval (PMI).

The estimation of the Postmortem Interval (PMI) can be approached in different ways depending on the decomposition stage of the remains. In the case of advanced decomposing remains, the study of succession patterns is commonly used to estimate the PMI. In this sense, knowledge of the composition of the local fauna, seasonal patterns of its succession and presence period of the species is required.

In Spain, previous seasonal succession studies have been carried out in Huesca (CASTILLO-MIRALBES, 2002), Murcia (ARNALDOS et al., 2004; BEGOÑA GAMINDE, 2015), Madrid (GARCÍA-ROJO, 2004), Alicante (VELÁSQUEZ, 2011), Badajoz, (PÉREZ-BOTE et al., 2012), Lisboa (PRADO E CASTRO, 2011) y Asturias (PERALTA et al., 2013). Nonetheless, this is the first long term Project carried out in the Iberian Peninsula and the second one in Europe (MADRA et al., 2015).

In this Ph-D thesis we present a study conducted in the Community of Madrid, framed within a project entitled: "Forensic Entomology: study of insects inhabiting decomposing remains to aid police investigations" (Ministry of Science and Technology- BOS2003-00400).

The study was carried out on a private property from the University of Alcalá in central Spain. The area is a periurban plot with dominant ruderal vegetation, located on the Mesomediterranean bioclimatic level.

Four different trials were carried out, one in each season (i): from June 2004 to August 2006, (ii): from September 2004 to November 2006, (iii): from January 2005 to April 2008 and (iv): from April 2005 to April 2008).

In each trial 3 domestic pigs were used as animal models: one first control in which no arthropods were collected and two experimental replicates, carrying out arthropod samplings throughout the decomposition process. Once at the laboratory, adult specimens were identified and immature stages were reared to adulthood to be identified afterwards. Moreover, climatic data, pig weights, body temperatures and other relevant information were recorded.

Five stages of decomposition were considered: Fresh, Bloated, Active Decay, Advanced Decay and Remains, each stage with durations depending on the season and ambient conditions.

About 54,000 arthropod specimens among immatures (eggs, larvae and pupae) or adults were examined, belonging to more than 94 families and 346 species. Coleoptera and

Diptera have been the main orders regarding presence, abundance and diversity of species. There are six species new for the Spanish fauna: dipterans piophilids *Centrophlebomyia furcata* and *Piophila megastigmata* and, on the other hand coleopterans Staphylinids *Aleochara (Xenochara) cuniculorum*, *Atheta aeneicollis*, *Haploglossa gentilis* and *Leptacinus intermedius*.

Once all the specimens have been identified, those minimally abundant were selected in order to analyze three residency patterns afterwards: (1) length of the presence period, (2) breaks in the presence period and (3) longest unbroken period, as well as the consistency of the relationship between appearance time of carrion fauna and onsets of decomposition stages. A list of potential forensic usefulness of carrion fauna was elaborated in order to be applied in geographical areas similar to ours.

Later, succession patterns of forensic useful species have been analyzed since composition of dipteran and coleopteran communities change along the decomposition process. Firstly, a correspondence analysis was carried out in order to associate arthropod species with the different decomposition stages, resulting this in dipterans generally more associated to Fresh, Bloated and Active decay, while most of Coleopterans associated to advanced decay and skeletal remains.

Finally, succession of fauna have been established for each experiment carried out, observing clear differences among them regarding appearance and disappearance time of species, allowing us to conclude that taxons with higher value as forensic succession indicators are those which directly feed on the corpse as: immatures of Dipterans Calliphorids, Sarcophagids and Piophilids and immatures of Coleopterans Clerids, Dermestids, Nitidulids and Silphids.

Once our results have been compared with others obtained from worldwide studies, and despite them being consistent regarding both decomposition stages, associated fauna and its succession patterns, we can highlight the necessity of developing studies with different methodologies and different environments and geographical areas in order to determine potential forensic usefulness of the fauna so as to be able to apply this tool in real cases with higher reliability.

Capítulo 1

Introducción

1.1 Definición

Se tiende a definir la Entomología Forense como el estudio de los artrópodos asociados a los cadáveres, con el objeto de aportar información útil en las investigaciones de carácter policial o judicial; pero el adjetivo forense es mucho más amplio que lo estrictamente relacionado con cadáveres, de hecho el término forense proviene del latín *forensis*, que significa “público y manifiesto” o “pertenciente al foro”; es decir, lo que concierne a los tribunales y sus audiencias.

Por tanto, la Entomología forense es una disciplina mucho más amplia y podemos considerar que incluye tres marcos de aplicación, cada uno de ellos relacionado con un objetivo distinto (LORD & STEVENSON, 1986):

- **Entomología de los productos almacenados:** Los procesos integrados en el ámbito comercial e industrial incluyen la interacción de los artrópodos con productos comerciales o industriales desde la alteración, contaminación o destrucción de productos almacenados, hasta la utilización de los insectos como bioindicadores de contaminación industrial.
- **Entomología urbana:** Los procesos de ámbito doméstico son aquellos procesos legales donde intervienen artrópodos que actúan sobre inmuebles y estructuras del ambiente urbano, así como sobre los propios seres humanos o sus mascotas. En términos generales se engloban en lo que se suele denominar “entomología urbana” o la relación de los artrópodos con las edificaciones humanas, jardines y los efectos derivados de su control (plaguicidas).
- **Entomología médico-legal:** incluye los casos que forman parte de investigaciones de tipo criminal. En la actualidad, la American Board of Forensic Entomology (EKRAKENE E ILOBA, 2011) considera a la entomología forense como sinónimo de entomología médico-legal y la define como la ciencia que utiliza las evidencias entomológicas para descubrir circunstancias de interés judicial, generalmente relacionadas con delitos. Este es precisamente el ámbito del presente trabajo y, por ello, al hablar de entomología forense nos referimos a la entomología médico-legal.

Son muchas las aportaciones de la entomología forense en las investigaciones judiciales y policiales, como la determinación del posible movimiento de un cadáver (SMITH, 1986), la Entomotoxicología (LOPES DE CARVALHO, 2010), la identificación del sujeto a través del ADN mitocondrial (WELLS *et al.*, 2001), la existencia de traumatismos *antemortem* (ROETERDINK *et al.*, 2004), la determinación de negligencias y abandonos (BENECKE *et al.*, 2001, 2004) etc, pero sin duda, su principal aportación es la estimación del Intervalo postmortem mínimo (IPMmin), data de la muerte o cronotanatodiagnostico (HALL *et al.*, 2012).

Aunque se trata de una disciplina forense con casi dos siglos de uso, sigue siendo una disciplina joven, ya que su evolución ha sido lenta y su desarrollo ha dependido de la dedicación de un número de científicos relativamente bajo en comparación con otros campos médicos y paramédicos (GUPTA & SETIA, 2004). En la actualidad la entomología forense está ganando cada vez más reconocimiento internacional y son muchos los retos planteados para el futuro, siendo uno de los más importantes la combinación de los resultados obtenidos en las investigaciones con el trabajo en casos reales (AMENDT et al., 2011).

A partir de las dos últimas décadas del siglo XX la disciplina ha evolucionado considerablemente en todo el mundo, y aunque la utilización de los insectos como herramienta forense comenzó en Europa de forma metódica a finales del siglo XIX con los trabajos de BERGERET (1855) y MEGNIN (1894), no ha sido hasta hace tres décadas cuando ha logrado su reconocimiento como disciplina de utilidad en las investigaciones policiales, de hecho VINCENT et al. (1985) recopilan toda la bibliografía publicada sobre el tema hasta 1983, presentado únicamente 329 referencias. Desde dicha revisión, las distintas áreas de la Entomología Forense han progresado de forma considerable y con ello el ingente número de artículos científicos publicados. Las distintas aplicaciones de la Entomología forense actual han sido revisadas de manera muy extensa por diversos autores (GOFF, 2000; GENNARD, 2007; HASKELL & WILLIAMS, 2008; BYRD & CASTNER, 2009; AMENDT et al., 2010).

En España la situación es un reflejo de lo ocurrido a nivel internacional y el siguiente apartado hará un recorrido por la evolución de la entomología forense en nuestro país

1.2 La Entomología Forense en España

El apartado que a continuación se expone es resultado de una revisión realizada por GÓMEZ-GÓMEZ et al. (2007) y su posterior actualización con el fin de dar una visión de la evolución de la entomología forense en España a lo largo de la historia, así como de su situación actual en distintos aspectos, tales como la investigación, aplicación a casos reales y, por último, en el ámbito educativo o formativo.

Para la realización de dicha revisión se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica recopilando todos los artículos publicados sobre Entomología Forense en España, consultando para ello diversas bases de datos a través de la red (Biological Abstracts, ISI Web of Knowledge, JSTOR, Medline, PubMed, ScienceDirect o SpringerLink). Además se consultaron todos los libros y revistas de medicina legal y otras disciplinas científicas a los que se tuvo acceso en diferentes bibliotecas universitarias de la Comunidad de Madrid, realizando un vaciado sistemático en busca de referencias a esta disciplina forense.

Tras la recopilación del material, las publicaciones se clasificaron atendiendo a diversas categorías temáticas (divulgación científica, educación o formación, aplicación e

investigación en entomología forense s.s.) y temporales (década de publicación) para poder estimar la evolución histórica de la entomología forense como disciplina en España.

Al final de este capítulo se puede consultar un listado bibliográfico actualizado que recopila los trabajos de autores españoles y portugueses sobre esta disciplina en la Península Ibérica.

Evolución Histórica de la Entomología Forense en España

Una buena manera de visualizar el progreso de una disciplina a lo largo de la historia es analizar el número de artículos científicos publicados al respecto.

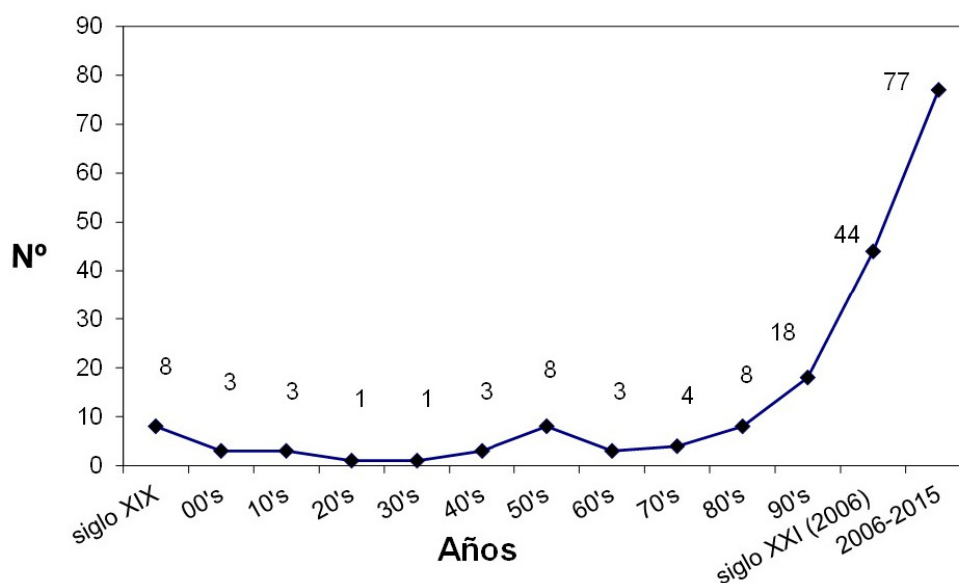


Figura 1.2.1. Número de publicaciones sobre Entomología Forense en España

Como puede observarse en la Figura 1.2.1, el número de publicaciones sobre entomología forense fue escaso desde la aparición de esta disciplina en España en la segunda mitad del siglo XIX, si bien no se ignoró la importancia de la misma en vista de la cantidad de referencias de carácter formativo encontradas en libros y revistas de medicina legal.

El primer autor español en profundizar en este campo desde un punto de vista aplicado fue GRAELLS (1886), haciéndose eco de los trabajos realizados por MÉGNIN (1894) y resaltando la utilidad de la entomología en las prácticas médico legales. Muchos otros autores (MATA, 1844, 1866; SOLÍS CLARAS, 1885; LÓPEZ SAÑUDO, 1891) trataron la presencia de los insectos en los cadáveres y la utilidad de la entomología en los casos forenses, aunque pocos realizaron trabajos de investigación dentro de esta disciplina. Además, la mayoría se limitaron a exponer los resultados de MÉGNIN (1894); de hecho, algunas publicaciones formativas o de divulgación relativamente recientes han continuado reproduciendo los resultados del veterinario francés (REVERTE COMA, 1991).

Por el contrario, ya en esa época otros autores españoles cuestionaron la validez de los resultados de Mégnin, resaltando la importancia de conocer la fauna cadavérica en las diferentes regiones geográficas (LECHA-MARZO, 1917; ÁLVAREZ HERRERA, 1940). En este sentido cabe destacar las palabras de PIGA (1928, pp: 178) que en esa época ya escribió:

“Bastantes de las aseveraciones hechas por Mégnin, tomadas como artículo de fe y copiadas por todos los autores sin procurar comprobar su exactitud, van siendo en estos últimos años rectificadas, cosa que no tiene nada de extraño, puesto que aun siendo completamente exacto todo lo observado por el sabio entomólogo, es lógico deducir la diferencia y variabilidad de la fauna cadavérica en diferentes regiones”

A pesar de esa necesidad de estudios biogeográficos, las investigaciones llevadas a cabo en España fueron muy escasas y puntuales (DOMÍNGUEZ & GÓMEZ, 1957; VILLALAIN BLANCO 1976), y muchas veces basadas en observaciones personales (RÍOS 1902a, 1902b, LECHA-MARZO, 1917; BÁGUENA, 1952).

Coincidiendo con el auge de la Entomología Forense en el ámbito internacional, fue a partir de las dos últimas décadas del siglo XX cuando el número de trabajos experimentales y por tanto el de publicaciones científicas se incrementó considerablemente (Fig. 1.2.2), existiendo en la actualidad varios grupos españoles que investigan sobre la fauna de interés forense.

Desde que se realizara la revisión bibliográfica de 2007 (GÓMEZ-GÓMEZ *et al*, 2007) hasta la actualidad, hay que resaltar el notable incremento en el número de artículos publicados, particularmente en el campo de la investigación así como de aplicación en casos reales (Figs. 1.2.1 y 1.2.2), lo cual pone de manifiesto, por un lado, el gran trabajo realizado por los investigadores de nuestro país en los últimos años y, por otro, cómo cada vez se tiene más en cuenta la Entomología forense en la resolución de casos.

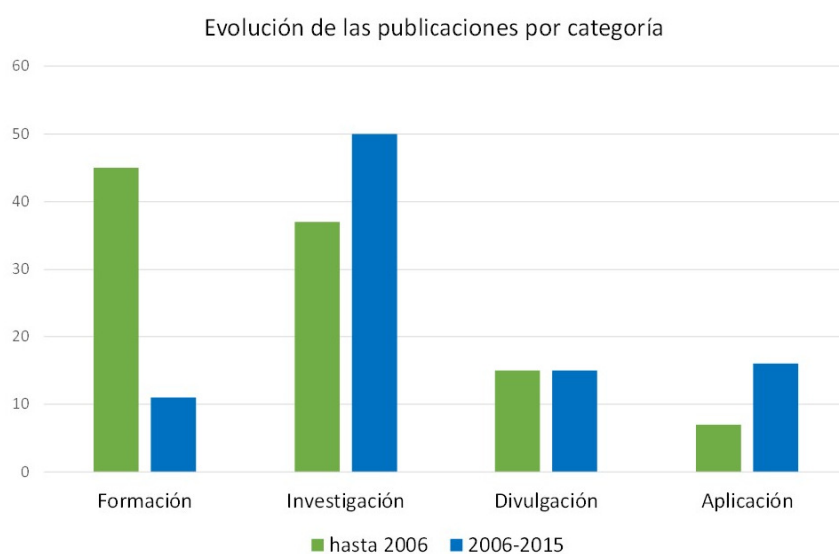


Figura 1.2.2 Evolución del número de publicaciones por categoría temática

La entomología forense en España: Investigación

En España son varias las universidades en las que se investiga, o ha investigado, en el campo de la entomología forense: Universidad de Alcalá, Universidad de Alicante, Universidad de Granada, Universidad de Extremadura, Universidad de Murcia, Universidad del País Vasco y Universidad de Zaragoza. Los proyectos de investigación llevados a cabo se han centrado principalmente en los campos más básicos de esta disciplina, como son la catalogación de la fauna de interés forense a nivel regional, el establecimiento de las sucesiones de fauna según avanza el proceso descomponedor o el estudio del ciclo de desarrollo de las especies de dípteros de mayor interés forense. Por otro lado, cuando se publicó la primera revisión en 2007, en la Universidad de Cádiz trabajaban en la identificación de especies de interés forense a través de métodos moleculares cada vez más utilizados por su rapidez y eficacia en la identificación de las especies implicadas en los casos.

A pesar de que en los últimos años ha aumentado el número de grupos y centros de investigación que han ido aportando datos a nivel regional (CASTILLO-MIRALBES, 2002; ARNALDOS et al., 2004; MONEO PELLITERO & SALOÑA BORDAS, 2007; MARTIN VEGA, 2011; VELÁSQUEZ, 2011; CARLES TOLRÁ et al., 2012; PÉREZ-BOTE et al, 2012; BAZ et al., 2015), todavía falta bastante información en las distintas áreas de esta disciplina, lo cual obliga a recurrir a datos de otros países para la resolución de casos, con las implicaciones negativas que ello conlleva, por tanto resulta imprescindible estudiar la fauna a nivel regional a efectos de su aplicación a la práctica forense (ARNALDOS et al, 2006).

Por otro lado, además de las tres líneas básicas en las que se centran los proyectos de investigación llevados a cabo en nuestro país (faunística, sucesión de la entomofauna y desarrollo de dípteros y coleópteros), existen otras líneas necesarias en las investigaciones policiales y/o judiciales, que se desarrollan en otros países, tales como toxicología, ADN, comportamiento, efecto de diversas variables sobre el proceso de descomposición y sucesión de la fauna, etc., de las que todavía no se han realizado suficientes estudios en profundidad en España.

Si ampliamos con la investigación desarrollada en nuestro país vecino, los insectos asociados a cadáveres nunca recibieron mucho interés por parte de entomólogos portugueses, como demuestra el primer catálogo de dípteros publicado en 2002. Por otro lado, con respecto a estudios de entomología forense como tal, el primero llevado a cabo en el país fue en 2005 sobre sucesión de la entomofauna (PRADO E CASTRO et al., 2011 Y 2012).

La entomología forense en España: Aplicación.

En cuanto a la aplicación de la entomología forense en la resolución de casos reales, en la actualidad existen 3 centros en España en los que se reciben muestras de insectos colectados en cadáveres humanos de diversas localidades del país: el Instituto Anatómico Forense de Madrid (MAGAÑA, 1999; PRIETO et al, 2004); el Laboratorio de Entomología Forense de la Unidad Central de Identificación (Sección de Técnicas Identificativas) de la Comisaría General de Policía Científica (GARCÍA-ROJO et al., 2006, 2008 y 2009; PEDREÑO SALA, 2014) y el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (AGUDO et al., 1998). Antiguamente el Laboratorio Forense para la Vida Salvaje, actualmente Laboratorio Forense de Vida Silvestre, también prestaba servicios en casos relativos a animales (BERG, 2001) pero en la actualidad ya no trabaja en este campo.

Por otro lado, en algunas ocasiones, los investigadores de las distintas universidades colaboran puntualmente con estos centros en la resolución de casos reales y en la elaboración de informes periciales (ARNALDOS et al., 2005; GONZÁLEZ MEDINA et al., 2011; VELÁSQUEZ 2011; SALOÑA et al., 2015). No obstante, en España, en la mayoría de casos, el entomólogo no está presente en la escena del crimen y por tanto existe cierta preocupación con respecto a la recogida, conservación y análisis de las evidencias entomológicas (ARNALDOS et al, 2006) para lo cual se hace necesaria una formación adecuada, aspecto del cual hablaremos más adelante.

El correcto tratamiento de las evidencias entomológicas se hace imprescindible para la elaboración de informes periciales de calidad, por lo que habría que establecer criterios estandarizados a nivel mundial que además facilitarían la posibilidad de contrastar los resultados por distintos investigadores (ARNALDOS et al., 2006). A este respecto, AMENDT et al. (2007) publicaron un trabajo con una serie de pautas de obligado cumplimiento y recomendaciones a tener en cuenta para garantizar un mínimo nivel de competencia al emplear evidencias entomológicas en la resolución de casos forenses. Así, analizan aspectos como el equipamiento adecuado en la escena del crimen, los métodos y lugares para la recogida de evidencias, el análisis de las condiciones ambientales en el escenario del crimen o el procesamiento de las evidencias entomológicas en el laboratorio entre otros.

Por último, ARNALDOS et al. (2006) basándose en directrices aceptadas en el ámbito de la entomología forense, en su experiencia previa y adaptándose además al sistema judicial español, proponen por su parte un formulario de trabajo estandarizado para facilitar la labor de los profesionales que acuden a la escena del crimen.

La entomología forense en España: Formación y Divulgación

En cuanto a la actividad educativa, en la revisión de 2007, se contabilizaron 58 cursos relacionados con la criminalística y las ciencias forenses en general, en cerca de 40 centros diferentes, de los cuales 16 incluían la entomología forense en sus programas.

En la actualidad la formación va en aumento y prueba de ello es que cada vez son más los másteres en los que se imparte la entomología forense como parte del programa. Así por ejemplo, existen cursos y másteres en Ciencias Forenses o Policiales en las Universidades de Alcalá, Alicante, Autónoma de Madrid, Camilo José Cela, Complutense de Madrid, Córdoba, Murcia, País Vasco o Valencia entre otras, que incluyen la entomología forense.

Toda vez que en España en la mayoría de los casos el entomólogo no está presente en la escena del crimen como ya hemos mencionado antes, se hace necesaria una formación adecuada del personal que acude a dicha escena para que pueda recabar correctamente los datos pertinentes, especialmente relativos a las condiciones ambientales, de modo que las evidencias entomológicas sean de utilidad (ARNALDOS et al., 2006).

LUNA MALDONADO & GARCÍA (2006) realizan un análisis de la situación de la enseñanza de la entomología forense en España y proponen una formación estructurada en tres niveles: formación básica, formación especializada dirigida a la capacitación de especialistas en entomología forense y, para los que ya son especialistas, formación especializada dirigida a la capacitación específica en campos muy concretos. Además señalan la necesidad de que la formación esté acreditada y certificada por organismos adecuados. En este sentido, MAGAÑA (DORADO FERNÁNDEZ, 2009) y SALOÑA et al. (2015) apuntan que a pesar de que la formación va en aumento, al no existir la especialidad en entomología forense como tal, no se ofertan plazas en estamentos públicos como los Institutos de Medicina Legal (IML) por ejemplo. LUNA MALDONADO & GARCÍA (2006) de hecho, sugieren la necesidad de que la universidad se integre en dichos IML para asistirlos.

Además, ponen de manifiesto la necesidad de formar consorcios docentes entre universidades e instituciones que participan en la actividad pericial práctica, proponiendo la constitución de una institución que centralice y coordine actividades formativas en entomología forense estableciendo unos criterios mínimos de calidad para la acreditación a nivel europeo. En este contexto, cabe destacar la creación en el año 2007 del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales (IUICP), fruto del convenio marco de colaboración entre el Ministerio del Interior y la Universidad de Alcalá, entre cuyos objetivos se encuentra ampliar la formación de los Cuerpos de Seguridad del Estado en distintas disciplinas forenses, contando para ello con un título oficial de “Máster Universitario en Ciencias Policiales” desde el curso 2008/2009 y un doctorado en “Criminalística” sustituido desde el 2015 por un Doctorado conjunto con la Universidad de Murcia en “Ciencias Forenses”. Además, en la actualidad, se está procediendo a la verificación de un futuro Grado en “Criminalística: Ciencias y Tecnologías Forenses”.

Por otro lado, también en el año 2007, tuvo lugar una reunión en el Instituto Anatómico Forense de Madrid entre especialistas de diversas instituciones con el objetivo de crear la Asociación Española de Entomología Forense, llegándose a redactar incluso los estatutos de la misma en los que quedó reflejado como objetivo principal el de contribuir al progreso del estudio de la entomología en su aplicación en el ámbito médico legal, y estrechar la relación entre todas aquellas personas y entidades que se dedican al estudio, investigación y desarrollo de dicha ciencia. Lamentablemente dicha asociación no llegó a ver la luz. Por tanto, a pesar del interés común en este sentido incluso a nivel europeo (AMENDT et al., 2007), no existe de momento ninguna institución que acredite la formación en entomología forense y por tanto esto sigue siendo un reto principal de cara al futuro.

Por último, hay que añadir que en los últimos años ha surgido un gran interés popular por la entomología forense, lo cual tiene el aspecto positivo de promocionar la importancia y utilidad de ésta y otras disciplinas en las investigaciones policiales. Sin embargo, la popularidad también ha sido la causa del aumento de casos de intrusismo, asociados en ocasiones a la publicación de datos de dudosa fiabilidad, que pueden terminar ocasionando un perjuicio grave a la disciplina y a los investigadores que trabajan de manera metódica en ella.

Como se concluye en GÓMEZ-GÓMEZ *et al* (2007) aunque la entomología forense ha evolucionado considerablemente en muchos aspectos en España en las tres últimas décadas, hay todavía un largo camino por recorrer, especialmente en cuanto a formación e investigación en diferentes zonas geográficas y en las diversas áreas de esta disciplina.

Anexo Bibliográfico sobre la Entomología Forense en España

Artículos de Divulgación

- ALCARAZ, R. 2002. Datación del cadáver antiguo. *Sector Seguridad* 8: 28-32
- ALCARAZ, R. 2002. Putrefacción cadavérica. *Sector Seguridad* 6: 36-40.
- ANTÓN BARBERÁ, F. 2000. La entomología forense en la investigación policial. *Ciencia Policial* 54: 21-29.
- ANTÓN BARBERÁ, F. 2003. Nuevos confidentes de la policía: los insectos. *Revista Agente de Policía* IV (17): 51-56.
- AZNAR CERVANTES, S. D. 2005. Phoridae: Todo un reto para la entomología forense. *Eubacteria* 17: 19-21.
- BERG, E. Van den. 2001. Se ha escrito un crimen. *National Geographic España* 8 (5): 64-74.
- CASTILLO, M. 2001. El papel de las moscardas en la entomología forense: dípteros necrófagos y colonización de carroñas. *Quercus* 186: 24-27.
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2001. Entomofauna carroñera: la magia de convertir lo muerto en vivo. *Ibón*. 2001; 13: 22-28.
- COPERÍAS, E. M. 1996. Los insectos ayudan a la policía. La mosca delató al asesino. *Muy interesante*. 1996; 184: 67-69.
- COPERÍAS, E. M. 2004. La pista del crimen. Así ayudan los insectos a la policía. *Muy interesante* 277: 48-56.
- GONZÁLEZ PEÑA, L. 2002. En la vanguardia de las ciencias forenses. *Revista Policía* 161: 40-48.
- MAGAÑA, C. 2003. Entomología forense. *Insectarium virtual* (revista electrónica).
- MORENO MARTÍNEZ; PIERA PELLICER, J. A.; ANTÓN BARBERÁ, F.; MENÉ MORENO, C.; MULET FALCÓ, F.; TIRADO DARDER, J. J. 2000. La entomología aplicada a la investigación forense. *Enfermería Integral* 52: VII-XI.
- ROMERA, E.; ARNALDOS, M. I.; GARCÍA, M. D. 2002. Entomología forense... esa gran desconocida. *Eubacteria* 10: 8-9.
- VIEJO MONTESINOS, J. L.; ROMERO LÓPEZ, P. S. 1992. Entomología forense. *Quercus* 82: 33-35.

Artículos de Revisión

(Educación o Formación en Gómez-Gómez *et al*, 2007)

- ÁLVAREZ HERRERA, A. 1940. *Auxiliares de la putrefacción*. Salvat. Barcelona, 28-30.
- ANÓNIMO.: *Médicos forenses* [Temario para oposiciones]. Volumen I. [s. n.]. [s. l.], 1935. 772-778.
- ANTÓN BARBERÁ, F.; DE LUIS Y TURÉGANO, J. V. 1998. *Policía científica*. 3ª ed. Tirant lo Blanch. Valencia, 917-918.
- ARNALDOS MI, LUNA A, PRESA JJ, LÓPEZ-GALLEGO E, GARCÍA MD. 2006a. Entomología Forense en España: hacia una buena práctica profesional. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 17-38

- ARNALDOS MI, PRADO E CASTRO C, PRESA JJ, LÓPEZ-GALLEGO E & GARCÍA MD. 2006b. Importancia de los estudios regionales de fauna sarcosaprófaga: aplicación a la práctica forense. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 63-82
- ARNALDOS, M. I.; ROMERA, E. GARCÍA, M. D.; LUNA, A. 2001. Protocolo para la recogida, conservación y remisión de muestras entomológicas en casos forenses. *Cuadernos de Medicina Forense* 25: 65-73.
- ASO ESCARIO, J.; CORRONS PERRAMON, J.; COBO PLANA, J. A. 1998. El intervalo postmortal. Interés médico, policial, legal y forense. Masson. Barcelona 51-55.
- AYALA Y GALÁN, P. DE. 1918. *Fauna cadavérica según Megnin* (material gráfico). Instituto de Medicina Legal, Toxicología y Psiquiatría. Madrid.
- BARAHONA HOLGADO, I. 1908. *Lecciones de medicina legal*. Establecimiento Tipográfico de Marcelino Rodríguez. Salamanca 426-433.
- CALATAYUD CARRAL, F. 1944. Evolución de los fenómenos de putrefacción de la cámara pulpar en relación con la cronotanatología. *Anales Españoles de Odontoestomatología* III: 11: 945-952.
- CAPÓ, M. A.; PEINADO, M. V.; MATEOS, J.; ANADÓN BASELGA, M. J. 2004. Entomofauna cadavérica establecida al aire libre. *Medicina Balear* 19 (2): 29-38.
- CASAS SÁNCHEZ, J. D.; RODRÍGUEZ ALBARRÁN, M.S. 2000. *Manual de medicina legal y forense*. Colex. Madrid, 1200-1202.
- CASTELLÓ A; ADAM A & FRANCÉS F. 2014. La entomología como ciencia forense: desde Sung Tz'u a las *Granjas de cuerpos*. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses* 10:13-28 ISSN 2174-9019
- CHAVARRÍA PUYOL, H. M. 1996. Bioética y ciencias forenses en Internet. Entomología forense. *Cuadernos de Medicina Forense* 6: 56-57.
- FERNÁNDEZ CABEZA, J.; GISBERT CALABUIG, J. A.; Domínguez Martínez, J.; Pérez de Petinto y Alonso Martínez, J. M. 1962. Autopsia Médico-Forense Negativa. *Anales de Medicina Forense de la Asociación Española de Médicos Forenses*, (años 1961-1962) 49-129.
- FERNÁNDEZ CUESTA Y PORTA, N. 1895. *Autopsia judicial*: Compendio médico-legal necróptico para uso de magistrados, jueces, médicos forenses, titulares de sanidad militar y de sanidad de la armada, y en general, para cuantas personas tengan que intervenir más o menos directamente en una diligencia de autopsia. Romero Editor. Madrid, 146.
- GALANTE, E.; MARCOS-GARCÍA, M. A. 2004. Decomposer insects. En: *Encyclopedia of Entomology*. J. L. Capinera (editor). Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, 664-674.
- GALANTE, E.; MARCOS-GARCÍA, M. A. 1997. Detritívoros, Coprófagos y Necrófagos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 20: 57-64.
- M, PANCORBO MM. , URTIAGA VILLEGAS A. & SALOÑA-BORDAS MI. 2014. Protocolo de actuación para la recogida y registro de muestras entomológicas en una investigación pericial forense. *Eguzkilore* 28(1): 275-286
- GINER ALBEROLA, S. 2001. Estudio de la putrefacción. Entomología cadavérica. En: *Antropología criminológica*. Fernando Rodes Lloret y Juan Bautista Martí Lloret, eds. Universidad Miguel Hernández. Elche, 91-109.
- GISBERT CALABUIG, J. A. 1958. Medicina legal y práctica forense. *Revista de Medicina Legal* XIII (144-145): 137-216.
- GISBERT CALABUIG, J. A. 1977. *Medicina Legal y Toxicología*. Fundación García Muñoz. Valencia, 270-272.

- GOFF, M.L. GARCÍA, M. D.; ARNALDOS M. I.; ROMERA, E. & LUNA, A. 2004. Entomología cadavérica: Fundamentos y aplicación. Referencia a la entomología española. En: Gisbert Calabuig. *Tratado de Medicina Legal y Toxicología*, 6ª edición, pp. 253-273. Ed Masson, Barcelona.
- GÓMEZ- GÓMEZ A; MARTÍN-VEGA D; BOTÍAS-TALAMANTES C; BAZ-RAMOS A & DÍAZ-ARANDA, L. 2007. La entomología forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. *Cuadernos de Medicina Forense* 13 (47): 21-31.
- GONZÁLEZ-MEDINA A., GONZÁLEZ HERRERA L. DE LA HIGUERA HIDALGO J, JIMÉNEZ RÍOS G. 2013. Evaluación práctica de las alteraciones postmortem debidas a la actividad de los artrópodos. *Medicina Legal de Costa Rica*. 30(1):7-15.
- GONZÁLEZ PEÑA, C. F. 1997. Los insectos y la muerte. *Boletín de la Sociedad Entomologica Aragonesa (SEA)* 20: 285-290.
- GRAELLS, M. 1886. Entomología judicial. Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. 21: 458-471.
- HINOJAL FONSECA, R.; SERRANO HERNÁNDEZ, J. M. 1995. Actuación del médico en intervenciones médico-legales de urgencia. *Jarpyo*. Madrid, 15.
- LECHA MARTÍNEZ, L. 1912. *Manual de medicina legal*. Imprenta y Librería de Nicolás Moya. Madrid. 228-241.
- LECHA-MARZO, A. 1917. *Tratado de autopsias y embalsamamiento*. Editorial Los Progresos de la Clínica. Madrid. 79-90.
- LÓPEZ GÓMEZ, L.; GISBERT CALABUIG, J. A. 1967. *Tratado de medicina legal*. Saber. Valencia. 430-435.
- LÓPEZ SAÑUDO, L. 1891. *Estudios postmortem verificados en el necroscomio y cementerio de Torrero en Zaragoza* [Manuscrito]. (Tesis doctoral). Universidad Central. Madrid. 26-28.
- LUNA MALDONADO, A. & GARCÍA GARCÍA M.D. 2006. La enseñanza de la entomología forense: la realidad española. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 11-16
- MAGAÑA, C. 2001. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Boletín de la S. E. A.* 28: 49-57.
- MARTÍNEZ-CALCERRADA, L. 1986. *Derecho médico*. Volumen I. Tecnos. Madrid. 710-713.
- MATA, P. 1866. *Tratado de Medicina y Cirugía Legal teórica y práctica seguida de un compendio de Toxicología*. Tomo II. Cuarta edición. Bailly-Bailliere. Madrid. 924-1012.
- MATA, P. 1844. *Vade Mecum de Medicina y Cirugía Legal*. Volumen II. Imprenta de Manini y compañía. Madrid. 66 / 72.
- MEDINA Y RAMOS, M. 1888. Noticia sobre entomología judicial. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural (Actas)* XVII: 100-101.
- MOLINA CABALLERO, J. 1953. Proceso bacteriano de la putrefacción cadavérica. *Revista de Medicina Legal* VIII (90-91): 497-504.
- MUÑOZ TUERO, L. M. 1975. *Apuntes de medicina legal. Tanatología I*. Departamento de Medicina Legal. Madrid. 109-113.
- NADAL MONCADAS, B. 1985. *Métodos de conservación cadavérica y sus aspectos legales y sanitarios* (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 38-40.
- NÁJERA ANGULO, L. 1947. *La lucha contra las moscas* (monografía para médicos). [s. n.]. Madrid. 5-23 / 24-60.
- OSUNA CARRILLO DE ALBORNOZ, E. J. 1991. Nuevas perspectivas en la recogida e investigación de los indicios hallados en el acto de inspección ocular y levantamiento del cadáver. En: *Seminario sobre la diligencia de inspección ocular, identificación y levantamiento del cadáver*. Ministerio de Justicia. Madrid. 51-71.

- PANCORBO M.M.; RAMOS R.; SALOÑA M.; SÁNCHEZ, P. 2006. Entomología molecular forense. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 107-132
- PIGA, A. 1928. *Medicina Legal de Urgencia. La autopsia judicial*. Editorial Mercurio. Madrid. 169-179.
- REVERTE COMA, J. M. 1991. *Antropología Forense*. Ministerio de Justicia, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Madrid. 399-453.
- RODRÍGUEZ ALBARRÁN, M. S. 2001. Entomología cadavérica. En: *Lecciones de medicina legal. Cronotanodiagnóstico*. Editor Fernando Bandrés. Dpto. Toxicología y Legislación Sanitaria, Facultad de Medicina (UCM). Madrid. 69.
- ROYO-VILLANOVA, R.; AZNAR, B.; PIGA, B. 1952. *Lecciones de medicina legal II*. Marbón. Madrid. 33-39.
- SALOÑA-BORDAS MI. CSI Bilbao (parte I). 2014. Aplicaciones de nuestro conocimiento sobre los artrópodos en la investigación forense. *Biogaia* 4:10-11.
- SALOÑA-BORDAS MI. CSI Bilbao II. 2014. Aplicaciones de nuestro conocimiento sobre los artrópodos en la investigación forense. *Entomología Forense. CBCat. Revista del Col·legi de Biòlegs de Catalunya* 23(12):6-7.
- SALOÑA BORDÁS MI, MAGAÑA LOARTE C & GARCÍA ROJO AM. 2015. Ch. 15. Spain, in Tomberlin and Benbow eds. 2015. *Forensic Entomology. International Dimensions and Frontiers*. CRC Press. Edited by Jeff Tomberlin, M. Eric Benbow, 03/2015: chapter Spain: pages 145-157; CRC Press., ISBN: 978-1-4665-7241-6
- SANCHEZ SANCHEZ, J. A.; VILLALAIN, J. D. 1988. Evolution et état actuel de l'entomologie medico-legale en Espagne. *XIVth Congress of the International Academy of Legal Medicine and Social Medicine*. Liège, Bélgica. 303-307.
- SOLÍS CLARAS, L. 1885. *Estudio acerca de la conservación provisional de los cadáveres y piezas anatómicas* [Manuscrito]. (Tesis doctoral). Universidad Central. Madrid. 26-28 / 117.
- VILLALAÍN BLANCO, J. D. 1981. *Policía científica*. El autor. Madrid, 1981. 117-119.
- VILLALAÍN BLANCO, J. D.; RAMOS ALMAZÁN, M. T. 1981. Consideraciones médico-legales en relación al cuerpo momificado de Colmenar Viejo. *Revista Española de Medicina Legal* 26-27: 69-80.
- VILLANUEVA, E. 1982. Cronotanodiagnóstico. Métodos, crítica. En: *Estudios dedicados a Juan Peset Alexandre*, Tomo III. Universitat de Valencia. Valencia. 779-809.

Artículos de Investigación

- AGUDO ORDÓÑEZ, J.; AMESTOY JURADO, M. P.; SANCHO RUÍZ, M. 1998. La influencia de las condiciones ambientales sobre el desarrollo de la fauna cadavérica. Estudio de dos casos. *Cuadernos de Medicina Forense* 4:49-55.
- ARNALDOS, I.; ROMERA, E.; GARCÍA, M. D.; LUNA, A. 2001. An initial study on Sarcosaprophagous Diptera (Insecta) succession on carrion in Southern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine* 114: 156-162.
- ARNALDOS, M. I.; ROMERA, E.; GARCÍA, M. D.; BAQUERO, E. 2003. New data on the Mymaridae fauna in the Iberian Peninsula (Hymenoptera, Chalcidoidea) from a carrion community. Nuevos datos sobre la fauna de Mymaridae (Hymenoptera, Chalcidoidea) de la Península Ibérica de una comunidad sarcosaprófaga. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 27 (1-4): 225-228.

- ARNALDOS M. I.; ROMERA, E.; PRESA, J. J.; LUNA, A & GARCÍA, M. D. 2004. Studies on seasonal arthropod succession on carrion in southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine* 118: 197-205
- BÁGUENA, L. 1952. Algunas notas sobre entomología médico-legal. *Graellsia* X: 67-101.
- BAHILLO DE LA PUEBLA, P.; SALOÑA BORDAS, M. I.; LÓPEZ COLÓN, J. I. 2004. Confirmación de la presencia de *Omosita depressa* (Linnaeus, 1758) en la Península Ibérica (Coleoptera: Nitidulidae). *Boletín de la S.E.A.* 34: 161-162.
- BAZ A., CIFRIÁN B., DIAZ-ARANDA L.M., MARTIN-VEGA D. 2007. The distribution of adult blow-flies (Diptera: Calliphoridae) along an altitudinal gradient in Central Spain. *Annales Societe Entomologique France* 43(3): 289-296.
- BAZ A.; CIFRIÁN B.; MARTIN-VEGA D.; BAENA M. 2010. Phytophagous insects captured in carrion baited traps in Central Spain. *Bulletin of Insectology* 63(1):21-30
- BAZ A.; CIFRIÁN B.; MARTÍN-VEGA D. 2014. Patterns of diversity and abundance of carrion insect assemblages in the Natural Park “Hoces del Río Riaza” (Central Spain). *Journal of Insect Science* 14(162):1-10.
- BAZ, A.; BOTÍAS C.; MARTÍN-VEGA D.; CIFRIÁN B.; DÍAZ-ARANDA L.M. 2015. Preliminary data on carrion insects in urban (indoor and outdoor) and periurban environments in central Spain. *Forensic Science International* 248:41-47
- BERZOSA, J.; ARNALDOS, M. I.; ROMERA, E.; GARCÍA, M. D. 2001. Tisanópteros (Insecta: Thysanoptera) de una comunidad sarcosaprófaga en el sureste español. Thryps (Insecta, Thysanoptera) on a sarcosaprophagous community from Spanish Southeast. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)* 93 (3-4): 183-194.
- CAINÉ LM, CORTE REAL F, SALOÑA-BORDÁS, MI, MARTÍNEZ DE PANCORBO M, LIMA G, MAGALHAES T & PINHEIRO F. 2009. DNA typing of Diptera collected from human corpses in Portugal. *Forensic Science International* 184: e21-e23
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2001a. Artrópodos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca). *Boletín de la S. E. A.* 28: 133-140.
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2001b. Determinación de los estados y la velocidad de descomposición en cadáveres de cerdos y su aplicación a la entomología forense. *Cuadernos CEHIMO* 29: 96-106.
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2001c. Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca). *Graellsia* 57 (1): 85-90.
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2001d. Principales especies del orden Hymenoptera presentes en carroña de cerdos en la comarca de La Litera (Huesca). *Zapateri: Revista Aragonesa de Entomología* 9: 89-92.
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2002. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). *Monografías S. E. A.* 6: 1-93.
- CARLES-TOLRÁ, M DÍAZ-MARTÍN B, SALOÑA-BORDAS MI. 2012. Algunos dípteros necrófilos capturados sobre cadáveres de cerdos en el País Vasco (España) (Insecta: Diptera: Brachycera) *Heteropterus Revista Entomológica* 12(2):213-222.
- DIAZ MARTIN B; LÓPEZ RODRÍGUEZ A & SALOÑA BORDAS MI. 2014. Primeros resultados sobre desarrollo de *Calliphora vicina* (Diptera, Calliphoridae) bajo condiciones controladas de temperatura. *Ciencia Forense. Revista Aragonesa de Medicina Legal* 11: 225-270
- DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ, J.; GÓMEZ FERNÁNDEZ, L. 1957. Observaciones en torno a la entomología tanatológica. Aportación experimental al estudio de la fauna cadavérica. *Revista Ibérica de Parasitología* XVII (1-2): 3-30.

- DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ, J.; GÓMEZ FERNÁNDEZ, L. 1963. Momificación cadavérica y particularmente rápida, operada bajo la acción de numerosas larvas de *Chrysomyia albiceps* Wiedemann, 1819. *Revista Ibérica de Parasitología* XXIII: 43-62.
- GARCÍA-ARRIBAS, O.; PÉREZ-CALVO, M.; RIBAS-OZONAS, B.; LABROUSSE, H. 2002. Diptera larvae biotest as alternative assay for detection of toxicity. *Proceedings of the First European Forensic Entomology Seminar* 100-112.
- GARCÍA-ROJO, A. M. 2004. Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Boletín de la S. E. A.* 34: 263-269.
- GILARRIORTUA M, SALOÑA-BORDAS MI, CAINÉ LM, PINHEIRO F, PANCORBO MM. 2013. Cytochrome b as a useful tool for the identification of blowflies of forensic interest (Diptera, Calliphoridae). *Forensic Science International* 228(1-3):132-136.
- GILARRIORTUA M, SALOÑA-BORDAS MI, KÖHNEMANN S, PFEIFFER H, PANCORBO MM. 2014. Molecular differentiation of Central European blowfly species (Diptera, Calliphoridae) using mitochondrial and nuclear genetic markers. *Forensic Science International* 242: 274-282
- GÓMEZ FERNÁNDEZ, L. 1953. Los primeros estados de las larvas de las miasis humanas en el grupo *Calliphora*. (Diptera Cyclorrapha). *Revista Ibérica de Parasitología* XIII (3): 259-288.
- GÓMEZ FERNÁNDEZ, L. 1958. Los primeros estados de las larvas de las miasis humanas en el grupo *Phaenitia (Lucilia)*. Diptera Cyclorrapha. *Revista Ibérica de Parasitología* XVIII (1): 19-49.
- GÓMEZ-GÓMEZ A, MARTÍN-VEGA D; TSCORNIG P; BAZ A; CIFRIÁN B & DÍAZ-ARANDA LM. 2010. "Tachinids associated with carrion in the centre of the Iberian Peninsula (Diptera: Tachinidae). *Entomologia generalis* 32:217-226
- GÓMEZ-GÓMEZ A; DIAZ-ARANDA, LM & MICHELSEN V. 2009. A rediscovery of *Centrophlebomyia furcata* (FABRICIUS, 1794) (Diptera: Piophilidae) in Europe. *Studia Dipterologica* 15(1-2):237-241.
- GONZÁLEZ MEDINA A.; ARCHILLA PEÑA F. & JIMÉNEZ RÍOS G. 2011. Las miasis como entidad de interés en Medicina del Trabajo. *Medicina y Seguridad del Trabajo* 57 (225): 331-338
- GONZÁLEZ MEDINA A. 2012. Evaluation of three Muscidae (Diptera) species as forensic indicators of buried remains. 22nd Congress of the International Academy of Legal Medicine. *International Journal of Legal Medicine* 126 (Suppl 1):S107-108.
- GONZÁLEZ MEDINA A. 2012. Faunal enrichment of soil as a tool for detecting clandestine graves. 22nd Congress of the International Academy of Legal Medicine. *International Journal of Legal Medicine* 126 (Suppl 1):S108.
- GONZÁLEZ MEDINA A, DE LA HIGUERA HIDALGO J. & JIMÉNEZ RÍOS G. 2012. Successional patterns of sarcosaprophagous insects on pig carcasses in Granada (Southeast Iberian Peninsula). 22nd Congress of the International Academy of Legal Medicine. *International Journal of Legal Medicine* 126 (Suppl 1):S184-185.
- LÓPEZ-ESCLÁPEZ R, GARCÍA MD, ARNALDOS MI, PRESA JJ, UBERO-PASCAL N. 2014. Are the evidences of forensic entomology preserved in ethanol suitable for SEM studies? *Micron* 62: 43–51
- MARTÍN-VEGA, D., A. BAZ, & V. MICHELSEN. 2010. Back from the dead: *Thyreophora cynophila* (Panzer, 1798) (Diptera: Piophilidae) 'globally extinct' fugitive in Spain. *Systematic Entomology* 35: 607–613.
- MARTÍN-VEGA, D. & BAZ, A. 2011. Observation of death in copula in a laboratory colony of the necrophagous fly, *Prochyliza nigrimana* (Diptera: Piophilidae). *Entomological News* 122(5):489-490.

- MARTÍN-VEGA, D. 2011. Skipping clues: forensic importance of the family Piophilidae (Diptera). *Forensic Science International* 212(1-3):1-5
- MARTÍN-VEGA D, GÓMEZ-GÓMEZ A, BAZ A & DÍAZ-ARANDA LM. 2011. New piophilid in town: the first Palaearctic record of *Piophila megastigmata* and its coexistence with *Piophila casei* in central Spain. *Medical and Veterinary Entomology* 25(1):64-9.
- MARTÍN-VEGA D., BAZ A. 2012. Spatiotemporal distribution of necrophagous beetles (Coleoptera: Dermestidae, Silphidae) assemblages in natural habitats of central Spain. *Annals of the Entomological Society of America* 105: 44-53
- MARTÍN-VEGA D, BAZ A, DÍAZ-ARANDA LM. 2012. The immature stages of the necrophagous fly, *Prochyliza nigrimana*: comparison with *Piophila casei* and medicolegal considerations (Diptera: Piophilidae). *Parasitology Research* 111(3):1127-35.
- MARTÍN-VEGA D, BAZ A. 2013. Sarcosaprophagous Diptera assemblages in natural habitats in central Spain: spatial and seasonal changes in composition. *Medical and Veterinary Entomology* 27(1):64-76.
- MARTÍN-VEGA D, BAZ A. 2014. Comparative larval morphology of the European bone-skipper, *Thyreophora cynophila* (Panzer, 1798) and *Centrophlebomyia furcata* (Fabricius, 1794) (Diptera: Piophilidae), with notes on their coexistence and natural history. *Journal of Natural History* 48(5-6):285-299.
- MARTÍN-VEGA, D. DIAZ-ARANDA LM, BAZ A. 2014. The immature stages of the necrophagous fly *Liopiophila varipes* and considerations on the genus *Liopiophila* (Diptera: Piophilidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift (neue Folge)* 61(1):37-42.
- MARTÍNEZ, M. D.; ARNALDOS, M. I.; GARCÍA, M. D. 1997. Datos sobre la fauna de hormigas asociadas a cadáveres (Hymenoptera: Formicidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 21 (3-4): 281-283.
- MARTÍNEZ, M. D.; ARNALDOS, M. I.; ROMERA, E.; GARCÍA, M. D. 2002. Los Formicidae de la comunidad sarcosaprófaga en el Mediterráneo Occidental. *Anales de Biología* 24: 33-44.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ A., SMITH K.E., ROJO S, MARCOS-GARCÍA MA & R. WALL. 2007. Geographic origin affects larval competitive ability in European populations of the blow fly, *Lucilia sericata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 122: 93-98
- MAŠÁN P, PEROTTI MA, SALOÑA-BORDAS MI, BRAIG HR 2013. *Proctolaelaps euserratus*, an ecologically unusual melicharid mite (Acari, Mesostigmata) associated with animal and human decomposition. *Experimental and Applied Acarology* 61(4):415-429.
- MONEO PELLITERO J & SALOÑA BORDAS MI. 2007. Califóridos (Diptera: Calliphoridae) de interés forense recogidos en el entorno universitario del Campus de Leioa (Vizcaya). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 40:479-483
- MONEO PELLITERO J & SALOÑA BORDAS MI. 2009. Primera cita de *Chrysomyia megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 44: 528-530
- MONEO PELLITERO, J & SALONA BORDAS, MI. 2007. Development of *Calliphora vicina* R.D. (Diptera: Calliphoridae) under starvation conditions. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*. 41: 413-417.
- MORALES-RAYO, J; SAN MARTÍN PERAL G & SALOÑA BORDÁS MI. 2014. Primer estudio sobre la reducción cadavérica en condiciones sumergidas en la Península Ibérica, empleando un modelo de cerdo doméstico (*Sus scrofa* L. 1758) en el Río Manzanares (Comunidad Autónoma de Madrid). *Ciencia Forense*. 11: 271-304

- ORDÓÑEZ, A; GARCÍA MD & FAGUA, G. 2008. Evaluation of efficiency of Schoenly trap for collecting adult sarcosaprophagous Dipterans. *Journal of Medical Entomology* 45(3): 522-532
- ORFILA, M. J. B. 1847. *Tratado de Medicina Legal*; traducido de la cuarta edición y arreglado a la legislación española por el doctor Don Enrique Ataide. Tomo I. Imprenta de Don José María Alonso. Madrid. 444- 728
- PAÑOS A, ARNALDOS MI, GARCÍA MD, UBERO-PASCAL N. 2013. Ultrastructure of preimaginal stages of *Piophilina megastigmata* McAlpine, 1978 (Diptera, Piophilidae): a fly of forensic importance. *Parasitology Research* .112(11):3771-88.
- PERALTA ÁLVAREZ B, GILARRIORTUA M, SALOÑA-BORDAS MI. 2013. Variabilidad espacial y temporal de Califóridos (Diptera) necrófagos de interés forense capturados en la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias (CAPA). Estudio preliminar. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 37 (3-4): 301-314
- PÉREZ DE PETINTO Y BERTOMEU, M. 1975. La miasis cadavérica en la esqueletización. *Volumen Extraordinario del Primer Centenario (1871-1971) de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Tomo II (Trabajos Científicos de Biología): 463-482.
- PÉREZ-BOTE JL; VICENTE RIVERA V; SANTOS ALMEIDA A. 2012. La comunidad sarcosaprófaga en un entorno periurbano. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 36 (3-4): 299-314.
- PÉREZ-ROMERO, S.; MARCOS-GARCÍA, M. A.; ROJO, S. 2006. Comparative morphology of early stages of two Mediterranean *Sarcophaga* Meigen, 1826 (Diptera; Sarcophagidae) and a review of the feeding habits of Palearctic species. *Micron* 37: 167-179.
- PRADO E CASTRO C, CHICHORRO D, SERRANO A, GARCÍA MD. 2009. A modified version of Schoenly trap for collecting sarcosaprophagous arthropods. Detailed plans and construction. *Anales de Biología* 31:1-6.
- PRIETO, J. L.; MAGAÑA, C.; UBELAKER, D. H. 2004. Interpretation of postmortem change in cadavers in Spain. *Journal of Forensic Sciences* 49 (5): 1-6.
- RAMOS DE PABLO, R.; SALOÑA, M.; SARASOLA, E.; CARDOSO, S.; MARTÍNEZ DE PANCORBO, M. 2006. Molecular identification of *Stearibia nigriceps*: An example of the usefulness of Cytochrome b gene for the identification of entomofauna species. *International Congress Series* 1288: 864-866.
- RIBAS OZONAS, B.; GARCÍA ARRIBAS, O.; PÉREZ CALVO, M. 1998. Alternative Bestimmung der Wirkung verschiedener Verbindungen mit Dipterae larvae. *Mengen und Spurenelemente* 1: 157-164.
- RIBAS OZONAS, B.; GARCÍA ARRIBAS, O.; PÉREZ CALVO, M. 1999. Evaluación de toxicidades de residuos metálicos de origen industrial mediante un ensayo con larva de díptero. *Proceedings of the "V Congreso Internacional de Química de la ANQUE"*. Solid, Liquid and Gaseous Wastes: Their best destination (III) 2: 357-365.
- RIBAS OZONAS, B.; GARCÍA ARRIBAS, O.; PÉREZ CALVO, M. 1999. Metallthioneinisoformen mittels KZE und HPLC in Flechte, Forelle, Dipteralarvae, Ratte, Hase und Mensch. *Mengen und Spurenelemente* 1: 948-956.
- RIBAS OZONAS, B.; GARCÍA ARRIBAS, O.; PÉREZ CALVO, M.; LABROUSSE, H. 1999. Diptera larvae as an alternative bioassay in toxicology. ATLA: Alternatives to Laboratory Animals. *Third World Congress on Alternatives and Animal Use in the Life Sciences*. August-September 1999, Bologna, Italy. Special Issue, vol. 27: 325.
- RIBAS OZONAS, B.; GARCÍA ARRIBAS, O.; PÉREZ CALVO, M.; NOVELLI, E. L. B.; ESCRIBANO, J. M. 2002. Effects of magnetic fields 50 hz 2.7 mt on physiological parameters during ontogeny of Diptera *P. argyrostoma*. *Proceedings of the First European Forensic Entomology Seminar* 117-126.

- RÍOS, T. 1902. Los insectos y la putrefacción de los cadáveres (I-II). La Clínica Moderna, *Revista de Medicina y Cirugía* 1 (2): 74-80.
- RÍOS, T. 1902. Los insectos y la putrefacción de los cadáveres (III-IV). La Clínica Moderna, *Revista de Medicina y Cirugía* 1 (4): 171-180.
- ROMERA, E.; ARNALDOS, M. I.; GONZÁLEZ-MORA, D.; GARCÍA M. D. 2003. Los Sarcophagidae (Insecta, Diptera) de un ecosistema cadavérico en el sureste de la Península Ibérica. The Sarcophagidae (Insecta, Diptera) in a cadaveric ecosystem in the southeastern Iberian Peninsula. *Anales de Biología* 25:49-63.
- ROMERO PALANCO, J. I.; MUNGUÍA GIRÓN, F. J. 1986. Contribución experimental al conocimiento de la entomología tanatológica en la provincia de Cádiz (Sur de España). *Actas de las VII Jornadas Mediterráneas de Medicina Legal* 131-144.
- ROMERO PALANCO JL, MUNGUÍA GIRÓN F, GAMERO LUCAS J. 2006. "Entomología cadavérica en la provincia de Cádiz (S. de España)". *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 83-106
- SALOÑA, MI & GONZÁLEZ-MORA, D. 2005. Primera cita de *Liosarcophaga aegyptica* (Salem,1935) (Diptera, Sarcophagidae) de la Península Ibérica, con descripción de sus fases larvarias II y III, pupario y adultos. *Boletín de la S. E. A.* 36: 251-255.
- SALOÑA BORDAS, M. 2006. Primera cita de *Sarcophaga (Parasarcophaga) albiceps* Meigen, 1826 en el País Vasco (Diptera, Sarcophagidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 39: 409-410.
- SALOÑA BORDAS,MI; MONEO PELLITERO,J & HERRERO DÁVILA, D. 2007. New observations on *Liosarcophaga aegyptica* (Salem, 1935) (Diptera, Sarcophagidae) reared from colonies collected on the University campus of Lejona (Vizcaya, Northern Spain). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 40: 377-383.
- SALOÑA BORDAS, MI; MONEO PELLITERO,J & DÍAZ MARTÍN B. 2009. Estudio sobre la distribución de Califóridos (Diptera, Calliphoridae) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 33 (1-2): 63-89.
- SALOÑA BORDAS, MI; MONEO PELLITERO,J & DÍAZ MARTÍN B. 2009. Fenología de califóridos (Diptera, Calliphoridae) en la Comunidad Autónoma del País Vasco (C.A.P.V.) *Ciencia Forense*. 9-10:93-104.
- SALOÑA MI, MORAZA ML, CARLES-TOLRÁ M, IRAOLA V, PABLO BAHILLO, TOMÁS YÉLAMOS, RAIMUNDO OUTERELO, RAFAEL ALCARAZ. 2010. Searching the soil: forensic importance of edaphic fauna after the removal of a corpse. *Journal of Forensic Sciences* 55(6):1652-5
- SALOÑA BORDAS MI. 2014. Hidden passengers and microscopical witnesses: phoretic mites of forensically important insects. *Antenna* (special issue) 110.
- SALOÑA BORDAS MI. SALOÑA BORDAS JL & TINAUT A. 2014. Ants as Carcasses Consumers a Case Study Undertaken Inside a Greenhouse (Lanzarote, Canary Islands, Spain). *Austin Journal of Forensic Science and Criminology* 1(2):3
- UBERO-PASCAL, N M.I. ARNALDOS, MI R. LÓPEZ-ESCLAPEZ & GARCÍA MD. 2010. Microscopy and forensic entomology En: *Microscopy: Science, Technology, Applications and Education*. Volumen 2, MICROSCOPY BOOK SERIES - Number 4 edited by A. Méndez-Vilas and J. Díaz. 1548-1556
- UBERO-PASCAL, N; R. LÓPEZ-ESCLAPEZ R; GARCÍA MD & ARNALDOS, MI. 2012. Morphology of preimaginal stages of *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera, Calliphoridae): A comparative study. *Forensic Science International* 219 (1-3): 228-243

- UBERO-PASCAL N, PAÑOS A, GARCÍA MD, PRESA JJ, TORRES B, ARNALDOS MI. 2015. Micromorphology of immature stages of *Sarcophaga (Liopygia) cultellata* Pandellé, 1896 (Diptera: Sarcophagidae), a forensically important fly. *Microscopy Research and Technique* 78 (2): 148-172
- VELÁSQUEZ Y, MAGAÑA C, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ A, ROJO S. 2010. Diptera of forensic importance in the Iberian Peninsula: larval identification key. *Medical and Veterinary Entomology* 24(3):293-308
- VELÁSQUEZ Y, IVORRA T, GRZYWACZ A, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ A, MAGAÑA C, GARCÍA-ROJO AM, ROJO S. 2013. Larval morphology, development and forensic importance of *Synthesiomyia nudiseta* (Diptera: Muscidae) in Europe: a rare species or just overlooked? *Bulletin of entomological research* 103:98-110.
- VENTURA D, DÍAZ-MARTÍN B, SALOÑA BORDAS MI. 2012. *Crossopalpus humilis* (Frey, 1913) en la Península Ibérica y la relación de la familia Hybotidae con cadáveres de vertebrados (Diptera, Empidoidea). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 50:527-532.
- VILLALAIN BLANCO, J. D. 1976. Valoración médico-legal de los coleópteros necrófagos de España. *Archivos de la Facultad de Medicina de Madrid*. XXIX (2): 89-99.
- ZABALA J, DÍAZ B, MARTA I SALOÑA-BORDAS MI. 2014. Seasonal blowfly distribution and abundance in fragmented landscapes. Is it useful in forensic inference about where a corpse has been decaying? *PLoS ONE* 9(6):e99668

Artículos de investigación publicados sobre la fauna portuguesa

- CARLES-TOLRÁ M & PRADO E CASTRO C. 2011. Some dipterans collected on pig carcasses in Portugal (Diptera: Carnidae, Heleomyzidae, Lauxaniidae and Sphaeroceridae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 48:233-236.
- GRZYWACZ, A & PRADO E CASTRO C. 2003. New records of *Fannia Robineau-Desvoidy* (Diptera: Fanniidae) collected on pig carrion in Portugal with additional data on the distribution of *F. conspecta* Rudzinski. *Entomologica Fennica* 23(3):169–176
- PRADO E CASTRO & M. D. GARCÍA. 2009. "First record of *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera, Calliphoridae) from Portugal". *Graellsia*, 65(1): 75-77
- PRADO E CASTRO C, GARCÍA MD, SERRANO A, GAMARRA P, RAIMUNDO OUTERELO. 2010. Staphylinid forensic communities from Lisbon with new records for Portugal (Coleoptera: Staphylinidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*. 34(1-2):87-98.
- PRADO E CASTRO C, GARCÍA MD, ARNALDOS MI, GONZÁLEZ-MORA D. 2010. Sarcophagidae (Diptera) attracted to piglet carcasses including new records for Portuguese fauna. *Graellsia*. 66(2):285-294.
- PRADO E CASTRO C, SOUSA JP, ARNALDOS MI, GASPAR J, GARCÍA MD. 2011. Blowflies (Diptera: Calliphoridae) activity in sun exposed and shaded carrion in Portugal *Annales- Societe Entomologique de France* 47(1-2):128-139. .
- PRADO E CASTRO C, ARNALDOS MI, SOUSA JP, GARCÍA MD. 2011. Preliminary study on a community of sarcosaprophagous Diptera in central Portugal. *Entomologia Generalis* 33(3):183-198
- PRADO E CASTRO C, CUNHA E, SERRANO A, GARCÍA MD. 2012. *Piophilina megastigmata* (Diptera: Piophilidae): first records on human corpses. *Forensic Science International* 214(1-3):23-26
- PRADO E CASTRO C, SERRANO A, MARTINS DA SILVA P, GARCÍA MD. 2012. Carrion flies of forensic interest: a study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology* 26:417-431

PRADO E CASTRO C, GARCÍA MD, MARTINS DA SILVA P, FARIA E SILVA, SERRANO A. 2013. Coleoptera of forensic interest: A study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Forensic Science International* 232(1-3):73-83.

Artículos de Aplicación a Casos Reales

- ARNALDOS M. I.; GARCÍA, M. D.; PRESA, J.J.; ROMERA, E. & LUNA, A. 2005. Estimation of postmortem interval in real cases on the basis of experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International*. 149: 57-65.
- ARNALDOS M. I.; ROMERA, E.; LUNA, A & GARCÍA, M. D. 2004. Aportación a la aplicación práctica de evidencias entomológicas en casos forenses en España (serial on line). *Revista brasileira de medicina legal* 2 (1).
- ARNALDOS, M. I.; SÁNCHEZ, F.; ÁLVAREZ, P. & GARCÍA, M. D. 2004. A forensic entomology case from the southeastern Iberian Peninsula. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5(1):22-25.
- ARNALDOS MI, UBERO-PASCAL N, GARCÍA R, CARLES-TOLRÁ M, PRESA JJ, GARCÍA MD. 2014. The first report of *Telomerina flavipes* (Meigen, 1830) (Diptera, Sphaeroceridae) in a forensic case, with redescription of its pupa. *Forensic Science International* 242:e22-e30.
- GARCÍA-ROJO A; HONORATO L; GONZÁLEZ M & TÉLLEZ A. 2009. "Determinación del IPM mediante el estudio de la sucesión de insectos en dos cadáveres hallados en el interior de una finca rústica en Madrid". *Cuadernos de Medicina Forense* 15 (56):137-145
- GARCÍA-ROJO AM & HONORATO L. 2006. "La Entomología forense y la práctica policial en España: estimación del intervalo postmortem en un cadáver hallado en el interior de una arqueta en la Comunidad de Madrid". *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 57-62
- GARCÍA-ROJO AM, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ A, LÓPEZ R, GARCÍA DE LA VEGA JM, RICA, M GONZÁLEZ M & DISNEY RHL. 2013. A mathematical model applied for assisting the estimation of PMI in a case of forensic importance. First record of *Conicera similis* (Diptera: Phoridae) in a corpse. *Forensic Science International* 231 (1-3): e11-e18
- GONZÁLEZ MORA, D.; PERIS, S. V.; SÁNCHEZ PÉREZ, J. D. 1990. Un caso de entomología forense. *Revista Española de Medicina Legal*. XVII (62-63 / 64-65): 19-21.
- GONZÁLEZ MEDINA A, ARCHILLA PEÑA F & JIMÉNEZ RÍOS G. 2011. Presencia de *Cynomya mortuorum* (Linnaeus, 1761) (Diptera, Calliphoridae) en cadáveres humanos en España. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 35(3-4):515-518.
- GONZÁLEZ MEDINA A, GONZÁLEZ HERRERA L, MARTÍNEZ TÉLLEZ I, ARCHILLA PEÑA F & JIMÉNEZ RÍOS G. 2011. Análisis patológico y entomológico de unos restos humanos hallados en una zanja en Granada (España). *Revista Española de Medicina Legal* 37:113-116.
- GONZÁLEZ MEDINA A, GONZÁLEZ HERRERA L, MARTÍNEZ TÉLLEZ I, ARCHILLA PEÑA F, DE LA HIGUERA HIDALGO J.& JIMÉNEZ RÍOS, G. 2011. Estimación del intervalo post-emersión de un cadáver hallado en un embalse en Granada (España). *Cuadernos de Medicina Forense* 17(3):137-144.
- GONZÁLEZ HERRERA L, GONZÁLEZ MEDINA A, JIMÉNEZ RÍOS G, VALENZUELA GARACH A. 2012. Estudio necrópsico de la muerte súbita cardíaca de origen isquémico en un cuerpo en avanzado estado de descomposición. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses* 3:22-30.
- GONZÁLEZ MEDINA A, GONZÁLEZ HERRERA L. & JIMÉNEZ RÍOS G. 2012. *Sarcophaga* species (Diptera, Sarcophagidae) recovered from human corpses during autopsies in Granada (Spain). 22nd

- Congress of the International Academy of Legal Medicine. *International Journal of Legal Medicine* 126 (Suppl 1):S184.
- GONZÁLEZ MEDINA A, GONZÁLEZ HERRERA L. & JIMÉNEZ RÍOS G. 2012. Edaphic fauna and buried corpses: arthropods found in coffins during exhumations in Granada (Spain). 22nd Congress of the International Academy of Legal Medicine. *International Journal of Legal Medicine* 126 (Suppl 1):S185.
- GONZÁLEZ MEDINA A, GONZÁLEZ HERRERA L, PEROTTI MA & JIMÉNEZ RÍOS G. 2013. Occurrence of *Poecilochirus austroasiaticus* (Acari: Parasitidae) in forensic autopsies and its application on postmortem interval estimation. *Experimental and Applied Acarology* 59 (3):297–305.
- GONZÁLEZ MEDINA A, SORIANO HERNANDO O. & JIMÉNEZ RÍOS G. 2015. The use of the aquatic midge *Chironomus riparius* (Diptera, Chironomidae) in the assessment of the postsubmersion interval. *Journal of Forensic Sciences* DOI: 10.1111/1556-4029.12707.
- MAESTRE; PASCUAL; PIGA; FRAILE; SOLER; AZNAR; PETINTO; PÉREZ-MARÍN; GONZÁLEZ-BERNAL. 1954. Informe médico-legal respecto a un mechón de cabellos, de unos insectos y de unos pequeños trozos de piel procedentes de un cadáver decapitado hallado en la estación del Mediodía de Madrid, en un cajón, procedente de Barcelona. *Revista de Medicina Legal* IX (100-101): 227-248.
- MAGAÑA, C. 1999. *Sarcophaga haemorrhoidalis*. *Revista Española de Medicina Legal* XXIII (86-87): 84-85.
- MARTÍN-VEGA D, GÓMEZ-GÓMEZ A, BAZ A. 2011. The "coffin fly" *Conicera tibialis* (Diptera: Phoridae) breeding on buried human remains after a postmortem interval of 18 years. *Journal of Forensic Sciences* 56(6):1654-6.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ A, MAGAÑA C, SALOÑA M, ROJO S. 2010. First record of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on human corpses in Iberian Peninsula. *Forensic Science International* 206(1-3):e76-8.
- GONZÁLEZ MEDINA, A., GONZÁLEZ HERRERA, L., MARTÍNEZ TÉLLEZ, I., ARCHILLA PEÑADA, F., JIMÉNEZ RÍOS, G. 2011. Análisis patológico y entomológico de unos restos humanos hallados en una zanja en Granada (España) *Revista Española de Medicina Legal* vol 37 (3): 113–116
- SALOÑA BORDAS MI, PEROTTI MA. 2014. First contribution of mites (Acari) to the forensic analysis of hanged corpses: a case study from Spain. *Forensic Science International* 244: e6-e11.
- VELÁSQUEZ Y, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ A, ROJO S. 2013. First record of *Fannia leucosticta* (Meigen) (Diptera: Fanniidae) breeding in human corpses. *Forensic Science international* 229 (1-3): e13-e15.
- VILLALAÍN BLANCO, J. D.; BUJAN VARELA, J. 1981. Estudio de un cuerpo momificado hallado en Colmenar Viejo (Madrid). *Revista Española de Medicina Legal* 26-27: 58-68

Capítulo 2



Objetivos

Presentación de los objetivos

Como se ha comentado en la Introducción, son muchas las aportaciones de la entomología forense a las investigaciones judiciales y policiales pero, sin duda, su principal aportación es la estimación del Intervalo postmortem mínimo (IPM_{\min}) (HALL et al., 2012). Esta investigación constituye la piedra angular de la entomología forense, como se demuestra en la resolución de numerosos casos forenses descritos en la bibliografía y puede llegar a ser vital en la investigación de un homicidio (MAGAÑA, 2001), ya que permite confirmar o refutar la coartada de un sospechoso enfocando la investigación dentro de un marco correcto de tiempo.

Mediante la aplicación de las técnicas tanatológicas usuales, un médico forense puede estimar de forma precisa el IPM en un periodo de entre 1 a 3 días después del fallecimiento, tras este tiempo las posibilidades de error aumentan y es el estudio de las evidencias entomológicas asociadas al cadáver las que pasan a tener mayor importancia.

Evidentemente, el entomólogo forense no estima realmente el tiempo transcurrido desde el fallecimiento (IPM), sino el tiempo trascurrido desde que los insectos colonizan un cadáver, motivo por el cual recientemente se ha propuesto la utilización de conceptos más concretos (VILLET & AMENDT, 2011), diferenciando los siguientes términos (Fig. 2.1):

- **IPM:** Intervalo postmortem o tiempo transcurrido desde el fallecimiento.
- **IPM_{\max} :** Intervalo postmortem máximo o periodo de tiempo transcurrido desde que fue visto vivo por última vez.
- **PAI:** periodo de actividad de los insectos sobre el cadáver, desde la colonización de los adultos hasta que se recolectan las muestras en el cadáver.
- **IPM_{\min} :** Intervalo postmortem mínimo o tiempo transcurrido desde que los insectos inician su desarrollo sobre el cadáver. Es realmente el intervalo que ofrece el entomólogo forense estudiando las evidencias entomológicas encontradas en el cuerpo.

Estos términos intentan ajustar las diferencias existentes entre el inicio de la descomposición del cadáver una vez acontecida la muerte, la colonización del cuerpo por parte de los insectos adultos y el inicio de la actividad de las larvas descomponiendo los tejidos (Fig. 2.1).

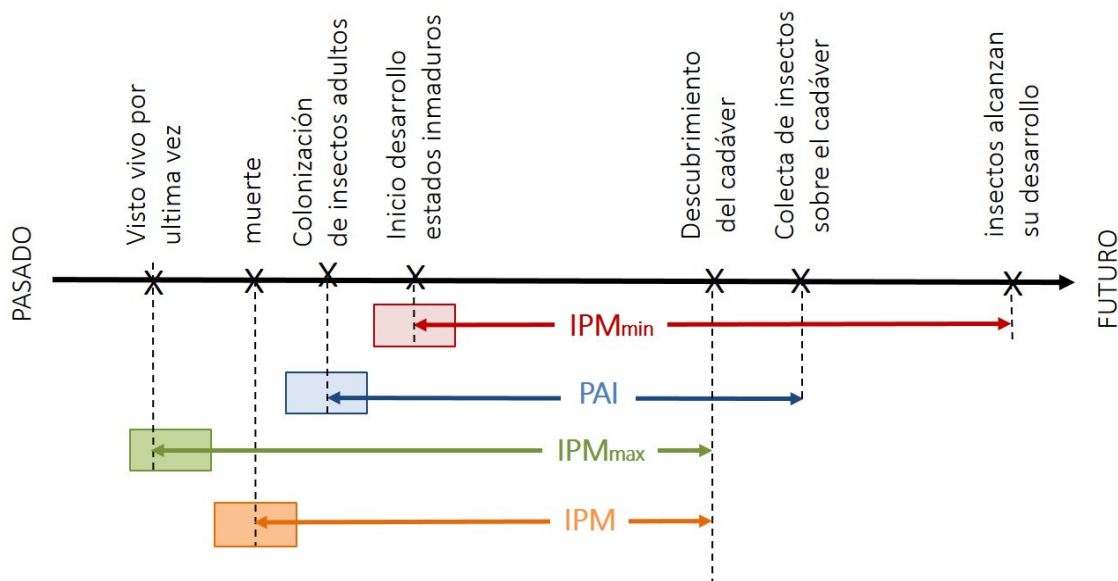


Figura 2.1. Diferentes estimas del Intervalo postmortem a lo largo de una investigación (modificado de VILLET & AMENDT, 2011).

El método entomológico empleado para la estimación del IPM_{min} depende del estado de descomposición en el que se encuentre el cadáver, así:

- En cadáveres que se encuentran en estados de descomposición iniciales, las estimaciones del IPM_{min} se realizan tomando como base el desarrollo de los dípteros, que se inicia desde el momento que se realiza la ovoposición (o larviposición). Las estimas en este caso se basan en metodologías distintas, como son las curvas de crecimiento isomegalen e isomorfen (GRASSBERGER & REITER, 2002) o los Grados Horas Acumulados (AMENDT et al., 2007; GENNARD, 2007) de las especies pioneras en esa región y estación anual.
- En cadáveres que se encuentran en un estado de descomposición avanzado, la estimación se basa en la composición faunística de los artrópodos que se han desarrollado en el cuerpo y en patrones de sucesión. El estudio de la sucesión faunística permite asociar un determinado grupo de especies a un determinado estado de descomposición asumiendo que establecen una sucesión que es predecible, pero para ello es de vital importancia la realización previa de estudios experimentales con modelos animales en las mismas regiones geográficas y en la misma época del año. (ARNALDOS, 2006; ANDERSON, 2011).

En la Península Ibérica los estudios de sucesión de insectos relacionados con procesos de descomposición todavía no son muy numerosos, habiéndose realizado investigaciones, más o menos detalladas, en Huesca (CASTILLO-MIRALBES, 2002), Murcia (ARNALDOS et al., 2001 y 2004), Alicante (VELÁSQUEZ 2011), Cádiz (ROMERO PALANCO et al., 2006) y Lisboa (PRADO E CASTRO, 2005; PRADO E CASTRO et al. 2010 y 2011).

El objetivo principal del presente trabajo es, pues, cubrir la laguna de información que existe en el centro peninsular a este respecto, teniendo en cuenta que la zona de estudio se localiza en la Comunidad de Madrid, área con una altísima densidad de población (aprox. 6.454.440 personas a comienzos de 2015 según el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid), lo que se traduce en el elevado número de casos a resolver por los especialistas forenses.

Para alcanzar nuestro objetivo general se han utilizado como modelo animal cerdos domésticos expuestos al aire libre durante un periodo de entre dos y cuatro años, repitiendo el ensayo en cada una de las estaciones anuales, marcándonos los siguientes objetivos concretos:

- 1** | Estudiar el proceso de descomposición de los cadáveres en cada una de las estaciones, estableciendo la duración de los distintos estados de descomposición y sus posibles variaciones dependiendo de la estación de estudio (capítulo 4.1).
- 2** | Determinar la composición faunística de nuestra zona en cada uno de los ensayos realizados, generando una base de datos válida para establecer las posibles variaciones entre distintas estaciones y áreas geográficas (capítulo 4.2).
- 3** | Precisar las especies de insectos con potencial interés forense entre todas las que invaden un cuerpo en descomposición (capítulo 4.3).
- 4** | Establecer las asociaciones de insectos entre las diferentes etapas de descomposición y su sucesión en cada una de ellas, permitiendo así la comparación de la fauna de la zona centro peninsular con las de los casos reales hallados en similares condiciones, en la estimación del IPM_{min} cuando los cadáveres son encontrados en estados de descomposición avanzados (capítulo 4.4).

Capítulo 3



Material y Métodos

3.1 Descripción del Área de Estudio

Los estudios de sucesión fueron llevados a cabo en la finca de “El Carmen”, propiedad privada de la Universidad de Alcalá, al noreste de la Comunidad de Madrid (UTM: 30T KV 78; UTMx: 472194; UTM_y: 4484680; latitud: 40° 30' 44.54"; longitud: 3° 19' 41.58"; altitud: 650 m sobre el nivel del mar) (Fig. 3.1.1).

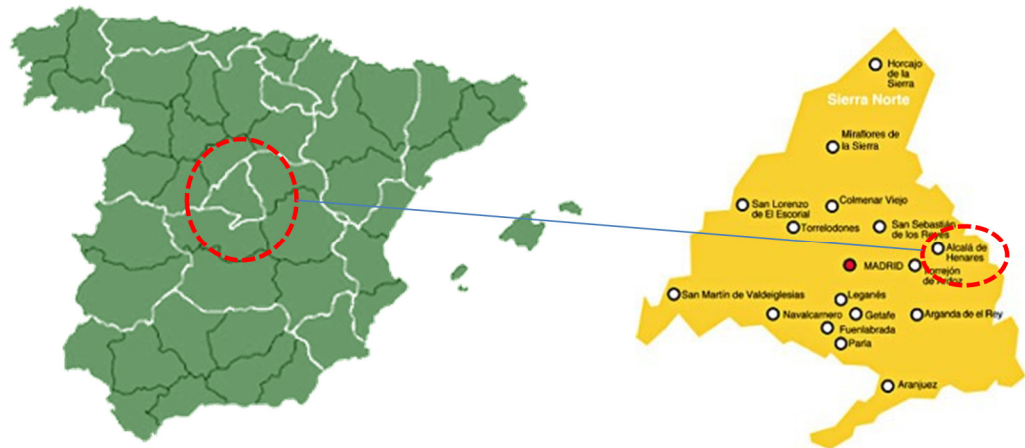


Figura 3.1.1 Situación del área de estudio dentro de la comunidad de Madrid.

Dicha finca, de unas 30 Ha, está situada en el valle del río Henares, que se extiende desde el corazón del Sistema Ibérico hasta su desembocadura en el Jarama en San Fernando de Henares. El terreno socavado por el río Henares es de origen calcáreo, proveniente de las calizas que forman el páramo alcarreño, siendo más limoso en las terrazas superiores donde se halla la zona de estudio.

En la región mediterránea pueden reconocerse seis pisos bioclimáticos según la serie propuesta por RIVAS MARTÍNEZ (1987): inframediterráneo, termomediterráneo, mesomediterráneo, supramediterráneo, oromediterráneo y criomediterráneo, de los cuales la finca de estudio se sitúa en el piso mesomediterráneo, concretamente en la serie mesomediterránea castellano-aragonesa basofílica de la encina, *Quercus rotundifolia* (S. *Bupleuro rigidi-Quercetum rotundifoliae*) VP, encinares basofílicos de ombroclima seco-Faciación manchega sobre sustratos margosos (arcillas carbonatadas) (Izco, 1984).

El piso mesomediterráneo es el de mayor extensión territorial de la Península (y también de la Comunidad de Madrid) siendo sus fronteras habituales los pisos termo y supramediterráneo. Presenta un clima mediterráneo seco, caracterizado por una temperatura media anual que oscila entre los 13 y los 17°C, con posibles heladas entre los meses de octubre y abril, y precipitaciones medias anuales en torno a los 450mm.

La zona de estudio (señalada con una flecha en la figura 3.1.2) se sitúa en la primera de las tres terrazas fluviales formadas por el río Henares, caracterizada por una capa freática relativamente alta, aunque fuera de la superficie de la corriente superficial. Esta terraza, con vocación de olmeda, estaba constituida antaño por cultivos de regadío, huertas y cultivos cerealistas de secano, siendo estos últimos los que ocupaban concretamente la zona de estudio. El área colindante, perteneciente ya a la segunda terraza fluvial más seca a nivel de suelo, acogía en condiciones naturales bosques de encina, presentando actualmente cultivos de secano, olivos, almendros, nogales y alguna higuera, persistiendo en la actualidad retazos de estos cultivos (BARTOLOMÉ & DÍAZ, 2004).

En los años 70 la constitución del campus universitario conllevó el abandono de todo uso precedente del territorio, con lo cual la vegetación actual es resultado de la sucesión natural tras casi 30 años de abandono (Fig. 3.1.2).



Figura 3.1.2 Vista de la finca del Carmen

A pesar de que la vegetación potencial que se correspondería con el campus sería un encinar mediterráneo de suelos básicos, dicho encinar se ha transformado en una dehesa dominada por comunidades nitrófilas ligadas al uso del territorio; apareciendo cardos en los terrenos más removidos, praderas de gramíneas allí donde el suelo está más compacto o formaciones de plantas anuales de pequeño porte en los caminos compactos y pisoteados (BARTOLOMÉ & DÍAZ, 2004). La zona de estudio está caracterizada principalmente por terrenos de baldío y vegetación ruderal con presencia de muy diversas especies vegetales (Fig. 3.1.3).



Figura 3.1.3. Vegetación del área de estudio.

En la Tabla 3.1.1 se muestran algunos ejemplos de las familias más representativas, destacando por su abundancia especies como el hinojo o diversas especies de cardo borriquero o gramíneas como la avena.

Tabla 3.1.1 Vegetación típica del área de estudio.

Compositae

<i>Carduus bourgeanus</i> <i>Centaurea melitensis</i> <i>Cnicus benedictus</i> <i>Cynara humilis</i> <i>Onopordum acanthium</i> (cardo borriquero) <i>Onopordum nervosum</i> <i>Onopordum illyricum</i> <i>Sylibum marianum</i> (cardo de maria)

Gramineae

<i>Aegilops geniculata</i> <i>Avena barbata</i> (avena) <i>Bromus rubens</i> <i>Bromus sp.</i> <i>Hordeum murinum</i> <i>Lygaeum spartium</i> <i>Poa bulbosa</i> <i>Stipa tenacissima</i>
--

Leguminosae

<i>Genista scorpius</i>

Papaveraceae

<i>Papaver rhoeas</i> <i>Papaver somniferum</i>
--

Umbelliferae

<i>Eryngium campestre</i> <i>Foeniculum vulgare</i> (hinojo) <i>Thapsia villosa</i>

3.2 Modelo Animal

Con el objetivo de estudiar la sucesión de insectos que invaden los cuerpos en descomposición, se utilizaron cerdos domésticos (*Sus scrofa* L.) como modelo animal.

Los estudios previos de sucesión en todo el mundo han sido realizados con una gran variedad de especies animales como pueden ser los mostrados en la Tabla 3.2.1.

Tabla 3.2.1. Algunos ejemplos de modelos animales utilizados en diversos trabajos

MODELO ANIMAL	
ARDILLAS	JOHNSON, 1975
COBAYAS	FULLER, 1934; BORNEMISSZA, 1957
CONEJOS	CHAPMAN & SANKEY, 1955; JOHNSON, 1975; PESCHKE et al. 1987; TANTAWI et al, 1996; BOUREL et al. 1999; DEJONG & CHADWICK, 1999
ELEFANTES	COE, 1978
FOCAS	LORD&BURGER, 1984b
GATOS	BURGER ,1965; EARLY & GOFF, 1986
GAVIOTAS	LORD&BURGER, 1984
IMPALAS	BRAACK ,1987; ELLISON, 1990
LAGARTIJAS	CORNABY, 1974
MONOS	LEE&MARZUKI,1993
OVEJAS	FULLER, 1934
PERROS	REED 1958; BURGER,1965; JIRON&CARTIN, 1981; O'FLYNN 1983, ROMERO PALANCO et al., 2006
POLLOS	ARNALDOS <i>et al</i> , 2001; PRADO E CASTRO et al, 2012
RATAS	TOMBERLIN&ADLER,1998
RATONES	FULLER, 1934; NABAGLO, 1973
SAPOS	CORNABY, 1974
TEJONES	IANCU & PARVU, 2013

En la actualidad, a nivel internacional, la comunidad científica de entomólogos forenses ha propuesto al cerdo doméstico como la especie animal más adecuada para la experimentación en el campo de la entomología forense, puesto que los resultados pueden ser extrapolados con mayor fiabilidad a la especie humana (PAYNE 1965,1970; PAYNE & KING, 1968, 1972; TULLIS &GOFF, 1987; HEWADIKARAM & GOFF, 1991; CATTS & GOFF, 1992; SHEAN *et al* 1993; ANDERSON & VANLAERHOVEN, 1996 etc.). Esto es debido a que el cerdo doméstico es un mamífero con poco vello en la superficie corporal, con una dieta omnívora y, por tanto, con flora y fauna bacterianas similares a las de un humano, lo que se traduce en que presenten patrones de putrefacción y descomposición similares (ANDERSON & VANLAERHOVEN, 1996). Además debemos añadir dos aspectos más a tener en cuenta a la hora de realizar cualquier proyecto de investigación, se trata de una especie relativamente económica y no crea excesivos problemas éticos al ser utilizada en investigaciones de diversa índole.

Por otra parte, existen controversias en cuanto al tamaño de los animales a emplear, entre los que defienden que el tamaño no influye de manera notable en el proceso descomponedor, y por tanto no parece que haya variaciones importantes en los patrones de sucesión de artrópodos (HEWADIKARAM & GOFF, 1991) y los que señalan posibles diferencias, manifestando con ello la importancia de utilizar un tamaño adecuado a la hora de establecer comparaciones entre unos estudios y otros (KUUSELA & HANSKI, 1982; KAMANI & GOFF, 1991; PAPP, 2002; MATUSZEWSKI S, *et al.*, 2014, 2015), proponiendo CATTS & GOFF (1992) un peso no inferior a 20kg como el más adecuado. Por todo ello, y a pesar de que los estudios previos en España se han realizado con cerdos de peso notablemente menor (CASTILLO-MIRALBES, 2002; ARNALDOS, 2004), en este estudio se ha seguido la propuesta de CATTS & GOFF (1992) y se han empleado cerdos, tanto machos como hembras, de entre 24 y 32 kg de peso.

El número de modelos animales empleados fue de tres en cada estación anual, dos réplicas y un control (12 en total), con los siguientes pesos de partida, siendo el mínimo de 24,10kg y el máximo de 32,25 kg (Tabla 3.2.2).

Tabla 3.2.2. Pesos iniciales de los cerdos empleados en cada una de las réplicas.

	Cerdo Control	Cerdo 1	Cerdo 2
Verano 2004	no se tomó	27,30kg	26,60kg
Otoño 2004	32,25kg	24,10kg	29,15kg
Invierno 2004/05	27,50kg	26,60kg	30,90kg.
Primavera 2005	32kg	28,20kg	28,85kg.

Los cerdos fueron expuestos al sol y separados entre sí unos 60-70 m para evitar cualquier tipo de interferencia sobre la fauna que acudía a unos y otros. La Figura 3.2.1 muestra una imagen de “Google Earth” en la que se puede observar la disposición de los distintos cerdos en cada ensayo de sucesión; las líneas que se observan en el terreno se corresponden con las marcas dejadas a lo largo del tiempo por el vehículo empleado para acceder a la zona de estudio.

Los animales fueron adquiridos a través del Centro de Experimentación Animal (Centro de Apoyo a la Investigación de la UAH), realizando el traslado al Hospital de La Paz, donde fueron sacrificados mediante una sobredosis de anestésico siguiendo la Guía para la protección de animales vertebrados utilizados para experimentación y otros fines científicos aprobado por la Directiva Europea del Consejo el 24 de noviembre de 1986 (86/609/EEC). En primer lugar se les inyectó el sedante Midazolam (nombre comercial *Dormicum*) y a continuación se les inyectó Pentobarbital Sódico (nombre comercial *Dolethal*) 200mg/ml- intravenoso a través de la oreja. Inmediatamente después de la muerte, fueron envueltos en bolsas de plástico herméticamente cerradas y trasladados al área de estudio.



Figura 3.2.1. Disposición de los cerdos en la zona de estudio (Imagen de Google Earth)

Las fechas y horas del emplazamiento de los cadáveres fueron las siguientes:

- Experimento de Verano: 28 de junio de 2004 a las 15:45h
- Experimento de Otoño: 21 de septiembre de 2004 a las 15:45h
- Experimento de Invierno: 11 de enero de 2005 a las 12:15h
- Experimento de Primavera: 4 de abril de 2005 a las 13:00

3.3 Metodología de Muestreo

Antes del inicio de cada prueba se realizó una inspección del terreno para buscar elementos de materia orgánica (excrementos, otros animales muertos...) que pudieran distorsionar la prueba.

La duración de cada ensayo vino dada por la presencia de insectos, de manera que unos ensayos se prolongaron en el tiempo más que otros según la evolución del proceso de descomposición. Dado que dicho ritmo de descomposición ha variado según la estación del año y, por tanto, según las condiciones climáticas, es por ello por lo que unos ensayos se han prolongado en el tiempo notablemente más que otros.

A modo de resumen sobre los muestreos realizados para los 4 estudios de sucesión, la Tabla 3.3.1 muestra las fechas de inicio y final de cada estudio, así como los días de sucesión transcurridos y el número total de muestreos realizados.

Tabla 3.3.1. Resumen de muestreos de los 4 estudios de sucesión.

	Fecha inicio	Fecha fin	Días sucesión	Días muestreo
Verano	28/06/2004	07/08/2006	771	97
Otoño	21/09/2004	03/11/2006	774	97
Invierno	11/01/2005	16/04/2008	1192	158
Primavera	04/04/2005	16/04/2008	1109	104

Los cerdos fueron depositados en el lugar de estudio sobre una plataforma de malla metálica para facilitar su manipulación durante los muestreos. Además, para asegurar la colocación de la plataforma siempre en el mismo lugar, se utilizaron estacas de madera como guías de anclaje al suelo. Por otro lado, y como muestra la Figura 3.3.1, los modelos animales fueron protegidos con unas jaulas de 120*80*60 cm hechas de madera y malla metálica, con una luz de malla de 2cm de lado, permitiendo la llegada de artrópodos a los cadáveres y evitando así el paso de animales carroñeros de gran tamaño (ELLISON, 1990; O'BRIEN *et al*, 2007) que pudieran interferir en el proceso descomponedor. Las jaulas se fijaron al suelo a través de piquetas ancladas a unas arandelas metálicas, para una mayor protección de los modelos animales ante el ataque de carroñeros antes mencionado.



Figura 3.3.1. Disposición de los modelos animales en el área de estudio.

Aunque no existe una metodología bien establecida para la recolección de entomofauna necrófaga, varios autores (TABOR *et al.*, 2004 y EBERHART & ELLIOT 2008) coinciden en que los muestreos deben ir espaciándose en el tiempo, entre otras razones, porque un cadáver es un ecosistema bastante complejo, cuyo proceso de descomposición ocurre a una velocidad no uniforme, por tanto, el tiempo que dura la recolección de material y los intervalos de tiempo que se establecen para capturarlo, dependen de la velocidad con que se descompone el cadáver.

Teniendo en consideración lo expuesto, al comienzo de cada estudio se realizaron 2 visitas diarias que fueron espaciándose en el tiempo según avanzaba el proceso de descomposición en cada caso, de manera que los muestreos pasaron de ser diarios, a ser realizados cada dos días, tres veces por semana, una vez a la semana, una vez cada 15 días, una mensual y finalmente, trimestralmente.

Respecto a los muestreos propiamente dichos, se estableció una metodología tipo para cada visita procurando que estas se hicieran aproximadamente a la misma hora y visitando primero el cerdo control y posteriormente las dos réplicas.

Al comienzo de cada muestreo se tomaban fotografías con una cámara digital Nikon Coolpix 5700. A continuación, mediante un termómetro digital (Digi-Sense, Cole-Parmer® type J Thermocouple Modelo nº8528-30), se tomaban la temperatura ambiental, temperaturas corporales externas (en distintos puntos de la superficie corporal: cuello, lomo y parte trasera) e internas (en boca y ano), así como la temperatura de la masa larvaria en caso de haberla.

Tras la toma de temperaturas, se pasaba a coleccionar una representación de todos los artrópodos existentes en todas las fases de desarrollo utilizando mangas entomológicas, pinzas, pinceles y botes. Posteriormente se etiquetaban *in situ* según la réplica correspondiente y en el caso de las larvas de dípteros o coleópteros, éstas se introducían en cajas de cultivo con sustrato alimenticio con el fin de criarlas en el laboratorio hasta la obtención del adulto, para su correcta identificación. En los meses más calurosos las muestras se introducían a su vez en una nevera para mantenerlas en un ambiente más o menos fresco hasta el final del muestreo.

Una vez capturados los especímenes sobre los cerdos, éstos se pesaban (Fig. 3.3.2) utilizando para ello un dinamómetro (KERN CH50K50).



Figura 3.3.2. Pesado diario de cada réplica de cerdo durante los muestreos.

Después de pesados, los cerdos eran retirados momentáneamente para poder recoger especímenes del suelo justo debajo de ellos, utilizando palas y bandejas. Una vez hecho

esto los animales se colocaban de nuevo en el mismo lugar utilizando para ello las estacas guía; por último se cubrían con la jaula protectora fijándola al suelo con piquetas como se ha explicado anteriormente.

Aunque DE JONG & HOBACK (2006) concluyen en su trabajo que la acción del investigador sobre la fauna cadavérica puede ser prácticamente desestimada, la recogida de individuos se llevó a cabo tratando de influir lo menos posible en el desarrollo de las distintas especies sobre los restos cadavéricos, de manera que si la presencia de algún grupo concreto era muy abundante, se recogía una pequeña muestra representativa del mismo.

En aquellos momentos del proceso de descomposición en los que las larvas de díptero comenzaban a migrar en busca de algún lugar adecuado para pupar y así completar su ciclo de desarrollo, se procedía a inspeccionar alrededor de los cerdos en busca de pupas y/o puparios, ya que hay especies que pueden llegar a migrar distancias considerables desde la fuente de alimento (GOMES et al., 2006; ARNOTT & TURNER, 2008).

Para acabar con el procedimiento, cabe señalar que en cada visita se rellenaba una ficha de muestreo (Fig. 3.3.3) en la que se anotaba toda la información relevante: día de sucesión, fecha y hora de muestreo, temperaturas, condiciones climáticas, estado de descomposición de los cerdos y cualquier otra información que se considerase oportuna sobre el aspecto de los cerdos, la fauna presente, etc.

Además del registro de temperaturas tomado en los muestreos *in situ*, se consideró imprescindible contar con un registro de las condiciones meteorológicas de la zona de estudio, para lo cual se emplazó un equipo portátil de toma de datos meteorológicos (Mobile Weather Station μ METOS[®]) con dispositivos para registrar diariamente temperaturas medias, mínimas, y máximas, precipitaciones, humedad relativa, radiación solar, luminosidad y velocidad del viento. En la Figura 3.3.4 se puede ver la disposición de la estación meteorológica en el tejado de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alcalá.

Figura 3.3.4.

Estación meteorológica cercana al área de estudio. La flecha indica de manera aproximada la zona de experimentación (a unos 2 km de la estación meteorológica).



Día de sucesión:		
Fecha:		
Hora:		
Tª exterior:	Tª Máx/Min:	
Condiciones meteorológicas:		
P-C		
Estado de descomposición:		
Peso:		
Tª interna:	Tª superficie:	Tª larvas:
Observaciones:		
P-1		
Estado de descomposición:		
Peso:		
Tª interna:	Tª superficie:	Tª larvas:
Observaciones:		
P-2		
Estado de descomposición:		
Peso:		
Tª interna:	Tª superficie:	Tª larvas:
Observaciones:		

Figura 3.3.3. Ficha de muestreo tipo.

3.4 Conservación e Identificación del Material

Una vez finalizados los muestreos, los individuos capturados eran llevados al laboratorio, procediendo a preparar adecuadamente los estados inmaduros dentro de cajas de cultivo correctamente etiquetadas, indicando el estado de captura sobre el cerdo, para luego introducirlas en cámaras de cultivo a una temperatura constante de 25°C y fotoperiodo de 12:12 L:D hasta la emergencia del adulto, para poder así realizar una correcta identificación a nivel de especie (Fig. 3.4.1).

En el caso de las larvas de díptero se utilizaban preparados alimenticios para animales como sustrato alimenticio, no entrañando apenas dificultad su cría en laboratorio. Con respecto a los coleópteros se utilizaron distintas dietas según su hábito alimenticio (depredadores, dermatófagos, etc.).

Además de la cría de larvas, también se procedió a guardar ejemplares de las mismas en alcohol para tener una muestra en la colección entomológica.

Los adultos se mantuvieron a -20°C hasta su identificación y a continuación, en función de sus requerimientos, se conservaron en etanol al 70% (ADAMS & HALL, 2003) o bien en seco, montados con alfileres entomológicos.



Figura 3.4.1.
Cajas y cámaras de cultivo

Para la identificación de las muestras se utilizó la bibliografía pertinente para cada grupo de artrópodos y, en ocasiones, se recurrió a la colaboración de especialistas para la identificación o corroboración de material identificado previamente.

Todos los ejemplares identificados (en alcohol o montados en cajas entomológicas) están depositados en una colección entomológica creada a tal efecto para este proyecto en el Dpto. de Ciencias de la Vida de la Universidad de Alcalá o bien en las colecciones de los distintos especialistas que han colaborado.

3.5 Procesado de los Datos y Análisis Estadístico

Una vez identificado todo el material se procedió a crear en Excel de Microsoft Office distintas bases de datos con toda la información relevante de los muestreos de las distintas réplicas a lo largo del tiempo.

Las gráficas del capítulo de composición faunística se han realizado haciendo el promedio de los individuos capturados en las dos réplicas de cada experimento (ver Anexos 1 a 4 del Capítulo 4.2. sobre Composición Faunística) y no la suma de los ejemplares de ambas réplicas.

Con el inventario de especies que aparecen en cada estado de descomposición se han realizado matrices de presencia-ausencia teniendo en cuenta todas las especies identificadas en sus distintas fases del ciclo de desarrollo y separadas por grupos de artrópodos así como por réplicas muestreadas en todo el estudio (WELLS & LA MOTTE, 2001).

Este estudio fue diseñado para describir los patrones de sucesión de los artrópodos durante el proceso descomponedor, por tanto no fue diseñado para realizar análisis cuantitativos sino cualitativos.

A partir de las matrices completas, con los datos de aparición y desaparición de cada especie, se ha podido establecer el orden de sucesión de insectos a lo largo del tiempo y con ello definir especies indicadoras y por tanto de potencial utilidad forense (MATUSZEWSKI et al., 2010a y b, 2011).

Para el análisis de los datos se ha utilizado el paquete estadístico Statgraphics Plus 5 y Centurión (Statistica Graphics Corp. 1994-2000).

Capítulo 4



Resultados y Discusión

4.1 Proceso de Descomposición

4.1 Proceso de Descomposición

4.1.1. Descripción del Proceso de Descomposición

La descomposición de un cadáver se lleva a cabo mediante la acción de varios procesos, cuyos agentes pueden proceder del interior o del exterior del cuerpo (MAGAÑA, 2001). En el primer caso se encuentran la autólisis y la putrefacción, procesos destructores de un cadáver generados por la acción de la batería enzimática celular y de las bacterias intestinales respectivamente. En el caso de los procesos destructores cuyos agentes proceden desde fuentes externas, podemos diferenciar el crecimiento de microorganismos y la invasión del cuerpo por animales necrófagos, como es el caso de algunos grupos de Artrópodos y de los vertebrados carroñeros.

A pesar de que la descomposición de un cadáver es un proceso continuo, normalmente se establecen una serie de estados o etapas discretas para facilitar el estudio y permitir así hacer comparaciones entre experimentos o casos. En medicina legal y forense lo habitual es distinguir 4 etapas o estados (MAGAÑA, 2001) denominados:

1. **Periodo cromático:** Aparece la mancha verde en la fosa ilíaca derecha y se empieza a ver el entramado venoso por la transformación de la hemoglobina.
2. **Periodo enfisematoso:** la putrefacción bacteriana genera gases que hacen que el cadáver comience a hincharse. Se inicia el desprendimiento de la epidermis.
3. **Periodo colicuativo.** Los tejidos se transforman en un magma putrilaginoso y desaparece su forma habitual.
4. **Periodo de reducción esquelética.** Desaparición de las partes blandas.

En el caso de la entomología forense el proceso y sus manifestaciones, evidentemente, son las mismas, pero la comunidad científica ha ido utilizando una terminología distinta para los estados de descomposición, cuya diferenciación se realiza no sólo en función de los cambios ocurridos en el cadáver, sino también en función de la fauna de insectos que lo invade.

Así, analizando la bibliografía es posible encontrar diversas variantes en lo que a estados de descomposición se refiere. MEGNIN (1894) distinguió ocho oleadas de insectos invadiendo el cadáver sucesivamente. Desde entonces, el número de estados de descomposición establecidos por otros autores se ha reducido en número, variando de 4 a 6, y con denominaciones diferentes. Un ejemplo puede verse en la Tabla 4.1.1.

Tabla 4.1.1. Número de estados de descomposición y su denominación en diversos experimentos.

	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5	Estado 6
<i>ANDERSON et al. 2004</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	Seco/Restos	-
<i>ANTON et al. 2011</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	-	-
<i>ARNALDOS et al. 2004</i>	Fresco	Descomposición	Descomposición Avanzada	Esqueletización	-	-
<i>BONACCI et al. 2010</i>	Fresco	Hinchado	Descomposición	Descomposición Adipocira	Restos Secos	-
<i>CARVALHO 2004</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	Seco	
<i>CASTILLO-MIRABLES 2002</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	-	-
<i>GRASSBERGER & FRANK 2004</i>	Fresco	Hinchado	Descomposición	Restos Secos	-	-
<i>LORD & GOFF 2003</i>	Fresco	Hinchado	Descomposición	Post-Descomposición	Esquelético o Restos	-
<i>KOČÁREK 2003</i>	Fresco	Hinchado	Descomposición	Seco		
<i>MARTINEZ et al. 2007</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	Restos	-
<i>MATUSZEWSKI et al. 2008</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	Restos	-
<i>MATUSZEWSKI et al. 2010</i>		Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	Restos	-
<i>MOIRA et al. 2012</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	Seco/Restos	-
<i>ÖZDEMİR & SERT 2009</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	Seco	
<i>OLAYA 2001</i>	Fresco	Hinchado	Putrefacto	Seco	-	-
<i>PAYNE 1965</i>	Fresco	Hinchado	Activo	Avanzado	Seco	Restos
<i>PRADO E CASTRO et al. 2012</i>	Fresco	Hinchado	Descomposición	Descomposición Avanzada	Seco	-
<i>REED 1958</i>	Fresco	Hinchado	Descompuesto	Seco	-	-
<i>ROMERO PALANCO et al. 2006</i>	Fresco	Enfisematoso	Colicuativo	Seco	Restos	
<i>RODRIGUEZ & BASS 1983</i>	Fresco	Hinchado	Descompuesto	Seco	-	-
<i>SHARANOWSKI et al. 2008</i>	Fresco	Hinchado	D. Activa	D. Avanzada	Seco	
<i>TANTAWI et al. 1996</i>	Fresco	Hinchado	Descomposición	Seco	-	-
<i>VELÁSQUEZ 2011</i>	Fresco	Hinchado	Descomposición Activa	Momificación	-	-
<i>IANCU & PARVU 2013</i>	Fresco	Autolisis	Putrefacción	Licuefacción	Esqueletización	

Las propuestas más repetidas en los trabajos actuales son aquellas que consideran 5 estados de descomposición, aunque el último de ellos no suele ser recogido en los artículos porque los experimentos acaban antes de que el cadáver alcance la esqueletización. En la actualidad, la comunidad internacional de Entomólogos forenses reconoce y acepta cinco periodos o estados de descomposición, que se superponen en gran parte a las fases de la putrefacción descrita por los patólogos forenses. Éstos corresponden a 1) estado fresco o cromático, 2) hinchado o enfisematoso, 3) descomposición activa o colicuativa, 4) descomposición avanzada y 5) restos esqueléticos o esqueletización (MAGAÑA, 2001; WOLFF et al., 2001).

Aunque el número de estados y su denominación no varían mucho entre los diversos trabajos, lo que no queda establecido claramente son las características que permiten diferenciar unos de otros. De hecho, a veces es una tarea complicada llevar a la práctica la diferenciación entre estados, porque pueden llegar a solaparse o, en otros casos, diferentes partes del cuerpo pueden presentar estados de descomposición distintos, lo que complica el reconocimiento de los fenómenos cadavéricos, dejando a criterio del investigador la diferenciación entre las distintas etapas de descomposición (GARCÍA et al., 2004).

Por todo ello es conveniente tener presente que el valor de los estados de descomposición que los investigadores establecen es el de aportar puntos de referencia, que permitan explicar alguno de los hechos asociados con la descomposición y, sobre todo, poder aclarar los hechos ante un tribunal (SCHOENLY & REID, 1987).

En la presente tesis doctoral se ha decidido establecer 5 estados de descomposición, basándonos, en parte, en la propuesta de MATUSZEWSKI et al. (2010), a la que hemos añadido algunas características. Estos estados son, además, fácilmente observables en campo (Fig. 4.1.1).

1. **Fresco (F):** Se considera el estado transcurrido desde el momento de la muerte hasta que aparecen indicios visibles externamente del proceso descomponedor del cadáver (ya sea hinchazón o presencia de larvas).
2. **Hinchado (H):** el cadáver se hincha como consecuencia de la producción de gases por la fermentación bacteriana durante la putrefacción. Comienza cuando el cadáver se hincha completamente y dura mientras que la hinchazón es visible.
3. **Descomposición activa (D. Ac):** Comienza cuando aparecen las primeras masas larvarias de dípteros y dura hasta que la mayoría de las larvas migran. En esta etapa desaparecen los tejidos blandos como consecuencia de la actividad alimentaria de las masas larvarias de los dípteros. Este estado puede solaparse con el anterior.

4. **Descomposición avanzada (D. Av):** Comienza cuando migran las larvas de los dípteros y han desaparecido todos los tejidos blandos del cadáver. En ella se lleva a cabo la desaparición de los tejidos secos, la piel, cartílagos, etc. En este estudio hemos considerado que este estado se prolonga mientras las larvas de coleópteros de las familias Silphidae y Dermestidae, que se alimentan de tejidos secos, estén presentes.
5. **Restos esqueléticos (R):** El comienzo se establece cuando desaparecen las larvas de Dermestidae y Silphidae y su duración abarca hasta el final del experimento.



(a) Estado Fresco



(b) Estado Hinchado.



(c) Estado de descomposición activa



(d) Estado de descomposición avanzada



(e) Restos esqueléticos



(f) Restos esqueléticos

Figura 4.1.1. Estados de descomposición del cadáver (ejemplo de la sucesión de verano)

Los cinco estados de descomposición establecidos se observaron en todas las réplicas de este estudio. Los patrones generales de descomposición coinciden con otros estudios europeos de sucesión y en ningún caso se produjo un marcado desfase de los estados de descomposición en las distintas partes del cadáver, tal y como ha ocurrido en otros trabajos, en los que el ritmo de descomposición de la cabeza ha sido más rápido que el del resto del cuerpo (GRASSBERGER & FRANK, 2004; ANTON et al., 2011; MATUSZEWSKI et al., 2010).

4.1.2. Secuencia de los estados de descomposición

Muchos estudios sobre sucesión de la entomofauna cadavérica presentan un orden secuencial de los estados de descomposición del cadáver, asumiendo que una etapa no se inicia hasta que ha terminado la anterior o, incluso, que todas las partes del cuerpo se descomponen de manera simultánea.

El caso más repetido en la bibliografía es que el estado fresco comienza en el momento de la muerte y continúa hasta que la hinchazón del cadáver es evidente y que la descomposición activa comienza cuando aparecen las primeras masas de larvas (GOFF, 2010). Sin embargo, en el presente estudio hemos encontrado diferencias a este respecto, ya que en los experimentos realizados en invierno y primavera (Fig. 4.1.2 c, d) el estado hinchado y el de descomposición activa se solaparon en el tiempo y se invirtieron en el orden de aparición, iniciándose antes la descomposición activa que el hinchamiento del cuerpo.

Bajo nuestro punto de vista no se debería asumir un orden cronológico de los distintos estados de la descomposición cuando los agentes responsables de dichos procesos no son excluyentes. Ejemplo de ello son la actividad bacteriana que marca el comienzo del estado hinchado y la aparición de masas larvianas alimentándose de los tejidos blandos, lo que marca el comienzo de la descomposición activa.

Las bajas temperaturas registradas en invierno y principios de primavera (ver Fig. 4.1.4) ralentizaron la acción bacteriana, impidiendo la liberación de los gases procedentes de las fermentaciones y, por tanto, impidiendo que el cuerpo se hinchase, pero no imposibilitaron que las especies de Dípteros Califóridos adaptadas a las estaciones frías – con temperaturas mínimas de desarrollo bajas – ovipositaran, generando pequeñas masas larvianas que iniciaron el proceso de descomposición activa, por lo que, según el criterio elegido, puede considerarse que la descomposición activa comenzó antes de que se produjera el estado enfisematoso o hinchado del cuerpo.

Por este motivo pensamos que el hecho de asumir un orden secuencial de los estados de descomposición, sin tener en cuenta los agentes responsables de la descomposición del

cuerpo, puede llevar a errores a la hora de asignar las especies de interés forense a cada estado de descomposición, dificultando con ello la comparación de resultados entre experimentos y, lo que es más grave, puede inducir a errores en la estimación del Intervalo postmortem

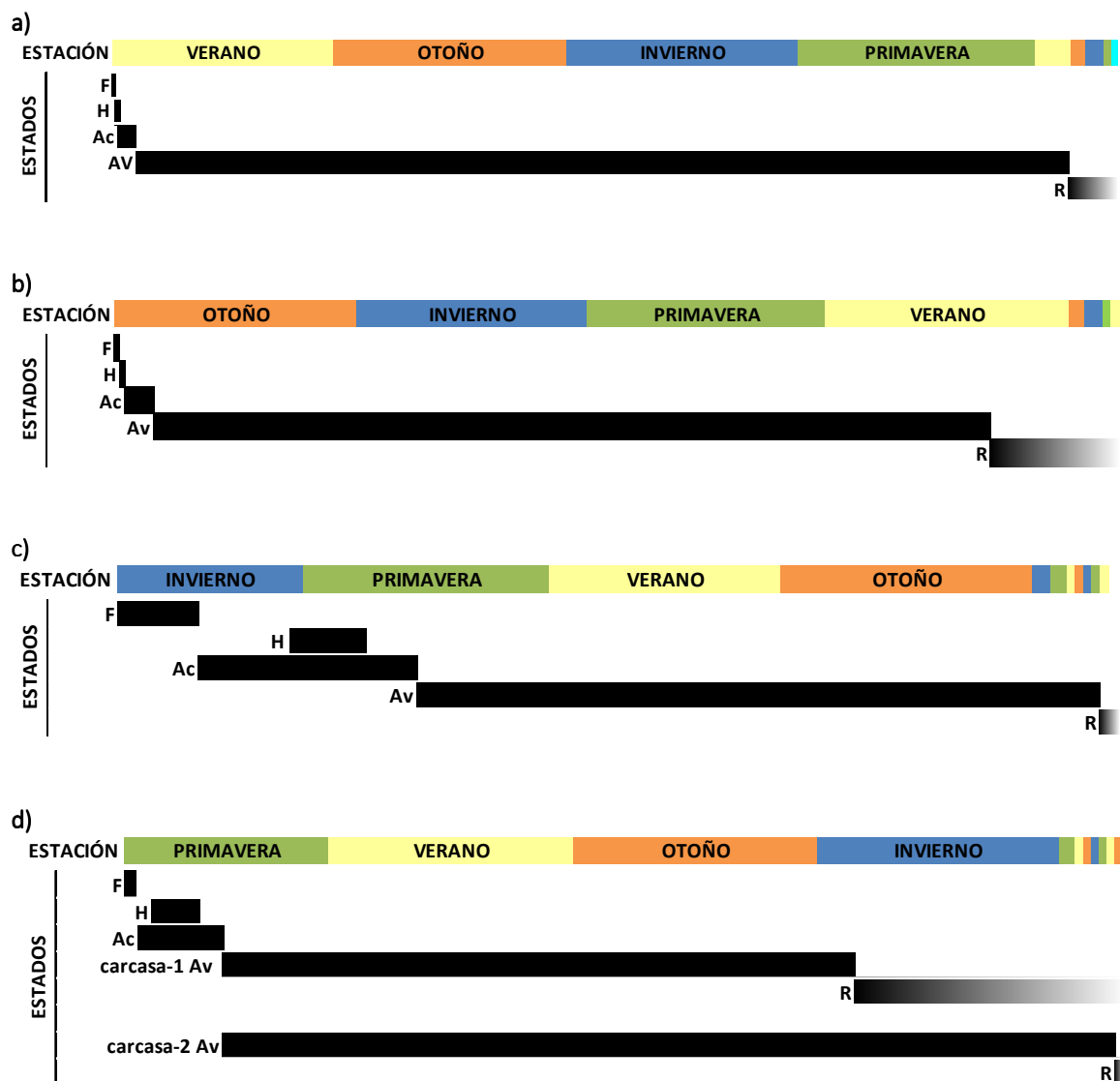


Figura 4.1.2. Aparición y cese de los estados de descomposición Fresco (F), Hinchado (H), Activa (Ac), Avanzada (Av) y Restos esqueléticos (R) en los experimentos de verano (a), otoño (b), invierno (c) y primavera (d).

4.1.3 Duración de los estados de descomposición

La Tabla 4.1.2 y la Figura 4.1.3 muestran la duración de cada estado de descomposición en los cuatro experimentos realizados en las estaciones anuales.

Tabla 4.1.2. Duración de los estados de descomposición para los estudios de verano (V 1 y V 2), otoño (O1 y O2), invierno (I1 y I2) y primavera (P1 y P2). Inicio y duración se expresan en días.

ESTACIÓN	Inicio hinchado	Duración hinchado	Fin hinchado	Inicio D.activa	Duración D. activa	Inicio D.avanzada	Duración D.avanzada	Inicio Restos
V 1	2	2	4	3	6	9	477	486
V 2	2	2	4	3	6	9	427	436
O 1	3	2	5	5	7	12	325	337
O 2	3	2	5	5	10	15	280	295
I 1	64	24	88	30	70	100	779	879
I 2	70	20	90	31	78	109	622	731
P 1	11	14	25	5	29	34	368	402
P 2	10	19	29	5	35	40	923	963

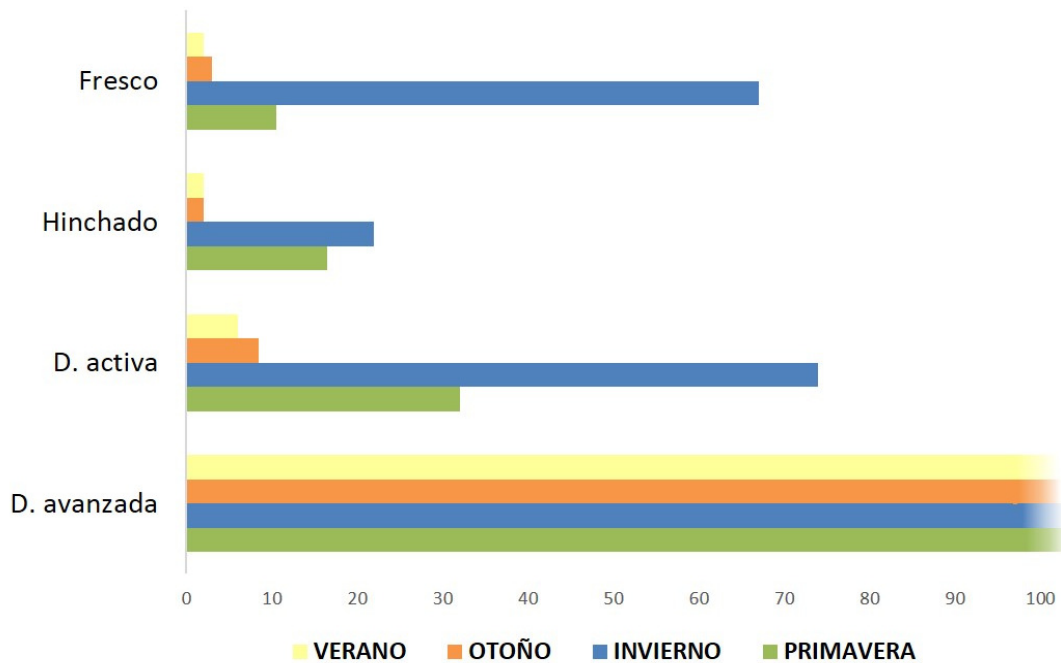


Figura 4.1.3. Duración relativa de los estados de descomposición para los estudios de verano, otoño, invierno y primavera. La duración se expresa en días.

Dado que en regiones con clima continental, como la del presente estudio, la variación de temperaturas entre verano e invierno suele ser extrema (ver Fig. 4.1.4), era de esperar que existieran diferencias en el comienzo, duración y velocidad de descomposición de cada uno de los estados entre los experimentos realizados en las estaciones frías y las cálidas.

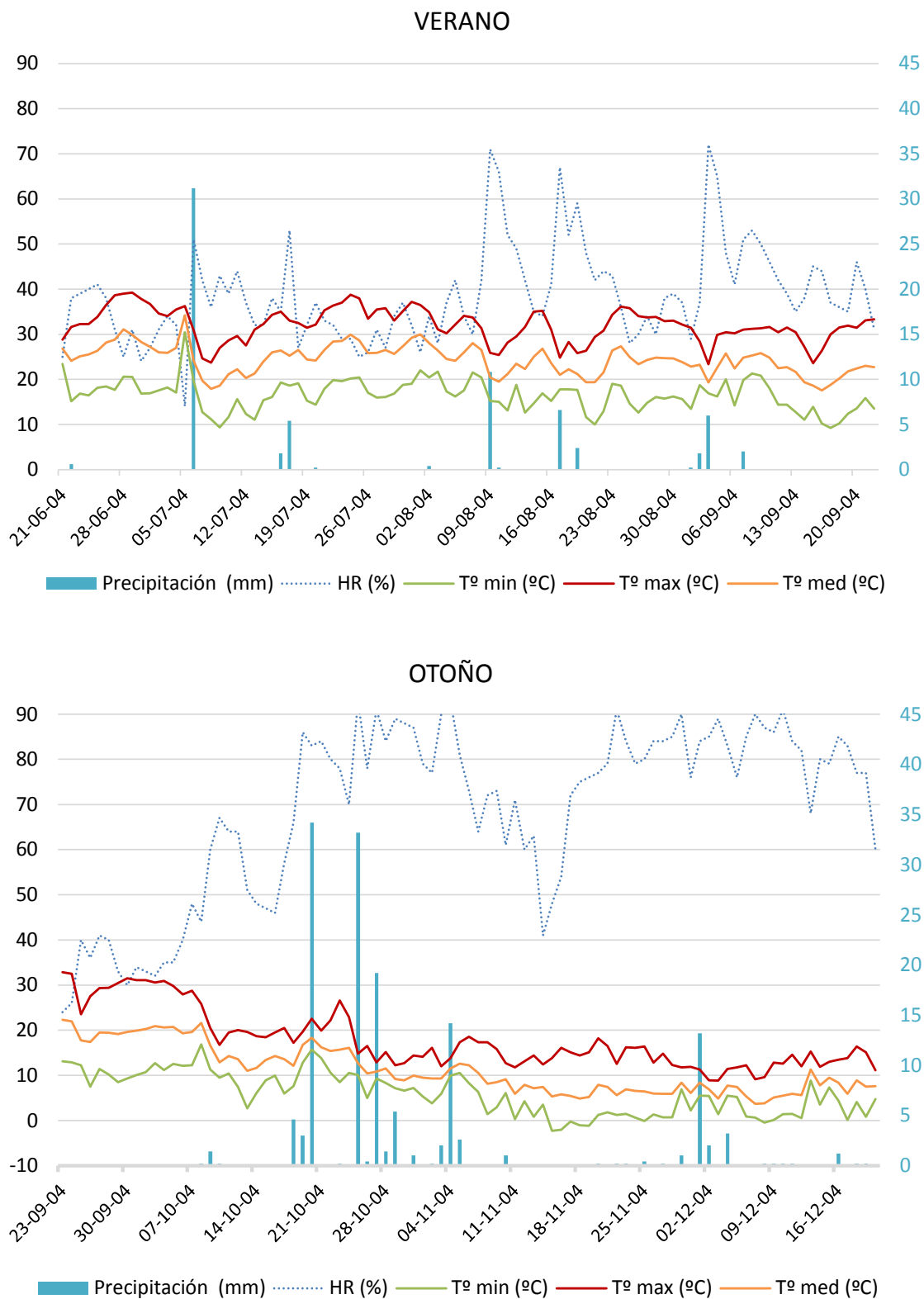


Figura 4.1.4. Condiciones meteorológicas acaecidas en verano (arriba) y otoño (abajo).

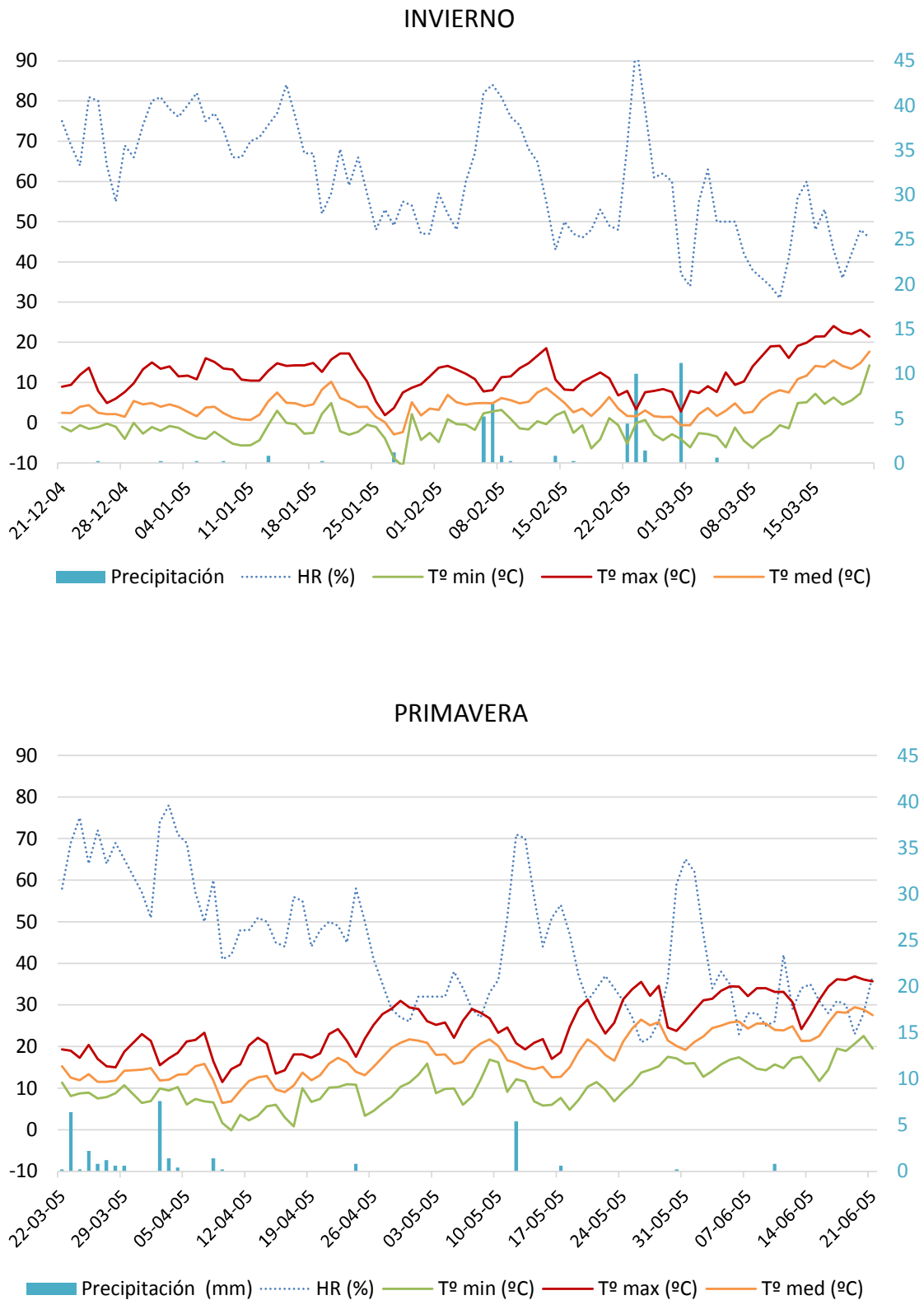


Figura 4.1.4 continuación. Condiciones meteorológicas acaecidas en invierno (arriba) y primavera (abajo).

La temperatura es una de las variables con mayor influencia en la descomposición de un cadáver (CARTER et al., 2007), tanto en el comienzo como en la duración de los distintos estados, hecho que se ha podido comprobar en este experimento. Con el objetivo de analizar si verdaderamente existían diferencias se realizaron test de análisis de la varianza (ANOVA), considerándose diferencias significativas con un intervalo de confianza de $P > 0.05$. Nuestros resultados han sido comparados con otros estudios de la región mediterránea y centroeuropea (Tabla 4.1.3).

Tabla 4.1.3. Estudios de sucesión llevados a cabo en la zona mediterránea y centroeuropea.

	Lugar	Modelo Animal (nº/ensayo)	Peso	Estados Descomp.
TANTAWI et al., 1996	Egipto	Conejo (4-6)	1kg	4
CASTILLO-MIRALBES, 2002	España (Huesca)	Cerdo (4)	9,325-11,2 kg	5
ARNALDOS et al., 2004	España (Murcia)	Pollo (2)	-	4
GRASSBERGER & FRANK, 2004	Austria	Cerdo (1)	44 y 37 kg	4
ROMERO PALANCO et al., 2006	España (Cádiz)	Perros (1)	20-30 Kg	5
BONACCI et al., 2010	Italia	Cerdo (6)	20-25 kg	5
MATUSZEWSKI et al., 2010	Polonia	Cerdo (36)	≈25,8kg	5
PÉREZ-BOTE et al., 2012	España (Badajoz)	Cerdo (1)	5 Kg	5
PRADO E CASTRO et al., 2012	Lisboa	Cerdo lechón (1)	7,5-8kg	5
IANCU & PÂRVU, 2013	Rumanía	Tejón (3)	4-7 Kg	5
VELASQUEZ, 2011	Alicante	Cerdo (1)	≈20kgs	4

En la Península Ibérica no se han realizado estudios detallados con respecto a los procesos de descomposición y su duración. PRIETO et al. (2004) en su estudio sobre el efecto del clima sobre los cambios post-mortem en humanos, sugieren un ritmo más rápido en la descomposición de cadáveres ubicados en las provincias costeras mediterráneas (clima litoral) que en los ubicados en las provincias interiores (clima continental). Comparando la duración de los procesos de descomposición observados en este experimento (Tabla 4.1.2) con los de zonas litorales de la Península Ibérica obtenidos por ARNALDOS et al. (2004) y VELÁSQUEZ (2011) en el litoral mediterráneo y con los de PRADO E CASTRO et al. (2012) en la costa atlántica, la descomposición únicamente fue más rápida en dichos climas costeros en verano y primavera. El clima continental seco y caliente durante el verano e inicio de otoño puede ser la causa de que la descomposición sea más rápida en estas estaciones. Por otra parte, el uso de diferentes modelos animales, o de diferentes tamaños, en los estudios referidos anteriormente (ARNALDOS et al., 2004; PRADO E CASTRO et al., 2012) puede conllevar diferencias en las tasas de descomposición.

En general, la duración de los procesos de descomposición en este estudio fue muy similar a la obtenida por CASTILLO-MIRALBES (2002) en La Comarca de la Litera (Huesca), zona de clima continental, pero lamentablemente no es posible comparar los resultados del estado de descomposición avanzada porque su estudio terminó el día 30 de sucesión en los experimentos de verano, otoño y primavera y el día 120 en el de invierno.

Al comparar los resultados obtenidos en cada uno de los estados de descomposición con los de los trabajos señalados en la tabla anterior encontramos:

FRESCO

Como ya hemos comentado anteriormente, para muchos autores el periodo fresco comienza en el momento de la muerte y continúa hasta que la hinchazón del cadáver es evidente, pero en este estudio se ha considerado que este estado permanece hasta que aparece alguna evidencia de descomposición. Como puede observarse en la Tabla 4.1.4 los resultados obtenidos en las estaciones cálidas son bastante congruentes con los señalados por otros autores, pudiendo considerar que las pequeñas diferencias se deben a las temperaturas reinantes en las distintas zonas geográficas. Sin embargo, los resultados de las estaciones frías (invierno y principios de primavera) difieren considerablemente de los de otros estudios. En las zonas con influencia costera, ya sea mediterránea o atlántica, los inviernos y primaveras son suaves, permitiendo la actividad de bacterias e insectos. En las zonas de clima continental, ya sea el centro peninsular o las zonas centroeuropeas, las bajas temperaturas de invierno y principios de primavera impiden la actividad de los insectos y bacterias y, en muchos casos, generan la congelación de los cadáveres, anulando cualquier indicio de descomposición.

Tabla 4.1.4. Duración del estado de descomposición fresco en diversos experimentos (días).

FRESCO		VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Mediterráneo continental	NUESTRO ESTUDIO	1	2	30 -31	4
	CASTILLO-MIRALBES, 2002	2	2	74	2
Mediterráneo litoral	TANTAWI et al., 1996	1	3	7	3
	ARNALDOS et al., 2004	2	3	3	2
	BONACCI et al., 2009	1	1	2	
	VELASQUEZ, 2014	1	2	4	2
Atlántica	PRADO E CASTRO et al., 2012	3	4	18	4
	GRASSBERGER & FRANK, 2004	3	X	-	3
Centroeuropea	ANTON et al., 2011	1	2	87	19/21
	MATUSZEWSKI et al., 2010	2.5	6.5	-	10

HINCHADO

Las diferencias entre la aparición del estado hinchado en los cadáveres entre los distintos experimentos fueron significativas ($F= 419.56$, $P = 0.000$), principalmente debido a la tardía aparición del estado hinchado en invierno (Fig. 4.1.5). Debido a las bajas temperaturas, los tres cadáveres del experimento de invierno se congelaron y no se hincharon hasta 64-68 días más tarde, cuando las temperaturas ambientales comenzaron a subir coincidiendo casi con el comienzo de la primavera.

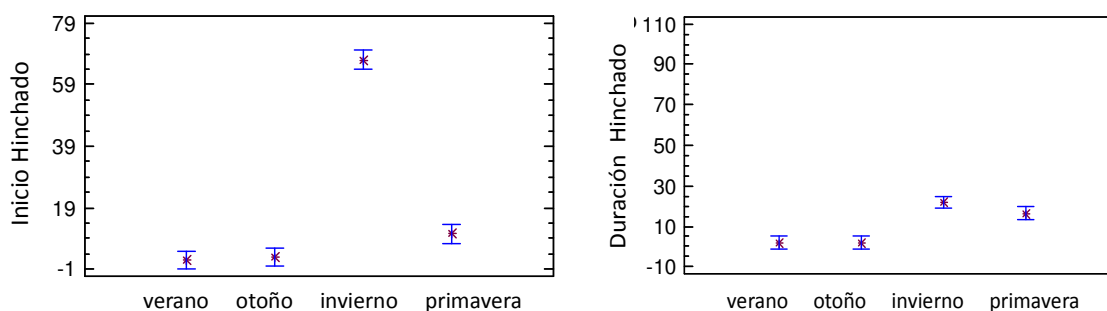


Figura 4.1.5. Variación del inicio y duración del estado hinchado según la estación (en días).

Como puede apreciarse en la Tabla 4.1.2, en las estaciones cálidas el inicio del estado hinchado ocurrió el día 2 en verano (T. media: 25,45 °C) y el día 3 en otoño (T. media: 22.66 °C). En primavera, la temperatura media desde la colocación de los cadáveres hasta que estos comenzaron a hincharse fue de 12,56 °C y este proceso no se inició hasta el día 9. En invierno se produjo el mayor retraso en la aparición del estado hinchado, ya que durante los dos primeros meses la temperatura media fue de 4,3 °C, retrasando con ello la actividad metabólica bacteriana y, por tanto, la aparición de gases que hinchan el cuerpo, hasta 64 y 68 días más tarde, cuando las temperaturas se elevaron coincidiendo con el comienzo de la primavera. CASTILLO-MIRALBES (2002) y ANTON et al. (2011) obtuvieron resultados similares en invierno y MATUSZEWSKI et al. (2010) no se plantean la experimentación en la época invernal porque los cerdos permanecen congelados durante toda la estación.

En cuanto a la duración del estado hinchado, también se obtuvieron diferencias significativas entre unas estaciones y otras ($F = 40,67$, $P = 0,001$), presentando los experimentos de invierno y primavera una duración patentemente mayor.

MATUSZEWSKI et al. (2010) sugieren que la actividad larvaria es la responsable del desinflado del cadáver, argumento que concuerda con nuestros resultados. En los estudios de verano y otoño el estado hinchado terminó cuando se formaron grandes masas larvarias. En los cadáveres de invierno y primavera, la duración de dicho estado fue mucho más larga porque la descomposición activa comenzó de forma más lenta y gradual, y no se formaron grandes masas larvarias que pudieran horadar la piel permitiendo la salida de los gases.

Como puede observarse en la Tabla 4.1.5, CASTILLO- MIRALBES (2002) y ANTON et al. (2010) obtuvieron también resultados similares en invierno y MATUSZEWSKI et al. (2010) en primavera.

Tabla 4.1.5. Duración del estado de descomposición Hinchado en diversos experimentos.

HINCHADO		VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Mediterráneo continental	NUESTRO ESTUDIO	2	2	20-24	14-19
	CASTILLO-MIRALBES, 2002	4	6	21-35	10
Mediterráneo litoral	TANTAWI et al., 1996	2	4	10	4
	ARNALDOS et al., 2004	-	-	-	-
	BONACCI et al., 2009	4	7	13	-
	VELASQUEZ, 2011	2	9	19	7
Atlántica	PRADO E CASTRO et al., 2012	3	3	11	4
	GRASSBERGER & FRANK, 2004	8	-	-	9
Centroeuropa	ANTON et al., 2011	1	-	46	40
	MATUSZEWSKI et al., 2010	4.8	6.8	-	16

En nuestro caso, además del efecto de la temperatura, la elevada duración de este estado ha podido verse reforzada por un fenómeno de conservación cadavérica conocido como corificación (Fig.4.1.9), en el que la piel adquiere bastante elasticidad, asemejándose a la grasa de la piel curtida (TORRE & CARDELLINI, 1979). Este fenómeno ocurrió en los tres cerdos de invierno y, más levemente, en uno de los cerdos de primavera, debido a que ambos experimentos terminaron simultaneándose en el tiempo debido al retraso en la descomposición del experimento de invierno (Fig. 4.1.8).

DESCOMPOSICIÓN ACTIVA

Como ya se ha indicado anteriormente, el comienzo de la descomposición activa viene marcada por la aparición de pequeñas masas de larvas de Dípteros Califóridos. En este estudio se han obtenido diferencias significativas con respecto al inicio y duración de este estado de descomposición (Inicio: $F = 2753,00$, $P = 0,000$; duración: $F = 145,72$, $P = 0,000$) (Fig. 4.1.6), principalmente debido al retraso del inicio y a la mayor duración de ese proceso en primavera y, especialmente, en invierno.

En el experimento de invierno, a pesar de que los cadáveres se congelaron, aparecieron puestas de huevos de *Calliphora vicina*, pero las bajas temperaturas pudieron haber impedido el desarrollo larvario hasta el día 30, cuando se marcó el inicio de la descomposición activa al aparecer una pequeña masa de larvas.

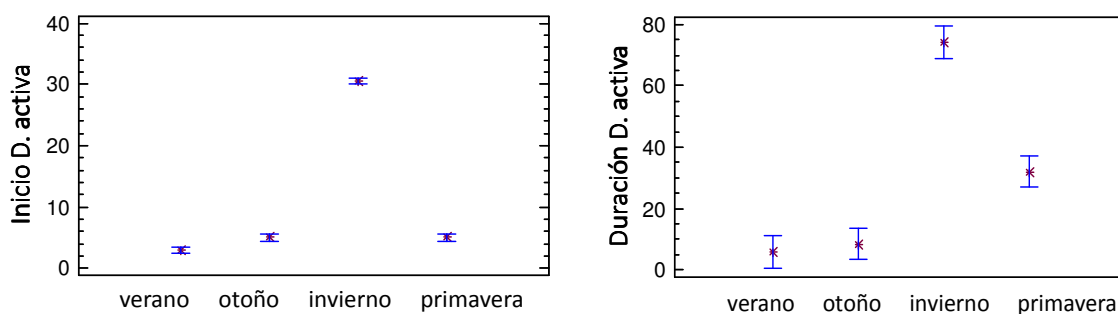


Figura 4.1.6. Variación del inicio y duración de la descomposición activa según estación del año.

Puesto que el comienzo de esta etapa está marcado por la actividad de las masas de larvas de dípteros alimentándose de los tejidos del cadáver, MATUSZEWSKI et al. (2010) sugirieron, además de la variable temperatura ambiental, la abundancia de hembras grávidas como una variable influyente en el comienzo de la descomposición activa. Lamentablemente este estudio no fue diseñado para estimar la abundancia de las poblaciones de dípteros en las diferentes épocas del año, pero los resultados obtenidos en otras regiones del centro de España (MARTIN VEGA & BAZ, 2013) corroboran esta hipótesis, observándose un menor número de adultos de dípteros durante las estaciones frías y, por ende, en nuestro experimento se observó un número menor de puestas sobre los cadáveres y, además, mucho más distanciadas en el tiempo.

Tabla 4.1.6. Duración del estado de Descomposición Activa en diversos experimentos.

D. ACTIVA		VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Mediterráneo continental	NUESTRO ESTUDIO	6	7-10	70-78	29-35
	CASTILLO-MIRALBES, 2002	13	14	43	24
Mediterráneo litoral	TANTAWI et al., 1996	2	14/69	35	4
	ARNALDOS et al., 2004	5	17	22	10
	BONACCI et al., 2009	3	27	17	
	VELÁSQUEZ, 2011	3	13	0*	7
Atlántica	PRADO E CASTRO et al., 2012	1*	0*	6	1*
	GRASSBERGER & FRANK, 2004	desde 12			8
Centroeuropa	ANTON et al., 2011	6	10		20
	MATUSZEWSKI et al., 2010	6	20		16

En cuanto a la duración de este estado, teniendo en cuenta que el agente responsable de la desaparición de los tejidos cadavéricos son las larvas de dípteros, hay una marcada relación entre la tasa de alimentación larvaria, dependiente de la temperatura ambiental, y la duración del estado (MATUSZEWSKI et al., 2010; GREENBERG & KUNICH, 2002). En este

estudio se observaron grandes masas larvares en verano y principios de otoño (Fig. 4.1.7), cuando las temperaturas ambientales fueron más elevadas. La temperatura interna de los cadáveres alcanzó los 40°C en verano y los 35°C en otoño, lo que puede explicar rápidas tasas de descomposición activa durante dichas estaciones. En verano, este proceso duró entre 6-7 días y en otoño entre 7-9 días. Por el contrario, en invierno y principios de primavera, las masas larvares fueron mucho más pequeñas, lo que impidió la medición de su temperatura, y el desarrollo larvario se prolongó significativamente en el tiempo alcanzándose tasas de descomposición muy lentas (Fig. 4.1.6).



Figura 4.1.7. Masas de larvas de *Chrysomya albiceps* en la fase de descomposición activa de los experimentos de verano y otoño.

Al intentar comparar nuestros resultados con los de los trabajos reflejados en la Tabla 4.1.6, nos encontramos con el problema del “criterio del investigador”, ya que para muchos autores la descomposición activa no se inicia hasta que acaba el estado hinchado, independientemente de que sobre el cadáver existan masas de larvas. Este criterio puede provocar resultados como los obtenidos por PRADO E CASTRO (2012) y VELÁSQUEZ (2011), marcados con un asterisco, quienes reflejan estados de descomposición activa con duraciones de 1 día je incluso de 0 días!, hecho que sólo puede ser explicado si se asume que un estado de descomposición no se inicia hasta que ha terminado el anterior y no se tiene en cuenta que los agentes que intervienen en cada proceso de descomposición son distintos y, por tanto, no excluyentes, tal y como hemos comentado en el apartado dedicado a la secuencia del proceso de descomposición. El resto de los trabajos del área mediterránea emplean el mismo criterio, por lo que lo ideal sería hacer comparaciones teniendo en cuenta cuándo aparecen las primeras larvas y no cuando indica el autor que se inicia el proceso de descomposición activa.

DESCOMPOSICIÓN AVANZADA

La variación entre estaciones con respecto al comienzo de la descomposición avanzada (Fig. 4.1.8.) mostró diferencias significativas ($F = 246,71$; $P = 0.000$), particularmente en invierno, debido al retraso acumulado en la descomposición activa como consecuencia de las condiciones climáticas. Por el contrario, la duración del periodo de descomposición avanzada no mostró diferencias significativas entre las distintas estaciones ($F = 1.58$, $P > 0.325$), debido, quizá, al criterio utilizado para determinar el fin de este periodo, dependiente de la presencia de insectos dermatófagos y queratófagos y no por las características del cadáver en sí.

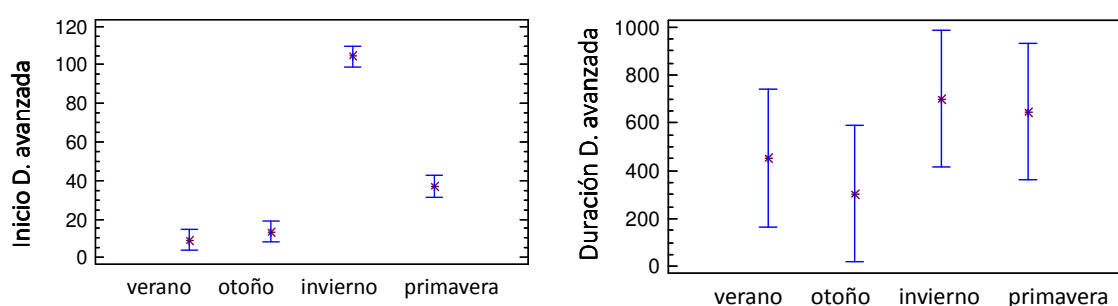


Figura 4.1.8. Variación del inicio y duración de la descomposición avanzada según la estación del año.

En cuanto al inicio de este estado, el criterio utilizado en este estudio para marcar la transición de descomposición activa a descomposición avanzada es la migración de la mayoría de las larvas de dípteros, criterio éste compartido por la mayoría de los investigadores. Por tanto, que el inicio de este estado se acelere o retrase sólo dependerá de la duración del estado previo y de las variables que lo afectan.

En cuanto a la duración, encontramos en la bibliografía una elevada disparidad de criterios para definir el final, y con ello la duración, de la descomposición avanzada. En este trabajo hemos considerado que, de la misma manera que las larvas de dípteros son las responsables de la descomposición activa de los tejidos blandos de un cadáver, las larvas de coleópteros son las responsables de llevar a cabo la desintegración de los tejidos secos, como músculo, piel, cartílagos, etc. Por ese motivo, el final de la descomposición avanzada vendrá marcado por la desaparición de la mayoría de estas larvas. Lógicamente, la duración de este estado es muy superior a la del anterior, ya que al alimentarse los coleópteros necrófagos de tejidos secos, perdurables en el tiempo, no dependen de un recurso tan efímero como las larvas de díptero, lo cual se ve reflejado en la mayor longitud de los ciclos de desarrollo de los coleópteros y en una menor descendencia (MIDGLEY & VILLET, 2009), repercutiendo esto en la duración del estado de descomposición avanzada.

Los criterios utilizados por otros investigadores para marcar el final de la descomposición avanzada no se basan en la fauna cadavérica, sino en el aspecto del cuerpo, por lo que las diferencias en cuanto a la duración de este estado entre nuestro trabajo y los de otras zonas son notablemente grandes (Tabla 4.1.7).

Tabla 4.1.7. Duración del estado de Descomposición Avanzada en diversos experimentos.

D. Avanzada		VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Mediterráneo continental	NUESTRO ESTUDIO	427-477	280-325	622-779	368-923
	CASTILLO-MIRALBES, 2002	24	22	13	21
Mediterráneo litoral	TANTAWI et al., 1996	11	18/21	-	3
	ARNALDOS et al., 2004	6	desde 22	desde 27	desde 14
	BONACCI et al., 2009	16	23	40	-
	VELASQUEZ, 2011	4	desde 24	desde 24	desde 18
Atlántica	PRADO E CASTRO et al., 2012	6	19	19	12
Centroeuropa	GRASSBERGER & FRANK, 2004	-	-	-	-
	ANTON et al., 2011	-	-	-	-
	MATUSZEWSKI et al., 2010	10	-	-	11

Independientemente del criterio utilizado, hay que tener en cuenta que el periodo de muestreo en la mayoría de las experimentaciones de sucesión llevadas a cabo en Europa es inferior al del presente estudio, terminando incluso antes del final de la descomposición avanzada y obteniéndose, por tanto, duraciones de este periodo más cortas que las observadas por nosotros.

Por otra parte, debemos hacer notar que la corificación sufrida en los tres cadáveres de invierno y el de primavera (Fig. 4.1.9) es un fenómeno de conservación cadavérica, ya que se produce la inhibición de la autólisis en el proceso descomponedor y, por ello, algunos componentes celulares se mantienen en buen estado (TORRE et al., 1979, 1982) durante mucho tiempo. Este hecho ha permitido un buen estado de conservación de los tejidos secos y, con ello, el desarrollo de larvas de coleópteros durante periodos superiores a los dos años después de la muerte.

Por tanto, además de ser conscientes de las diferencias generadas por el criterio utilizado por el investigador a la hora de decidir la transición de un estado de descomposición a otro, algunos fenómenos de conservación del cadáver pueden alterar significativamente las condiciones del mismo y el período de presencia de insectos, llevando a estimaciones erróneas del IPMmin, lo que sugiere la necesidad de llevar a cabo un mayor número de experimentaciones de sucesión en distintas regiones.



Figura 4.1.9. Apariencia de los cadáveres debido al proceso de corificación. Nótese cómo se mantiene la piel a pesar del transcurso del tiempo.

RESTOS ESQUELÉTICOS

La mayoría de los autores considera el inicio de la etapa de restos esqueléticos basándose en el aspecto seco del cadáver. En este estudio se ha marcado el final de la descomposición avanzada y por tanto la aparición de restos óseos mediante la ausencia de larvas de Silphidae y Dermestidae, que son consideradas responsables de la descomposición avanzada al alimentarse de los tejidos duros del cadáver. Por consiguiente, teniendo en cuenta lo expuesto en el apartado anterior, en este estudio, el comienzo de la fase de restos esqueléticos ha sido marcado notablemente más tarde en el tiempo que en otros estudios de sucesión (ARNALDOS et al., 2004; PRADO E CASTRO et al., 2012).

4.1.4 Pérdida de Biomasa y Tasa de Descomposición.

Como ya se indicó en el apartado de material y métodos, durante los muestreos los animales fueron pesados con el objetivo de analizar la pérdida de biomasa a lo largo del tiempo, expresada como la pérdida de peso entre un muestreo y el siguiente. En la sucesión de verano no se pesó el cerdo control, pero en el resto de las estaciones sí, para poder comparar si la acción humana a la hora de muestrear podía tener algún tipo de efecto sobre la pérdida de biomasa.

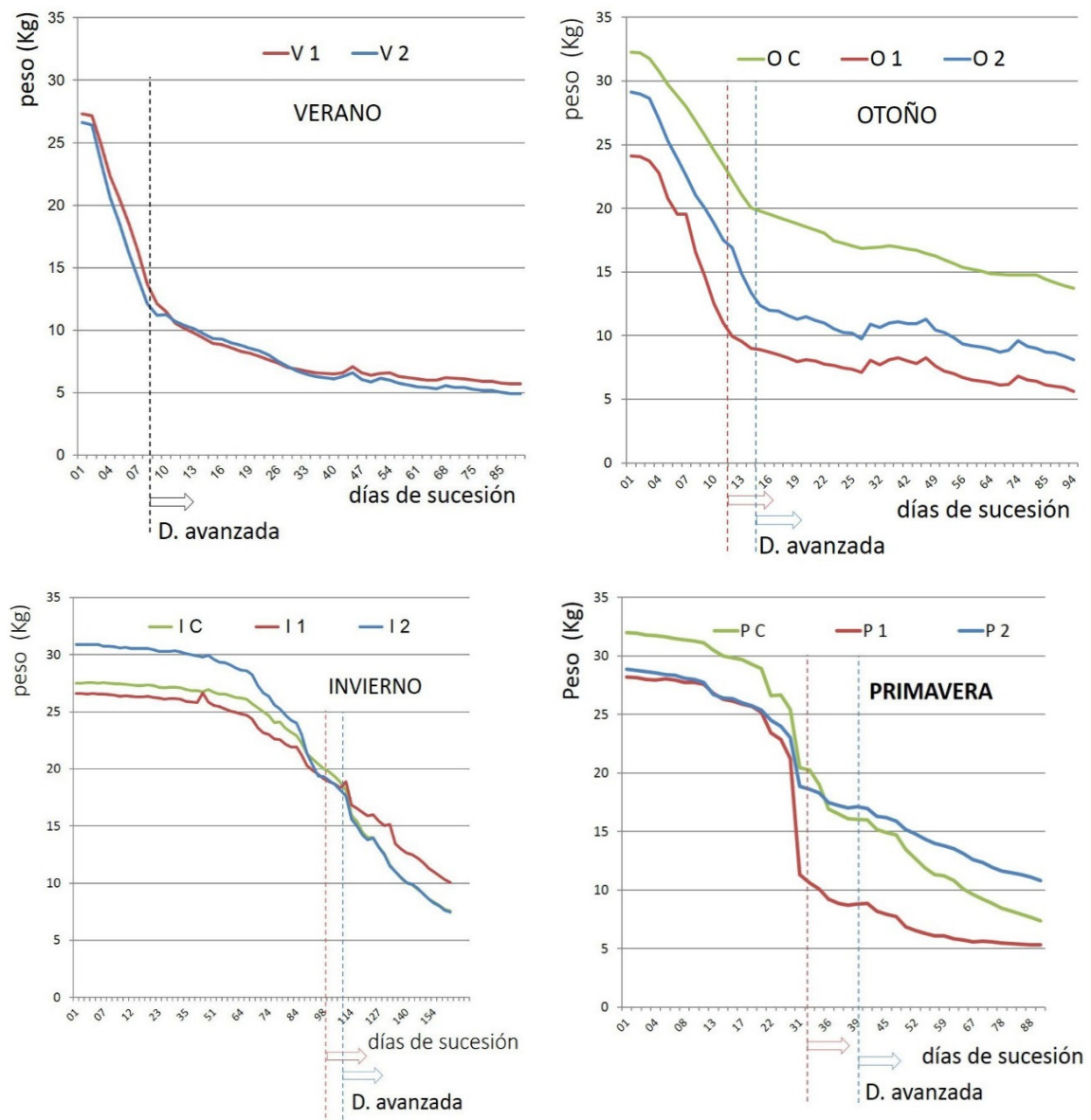


Figura 4.1.10. Curvas de pérdida de peso de los cerdos en cada experimento a lo largo del proceso de descomposición en las cuatro estaciones.

Durante el proceso de descomposición de un cadáver, la biomasa del mismo se va reduciendo con el tiempo, siendo la fase de descomposición activa aquella en la que la pérdida de biomasa es más evidente (Fig. 4.1.10).

Con respecto a la tasa de descomposición activa existen diferencias significativas entre estaciones ($F = 78,15$, $P = 0.000$), (Fig. 4.1.11a), debido a un ritmo de descomposición notablemente más lento en los experimentos de invierno y primavera con respecto a los de verano y otoño, por los motivos que ya han sido expuestos al hablar de la duración del estado de descomposición activa. Por el contrario, con respecto a la tasa de descomposición avanzada no hubo diferencias significativas entre estaciones ($F = 2,11$, $P > 0,241$) (Fig. 4.1.11b), debido, quizá, a la extremada longitud de este estado respecto a la totalidad del proceso.

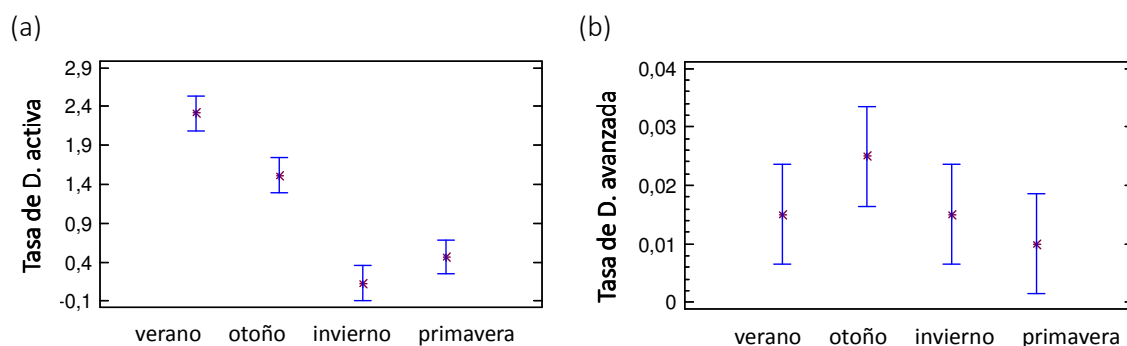


Figura 4.1.11. Variación de la tasa de descomposición según la estación de año. (a) Descomposición activa y (b) Descomposición avanzada.

De acuerdo con MATUSZEWSKI et al. (2010), la tasa de descomposición activa es considerada como el promedio de pérdida de peso diaria, consecuencia de la alimentación de las larvas de dípteros. De la misma manera, la tasa de descomposición avanzada es considerada como el promedio de pérdida de peso diaria resultante de la alimentación de las larvas de coleópteros.

Como era de esperar, la tasa de descomposición activa es notablemente superior a la tasa de descomposición avanzada (Tabla 4.1.8) y los motivos, expuestos anteriormente, son las diferentes estrategias tróficas y de desarrollo vital de dípteros y coleópteros. Un cadáver es un micro hábitat efímero y heterogéneo con respecto al medio circundante, en el que se produce una sucesión de insectos. La sucesión transcurre rápidamente al inicio del proceso y las primeras especies en aparecer, los dípteros, poseen ciclos biológicos cortos, una descendencia muy abundante y tiempos de permanencia breves, lo que se traduce en una tasa de descomposición activa elevada (valores comprendidos entre -0,1 a -2,38). Los Coleópteros, más tardíos en la sucesión, son más generalistas y se alimentan de los tejidos secos, recurso trófico temporalmente más estable que los tejidos blandos, por lo que sus

ciclos de desarrollo son más largos y su descendencia menos abundante, resultando en una tasa de descomposición avanzada muy baja (valores comprendidos entre -0,01 a -0,03).

Tabla 4.1.8. Tasa de los estados de descomposición activa y avanzada para los estudios de verano (V1 y V2), otoño (O1 y O2), invierno (I1 y I2) y primavera (P1 y P2) expresadas como el peso perdido en kg/ día.

	Tasa de descomposición activa	Tasa de descomposición avanzada
V 1	-2.24	-0.01
V 2	-2.38	-0.02
O 1	-1.67	-0.02
O 2	-1.36	-0.03
I 1	-0.1	-0.01
I 2	-0.16	-0.02
P 1	-0.61	-0.01
P 2	-0.32	-0.01

Para finalizar este apartado, hemos incluido una tabla en la que se observa la biomasa resultante a medida que transcurre el proceso descomponedor, pudiéndose observar que el cadáver, tras la acción de los distintos agentes descomponedores, queda reducido en la mayoría de los casos a prácticamente el 10-15 % de la masa inicial. En este sentido, son pocos los autores que aportan datos sobre la pérdida de biomasa a lo largo del proceso de descomposición, señalando en su mayoría, una pérdida de peso de más del 50% al finalizar la descomposición activa (ANDERSON&VANLAERHOVEN, 1996; VELÁSQUEZ, 2011). KOČÁREK (2003) por ejemplo observa que la biomasa quedaba reducida al 5-10% de la masa inicial tras los 40 días de duración de sus experimentos; por otro lado, MAĐRA et al. (2015), tras el primer año de exposición de los cadáveres, aportan datos de biomasa que oscilan entre el 5 y 28% aproximadamente de la masa inicial de los cadáveres.

Tabla 4.1.9. Peso y Porcentaje de masa restante para cada estudio pasado el primer año, pasado el segundo año y porcentaje final tras el último muestreo.

	inicial	Después de 1 año	Después de 2 años	final	% después de 1 año	% después de 2 años	% final
V 1	27,3	4,55		3,35	16,7		12,3
V 2	26,6	3,8		2,9	14,3		10,9
O C	32,25	3,20		4,10	9,9		12,7
O 1	24,10	3,80		4,70	15,8		19,5
O 2	29,15	3,40		3,90	11,7		13,4
I C	27,50	6,80	4,60	3,30	24,7	16,7	12,0
I 1	26,60	8,85	4,85	3,35	33,3	18,2	12,6
I 2	30,90	5,35	4,00	3,20	17,3	12,9	10,4
PC	32,00	5,50	6,25	6,25	17,2	19,5	19,5
P 1	28,20	3,50	4,15	2,40	12,4	14,7	8,5
P 2	28,85	6,65	5,30	3,30	23,1	18,4	11,4

Concluyendo, en el estudio del proceso de descomposición del cadáver se debe prestar especial atención al “criterio del investigador”, ya que el hecho de asumir un orden secuencial de los estados de descomposición sin tener en cuenta que los agentes responsables de la descomposición del cuerpo son distintos pero no excluyentes, puede llevar a errores a la hora de asignar una duración a cada estado de descomposición, dificultando con ello la comparación de resultados entre experimentos y, lo que es más grave, pudiendo inducir a errores en la estimación del IPM_{min} .

Resulta imprescindible que los estudios de descomposición cadavérica se lleven a cabo en las cuatro estaciones anuales, ya que la temperatura es una de las variables con mayor influencia en la descomposición de un cadáver, tanto en el comienzo como en la duración de los distintos estados. Hay una marcada relación entre la tasa de alimentación larvaria, dependiente de la temperatura ambiental, y la tasa de descomposición de cada estado, habiéndose observado tasas de descomposición altas únicamente con la formación de masas larvarias en las estaciones cálidas. En las estaciones frías no se forman masas larvarias y las tasas de descomposición son mucho más lentas.

Por otro lado, es importante tener en cuenta las localizaciones geográficas a la hora de comparar resultados, ya que al margen del criterio del investigador, la duración de los estados varía con las estaciones en función de la localización geográfica: el clima continental seco y caliente durante el verano e inicio de otoño genera que la descomposición sea más rápida en estas estaciones, no coincidiendo con los resultados de localizaciones litorales, en las que el proceso es más rápido en primavera y verano.

Durante el proceso de descomposición de un cadáver, la biomasa del mismo se va reduciendo con el tiempo y queda reducido en la mayoría de los casos a prácticamente el 10-15 % de la masa inicial, siendo la fase de descomposición activa aquella en la que la pérdida de biomasa es más evidente.

Por último, los fenómenos de conservación cadavérica, como el caso de corificación de los experimentos de invierno y primavera, alteran significativamente la duración de los estados de descomposición y el tipo de fauna que coloniza el cadáver, pudiendo conducir a error en la estimación del IPM_{min} .

4.2 Composición Faunística

4.2 Composición Faunística

Durante los cuatro estudios de sucesión se han contabilizado 53989 individuos, tanto adultos como larvas criadas hasta el estado adulto, suponiendo estas últimas (22917) alrededor del 42 % de los individuos identificados.

La fauna identificada está representada por unas 346 especies, pertenecientes a 94 familias, 14 órdenes y 3 clases. Un 62% de los individuos pertenece al orden Coleoptera, un 33% al orden Diptera, un 38% al orden Hymenoptera y tan sólo solo el 1% pertenece a otros taxones de artrópodos incluyendo otros órdenes de hexápodos, arácnidos e incluso crustáceos (Fig. 4.2.1).



Figura 4.2.1. Abundancia relativa de los principales grupos de artrópodos identificados en el proyecto a nivel global.

En la Tabla 4.2.1 se muestran las abundancias absolutas de individuos capturados en los cuatro estudios realizados, teniendo en cuenta cada cerdo por separado.

Tabla 4.2.1. Abundancias absolutas de artrópodos en los 4 estudios realizados (V= Verano; O=Otoño; I=Invierno; P=Primavera).

	V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I	P1	P2	P	TOTAL
COLEOPTERA	2928	3262	6190	3735	4196	7931	6005	5733	11738	3158	4627	7785	33644
DIPTERA	644	617	1261	4544	4512	9056	1545	2086	3631	1885	2262	4147	18095
HYMENOPTERA	55	30	85	843	837	1680	21	71	92	42	27	69	1926
OTROS HEXAPODA	56	77	133	8	6	14	5	6	11	7	8	15	173
ARACHNIDA	6	9	15	8	12	20	5	20	25	23	8	31	91
CRUSTACEA	9	1	10	6	13	19	7	16	23	5	3	8	60
TOTAL	3698	3996	7694	9144	9576	18720	7588	7932	15520	5120	6935	12055	53989

Los Anexos 4.2.1- 4.2.4 del final de este capítulo reflejan todas las especies capturadas de Dípteros, Coleópteros, Himenópteros y otros grupos de Artrópodos respectivamente. Evidentemente, no todas ellas pueden considerarse de interés forense, ya que debemos tener en cuenta su papel en el proceso de descomposición. Habitualmente se reconocen

cuatro estrategias ecológicas, basadas en sus hábitos tróficos (SMITH, 1986; GOODBROD & GOFF, 1990; GOFF 1993) y, en función de su categoría, las especies pueden ser utilizadas con unos fines u otros en la práctica forense.

1. **Necrófagos.** Se alimentan de los tejidos en descomposición del cuerpo. Incluyen muchos de los Dípteros y Coleópteros de distribución cosmopolita y son de vital importancia en este tipo de estudios porque las especies de este grupo son las utilizadas como indicadores en la estima del intervalo post mortem. Serán a las que demos una mayor importancia en este trabajo.
2. **Parásitos y depredadores de los necrófagos. Las especies necrófilas conforman el segundo** grupo en importancia en la aplicación de la entomología forense. En él encontramos tanto depredadores como parasitoides especializados de las especies necrófagas, por lo que su obligada asociación al cadáver permite utilizarlas como evidencias entomológicas. Los depredadores están representados mayoritariamente por Coleópteros, que pueden depredar tanto en fase larvaria como en fase de imago. Los parásitos suelen ser himenópteros parasitoides de larvas y pupas de Dípteros.
3. **Omnívoros.** En esta categoría se incluye cualquier grupo de insectos que se sienten atraídos por las condiciones del cadáver, como son hormigas, avispas y algunos Coleópteros, que se alimentan tanto del cadáver, como de los artrópodos asociados a él. Según EARLY & GOFF (1986), cuando las poblaciones de estas especies son muy numerosas pueden provocar un retraso en la tasa de descomposición del cuerpo, ya que disminuye la población de necrófagos.
4. **Especies accidentales.** Esta categoría incluye organismos que utilizan el cadáver como una amplificación de su hábitat natural, como es el caso de ácaros, colémbolos, arañas, crustáceos, etc. Las especies accidentales, junto a las de hábitos omnívoros, suelen presentar distribuciones geográficas limitadas y son de gran importancia en la determinación del posible traslado de un cadáver.

Los taxones obtenidos en este trabajo siguen el patrón general expuesto en experimentos sobre entomofauna cadavérica alrededor del mundo, en los que se reportan especies de insectos que, en algunos casos, son endémicas y están asociadas a la zona biogeográfica estudiada, pero en otros muchos son especies con una amplia distribución, prácticamente cosmopolita, y se pueden encontrar en la mayoría de las regiones mundiales.

En nuestro trabajo las categorías taxonómicas a nivel de orden, familia, y, en muchas ocasiones incluso género y especie, son las mismas que las obtenidas por otros trabajos de sucesión cadavérica realizados a nivel mundial por PAYNE (1965) en Tennessee; SMITH (1975) en Inglaterra; BRAACK (1981) en Sudáfrica; JIRÓN & CARTIN (1981) en Costa Rica; TULLIS & GOFF (1987) en Hawaii; HANSKI (1987) en Finlandia; ELLISON (1990) en Sudáfrica; TANTAWI et al. (1996) en Egipto; RICHARDS & GOFF (1997) en Hawaii; BOUREL et al. (1999) en Francia; VANLAERHOVEN & ANDERSON (1999) en Canadá; MA et al. (2000) en China; WOLFF et al. (2001)

en Colombia; CENTENO et al. (2002) en Argentina; ARCHER & ELGAR (2003) en Australia; BHARTI & SINGH (2003) en India; IANNAcone (2003) en Perú; KOCAREK (2003) en República Checa; GRASSBERGER & FRANK (2004) en Austria; HWANG & TURNER (2005) en Inglaterra; MERGAOUI & STAMBOULI (2005) en Marruecos; MAGAÑA et al. (2006) en Venezuela; COLLINS et al (2007) en Japón; GRUNER et al. (2007) en Florida; PETRASIUNAS (2007) en Lituania; VITTA et al. (2007) en Tailandia; CHONG CHIN et al. (2008) en Malaysia; MATUSZEWSKI et al. (2008) en Polonia; SHARANOWSKI et al. (2008) en Canadá; Wang et al. (2008) en China; EBERHARDT & ELLIOT (2008) en Nueva Zelanda; BONACCI et al. (2010,2011) en Italia; BUCHELI et al. (2009) en US; EKANEM & DIKE (2009) en Nigeria; GOMES et al. (2009) en Brasil; VOSS et al. (2009) en Australia; VALDESPEREZGASGA et al. (2010) en México; ABD EL EN BAR & SAWABY (2011) en Egipto; ANTON et al. (2011) en Alemania; JUN & YOON (2011) en Corea del Sur; FEUGANG et al. (2012) en Camerún; ORLOFF et al. (2012) en Chile; KYEREMATEN et al. (2013) en Ghana; PERVEEN & KHAN (2013) en Pakistán; IANCU & PÂRVU (2013) en Rumanía; MABIKA et al. (2014) en Zimbabwe; MAKHOUL (2014) en Líbano o ABOUZIED (2014) en Arabia Saudí.



Orden Diptera

Los dípteros son los primeros colonizadores y sus larvas juegan un papel fundamental en la descomposición de los tejidos blandos de un cadáver, siendo, por tanto, las especies que con mayor frecuencia se utilizan en la evidencia forense cuando los cadáveres se encuentran en estados de descomposición inicial.

En nuestro estudio han resultado ser el segundo grupo más abundante, identificándose un total de 18095 individuos (48,9% de ellos en estado larvario), pertenecientes a 29 familias y más de 103 especies (Anexo 4.2.1).

Si se analiza la abundancia relativa de las familias de Dípteros de este estudio, se observa que Califóridos y Múscidos, seguidos de Sarcófagidos, Piofílidos y Antómidos han sido las más numerosas (Fig. 4.2.2).

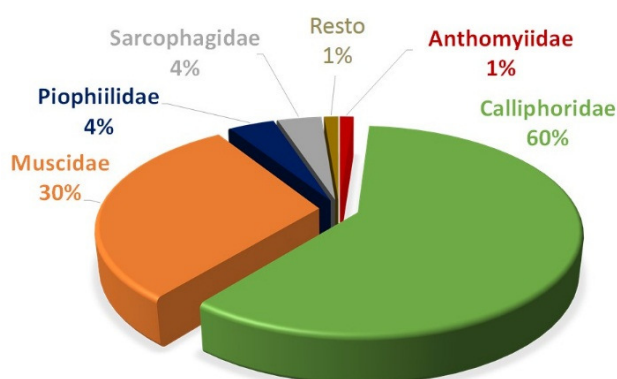


Figura 4.2.2. Abundancia de las principales familias de Dípteros.

Con respecto a la diversidad de especies, las familias Sarcophagidae y Muscidae han presentado la mayor variedad específica, seguidas de la familia Calliphoridae (Fig. 4.2.3), resultados que concuerdan con los obtenidos por MARTÍN-VEGA & BAZ (2013) en la Comunidad de Madrid.

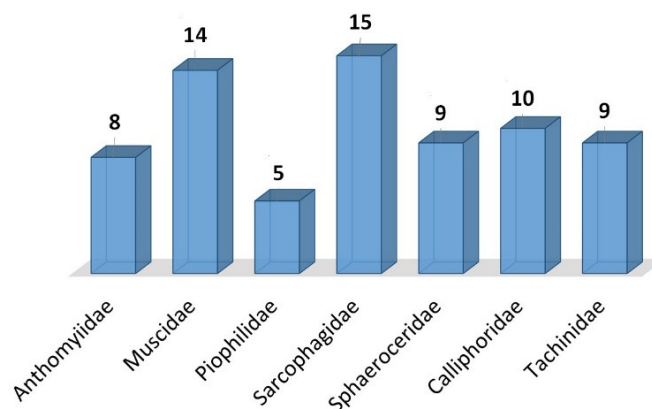


Figura 4.2.3. Diversidad de especies de según familia.

VELÁSQUEZ et al. (2010) elaboran un listado de las especies de Dípteros necrófagos con potencial interés forense en España, para lo que llevaron a cabo una revisión taxonómica de las muestras entomológicas procedentes de autopsias realizadas en el Laboratorio de Antropología del Instituto Anatómico Forense de Madrid (IAFM) durante 10 años (1998-2008). También se utilizaron los datos obtenidos de autopsias llevadas a cabo en el Instituto de Medicina Legal de Alicante (IMLA), entre 2009 y 2010 y las especies registradas en la base de datos del Laboratorio de Antropología Forense de la Comisaría General de la Policía Científica, Ministerio del Interior (CGPC). Todas las especies incluidas en este listado pertenecen a las familias arriba indicadas.

En relación a la abundancia de adultos en cada estudio realizado (Fig. 4.2.4), los Califóridos dominan manifiestamente en invierno y primavera, seguidos en número muy inferior por el resto de las familias. En verano y otoño, sin embargo, son los adultos de Múscidos los dominantes, seguidos de Califóridos y Sarcófágidos, estando escasamente representadas el resto de las familias.

Si esta misma comparación entre estaciones la realizamos con los individuos inmaduros, sobre todo las fases larvarias, que son en realidad las responsables de llevar a cabo la descomposición del cadáver, los resultados revelan proporciones muy distintas a las obtenidas con la captura de adultos.

Como puede verse en la Figura 4.2.4 en todas las estaciones los Califóridos suponen prácticamente el 90% de los individuos inmaduros presentes en el cadáver, siendo por tanto los principales agentes descomponedores de los tejidos blandos. En verano y otoño contrasta la enorme cantidad de adultos de Múscidos presentes, cuando en realidad sus larvas suponen sólo el 10% y el 2% en cada estación respectivamente. Los Sarcófágidos y Piofílidos también son más abundantes como adultos que como larvas, aunque más adelante se hará un análisis más detallado, ya que son grupos que aparecen sobre el cadáver en estados de descomposición avanzado y, en este esquema, sólo se han tenido

en cuenta los individuos presentes en la estación de inicio del experimento, y no todos los individuos colectados en cada uno de los experimentos. Por último, el papel de las fases larvarias de los Antómidos es despreciable y nunca se capturaron larvas de Esfaerocéridos y Taquíidos.

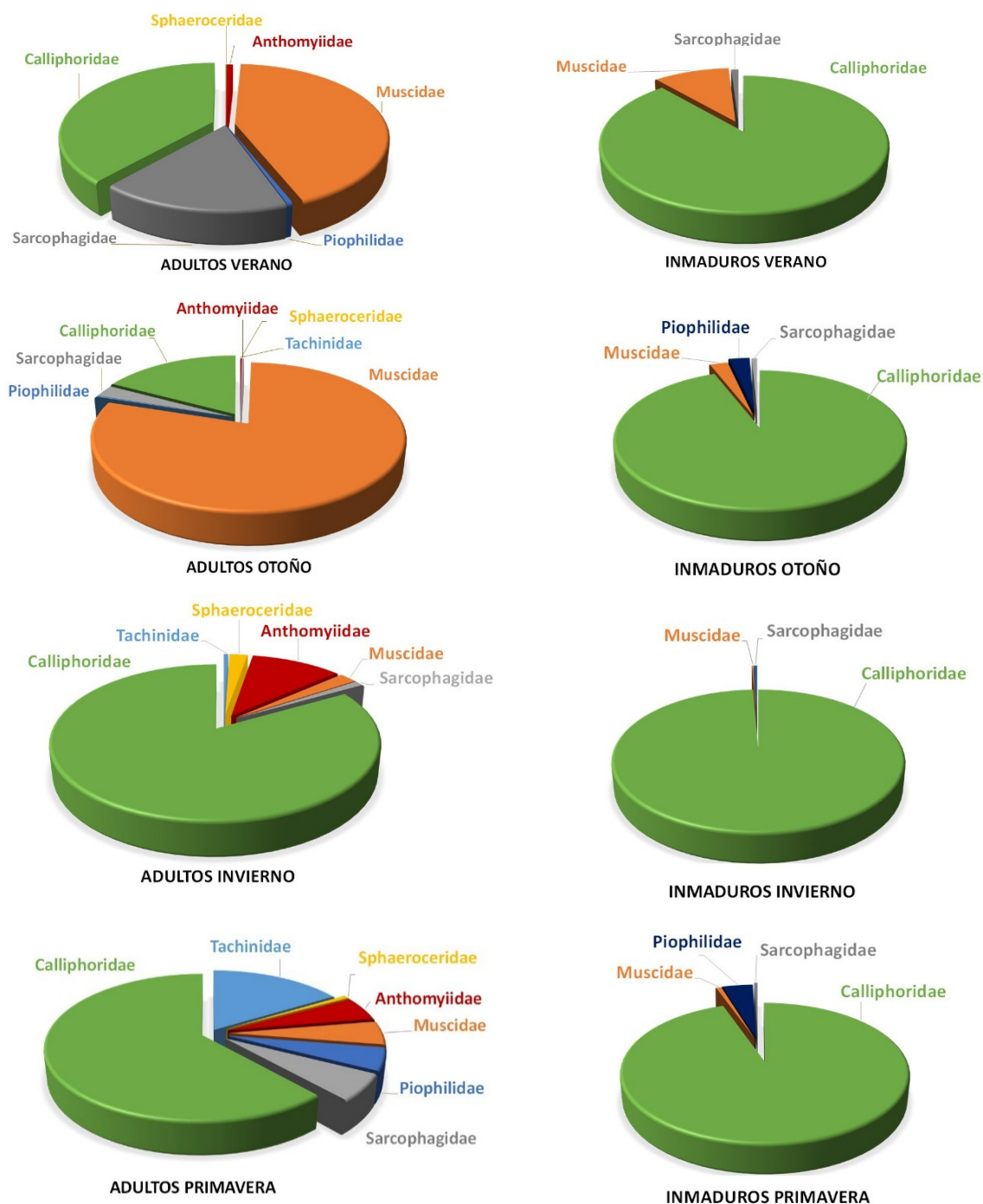


Figura 4.2.4. Dípteros colectados en estado adulto e inmaduro en cada una de las estaciones (se han tenido en cuenta únicamente los individuos colectados en la estación y no todos los individuos de cada experimento).

Si se hace una breve comparación con otros estudios desarrollados en España y en otros países europeos, tanto centroeuropeos, como países de influencia atlántica y mediterránea, se pueden apreciar resultados similares en lo referente a las principales familias de Dípteros implicadas en el proceso descomponedor. Aunque en la mayoría de los casos no diferencian entre adultos e inmaduros debido al tipo de muestreo, en todos se observa el mismo esquema de composición faunística, con dominio de los Califóridos, seguidos de Múscidos y Sarcófagidos (TANTAWI et al., 1996; BOUREL et al., 1999; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al., 2000a y 2000b; ARNALDOS et al. 2001; CASTILLO-MIRALBES, 2002; GRASSBERGER & FRANK, 2004; BONACCI et al., 2010; VELASQUEZ, 2011; MATUSZEWSKI et al., 2008, 2010a, 2010b, 2011; ANTON et al., 2011).

Familia Calliphoridae

Es la familia de Dípteros que juega un papel más importante en la descomposición de los tejidos blandos de los cadáveres, siendo además pioneros en la colonización de los cuerpos, motivo por el cual sus especies son utilizadas frecuentemente como evidencias en la estimación del IPM_{min} .

Tabla 4.2.2. Especies de Califóridos capturadas. Se marca con * las especies utilizadas como evidencias en la resolución de casos forenses.

CALLIPHORIDAE

	<i>Bellardia viarum</i>
*	<i>Calliphora vicina</i>
*	<i>Calliphora vomitoria</i>
*	<i>Chrysomya albiceps</i>
*	<i>Lucilia caesar</i>
	<i>Lucilia richardsi</i>
*	<i>Lucilia sericata</i>
*	<i>Lucilia silvarum</i>
	<i>Pollenia leclercqiana</i>
	<i>Pollenia luteovillosa</i>

VELÁSQUEZ et al. (2010) citan 6 de las especies encontradas en este estudio en su listado de las especies de Dípteros necrófagos con potencial interés forense en España (marcadas con un asterisco en la tabla 4.2.2). De todas ellas, *Ch. albiceps*, *L. sericata* y *C. vicina* son las más profusamente utilizadas y citadas en la bibliografía de resolución de casos en cadáveres humanos.

PEDREÑO SALA (2014) reporta estas especies como decisivas en la estimación del IPM en casos policiales, utilizadas en el 52,5% (*Ch. albiceps*), 31,8% (*L. sericata*) y 22,7% (*C. vicina*) de los casos forenses resueltos, suponiendo respectivamente el 68,1%, 14,5% y 11,1% del total de evidencias entomológicas halladas en los cadáveres humanos.

En las cuatro estaciones las especies más abundantes han sido *Lucilia sericata*, *Calliphora vicina*, *Chrysomya albiceps* y *Calliphora vomitoria*. El resto de las especies de esta familia ha tenido una representación prácticamente despreciable (Fig.4.2.5).

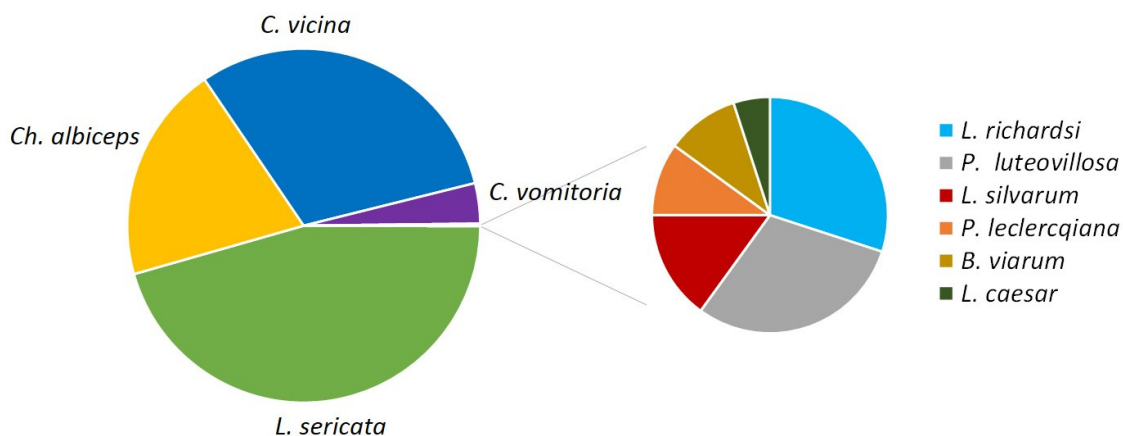


Figura 4.2.5. Abundancia relativa de las especies de Calífóridos presentes en los cuatro estudios realizados.

Al igual que hemos hecho con las familias de Dípteros, se han separado los resultados de los Calífóridos en estado adulto y en estado inmaduro.

Como puede observarse en las figuras 4.2.6 y 4.2.7, las condiciones climáticas adversas de las estaciones invernal y estival del clima continental limitan el número de adultos activos, condiciones que no afectan de la misma manera a las masas larvarias, cuya abundancia, lógicamente es marcadamente mayor en este grupo de Dípteros.

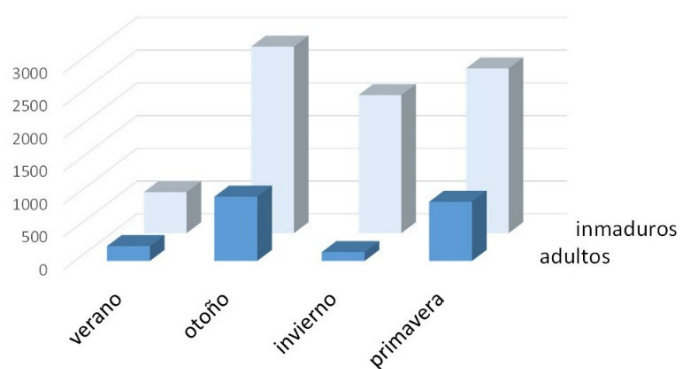


Figura 4.2.6. Abundancia relativa del nº de ejemplares adultos e inmaduros presentes en los cuatro estudios realizados.

La Figura 4.2.7 ilustra la abundancia de cada especie en estado adulto e inmaduro en cada una de las estaciones, pudiendo observarse fácilmente las especies asociadas a las distintas estaciones anuales.

En verano la especie dominante es *Ch. albiceps*, tanto en estado adulto como en juveniles, formando grandes masas larvarias que compiten y desplazan a *L. sericata*, especie con mucha menor abundancia. A principios de otoño vuelve a ser *Ch. albiceps* la especie dominante y, de hecho, sus larvas fueron las responsables de descomponer la mayoría de

los tejidos blandos del cadáver, pero en la Figura 4.2.7 aparece reflejada una mayor abundancia de las larvas de *L. sericata*, porque éstas fueron desplazadas en el tiempo y con las lluvias de mediados de otoño los tejidos secos de los cadáveres se rehidrataron, atrayendo de nuevo a hembras de *L. sericata*, que ovipositaron permitiendo el desarrollo de pequeñas masas larvares ya en el estado de descomposición avanzado, permaneciendo durante un largo periodo de tiempo.

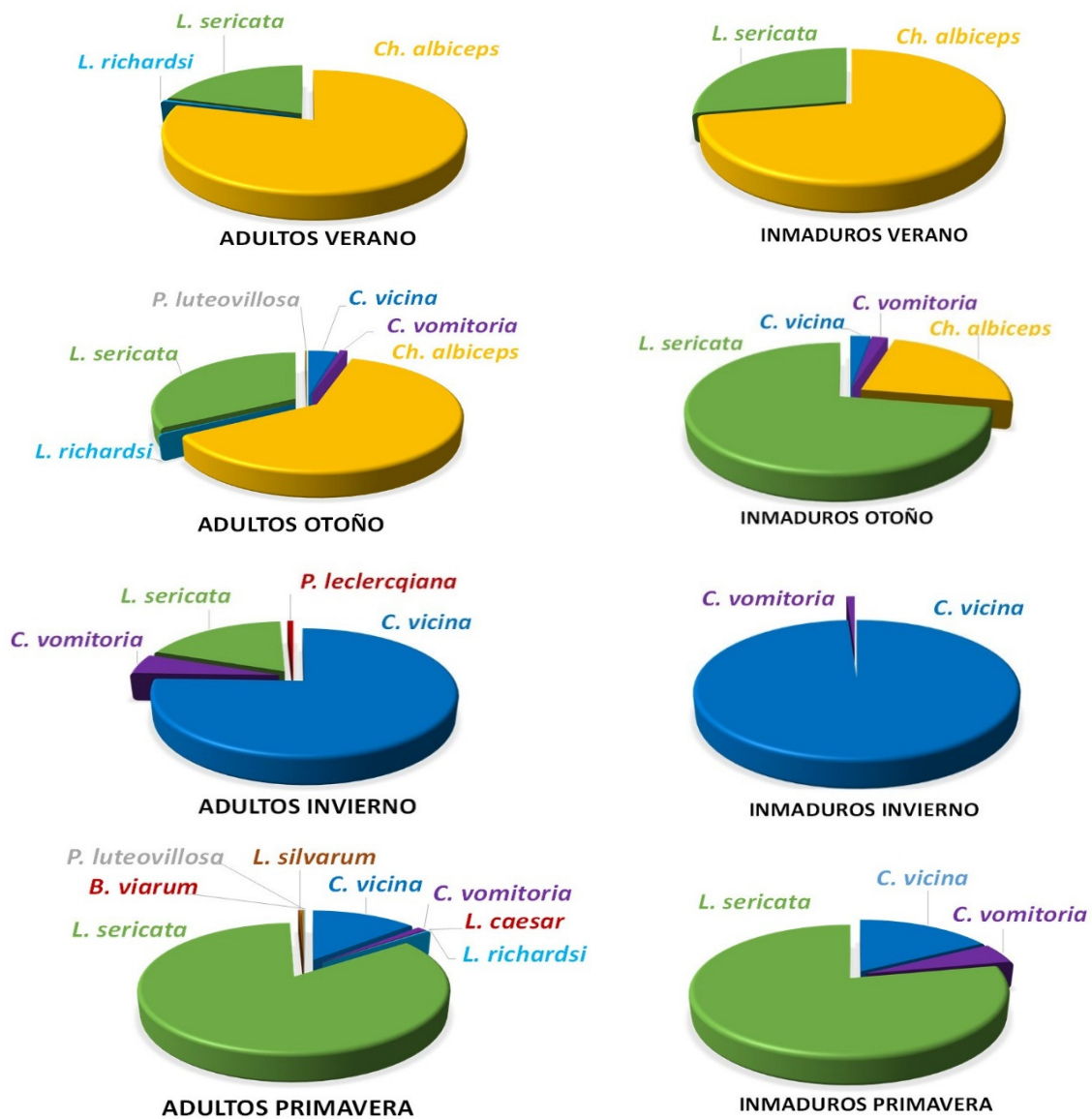


Figura 4.2.7. Abundancia relativa de los adultos (a) y juveniles (b) de Calífóridos presentes en verano (V), otoño (O), invierno (I) y primavera (P) teniendo en cuenta únicamente los individuos colectados en el periodo de la estación y no la duración íntegra del estudio.

En invierno, aunque se han capturado sobre los cadáveres adultos de *C. vicina*, *L. sericata* y *C. vomitoria*, sólo las larvas de *C. vicina* han llevado a cabo la descomposición de los tejidos en la estación invernal, ya que se trata de una especie adaptada a las épocas frías, con temperaturas mínimas de desarrollo que oscilan entre los 2°C y los 6°C dependiendo

de los autores y las regiones geográficas (MARCHENKO, 2001; HIGLEY & HASKELL, 2010; VELÁSQUEZ, 2011).

Como hemos comentado en el capítulo anterior, debido a las bajas temperaturas, en el experimento de invierno la duración de la descomposición activa se prolongó hasta entrada la primavera, momento en el que las larvas de *C. vomitoria* y *L. sericata* intervienen en la descomposición. La Figura 4.2.8 muestra las abundancias relativas de las especies que han intervenido en la descomposición activa del experimento de invierno, independientemente de que ésta transcurriera ya en primavera, cuando el aumento de la temperatura permitió la colonización del cadáver por un mayor número de individuos de *C. vomitoria* y de *L. sericata*.

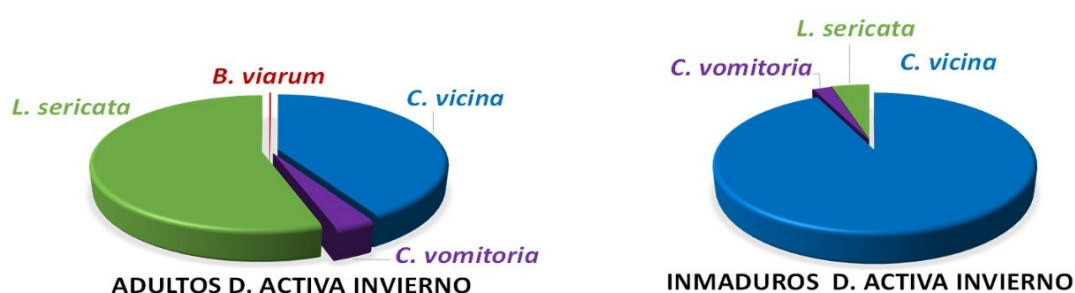


Figura 4.2.8. Abundancia relativa de adultos y de estados inmaduros de Califóridos presentes durante la descomposición activa del experimento de invierno.

A grandes rasgos estos resultados se ajustan con los de otros estudios a nivel mundial en los que pueden establecerse dos grandes grupos de Califóridos, un primer grupo de especies termófilas, entre las que se encuentran *Ch. albiceps* y *L. sericata*, cuyos picos de abundancia poblacional suelen coincidir con los meses más cálidos; y un segundo grupo de especies termófilas entre las que se encuentran *C. vicina* y *C. vomitoria*, cuyas abundancias poblacionales suelen coincidir con los meses más fríos y húmedos del año (MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al., 2000).

De manera más concreta, nuestros resultados concuerdan con los obtenidos con trampas cebadas POR MARTÍN-VEGA & BAZ (2013) en distintas localidades del piso mesomediterráneo de la Comunidad de Madrid, donde *Ch. albiceps* y *C. vicina* son los Califóridos dominantes en verano e invierno respectivamente. En primavera y otoño, aunque las especies son las mismas en cada estación, varía la abundancia de cada una de ellas. En nuestro caso *L. sericata* es la especie claramente dominante en primavera y en el suyo sigue siendo *C. vicina*, compartiendo *L. sericata* y *C. vomitoria* índices de abundancia menores. En otoño la combinación *Ch. albiceps* y *L. sericata* es claramente dominante respecto a *C. vicina*, mientras que en el estudio de la Comunidad de Madrid, aunque son las tres especies presentes, *C. vicina* es más abundante que *Ch. albiceps* y *L. sericata*. Las diferencias

encontradas son ligeras y pueden ser debidas, en parte, a las diferencias en el tipo de muestreo y cebo empleados en los dos estudios.

BAZ et al. (2015) en un estudio preliminar de la fauna necrófaga de ambientes urbanos y periurbanos, utilizando trampas cebadas con calamar en una zona muy próxima al área de estudio, obtienen también resultados afines a los nuestros, con excepción de la ausencia de *C. vomitoria*. Tanto en verano como en otoño la especie dominante es claramente *Ch. albiceps* seguida de *L. sericata*; la principal especie en invierno es *C. vicina* y en primavera *L. sericata*.

Resultados similares, siguiendo la pauta general de estacionalidad con dominancia en verano de *Ch. albiceps*, en otoño de *Ch. albiceps* y *L. sericata*, en invierno de *C. vicina* y en primavera de *L. sericata*, han sido encontrados en otros estudios realizados en la Península Ibérica, como el realizado por MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al. (2000) con trampas cebadas en **Alicante**; ARNALDOS et al. (2001, 2004) con trampas Schoenly en **Murcia**; CASTILLO-MIRALBES (2002) en su estudio de sucesión utilizando cerdos domésticos en **Huesca**; VELÁSQUEZ (2011) en estudios de sucesión de cerdos en **Alicante**, donde la única discrepancia es la mayor abundancia de *Ch. albiceps* en primavera.

En el Norte de España, zona de influencia eurosiberiana, se observan diferencias con respecto a la composición de especies y estacionalidad de las mismas. Así, MONEO & SALOÑA (2007) en **Vizcaya**, observan que en primavera, *C. vicina* y *L. caesar* muestran la mayor densidad, seguidas de *C. vomitoria* y *L. ampullacea*, especie que no aparece en nuestro estudio. En verano, *L. caesar* es la protagonista indiscutible seguida de *L. ampullacea*. En otoño, *C. vicina* y *L. caesar* son las especies principales y en un segundo grupo se encuentran *Ch. albiceps*, *C. vomitoria* y *L. ampullacea*. Por último, en invierno domina claramente *C. vicina* seguida con un menor número de individuos por *C. vomitoria*.

MARTIN-VEGA & BAZ (2013) obtienen en los pisos bioclimáticos superiores (supra y oromediterráneo) de su estudio en el centro peninsular resultados concordantes con los obtenidos en Vizcaya. Así, en primavera las especies dominantes en ambos pisos son *C. vicina* y *C. vomitoria*, en otoño *C. vicina* domina en ambos pisos y en invierno *C. vicina* y *C. vomitoria* dominan en el piso supramediterráneo, mientras que *Pollenia vagabunda* lo hace en solitario en el oromediterráneo. Por último, verano es la única estación en la que los resultados difieren por completo, dado que las especies dominantes en el centro peninsular son *Ch. albiceps*, *C. vicina* y *L. sericata* en el piso supramediterráneo y solo *C. vicina* en el oromediterráneo.

En **Asturias**, PERALTA et al. (2013) anotan la presencia de *C. vicina* a lo largo de todo el año en las dos localidades muestreadas, representando un 75,5% de todas las capturas. *L. sericata* aparece en verano y en otoño aparece también *L. caesar*.

En la zona de influencia atlántica de la península también se encuentran diferencias en cuanto a la composición faunística. Los resultados obtenidos por PRADO E CASTRO et al. (2012) en **Lisboa** difieren de los nuestros en las estaciones de primavera y verano, ya que las especies dominantes en primavera (*L. caesar*, seguida de *L. ampullacea*) apenas tienen representación en la zona centro. En verano *L. caesar* también domina sobre *Ch. albiceps* y *L. sericata*.

Otro ejemplo de resultados que difieren debido a condiciones microclimáticas muy distintas, se encuentra en MORALES RAYO et al. (2014), quienes realizaron el primer estudio de sucesión en condiciones sumergidas en la Península Ibérica. Dicho estudio se realizó en la **Comunidad de Madrid** y se centró en primavera-verano. Lógicamente, el proceso de descomposición y la fauna asociada difieren de los estudios realizados en superficie. No obstante, cuando los cadáveres de los dos cerdos empleados salieron a flote por la liberación de los gases de putrefacción, los Califóridos *L. caesar* y *C. vomitoria* acudieron a ovipositar sobre los cuerpos, generando grandes masas larvarias en partes expuestas del cuerpo.

Otros estudios realizados en la Península Ibérica, como los de ROMERO PALANCO et al. (2006) en **Cádiz** y PÉREZ-BOTE et al. (2012) en **Badajoz** no nos permiten establecer comparaciones debido a que los datos resultan insuficientes, bien debido a que la identificación de las especies se realizó solo a nivel genérico o bien por limitarse a una sola estación.

Por último, en otros países de influencia mediterránea, como los realizados por BONACCI et al. (2010) en el sur de Italia o TANTAWI et al. (1996) en Egipto muestran resultados similares con muy ligeras variaciones que no afectan al patrón general.

Concluyendo, en éste y en otros estudios realizados en zonas biogeográficas afines, existe un patrón general de cambio estacional en las especies de Califóridos capturados, así como en sus abundancias (PRADO E CASTRO et al., 2012). De manera general, en verano la principal especie sería *Ch. albiceps*, en otoño *L. sericata* junto a *Ch. albiceps*, en invierno *C. vicina* y en primavera *L. sericata*.

Las diferencias encontradas con los trabajos realizados en zonas biogeográficas distintas ponen de manifiesto la importancia de llevar a cabo estudios de sucesión en diferentes zonas geográficas y diferentes estaciones anuales.

Familia Muscidae

Son dípteros de colonización secundaria, que invaden el cadáver después de Califóridos y Sarcófágidos. Aunque su carácter necrófago no queda estrictamente definido, ya que muchos presentan hábitos saprófagos, coprófagos e incluso depredadores, algunas especies son consideradas de utilidad forense, debido, sobre todo, a que guardan una estrecha relación con ambientes humanos.

A pesar de la gran diversidad de esta familia en el ámbito ibérico (VELÁSQUEZ, 2011) son pocas las especies de Múscidos relacionadas con cadáveres humanos en España (Tabla 4.2.3) habiéndose utilizado en la resolución de casos únicamente a *Hydrotaea capensis*, *Musca domestica*, *Muscina stabulans* y, sobre todo, *Synthesiomyia nudiseta*, especie no presente en nuestro estudio.

PEDREÑO SALA (2014), en la determinación del intervalo postmortem en cadáveres de humanos a partir de evidencias entomológicas en la provincia de Alicante, utiliza sólo tres de esas especies de Múscidos en 18 casos policiales, *M. domestica*, *H. capensis* y *S. nudiseta*. BENECKE & LESSING (2001) emplean el desarrollo larvario de *Mu. stabulans* en la resolución de casos de negligencia y abandono de niños.

En nuestro estudio se trata de la segunda familia de Dípteros más abundante, tanto en número de especies como en número de individuos colectados (Figs. 4.2.2 y 4.2.3).

Tabla 4.2.3. Especies de Múscidos capturadas en los experimentos. Se marcan con * las especies utilizadas como evidencias en la resolución de casos forenses.

MUSCIDAE (14)

	<i>Helina reversio</i>
*	<i>Hydrotaea aenescens</i>
*	<i>Hydrotaea armipes</i>
	<i>Hydrotaea capensis</i>
*	<i>Hydrotaea ignava</i>
	<i>Hydrotaea irritans</i>
	<i>Hydrotaea meteorica</i>
*	<i>Musca autumnalis</i>
*	<i>Musca domestica</i>
	<i>Musca osiris</i>
	<i>Musca tempestiva</i>
*	<i>Muscina levida</i>
*	<i>Muscina stabulans</i>
	<i>Phaonia trimaculata</i>

Como puede apreciarse en la Figura 4.2.9 el 65% de los individuos pertenecen a una sola especie, *M. domestica*, el 31% a *M. autumnalis* y en el 4% están representadas las restantes 12 especies.

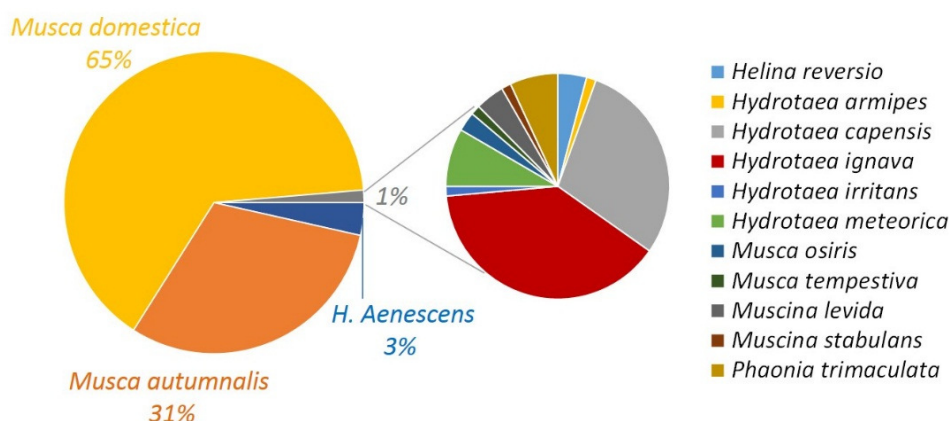


Figura 4.2.9 Abundancia relativa de las especies de Múscidos presentes en los cuatro estudios realizados.

La mayor abundancia de *M. domestica* concuerda con los resultados obtenidos en otros estudios de sucesión (CASTILLO-MIRALBES, 2002; ARNALDOS et al., 2004; PRADO E CASTRO et al., 2012). En la misma zona de estudio BAZ et al. (2015) reportan también a *M. domestica* como la especie dominante, con abundancias absolutas similares a las obtenidas por nosotros, pero llama la atención la ausencia de *M. autumnalis*, especie bien representada en nuestro estudio. Este hecho puede deberse a las diferencias en la metodología empleada y pone de manifiesto la importancia de realizar distintos estudios empleando diversas metodologías en distintos ambientes para poder determinar el potencial forense de las especies.

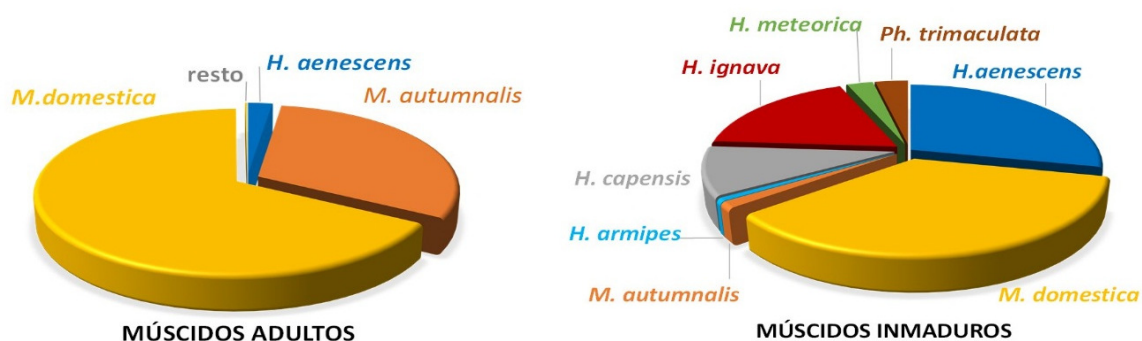


Figura 4.2.10. Abundancia relativa de Múscidos adultos e inmaduros colectados en la totalidad del estudio.

A la vista de la Figura 4.2.10 resulta sorprendente que, a pesar de que sólo las especies del género *Musca* son abundantes como adultos, otras especies de Múscidos utilizan el cadáver para el desarrollo de sus larvas, siendo las más abundantes tres especies del género *Hydrotaea*: *H. aenescens*, *H. ignava* e *H. capensis*, características todas ellas de los estados de descomposición avanzados.

En cuanto a la distribución estacional de los Múscidos, de manera global la mayoría de los individuos se concentran en las estaciones cálidas, sobre todo en otoño (Figs. 4.2.11 y 4.2.12). Al igual que se ha hecho con los Califóridos, desglosando la abundancia de cada especie por estaciones podemos inferir si existe cierta variación anual.

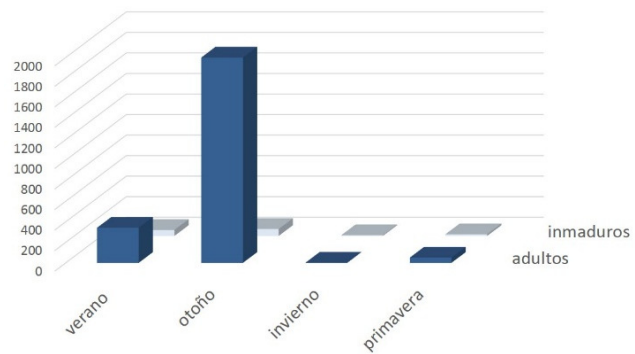


Figura 4.2.11. Número de ejemplares adultos e inmaduros capturados en cada una de las estaciones anuales.

En la estación invernal los Múscidos están ausentes, con la excepción de 2 ejemplares adultos e inmaduros de *M. autumnalis*. Aunque no se observa una segregación estacional tan patente como la de Califóridos y, además, el método de muestreo de este estudio tampoco ha sido diseñado para analizar diferencias estacionales entre las especies, se observa que *M. domestica*, acompañada por *M. autumnalis*, son las especies dominantes en verano y, sobre todo, en otoño, resultados concordantes con los obtenidos por BAZ et al. (2015). En primavera la especie dominante pasa a ser *H. aenescens*.

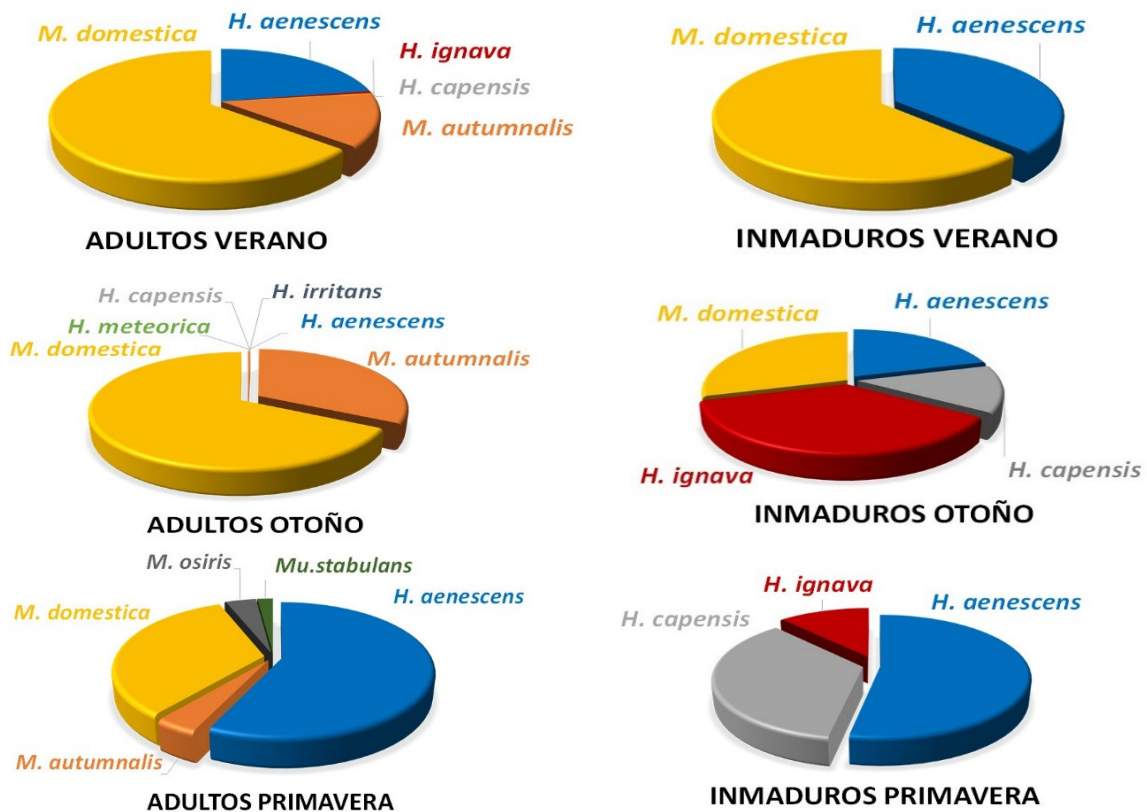


Figura 4.2.12. Abundancia relativa de los adultos y juveniles de Múscidos presentes en verano, otoño y primavera (se han tenido en cuenta únicamente los individuos colectados en la estación).

Familia Sarcophagidae

De manera general, los adultos de esta familia llegan al cadáver después de los Califóridos y suelen ser especies larvíparas, depositando las larvas del primer instar sobre el cuerpo, donde se alimentarán de los tejidos blandos contribuyendo a la descomposición activa del cadáver, aunque su abundancia es notablemente menor que la de Califóridos.

En este estudio la familia Sarcophagidae ha resultado ser la más diversa en cuanto a número de especies (15), a pesar de que sus capturas suponen sólo el 4% de la totalidad de individuos colectados, hecho que coincide con los resultados obtenidos en otros trabajos de sucesión (Martínez-Sánchez et al., 2000; ARNALDOS et al., 2001; CASTILLO-MIRALBES, 2002; GRASSBERGER & FRANK, 2004; BONACCI et al., 2010; VELÁSQUEZ, 2011; MATUSZEWSKI et al., 2008; ANTON et al., 2011).

Tabla 4.2.4. Especies de Sarcófágidos capturadas en los experimentos. Se marcan con * las especies utilizadas como evidencias en la resolución de casos forenses.

SARCOPHAGIDAE

<i>Blaesoxipha rufipes</i>
* <i>Ravinia pernix</i>
* <i>Sarcophaga africa</i>
* <i>Sarcophaga argyrostoma</i>
* <i>Sarcophaga crassipalpis</i>
* <i>Sarcophaga cultellata</i>
<i>Sarcophaga filia</i>
<i>Sarcophaga graeca</i>
<i>Sarcophaga jacobsoni</i>
<i>Sarcophaga lehmani</i>
<i>Sarcophaga marshalli</i>
<i>Sarcophaga melanura</i>
* <i>Sarcophaga tibialis</i>
<i>Sarcophila cf. japonica</i>

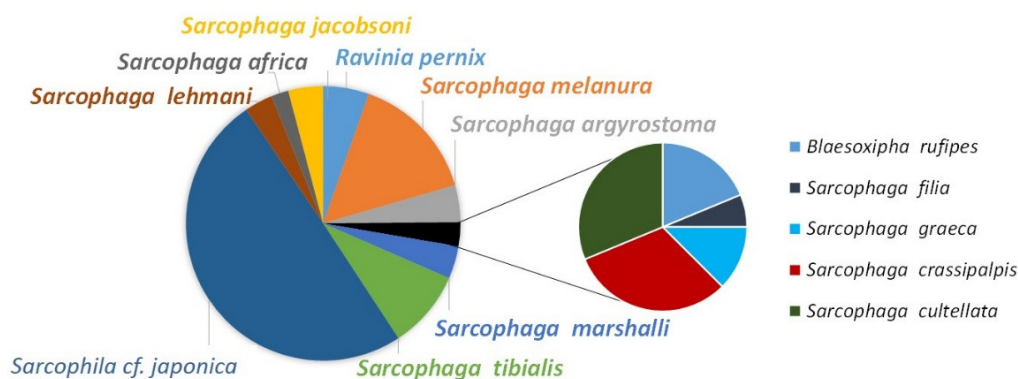


Figura 4.2.13. Abundancia relativa de especies de Sarcófágidos.

VELÁSQUEZ (2011) señala 8 especies de Sarcófágidos con potencial interés forense en España, de las cuales 6 han sido colectados en nuestro estudio (ver Tabla 4.2.3) y PEDREÑO SALA (2014) los utiliza como evidencia forense en la resolución del 27,27% de los 44 casos resueltos, pero las evidencias utilizadas suponen sólo el 0,72% del total de individuos analizados en su estudio, dato que concuerda con la escasa abundancia encontrada en este trabajo.

Como puede apreciarse en la Figura 4.2.13, la especie dominante en este estudio es *Sarcophila cf. japonica*, representando el 50 % de las capturas, seguida por *Sarcophaga melanura* (15%) y *Sarcophaga tibialis* (10%). El 25% restante está representado por las otras 12 especies. La dominancia de estas tres especies concuerda con lo obtenido por BAZ et al. (2015) para la misma zona periurbana.

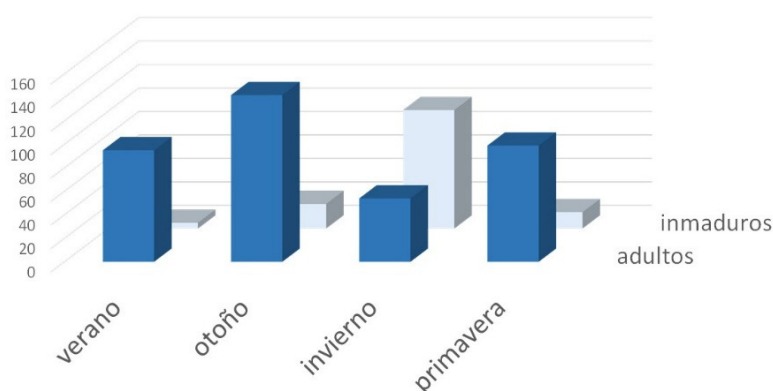
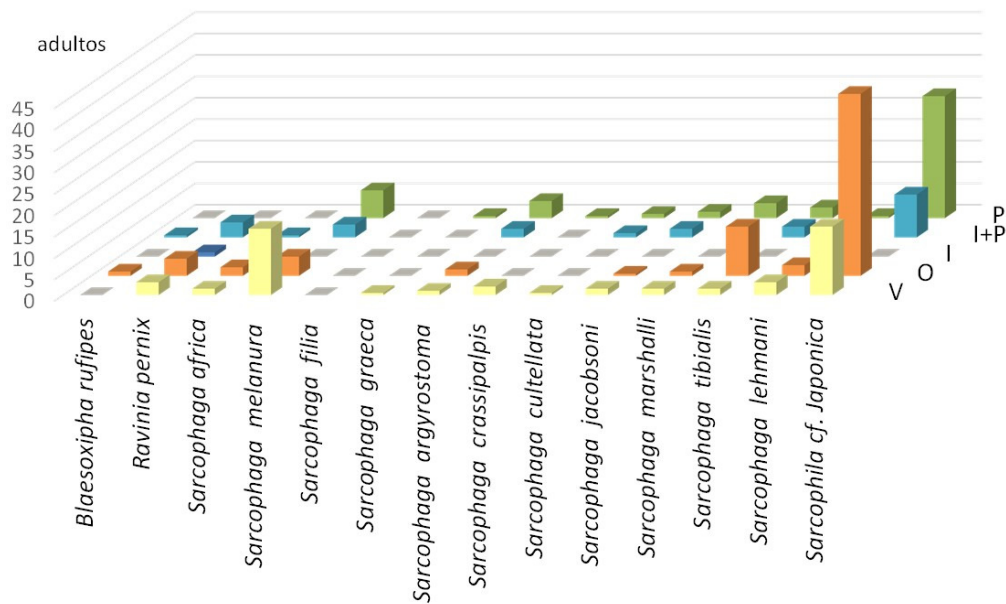


Figura 4.2.14. Número de individuos adultos e inmaduros capturados en las cuatro estaciones de estudio.

En cuanto a su abundancia a lo largo del año, la robustez de estas moscas confiere a los adultos la ventaja de volar en condiciones ambientales adversas, lo que les permite estar presentes en todas las estaciones anuales (Fig. 4.2.14), resultado que no coincide con los obtenidos por otros autores en zonas de clima continental (CASTILLO-MIRALBES, 2002; MARTIN-VEGA & BAZ, 2013; BAZ et al., 2015), que marcan la total ausencia de Sarcófágidos en las estaciones invernales.

Al desglosar nuestros datos reflejando la abundancia de adultos e inmaduros de cada una de las especies en las 4 estaciones de estudio (Fig. 4.2.16), *Sa. cf. japonica* sigue siendo la especie dominante en todas las estaciones, acompañada en primavera, verano y otoño por *S. melanura* como segunda especie en abundancia y, en invierno, por *S. tibialis*. Aun así, las diferencias en las abundancias relativas de estas dos especies no son lo suficientemente diferentes del resto como para poder establecer claramente una variación anual de este grupo.

a)



b)

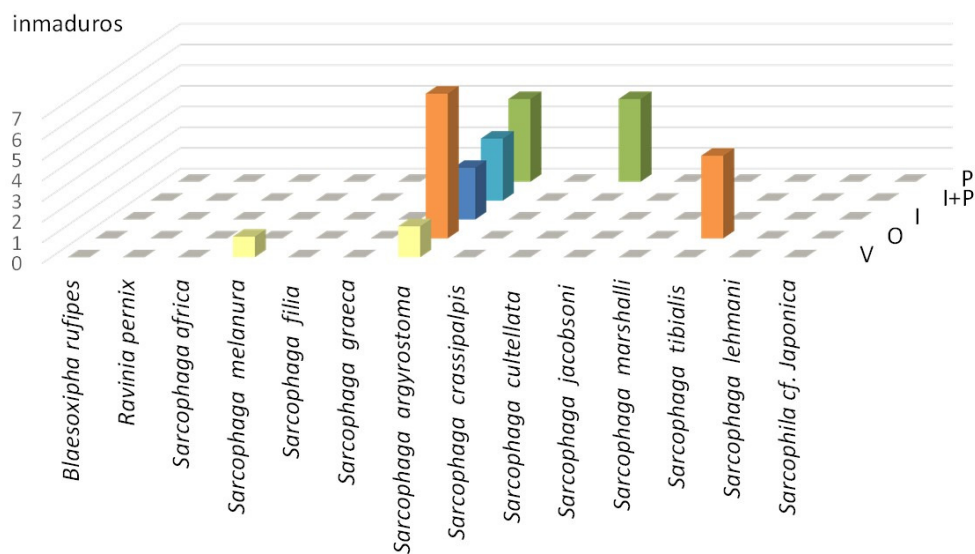


Figura 4.2.15. Abundancia relativa de los adultos (a) e inmaduros (b) de las especies de Sarcófidos presentes en los ensayos de verano (V), otoño (O), invierno (I) y primavera (P). Se añade I+P: experimento de invierno ampliado con primavera de ese ensayo.

En cuanto a la presencia de estados inmaduros sobre el cadáver, llama la atención la escasa presencia de especies en estado larvario, concretamente la total ausencia de larvas de la especie más abundante en este estudio, *Sa. cf. japonica*, lo que resulta interesante desde el punto de vista forense, ya que, a pesar de su abundancia como adulto, su potencial como indicador forense sería cuestionable. De hecho, VELÁSQUEZ (2011) y PEDREÑO SALA (2014) no encuentran en cadáveres humanos larvas de esta especie. En cambio, las especies presentes en estado larvario en nuestro estudio (*S. argyrostoma*, *S. cultellata*, *S. melanura*

y *S. tibialis*) son marcadas como especies de potencial interés forense (VELÁSQUEZ et al., 2010).

Estableciendo una comparación con los resultados obtenidos por otros autores en la península encontramos que MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al. (2000) en **Salamanca** observan que las 19 especies identificadas presentan una actividad claramente estival, capturando individuos únicamente entre los meses de julio y septiembre, lo cual difiere con respecto a nuestro estudio como ya se ha señalado anteriormente. No obstante en su caso la comunidad de sarcófagos está dominada por las especies *Sa. cf. japonica* y *R. pernix*, cuyos máximos poblacionales se hallan en el mes de agosto. A estas especies les siguen en abundancia *S. portschinskyi* y *S. lehmani*; la primera de ellas aparece también en el piso mesomediterráneo de la Comunidad de Madrid en los meses de verano y otoño (MARTÍN-VEGA & BAZ, 2013) a pesar de no haberla encontrado en nuestro estudio.

ROMERA et al. (2003) en **Murcia** observan que *S. tibialis* es la especie dominante (entre las 13 identificadas) a lo largo de todo el año, dominando especialmente en primavera y otoño, ausente en invierno, y siendo además la única capaz de criar en el cadáver. *Sarcophila sp.* es la segunda especie en abundancia, dominando particularmente en invierno. *S. africa* y *S. crassipalpis* serían las otras dos especies más abundantes. Por último, apenas un 15% se repartiría entre las 9 especies restantes, hecho que coincide con nuestro estudio, en el que, como se ha citado anteriormente, a pesar de la abundancia específica, la mayoría de individuos (75%) se reparte entre tres especies únicamente. Los autores observan en este estudio que *S. tibialis* y *S. africa* son especies que salvo en invierno, mantienen su valor porcentual en todas las estaciones, mientras que *Sarcophila sp.* y *S. crassipalpis* son más abundantes en la época estival.

PRADO E CASTRO et al. (2010) realizan en **Coimbra** un estudio entre los meses de mayo y septiembre en el que a pesar de la diversidad de especies identificadas (18) solo 6 coinciden con las halladas en nuestro estudio, destacando además la ausencia de *Sa. cf. japonica*. De todas ellas, las más abundantes fueron *S. africa* y *S. crassipalpis*, especies apenas relevantes en nuestro estudio. *S. argyrostoma* es la tercera especie en abundancia, destacando su presencia a finales de primavera y especialmente en verano, lo cual difiere ligeramente con nuestro estudio ya que la mayor abundancia de esta especie se registró correspondiendo con estados inmaduros en el mes de mayo. *S. melanura*, apenas relevante en el estudio portugués, supuso la tercera especie en abundancia en nuestro estudio, y en ambos coincidimos en el periodo de presencia en los meses de primavera y verano.

Por último, por añadir datos de un ecosistema muy distinto al del presente estudio, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al. (2005), identifican en un ambiente insular del sudeste ibérico 11 especies de las cuales 6 coinciden con las nuestras. No obstante la especie más abundante en su caso es *S. marshalli*, que apenas supone un 2,5% de los sarcófagos de nuestro

estudio, seguida de *S. dux* y *S. hirticrus*, especies ausentes entre las nuestras. Con respecto a la variación anual no es posible establecer comparaciones puesto que su estudio tiene como objetivo comparar la biodiversidad entre islotes y no así la variación anual de las especies.

Familia Piophilidae

La familia Piophilidae está relativamente poco estudiada, con excepción de la especie *Piophila casei*, que debido a su marcada sinantropía e interés sanitario ha sido utilizada como evidencia en diversos casos forenses (VELÁSQUEZ et al., 2010) (Tabla 4.2.5).

De las 10 especies de Pioflidos registradas en la Península ibérica (MARTÍN-VEGA & BAZ, 2010), en nuestro estudio se han capturado cinco (Tabla 4.2.5) y dos de ellas, *Centrophlebomyia furcata* y *Piophila megastigmata*, han sido citadas como especies nuevas para la fauna española por GÓMEZ-GÓMEZ et al. (2009) y MARTÍN-VEGA et al. (2011) respectivamente.

Tabla 4.2.5. Especies de la familia Piophilidae capturadas en los experimentos. Se marcan con * las especies utilizadas como evidencias en la resolución de casos forenses.

PIOPHILIDAE

	<i>Centrophlebomyia furcata</i>
*	<i>Piophila casei</i>
*	<i>Piophila megastigmata</i>
*	<i>Prochyliza nigrimana</i>
	<i>Stearibia nigriceps</i>

Centrophlebomyia furcata (Figura 4.2.16) es una especie de díptero cuyas larvas, al igual que las de otras especies de pioflidos, se alimentan de materia orgánica, especialmente de mamíferos de medio o gran tamaño, en avanzado estado de descomposición (MICHELSEN, 1983). Hacía más de 100 años que *C. furcata* no se citaba en Europa (sí se había citado en 1981 en Israel) de hecho estaba citada con seguridad en muy pocos países e incluso considerada extinta en algún catálogo. En el presente proyecto, se capturó un único individuo (GÓMEZ-GÓMEZ et al., 2009).



Figura 4.2.16. *Centrophlebomyia furcata*.

La segunda especie nueva para la fauna española y europea, *Piophila megastigmata* (Fig. 4.2.17), es una especie citada solamente en Sudáfrica en 1978 y que nunca se había citado en Europa, muy probablemente confundida con su compañera de género *Piophila casei* (MARTÍN-VEGA et al., 2011). Posteriormente a la publicación de ese artículo, la especie ha sido hallada en otras zonas de España (CARLES-TOLRÁ, 2012), en Portugal (PRADO E CASTRO et al., 2012b) e incluso sobre cadáveres humanos (PRADO E CASTRO et al., 2012a), lo cual pone de manifiesto que probablemente *P. megastigmata* hubiera sido introducida en Europa hace ya tiempo y pudiera estar siendo confundida con *P. casei* en algunas investigaciones o incluso en casos reales.

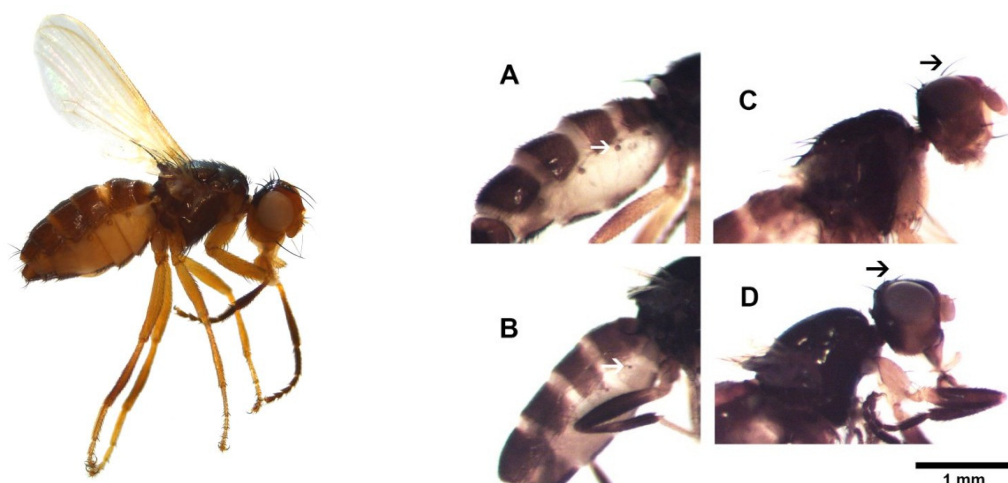


Figura 4.2.18. *Piophila megastitgmata*.

En nuestro estudio, aunque *P. casei* es la especie dominante (Fig. 4.2.18 a y b), tanto en estado adulto como larvario, *P. megastigmata* ha resultado ser una especie muy abundante, mientras que las 3 especies restantes son prácticamente testimoniales.

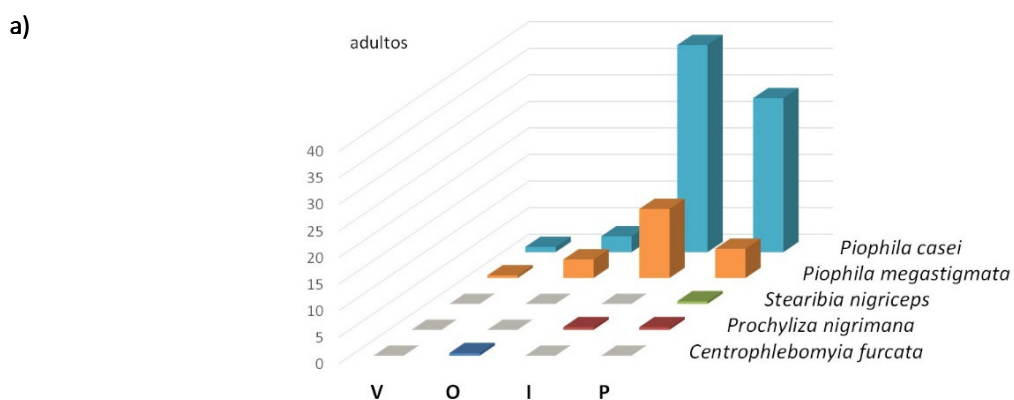


Figura 4.2.18a. Abundancia relativa de los adultos (a) de las especies de Piofílidos presentes en los ensayos de verano (V), otoño (O), invierno (I) y primavera (P).

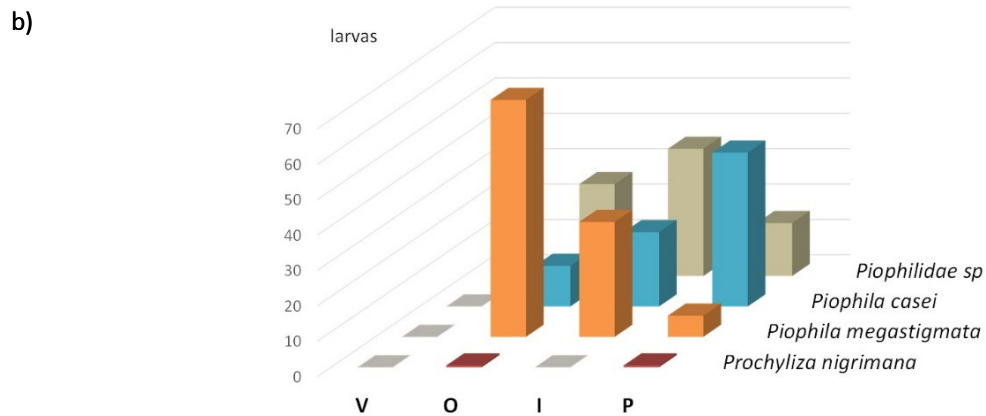


Figura 4.2.18b. Abundancia relativa de los inmaduros (b) de las especies de Piofílidos presentes en los ensayos de verano (V), otoño (O), invierno (I) y primavera (P).



Orden Coleoptera

Los Coleópteros son el segundo orden de insectos con interés forense y, cuando los cuerpos se encuentran en estados de descomposición avanzados, este grupo resulta de gran utilidad para el establecimiento de la data de la muerte.

Acuden al cadáver después que los dípteros y, dependiendo de los grupos, pueden poseer hábitos necrófagos o depredadores. Las larvas de los grupos necrófagos juegan el papel equivalente al de las larvas de dípteros, pero encargándose en este caso de llevar a cabo la degradación de los tejidos secos, acelerando la descomposición del cuerpo (SCHROEDER et al., 2002).

Los tejidos secos de un cadáver suponen un recurso trófico temporalmente más estable que los tejidos blandos, motivo por el cual las especies que utilizan tal recurso poseen descendencia menos abundante que la de los dípteros, pero sus ciclos de desarrollo son más largos, lo que significa que estas especies pueden ser útiles en la estimación del IPM_{min} durante los estados de descomposición avanzados (MIDGLEY et al., 2010). En nuestro estudio algunas especies han permanecido sobre el cadáver periodos de tiempo muy prolongados, como ha sucedido en el experimento de invierno, donde la corificación de los restos permitió la presencia de insectos transcurridos 1192 días desde el inicio de la prueba.

En este estudio se han identificado un total de 33644 individuos (40 % de ellos en estado larvario) pertenecientes a 29 familias y más de 184 especies (Anexo 4.2.2 a este capítulo). La figura 4.2.19 ilustra las familias mejor representadas, que son precisamente las que

poseen especies necrófagas tanto en estado adulto como larvario, como son los Derméstidos, Nitidúlidos y Sílfidos, correspondiendo gran parte de esa abundancia a las larvas presentes en los cadáveres (Fig. 4.2.20).

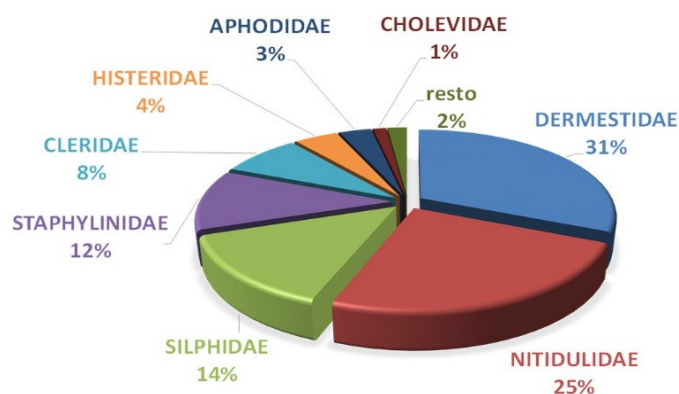


Figura 4.2.19. Abundancia relativa de las familias de Coleoptera.

Los grupos de hábitos depredadores como los Cléridos, Estafilínidos o Histéridos, ya sea en estado adulto o inmaduro, son mucho menos abundantes y deben su representación a la presencia de adultos mayoritariamente. Por último, mencionar Afódidos y Colévidos, familias típicamente asociadas a los procesos descomponedores por sus hábitos coprófagos y detritívoros. Las 21 familias restantes suponen apenas un 2% de las capturas

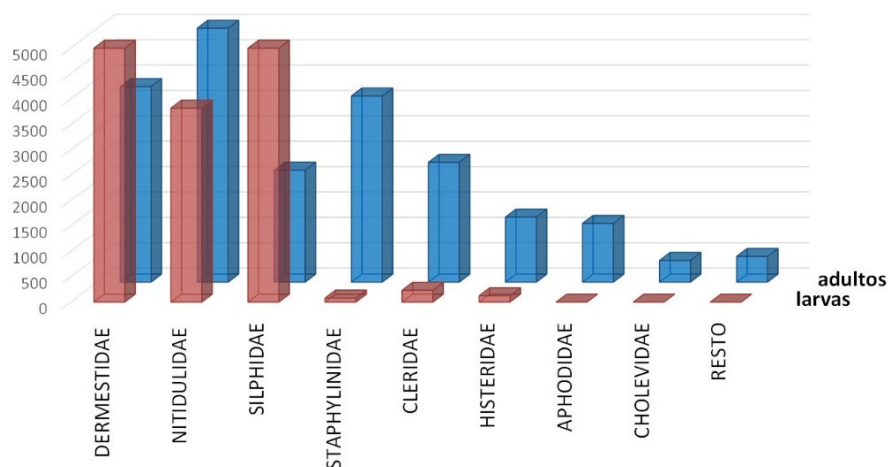


Figura 4.2.20. Nº de individuos adultos e inmaduros de cada una de las familias.

En cuanto al número de especies (Fig. 4.2.21), las familias más diversas son Estafilínidos e Histéridos, resultado concordante con lo obtenido por otros autores (CASTILLO-MIRALBES, 2000; LEFEBVRE & GAUDRY, 2009; PRADO E CASTRO et al., 2013).

Las familias menos diversas son, precisamente, las necrófagas, lo que se traduce en que, de la elevada diversidad de especies de coleópteros presentes en un cadáver, sólo un reducido número pueden considerarse especies de potencial utilidad forense.

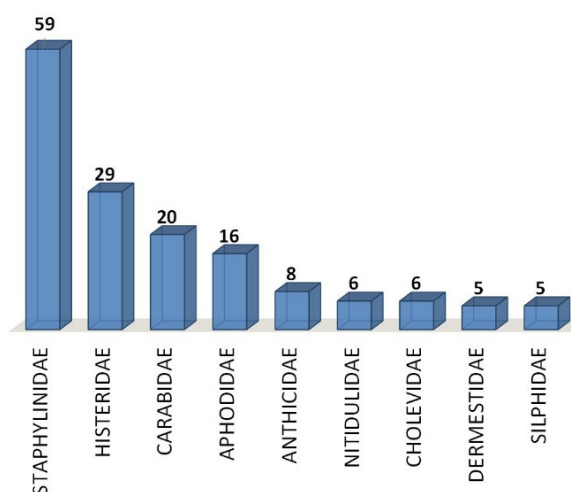


Figura 4.2.21. Nº de especies de cada familia.

De hecho, el número de especies de coleópteros utilizadas como evidencias en la resolución de casos forenses apenas supera la docena (KULSHRESTHA & SATPATHY, 2001; ARNALDOS et al., 2005; SUKONTASON et al., 2007; GARCÍA-ROJO et al., 2009; VELÁSQUEZ, 2011; PEDREÑO SALA, 2014), en parte porque son pocos los casos en los que los cadáveres se encuentran en estado de descomposición avanzado, y en parte porque el esfuerzo en investigación se ha enfocado mayoritariamente en dípteros y son raros los trabajos que proporcionan información válida para la utilización de coleópteros en la estima del IPM_{min} (MIDGLEY et al., 2010). Las especies utilizadas suelen ser especies necrófagas, normalmente de distribución cosmopolita, ya que forman plagas en productos almacenados (RAJENDRAN et al., 2005) y se repiten en la estimación del IPM_{min} en casos de todo el mundo.

Familia Silphidae

Los Sílfidos son el grupo de Coleópteros que antes aparece en estado larvario en la sucesión, hecho también observado por CASTILLO-MIRALBES (2001) y PRADO E CASTRO et al. (2013). De manera general, siguen el papel de los dípteros en el proceso de descomposición, encargándose de la desaparición de los tejidos secos que quedan tras la migración de las masas larvianas de califóridos. Sus ciclos de desarrollo, aunque más largos que los de los Califóridos, son más cortos que el de los restantes grupos de coleópteros necrófagos, por lo que se ha propuesto su utilidad como indicador forense (MIDGLEY & VILLET, 2009).

Es destacable el papel que jugaron las larvas del género *Thanatophilus* en el experimento de invierno, en el que los tres cerdos se congelaron y después sufrieron el proceso de

corificación del que hemos hablado anteriormente. En estos casos, las larvas de sílfidos sustituyeron a las de califóridos y llevaron a cabo la descomposición activa, formando grandes masas larvarias que agujereaban la piel para introducirse en el interior del cadáver (Fig. 4.2.22). Este fenómeno también ocurrió en los experimentos llevados a cabo por BONACCI et al. (2010) en Italia.



Figura 4.2.22. Masas de larvas de *Thanatophilus* llevando a cabo la descomposición de los cadáveres en invierno. Nótese las lesiones generadas en la piel al introducirse en el interior del cadáver.

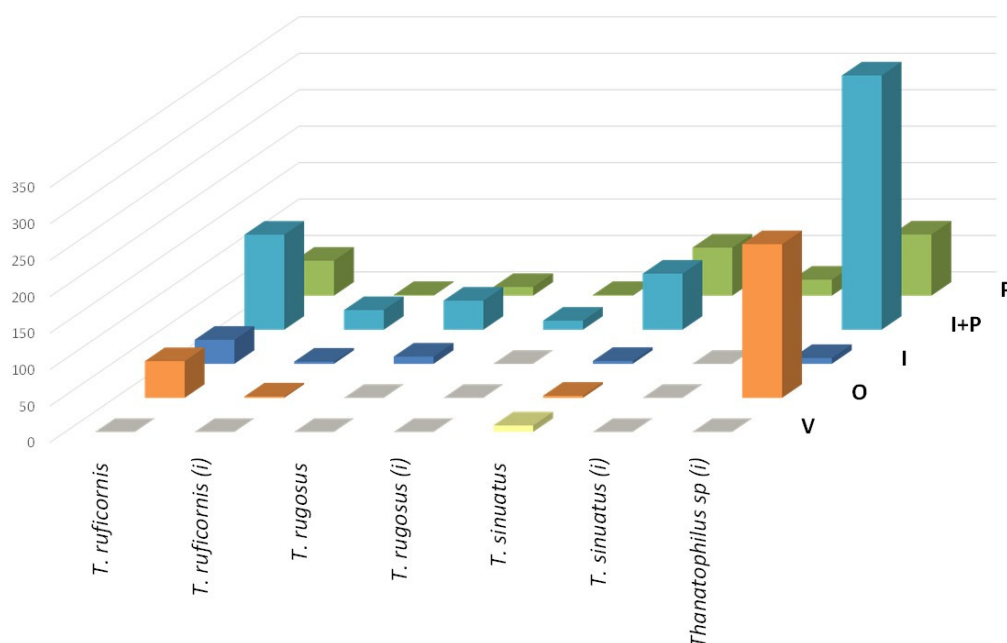


Figura 4.2.23. Abundancia de las especies del género *Thanatophilus* en estado adulto e inmaduro (i) en el estudio de verano (V); otoño(O), invierno (I) y primavera (P). Se añade I+P: experimento de invierno ampliado con primavera de ese ensayo.

Las larvas de *Thanatophilus* (Fig. 4.2.23) están ausentes en verano y son más abundantes en las estaciones con temperaturas más moderadas, hecho que coincide con lo encontrado por CASTILLO-MIRALBES (2001c). La elevada cantidad de larvas colectadas en el experimento de invierno (uniendo el invierno y la siguiente primavera) se debe al fenómeno anteriormente referido.

Familia Dermestidae

Los Derméstidos son, junto a los Sílidos, la familia de mayor importancia. Aunque los adultos aparecen en los cadáveres desde el inicio del proceso de descomposición, está bien documentado que sus larvas están asociadas a los procesos de descomposición avanzada (MIDGLEY et al., 2010), utilizando como recurso trófico los restos de piel y estroma seco de los tejidos que quedan en el citado estado de descomposición. Los ciclos de desarrollo de las especies de Derméstidos son más largos que los de Sílidos y permanecen sobre el cadáver largos periodos de tiempo, hasta la práctica desaparición de los tejidos.

Este grupo, de hábitos termófilos, está ausente en invierno. La especie más abundante en nuestro experimento, al igual que en CASTILLO-MIRALBES (2001c), BONACCI et al. (2010) y PRADO E CASTRO et al. (2013) ha resultado ser *D. frischii*, tanto en estado adulto como inmaduro (Fig. 4.2.24), aunque la más abundante en cadáveres humanos es *D. maculatus*, especie frecuentemente utilizada como evidencia forense.

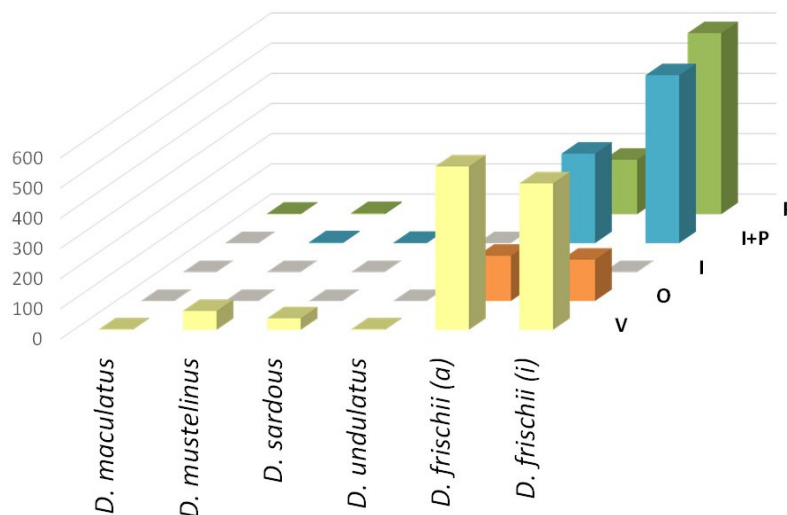


Figura 4.2.24. Abundancia de las especies del género *Dermestes* en estado adulto e inmaduro (i) en el estudio de verano (V); otoño(O), invierno (I) y primavera (P). Se añade I+P: experimento de invierno ampliado con primavera de ese ensayo.

Familia Cleridae

Se trata de una familia cuyos adultos son depredadores y las larvas necrófagas, típica de estados de descomposición avanzados. La especie más abundante es *Necrobia rufipes*, de distribución cosmopolita y de biología conocida porque forma plagas en productos almacenados (RAJENDRAN et al., 2005), motivo por el cual sus ciclos de desarrollo han sido estudiados, permitiendo que esta especie sea considerada de utilidad forense.

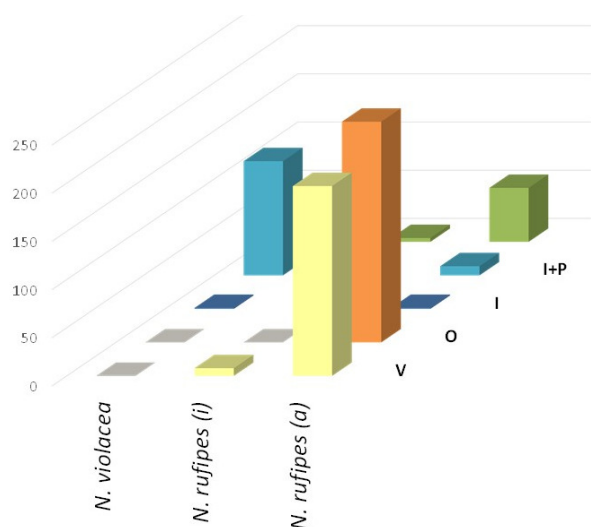


Figura 4.2.25. Abundancia de las especies del género *Necrobia* en estado adulto e inmaduro (i). V (verano), O (otoño), I (invierno), I+P (experimento de invierno ampliado con primavera); P (primavera).

Necrobia violacea es típica de estaciones frías (Fig. 4.2.25) y no suele aparecer en épocas calurosas. *Necrobia rufipes*, a cambio, es más abundante en las estaciones cálidas. Nuestros datos concuerdan con los obtenidos por CASTILLO-MIRALBES (2000), BONACCI et al. (2010) y PRADO E CASTRO et al. (2013), con la excepción de que la tercera especie del género *Necrobia* presente en la Península Ibérica, *Necrobia ruficollis*, no ha sido colectada en este experimento.

Familia Nitidulidae

Los Nitidúlidos aparecen como adultos a lo largo de la descomposición avanzada y sus larvas pueden permanecer sobre el cadáver largos periodos de tiempo. De hecho, en los experimentos en los que los cerdos sufrieron el proceso de corificación, permitiendo una mejor conservación de la piel, se han colectado ejemplares de Nitidúlidos trascurridos más de 2 años desde el inicio de la experimentación (Fig. 4.2.26).



Figura 4.2.26. Agregaciones de *Nitidula flavomaculata* en los cerdos corificados de invierno.

La especie más abundante en nuestro estudio ha sido *Nitidula flavomaculata* que, además, es el único Nitidúlido presente en todas las estaciones (Fig. 4.2.27), resultado coincidente con el obtenido por CASTILLO-MIRALBES (2001), aunque en verano es muy escasa, prácticamente inexistente, cuando es sustituida por *Nitidula carnaria*, la segunda especie en abundancia. La última especie encontrada en este estudio, *Nitidula rufipes*, aparece solo en primavera, pero asociada al experimento de invierno.

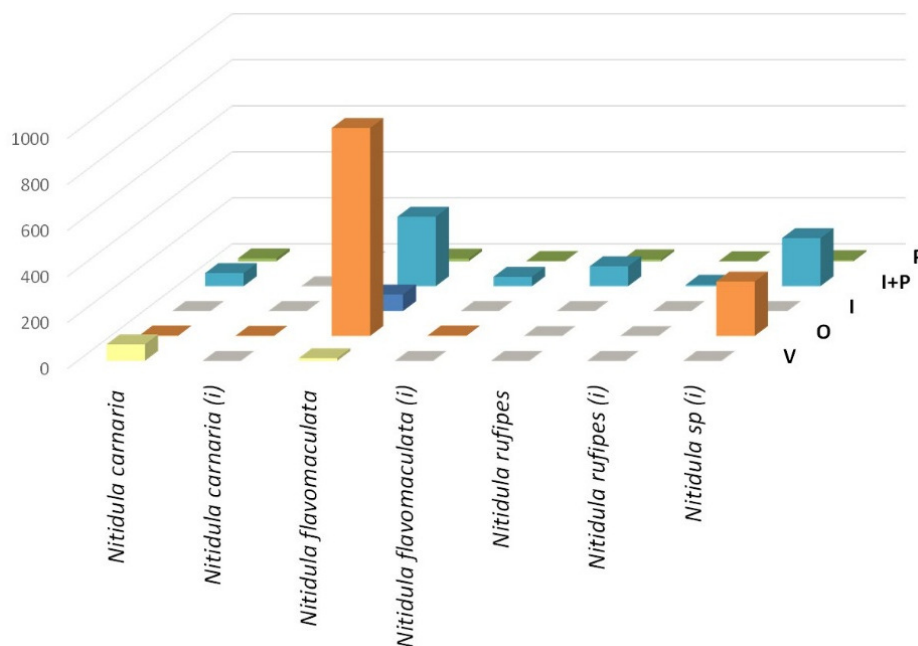


Figura 4.2.27. Abundancia de las especies del género *Nitidula* en estado adulto e inmaduro (i). V (verano), O (otoño), I (invierno), I+P (experimento de invierno ampliado con primavera); P (primavera).

Familias Histeridae y Staphylinidae

El uso de la sucesión y ciclos de desarrollo para la estimación del IPM_{min} no está limitado a los grupos necrófagos, las especies de grupos depredadores especializados, como Histéridos y Estafilínidos, también suelen ser consideradas de potencial interés forense,

aunque su asociación a los procesos de descomposición no es tan obligada como en el caso de las familias anteriores (MIDGLEY et al., 2010).

Los representantes de estas dos familias son de hábitos depredadores, tanto en estado adulto como larvario. Son familias con una elevada diversidad de especies, de las que se han colectado 59 especies de Estafilínidos y 29 de Histéridos, la mayoría con distribuciones geográficas localizadas, de ahí la importancia de la realización de investigaciones en distintas áreas regionales. En las Figuras 4.2.28 y 4.2.29 se representan aquellas de las que se obtuvieron más de 10 ejemplares.

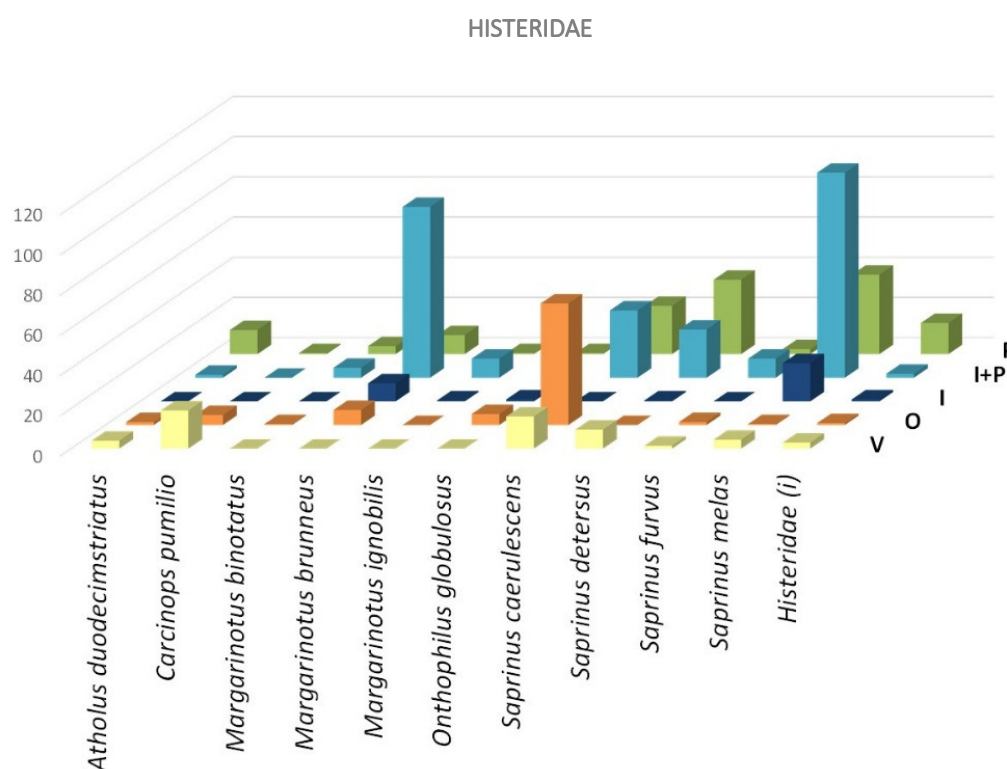


Figura 4.2.28. Abundancia de las especies de Histéridos en estado adulto e inmaduro (i). V (verano), O (otoño), I (invierno), I+P (experimento de invierno ampliado con primavera); P (primavera).

En ambas familias, excepto especies de distribución cosmopolita, como el estafilínido *C. maxillosus*, la mayoría de las especies difieren con las colectadas en experimentos realizados en regiones geográficas distintas (BOUREL et al., 1999; KOCÁREK, 2003; MATUSZEWSKI et al., 2008, 2010; ÖZDEMİR & SERT, 2009; MICHAUD et al., 2010). La fauna encontrada en este trabajo es similar a la hallada por CASTILLO-MIRALBES, (2001) o PRADO E CASTRO et al. (2013), pero la abundancia y estacionalidad de las especies varía frente a lo encontrado en esos trabajos, poniendo de manifiesto, una vez más, la importancia de utilizar los datos de las investigaciones realizadas en las mismas zonas geográficas para la resolución de casos forenses.

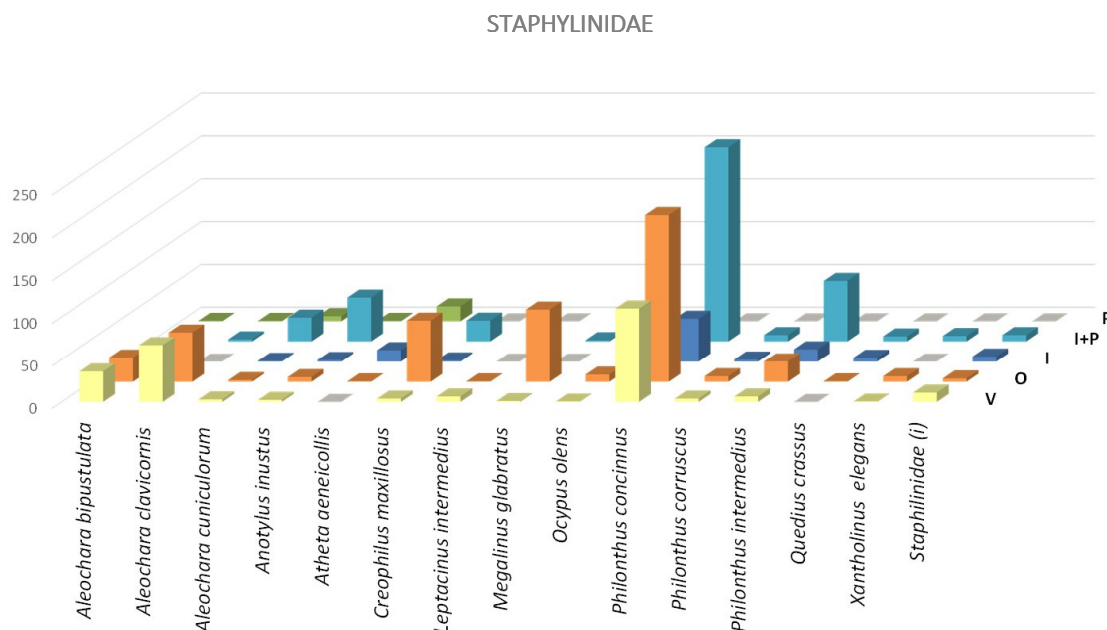


Figura 4.2.29. Abundancia de las especies de Estafilínidos en estado adulto e inmaduro (i). V (verano), O (otoño), I (invierno), I+P (experimento de invierno ampliado con primavera); P (primavera).

En este estudio se han identificado 4 especies de Estafilínidos que constituyen nuevas citas para la fauna de España y/o de la Península Ibérica. Si bien este tipo de información no está relacionada directamente con las aplicaciones de la entomología forense en la estimación del IPM_{min} , los estudios faunísticos y la actualización de la distribución geográfica de las especies, son de notable importancia en las investigaciones de potencial traslado de un cadáver (ERZINCLIOGLU, 1989; MATUSZEWSKI et al., 2009; VOSS et al., 2009).

Las especies nuevas para la fauna española son las siguientes (MARC TRONQUET, Com. Pers.):

- *Aleochara (Xenochara) cucicularum* Kraatz, 1858: esta especie aparece asociada a nidos de distintos vertebrados (conejos, tejones); está presente en toda Europa, Magreb y parte de Asia. Aparece ocasionalmente en cadáveres, pero dado que todas las especies del género *Aleochara* son depredadoras de larvas de dípteros, existe una estrecha relación entre las especies de este género y la descomposición activa de los cadáveres (120 especímenes identificados).
- *Atheta aeneicollis* (Sharp, 1869): es una especie saprófila bastante común en la región Paleártica (99 especímenes).
- *Haploglossa gentilis* (Märkel, 1845): esta especie aparece asociada normalmente a nidos de aves, pero su biología y distribución son poco conocidas en general (1 espécimen).
- *Leptacinus intermedius* Donisthorpe, 1936. Especie de biología poco conocida, próxima a *L. sulcifrons* (Stephens, 1833), y que se encuentra en excrementos de caballo y bajo piedras. *L. intermedius* solo es nueva para España, ya que sí ha sido citada en Portugal con anterioridad; se encuentra distribuida por Europa, medio Este y Norte de África (14 especímenes).



Orden Hymenoptera

Pasando al tercer grupo en importancia forense, el orden Hymenoptera, se han identificado 1926 individuos (46,1% de ellos en estado larvario) pertenecientes a más de 10 familias y más de 25 especies, siendo las familias más destacadas Pteromálidos, Véspidos, Formícidos y Braconídeos (Figura 4.2.30)

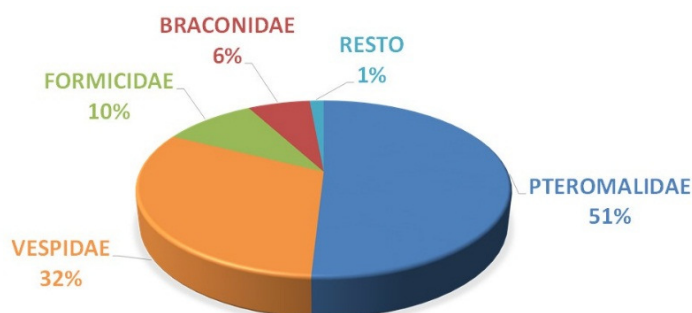


Figura 4.2.30. Abundancia de las familias del orden Hymenoptera

Cabe destacar dentro de este orden la especie *Nasonnia vitripennis*, un Pteromálido que parasita pupas de Díptero (RIVERS & LOSINGER, 2014). De hecho apenas se cogieron especímenes en estado adulto sino que la gran mayoría de los más de 800 individuos identificados se criaron en el laboratorio a partir de larvas o pupas de dípteros califóridos, en particular de la especie *Chrysomya albiceps*. A pesar del elevado número de capturas de la especie parasitoide esto no supuso una disminución notable en el número de individuos de la especie parasitada, lo cual indica que no han tenido una influencia notable en el proceso descomponedor. Por otro lado, el Braconídeo *Alysia manducator*, también parasitoide (AMENDT et al., 2004) se ha capturado y criado en menor medida con respecto a la especie anterior.

Por último, el véspido *Vespula germanica*, apareció en grandes cantidades en el estudio de otoño, envolviendo literalmente al cadáver para alimentarse de huevos y larvas, y dificultando con ello el acercamiento a los cerdos a la hora de muestrear.

ANEXO 4.2.1 – DIPTERA -

Familias y especies de Dípteros indicando el nº de ejemplares adultos (a) o inmaduros (i) en las dos réplicas de los experimentos de verano (V), otoño(O), invierno (I) y primavera(P).

ANTHOMYIIDAE	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
<i>Adia cinerella</i> (Fallén, 1825)							1	
<i>Anthomyia liturata</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	1							
<i>Anthomyia pluvialis</i> (Linnaeus, 1785)	a	3	6	2	3	4	2	1
	i	2	4	1				
<i>Anthomyia sp</i> Meigen, 1803	1	2	1	2	2	2	1	1
<i>Delia platura</i> (Meigen, 1826) A	a				10	2	8	5
	i			1	6	1	1	
<i>Leucophora personata</i> (Collin, 1922)						1		
<i>Subhylemia longula</i> (Fallén, 1824)								1
Anthomyiidae sp	6	2	4	1	43	29	17	34
ASILIDAE								
<i>Cerdistus spp</i> Loew, 1849		2				2		
BOMBYLIDAE								
<i>Bombylius spp</i> Linnaeus, 1758						2	1	
<i>Thyridanthrax elegans</i> (Wiedemann in Meigen, 1820)		2					1	
<i>Villa spp</i> Lioy, 1864				1			1	
CALLIPHORIDAE								
<i>Bellardia viarum</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)						1	1	
<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830	a		18	20	134	155	56	81
	i		32	37	690	909	324	235
<i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758)	a		6	3	4	15	7	3
	i		20	34	18	39	84	91
<i>Calliphora sp</i> Robineau-Desvoidy, 1830		2	8	9	10	16		1
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	a	76	98	318	287	2	3	1
	i	170	159	283	345			
<i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)								1
<i>Lucilia richardsi</i> Collin, 1926		1	1	1			1	2
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	a	28	18	180	149	134	204	301
	i	75	52	1152	946	169	284	819
<i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826)							2	1
<i>Pollenia leclercqiana</i> (Lehrer, 1978)		1				1		
<i>Pollenia luteovillosa</i> Rognes, 1987			1	1		1	2	1
CAMILLIDAE								
<i>Camilla acutipennis</i> (Loew, 1865)	1							
CECIDOMYIIDAE								
Cecidomyiidae sp.				2				

4. Resultados y discusión. 4.2. Composición Faunística.

	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
CHIRONOMIDAE								
Chironomidae sp.	2	1	1					
CHLOROPIDAE								
Chloropidae sp.	1							
DROSOPHILIDAE								
Drosophilidae sp.					1			
EMPIDIDAE								
<i>Empis sp</i> (Linnaeus, 1758)								1
EPHYDRIDAE								
Ephydridae sp.								1
FANNIIDAE								
<i>Fannia canicularis</i> (Linnaeus, 1761)			1		1			
<i>Fannia leucosticta</i> (Meigen, 1838)	1	1						
<i>Fannia scalaris</i> (Fabricius, 1794)								1
HYBOTIDAE								
<i>Crossopalpus nigrifellus</i> (Zetterstedt, 1842)			2					
<i>Crossopalpus aenescens</i> (Walker, 1871)	1	1	10	11	3	2	4	1
LAUXANIIDAE								
<i>Minettia fasciata</i> (Fallén, 1820)							4	
MUSCIDAE								
<i>Helina reversio</i> (Harris, 1780)				1		1		1
<i>Hydrotaea aenescens</i> (Wiedemann, 1830)	a	41	34	5	6	13	19	19
	i	3	17		14			9
<i>Hydrotaea armipes</i> (Fallén, 1825)							1	
<i>Hydrotaea capensis</i> (Wiedemann, 1818)	a	1	1		1	2	1	
	i			1	8			6
<i>Hydrotaea ignava</i> (Harris, 1780)	a	1						
	i			22	3			2
<i>Hydrotaea irritans</i> (Fallén, 1823)				1				
<i>Hydrotaea meteorica</i> (Linnaeus, 1758)	a			1			1	
	i					2	2	
<i>Musca autumnalis</i> De Geer, 1776		34	19	752	810	17	15	9
<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	a	125	105	1499	1563	36	24	43
	i	14	20	16	4			
<i>Musca osiris</i> Wiedemann, 1830								2
<i>Musca tempestiva</i> Fallén, 1817				1				
<i>Muscina levida</i> (Harris, 1780)						2		1
<i>Muscina stabulans</i> (Fallén, 1817)								1
<i>Phaonia trimaculata</i> (Bouché, 1834)	i		5					
MYCETOPHILIDAE								
Mycetophilidae sp.							1	

PHORIDAE	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2	
<i>Megaselia longicostalis</i> (Wood, 1912)					5	4	1	1	
PIOPHILIDAE									
<i>Centrophlebomyia furcata</i> (Fabricius, 1794)			1						
<i>Piophilidae casei</i> (Linnaeus, 1758)	a	1	1	3	3	42	36	30	28
	i		12	11	8	34	43	44	
<i>Piophilidae megastigmata</i> McAlpine, 1978	a	1	1	6	5	21	8	3	
	i		68	66	6	59	7	5	
<i>Prochyliza nigrimana</i> (Meigen, 1826)	a				1			1	
	i			1				1	
<i>Stearibia nigriceps</i> (Meigen, 1826)							1		
Piophilidae sp	i	5	1	29	23	5	67	8	22
PSILIDAE									
<i>Chamaepsila persimilis</i> (Wakerley, 1959)				1					
SARCOPHAGIDAE									
<i>Blaesoxipha (Blaesoxipha) rufipes</i> (Macquart, 1839)				2		1			
Miltogrammatinae sp			1						
<i>Ravinia pernix</i> (Harris, 1780)		5	2	3	5	2	7	1	5
<i>Sarcophaga (Bercaea) africa</i> (Wiedemann, 1824)		2	1	4			1		
<i>Sarcophaga (Helicophagella) melanura</i> Meigen, 1826	a	12	19	5	4	4	3	5	10
	i	1	1						
<i>Sarcophaga (Heteronychia) filia</i> Rondani, 1860								1	
<i>Sarcophaga (Heteronychia) graeca</i> Rohdendorf, 1937			2				1	1	
<i>Sarcophaga (Liopygia) argyrostoma</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	a	3		2	1	3	1	3	5
	i		3	1	7	76	64		9
<i>Sarcophaga (Liopygia) crassipalpis</i> Macquart, 1839	a	5							1
	i				2				
<i>Sarcophaga (Liopygia) cultellata</i> Pandellé, 1896	a		1			1	1	2	1
	i				8				6
<i>Sarcophaga (Liosarcophaga) jacobsoni</i> (Rohdendorf, 1937)	a	2	2		1	5		3	
	i				1				
<i>Sarcophaga (Liosarcophaga) marshalli</i> Parker, 1923		1	2	2		4	1	3	4
<i>Sarcophaga (Liosarcophaga) tibialis</i> Macquart, 1851	a	2	1	12	11	2	4	2	3
	i				4				
<i>Sarcophaga (Sarcophaga) lehmani</i> Müller, 1922		2	4	4	2		1	1	1
<i>Sarcophila latifrons</i> (Fallén, 1817)		7	25	23	62	5	16	10	53
<i>Sarcophaga sp</i> Meigen, 1826	a	5	2	8	5	5	3	3	5
	i			1	8	29	5	3	4
SCATOPHAGIDAE									
<i>Scathophaga stercoraria</i> (Linnaeus, 1758)			3	1					

4. Resultados y discusión. 4.2. Composición Faunística.

	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
SCATOPSIDAE								
Scatopsidae sp.				1				
SCIARIDAE								
Sciaridae sp.							3	1
SEPSIDAE								
<i>Sepsis fulgens</i> Meigen, 1826					5	8		
SIMULIIDAE								
<i>Simulium ornatum</i> sps group Meigen, 1818			1					
<i>Simulium (Obuchovia)</i> sp Rubtsov, 1947	1		2	14	3		1	
<i>Simulium (Wilhelmia)</i> sp Enderlein, 1921					4	1		
SPHAEROCERIDAE								
<i>Coproica vagans</i> (Haliday, 1833)			1	1	1	3	4	1
<i>Crumomyia glabrifrons</i> (Meigen, 1830)					1	1		
<i>Ischiolepta pusilla</i> (Fallén, 1820)							1	
<i>Leptocera caenosa</i> (Rondani, 1880)	1	1		1		1	1	
<i>Lotophila atra</i> (Meigen, 1830)			2				1	
<i>Spelobia quaesita</i> Roháček, 1983			1					
<i>Sphaerocera curvipes</i> Latreille, 1805			1	2	2		1	
<i>Telomerina flavipes</i> (Meigen, 1830)	2		3					
<i>Trachypella straminea</i> Roháček&Marshall, 1986			1					
SYRPHIDAE								
<i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)				1				
<i>Paragus bicolor</i> (Fabricius, 1794)								1
<i>Paragus quadrifasciatus</i> Meigen, 1822					1			
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)						1		
TACHINIDAE								
<i>Baumhaueria goniaeformis</i>					1			
<i>Exorista rendina</i> Herting, 1975							2	1
<i>Exorista xanthaspis</i> (Wiedemann, 1830)			1					
<i>Gonia</i> sp Meigen, 1803					1			
<i>Kirbya</i> sp Robineau-Desvoidy, 1830	1							
<i>Mintho rufiventris</i> (Fallén, 1817)					1			
<i>Pseudogonia rufifrons</i> (Widemann, 1830)							1	
<i>Zeuxia aberrans</i> (Loew, 1847)					1	1	3	4
<i>Zeuxia zernyi</i> Mesnil, 1963				1	3	2	3	40
ULIDIIDAE								
<i>Physiphora alcaeae</i> (Preysslner, 1791)	2	2	2	4				1
<i>Ulidia apicalis</i> Meigen, 1826						1	2	3

ANEXO 4.2.2 – COLEOPTERA –

Familias y especies de Coleópteros indicando el nº de ejemplares adultos (a) o inmaduros (i) en las dos réplicas de los experimentos de verano (V), otoño(O), invierno (I) y primavera(P).

ANTHICIDAE	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
<i>Anthicus antherinus</i> (Linnaeus, 1761)	1							
<i>Anthicus tristis</i> Schmidt, 1842		3	1					
<i>Anthicus</i> sp Paykull, 1798	1	6	2	1		1		
<i>Hirticollis hispidus</i> (Rossi, 1792)	26	13			1		2	
<i>Hirticollis quadriguttatus</i> (Rossi, 1792)	10	11			1		2	
<i>Omonadus bifasciatus</i> (Rossi, 1792)	14	7					2	
<i>Omonadus floralis</i> (Linnaeus, 1758)	5	6					1	
Anthicidae sp		1			1		1	1
BYRRHIDAE								
<i>Curimopsis</i> sp. Ganglbauer 1902	2	1						
CARABIDAE								
<i>Bembidion (Neja) ambiguum</i> Dejean, 1831					1	2		
<i>Calathus (Neocalathus) mollis mollis</i> (Marsham, 1802)			2		1	1		
<i>Carterus (Microcarterus) microcephalus</i> (Rambur, 1837)		1				1		
<i>Corax (Sterocorax) globosus ebenus</i> (Quensel, 1806)			3	2	2	7	1	3
<i>Cryptophonus tenebrosus</i> (Dejean, 1829)						1		
<i>Dixus clypeatus</i> (Rossi, 1790)								1
<i>Dixus sphaerocephalus</i> (Olivier, 1795)	4	1	8	1	1		3	7
<i>Harpalus (Harpalus) distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)						1		
<i>Licinus(Licinus) punctatulus granulatus</i> Dejean, 1826			1					
<i>Masoreus wetterhallii wetterhallii</i> (Gyllenhall, 1813)		1						
<i>Microlestes abeillei</i> (Brisout de Barneville, 1885)		1					1	
<i>Microlestes negrita</i> (Wollaston, 1854)	1	1						
<i>Olisthopus elongatus</i> Wollaston, 1854								1
<i>Olisthopus fuscatus</i> Dejean, 1828								2
<i>Ophonus(Incisophonus) incisus</i> (Dejean, 1829)		1		2				
<i>Ophonus (Hesperophonus) subquadratus</i> (Dejean, 1829)	1	1	1					
<i>Orthomus (Orthomus) barbarus barbarus</i> (Dejean, 1828)	24	5	9	10	16	1	1	10
<i>Paradromius (Manodromius) linearis</i> (Olivier, 1795)	1	2	1					
<i>Trechus (Trechus) quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	1							
<i>Zabrus (Zabrus) tenebrioides tenebrioides</i> (Goeze, 1798)	1							
CHOLEVIDAE								
<i>Catopidius depressus</i> (Murray, 1856)					2	1		
<i>Catops coracinus</i> Kellner, 1846		1	6	7	28	44	30	3
<i>Catops fuliginosus</i> Erichson, 1837			3			1	1	
<i>Catops fuscus fuscus</i> (Panzer, 1794)		1			3	1	12	1
<i>Catops nigriclavus</i> Gerhardt, 1900			1		6		2	
<i>Ptomaphagus tenuicornis</i> (Rosenhauer, 1856)		2		5	69	56	96	46

4. Resultados y discusión. 4.2. Composición Faunística.

		V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
CHRYSOMELIDAE									
<i>Aphthona flaviceps</i> Allard, 1859					1				
<i>Colaspidema atrum</i> Laparte de Castelnau, 1833						8	1		
Chrysomelidae sp.							1		
CLERIDAE									
<i>Necrobia rufipes</i> (De Geer, 1775) A	a	316	280	253	256	330	356	138	365
	i	20	5	1	1	14	32	5	19
<i>Necrobia violacea</i> (Linnaeus, 1758)			2	2	5	8	22	20	6
<i>Necrobia</i> sp Olivier 1975	i	22	11			21	34	7	41
COCCINELLIDAE									
Coccinellidae sp.					1				
CRYPTOPHAGIDAE									
Cryptophagidae sp.					1				1
CURCULIONOIDEA									
Apionidae sp									1
<i>Hypera (Hypera) postica</i> (Gyllenhall, 1813)		1			1				
<i>Mecaspis</i> sp Schoenherr, 1823		1							
<i>Sitona (Charagmus) intermedius</i> Küster, 1847				1					
<i>Sitona (Sitona) sp</i> Germar, 1817		1							
<i>Strophosoma s.str. sp</i> Billberg, 1820		8	8						
DASYTIDAE									
<i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1785)							2	2	4
DERMESTIDAE									
<i>Dermestes (Dermestinus) frischii</i> Kugelann, 1792 A	a	612	750	197	233	580	469	297	459
	i	704	743	308	308	975	923	976	1400
<i>Dermestes (Dermestinus) maculatus</i> De Geer, 1774			3		1	1		2	
<i>Dermestes (Dermestinus) mustelinus</i> Erichson, 1846		85	43	1		3	6		9
<i>Dermestes (Dermestinus) sardous</i> Küster, 1846		26	51	1	3	2	1	5	9
<i>Dermestes (Dermestinus) undulatus</i> Brahm, 1790			1						
ELATERIDAE									
Elateridae sp.			1						
HISTERIDAE									
<i>Atholus bimaculatus var. morio</i> (Linnaeus, 1758)				1					
<i>Atholus corvinus</i> (Germar, 1817)						1			
<i>Atholus duodecimstriatus</i> (Schränk, 1781)		2	6	2	1	1	2	23	2
<i>Carcinops (Carcinops) pumilio</i> (Erichson, 1834)		12	27	5	5			1	
<i>Chalcionellus decemstriatus</i> (Rossi, 1792)						1	2	1	
<i>Gnathoncus rotundatus</i> (Kugelann, 1792)						1			
<i>Hypocacculus (Nessus) rubripes</i> (Erichson, 1834)		1							
<i>Margarinotus (Eucalohister) binotatus</i> (Erichson, 1834)		1		3	6	2	10	8	1

HISTERIDAE cont.	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
<i>Margarinotus (Paralister) ignobilis</i> (Marseul, 1854)	2	3	5	10	74	115	17	6
<i>Margarinotus (Paralister) punctiventer</i>					9	10	1	
<i>Margarinotus (Ptomister) brunneus</i> (Fabricius, 1775)					2		9	
<i>Onthophilus globulosus</i> (Olivier, 1789)	4	1	10	35	3	8	1	
<i>Onthophilus striatus</i> (Forster, 1771)				2	1			
<i>Saprinus (Phaonius) pharao</i> Marseul, 1855			2	1		1		1
<i>Saprinus (Saprinus) caerulescens</i> (Hoffmann, 1803)	a 10	22	49	72	24	44	34	14
	i					1	1	1
<i>Saprinus (Saprinus) calatravensis</i> Fuente, 1899			1		2	2		
<i>Saprinus (Saprinus) detersus</i> (Illiger, 1807)	10	9			24	29	47	27
<i>Saprinus (Saprinus) detersus var. elaine</i> (Illiger, 1807)							2	1
<i>Saprinus (Saprinus) figuratus</i> (Marseul, 1855)					1	1		
<i>Saprinus (Saprinus) furvus</i> Erichson, 1834 A	a 3			3	9	12		5
	i				1	3		1
<i>Saprinus (Saprinus) georgicus</i> Marseul, 1862	2				1	3		1
<i>Saprinus (Saprinus) maculatus</i> (Rossi, 1792)					1	1		
<i>Saprinus (Saprinus) maculatus var. obscuripennis</i> Müller, 1899							2	5
<i>Saprinus (Saprinus) melas</i> Küster, 1849	4	8	6	9	85	126	38	41
<i>Saprinus (Saprinus) melas var. fontisbellaquaei</i> Auzat, 1920							5	2
<i>Saprinus (Saprinus) niger</i> Motschulsky, 1849)	1	7						1
<i>Saprinus (Saprinus) politus</i> (Brahm, 1790)					1	1		1
<i>Saprinus (Saprinus) subnitescens</i> Bickhardt, 1909			3	3				
<i>Saprinus (Saprinus) tenuistrius sbp sparsutus</i> Solsky, 1876			1	1	1	1		1
Histeridae	i 7	13	6	3	16	37	18	17
HYDROPHILIDAE								
<i>Helophorus rufipes</i> (Bosc, 1791)	1							
<i>Sphaeridium</i> sp Fabricius, 1775				2				
Hydrophilidae							1	
LEIOLIDAE								
<i>Agathidium</i> sp Panzer, 1797			1		1	2		
MONOTOMIDAE								
<i>Monotoma</i> sp.1 Herbst 1793	4	2		1		1		
<i>Monotoma</i> sp.2 Herbst 1793		1						
MORDELLIDAE								
<i>Mordellistena</i> sp Costa, 1854							1	
Mordellidae sp						1		
MYCETOPHAGIDAE								
Mycetophagidae sp			1			1		

4. Resultados y discusión. 4.2. Composición Faunística.

	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2	
NITIDULIDAE									
<i>Eपुरaea sp</i> Erichson, 1843					1				
<i>Meligethes sp</i> Stephens, 1830			1		4	3			
<i>Nitidula bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)			1						
<i>Nitidula carnaria</i> (Schaller, 1783) A	a	39	163	16	20	86	81	30	52
	i		2	2	6	2	1		
<i>Nitidula flavomaculata</i> Rossi, 1790 A	a	303	302	1158	1394	662	709	181	613
	i	51	46	35	56	198	144	96	113
<i>Nitidula rufipes</i> (Linnaeus, 1767) A	a	2	1	1	1	102	73	12	6
	i				12	1	1		
Nitidulidae i	i	107	153	333	460	737	619	240	405
OEDEMERIDAE									
<i>Oedemera sp</i> Olivier 1789							1		
APHODIIDAE									
<i>Anomius castaneus</i> (Illiger, 1803)				1					
<i>Aphodius foetidus</i> (Herbst, 1783)			1						
<i>Calamosternus granarius</i> (Linnaeus, 1767)			1	8	6	16	8	1	
<i>Chilothorax distinctus</i> (Müller, 1776)	19	1	323	231	169	74	20	154	
<i>Melinopterus sphaelatus</i> (Panzer, 1798)								1	
<i>Melinopterus tingens</i> (Reitter, 1892)				1	1	3	1		
<i>Pleurophorus caesus</i> (Creutzer, 1796)		1							
SCARABAEIDAE									
<i>Bubas bison</i> (Linnaeus, 1767)			9	9	5	5	1	1	
<i>Onitis ion</i> (Olivier, 1789)					5	7	5	1	
<i>Onthophagus (Furconthophagus) furcatus</i> (Fabricius, 1781)	1		2	1			1		
<i>Onthophagus (Palaeonthophagus) latigena</i> d'Orbigni, 1897	1								
<i>Onthophagus (Palaeonthophagus) merdarius</i> Chevrolat, 1865					5	5	1	1	
<i>Onthophagus (Palaeonthophagus) opacicollis</i> Reitter, 1893	2	3	7	10	8	9	3	4	
<i>Onthophagus (Palaeonthophagus) vacca</i> (Linnaeus, 1767)	1	1							
MELOLONTHIDAE									
<i>Rhizotrogus pallidipennis</i> Blanchard, 1850		1							
CETONIIDAE									
<i>Tropinota squalida</i> (Scopoli, 1783)		1							
SCRAPTIDAE									
<i>Scraptia sp</i> Latreille, 1807			1	1		5	7	13	

SILPHIDAE	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
<i>Nicrophorus humator</i> (Gleiditsch, 1767)			2	1	2	3		
<i>Silpha puncticollis</i> Lucas, 1846	1						2	
<i>Thanatophilus ruficornis</i> (Küster, 1851)	a 31	17	65	77	213	189	45	126
<i>Thanatophilus ruficornis</i> (Küster, 1851)	i 5	8	16	4	85	76	2	43
<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1758)	a				39	49	11	18
<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1758)	i				12	18	1	2
<i>Thanatophilus sinutaus</i> (Fabricius, 1775)	a 6	12	4	2	81	74	58	76
<i>Thanatophilus sinutaus</i> (Fabricius, 1775)	i				5	5	45	1
<i>Thanatophilus sp</i> Leach, 1815	i 83	77	312	213	604	606	163	196

SILVANIDAE

<i>Ahasverus sp.</i> Gozis 1881		1						
---------------------------------	--	---	--	--	--	--	--	--

STAPHYLINIDAE

<i>Acrotona fungi fungi</i> (Gravenhorst, 1806)					3			
<i>Aleochara (Baryodma) intricata</i> Mannerheim, 1830			1					
<i>Aleochara (Coprochara) bipustulata</i> (Linnaeus, 1760)	54	52	41	30	22	14	5	24
<i>Aleochara (Heterochara) clavicornis</i> Redtenbacher, 1849	58	76	57	60	5		6	2
<i>Aleochara (Xenochara) cuniculorum</i> Kraatz, 1858	5	4	6	8	23	38	25	11
<i>Aleochara (Xenochara) moesta</i> Gravenhorst, 1802	3		6	3				
<i>Aleochara (Xenochara) sparsa</i> Heer, 1839			1	2				
<i>Aleochara (Xenochara) tristis</i> Gravenhorst, 1806				1				
<i>Aleochara sp</i> Gravenhorst, 1802		2	2		1		35	10
<i>Anotylus inustus</i> (Gravenhorst, 1806)	4	15	10	16	86	90	74	91
<i>Atheta aeneicollis</i> (Sharp, 1869)	2	11	2	6	41	29	1	7
<i>Atheta sp</i> Thomson, 1858							1	
<i>Atheta (Alaobia) trinotata</i> (Kraatz, 1856)						1		
<i>Atheta (Bessobia) occulta</i> (Erichson, 1837)			1	2				
<i>Atheta (Dimetrota) aeneipennis</i> (Thomson, 1856)				1				
<i>Atheta (Dimetrota) atramentaria</i> (Gyllenhal, 1810)		1	2	3	2	1		
<i>Atheta (Microdota) amicula</i> (Stephens, 1832)					1			
<i>Cordalia obscura</i> (Gravenhorst, 1802)	1							
<i>Creophilus maxillosus</i> (Linnaeus, 1758)	4	6	61	83	28	27	12	2
<i>Gabrius nigrifulus</i> (Gravenhorst, 1802)					1			
<i>Gyrophypnus angustatus</i> Stephens, 1833					1	1		
<i>Gyrophypnus fracticornis</i> (O. Müller, 1776)			1	1	1			
<i>Gyrophypnus punctulatus</i> (Paykull, 1789)					4			
<i>Haploglossa gentilis</i> (Maerkel, 1845)	1							
<i>Lepidophallus hesperius</i> (Erichson, 1839)	1				1			1
<i>Leptacinus intermedius</i> Donisthorpe, 1936	8	5		1				
<i>Leptacinus pusillus</i> (Stephens, 1833)				1				
<i>Megalinus glabratus</i> (Gravenhorst, 1802)	20	16	63	117	2	5	2	1

STAPHYLINIDAE cont.	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
<i>Micrillus testaceus</i> (Erichson, 1840)					1			
<i>Nehemitropia lividipennis</i> (Mannerheim, 1830)		1						
<i>Ocypus (Pseudocypus) fortunatarum</i> Wollaston, 1871					4		1	1
<i>Ocypus (Pseudocypus) sericeicollis</i> (Menetriès, 1832)				1	1	1		
<i>Ocypus olens</i> (O. Müller, 1754)	2	2	6	13		1	1	
<i>Omalius rivulare</i> (Paykull, 1789)				1				
<i>Othius laeviusculus</i> Stephens, 1833	1							
<i>Oxypoda (Bessopora) haemorrhoea</i> (Mannerheim, 1830)	1							
<i>Oxypoda (s.str.) longipes</i> Mulsant & Rey, 1861			1		2	1		1
<i>Oxytelus piceus</i> (Linnaeus, 1767)			1					
<i>Phacophallus parumpunctatus</i> (Gyllenhal, 1827)		1		1				
<i>Philonthus concinnus</i> (Gravenhorst, 1802)	104	151	199	282	287	236	210	106
<i>Philonthus corruscus</i> (Gravenhorst, 1802)	8	2	8	5	3	12	3	3
<i>Philonthus cruentatus</i> (Gmelin, 1790)				1				
<i>Philonthus discoideus</i> (Gravenhorst, 1802)	1							
<i>Philonthus intermedius</i> (Lacordaire, 1835)	4	11	18	36	51	92	8	5
<i>Philonthus rectangulus</i> Sharp, 1874		2		1				
<i>Platysthetus spinosus</i> Erichson, 1840					2	3		
<i>Quedius (Microsaurus) crassus</i> Fairmaire, 1860				1	7	5	1	
<i>Quedius (Microsaurus) nigrocaeruleus</i> Fauvel, 1876			1					
<i>Quedius (Microsaurus) ochripennis</i> (Menetriès, 1832)							2	1
<i>Quedius (Raphirus) semiobscurus</i> (Marsham, 1802)						1	1	
<i>Quedius simplicifrons</i> Fairmaire, 1862		3	4	5				
<i>Rugilus orbiculatus</i> (Paykull, 1789)					2			1
<i>Sepedophilus marshami</i> (Stephens, 1832)			1					
<i>Sepedophilus testaceus</i> (Fabricius, 1793)			1		1			
<i>Tachinus corticinus</i> Gravenhorst, 1802								1
<i>Tachinus flavolimbatus</i> Pandellé, 1869	1				5		3	2
<i>Xantholinus (Purrolinus) elegans</i> (Olivier, 1795)	5	3	7	8	6		2	2
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1795)			1					
Staphylinidae Larvae	7	20	6	6	13	13	6	8
TENEBRIONIDAE								
<i>Crypticus gibbulus</i> (Quensel, 1806)	9	6	34	2	1			
<i>Dichillus (Dichillinus) laeviusculus</i> Kraatz, 1862	3	2						
<i>Gonocephalum granulatum</i> (Fabricius, 1791)	a 17	16	1	8	8	6	7	2
	i		1					
<i>Scaurus punctatus</i> Fabricius, 1798						1		

ANEXO 4.2.3 - HYMENOPTERA -

Familias y especies de himenópteros indicando el nº de ejemplares adultos (a) o inmaduros (i) en las dos réplicas de los experimentos de verano (V), otoño(O), invierno (I) y primavera(P).

	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
ANTHOPHORIDAE								
Anthophoridae sp							2	1
APIDAE								
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758				2		1		1
BRACONIDAE								
<i>Alysia manducator</i> (Panzer, 1799)	a		7	18	11	37	18	18
	i		3	2		3	2	2
Helconinae sp						1		
<i>Triaspis</i> sp Haliday, 1838				1	1			
ENCYRTIDAE								
Encyrtidae sp L			3	6				
FORMICIDAE								
<i>Cataglyphis iberica</i> (Emery, 1906)		11						
<i>Crematogaster auberti</i> Emery, 1869								3
<i>Messor barbarus</i> (Linnaeus, 1767)	35	6	12	5	5		2	
<i>Tetramorium ruginode</i> Stitz, 1917	1	1		1			6	
Formicidae sp	11	4	76	1	2	1	2	1
HALICTIDAE								
<i>Halictus</i> sp Latreille, 1804	1				1			
<i>Nomiapis diversipes</i> (Latreille, 1806)		1						
Halictidae sp						1		
MELITTIDAE								
Melittidae sp.						2		
PTEROMALIDAE								
<i>Nasonia vitripennis</i> (Walker, 1836)	a	4	3	20	45		1	7
	i			393	482			
Pteromalidae sp.						24		
SPHECIDAE								
Sphecidae sp.		1						
VESPIDAE								
<i>Polistes gallicus</i> (Linnaeus, 1767)					1			
<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	3	3	328	273				

ANEXO 4.2.4 - OTROS GRUPOS -

DERMAPTERA	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
Dermaptera sp				1	1		5	
EMBIOPTERA								
Embioptera sp								4
HEMIPTERA								
Anthocoridae								
Anthocoridae (ninfas)	24	14						
<i>Xylocoris (Proxylocoris) galactinus</i> (Fieber, 1836)	7	12	1					
<i>Xylocoris (Xylocoris) obliquus</i> Costa, 1853	14	26					2	
<i>Xylocoris</i> sp Dufour, 1831	7	17						
Cydnidae								
<i>Ochetostethus nanus</i> (Herrich-Schaeffer, 1834)						1		
Leptopodidae								
<i>Patapius spinosus</i> (Rossi, 1790)		1	1	1				
Lygaeidae								
<i>Beosus maritimus</i> (Scopoli, 1763)	1							
<i>Lygaeosoma sardeum</i> Spinola, 1837	1		1					
<i>Nysius cymoides</i> (Spinola, 1837)			1					
<i>Peritrechus geniculatus</i> (Hahn, 1832)						1		
<i>Plinthisus</i> sp Stephens 1829		1		1	1			
Myridae								
<i>Deraeocoris ruber</i> (Linnaeus, 1758)					1			
<i>Thermocoris munieri</i> Puton, 1875						1		
Lygaeidae ninfas								2
HOMOPTERA								
Homoptera sp				1	1	1		
LEPIDOPTERA								
Lycaenidae								
Lycaenidae sp				1				
Noctuidae								
<i>Agrochola lychnidis</i> (Denis & Schiffermüller 1775)			1					
Piralidae								
Piralidae sp 1								2
Piralidae sp 2					1			
Tineidae								
Tineidae sp			1					

NEUROPTERA	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
Myrmeleontidae larva	2	6		1		1		
ORTOPTERA								
Acrididae sp			1					
THYSANURA								
Thysanura sp			1					
ACARI								
ORDEN MESOSTIGMATA								
Familia Macrochelidae								
<i>Macrocheles sp</i> Latreille, 1829		1	1		4	12	2	
Familia Parasitidae								
<i>Poecilochirus sp</i> G&R Canestrini, 1882	1		3			1	9	8
ORDEN PROSTIGMATA								
<i>Prostigmata sp</i>								
Familia Trombididae								
Trombididae sp	5	7	1	1		1		
Suborden Ixodida						6	11	
ARANEAE								
Thomisidae sp								
			1					
Araneae sp								
		1		1				
SOLIFUGAE								
<i>Gluvia dorsalis</i> (Latreille, 1817)								
							1	
ISOPODA								
<i>Porcellio laevis</i> Latreille, 1804								
					1			
<i>Proporcellio cf. guadalajarensis</i> Pollo & Dalens, 1983	9	1	6	13	6	16	5	3

4.3 Especies de interés forense

4.3 Especies de interés forense

En un estudio sobre entomología forense es interesante analizar los patrones de colonización y residencia de la fauna sobre los cadáveres con el objetivo de obtener un listado de especies de potencial utilidad forense. Diversos autores, en un intento por establecer qué especies pueden ser consideradas como importantes evidencias entomológicas en las investigaciones forenses, han propuesto diversos métodos.

1. Así, VELÁSQUEZ et al. (2010) establecen un listado de dípteros necrófagos de potencial interés forense en España en función de las especies procedentes de autopsias realizadas en distintas instituciones de medicina legal, utilizadas por los especialistas en la estimación del Intervalo postmortem. Una manera muy útil de establecer y ampliar ese catálogo es añadir las especies registradas en la base de datos de casos resueltos por los especialistas de la Comisaría General de la Policía Científica (GARCÍA-ROJO et al., 2006, 2008, 2009; PEDREÑO SALA, 2014).
2. La segunda opción tenida en cuenta en este capítulo es la utilizada por MATUSZEWSKI et al. (2010), quienes con el objetivo de obtener un listado de especies de potencial utilidad forense, establecen una serie de criterios basándose, por un lado, en el análisis de los patrones de residencia y, por otro lado, en la regularidad del momento de aparición de los distintos taxones con respecto al comienzo de los procesos descomponedores.
3. Por último, la tercera opción, teniendo en cuenta que son las larvas necrófagas las responsables de llevar a cabo la descomposición activa y avanzada de los tejidos, creemos muy importante dar prioridad a estas especies, cuya asociación con los restos cadavéricos es obligada y, además, su presencia sobre los restos no tiene un carácter tan intermitente como el que presentan los adultos.

Con todo lo expuesto intentaremos integrar la información y establecer nuestra propuesta de especies de potencial interés forense.

4.3.1. Especies colectadas sobre cadáveres humanos

Las Tablas 4.3.1 y 4.3.2 incluyen el listado de especies de potencial utilidad forense aportadas por VELÁSQUEZ et al. (2010) -actualizada con nuevos casos en cadáveres humanos en la Península Ibérica-, a la que hemos incorporado los taxones empleados por los especialistas de la Comisaría General de la Policía Científica en la resolución de casos en la provincia de Alicante (PEDREÑO SALA, 2014) y los publicados por GARCÍA-ROJO et al. (2006, 2008, 2009).

DIPTERA

Tabla 4.3.1. Dípteros de potencial importancia forense en España.

CALLIPHORIDAE	
<i>Calliphora vicina</i>	Domínguez Martínez & Gómez Fernández, 1957 Leclerq, 1969 Easton y Smith, 1970 Pérez de Petinto, 1975 Nuorteva, 1977 Nolte et al., 1992 Introna et al., 1998 Schroeder et al., 2003 Arnaldos et al. 2005 Adair, 2008 Cainé et al. , 2009 García- Rojo & Honorato, 2006 González Medina et al., 2011 Pohjoismäki et al, 2010 Pedreño Sala (2014)
<i>Calliphora vomitoria</i>	Ríos, 1902a Domínguez Martínez & Gómez Fernández, 1957 Pérez de Petinto, 1975 Pohjoismäki et al, 2010 Gonzalez-Medina et al., 2011 Pedreño Sala, 2014
<i>Chrysomya albiceps</i>	Domínguez Martínez & Gómez Fernández, 1957; 1963; Introna et al, 1998 Magaña, 2001 Arnaldos et al., 2004c; García-Rojo & Honorato, 2004; Arnaldos et al. , 2005 Martínez-Sánchez et al., 2007a; García-Rojo et al., 2008 Cainé et al., 2009 Al-Mesbah et al., 2011 Pedreño Sala, 2014
<i>Chrysomya chloropyga</i>	Lothe, 1964
<i>Chrysomya megacephala</i>	Lord, 1990 Lee, 1996 Lee et al., 2004 Oliveira-Costa & Mello-Patiu 2004 Pai et al., 2007 Sukontason et al., 2007 Syamsa et al., 2010 Pedreño Sala, 2014

Tabla 4.3.1. cont. Dípteros de potencial importancia forense en España.

CALLIPHORIDAE

<i>Cynomya mortuorum</i>	Stærkeby, 2001
<i>Lucilia ampullacea</i>	Cainé et al., 2009 Vanin et al., 2008 Saigusa et al., 2009
<i>Lucilia caesar</i>	Benecke, 1998 Martínez-Sánchez et al., 2007a Vanin et al., 2008 Cainé et al., 2009
<i>Lucilia cuprina</i>	Lord, 1990; Saigusa et al., 2005 Goff, 2000 Sukontason et al., 2007 Syamsa et al., 2010
<i>Lucilia illustris</i>	Cainé et al., 2009 Vanin et al., 2011
<i>Lucilia sericata</i>	Domínguez Martínez & Gómez Fernández, 1957; Nourteva et al., 1967 Nourteva, 1977 González-Mora et al., 1990 Magaña, 2001 Benecke, 2004 Arnaldos et al., 2005 Martínez-Sánchez et al., 2006b Cainé et al., 2009 Pohjoismäki et al., 2010 Martínez-Sánchez et al., 2011a Pedreño Sala, 2014
<i>Lucilia silvarum</i>	Adair & Kondratieff, 2006 Fremdt et al., 2010
<i>Protophormia terraenovae</i>	Benecke, 1998 Introna et al., 1998 Pohjoismäki et al., 2010 Martínez-Sánchez et al., 2011a

FANNIIDAE

<i>Fannia canicularis</i>	Nourteva et al., 1967 Benecke & Lessig, 2001c y 2002 Benecke, 2004a
<i>Fannia manicata</i>	Bourel et al., 2004 Wyss & Cherix, 2006
<i>Fannia scalaris</i>	Reibe et al., 2008

Tabla 4.3.1. cont. Dípteros de potencial importancia forense en España.

MUSCIDAE

<i>Hydrotaea aenescens</i>	Bucheli et al., 2009; Byrd & Castner, 2010)
<i>Hydrotaea capensis</i>	Viejo Montesinos & Romero López, 1992 García-Rojo & Honorato, 2005 García-Rojo et al., 2009 Pedreño Sala, 2014
<i>Hydrotaea cyrtoneurina</i>	Grzywacz, 2013
<i>Hydrotaea dentipes</i>	Nourteva, 1974 Wyss & Cherix, 2006
<i>Hydrotaea ignava</i>	Byrd & Castner, 2010 Wyss & Cherix, 2006
<i>Musca autumnalis</i>	Smith, 1986
<i>Musca domestica</i>	Ríos, 1902a; Domínguez Martínez & Gómez Fernández, 1957 Arnaldos, 2005 Pedreño Sala, 2014
<i>Muscina levida</i>	Greenberg & Kunich, 2002
<i>Muscina prolapsa</i>	Gunn, 2009
<i>Muscina stabulans</i>	Benecke, 2004 Arnaldos et al., 2005
<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	Lee et al., 2004 Sukontason et al., 2007 Velásquez et al., 2013 Pedreño Sala, 2014

PHORIDAE

<i>Conicera tibialis</i>	Martín-Vega et al., 2011 Velásquez, 2011 Pedreño Sala, 2014
<i>Conicera similis</i>	García-Rojo et al., 2013
<i>Dohrniphora cornuta</i>	Disney et al., 2014
<i>Megaselia abdita</i>	Disney & Manlove, 2005 Manlove & Disney, 2008 Greenberg & Wells, 1998
<i>Megaselia rufipes</i>	Bourel et al., 2004 Disney, 2005 Disney & Manlove, 2005 Wyss & Cherix, 2006
<i>Megaselia scalaris</i>	Greenberg & Wells, 1998 Campobasso et al., 2004 Pedreño Sala, 2014

Tabla 4.3.1. cont. Dípteros de potencial importancia forense en España.

PIOPHILIDAE

<i>Piophilidae casei</i>	Benecke, 1998 Arnaldos et al., 2004 Sukontason et al., 2007 Nazni et al., 2008 Pedreño Sala, 2014
<i>Piophilidae megastigmata</i>	Prado e Castro et al., 2012 Pedreño Sala, 2014
<i>Stearibia nigriceps</i>	Arnaldos et al., 2005 Pancorbo et al., 2006

SARCOPHAGIDAE

<i>Sarcophagidae</i>	Pedreño Sala, 2014
<i>Ravinia pernix</i>	Magaña, 1999
<i>Sarcophaga dux</i>	Bohart & Greesitt, 1951
<i>Sarcophaga tibialis</i>	Velásquez 2011
<i>Sarcophaga cultellata</i>	Instituto Anatómico Forense
<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	Martínez-Sánchez et al., 2006a
<i>Sarcophaga caerulescens</i>	Wyss et al., 2005 Pohjoismäki et al., 2010
<i>Sarcophaga argyrostoma</i>	Benecke, 1998 Martínez-Sánchez et al., 2006a
<i>Sarcophaga africa</i>	Introna et al., 1998

SIRPHIDAE

<i>Coelopa frígida</i>	Nuorteva, 1974
------------------------	----------------

STRATIOMYIDAE

<i>Hermetia Illucens</i>	Lord et al., 1994 Turchetto et al., 2001 Lee et al., 2004 Martinez-Sánchez et al., 2008
--------------------------	--

COLEOPTERA

Tabla 4.3.2. Coleópteros de potencial importancia forense en España.

DERMESTIDAE

<i>Dermestes lardarius</i>	Benecke et al., 2004b
<i>Dermestes frischii</i>	Arnaldos et al., 2005 García-Rojo et al., 2009
<i>Dermestes maculatus</i>	Kulshrestha & Satpathy, 2001 Arnaldos et al., 2005 Sukontason et al., 2007 Pedreño Sala, 2014
<i>Anthrenus sp</i>	Pedreño Sala, 2014

STAPHYLINIDAE

<i>Anthobium atrocephalum</i>	Gyllenhal, 1827
<i>Emus hirtus</i>	Arnaldos et al., 2005
<i>Oxytelops tetracarinatus</i>	Benecke, 1998

HISTERIDAE

<i>Saprinus aeneus</i>	Introna et al., 1998
<i>Saprinus furvus</i>	Arnaldos et al., 2005
<i>Carcinops (Carcinops) pumilio</i>	García-Rojo et al., 2009

CLERIDAE

Cleridae	Arnaldos et al., 2005
<i>Necrobia rufipes</i>	Benecke, 1998 Kulshrestha & Satpathy, 2001 García-Rojo et al., 2009 Pedreño Sala, 2014

NITIDULIDAE

Nitidulidae	Arnaldos et al., 2005
<i>Nitidula flavomaculata</i>	García-Rojo & Honorato, 2006

4.3.2. Patrones de Residencia de la Fauna

Como ya indicamos al comienzo de este capítulo, con el propósito de establecer un listado de especies de potencial utilidad forense, nos hemos basado entre otros criterios en el trabajo de MATUSZEWSKI et al. (2010), quienes analizan los patrones de residencia de la fauna que acude a los cadáveres según avanza la descomposición, con el objetivo de establecer modelos de sucesión aplicables en casos reales (Fig. 4.3.1).

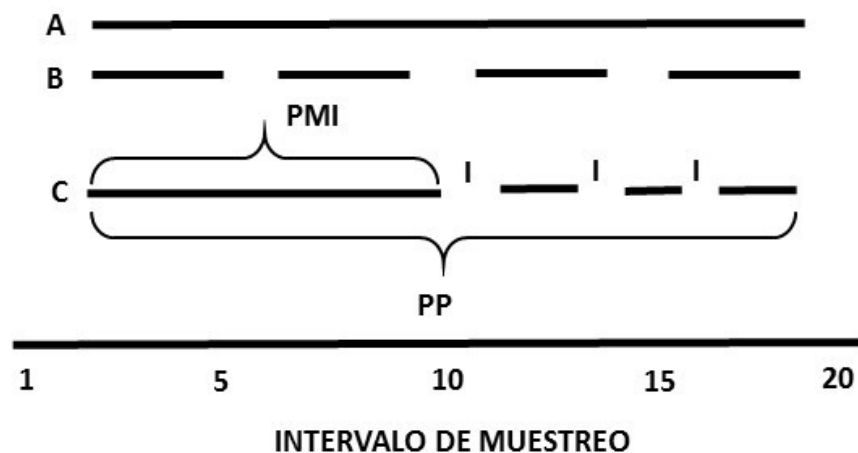


Figura 4.3.1. Patrones de residencia de la fauna- Imagen modificada de MATUSZEWSKI et al. (2010).
 A: taxón no recurrente; B: taxón recurrente con interrupciones distribuidas uniformemente; C: taxón recurrente con interrupciones agrupadas; I: Interrupción en el periodo de presencia; PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido; PP: Periodo de Presencia.

A la hora de evaluar los patrones de residencia, MATUSZEWSKI et al. (2010), tienen en cuenta una serie de parámetros que también hemos analizado nosotros (Fig. 4.3.1):

- **Periodo de presencia** que puede definirse como el intervalo de tiempo en el que una especie está presente en el cadáver.
- **Interrupciones en el periodo de presencia** que suponen aquellos muestreos en los cuales no se obtienen especímenes de un determinado taxón a pesar de hallarse dentro del intervalo de muestreo. Conforme a esto, SCHOENLY et al. (1992) y MATUSZEWSKI et al. (2010) diferencian entre taxones no recurrentes que son aquellos cuyo periodo de presencia en el cadáver no se ve interrumpido y taxones recurrentes, que son aquellos que presentan interrupciones en su periodo de presencia, desapareciendo y reapareciendo en el cadáver.
- **Periodo máximo ininterrumpido** que es el periodo más largo sin interrupciones en el que aparece un taxón, dentro del intervalo de muestreo.

A continuación, presentaremos los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros definidos anteriormente y al final del presente capítulo se podrán consultar los anexos correspondientes con los parámetros globales obtenidos para cada taxón (Anexos 4.3.1 a y b) así como para cada experimento en concreto (Anexos 4.3.2 a 4.3.5).

Taxones mínimamente abundantes

Antes de comenzar a analizar los distintos parámetros relacionados con la residencia de la fauna, es necesario examinar previamente la abundancia de la misma, puesto que está estrechamente relacionada con la probabilidad de encontrar un taxón en la escena del crimen; así, en taxones que presentan una abundancia mínima, la probabilidad de encontrarlos también se reduce al mínimo (MATUSZEWski et al., 2010).

Por tanto, dado el elevado número de especies identificadas en este proyecto, para poder enfocar el análisis desde el punto de vista forense, se ha realizado una búsqueda y análisis previo de taxones mínimamente abundantes de los órdenes Diptera y Coleoptera, que son aquellos de los cuales se han colectado un mínimo de 10 individuos en, al menos, uno de los cerdos muestreados, considerando adultos e inmaduros de una determinada especie de manera independiente (MATUSZEWski et al., 2010). El listado completo de todos los taxones y sus abundancias absolutas se puede consultar en los Anexos 4.2.1-4.2.4 del capítulo 4.2 sobre Composición Faunística.

Para la selección de los taxones mínimamente abundantes hemos tenido en cuenta, en lugar de la duración total del muestreo, sólo las dos primeras estaciones anuales desde el inicio de cada estudio, basándonos, en primer lugar, en que a pesar de que el proceso descomponedor cobra más importancia en los primeros meses, una única estación puede resultar insuficiente para un análisis detallado en algunos casos, tal como ocurre en el experimento de invierno, en el que los cadáveres se congelaron ralentizando de tal manera el proceso de descomposición que éste acabó solapándose con el del experimento de primavera. En segundo lugar, las larvas de coleópteros aparecen en estados de descomposición avanzados y suelen permanecer largos periodos de tiempo en los cadáveres, por lo que acotar el análisis a una sola estación podría eliminar los datos de presencia de estas especies, conllevando a errores en la interpretación de los datos.

Las Tablas 4.3.3 y 4.3.4 muestran el número de taxones mínimamente abundantes, tanto de dípteros como de coleópteros, en estado adulto e inmaduro, obtenido en cada uno de los cerdos muestreados. Por otra parte, las Tablas 4.3.5 y 4.3.6 muestran respectivamente el listado completo de dípteros y coleópteros que han resultado mínimamente abundantes.

Tabla 4.3.3. Número de taxones mínimamente abundantes en cada estudio

EXPERIMENTO	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Dípteros	11	18	17	14
Coleópteros	28	21	37	28

Tabla 4.3.4. Número de taxones mínimamente abundantes en estado adulto e inmaduro en cada cerdo muestreado.

EXPERIMENTO	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
Dípteros adultos	6	7	7	8	5	9	7	9
Coleópteros adultos	20	18	13	16	21	26	21	16
TOTAL Adultos	26	25	20	24	26	35	28	25
Dípteros inmaduros	3	4	9	8	5	7	4	5
Coleópteros inmaduros	5	5	4	3	8	10	5	2
TOTAL Inmaduros	8	9	13	11	13	17	9	7

Diptera

16 taxones en fase adulta y 12 taxones en fase inmadura han resultado mínimamente abundantes en al menos uno de los cerdos (Tabla 4.3.5), siendo *L. sericata* y *Sa. cf. japonica* las únicas especies mínimamente abundantes en todas las estaciones. *L. sericata* concretamente lo ha sido en todos los cerdos tanto en estado adulto como inmaduro. *Ch. albiceps* y *M. autumnalis* se pueden considerar componentes estables en estaciones cálidas, en particular en otoño, mientras que *C. vicina* (adultos e inmaduros) y *C. vomitoria* se pueden considerar componentes estables en estaciones más frías, *C. vicina* especialmente en invierno y *C. vomitoria* en primavera (Tabla 4.3.5).

Coleoptera

43 taxones en fase adulta y 12 taxones en fase inmadura han resultado mínimamente abundantes (Tabla 4.3.6), destacando especies como *N. rufipes*, *D. frischii*, *S. caerulea*, *N. flavomaculata*, *T. ruficornis* y *P. concinnus* que han resultado mínimamente abundantes en todas las estaciones en estado adulto, en todos o casi todos los cerdos. Por otro lado, los inmaduros de *D. frischii*, *Nitidula* sp y *Thanatophilus* sp también han resultado mínimamente abundantes en todas las estaciones (Tabla 4.3.6).

Tabla 4.3.5. Taxones de dípteros mínimamente abundantes en cada cerdo muestreado. N: número de cerdos en los que el taxón está presente; Nmin.: Número de cerdos en los que el taxón ha sido mínimamente abundante. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

DIPTERA	N	N min.	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
ANTHOMYIIDAE										
Anthomyiidae sp	7	4	3	0	4	1	36	25	17	31
CALLIPHORIDAE										
<i>Calliphora vicina</i> A	6	6	0	0	18	20	91	149	56	64
<i>Calliphora vicina</i> i	6	6	0	0	32	37	595	870	297	229
<i>Calliphora vomitoria</i> A	6	1	0	0	6	3	4	15	7	3
<i>Calliphora vomitoria</i> i	6	6	0	0	20	34	18	38	83	88
<i>Calliphora</i> sp A	5	1	2	0	7	9	6	16	0	0
<i>Chrysomyia albiceps</i> A	6	4	76	101	318	287	0	0	1	2
<i>Chrysomyia albiceps</i> i	4	4	172	173	283	345	0	0	0	0
<i>Lucilia sericata</i> A	8	8	28	21	178	147	119	199	301	465
<i>Lucilia sericata</i> i	8	8	75	55	1150	947	97	247	771	854
MUSCIDAE										
<i>Hydrotaea aenescens</i> A	8	6	41	35	5	6	13	19	19	10
<i>Hydrotaea aenescens</i> i	4	2	3	17	0	14	0	0	9	0
<i>Hydrotaea ignava</i> i	2	1	0	0	22	3	0	0	0	0
<i>Musca autumnalis</i> A	7	4	32	19	752	810	3	1	0	5
<i>Musca domestica</i> A	8	6	129	112	1682	1563	3	6	30	46
<i>Musca domestica</i> i	4	3	14	20	16	4	0	0	0	0
PIOPHILIDAE										
<i>Piophilidae casei</i> A	8	4	1	1	2	3	36	32	29	28
<i>Piophilidae casei</i> i	6	5	0	0	12	11	8	30	43	44
<i>Piophilidae megastigmata</i> A	7	1	0	1	1	6	4	21	8	3
<i>Piophilidae megastigmata</i> i	6	3	0	0	68	65	6	59	7	5
Piophilidae i	7	4	1	0	23	20	5	42	8	22
SARCOPHAGIDAE										
<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i	6	2	0	3	1	7	76	64	0	6
<i>Sarcophaga melanura</i> A	8	3	12	19	5	4	3	3	5	10
<i>Sarcophaga tibialis</i> A	8	2	2	1	12	11	2	3	2	3
<i>Sarcophila cf. japonica</i>	8	6	7	25	23	62	4	16	10	48
Sarcophagidae sp. i	5	1	0	0	1	8	27	5	0	3
SIMULIIDAE										
<i>Simulium (Wilhelmia)</i> sp	4	1	1	0	2	14	2	0	0	0
TACHINIDAE										
<i>Zeuxia zernyi</i>	4	1	0	0	0	0	3	2	3	40
TOTAL			9	11	16	16	10	16	11	14
ADULTOS			6	7	7	8	5	9	7	9
INMADUROS			3	4	9	8	5	7	4	5

Tabla 4.3.6. Taxones de coleópteros mínimamente abundantes en cada cerdo muestreado. N: número de cerdos en los que el taxón está presente; N min.: Número de cerdos en los que el taxón ha sido mínimamente abundante. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

COLEOPTERA	N	N min.	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
ANTHICIDAE										
<i>Hirticollis hispidus</i>	4	2	26	13	0	0	1	0	2	0
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>	3	2	10	11	0	0	0	0	2	0
<i>Omonadus bifasciatus</i>	3	1	14	7	0	0	0	0	2	0
CARABIDAE										
<i>Orthomus barbarus</i>	7	1	23	4	5	7	5	0	1	2
CHOLEVIDAE										
<i>Catops coracinus</i>	7	3	0	1	6	4	26	44	30	3
<i>Catops fuscus fuscus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	11	0
<i>Ptomaphagus tenuicornis</i>	6	4	0	1	0	5	74	56	96	44
CLERIDAE										
<i>Necrobia rufipes</i> A	8	8	270	258	223	241	94	143	115	141
<i>Necrobia rufipes</i> i	6	2	18	3	0	0	2	12	1	4
<i>Necrobia violacea</i>	5	2	0	0	1	2	3	16	16	0
<i>Necrobia sp.</i> i	6	2	22	11	0	0	4	1	5	6
DERMESTIDAE										
<i>Dermestes frischii</i> A	8	8	526	715	117	183	308	285	258	284
<i>Dermestes frischii</i> i	8	8	505	717	158	124	591	522	916	1264
<i>Dermestes mustelinus</i>	5	2	84	42	0	0	1	5	0	9
<i>Dermestes sardous</i>	5	2	26	51	0	0	2	0	5	6
HISTERIDAE										
<i>Atholus duodecimstriatus</i>	8	1	2	6	2	1	1	2	23	2
<i>Carcinops pumilio</i>	5	2	12	27	5	5	0	0	1	0
<i>Margarinotus brunneus</i>	7	4	0	2	5	10	67	103	17	2
<i>Margarinotus ignobilis</i>	3	1	0	0	0	0	9	10	1	0
<i>Onthophilus globulosus</i>	6	1	1	0	8	31	3	8	1	0
<i>Saprinus caerulescens</i> A	8	8	10	22	49	72	23	44	34	14
<i>Saprinus detersus</i>	6	5	10	9	0	0	19	29	47	27
<i>Saprinus furvus</i> A	5	1	3	0	0	3	7	12	0	5
<i>Saprinus melas</i>	7	4	2	7	0	1	78	126	38	41
Histeridae i	6	3	0	6	3	0	9	34	16	12
NITIDULIDAE										
<i>Nitidula carnaria</i> A	8	6	28	144	1	4	49	65	20	17
<i>Nitidula flavomaculata</i> A	8	8	125	141	1026	1228	262	342	11	15
<i>Nitidula flavomaculata</i> i	6	2	0	6	3	9	52	30	3	0
<i>Nitidula rufipes</i> A	4	3	0	0	0	0	102	71	12	5
<i>Nitidula rufipes</i> i	3	1	0	0	0	0	12	1	1	0
Nitidulidae i	7	7	24	40	288	363	239	179	10	0

Tabla 4.3.6 continuación. Taxones de coleópteros mínimamente abundantes en cada cerdo muestreado. N: número de cerdos en los que el taxón está presente; N min: Número de cerdos en los que el taxón ha sido mínimamente abundante. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

COLEOPTERA	N	N min.	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
APHODIIDAE										
<i>Calamosternus granarius</i>	4	1	0	0	0	0	6	14	8	1
<i>Chilothorax distinctus</i>	8	6	10	1	311	228	60	36	5	18
SCARABAEIDAE										
<i>Onthophagus opacicollis</i>	8	1	2	3	7	10	8	9	3	4
SILPHIDAE										
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>	8	8	30	12	64	77	120	141	45	51
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>	7	3	1	2	15	3	24	30	2	0
<i>Thanatophilus rugosus A</i>	4	4	0	0	0	0	34	46	11	12
<i>Thanatophilus rugosus i</i>	3	2	0	0	0	0	11	14	1	0
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>	8	5	6	12	3	2	80	74	58	75
<i>Thanatophilus sinuatus i</i>	3	1	0	0	0	0	5	5	45	0
<i>Thanatophilus sp i</i>	8	7	53	35	292	198	319	379	163	5
STAPHYLINIDAE										
<i>Aleochara bipustulata</i>	8	6	53	49	35	30	7	10	5	13
<i>Aleochara clavicornis</i>	7	4	58	76	57	59	5	0	6	1
<i>Aleochara cuniculorum</i>	7	4	5	4	5	0	20	36	24	11
<i>Anotylus inustus</i>	8	4	1	6	8	5	64	39	66	67
<i>Atheta aeneicollis</i>	7	2	0	2	1	5	16	12	1	1
<i>Creophilus maxillosus</i>	7	5	4	5	61	83	24	25	12	0
<i>Megalinus glabratus</i>	7	4	14	15	63	117	1	2	1	0
<i>Ocypus olens</i>	6	1	2	2	6	13	0	1	1	0
<i>Philonthus concinnus</i>	8	8	102	145	183	269	241	213	202	61
<i>Philonthus corruscus</i>	8	1	8	2	8	5	3	12	3	2
<i>Philonthus intermedius</i>	8	5	4	11	17	34	50	92	8	3
Staphylinidae i	8	3	6	18	3	5	13	11	6	4
TENEBRIONIDAE										
<i>Crypticus gibbulus</i>	4	1	9	6	34	1	0	0	0	0
<i>Gonocephalum granulatum</i>	6	2	16	14	0	0	6	5	7	1
TOTAL			25	23	17	19	29	36	26	18
ADULTOS			20	18	13	16	21	26	21	16
INMADUROS			5	5	4	3	8	10	5	2

Tras la selección de los taxones mínimamente abundantes y de cara al análisis de sus patrones de residencia, MATUSZEWSKI et al. (2010) tienen en cuenta aquellos taxones que resultaron mínimamente abundantes en, al menos, 5 de los 36 cadáveres de cerdos estudiados. En nuestro caso no podemos hacer una discriminación tan severa debido al bajo número de cerdos empleados; no obstante hemos decidido tener en cuenta los taxones que han resultado mínimamente abundantes en, al menos, dos de los ocho cerdos (Tablas 4.3.5 y 4.3.6).

Periodo de presencia

Como ya se indicó anteriormente, el periodo de presencia puede definirse como el intervalo de tiempo en el que una especie está presente en cada cadáver. Es un aspecto importante a evaluar a la hora de elegir especies de potencial utilidad forense ya que puede contribuir a identificar taxones que están presentes bien durante todo el proceso de descomposición, o bien durante un tiempo limitado de dicho proceso (MATUSZEWSKI et al., 2010). De este modo, de acuerdo con SCHOENLY et al. (1996), las especies cuyo periodo de presencia es menor son más útiles puesto que permiten una estima del IMP_{min} más precisa.

Para el cálculo de la duración relativa del periodo de presencia (DRPP) se utilizó la siguiente fórmula:

$$DRPP = (DPP / DIM) * 100$$

donde DPP corresponde con la Duración del Periodo de Presencia de un determinado taxón y DIM corresponde con la Duración del Intervalo de Muestreo (Fig. 4.3.1), que, como se ha indicado anteriormente, es equivalente a las dos primeras estaciones tras el comienzo de cada estudio. Además, el periodo de presencia se ha expresado de forma relativa como el porcentaje de presencia con respecto al intervalo total de muestreo.

Los días concretos de sucesión han variado según cuándo se realizó el último muestreo de la segunda estación. Así, en verano se han tenido en cuenta los primeros 170 días (59 muestreos realizados), en otoño los primeros 169 días (63 muestreos realizados), en invierno los primeros 161 días (100 muestreos realizados) y por último en primavera los primeros 164 días (61 muestreos realizados).

Aproximadamente el 81% de los **Dípteros**, tanto en estado adulto como inmaduro, han presentado una media de la duración relativa del periodo de presencia (MDRPP) por debajo del 40% del intervalo de muestreo (Tabla 4.3.7). El valor máximo global lo han presentado los adultos de *M. domestica* (54,1%) y *L. sericata* tanto en estado adulto (53,4%) como inmaduro (40,4%). En ningún caso los dípteros han superado un 55% del periodo de muestreo de forma global. No obstante, en algún experimento concreto sí se han alcanzado valores mayores, tal es el caso de *M. domestica* que en verano mostró un valor de MDRPP del 65% y en primavera del 73,8%. El valor más bajo por el contrario lo han presentado las larvas de *H. aenescens* (3,9%).

Tabla 4.3.7. Duración relativa del periodo de presencia (DRPP) para los taxones de Dípteros. MDRPP: Media global de la duración relativa del periodo de presencia. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

DIPTERA	DRPP			DRPP			DRPP			DRPP			MDRPP (%)
	EXPERIMENTO:	V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I	P1	P2	
ANTHOMYIIDAE													
<i>Anthomyiidae sp.</i>	0,6	0	0,3	16	0,6	8,3	38,5	64,6	51,55	22	23,8	22,9	20,8
CALLIPHORIDAE													
<i>Calliphora vicina A</i>	0	0	0	37,3	36,7	37	77,6	73,9	75,75	31,7	37,2	34,45	36,8
<i>Calliphora vicina i</i>	0	0	0	49,1	60,9	55	52,2	60,2	56,2	24,4	57,9	41,15	38,1
<i>Calliphora vomitoria i</i>	0	0	0	27,2	30,2	28,7	17,4	63,4	40,4	18,9	17,7	18,3	21,9
<i>Chrysomyia albiceps A</i>	20,6	58,8	39,7	26	29	27,5	5,6	5,6	5,6	0,6	13,4	7	20,0
<i>Chrysomyia albiceps i</i>	5,9	5,9	5,9	34,9	34,3	34,6	5,6	5,6	5,6	0	0	0	11,5
<i>Lucilia sericata A</i>	18,8	72,4	45,6	39,6	35,5	37,55	55,3	77,6	66,45	40,9	87,2	64,05	53,4
<i>Lucilia sericata i</i>	10	10,6	10,3	59,8	62,1	60,95	53,4	53,4	53,4	28,7	45,1	36,9	40,4
MUSCIDAE													
<i>Hydrotaea aenescens A</i>	18,2	15,3	16,75	11,8	2,4	7,1	45,3	45,3	45,3	23,2	18,9	21,05	22,6
<i>Hydrotaea aenescens i</i>	4,1	6,5	5,3	0	3,6	1,8	5,6	5,6	5,6	5,5	0	2,75	3,9
<i>Musca autumnalis A</i>	50	73,5	61,75	24,9	29	26,95	13	39,8	26,4	0	61	30,5	36,4
<i>Musca domestica A</i>	71,8	58,2	65	34,3	37,9	36,1	39,8	42,9	41,35	73,2	74,4	73,8	54,1
<i>Musca domestica i</i>	3,5	73,5	38,5	1,8	3	2,4	5,6	5,6	5,6	0	0	0	11,6
PIOPHILIDAE													
<i>Piophilidae casei A</i>	0,6	0,6	0,6	7,1	8,3	7,7	51,6	51,6	51,6	20,1	39	29,55	22,4
<i>Piophilidae casei i</i>	0	0	0	39,6	40,8	40,2	53,4	55,9	54,65	17,7	32,3	25	30,0
<i>Piophilidae megastigmata i</i>	0	0	0	47,9	46,2	47,05	47,2	55,9	51,55	4,9	19,5	12,2	27,7
<i>Piophilidae i</i>	0,6	0	0,3	53,3	65,1	59,2	11,2	24,2	17,7	9,1	32,9	21	24,6
SARCOPHAGIDAE													
<i>Sarcophaga argyrostoma i</i>	0	0,6	0,3	0,6	2,4	1,5	70,2	54	62,1	0	25	12,5	19,1
<i>Sarcophaga melanura A</i>	41,2	43,5	42,35	13	11,2	12,1	36	16,1	26,05	26,8	86	56,4	34,2
<i>Sarcophaga tibialis A</i>	15,9	0,6	8,25	10,1	11,2	10,65	36	44,1	40,05	3	7,9	5,45	16,1
<i>Sarcophila cf. japonica</i>	40,6	44,7	42,65	27,2	35,5	31,35	38,5	45,3	41,9	18,3	72,6	45,45	40,3

Con respecto a los **Coleópteros** (Tabla 4.3.8), la mayoría de taxones (75,6%) han presentado valores de MDRPP inferiores al 40% y solo unos pocos han alcanzado valores superiores al 70%, tal es el caso de los adultos de *N. rufipes*, *P. concinnus*, *N. flavomaculata* o *D. frischii*. Con respecto a los inmaduros el valor más elevado lo presentaron las larvas de *D. frischii* (66%). De acuerdo con MATUSZEWSKI et al. (2010) son muchos los factores que pueden influir en la duración del periodo de presencia de los diferentes taxones, entre los cuales se puede hablar de preferencias tróficas, disponibilidad de alimento o biología reproductiva. De este modo, el periodo de presencia es menor cuanto más vinculado está un taxón al cadáver y, por tanto, dicho taxón será de mayor utilidad desde el punto de vista forense.

En nuestro estudio, la duración del periodo de presencia de los taxones de dípteros ha sido bastante baja en general tanto para taxones que crían en el cadáver como para taxones que solo se alimentan de él. En cambio, la situación con respecto a los coleópteros es ligeramente distinta, ya que a pesar de que la mayoría ha presentado duraciones del periodo de presencia bastante cortas, hay algunos taxones presentes durante mucho tiempo, pero al haber utilizado las fases inmaduras en su conjunto, sin diferenciar la edad o fase de las larvas, resultan de menor utilidad.

Tabla 4.3.8. Duración relativa del periodo de presencia para los taxones de Coleópteros. MDRPP: Media global de la duración relativa del periodo de presencia. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

COLEOPTERA	DRPP			DRPP			DRPP			DRPP			MDRPP (%)
	EXPERIMENTO:	V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I	P1	P2	
ANTHICIDAE													
<i>Hirticollis hispidus</i>	40	29,4	34,7	0	0	0	0,6	0	0,3	57,3	0	28,65	15,9
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>	42,4	32,4	37,4	0	0	0	0	0	0	61,6	0	30,8	17,1
CHOLEVIDAE													
<i>Catops coracinus</i>	0	0,6	0,3	6,5	63,3	34,9	29,8	33,5	31,65	19,5	4,3	11,9	19,7
<i>Ptomaphagus tenuicornis</i>	0	0,6	0,3	0	0,6	0,3	18	21,7	19,85	16,5	22	19,25	9,9
CLERIDAE													
<i>Necrobia rufipes A</i>	98,2	97,1	97,65	82,8	53,3	68,05	47,2	59,6	53,4	87,2	85,4	86,3	76,4
<i>Necrobia rufipes i</i>	24,1	16,5	20,3	0	0	0	9,3	11,2	10,25	0,6	47	23,8	13,6
<i>Necrobia violacea</i>	0	0	0	0,6	8,9	4,75	14,9	41	27,95	32,3	0	16,15	12,2
<i>Necrobia sp i</i>	47,1	50	48,55	0	0	0	9,3	11,2	10,25	6,7	40,2	23,45	20,6
DERMESTIDAE													
<i>Dermestes frischii A</i>	78,2	98,8	88,5	45,6	36,7	41,15	61,5	60,9	61,2	93,9	94,5	94,2	71,3
<i>Dermestes frischii i</i>	79,4	74,7	77,05	66,3	36,1	51,2	50,9	50,3	50,6	82,9	87,2	85,05	66,0
<i>Dermestes mustelinus</i>	15,3	13,5	14,4	0	0	0	0,6	41,6	21,1	0	35,4	17,7	13,3
<i>Dermestes sardous</i>	11,8	13,5	12,65	0	0	0	4,3	0	2,15	30,5	25,6	28,05	10,7
HISTERIDAE													
<i>Carcinops pumilio</i>	44,1	37,6	40,85	4,1	2,4	3,25	0	0	0	0,6	0	0,3	11,1
<i>Margarinotus brunneus</i>	0	0,6	0,3	7,1	27,8	17,45	65,2	60,9	63,05	12,2	7,9	10,05	22,7
<i>Saprinus caerulescens A</i>	11,8	11,8	11,8	20,7	23,1	21,9	37,9	29,2	33,55	20,7	30,5	25,6	23,2
<i>Saprinus detersus</i>	11,2	8,8	10	0	0	0	54,7	49,7	52,2	12,2	13,4	12,8	18,8
<i>Saprinus melas</i>	1,8	26,5	14,15	0	0,6	0,3	51,6	44,1	47,85	17,1	22,6	19,85	20,5
<i>Histeridae i</i>	0	1,8	0,9	88,8	0	44,4	48,4	63,4	55,9	14,6	29,3	21,95	30,8
NITIDULIDAE													
<i>Nitidula carnaria A</i>	38,8	57,6	48,2	0,6	17,2	8,9	46,6	41,6	44,1	65,9	68,9	67,4	42,2
<i>Nitidula flavomaculata A</i>	65,9	58,8	62,35	96,4	95,9	96,15	64	78,3	71,15	17,7	93,9	55,8	71,4
<i>Nitidula flavomaculata i</i>	0	4,7	2,35	36,7	37,9	37,3	24,8	47,2	36	11	0	5,5	20,3
<i>Nitidula rufipes A</i>	0	0	0	0	0	0	35,4	50,3	42,85	11,6	18,3	14,95	14,5
Nitidulidae i	24,7	8,8	16,75	81,7	85,8	83,75	47,8	50,9	49,35	12,8	0	6,4	39,1
APHODIIDAE													
<i>Chilothorax distinctus</i>	16,5	0,6	8,55	74,6	78,1	76,35	34,8	58,4	46,6	4,3	13,4	8,85	35,1

Tabla 4.3.8 continuación. Duración relativa del periodo de presencia para los taxones de Coleópteros. MDRPP: Media global de la duración relativa del periodo de presencia. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera

COLEOPTERA	DRPP			DRPP			DRPP			DRPP			MDRPP (%)
	EXPERIMENTO:	V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I	P1	P2	
SILPHIDAE													
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>	24,1	37,1	30,6	95,3	95,9	95,6	65,8	68,3	67,05	22	26,8	24,4	54,4
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>	0,6	0,6	0,6	41,4	17,2	29,3	31,1	36	33,55	0,6	0	0,3	15,9
<i>Thanatophilus rugosus A</i>	0	0	0	0	0	0	58,4	65,2	61,8	12,8	23,2	18	20,0
<i>Thanatophilus rugosus i</i>	0	0	0	0	0	0	25,5	16,1	20,8	0,6	0	0,3	5,3
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>	5,9	15,9	10,9	3	8,9	5,95	27,3	52,8	40,05	22	34,8	28,4	21,3
<i>Thanatophilus sp i</i>	24,7	24,7	24,7	65,1	30,8	47,95	37,3	39,8	38,55	19,5	5,5	12,5	30,9
STAPHYLINIDAE													
<i>Aleochara bipustulata</i>	79,4	62,4	70,9	71,6	67,5	69,55	47,2	52,2	49,7	22	43,9	32,95	55,8
<i>Aleochara clavicornis</i>	35,9	28,8	32,35	13	10,1	11,55	19,9	0	9,95	48,8	0,6	24,7	19,6
<i>Aleochara cuniculorum</i>	91,2	5,3	48,25	65,7	0	32,85	59,6	52,2	55,9	22	12,8	17,4	38,6
<i>Anotylus inustus</i>	0,6	51,8	26,2	65,7	57,4	61,55	51,6	43,5	47,55	36,6	31,7	34,15	42,4
<i>Atheta aeneicollis</i>	0	0,6	0,3	0,6	13	6,8	14,9	11,2	13,05	0,6	0,6	0,6	5,2
<i>Creophilus maxillosus</i>	4,7	78,2	41,45	35,5	35,5	35,5	54	48,4	51,2	26,2	0	13,1	35,3
<i>Megalinus glabratus</i>	97,1	88,8	92,95	71	95,9	83,45	0,6	3,7	2,15	0,6	0	0,3	44,7
<i>Philonthus concinnus</i>	83,5	74,7	79,1	97	97,6	97,3	67,7	57,8	62,75	31,7	95,7	63,7	75,7
<i>Philonthus intermedius</i>	81,8	2,9	42,35	66,3	68,6	67,45	27,3	24,2	25,75	4,3	11,6	7,95	35,9
<i>Staphylinidae i</i>	50,6	42,9	46,75	21,9	5,3	13,6	62,1	47,8	54,95	23,2	17,7	20,45	33,9
TENEBRIONIDAE													
<i>Gonocephalum granulatum</i>	40,6	46,5	43,55	0	0	0	18	11,8	14,9	28	0,6	14,3	18,2

Interrupciones en el periodo de presencia

Como ya indicamos anteriormente, las interrupciones suponen aquellos muestreos en los cuales no se obtienen especímenes de un determinado taxón, de manera que existen taxones recurrentes o no recurrentes según presenten interrupciones o no en su periodo de presencia (Fig. 4.3.1).

En este sentido es importante tener en cuenta tanto el número de interrupciones en el periodo de presencia, como la distribución de las mismas a lo largo de dicho periodo. Es decir, si aparecen agrupadas en un momento concreto de su periodo de presencia o, por el contrario, si están distribuidas uniforme o aleatoriamente a lo largo del mismo (MATUSZEWSKI et al., 2010).

Al analizar nuestros datos, comprobamos que la mayoría **dípteros** (Tabla 4.3.9), tanto en estado adulto como inmaduro, mostraron una media en el número de interrupciones en el periodo de presencia (MNIPP) superior a 3, incluso algunos por encima de 5, siendo los

valores máximos registrados de 7,6 interrupciones para los adultos de *Sa. cf japonica* y de 4,5 para los inmaduros de *C. vicina*. Por el contrario los valores mínimos fueron de 3 interrupciones para los adultos de *S. tibialis* y de 1,5 para los inmaduros de *H. aenescens* y *M. domestica*. De forma global los adultos presentaron una media de 5,3 interrupciones mientras que los inmaduros presentaron una media de 2,7.

Tabla 4.3.9 Número de interrupciones en el periodo de presencia (NIPP) para los taxones de Dípteros. MNIPP: Media global del número de interrupciones en el periodo de presencia. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

DIPTERA	NIPP		NIPP		NIPP		NIPP		MNIPP				
	EXPERIMENTO: V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2		I	P1	P2	P
ANTHOMYIIDAE													
<i>Anthomyiidae sp.</i>	1	0	0,5	3	1	2	11	11	11	6	9	7,5	5,3
CALLIPHORIDAE													
<i>Calliphora vicina A</i>	0	0	0	6	7	6,5	15	14	14,5	6	7	6,5	6,9
<i>Calliphora vicina i</i>	0	0	0	8	9	8,5	5	4	4,5	5	5	5	4,5
<i>Calliphora vomitoria i</i>	0	0	0	4	5	4,5	4	6	5	4	3	3,5	3,3
<i>Chrysomya albiceps A</i>	4	7	5,5	5	4	4,5	2	1	1,5	1	2	1,5	3,3
<i>Chrysomya albiceps i</i>	1	1	1	6	4	5	2	1	1,5	0	0	0	1,9
<i>Lucilia sericata A</i>	5	7	6	8	7	7,5	8	8	8	4	6	5	6,6
<i>Lucilia sericata i</i>	3	2	2,5	4	4	4	5	7	6	3	4	3,5	4,0
MUSCIDAE													
<i>Hydrotaea aenescens A</i>	2	6	4	4	2	3	4	4	4	5	5	5	4,0
<i>Hydrotaea aenescens i</i>	2	3	2,5	0	2	1	2	1	1,5	2	0	1	1,5
<i>Musca autumnalis A</i>	7	9	8	7	5	6	4	2	3	0	3	1,5	4,6
<i>Musca domestica A</i>	9	10	9,5	6	6	6	4	4	4	6	6	6	6,4
<i>Musca domestica i</i>	2	3	2,5	2	2	2	2	1	1,5	0	0	0	1,5
PIOPHILIDAE													
<i>Piophilidae casei A</i>	1	1	1	2	3	2,5	10	10	10	5	8	6,5	5,0
<i>Piophilidae casei i</i>	0	0	0	4	5	4,5	7	3	5	2	5	3,5	3,3
<i>Piophilidae megastigmata i</i>	0	0	0	4	2	3	4	2	3	2	4	3	2,3
<i>Piophilidae i</i>	1	0	0,5	5	4	4,5	3	3	3	3	5	4	3,0
SARCOPHAGIDAE													
<i>Sarcophaga argyrostoma i</i>	0	1	0,5	1	2	1,5	5	3	4	0	2	1	1,8
<i>Sarcophaga melanura A</i>	8	10	9	5	3	4	4	4	4	3	9	6	5,8
<i>Sarcophaga tibialis A</i>	2	1	1,5	5	3	4	4	4	4	2	3	2,5	3,0
<i>Sarcophila cf. japonica</i>	5	11	8	7	10	8,5	5	8	6,5	6	9	7,5	7,6

Con respecto a los coleópteros (Tabla 4.3.10), la mayoría de taxones adultos presentaron una media en el número de interrupciones superior a 3, mientras que en el caso de los inmaduros la media de la mayoría fue de entre 1 y 3 interrupciones. Los adultos de *T. ruficornis* y *P. concinnus* mostraron el valor máximo (6,5) mientras que los adultos de *D. mustelinus* y *A. aeneicollis* presentaron el valor mínimo (1,4). Con respecto a los inmaduros, las larvas de Estafilínidos presentaron el valor máximo (4,8) mientras que las larvas de *T.*

rugosus presentaron el mínimo (1,1). De forma global los adultos presentaron una media de 3,5 interrupciones mientras que los inmaduros presentaron una media de 2,3.

Tabla 4.3.10. Número de interrupciones en el periodo de presencia (NIPP) para los taxones de Coleópteros. MNIPP: Media global del número de interrupciones en el periodo de presencia. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera

COLEOPTERA			NIPP		NIPP		NIPP		NIPP		MNIPP		
	EXPERIMENTO:	V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I		P1	P2
ANTHICIDAE													
<i>Hirticollis hispidus</i>	7	5	6	0	0	0	1	0	0,5	2	0	1	1,9
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>	6	7	6,5	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1,9
CHOLEVIDAE													
<i>Catops coracinus</i>	0	1	0,5	1	4	2,5	5	7	6	5	2	3,5	3,1
<i>Ptomaphagus tenuicornis</i>	0	1	0,5	0	0	0	2	4	3	2	7	4,5	2,0
CLERIDAE													
<i>Necrobia rufipes A</i>	1	0	0,5	8	6	7	3	7	5	2	2	2	3,6
<i>Necrobia rufipes i</i>	1	3	2	0	0	0	1	0	0,5	1	4	2,5	1,3
<i>Necrobia violacea</i>	0	0	0	1	0	0,5	2	7	4,5	4	0	2	1,8
<i>Necrobia sp i</i>	6	2	4	0	0	0	2	3	2,5	2	4	3	2,4
DERMESTIDAE													
<i>Dermestes frischii A</i>	1	1	1	6	5	5,5	0	0	0	4	2	3	2,4
<i>Dermestes frischii i</i>	2	1	1,5	5	4	4,5	2	1	1,5	0	0	0	1,9
<i>Dermestes mustelinus</i>	2	4	3	0	0	0	1	2	1,5	0	2	1	1,4
<i>Dermestes sardous</i>	2	5	3,5	0	0	0	2	0	1	4	5	4,5	2,3
HISTERIDAE													
<i>Carcinops pumilio</i>	5	5	5	3	2	2,5	0	0	0	1	0	0,5	2,0
<i>Margarinotus brunneus</i>	0	1	0,5	3	4	3,5	9	2	5,5	3	2	2,5	3,0
<i>Saprinus caerulescens A</i>	4	4	4	5	7	6	5	3	4	3	6	4,5	4,6
<i>Saprinus detersus</i>	6	5	5,5	0	0	0	9	8	8,5	2	3	2,5	4,1
<i>Saprinus melas</i>	2	5	3,5	0	1	0,5	6	4	5	6	7	6,5	3,9
<i>Histeridae i</i>	0	1	0,5	1	0	0,5	6	8	7	4	4	4	3,0
NITIDULIDAE													
<i>Nitidula carnaria A</i>	6	9	7,5	1	4	2,5	6	4	5	10	5	7,5	5,6
<i>Nitidula flavomaculata A</i>	4	2	3	0	0	0	6	4	5	5	4	4,5	3,1
<i>Nitidula flavomaculata i</i>	0	1	0,5	3	3	3	3	5	4	3	0	1,5	2,3
<i>Nitidula rufipes A</i>	0	0	0	0	0	0	3	6	4,5	4	5	4,5	2,3
Nitidulidae i	2	0	1	1	2	1,5	3	5	4	2	0	1	1,9
APHODIIDAE													
<i>Chilo thorax distinctus</i>	0	0	0	0	1	0,5	7	8	7,5	2	4	3	2,8
SILPHIDAE													
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>	2	1	1,5	9	13	11	8	10	9	3	6	4,5	6,5
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>	1	0	0,5	4	2	3	6	8	7	1	0	0,5	2,8
<i>Thanatophilus rugosus A</i>	0	0	0	0	0	0	6	8	7	5	7	6	3,3
<i>Thanatophilus rugosus i</i>	0	0	0	0	0	0	3	5	4	1	0	0,5	1,1
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>	3	4	3,5	3	2	2,5	5	9	7	4	6	5	4,5
<i>Thanatophilus sp i</i>	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	3	2	1,3

Tabla 4.3.10 continuación. Número de interrupciones en el periodo de presencia (NIPP) para los taxones de Coleópteros. MNIPP: Media global del número de interrupciones en el periodo de presencia. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera

COLEOPTERA	NIPP													MNIPP
	EXPERIMENTO:	V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I	P1	P2	P	
STAPHYLINIDAE														
<i>Aleochara bipustulata</i>	10	9	9,5	8	9	8,5	4	4	4	3	4	3,5	6,4	
<i>Aleochara clavicornis</i>	8	4	6	5	1	3	4	0	2	2	1	1,5	3,1	
<i>Aleochara cuniculorum</i>	2	2	2	3	0	1,5	6	3	4,5	3	4	3,5	2,9	
<i>Anotylus inustus</i>	1	2	1,5	4	4	4	10	10	10	10	9	9,5	6,3	
<i>Atheta aeneicollis</i>	0	1	0,5	1	2	1,5	2	3	2,5	1	1	1	1,4	
<i>Creophilus maxillosus</i>	2	3	2,5	7	8	7,5	10	9	9,5	4	0	2	5,4	
<i>Megalinus glabratus</i>	2	3	2,5	10	11	10,5	1	2	1,5	1	0	0,5	3,8	
<i>Philonthus concinnus</i>	5	6	5,5	11	5	8	7	6	6,5	4	8	6	6,5	
<i>Philonthus intermedius</i>	2	1	1,5	5	6	5,5	7	4	5,5	2	3	2,5	3,8	
<i>Staphylinidae i</i>	5	5	5	2	4	3	7	7	7	4	4	4	4,8	
TENEBRIONIDAE														
<i>Gonocephalum granulatum</i>	6	9	7,5	0	0	0	4	2	3	6	1	3,5	3,5	

Para terminar este subapartado hemos querido examinar la distribución de las interrupciones a lo largo del periodo de presencia de los diferentes taxones, es decir, si las interrupciones presentan un patrón concreto (por ejemplo, al principio o al final del periodo de colonización del insecto en el cadáver) o bien se distribuyen de manera uniforme o aleatoria durante todo el tiempo que la especie está presente. Si bien es cierto que no hemos podido establecer un patrón claro para cada taxón, como era de esperar, hemos observado que los taxones en estado adulto en general han presentado un mayor número de interrupciones (media de 3,5) distribuidas aleatoriamente mientras que los taxones en estado inmaduro presentaron una media inferior de interrupciones (2,3) distribuidas sobre todo hacia el final de su periodo de presencia.

Periodo Máximo Ininterrumpido

Finalmente, el último parámetro tenido en cuenta para evaluar la uniformidad en la distribución de las interrupciones y con ello los patrones de residencia, ha sido el máximo periodo de presencia ininterrumpido, que es aquel periodo sin interrupciones de mayor duración, el cual hemos expresado también de forma relativa como un porcentaje del periodo de presencia.

Para calcular dicho parámetro utilizamos la siguiente fórmula:

$$PMIR = (PMI/DPP)*100$$

donde PMIR es el Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo, PMI es el Periodo Máximo Ininterrumpido y DPP es la Duración del Periodo de Presencia.

Todos los taxones de **dípteros** (Tabla 4.3.11), tanto en fase adulta como inmadura, presentaron una media del periodo máximo ininterrumpido relativo (MPMIR) inferior al 25% de su periodo de presencia, de hecho, la mayoría ($\approx 76\%$) presentó un valor incluso inferior al 10%. El valor mínimo de MPMIR lo presentaron los adultos de *Anthomyiidae* sp. (1,5%) y los inmaduros de *M. domestica* (1,9%). Por el contrario, los adultos de *M. domestica* y los inmaduros de *L. sericata* presentaron los máximos periodos ininterrumpidos (15,9% y 21,7% del periodo de presencia respectivamente).

Tabla 4.3.11. Periodo máximo ininterrumpido relativo para los taxones de Dípteros. MPMIR: Media del periodo máximo ininterrumpido relativo. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

DIPTERA	PMIR			PMIR			PMIR			PMIR			MPMIR %
	EXPERIMENTO: V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I	P1	P2	P	
ANTHOMYIIDAE													
<i>Anthomyiidae</i> sp.	0,6	0,0	0,3	2,4	0,6	1,5	3,7	1,2	2,5	1,8	1,8	1,8	1,5
CALLIPHORIDAE													
<i>Calliphora vicina</i> A	0,0	0,0	0,0	2,4	4,7	3,6	6,2	23,6	14,9	6,1	9,1	7,6	6,5
<i>Calliphora vicina</i> i	0,0	0,0	0,0	3,6	6,5	5,0	32,3	54,7	43,5	13,4	13,4	13,4	15,5
<i>Calliphora vomitoria</i> i	0,0	0,0	0,0	8,3	4,7	6,5	5,6	6,2	5,9	10,4	12,2	11,3	5,9
<i>Chrysomyia albiceps</i> A	2,9	3,5	3,2	7,1	14,2	10,7	3,7	5,6	4,7	0,6	0,6	0,6	4,8
<i>Chrysomyia albiceps</i> i	5,9	5,9	5,9	10,1	15,4	12,7	3,7	5,6	4,7	0,0	0,0	0,0	5,8
<i>Lucilia sericata</i> A	2,4	1,8	2,1	5,3	8,9	7,1	16,8	11,8	14,3	28,0	40,2	34,1	14,4
<i>Lucilia sericata</i> i	2,4	3,5	2,9	39,1	37,3	38,2	18,0	25,5	21,7	22,0	26,2	24,1	21,7
MUSCIDAE													
<i>Hydrotaea aenescens</i> A	5,9	2,9	4,4	1,2	1,2	1,2	7,5	11,2	9,3	4,3	1,8	3,0	4,5
<i>Hydrotaea aenescens</i> i	0,6	1,2	0,9	0,0	2,4	1,2	3,7	5,6	4,7	2,4	0,0	1,2	2,0
<i>Musca autumnalis</i> A	3,5	1,8	2,6	5,3	10,7	8,0	3,7	5,6	4,7	0,0	0,6	0,3	3,9
<i>Musca domestica</i> A	22,9	9,4	16,2	10,7	10,7	10,7	3,7	5,6	4,7	29,9	34,1	32,0	15,9
<i>Musca domestica</i> i	1,2	2,9	2,1	0,6	1,2	0,9	3,7	5,6	4,7	0,0	0,0	0,0	1,9
PIOPHILIDAE													
<i>Piophilidae</i> A	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	5,0	5,6	5,3	7,3	4,9	6,1	3,1
<i>Piophilidae</i> i	0,0	0,0	0,0	7,1	3,0	5,0	3,7	11,2	7,5	12,8	8,5	10,7	5,8
<i>Piophila megastigmata</i> i	0,0	0,0	0,0	16,6	43,8	30,2	3,7	19,9	11,8	2,4	3,0	2,7	11,2
<i>Piophilidae</i> i	0,6	0,0	0,3	13,0	17,8	15,4	0,6	5,0	2,8	3,0	6,7	4,9	5,8
SARCOPHAGIDAE													
<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i	0,0	0,6	0,3	0,6	1,2	0,9	16,8	13,7	15,2	0,0	0,6	0,3	4,2
<i>Sarcophaga melanura</i> A	1,8	3,5	2,6	0,6	0,6	0,6	3,7	5,6	4,7	1,2	1,2	1,2	2,3
<i>Sarcophaga tibialis</i> A	0,6	0,6	0,6	1,8	1,8	1,8	3,7	5,6	4,7	0,6	0,6	0,6	1,9
<i>Sarcophila cf. japonica</i>	2,4	5,9	4,1	1,8	3,6	2,7	3,7	5,6	4,7	3,0	5,5	4,3	3,9

Con respecto a los **coleópteros** (Tabla 4.3.12), más de la mitad de los taxones tanto adultos como inmaduros presentaron valores de MPMIR inferiores al 5% de su periodo de

presencia. Solo 3 taxones superan el 50%, siendo los adultos y larvas de *D. frischii* los que presentan los mayores valores (55,5 y 56,6 % respectivamente).

Tabla 4.3.12. Periodo máximo ininterrumpido relativo para los taxones de Dípteros. MPMIR: Media del periodo máximo ininterrumpido relativo. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

COLEOPTERA	PMIR												MPMIR %
	EXPERIMENTO:	V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I	P1	P2	
ANTHICIDAE													
<i>Hirticollis hispidus</i>	6,5	3,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	0,6	0,0	0,3	1,4
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>	1,8	2,4	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	0,6
CHOLEVIDAE													
<i>Catops coracinus</i>	0,0	0,6	0,3	6,5	0,6	3,6	3,7	8,7	6,2	4,9	0,6	2,7	3,2
<i>Ptomaphagus tenuicornis</i>	0,0	0,6	0,3	0,0	0,6	0,3	9,9	8,1	9,0	13,4	4,3	8,8	4,6
CLERIDAE													
<i>Necrobia rufipes A</i>	97,1	97,1	97,1	24,9	30,2	27,5	24,2	20,5	22,4	76,8	70,1	73,5	55,1
<i>Necrobia rufipes i</i>	24,1	0,6	12,4	0,0	0,0	0,0	0,6	11,2	5,9	0,6	0,6	0,6	4,7
<i>Necrobia violacea</i>	0,0	0,0	0,0	0,6	8,9	4,7	2,5	6,2	4,3	5,5	0,0	2,7	3,0
<i>Necrobia sp i</i>	6,5	4,7	5,6	0,0	0,0	0,0	0,6	4,3	2,5	4,3	0,6	2,4	2,6
DERMESTIDAE													
<i>Dermestes frischii A</i>	78,2	78,8	78,5	14,2	9,5	11,8	61,5	60,9	61,2	68,9	72,0	70,4	55,5
<i>Dermestes frischii i</i>	77,6	74,7	76,2	23,7	18,3	21,0	44,1	44,1	44,1	82,9	87,2	85,1	56,6
<i>Dermestes mustelinus</i>	10,0	4,7	7,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,6	0,0	6,7	3,4	2,8
<i>Dermestes sardous</i>	5,9	4,7	5,3	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	0,6	0,6	0,6	1,6
HISTERIDAE													
<i>Carcinops pumilio</i>	2,9	5,9	4,4	1,2	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	1,5
<i>Margarinotus brunneus</i>	0,0	0,6	0,3	0,6	4,1	2,4	7,5	14,3	10,9	4,3	0,6	2,4	4,0
<i>Saprinus caeruleus A</i>	2,4	3,5	2,9	5,9	4,1	5,0	8,1	8,7	8,4	9,1	4,3	6,7	5,8
<i>Saprinus detersus</i>	1,2	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	1,9	5,0	3,4	9,8	9,1	9,5	3,5
<i>Saprinus melas</i>	0,6	1,8	1,2	0,0	0,6	0,3	13,7	23,6	18,6	4,9	4,9	4,9	6,2
<i>Histeridae i</i>	0,0	1,8	0,9	0,6	0,0	0,3	5,0	6,8	5,9	5,5	3,7	4,6	2,9
NITIDULIDAE													
<i>Nitidula carnaria A</i>	7,1	12,4	9,7	0,6	0,6	0,6	18,0	11,2	14,6	9,1	6,7	7,9	8,2
<i>Nitidula flavomaculata A</i>	22,9	30,6	26,8	96,4	95,9	96,2	36,0	57,1	46,6	3,7	4,9	4,3	43,4
<i>Nitidula flavomaculata i</i>	0,0	4,7	2,4	0,6	1,8	1,2	18,0	8,7	13,4	0,6	0,0	0,3	4,3
<i>Nitidula rufipes A</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	23,6	26,4	1,8	0,6	1,2	6,9
Nitidulidae i	0,6	8,8	4,7	60,4	71,0	65,7	14,9	11,8	13,4	4,9	0,0	2,4	21,5
APHODIIDAE													
<i>Chilothorax distinctus</i>	16,5	0,6	8,5	74,6	75,7	75,1	8,7	5,6	7,1	1,2	1,8	1,5	23,1
SILPHIDAE													
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>	12,4	20,6	16,5	17,8	36,1	26,9	21,1	21,1	21,1	8,5	4,9	6,7	17,8
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>	0,6	0,6	0,6	4,7	0,6	2,7	1,9	4,3	3,1	0,6	0,0	0,3	1,7
<i>Thanatophilus rugosus A</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	13,7	11,8	1,2	1,2	1,2	3,3
<i>Thanatophilus rugosus i</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	5,6	5,0	0,6	0,0	0,3	1,3
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>	1,2	2,9	2,1	0,6	0,6	0,6	14,9	13,7	14,3	12,2	11,6	11,9	7,2
Thanatophilus sp i	24,7	24,7	24,7	65,1	30,8	47,9	36,0	36,0	36,0	19,5	0,6	10,1	29,7

Tabla 4.3.12 continuación. Periodo máximo ininterrumpido relativo para los taxones de Dípteros. MPMIR: Media del periodo máximo ininterrumpido relativo. V: experimentos de verano; O: experimentos de otoño; I: experimentos de invierno. P: experimentos de primavera.

COLEOPTERA	PMIR			PMIR			PMIR			PMIR			MPMIR
	EXPERIMENTO:	V1	V2	V	O1	O2	O	I1	I2	I	P1	P2	
STAPHYLINIDAE													
<i>Aleochara bipustulata</i>	8,8	7,6	8,2	4,7	4,7	4,7	0,6	1,9	1,2	0,6	1,8	1,2	3,9
<i>Aleochara clavicornis</i>	8,8	11,8	10,3	7,1	10,1	8,6	0,6	0,0	0,3	0,6	0,6	0,6	4,9
<i>Aleochara cuniculorum</i>	8,8	1,2	5,0	3,0	0,0	1,5	5,6	13,7	9,6	3,7	1,8	2,7	4,7
<i>Anotylus inustus</i>	0,6	0,6	0,6	1,8	1,2	1,5	8,1	4,3	6,2	4,9	3,7	4,3	3,1
<i>Atheta aeneicollis</i>	0,0	0,6	0,3	0,6	0,6	0,6	4,3	3,1	3,7	0,6	0,6	0,6	1,3
<i>Creophilus maxillosus</i>	1,8	1,8	1,8	7,7	6,5	7,1	9,3	3,7	6,5	3,0	0,0	1,5	4,2
<i>Megalinus glabratus</i>	20,6	8,2	14,4	8,9	13,6	11,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0	0,3	6,6
<i>Philonthus concinnus</i>	5,3	10,6	7,9	13,6	34,3	24,0	14,9	31,1	23,0	20,1	6,7	13,4	17,1
<i>Philonthus intermedius</i>	0,6	2,9	1,8	1,8	7,7	4,7	4,3	11,2	7,8	1,2	0,6	0,9	3,8
<i>Staphylinidae i</i>	0,6	4,7	2,6	0,6	1,2	0,9	3,1	0,6	1,9	1,2	0,6	0,9	1,6
TENEBRIONIDAE													
<i>Gonocephalum granulatum</i>	3,5	1,2	2,4	0,0	0,0	0,0	0,6	4,3	2,5	0,6	0,6	0,6	1,4

Una vez presentados todos los resultados y comparando los mismos con los obtenidos por MATUSZEWSKI et al. (2010), como cabía esperar existen diferencias entre ambos estudios debido, por un lado, a las diferencias en las zonas biogeográficas de ambas áreas de estudio y, por otro, al ecosistema estudiado, siendo en su caso diferentes tipos de bosques y en el nuestro un área periurbana expuesta al sol y con vegetación ruderal.

Comenzando con los taxones reportados en ambos estudios, a pesar de que algunos coinciden, muchos otros no, y esta discrepancia da muestra de las diferencias a nivel biogeográfico y al hecho de que, como estos autores señalan, la fauna de los bosques, ecosistema estudiado en su caso, difiere normalmente de aquellos hallados en espacios abiertos, que es nuestro caso. Además, ponen el ejemplo de *L. sericata*, especie que prefiere hábitats abiertos y soleados (HOLDAWAY, 1933) y de la cual no encuentran larvas, siendo por el contrario en nuestro estudio el taxón más estable tanto en estado adulto como inmaduro en todas las estaciones.

Si comparamos a continuación, el número de **taxones mínimamente abundantes**, MATUSZEWSKI et al. (2010) encuentran 23 taxones de dípteros en estado adulto y 20 en estado inmaduro, entre los cuales destaca *L. caesar* presente en estado adulto e inmaduro en todas las estaciones y bosques estudiados. *C. vomitoria* resultó un componente estable en primavera y otoño y taxones como *Fannia manicata*, *Hydrotaea dentipes*, *H. ignava* e *H. meteorica* por ejemplo lo fueron solamente en primavera. Con respecto a los coleópteros, MATUSZEWSKI et al. (2010) encuentran 28 taxones de coleópteros en fase adulta y 10 en fase inmadura mínimamente abundantes, entre los cuales destacan los adultos de *Anoplotrupes*

stercorosus (Geotrupidae) presentes en todos los cerdos en todas las estaciones y bosques estudiados.

En general, y al igual que observaron los autores anteriores, la gran mayoría de taxones hallados en los cadáveres en las distintas estaciones no alcanzaron el nivel para ser considerados mínimamente abundantes, lo cual sugiere que de toda la fauna que acude a los cadáveres, realmente son pocas las especies de potencial interés forense.

Si pasamos a analizar ahora el **periodo de presencia**, MATUSZEWSKI et al. (2010), al igual que nosotros, tampoco encuentran especies de dípteros con valores de MDRPP (en su caso ARLPP: *Average Relative Length of the Presence Period*) por encima del 65% y la mayoría se encuentran entre el 35% y el 70%, mostrando solamente dos especies valores inferiores al 35%, *H. aenescens* e *H. meteorica*. En nuestro caso, *H. aenescens* también muestra un valor de MDRPP por debajo del 35% tanto en estado adulto como inmaduro.

En contraposición a nuestros resultados, observan que la mayoría de los taxones de coleópteros adultos presentan valores de MDRPP superiores al 60%, e incluso en algunas especies como *N. violacea*, por encima del 80%, y solo 4 especies mostraron valores inferiores al 35% en estado adulto. Con respecto a los inmaduros, la mayoría de taxones mostraron valores entre el 40 y 60%, y solo dos especies por debajo del 40% (*N. littoralis* y *C. maxillosus*).

La diferencia con respecto a los resultados obtenidos en el caso de los coleópteros probablemente se deba al intervalo de muestreo tenido en cuenta en nuestro caso, acotado a las dos primeras estaciones. De haber tenido en cuenta un periodo mayor, probablemente el valor de MDRPP habría sido superior ya que los coleópteros, particularmente aquellos taxones que se alimentan de restos secos, llegaron a los cadáveres más tarde y permanecieron en los restos durante mucho tiempo, llegando incluso a superar los dos años en el caso del experimento de invierno.

De este modo, y como ya indicamos al exponer los resultados del periodo de presencia, de acuerdo con SCHOENLY et al. (1996), las especies cuyo periodo de presencia es menor son más útiles puesto que permiten una estima del IMP_{min} más precisa. En este sentido, taxones como las fases inmaduras de *C. vicina*, *C. vomitoria*, *Ch. albiceps*, *L. sericata*, *P. casei* o *P. megastigmata*, cuyos valores de MDRPP se situaron por debajo del 40% (con excepción de *L. sericata* con valores entre el 40-55%) pueden ser de mucha utilidad, de hecho son especies halladas en casos reales como se puede comprobar en las Tablas 4.3.1 y 4.3.2 al comienzo de este capítulo.

Siguiendo con los patrones de residencia, concretamente con el **número de interrupciones** en el periodo de presencia, así como MATUSZEWSKI et al. (2010) observaron que algunos

taxones interrumpieron su periodo de presencia de forma uniforme y otros lo hicieron de forma agrupada particularmente al final, en nuestro caso no podemos concluir lo mismo ya que no hemos podido establecer un patrón general para cada taxón, al haber encontrado bastante variación entre unos cerdos y otros.

MATUSZEWSKI et al. (2010), concluyen que adultos y larvas presentan diferencias en cuanto a sus patrones de residencia, de modo que en el caso de los adultos la presencia se ve interrumpida y en el caso de las larvas dicha presencia es ininterrumpida. Por nuestra parte y a la luz de nuestros resultados, podríamos afirmar lo mismo a pesar de que los datos numéricos obtenidos en ambos casos difieran y de que nosotros no hayamos podido establecer un patrón general para cada taxón.

Por último, estos autores añaden que las interrupciones pueden deberse a cambios en las condiciones climáticas, a fluctuaciones en la liberación de sustancias atrayentes para los taxones o bien a la escasez de alimento que puede ser también responsable de que algunos taxones, especialmente los inmaduros, desaparezcan y reaparezcan en busca de alimento. De hecho, así como ellos no observaron la recolonización de los cadáveres por parte de segundas generaciones, nosotros sí pudimos observar dicho fenómeno, especialmente en los cerdos de invierno, que se descompusieron a un ritmo mucho más lento y en los cuales, después de la existencia de precipitaciones y la posterior rehidratación de los tejidos, reaparecían individuos tanto de dípteros como especialmente coleópteros que volvían a ovopositor en los cadáveres.

Por último, con respecto al **periodo máximo ininterrumpido**, nuestros datos difieren con los obtenidos por MATUSZEWSKI et al. (2010), ya que obtienen valores del Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo (en su caso ARLLUP: *Average Relative Length of the Longest Unbroken Period*) en general bastante más elevados que los nuestros; de hecho superiores al 80% en el caso de todos los taxones inmaduros e inferiores al 40% en el caso de la mayoría de taxones adultos, aunque nunca inferiores al 10% como sucede en la mayoría de nuestros taxones. Estas diferencias podrían deberse a un hecho que ya hemos apuntado anteriormente y es el periodo de muestreo tenido en cuenta en ambos estudios, siendo en nuestro caso superior al considerado por ellos.

La estima del IPM_{min} en casos de descomposición avanzada basándose en el estudio de sucesión de la fauna, se puede realizar teniendo en cuenta bien la presencia de un taxón determinado o bien la ausencia del mismo como señalan SCHOENLY et al. (1992) y MICHAUD & MUREAU (2009) respectivamente. De este modo, si se tiene en cuenta la presencia de un taxón a la hora de la estima del IPM_{min} , se pueden considerar parámetros de residencia como los que hemos analizado en este capítulo. Por el contrario, con respecto a la ausencia de un taxón, basarse en dicha ausencia debe hacerse con cautela, ya que puede indicar el fin del periodo de presencia para aquellos taxones que no presentan interrupciones, o bien

una simple interrupción, como consecuencia por ejemplo de las condiciones ambientales, para aquellos taxones con periodos de presencia ininterrumpidos, de manera que pueden reaparecer más adelante.

No obstante a la luz de nuestros resultados es evidente que en este tipo de estudios, como también señalan MATUSZEWSKI et al. (2010), es necesaria una mayor experimentación y análisis de los patrones de colonización y residencia de los distintos taxones. Desde nuestro punto de vista requiere definir con mayor detalle las fases de los estados inmaduros utilizadas, diferenciando las edades, ya que al tratarlas en su conjunto como estados inmaduros la pérdida de información es elevada y puede conducir a errores en la estimación del IPM_{min} cuando se utilizan las sucesiones de insectos.

4.3.3. Relación entre el momento de aparición de la fauna cadavérica y el comienzo de los distintos estados de descomposición.

Una vez analizados los patrones de residencia de la fauna, otro aspecto a tener en cuenta con el objetivo de clasificar la fauna según su potencial interés forense, es el estudio de la relación entre el momento de aparición de un taxón, referenciado como el primer día en que dicho taxón es muestreado sobre un cadáver, y el comienzo de los estados de descomposición hinchado, activo y avanzado.

Según ha sido publicado en otros trabajos (MATUSZEWSKI et al., 2010b), la variabilidad en cuanto al comienzo de los estados de descomposición en los distintos experimentos llevados a cabo, hace posible analizar si dicho comienzo condiciona a su vez el momento de aparición de los taxones en el cadáver, y por tanto si el taxón puede ser de utilidad en la estima del IPM_{min} .

Conviene recordar, como indicamos en el Capítulo 4.1, que el comienzo del proceso hinchado se marcó por la hinchazón del cadáver, el comienzo del proceso activo en el momento en el que se registraron masas larvarias de dípteros y por último el comienzo del proceso avanzado se marcó en el momento en el que migran las larvas de dípteros y no quedan tejidos blandos en el cadáver.

Para determinar si existe relación entre el momento de aparición de la fauna y el comienzo de los estados de descomposición, se han realizado Test de Correlación entre las fechas de inicio de cada estado y las fechas de primera aparición de todos los taxones mínimamente abundantes en los ocho experimentos, aceptándose un nivel de significancia de 0,05.

DÍPTEROS

En el caso de los Dípteros (Tabla 4.3.13), 10 taxones en estado adulto y 3 taxones en estado inmaduro han presentado una correlación estadística significativa entre su momento de aparición sobre los cadáveres y el comienzo de alguno de los procesos descomponedores.

En general, se han obtenido valores de r bastante elevados ($r > 0,8$) para la relación entre el momento de aparición de los taxones de dípteros y el comienzo de los tres procesos descomponedores, siendo ligeramente más elevados para el caso del proceso hinchado, al igual que les ocurrió a MATUSZEWSKI et al. (2010).

COLEÓPTEROS

En el caso de los coleópteros (Tabla 4.3.14), 19 taxones en estado adulto y 2 taxones en estado inmaduro han presentado una correlación estadística significativa entre su momento de aparición sobre los cadáveres de cerdo y el comienzo de alguno de los procesos descomponedores.

Exactamente igual que ocurriera con los dípteros, los coleópteros en estado adulto han mostrado fuertes relaciones significativas ($r \geq 0,8$) entre su momento de aparición y el comienzo de cualquiera de los tres procesos descomponedores, siendo ligeramente más elevados para el caso del proceso hinchado.

Por otro lado, solo dos taxones de coleópteros inmaduros mostraron relación significativa entre su momento de aparición y el comienzo de algún estado, concretamente fueron las larvas de *D. frischii* y las de *Necrobia* sp.

Durante la descomposición, los cadáveres liberan sustancias volátiles que atraen a los taxones de insectos en estado adulto y por tanto MATUSZEWSKI et al. (2010), señalan que es posible asumir que el momento de aparición de algunos taxones coincide con la liberación de dichas sustancias volátiles, particularmente durante el periodo en el que los cadáveres se hinchan. Dado que la temperatura es un factor clave que afecta a la descomposición, esta influye fuertemente en la liberación de las sustancias atrayentes antes mencionadas. Así, los autores polacos apuntan que la temperatura es un factor que condiciona tanto el comienzo del proceso hinchado como el momento de aparición de los taxones.

En otro estudio, MICHAUD & MOREAU (2009) observan una fuerte relación significativa entre la temperatura ambiente y la presencia de la fauna, sugiriendo la posibilidad de estimar el tiempo de permanencia de algunos taxones a través de datos meteorológicos.

Finalmente hemos de señalar que la baja variación entre experimentos con respecto al momento de aparición de algunos taxones que acuden poco tiempo después de la muerte dificulta que estos puedan vincularse estadísticamente con el inicio de algún estado de descomposición. MATUSZEWSKI et al. (2010) señalan en su estudio la necesidad de incrementar la frecuencia de muestreo durante los primeros días para poder observar relaciones estadísticamente significativas entre estos datos. Este es el caso de especies como *C. vicina*, *C. vomitoria*, *Ch. albiceps*, *H. aenescens* o *M. domestica*.

Tabla 4.3.13. Relación entre el momento de aparición de la fauna y el comienzo de los distintos procesos descomponedores para los taxones de Dípteros. n: número de cerdos en los que aparece el taxón.

DIPTERA	PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN						
	n	Hinchado		D. Activa		D. Avanzada	
		r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor
ANTHOMYIIDAE							
Anthomyiidae	8	-0,336	0,416	-0,137	0,746	-0,468	0,242
CALLIPHORIDAE							
<i>Calliphora vicina</i> A	6	0,196	0,710	0,491	0,323	0,087	0,869
<i>Calliphora vicina</i> i	6	-0,299	0,565	0,006	0,991	-0,428	0,397
<i>Calliphora vomitoria</i> i	6	0,023	0,965	0,362	0,481	-0,110	0,835
<i>Chrysomyia albiceps</i> A	8	0,896	0,003	0,712	0,048	0,931	0,001
<i>Chrysomyia albiceps</i> i	4	0,000	1,000	0,000	1,000	0,263	0,737
<i>Lucilia sericata</i> A	8	0,885	0,003	0,955	0,000	0,811	0,015
<i>Lucilia sericata</i> i	8	0,862	0,006	0,947	0,000	0,784	0,021
MUSCIDAE							
<i>Hydrotaea aenescens</i> A	8	0,939	0,001	0,870	0,005	0,971	0,000
<i>Hydrotaea aenescens</i> i	4	0,908	0,092	0,761	0,239	0,919	0,081
<i>Musca autumnalis</i> A	8	0,732	0,039	0,511	0,196	0,740	0,036
<i>Musca domestica</i> A	8	0,954	0,000	0,816	0,014	0,964	0,000
<i>Musca domestica</i> i	4	-0,883	0,117	-0,883	0,117	-0,645	0,355
PIOPHILIDAE							
<i>Piophilidae</i> A	8	0,988	0,000	0,913	0,002	0,980	0,000
<i>Piophilidae</i> i	6	0,710	0,114	0,919	0,009	0,608	0,200
<i>Piophila megastigmata</i> i	6	0,857	0,029	0,964	0,002	0,771	0,073
<i>Piophilidae</i> i	8	0,093	0,827	0,216	0,607	-0,040	0,924
SARCOPHAGIDAE							
<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i	6	0,791	0,061	0,776	0,070	0,723	0,104
<i>Sarcophaga melanura</i> A	8	0,955	0,000	0,847	0,008	0,934	0,001
<i>Sarcophaga tibialis</i> A	8	0,759	0,029	0,671	0,068	0,744	0,034
<i>Sarcophila cf. japonica</i>	8	0,957	0,000	0,840	0,009	0,950	0,000

Tabla 4.3.14. Relación entre el momento de aparición de la fauna y el comienzo de los distintos procesos descomponedores para los taxones de Coleópteros. n: número de cerdos en los que aparece el taxón.

COLEOPTERA	PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN						
	n	Hinchado		D. Activa		D. Avanzada	
		r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor
ANTHICIDAE							
<i>Hirticollis hispidus</i>	4	0,997	0,003	0,982	0,018	0,985	0,015
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>	4	0,979	0,021	0,984	0,016	0,961	0,039
CHOLEVIDAE							
<i>Catops coracinus</i>	7	0,098	0,834	0,254	0,583	-0,028	0,953
<i>Ptomaphagus tenuicornis</i>	7	-0,257	0,578	0,066	0,889	-0,378	0,403
CLERIDAE							
<i>Necrobia rufipes A</i>	8	0,978	0,000	0,889	0,003	0,979	0,000
<i>Necrobia rufipes i</i>	8	-0,173	0,683	0,094	0,824	-0,199	0,636
<i>Necrobia violacea</i>	7	-0,447	0,314	-0,346	0,447	-0,422	0,346
<i>Necrobia sp i</i>	6	0,960	0,002	0,962	0,002	0,937	0,006
DERMESTIDAE							
<i>Dermestes frischii A</i>	8	0,991	0,000	0,954	0,000	0,960	0,000
<i>Dermestes frischii i</i>	8	0,992	0,000	0,944	0,000	0,973	0,000
<i>Dermestes mustelinus</i>	6	0,553	0,255	0,613	0,195	0,554	0,254
<i>Dermestes sardous</i>	8	0,457	0,255	0,567	0,143	0,484	0,224
HISTERIDAE							
<i>Carcinops pumilio</i>	5	0,792	0,110	0,202	0,745	0,767	0,130
<i>Margarinotus brunneus</i>	8	-0,158	0,709	-0,026	0,952	-0,296	0,477
<i>Saprinus caerulescens A</i>	8	0,981	0,000	0,884	0,004	0,977	0,000
<i>Saprinus detersus</i>	6	0,997	0,000	0,979	0,001	0,970	0,001
<i>Saprinus melas</i>	8	0,318	0,443	0,510	0,196	0,236	0,573
<i>Histeridae i</i>	8	-0,171	0,686	-0,063	0,882	-0,175	0,679
NITIDULIDAE							
<i>Nitidula carnaria A</i>	8	0,912	0,002	0,901	0,002	0,867	0,005
<i>Nitidula flavomaculata A</i>	8	0,089	0,835	0,066	0,876	-0,013	0,975
<i>Nitidula flavomaculata i</i>	8	-0,096	0,821	-0,164	0,699	-0,105	0,805
<i>Nitidula rufipes A</i>	8	-0,523	0,184	-0,258	0,538	-0,637	0,089
<i>Nitidulidae i</i>	8	0,084	0,842	-0,050	0,906	0,091	0,830
APHODIIDAE							
<i>Chilo thorax distinctus</i>	8	-0,592	0,122	-0,469	0,241	-0,673	0,068
SILPHIDAE							
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>	8	-0,070	0,868	-0,101	0,812	-0,164	0,699
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>	8	-0,354	0,389	-0,282	0,499	-0,350	0,395
<i>Thanatophilus rugosus A</i>	4	0,964	0,036	0,972	0,028	0,991	0,009
<i>Thanatophilus rugosus i</i>	4	-0,382	0,618	-0,349	0,651	-0,246	0,754
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>	8	0,817	0,013	0,945	0,000	0,768	0,026
<i>Thanatophilus sp i</i>	8	-0,153	0,718	0,047	0,912	-0,291	0,485

Tabla 4.3.14 continuación. Relación entre el momento de aparición de la fauna y el comienzo de los distintos procesos descomponedores para los taxones de Coleópteros. n: número de cerdos en los que aparece el taxón.

COLEOPTERA	PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN						
	n	Hinchado		D. Activa		D. Avanzada	
		r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor
STAPHYLINIDAE							
<i>Aleochara bipustulata</i>	8	0,961	0,000	0,849	0,008	0,948	0,000
<i>Aleochara clavicornis</i>	7	0,850	0,015	0,603	0,152	0,852	0,015
<i>Aleochara cuniculorum</i>	8	0,111	0,793	0,194	0,645	0,135	0,750
<i>Anotylus inustus</i>	8	0,163	0,699	0,378	0,356	0,032	0,940
<i>Atheta aeneicollis</i>	8	-0,622	0,100	-0,589	0,125	-0,640	0,088
<i>Creophilus maxillosus</i>	8	0,780	0,022	0,612	0,107	0,853	0,007
<i>Megalinus glabratus</i>	8	0,799	0,017	0,618	0,103	0,873	0,005
<i>Philonthus concinnus</i>	8	0,978	0,000	0,964	0,000	0,961	0,000
<i>Philonthus intermedius</i>	8	0,706	0,051	0,800	0,017	0,698	0,054
Staphylinidae i	8	0,533	0,174	0,721	0,043	0,401	0,324
TENEBRIONIDAE							
<i>Gonocephalum granulatum</i>	8	0,384	0,348	0,511	0,195	0,408	0,316

4.3.4. Especies de Utilidad Forense

Como ya indicamos al comienzo de este capítulo, MATUSZEWSKI et al. (2010) elaboraron un listado de especies de potencial utilidad forense basándose en la duración del periodo de presencia y en la regularidad del momento de aparición de los distintos taxones con respecto al comienzo de los estados de descomposición, ya que consideraron ambos aspectos características importantes de la fauna y, con ello, establecieron una serie de categorías convencionales. Dichas categorías, consideradas también por nosotros, son las siguientes:

- **Taxones sin utilidad:** aquellos que muestran una media de la duración relativa del periodo de presencia (MDRPP) mayor del 80% o bien no muestran ninguna relación significativa entre su momento de aparición y el comienzo de cualquiera de los procesos descomponedores.
- **Taxones de utilidad baja:** aquellos que muestran un valor de MDRPP entre el 60 y el 80% o bien una relación significativa débil ($r < 0,5$) entre su momento de aparición y el comienzo de cualquiera de los procesos descomponedores.
- **Taxones de utilidad moderada:** aquellos que muestran un valor de MDRPP entre el 40 y el 60% o bien una relación significativa moderada [$r \in (0,5-0,8)$] entre su momento de aparición y el comienzo de cualquiera de los procesos descomponedores.
- **Taxones de elevada utilidad:** aquellos que muestran un valor de MDRPP menor o igual al 40% y una fuerte relación significativa ($r \geq 0,8$) entre su momento de aparición y el comienzo de cualquiera de los procesos descomponedores.

- **Taxones de utilidad desconocida:** aquellos para los cuales no se ha podido analizar la relación significativa entre su momento de aparición y el comienzo de los procesos descomponedores. En este grupo, por ejemplo, se incluyen especies que a pesar de haber resultado mínimamente abundantes en un cerdo, no lo han sido en 2 que es el mínimo que habíamos establecido para analizar los patrones de residencia.

De este modo, la clasificación de los taxones de insectos analizados en nuestro estudio quedaría como muestra la Tabla 4.3.15.

Tabla 4.3.18. Clasificación de los taxones de dípteros y coleópteros según su potencial utilidad forense de acuerdo con los criterios establecidos por MATUSZEWSKI et al. (2010).

	Sin utilidad	Utilidad baja	Utilidad moderada	Utilidad elevada	Utilidad desconocida
DIPTERA	Anthomyiidae sp		<i>Lucilia sericata</i> A	<i>Chrysomyia albiceps</i> A	<i>Calliphora vomitoria</i> A
	<i>Calliphora vicina</i> A		<i>Lucilia sericata</i> i	<i>Hydrotaea aenescens</i> A	<i>Calliphora</i> sp A
	<i>Calliphora vicina</i> i		<i>Musca autumnalis</i> A	<i>Piophilidae</i> A	<i>Hydrotaea ignava</i> i
	<i>Calliphora vomitoria</i> i		<i>Musca domestica</i> A	<i>Piophilidae</i> i	<i>Piophilidae megastigmata</i> A
	<i>Chrysomyia albiceps</i> i		<i>Sarcophaga tibialis</i> A	<i>Piophilidae megastigmata</i> i	Sarcophagidae i
	<i>Hydrotaea aenescens</i> i			<i>Sarcophaga melanura</i> A	<i>Simulium (Wilhelmia)</i> sp
	<i>Musca domestica</i> i			<i>Sarcophaga cf japonica</i>	<i>Zeuxia zernyi</i>
	<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i				
	Piophilidae i				
COLEOPTERA	<i>Aleochara cuniculorum</i>	<i>Aleochara bipustulata</i>	<i>Megalinus glabratus</i>	<i>Aleochara clavicornis</i>	<i>Atholus duodecimstriatus</i>
	<i>Anotylus inustus</i>	<i>Dermestes frischii</i> A	<i>Nitidula carnaria</i> A	<i>Creophilus maxillosus</i>	<i>Calamosternus granarius</i>
	<i>Atheta aeneicollis</i>	<i>Dermestes frischii</i> i	<i>Philonthus intermedius</i>	<i>Hirticollis hispidus</i>	<i>Catops fuscus fuscus</i>
	<i>Carcinops pumilio</i>	<i>Necrobia rufipes</i> A		<i>Hirticollis quadriguttatus</i>	<i>Crypticus gibbulus</i>
	<i>Catops coracinus</i>	<i>Nitidula flavomaculata</i> A		<i>Necrobia</i> sp i	<i>Margarinotus ignobilis</i>
	<i>Chilothorax distinctus</i>	<i>Philonthus concinnus</i>		<i>Saprinus caeruleus</i> A	<i>Nitidula rufipes</i> i
	<i>Dermestes mustelinus</i>			<i>Saprinus deterius</i>	<i>Ocypus olens</i>
	<i>Dermestes sardous</i>			<i>Thanatophilus rugosus</i> A	<i>Omonadus bifasciatus</i>
	<i>Gonocephalum granulatum</i>		<i>Thanatophilus sinuatus</i> A	<i>Onthophagus opacicollis</i>	
	<i>Margarinotus brunneus</i>				<i>Onthophilus globulosus</i>
	<i>Necrobia rufipes</i> i				<i>Orthomus barbarus</i>
	<i>Necrobia violacea</i>				<i>Philonthus corruscus</i>
	<i>Nitidula flavomaculata</i> i				<i>Saprinus furvus</i> A
	<i>Nitidula rufipes</i> A				<i>Thanatophilus sinuatus</i> i
	Nitidulidae i				
	<i>Ptomaphagus tenuicornis</i>				
	<i>Saprinus melas</i>				
	<i>Thanatophilus ruficornis</i> A				
	<i>Thanatophilus ruficornis</i> i				
	<i>Thanatophilus rugosus</i> i				
<i>Thanatophilus</i> sp i					

Por otro lado, llama la atención el hecho de que algunas especies que han sido halladas en cadáveres humanos y utilizadas para la estimación del IPM_{min} por numerosos especialistas, aparezcan clasificadas como especies sin utilidad según la propuesta de MATUSZEWSKI et al. (2010), lo cual se debe a que no mostraron relación significativa entre su momento de

aparición y el comienzo de los estados descomponedores, a pesar de que sí mostraron valores de la duración del periodo de presencia inferiores al 40%.

Como es lógico, la utilidad potencial de los taxones propuesta por MATUSZEWSKI et al. (2010), puede variar de unos estudios a otros como ellos mismos apuntan, dadas las diferencias intrínsecas que existen, ya sea a nivel regional o de ecosistemas estudiados. Así, por ejemplo, en ambos estudios los adultos de *Hydrotaea aenescens* o *Creophilus maxillosus* resultaron de elevada utilidad. Por el contrario, los adultos de *Thanatophilus rugosus* en nuestro análisis han resultado de elevada utilidad mientras que en el suyo carecen de utilidad, o por ejemplo las larvas de *Thanatophilus* sp. han resultado inútiles en nuestro caso y de moderada utilidad en el suyo.

En ambos estudios el número de especies de elevada utilidad ha resultado relativamente bajo con respecto a la variedad de especies reportada en total, perteneciendo la mayoría de taxones sin utilidad al orden Coleoptera, a pesar de ser especies reconocidas desde el punto de vista forense. El hecho de que hayan resultado sin utilidad en este análisis se debe a que no se diferencian los distintos estados larvales y, por ello, al separar únicamente las fases adulto e inmaduros, estas últimas son consideradas como residentes de largos periodos alimentándose de los restos y, por tanto, impidiendo realizar estimas del IPM_{min} más precisas.

En contraposición a los resultados obtenidos siguiendo el trabajo de MATUSZEWSKI et al. (2010), nosotros sí consideramos algunas de las especies que resultaron carentes de utilidad como especies importantes dado que han sido halladas sobre cadáveres humanos e incluso han resultado útiles en la resolución de casos forenses (Tablas 4.3.1 y 4.3.2). Además, algunas de esas especies excluidas son especies necrófagas cuyas larvas llevan a cabo la descomposición activa y avanzada de los tejidos como señalamos al comienzo de este capítulo.

Por tanto, teniendo en cuenta todo lo analizado y expuesto a lo largo de este capítulo, y según los criterios que establecimos al comienzo: (1) especies que han aparecido en casos reales; (2) análisis propuesto por MATUSZEWSKI et al. (2010) y (3) especies con larvas necrófagas de las que se debe estudiar su ciclo de vida, nuestra propuesta de especies de potencial utilidad forense es la que se muestra en la tabla 4.3.16.

Con dicha propuesta de especies es con la que trabajaremos en el siguiente capítulo de esta tesis, en el que estableceremos un análisis de correspondencias de las especies con respecto a los estados de descomposición así como la sucesión de la fauna.

Tabla 4.3.16. Especies de Potencial Utilidad Forense propuestas basándonos en (1) su utilización en la estimación del IPMmin en casos reales, (2) en el análisis propuesto por MATUSZEWSKI et al. (2010) y (3) en los hábitos necrófagos de sus larvas.

DIPTERA		COLEOPTERA		
CALLIPHORIDAE	<i>Calliphora vicina</i> A	ANTHICIDAE	<i>Hirticollis hispidus</i>	
	<i>Calliphora vicina</i> i		<i>Hirticollis quadriguttatus</i>	
	<i>Calliphora vomitoria</i> A	CLERIDAE	<i>Necrobia rufipes</i> A	
	<i>Calliphora vomitoria</i> i		<i>Necrobia rufipes</i> i	
	<i>Chrysomya albiceps</i> A		<i>Necrobia sp</i> i	
	<i>Chrysomya albiceps</i> i	DERMESTIDAE	<i>Dermestes frischii</i> A	
	<i>Lucilia sericata</i> A		<i>Dermestes frischii</i> i	
	<i>Lucilia sericata</i> i	HISTERIDAE	<i>Carcinops pumilio</i> A	
	MUSCIDAE		<i>Hydrotaea aenescens</i> A	<i>Saprinus caerulescens</i> A
			<i>Hydrotaea aenescens</i> i	<i>Saprinus deterusus</i> A
<i>Hydrotaea ignava</i> i			<i>Saprinus furvus</i> A	
<i>Musca autumnalis</i> A		NITIDULIDAE	<i>Nitidula carnaria</i> A	
<i>Musca domestica</i> A	<i>Nitidula flavomaculata</i> A			
<i>Musca domestica</i> i	<i>Nitidula flavomaculata</i> i			
PIOPHILIDAE	<i>Piophilidae casei</i> A	<i>Nitidula rufipes</i> A		
	<i>Piophilidae casei</i> i	<i>Nitidula rufipes</i> i		
	<i>Piophilidae megastigmata</i> A	SILPHIDAE	<i>Thanatophilus ruficornis</i> A	
<i>Piophilidae megastigmata</i> i	<i>Thanatophilus ruficornis</i> i			
SARCOPHAGIDAE	<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i		<i>Thanatophilus rugosus</i> A	
	<i>Sarcophaga melanura</i> A		<i>Thanatophilus rugosus</i> i	
	<i>Sarcophaga cf japonica</i>		<i>Thanatophilus sinuatus</i> A	
	<i>Sarcophaga tibialis</i> A		<i>Thanatophilus sinuatus</i> i	
	<i>Thanatophilus sp</i> i			
	<i>Aleochara bipustulata</i> A			
	<i>Aleochara clavicornis</i> A			
	<i>Creophilus maxillosus</i> A			
	<i>Megalinus glabratus</i> A			
	<i>Philonthus concinnus</i> A			
	<i>Philonthus intermedius</i> A			
	STAPHYLINIDAE			

ANEXO 4.3.1. (a)
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN GLOBALES. Dípteros.

		MDRPP (%)	MNIPP	MPMI	MPMIR %
ANTHOMYIIDAE	<i>Anthomyiidae</i> sp.	20,8	5,3	2,5	1,5
CALLIPHORIDAE	<i>Calliphora vicina</i> A	36,8	6,9	10,6	6,5
	<i>Calliphora vicina</i> i	38,1	4,5	25,1	15,5
	<i>Calliphora vomitoria</i> i	21,9	3,3	9,8	5,9
	<i>Chrysomya albiceps</i> A	20,0	3,3	8,0	4,8
	<i>Chrysomya albiceps</i> i	11,5	1,9	9,8	5,8
	<i>Lucilia sericata</i> A	53,4	6,6	23,6	14,4
	<i>Lucilia sericata</i> i	40,4	4,0	36,0	21,7
	MUSCIDAE	<i>Hydrotaea aenescens</i> A	22,6	4,0	7,4
<i>Hydrotaea aenescens</i> i		3,9	1,5	3,3	2,0
<i>Musca autumnalis</i> A		36,4	4,6	6,5	3,9
<i>Musca domestica</i> A		54,1	6,4	26,4	15,9
<i>Musca domestica</i> i		11,6	1,5	3,1	1,9
PIOPHILIDAE	<i>Piophilidae</i> A	22,4	5,0	5,1	3,1
	<i>Piophilidae</i> i	30,0	3,3	9,5	5,8
	<i>Piophilidae megastigmata</i> i	27,7	2,3	18,6	11,2
	<i>Piophilidae</i> i	24,6	3,0	9,8	5,8
SARCOPHAGIDAE	<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i	19,1	1,8	6,8	4,2
	<i>Sarcophaga melanura</i> A	34,2	5,8	3,8	2,3
	<i>Sarcophaga tibialis</i> A	16,1	3,0	3,1	1,9
	<i>Sarcophaga cf. japonica</i>	40,3	7,6	6,5	3,9

MDRPP: Media de la Duración Relativa del Periodo de Presencia (% del intervalo de muestreo).

MNIPP: Media del Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia.

MPMI: Media del Periodo Máximo Ininterrumpido.

MPMIR: Media del Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo (% del intervalo de muestreo)

ANEXO 4.3.1.(b)
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN GLOBALES. COLEÓPTEROS.

		MDRPP (%)	MNIPP	MPMI	MPMIR %
ANTHICIDAE	<i>Hirticollis hispidus</i>	15,9	1,9	2,4	1,4
	<i>Hirticollis quadriguttatus</i>	17,1	1,9	1,0	0,6
CHOLEVIDAE	<i>Catops coracinus</i>	19,7	3,1	5,3	3,2
	<i>Ptomaphagus tenuicornis</i>	9,9	2,0	7,5	4,6
CLERIDAE	<i>Necrobia rufipes</i> A	76,4	3,6	92,0	55,1
	<i>Necrobia rufipes</i> i	13,6	1,3	7,9	4,7
	<i>Necrobia violacea</i>	12,2	1,8	4,9	3,0
	<i>Necrobia sp</i> i	20,6	2,4	4,4	2,6
DERMESTIDAE	<i>Dermestes frischii</i> A	71,3	2,4	91,9	55,5
	<i>Dermestes frischii</i> i	66,0	1,9	93,9	56,6
	<i>Dermestes mustelinus</i>	13,3	1,4	4,8	2,8
	<i>Dermestes sardous</i>	10,7	2,3	2,6	1,6
HISTERIDAE	<i>Carcinops pumilio</i>	11,1	2,0	2,5	1,5
	<i>Margarinotus brunneus</i>	22,7	3,0	6,5	4,0
	<i>Saprinus caerulescens</i> A	23,2	4,6	9,5	5,8
	<i>Saprinus detersus</i>	18,8	4,1	5,8	3,5
	<i>Saprinus melas</i>	20,5	3,9	10,1	6,2
	Histeridae i	30,8	3,0	4,8	2,9
NITIDULIDAE	<i>Nitidula carnaria</i> A	42,2	5,6	13,5	8,2
	<i>Nitidula flavomaculata</i> A	71,4	3,1	72,5	43,4
	<i>Nitidula flavomaculata</i> i	20,3	2,3	7,0	4,3
	<i>Nitidula rufipes</i> A	14,5	2,3	11,1	6,9
	Nitidulidae i	39,1	1,9	36,1	21,5
APHODIIDAE	<i>Chilothorax distinctus</i>	35,1	2,8	38,9	23,1
SILPHIDAE	<i>Thanatophilus ruficornis</i> A	54,4	6,5	29,6	17,8
	<i>Thanatophilus ruficornis</i> i	15,9	2,8	2,8	1,7
	<i>Thanatophilus rugosus</i> A	20,0	3,3	5,3	3,3
	<i>Thanatophilus rugosus</i> i	5,3	1,1	2,1	1,3
	<i>Thanatophilus sinuatus</i> A	21,3	4,5	11,8	7,2
	<i>Thanatophilus sp</i> i	30,9	1,3	49,4	29,7
STAPHYLINIDAE	<i>Aleochara bipustulata</i>	55,8	6,4	6,5	3,9
	<i>Aleochara clavicornis</i>	19,6	3,1	8,4	4,9
	<i>Aleochara cuniculorum</i>	38,6	2,9	7,8	4,7
	<i>Anotylus inustus</i>	42,4	6,3	5,1	3,1
	<i>Atheta aeneicollis</i>	5,2	1,4	2,1	1,3
	<i>Creophilus maxillosus</i>	35,3	5,4	7,0	4,2
	<i>Megalinus glabratus</i>	44,7	3,8	11,3	6,6
	<i>Philonthus concinnus</i>	75,7	6,5	28,3	17,1
	<i>Philonthus intermedius</i>	35,9	3,8	6,3	3,8
	Staphylinidae i	33,9	4,8	2,6	1,6
TENEBRIONIDAE	<i>Gonocephalum granulatum</i>	18,2	3,5	2,3	1,4

MDRPP: Media de la Duración Relativa del Periodo de Presencia (% del intervalo de muestreo).

MNIPP: Media del Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia.

MPMI: Media del Periodo Máximo Ininterrumpido.

MPMIR: Media del Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo (% del intervalo de muestreo).

ANEXO 4.3.2. (a)**PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE VERANO. DíPTEROS.**

	N días	DPP	DRP P	N días	DPP	DRP P	DRP P	NIPP	NIPP	NIPP	PMI	PMI	PMI	PMI R	PMI R	
	V1	V1	V2	V2	V2	V	V1	V2	V	V1	V2	V	V1	V2	V	
ANTHOMYIIDAE																
Anthomyiidae sp.	1	1	0,6	0	0	0	0,3	1	0	0,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
CALLIPHORIDAE																
<i>C. vicina</i> A	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
<i>C. vicina</i> i	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
<i>C. vomitoria</i> i	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
<i>Chr. albiceps</i> A	11	35	20,6	18	100	58,8	39,7	4	7	5,5	5	6	5,5	2,9	3,5	3,2
<i>Chr. albiceps</i> i	10	10	5,9	10	10	5,9	5,9	1	1	1	10	10	10	5,9	5,9	5,9
<i>L. sericata</i> A	10	32	18,8	10	123	72,4	45,6	5	7	6	4	3	3,5	2,4	1,8	2,1
<i>L. sericata</i> i	6	17	10	7	18	10,6	10,3	3	2	2,5	4	6	5	2,4	3,5	2,9
MUSCIDAE																
<i>H. aenescens</i> A	11	31	18,2	12	26	15,3	16,8	2	6	4	10	5	7,5	5,9	2,9	4,4
<i>H. aenescens</i> i	2	7	4,1	4	11	6,5	5,3	2	3	2,5	1	2	1,5	0,6	1,2	0,9
<i>M. autumnalis</i> A	13	85	50	11	125	73,5	61,8	7	9	8	6	3	4,5	3,5	1,8	2,6
<i>M. domestica</i> A	34	122	71,8	30	99	58,2	65,0	9	10	9,5	39	16	27,5	22,9	9,4	16,2
<i>M. domestica</i> i	4	6	3,5	8	125	73,5	38,5	2	3	2,5	2	5	3,5	1,2	2,9	2,1
PIOPHILIDAE																
<i>P. casei</i> A	1	1	0,6	1	1	0,6	0,6	1	1	1	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>P. casei</i> i	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
<i>P. megastigmata</i> i	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
Piophilidae i	1	1	0,6	0	0	0	0,3	1	0	0,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
SARCOPHAGIDA																
E																
<i>S. argyrostoma</i> i	0	0	0	1	1	0,6	0,3	0	1	0,5	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
<i>S. melanura</i> A	10	70	41,2	15	74	43,5	42,4	8	10	9	3	6	4,5	1,8	3,5	2,6
<i>S. tibialis</i> A	2	27	15,9	1	1	0,6	8,3	2	1	1,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>Sa.cf. japonica</i>	7	69	40,6	19	76	44,7	42,7	5	11	8	4	10	7	2,4	5,9	4,1

N días: Número de días en los que el taxón está presente

DPP: Duración del Periodo de Presencia

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

NIPP: Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.2. (b)
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE VERANO. COLEÓPTEROS.

	N días V1	DPP V1	DRPP V1	N días V2	DPP V2	DRPP V2	DRPP V	NIPP V1	NIPP V2	NIPP V	PMI V1	PMI V2	PMI V	PMIR V1	PMIR V2	PMIR V
ANTHICIDAE																
<i>H. hispidus</i>	14	68	40	8	50	29,4	34,7	7	5	6	11	6	8,5	6,5	3,5	5,0
<i>H. quadriguttatus</i>	8	72	42,4	8	55	32,4	37,4	6	7	6,5	3	4	3,5	1,8	2,4	2,1
CHOLEVIDAE																
<i>C. coracinus</i>	0	0	0	1	1	0,6	0,3	0	1	0,5	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
<i>P. tenuicornis</i>	0	0	0	1	1	0,6	0,3	0	1	0,5	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
CLERIDAE																
<i>N. rufipes A</i>	55	167	98,2	54	165	97,1	97,7	1	0	0,5	165	165	165	97,1	97,1	97,1
<i>N. rufipes i</i>	8	41	24,1	3	28	16,5	20,3	1	3	2	41	1	21	24,1	0,6	12,4
<i>N. violacea</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>Necrobia sp i</i>	10	80	47,1	5	85	50	48,6	6	2	4	11	8	9,5	6,5	4,7	5,6
DERMESTIDAE																
<i>D. frischii A</i>	53	133	78,2	55	168	98,8	88,5	1	1	1	133	134	133,5	78,2	78,8	78,5
<i>D. frischii i</i>	48	135	79,4	47	127	74,7	77,1	2	1	1,5	132	127	129,5	77,6	74,7	76,2
<i>D. mustelinus</i>	16	26	15,3	15	23	13,5	14,4	2	4	3	17	8	12,5	10,0	4,7	7,4
<i>D. sardous</i>	12	20	11,8	14	23	13,5	12,7	2	5	3,5	10	8	9	5,9	4,7	5,3
HISTERIDAE																
<i>C. pumilio</i>	8	75	44,1	12	64	37,6	40,9	5	5	5	5	10	7,5	2,9	5,9	4,4
<i>M. brunneus</i>	0	0	0	1	1	0,6	0,3	0	1	0,5	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
<i>S. caerulescens A</i>	7	20	11,8	9	20	11,8	11,8	4	4	4	4	6	5	2,4	3,5	2,9
<i>S. detersus</i>	7	19	11,2	6	15	8,8	10,0	6	5	5,5	2	2	2	1,2	1,2	1,2
<i>S. melas</i>	2	3	1,8	6	45	26,5	14,2	2	5	3,5	1	3	2	0,6	1,8	1,2
Histeridae i	0	0	0	2	3	1,8	0,9	0	1	0,5	0	3	1,5	0,0	1,8	0,9
NITIDULIDAE																
<i>N. carnaria A</i>	11	66	38,8	26	98	57,6	48,2	6	9	7,5	12	21	16,5	7,1	12,4	9,7
<i>N. flavomaculata A</i>	17	112	65,9	16	100	58,8	62,4	4	2	3	39	52	45,5	22,9	30,6	26,8
<i>N. flavomaculata i</i>	0	0	0	2	8	4,7	2,4	0	1	0,5	0	8	4	0,0	4,7	2,4
<i>N. rufipes A</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Nitidulidae i	3	42	24,7	2	15	8,8	16,8	2	0	1	1	15	8	0,6	8,8	4,7
APHODIIDAE																
<i>C. distinctus</i>	3	28	16,5	1	1	0,6	8,6	0	0	0	28	1	14,5	16,5	0,6	8,5
SILPHIDAE																
<i>T. ruficornis A</i>	5	41	24,1	5	63	37,1	30,6	2	1	1,5	21	35	28	12,4	20,6	16,5
<i>T. ruficornis i</i>	1	1	0,6	1	1	0,6	0,6	1	0	0,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>T.s rugosus A</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>T. rugosus i</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>T. sinuatus A</i>	5	10	5,9	8	27	15,9	10,9	3	4	3,5	2	5	3,5	1,2	2,9	2,1
<i>Thanatophilus sp i</i>	5	42	24,7	5	42	24,7	24,7	0	0	0	42	42	42	24,7	24,7	24,7

ANEXO 4.3.2. (b) Continuación
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE VERANO. COLEÓPTEROS.

	N días V1	DPP V1	DRPP V1	N días V2	DPP V2	DRPP V2	DRPP V	NIPP V1	NIPP V2	NIPP V	PMI V1	PMI V2	PMI V	PMIR V1	PMIR V2	PMIR V
STAPHYLINIDAE																
<i>Al.bipustulata</i>	23	135	79,4	22	106	62,4	70,9	10	9	9,5	15	13	14	8,8	7,6	8,2
<i>A. clavicornis</i>	19	61	35,9	19	49	28,8	32,4	8	4	6	15	20	17,5	8,8	11,8	10,3
<i>A. cuniculorum</i>	4	155	91,2	3	9	5,3	48,3	2	2	2	15	2	8,5	8,8	1,2	5,0
<i>An.inustus</i>	1	1	0,6	2	88	51,8	26,2	1	2	1,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>Ath.aeneicollis</i>	0	0	0	1	1	0,6	0,3	0	1	0,5	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
<i>Cre. maxillosus</i>	4	8	4,7	5	133	78,2	41,5	2	3	2,5	3	3	3	1,8	1,8	1,8
<i>Me. glabratus</i>	7	165	97,1	5	151	88,8	93,0	2	3	2,5	35	14	24,5	20,6	8,2	14,4
<i>Phi.concinnus</i>	18	142	83,5	22	127	74,7	79,1	5	6	5,5	9	18	13,5	5,3	10,6	7,9
<i>Phil. intermedius</i>	2	139	81,8	5	5	2,9	42,4	2	1	1,5	1	5	3	0,6	2,9	1,8
Staphylinidae i	5	86	50,6	9	73	42,9	46,8	5	5	5	1	8	4,5	0,6	4,7	2,6
TENEBRIONIDAE																
<i>Go. granulatum</i>	10	69	40,6	10	79	46,5	43,6	6	9	7,5	6	2	4	3,5	1,2	2,4

N días: Número de días en los que el taxón está presente

DPP: Duración del Periodo de Presencia

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

NIPP: Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.3. (a)**PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE OTOÑO. DíPTEROS.**

	N días	DP P	DRP P	N días	DP P	DRPP O2	DRPP O	NIP P	NIP P	NIP P	PM I	PM I	PMI O	PMI R	PMIR O2	PMIR O
	O1	O1	O1	O2	O2	O2	O	O1	O2	O	O1	O2	O	O1	O2	O
ANTHOMYIIDAE																
Anthomyiidae sp.	4	27	16	1	1	0,6	8,3	3	1	2	4	1	2,5	2,4	0,6	1,5
CALLIPHORIDAE																
<i>C. vicina</i> A	9	63	37,3	11	62	36,7	37,0	6	7	6,5	4	8	6	2,4	4,7	3,6
<i>C. vicina</i> i	12	83	49,1	17	103	60,9	55,0	8	9	8,5	6	11	8,5	3,6	6,5	5,0
<i>C. vomitoria</i> i	10	46	27,2	8	51	30,2	28,7	4	5	4,5	14	8	11	8,3	4,7	6,5
<i>Chr. albiceps</i> A	26	44	26	30	49	29	27,5	5	4	4,5	12	24	18	7,1	14,2	10,7
<i>Chr. albiceps</i> i	26	59	34,9	28	58	34,3	34,6	6	4	5	17	26	21,5	10,1	15,4	12,7
<i>L. sericata</i> A	28	67	39,6	31	60	35,5	37,6	8	7	7,5	9	15	12	5,3	8,9	7,1
<i>L. sericata</i> i	49	101	59,8	50	105	62,1	61,0	4	4	4	66	63	64,5	39,1	37,3	38,2
MUSCIDAE																
<i>H. aenescens</i> A	5	20	11,8	3	4	2,4	7,1	4	2	3	2	2	2	1,2	1,2	1,2
<i>H. aenescens</i> i	0	0	0	5	6	3,6	1,8	0	2	1	0	4	2	0,0	2,4	1,2
<i>M. autumnalis</i> A	23	42	24,9	27	49	29	27,0	7	5	6	9	18	13,5	5,3	10,7	8,0
<i>M. domestica</i> A	28	58	34,3	30	64	37,9	36,1	6	6	6	18	18	18	10,7	10,7	10,7
<i>M. domestica</i> i	2	3	1,8	3	5	3	2,4	2	2	2	1	2	1,5	0,6	1,2	0,9
PIOPHILIDAE																
<i>P. casei</i> A	2	12	7,1	3	14	8,3	7,7	2	3	2,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>P. casei</i> i	8	67	39,6	8	69	40,8	40,2	4	5	4,5	12	5	8,5	7,1	3,0	5,0
<i>P. megastigmata</i> i	17	81	47,9	20	78	46,2	47,1	4	2	3	28	74	51	16,6	43,8	30,2
Piophilidae i	11	90	53,3	10	110	65,1	59,2	5	4	4,5	22	30	26	13,0	17,8	15,4
SARCOPHAGIDAE																
<i>S. argyrosto.</i> i	1	1	0,6	3	4	2,4	1,5	1	2	1,5	1	2	1,5	0,6	1,2	0,9
<i>S. melanura</i> A	5	22	13	4	19	11,2	12,1	5	3	4	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>S. tibialis</i> A	8	17	10,1	6	19	11,2	10,7	5	3	4	3	3	3	1,8	1,8	1,8
<i>Sa.cf. japonica</i>	12	46	27,2	22	60	35,5	31,4	7	10	8,5	3	6	4,5	1,8	3,6	2,7

N días: Número de días en los que el taxón está presente **NIPP:** Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

DPP: Duración del Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.3. (b)
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE OTOÑO. COLEÓPTEROS.

	N días	DPP	DRP P	N días	DPP	DRP P	DRP P	NIPP	NIPP	NIPP	PMI	PMI	PMI	PMI R	PMI R	PMI R
	O1	O1	O1	O2	O2	O2	O	O1	O2	O	O1	O2	O	O1	O2	O
ANTHICIDAE																
<i>H. hispidus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>H. quadriguttatus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
CHOLEVIDAE																
<i>C. coracinus</i>	5	11	6,5	4	107	63,3	34,9	1	4	2,5	11	1	6	6,5	0,6	3,6
<i>P.s tenuicornis</i>	0	0	0	1	1	0,6	0,3	0	0	0	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
CLERIDAE																
<i>N.rufipes A</i>	41	140	82,8	39	90	53,3	68,1	8	6	7	42	51	46,5	24,9	30,2	27,5
<i>N.rufipes i</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>N.violacea</i>	1	1	0,6	2	15	8,9	4,8	1	0	0,5	1	15	8	0,6	8,9	4,7
<i>Necrobia sp i</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
DERMESTIDAE																
<i>D. frischii A</i>	34	77	45,6	33	62	36,7	41,2	6	5	5,5	24	16	20	14,2	9,5	11,8
<i>D.frischii i</i>	33	112	66,3	30	61	36,1	51,2	5	4	4,5	40	31	35,5	23,7	18,3	21,0
<i>D. mustelinus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>D.sardous</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
HISTERIDAE																
<i>C.pumilio</i>	4	7	4,1	3	4	2,4	3,3	3	2	2,5	2	2	2	1,2	1,2	1,2
<i>M.brunneus</i>	3	12	7,1	8	47	27,8	17,5	3	4	3,5	1	7	4	0,6	4,1	2,4
<i>S. caerulescens A</i>	17	35	20,7	22	39	23,1	21,9	5	7	6	10	7	8,5	5,9	4,1	5,0
<i>S. detersus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>S.melas</i>	0	0	0	1	1	0,6	0,3	0	1	0,5	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
Histeridae i	2	150	88,8	0	0	0	44,4	1	0	0,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
NITIDULIDAE																
<i>N.carnaria A</i>	1	1	0,6	4	29	17,2	8,9	1	4	2,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>N. flavomaculata A</i>	57	163	96,4	56	162	95,9	96,2	0	0	0	163	162	162	96,4	95,9	96,2
<i>N.flavomaculata i</i>	3	62	36,7	4	64	37,9	37,3	3	3	3	1	3	2	0,6	1,8	1,2
<i>N. rufipes A</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Nitidulidae i	34	138	81,7	37	145	85,8	83,8	1	2	1,5	102	120	111	60,4	71,0	65,7
APHODIIDAE																
<i>C.distinctus</i>	30	126	74,6	32	132	78,1	76,4	0	1	0,5	126	128	127	74,6	75,7	75,1
SILPHIDAE																
<i>T.ruficornis A</i>	32	161	95,3	39	162	95,9	95,6	9	13	11	30	61	45,5	17,8	36,1	26,9
<i>T.ruficornis i</i>	6	70	41,4	2	29	17,2	29,3	4	2	3	8	1	4,5	4,7	0,6	2,7
<i>T. rugosus A</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>T.rugosus i</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>T.sinuatus A</i>	3	5	3	2	15	8,9	6,0	3	2	2,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>Thanatophilus sp i</i>	31	110	65,1	19	52	30,8	48,0	1	1	1	110	52	81	65,1	30,8	47,9

N días: Número de días en los que el taxón está presente

DPP: Duración del Periodo de Presencia

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

NIPP: Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.3. (b) continuación
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE OTOÑO. COLEÓPTEROS.

	N días	DPP	DRP P	N días	DPP	DRP P	DRP P	NIPP	NIPP	NIPP	PMI	PMI	PMI	PMI R	PMI R	PMI R
	O1	O1	O1	O2	O2	O2	O	O1	O2	O	O1	O2	O	O1	O2	O
STAPHYLINIDAE																
<i>Al.bipustulata</i>	17	121	71,6	19	114	67,5	69,6	8	9	8,5	8	8	8	4,7	4,7	4,7
<i>A. clavicornis</i>	18	22	13	17	17	10,1	11,6	5	1	3	12	17	14,5	7,1	10,1	8,6
<i>A. cuniculorum</i>	4	111	65,7	0	0	0	32,9	3	0	1,5	5	0	2,5	3,0	0,0	1,5
<i>An.inustus</i>	6	111	65,7	5	97	57,4	61,6	4	4	4	3	2	2,5	1,8	1,2	1,5
<i>Ath.aeneicollis</i>	1	1	0,6	2	22	13	6,8	1	2	1,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>Cre. maxillosus</i>	25	60	35,5	27	60	35,5	35,5	7	8	7,5	13	11	12	7,7	6,5	7,1
<i>Me. glabratus</i>	20	120	71	33	162	95,9	83,5	10	11	10,5	15	23	19	8,9	13,6	11,2
<i>Phi.concinnus</i>	36	164	97	45	165	97,6	97,3	11	5	8	23	58	40,5	13,6	34,3	24,0
<i>Phil. intermedius</i>	7	112	66,3	14	116	68,6	67,5	5	6	5,5	3	13	8	1,8	7,7	4,7
Staphylinidae i	2	37	21,9	5	9	5,3	13,6	2	4	3	1	2	1,5	0,6	1,2	0,9
TENEBRIONIDAE																
<i>Go. granulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0

N días: Número de días en los que el taxón está presente

DPP: Duración del Periodo de Presencia

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

NIPP: Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.4. (α)
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE INVIERNO. DíPTEROS.

	N días I1	DPP I1	DRPP I1	N días I2	DPP I2	DRPP I2	DRPP I	NIPP I1	NIPP I2	NIPP I	PMI I1	PMI I2	PMI I	PMIR I1	PMIR I2	PMIR I
ANTHOMYIIDAE																
Anthomyiidae sp.	16	62	38,5	14	104	64,6	51,6	11	11	11	6	2	4	3,7	1,2	2,5
CALLIPHORIDAE																
<i>C. vicina</i> A	31	125	77,6	45	119	73,9	75,8	15	14	14,5	10	38	24	6,2	23,6	14,9
<i>C. vicina</i> i	53	84	52,2	70	97	60,2	56,2	5	4	4,5	52	88	70	32,3	54,7	43,5
<i>C. vomitoria</i> i	14	28	17,4	16	102	63,4	40,4	4	6	5	9	10	9,5	5,6	6,2	5,9
<i>Ch. albiceps</i> A	5	9	5,6	6	9	5,6	5,6	2	1	1,5	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7
<i>Ch. albiceps</i> i	5	9	5,6	6	9	5,6	5,6	2	1	1,5	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7
<i>L. sericata</i> A	37	89	55,3	40	125	77,6	66,5	8	8	8	27	19	23	16,8	11,8	14,3
<i>L. sericata</i> i	21	86	53,4	32	86	53,4	53,4	5	7	6	29	41	35	18,0	25,5	21,7
MUSCIDAE																
<i>H. aenescens</i> A	13	73	45,3	16	73	45,3	45,3	4	4	4	12	18	15	7,5	11,2	9,3
<i>H. aenescens</i> i	5	9	5,6	6	9	5,6	5,6	2	1	1,5	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7
<i>M. autumnalis</i> A	8	21	13	7	64	39,8	26,4	4	2	3	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7
<i>M. domestica</i> A	7	64	39,8	11	69	42,9	41,4	4	4	4	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7
<i>M. domestica</i> i	5	9	5,6	6	9	5,6	5,6	2	1	1,5	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7
PIOPHILIDAE																
<i>P. casei</i> A	21	83	51,6	22	83	51,6	51,6	10	10	10	8	9	8,5	5,0	5,6	5,3
<i>P. casei</i> i	12	86	53,4	15	90	55,9	54,7	7	3	5	6	18	12	3,7	11,2	7,5
<i>P. megastigmata</i> i	9	76	47,2	19	90	55,9	51,6	4	2	3	6	32	19	3,7	19,9	11,8
Piophilidae i	3	18	11,2	8	39	24,2	17,7	3	3	3	1	8	4,5	0,6	5,0	2,8
SARCOPHAGIDAE																
<i>S. argyrostoma</i> i	18	113	70,2	16	87	54	62,1	5	3	4	27	22	24,5	16,8	13,7	15,2
<i>S. melanura</i> A	7	58	36	9	26	16,1	26,1	4	4	4	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7
<i>S. tibialis</i> A	7	58	36	9	71	44,1	40,1	4	4	4	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7
<i>Sl. cf. japonica</i>	9	62	38,5	15	73	45,3	41,9	5	8	6,5	6	9	7,5	3,7	5,6	4,7

N días: Número de días en los que el taxón está presente

DPP: Duración del Periodo de Presencia

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

NIPP: Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.4. (b)**PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE INVIERNO. COLEÓPTEROS.**

	N días			N días			DRPP	NIPP	NIPP	NIPP	PMI		PMIR			
	I1	I1	I1	I2	I2	I2					I	I1	I2	I	I1	I2
ANTHICIDAE																
<i>H. hispidus</i>	1	1	0,6	0	0	0	0,3	1	0	0,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
<i>H. quadriguttatus</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
CHOLEVIDAE																
<i>C. coracinus</i>	11	48	29,8	17	54	33,5	31,7	5	7	6	6	14	10	3,7	8,7	6,2
<i>P.s tenuicornis</i>	9	29	18	11	35	21,7	19,9	2	4	3	16	13	14,5	9,9	8,1	9,0
CLERIDAE																
<i>N.rufipes</i> A	21	76	47,2	27	96	59,6	53,4	3	7	5	39	33	36	24,2	20,5	22,4
<i>N.rufipes</i> i	2	15	9,3	6	18	11,2	10,3	1	0	0,5	1	18	9,5	0,6	11,2	5,9
<i>N.violacea</i>	3	24	14,9	12	66	41	28,0	2	7	4,5	4	10	7	2,5	6,2	4,3
<i>Necrobia</i> sp i	3	15	9,3	5	18	11,2	10,3	2	3	2,5	1	7	4	0,6	4,3	2,5
DERMESTIDAE																
<i>D. frischii</i> A	49	99	61,5	48	98	60,9	61,2	0	0	0	99	98	98,5	61,5	60,9	61,2
<i>D.frischii</i> i	34	82	50,9	33	81	50,3	50,6	2	1	1,5	71	71	71	44,1	44,1	44,1
<i>D. mustelinus</i>	1	1	0,6	3	67	41,6	21,1	1	2	1,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>D.sardous</i>	2	7	4,3	0	0	0	2,2	2	0	1	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
HISTERIDAE																
<i>C.pumilio</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>M.brunneus</i>	24	105	65,2	27	98	60,9	63,1	9	2	5,5	12	23	17,5	7,5	14,3	10,9
<i>S. caerulescens</i> A	10	61	37,9	14	47	29,2	33,6	5	3	4	13	14	13,5	8,1	8,7	8,4
<i>S. detersus</i>	14	88	54,7	15	80	49,7	52,2	9	8	8,5	3	8	5,5	1,9	5,0	3,4
<i>S.melas</i>	28	83	51,6	34	71	44,1	47,9	6	4	5	22	38	30	13,7	23,6	18,6
Histeridae i	8	78	48,4	17	102	63,4	55,9	6	8	7	8	11	9,5	5,0	6,8	5,9
NITIDULIDAE																
<i>N.carnaria</i> A	20	75	46,6	15	67	41,6	44,1	6	4	5	29	18	23,5	18,0	11,2	14,6
<i>N. flavomaculata</i> A	50	103	64	64	126	78,3	71,2	6	4	5	58	92	75	36,0	57,1	46,6
<i>N.flavomaculata</i> i	14	40	24,8	12	76	47,2	36,0	3	5	4	29	14	21,5	18,0	8,7	13,4
<i>N. rufipes</i> A	25	57	35,4	25	81	50,3	42,9	3	6	4,5	47	38	42,5	29,2	23,6	26,4
Nitidulidae i	26	77	47,8	22	82	50,9	49,4	3	5	4	24	19	21,5	14,9	11,8	13,4
APHODIIDAE																
<i>C.distinctus</i>	19	56	34,8	17	94	58,4	46,6	7	8	7,5	14	9	11,5	8,7	5,6	7,1
SILPHIDAE																
<i>T.ruficornis</i> A	38	106	65,8	45	110	68,3	67,1	8	10	9	34	34	34	21,1	21,1	21,1
<i>T.ruficornis</i> i	9	50	31,1	16	58	36	33,6	6	8	7	3	7	5	1,9	4,3	3,1
<i>T. rugosus</i> A	26	94	58,4	23	105	65,2	61,8	6	8	7	16	22	19	9,9	13,7	11,8
<i>T.rugosus</i> i	7	41	25,5	10	26	16,1	20,8	3	5	4	7	9	8	4,3	5,6	5,0
<i>T.sinuatus</i> A	24	44	27,3	26	85	52,8	40,1	5	9	7	24	22	23	14,9	13,7	14,3
<i>Thanatophilus</i> sp i	34	60	37,3	34	64	39,8	38,6	2	2	2	58	58	58	36,0	36,0	36,0

N días: Número de días en los que el taxón está presente**DPP:** Duración del Periodo de Presencia**DRPP:** Duración Relativa del Periodo de Presencia**NIPP:** Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia**PMI:** Periodo Máximo Ininterrumpido**PMIR:** Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.4. (b) continuación
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE INVIERNO. COLEÓPTEROS.

	N días	DPP	DRP P	N días	DPP	DRP P	DRP P	NIPP	NIPP	NIPP	PMI	PMI	PMI	PMI R	PMI R	PMI R
	I1	I1	I1	I2	I2	I2	I	I1	I2	I	I1	I2	I	I1	I2	I
STAPHYLINIDAE																
<i>Al.bipustulata</i>	5	76	47,2	6	84	52,2	49,7	4	4	4	1	3	2	0,6	1,9	1,2
<i>A. clavicornis</i>	4	32	19,9	0	0	0	10,0	4	0	2	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
<i>A. cuniculorum</i>	10	96	59,6	11	84	52,2	55,9	6	3	4,5	9	22	15,5	5,6	13,7	9,6
<i>An.inustus</i>	23	83	51,6	15	70	43,5	47,6	10	10	10	13	7	10	8,1	4,3	6,2
<i>Ath.aeneicollis</i>	6	24	14,9	6	18	11,2	13,1	2	3	2,5	7	5	6	4,3	3,1	3,7
<i>Cre. maxillosus</i>	17	87	54	16	78	48,4	51,2	10	9	9,5	15	6	10,5	9,3	3,7	6,5
<i>Me. glabratus</i>	1	1	0,6	2	6	3,7	2,2	1	2	1,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>Phi.concinnus</i>	42	109	67,7	42	93	57,8	62,8	7	6	6,5	24	50	37	14,9	31,1	23,0
<i>Phil. intermedius</i>	18	44	27,3	23	39	24,2	25,8	7	4	5,5	7	18	12,5	4,3	11,2	7,8
Staphylinidae i	11	100	62,1	7	77	47,8	55,0	7	7	7	5	1	3	3,1	0,6	1,9
TENEBRIONIDAE																
<i>Go. granulatum</i>	4	29	18	4	19	11,8	14,9	4	2	3	1	7	4	0,6	4,3	2,5

N días: Número de días en los que el taxón está presente

DPP: Duración del Periodo de Presencia

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

NIPP: Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.5. (a)**PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE PRIMAVERA. DíPTEROS.**

	N días	DP P	DRP P	N días	DP P	DRP P	DRPP P	NIP P	NIP P	NIP P	PM I	PM I	PMI R	PMI R	PMIR P	
	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P	P1	P2	P	P1	P2	P	P1	P2	P
ANTHOMYIIDAE																
Anthomyiidae sp.	9	36	22	12	39	23,8	22,9	6	9	7,5	3	3	3	1,8	1,8	1,8
CALLIPHORIDAE																
<i>C. vicina</i> A	21	52	31,7	25	61	37,2	34,5	6	7	6,5	10	15	12,5	6,1	9,1	7,6
<i>C. vicina</i> i	27	40	24,4	29	95	57,9	41,2	5	5	5	22	22	22	13,4	13,4	13,4
<i>C.vomitória</i> i	18	31	18,9	21	29	17,7	18,3	4	3	3,5	17	20	18,5	10,4	12,2	11,3
<i>Ch. albiceps</i> A	1	1	0,6	2	22	13,4	7,0	1	2	1,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>Ch. albiceps</i> i	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>L.sericata</i> A	39	67	40,9	47	143	87,2	64,1	4	6	5	46	66	56	28,0	40,2	34,1
<i>L.sericata</i> i	32	47	28,7	37	74	45,1	36,9	3	4	3,5	36	43	39,5	22,0	26,2	24,1
MUSCIDAE																
<i>H. aenescens</i> A	11	38	23,2	7	31	18,9	21,1	5	5	5	7	3	5	4,3	1,8	3,0
<i>H.aenescens</i> i	5	9	5,5	0	0	0	2,8	2	0	1	4	0	2	2,4	0,0	1,2
<i>M.autumnalis</i> A	0	0	0	3	0	61	30,5	0	3	1,5	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
<i>M. domestica</i> A	14	120	73,2	17	122	74,4	73,8	6	6	6	49	56	52,5	29,9	34,1	32,0
<i>M.domestica</i> i	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
PIOPHILIDAE																
<i>P. casei</i> A	12	33	20,1	15	64	39	29,6	5	8	6,5	12	8	10	7,3	4,9	6,1
<i>P.casei</i> i	14	29	17,7	16	53	32,3	25,0	2	5	3,5	21	14	17,5	12,8	8,5	10,7
<i>P. megastigmata</i> i	3	8	4,9	5	32	19,5	12,2	2	4	3	4	5	4,5	2,4	3,0	2,7
Piophilidae i	5	15	9,1	13	54	32,9	21,0	3	5	4	5	11	8	3,0	6,7	4,9
SARCOPHAGIDAE																
<i>S. argyrostoma</i> i	0	0	0	2	41	25	12,5	0	2	1	0	1	0,5	0,0	0,6	0,3
<i>S.melanura</i> A	4	44	26,8	10	141	86	56,4	3	9	6	2	2	2	1,2	1,2	1,2
<i>S.tibialis</i> A	2	5	3	3	13	7,9	5,5	2	3	2,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>Sl. cf. japonica</i>	8	30	18,3	21	119	72,6	45,5	6	9	7,5	5	9	7	3,0	5,5	4,3

N días: Número de días en los que el taxón está presente **NIPP:** Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

DPP: Duración del Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.5. (b)**PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE PRIMAVERA. COLEÓPTEROS.**

	N días	DPP	DRPP	N días	DPP	DRPP	DRPP	NIPP	NIPP	NIPP	PMI	PMI	PMI	PMIR	PMIR	PMIR
	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P	P1	P2	P	P1	P2	P	P1	P2	P
ANTHICIDAE																
<i>H. hispidus</i>	2	94	57,3	0	0	0	28,7	2	0	1	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
<i>H. quadriguttatus</i>	2	101	61,6	0	0	0	30,8	2	0	1	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
CHOLEVIDAE																
<i>C. coracinus</i>	15	32	19,5	2	7	4,3	11,9	5	2	3,5	8	1	4,5	4,9	0,6	2,7
<i>P.s tenuicornis</i>	14	27	16,5	11	36	22	19,3	2	7	4,5	22	7	14,5	13,4	4,3	8,8
CLERIDAE																
<i>N. rufipes</i> A	40	143	87,2	32	140	85,4	86,3	2	2	2	126	115	120,5	76,8	70,1	73,5
<i>N. rufipes</i> i	1	1	0,6	4	77	47	23,8	1	4	2,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>N. violacea</i>	10	53	32,3	0	0	0	16,2	4	0	2	9	0	4,5	5,5	0,0	2,7
<i>Necrobia sp</i> i	4	11	6,7	4	66	40,2	23,5	2	4	3	7	1	4	4,3	0,6	2,4
DERMESTIDAE																
<i>D. frischii</i> A	47	154	93,9	50	155	94,5	94,2	4	2	3	113	118	115,5	68,9	72,0	70,4
<i>D. frischii</i> i	38	136	82,9	43	143	87,2	85,1	0	0	0	136	143	139,5	82,9	87,2	85,1
<i>D. mustelinus</i>	0	0	0	5	58	35,4	17,7	0	2	1	0	11	5,5	0,0	6,7	3,4
<i>D. sardous</i>	4	50	30,5	5	42	25,6	28,1	4	5	4,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
HISTERIDAE																
<i>C. pumilio</i>	1	1	0,6	0	0	0	0,3	1	0	0,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
<i>M. brunneus</i>	8	20	12,2	2	13	7,9	10,1	3	2	2,5	7	1	4	4,3	0,6	2,4
<i>S. caerulescens</i> A	12	34	20,7	11	50	30,5	25,6	3	6	4,5	15	7	11	9,1	4,3	6,7
<i>S. detersus</i>	12	20	12,2	14	22	13,4	12,8	2	3	2,5	16	15	15,5	9,8	9,1	9,5
<i>S. melas</i>	13	28	17,1	16	37	22,6	19,9	6	7	6,5	8	8	8	4,9	4,9	4,9
Histeridae i	10	24	14,6	7	48	29,3	22,0	4	4	4	9	6	7,5	5,5	3,7	4,6
NITIDULIDAE																
<i>N. carnaria</i> A	13	108	65,9	10	113	68,9	67,4	10	5	7,5	15	11	13	9,1	6,7	7,9
<i>N. flavomaculata</i> A	8	29	17,7	9	154	93,9	55,8	5	4	4,5	6	8	7	3,7	4,9	4,3
<i>N. flavomaculata</i> i	3	18	11	0	0	0	5,5	3	0	1,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
<i>N. rufipes</i> A	7	19	11,6	5	30	18,3	15,0	4	5	4,5	3	1	2	1,8	0,6	1,2
Nitidulidae i	5	21	12,8	0	0	0	6,4	2	0	1	8	0	4	4,9	0,0	2,4
APHODIIDAE																
<i>C. distinctus</i>	4	7	4,3	8	22	13,4	8,9	2	4	3	2	3	2,5	1,2	1,8	1,5
SILPHIDAE																
<i>T. ruficornis</i> A	12	36	22	13	44	26,8	24,4	3	6	4,5	14	8	11	8,5	4,9	6,7
<i>T. ruficornis</i> i	1	1	0,6	0	0	0	0,3	1	0	0,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
<i>T. rugosus</i> A	7	21	12,8	8	38	23,2	18,0	5	7	6	2	2	2	1,2	1,2	1,2
<i>T. rugosus</i> i	1	1	0,6	0	0	0	0,3	1	0	0,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
<i>T. sinuatus</i> A	19	36	22	25	57	34,8	28,4	4	6	5	20	19	19,5	12,2	11,6	11,9
<i>Thanatophilus sp</i> i	21	32	19,5	3	9	5,5	12,5	1	3	2	32	1	16,5	19,5	0,6	10,1

N días: Número de días en los que el taxón está presente**DPP:** Duración del Periodo de Presencia**DRPP:** Duración Relativa del Periodo de Presencia**NIPP:** Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia**PMI:** Periodo Máximo Ininterrumpido**PMIR:** Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

ANEXO 4.3.5. (b) continuación
PARÁMETROS DE COLONIZACIÓN DEL EXPERIMENTO DE PRIMAVERA. COLEÓPTEROS.

	N días	DPP	DRP P	N días	DPP	DRP P	DRP P	NIPP	NIPP	NIPP	PMI	PMI	PMI	PMI R	PMI R	PMI R
	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P	P1	P2	P	P1	P2	P	P1	P2	P
STAPHYLINIDAE																
<i>Al.bipustulata</i>	3	36	22	7	72	43,9	33,0	3	4	3,5	1	3	2	0,6	1,8	1,2
<i>A. clavicornis</i>	3	80	48,8	1	1	0,6	24,7	2	1	1,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>A. cuniculorum</i>	5	36	22	5	21	12,8	17,4	3	4	3,5	6	3	4,5	3,7	1,8	2,7
<i>An.inustus</i>	21	60	36,6	21	52	31,7	34,2	10	9	9,5	8	6	7	4,9	3,7	4,3
<i>Ath.aeneicollis</i>	1	1	0,6	1	1	0,6	0,6	1	1	1	1	1	1	0,6	0,6	0,6
<i>Cre. maxillosus</i>	9	43	26,2	0	0	0	13,1	4	0	2	5	0	2,5	3,0	0,0	1,5
<i>Me. glabratus</i>	1	1	0,6	0	0	0	0,3	1	0	0,5	1	0	0,5	0,6	0,0	0,3
<i>Phi.concinnus</i>	27	52	31,7	24	157	95,7	63,7	4	8	6	33	11	22	20,1	6,7	13,4
<i>Phil. intermedius</i>	3	7	4,3	3	19	11,6	8,0	2	3	2,5	2	1	1,5	1,2	0,6	0,9
Staphylinidae i	5	38	23,2	4	29	17,7	20,5	4	4	4	2	1	1,5	1,2	0,6	0,9
TENEBRIONIDAE																
<i>Go. granulatum</i>	6	46	28	1	1	0,6	14,3	6	1	3,5	1	1	1	0,6	0,6	0,6

N días: Número de días en los que el taxón está presente

DPP: Duración del Periodo de Presencia

DRPP: Duración Relativa del Periodo de Presencia

NIPP: Número de Interrupciones en el Periodo de Presencia

PMI: Periodo Máximo Ininterrumpido

PMIR: Periodo Máximo Ininterrumpido Relativo

4.4 Sucesión de la Entomofauna

4.4 Sucesión de la Entomofauna

Una vez descritos en los capítulos anteriores los procesos de descomposición y la composición faunística, y tras establecer las especies consideradas de potencial utilidad forense, en este último capítulo nuestro objetivo es analizar las posibles asociaciones entre los taxones de insectos y las diferentes etapas de la descomposición, así como su sucesión ecológica a lo largo del tiempo, para poder aplicarlo en aquellos casos reales en los que los cadáveres son encontrados en un estado de descomposición avanzada.

Desde que la Entomología Forense se estableciera como disciplina forense y se señalara la importancia de los estudios a nivel biogeográfico, han sido muchos los estudios de sucesión que se han llevado a cabo en el último siglo a nivel mundial (Ver referencias en el capítulo 4.2. sobre Composición Faunística). En nuestra Península y como ya hemos citado anteriormente en otros capítulos, se han desarrollado estudios previos en Huesca (CASTILLO-MIRALBES, 2002), Murcia (ARNALDOS et al., 2004; BEGOÑA GAMINDE, 2015), Madrid (GARCÍA-ROJO, 2004), Alicante (VELÁSQUEZ, 2011), Badajoz, (PÉREZ-BOTE et al., 2012), Lisboa (PRADO E CASTRO, 2011) y Asturias (PERALTA et al., 2013). No obstante, este es el primer proyecto realizado a tan larga escala temporal en la península y el segundo a nivel europeo junto con otro realizado en Polonia por MAŁDRA et al. (2015).

En primer lugar, para determinar las asociaciones entre los estados de descomposición y las distintas especies de insectos que acuden a lo largo de los mismos, empleamos la técnica de **Análisis de Correspondencias (AC)** como ya hicieron otros autores (FLORES PÉREZ, 2009).

Esta técnica permite establecer una ordenación simultánea del grado de asociación entre los distintos objetos (taxones) y variables (estados de descomposición) descritos en este trabajo. De este modo es posible discriminar a qué estado/s de descomposición se asocia preferentemente cada especie. Los resultados de aplicar esta técnica son evaluados en el llamado mapa de correspondencias, en el cual la distancia entre dos categorías será una medida de su afinidad.

Para realizar el AC se han usado tablas de contingencia elaboradas, para cada experimento o cerdo muestreado, a partir de datos de presencia relativa de cada especie (filas) en cada estado de descomposición (columnas). Las tablas pueden ser consultadas en los Anexos 4.4.1.-4.4.8. Los valores resultantes de aplicar los pertinentes test de hipótesis de Chi-cuadrado a estas tablas en cada estudio nos han permitido inferir que **la presencia relativa de los taxones no es independiente de los estados de descomposición** ($P < 0,001$, $\alpha = 0,05$).

Una vez establecida la no independencia entre las variables, la misma técnica analítica empleada anteriormente nos permitió transformar los datos estandarizados de las diferentes tablas de contingencia en distancias métricas que, representadas en dos dimensiones perpendiculares, constituyen los distintos mapas de correspondencias que se presentarán en este capítulo. Con los datos empleados en este trabajo se ha concluido que dos dimensiones son, en todos los experimentos, suficientes para explicar la mayor parte de la variabilidad total entre filas y columnas (entre un mínimo de 71,5% y un máximo de 91,1%).

Otra de las medidas de interés que resulta del análisis de correspondencias es la **inercia** de cada objeto o variable en cada uno de los experimentos. Este parámetro representa la proporción de la variabilidad total que se le atribuye a cada componente de la tabla de contingencia. De este modo, los taxones con más inercia son los que muestran un patrón de presencia más claramente condicionado por los distintos estados de descomposición; por su parte, un mayor valor de inercia de un estado de descomposición en un determinado estudio simboliza una mayor variedad en el comportamiento de las especies durante dicho estado.

A continuación mostramos los estados de descomposición que han presentado una mayor inercia en cada cerdo muestreado:

Cerdo	Estado de descomposición	% de variabilidad total
V1	Restos	41,07
V2	Restos	35,92
O1	Restos	25,02
O2	Restos	27,87
I1	Restos	38,41
I2	Descomposición Avanzada	36,34
P1	Descomposición Avanzada	45,02
P2	Restos	35,69

En todos los experimentos, los estadios finales de los procesos descomponedores demuestran una mayor inercia o contribución relativa a la variabilidad de las especies.

Por el contrario, el estado de descomposición activa representado como "AC" en la Figura 4.4.1 es el que resulta con la menor inercia en todos los experimentos, debido a que prácticamente todas las especies de interés forense descritas en este estudio están presentes durante dicho estado.

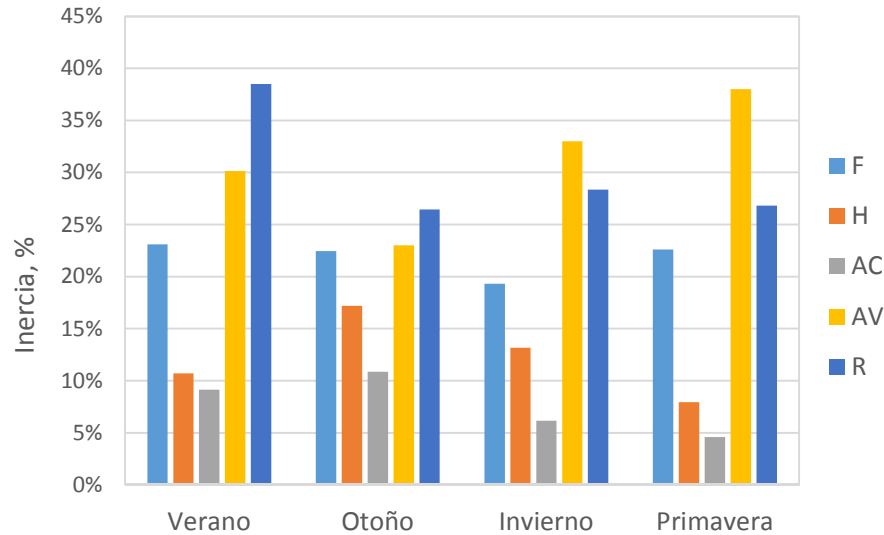


Figura 4.4.1. Barras de inercia promedio de cada estado, por experimento.

Las Figuras 4.4.2-4.4.5 muestran los mapas de correspondencias obtenidos para cada cerdo, mostrando mediante círculos las agrupaciones entre estado y especie para una mejor visualización.

Las agrupaciones por afinidad en los mapas de correspondencias se han establecido en base a la distancia relativa de cada elemento y a su contribución en cada una de las dos dimensiones mostradas. Lamentablemente, en muchos casos no ha sido posible asociar una especie a un único estado de descomposición, al igual que en la mayoría de experimentos no es posible distinguir estadísticamente los estados hinchado y de descomposición activa. Además, el que se hayan establecido determinadas asociaciones con algunos estados de descomposición concretos no significa que las especies no hayan estado presentes durante los demás estados. Lo relevante de este análisis es que muestra qué especies están mejor representadas en tiempo y espacio en relación a un determinado estado de descomposición e incluso época del año (FLORES PÉREZ, 2009).

Las Tablas 4.4.1 y 4.4.2 muestran con mayor claridad las distintas asociaciones obtenidas del análisis de correspondencias.

No obstante, y a pesar de que algunas especies hayan sido asociadas a más de un estado como comentábamos anteriormente, vamos a describir las principales asociaciones entre especies y estados de descomposición halladas en los distintos experimentos, así como la sucesión faunística hallada, cuya representación gráfica, además de en los mapas de correspondencias, aparece en las Figuras 4.4.15-4.4.22. Por otro lado, a pesar de que las especies representadas son las especies de potencial utilidad forense obtenidas en el Capítulo 4.3, haremos mención también sobre datos de otras especies que hemos considerado de interés.

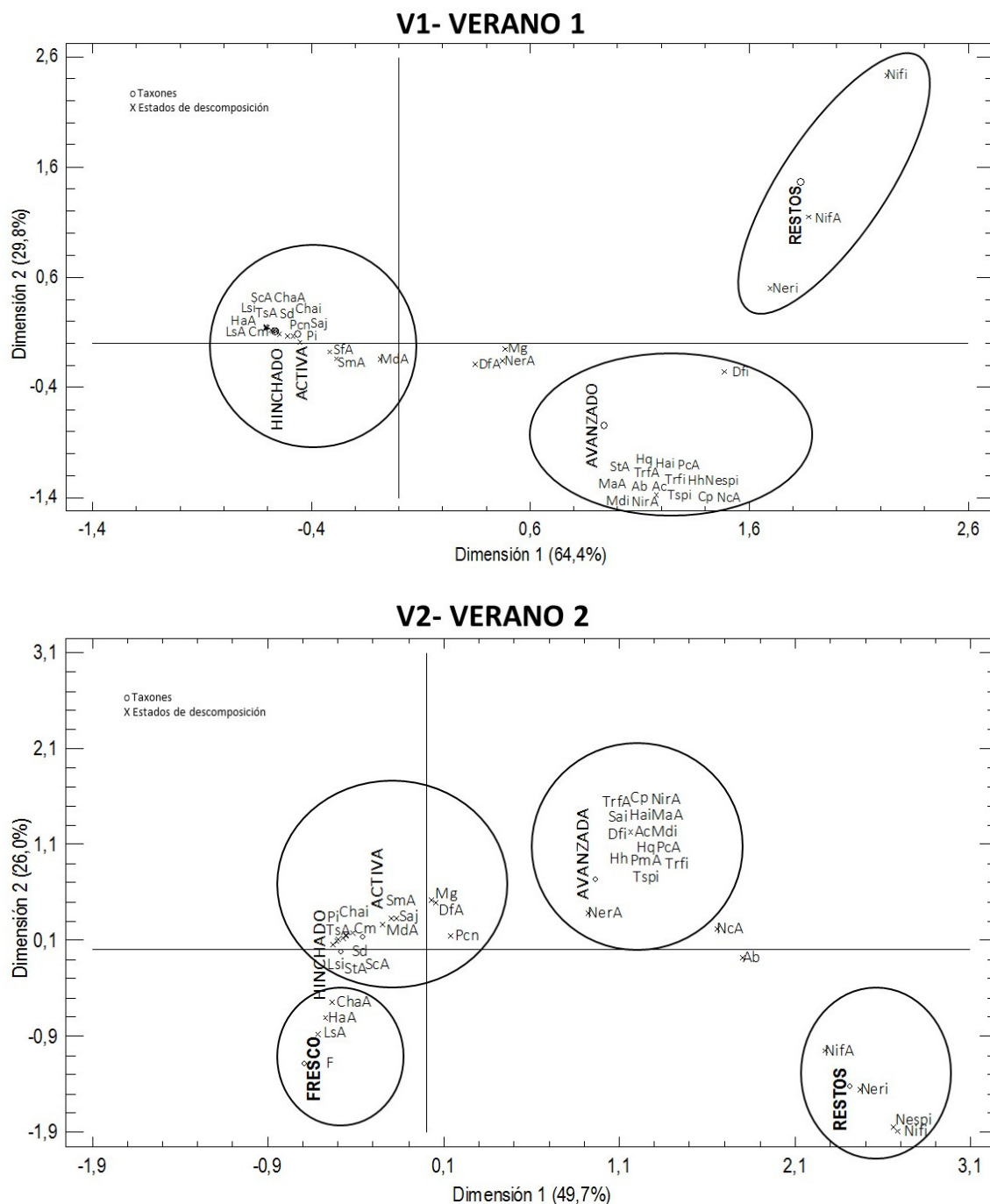


Figura 4.4.2. Mapa de correspondencias entre taxones y estados de descomposición: Verano 1 y Verano 2. o=Taxones; x= Estados de descomposición.

Ab= *Aleochara bipustulata*; Ac= *A. clavicornis*; Cp=*Carcinops pumilio*; ChaA=*Ch. albiceps* A; Chai= *Ch. albiceps* i; Cm= *Creophilus maxillosus*; DfA= *Dermestes frischii* A; Dfi= *Dermestes frischii* i; Hh= *Hirticollis hispidus*; Hq= *H. quadriguttatus*; HaA =*H. aenescens* A; Hai= *H. aenescens* i; Hii= *H. ignava* i; LSA=*L. sericata* A; Lsi=*L. sericata* i; MaA= *M. autumnalis* A; MdA= *M. domestica* A; Mdi= *M. domestica* i; Mg= *Megalinus glabratus*; NerA= *Necrobia rufipes* A; Neri= *N. rufipes* i; Nespi= *Necrobia* sp i; NcA= *Nitidula carnaria*; NifA= *Nitidula flavomaculata* A; Nifi=*N. flavomaculata* i; NirA=*Nitidula rufipes*; Niri= *N. rufipes* i; Pcn= *Philonthus concinnus*; Pi= *P. intermedius*; PcA= *Piophilus casei* A; Pci=*P. casei* i; PmA= *P. megastigmata* A; Pmi= *P. megastigmata* i; Sca= *Saprinus caerulescens*; Sd= *S. detersus*; SfA= *S. furvus* A; Sai= *Sarcophaga argyrostoma*; SmA= *S. melanura* A; StA= *S. tibialis* A; Saj= *Sarcophila cf japonica*; TrfA= *Thanatophilus ruficornis* A; Trfi= *T. ruficornis* i; TrgA= *T. rugosus* A; Trgi= *T. rugosus* i; TsA= *T. sinuatus* A; Tsi= *T. sinuatus* i; Tspi= *Thanatophilus* spi.

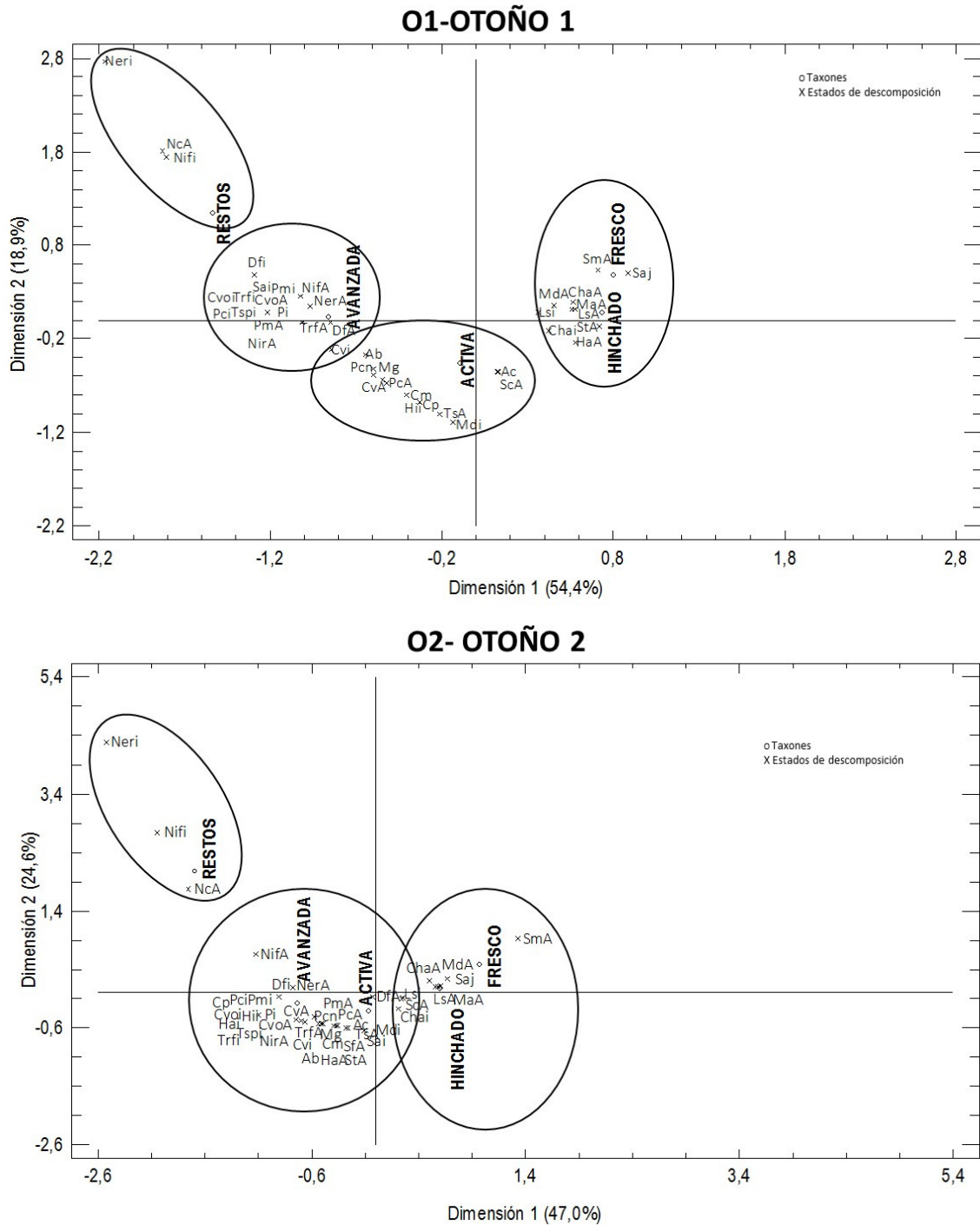


Figura 4.4.3. Mapa de correspondencias entre taxones y estados de descomposición- Otoño 1 y Otoño 2. o=Taxones; x= Estados de descomposición.

Ab= *Aleochara bipustulata*; Ac= *A. clavicornis*; CvA= *Calliphora vicina* A; Cvi= *C. vicina* i; CvoA= *C. vomitoria* A; Cvoi= *C. vomitoria* i; Cp= *Carcinops pumilio*; ChaA= *Ch. albiceps* A; Chai= *Ch. albiceps* i; Cm= *Creophilus maxillosus*; DfA= *Dermestes frischii* A; Dfi= *Dermestes frischii* i; Hh= *Hirticollis hispidus*; Hq= *H. quadriguttatus*; HaA= *H. aenescens* A; Hai= *H. aenescens* i; Hii= *H. ignava* i; LsA= *L. sericata* A; Lsi= *L. sericata* i; MaA= *M. autumnalis* A; MdA= *M. domestica* A; Mdi= *M. domestica* i; Mg= *Megalinus glabratus*; NerA= *Necrobia rufipes* A; Neri= *N. rufipes* i; Nespi= *Necrobia* sp i; NcA= *Nitidula carnaria*; NifA= *Nitidula flavomaculata* A; Nifi= *N. flavomaculata* i; NirA= *Nitidula rufipes*; Niri= *N. rufipes* i; Pcn= *Philonthus concinnus*; Pi= *P. intermedius*; PcA= *Piophilha casei* A; Pci= *P. casei* i; PmA= *P. megastigmata* A; Pmi= *P. megastigmata* i; Sca= *Saprinus caeruleus*; Sd= *S. detersus*; SfA= *S. furvus* A; Sai= *Sarcophaga argyrostoma*; SmA= *S. melanura* A; StA= *S. tibialis* A; Saj= *Sarcophila cf japonica*; TrfA= *Thanatophilus ruficornis* A; Trfi= *T. ruficornis* i; TrgA= *T. rugosus* A; Trgi= *T. rugosus* i; TsA= *T. sinuatus* A; Tsi= *T. sinuatus* i; Tspi= *Thanatophilus* spi.

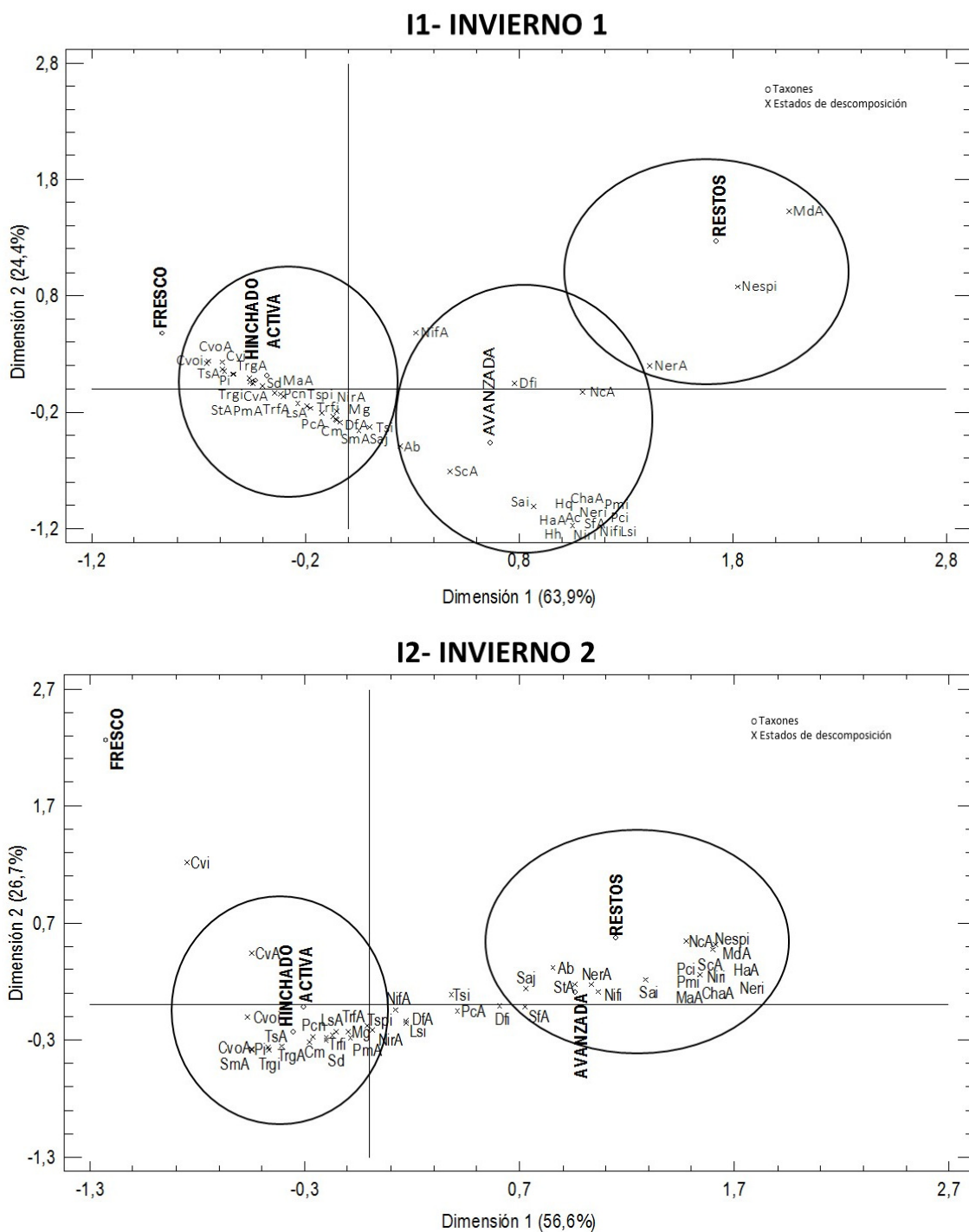


Figura 4.4.4. Mapa de correspondencias entre taxones y estados de descomposición- Invierno 1 y Invierno 2. o=Taxones; x= Estados de descomposición.

Ab= *Aleochara bipustulata*; Ac= *A. clavicornis*; CvA= *Calliphora vicina* A; Cvi= *C. vicina* i; Cvo A= *C. vomitoria* A; Cvoi= *C. vomitoria* i; Cp= *Carcinops pumilio*; ChaA= *Ch. albiceps* A; Chai= *Ch. albiceps* i; Cm= *Creophilus maxillosus*; DfA= *Dermestes frischii* A; Dfi= *Dermestes frischii* i; Hh= *Hirticollis hispidus*; Hq= *H. quadriguttatus*; HaA= *H. aenescens* A; Hai= *H. aenescens* i; Hii= *H. ignava* i; LsA= *L. sericata* A; Lsi= *L. sericata* i; MaA= *M. autumnalis* A; MdA= *M. domestica* A; Mdi= *M. domestica* i; Mg= *Megalinus glabratus*; NerA= *Necrobia rufipes* A; Neri= *N. rufipes* i; Nespi= *Necrobia* sp i; NcA= *Nitidula carnaria*; NifA= *Nitidula flavomaculata* A; Nifi= *N. flavomaculata* i; NirA= *Nitidula rufipes*; Niri= *N. rufipes* i; Pcn= *Philonthus concinnus*; Pi= *P. intermedius*; PcA= *Piophilus casei* A; Pci= *P. casei* i; PmA= *P. megastigmata* A; Pmi= *P. megastigmata* i; Sca= *Saprinus caerulescens*; Sd= *S. detersus*; SfA= *S. furvus* A; Sai= *Sarcophaga argyrostoma*; SmA= *S. melanura* A; StA= *S. tibialis* A; Saj= *Sarcophila cf japonica*; TrfA= *Thanatophilus ruficornis* A; Trfi= *T. ruficornis* i; TrgA= *T. rugosus* A; Trgi= *T. rugosus* i; TsA= *T. sinuatus* A; Tsi= *T. sinuatus* i; Tspi= *Thanatophilus spi*.

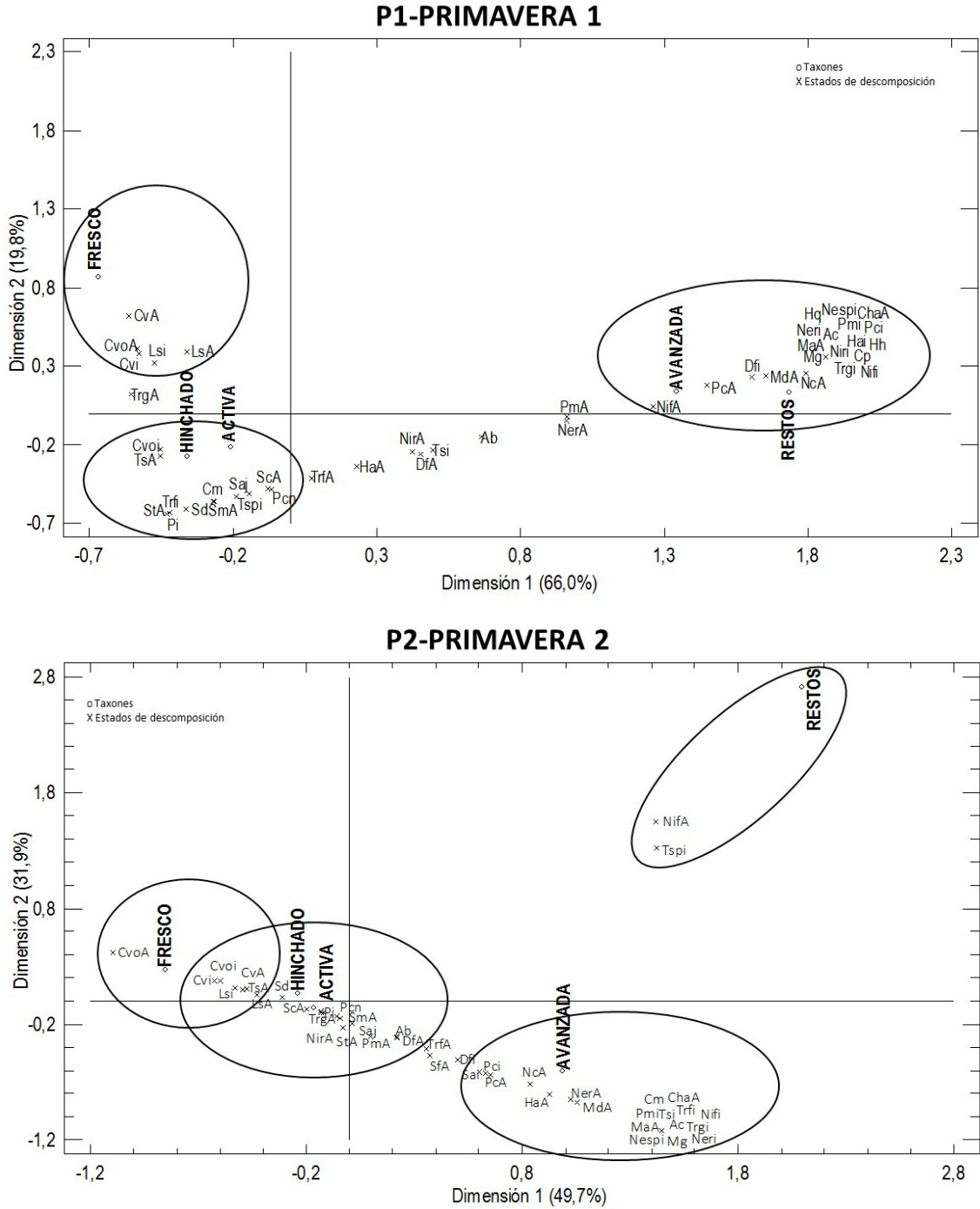


Figura 4.4.5. Mapa de correspondencias entre taxones y estados de descomposición- Primavera 1 y Primavera 2. o=Taxones; x= Estados de descomposición.

Ab= *Aleochara bipustulata*; Ac= *A. clavicornis*; CvA= *Calliphora vicina* A; Cvi= *C. vicina* i; CvoA= *C. vomitoria* A; Cvoi= *C. vomitoria* i; Cp= *Carcinops pumilio*; ChaA= *Ch. albiceps* A; Hai= *H. aenescens* i; Hii= *H. ignava* i; LsA= *L. sericata* A; Lsi= *L. sericata* i; MaA= *M. autumnalis* A; MdA= *M. domestica* A; Mdi= *M. domestica* i; Mg= *Megalinus glabratus*; NerA= *Necrobia rufipes* A; Neri= *N. rufipes* i; Nespi= *Necrobia* sp i; NcA= *Nitidula carnaria*; NifA= *Nitidula flavomaculata* A; Nifi= *N. flavomaculata* i; NirA= *Nitidula rufipes*; Niri= *N. rufipes* i; Pcn= *Philonthus concinnus*; Pi= *P. intermedius*; PcA= *Piophilha casei* A; Pci= *P. casei* i; PmA= *P. megastigmata* A; Pmi= *P. megastigmata* i; Sca= *Saprinus caerulescens*; Sd= *S. detersus*; SfA= *S. furvus* A; Sai= *Sarcophaga argyrostoma*; SmA= *S. melanura* A; StA= *S. tibialis* A; Saj= *Sarcophila cf japonica*; TrfA= *Thanatophilus ruficornis* A; Trfi= *T. ruficornis* i; TrgA= *T. rugosus* A; Trgi= *T. rugosus* i; TsA= *T. sinuatus* A; Tsi= *T. sinuatus* i; Tspi= *Thanatophilus spi*.

Tabla 4.4.1. Dípteros asociados a los distintos estados de descomposición de acuerdo con el Análisis de Correspondencias.

DIPTERA	FRESCO								HINCHADO								DESC. ACTIVA								DESC. AVANZADA								RESTOS							
	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2	V1	V2	O1	O2	I1	I2	P1	P2
<i>Calliphora vicina</i> A					x		x	x					x			x					x	x		x					x	x										
<i>Calliphora vicina</i> i					x			x					x			x					x			x					x	x										
<i>Calliphora vomitoria</i> A					x			x					x	x							x	x							x											
<i>Calliphora vomitoria</i> i					x			x					x	x	x	x					x	x		x					x											
<i>Chrysomyia albiceps</i> A		x	x	x					x	x	x	x					x												x	x	x	x								
<i>Chrysomyia albiceps</i> i									x	x	x	x					x	x		x																				
<i>Lucilia sericata</i> A		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x																
<i>Lucilia sericata</i> i						x	x	x	x	x		x			x	x	x	x											x											
<i>Hydrotaea aenescens</i> A		x	x						x		x						x			x									x	x	x		x							
<i>Hydrotaea aenescens</i> i																									x	x		x				x								
<i>Hydrotaea ignava</i> i																			x									x												
<i>Musca autumnalis</i> A			x	x							x	x	x								x				x	x				x	x	x								
<i>Musca domestica</i> A									x	x	x						x													x	x						x		x	
<i>Musca domestica</i> i																			x	x					x	x														
<i>Piophilidae casei</i> A													x								x	x			x	x		x			x	x								
<i>Piophilidae casei</i> i																												x	x	x	x	x							x	
<i>Piophilidae megastigmata</i> A													x	x		x					x	x		x	x	x														
<i>Piophilidae megastigmata</i> i																												x	x	x	x	x								
<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i																				x					x			x	x		x									
<i>Sarcophaga melanura</i> A			x	x						x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x																
<i>Sarcophaga cf japonica</i>			x	x						x	x	x	x				x	x												x										
<i>Sarcophaga tibialis</i> A			x		x					x	x		x	x	x		x								x	x			x											



Figura 4.4.6. Sucesión del experimento 1 de verano (V1) (■ adultos; ■ inmaduros)



Figura 4.4.7. Sucesión del experimento 2 de verano (V2) (■ adultos; ■ inmaduros)



Figura 4.4.8. Sucesión del experimento 1 de otoño (O1) (■ adultos; ■ inmaduros)



Figura 4.4.9. Sucesión del experimento 2 de otoño (O2) (■ adultos; ■ inmaduros)

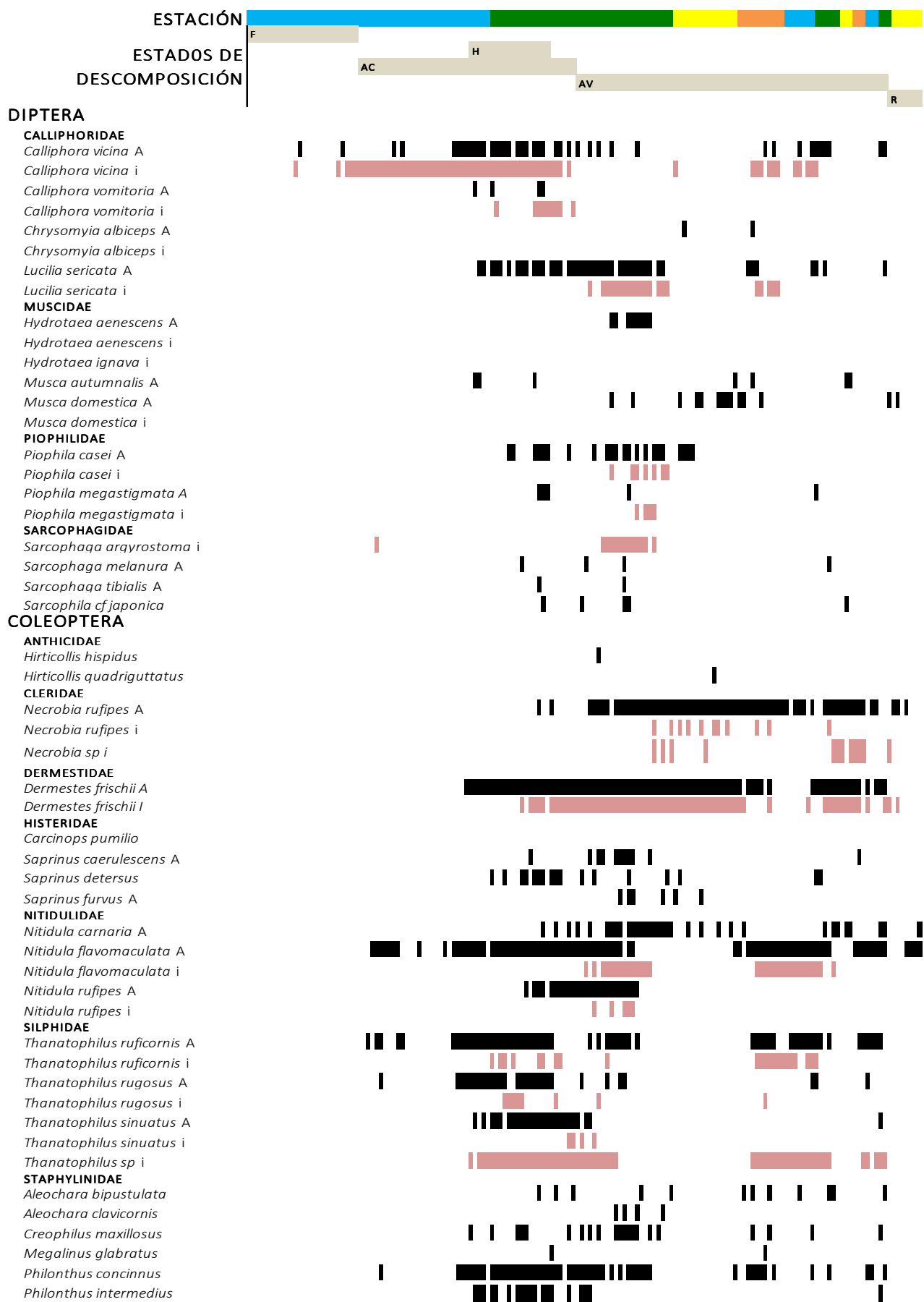


Figura 4.4.10. Sucesión del experimento 1 de invierno (I1) (■ adultos; ■ inmaduros)



Figura 4.4.11. Sucesión del experimento 2 de invierno (I2) (■ adultos; ■ inmaduros)

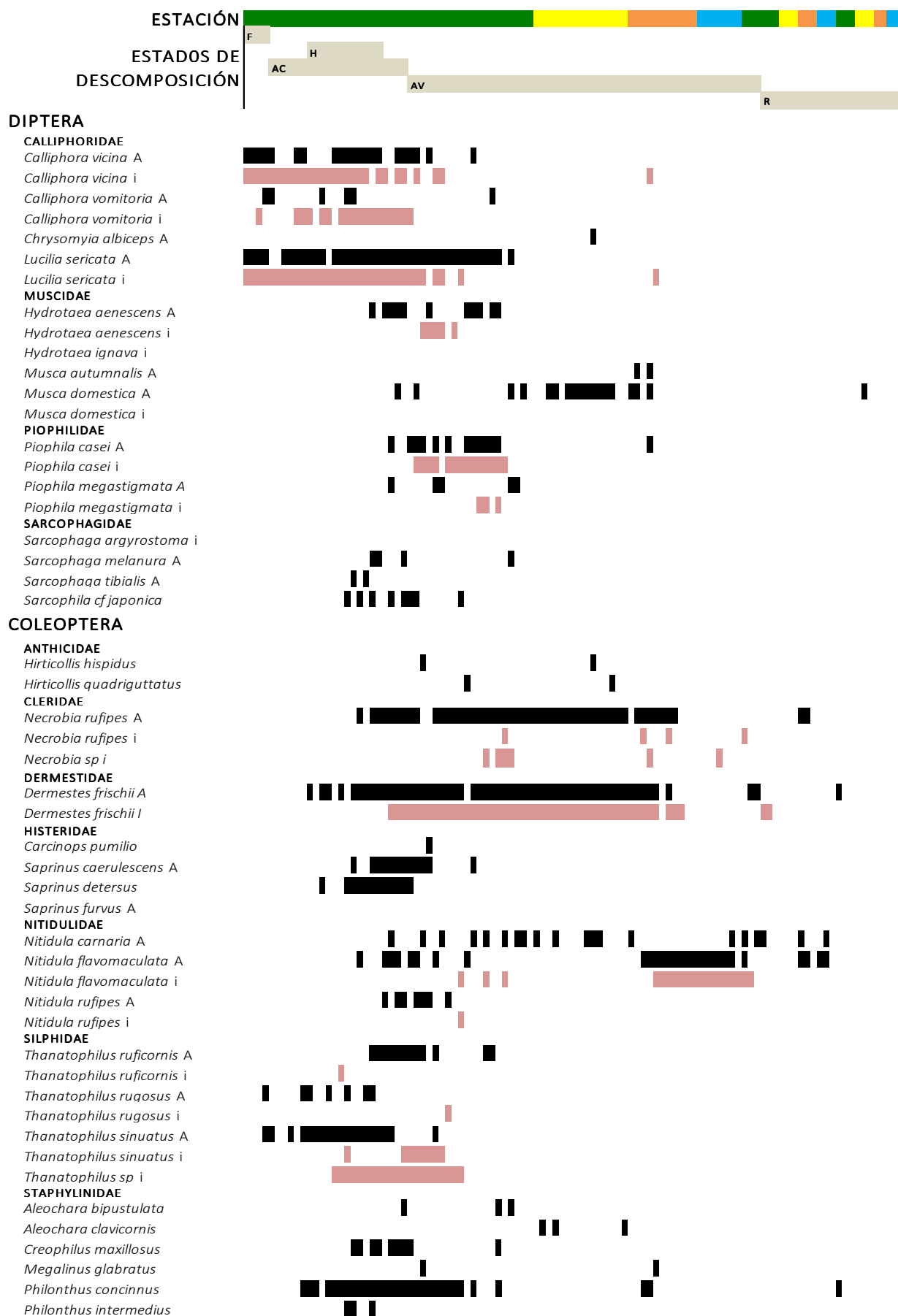


Figura 4.4.12. Sucesión del experimento 1 de primavera (P1) (■ adultos; ■ inmaduros)

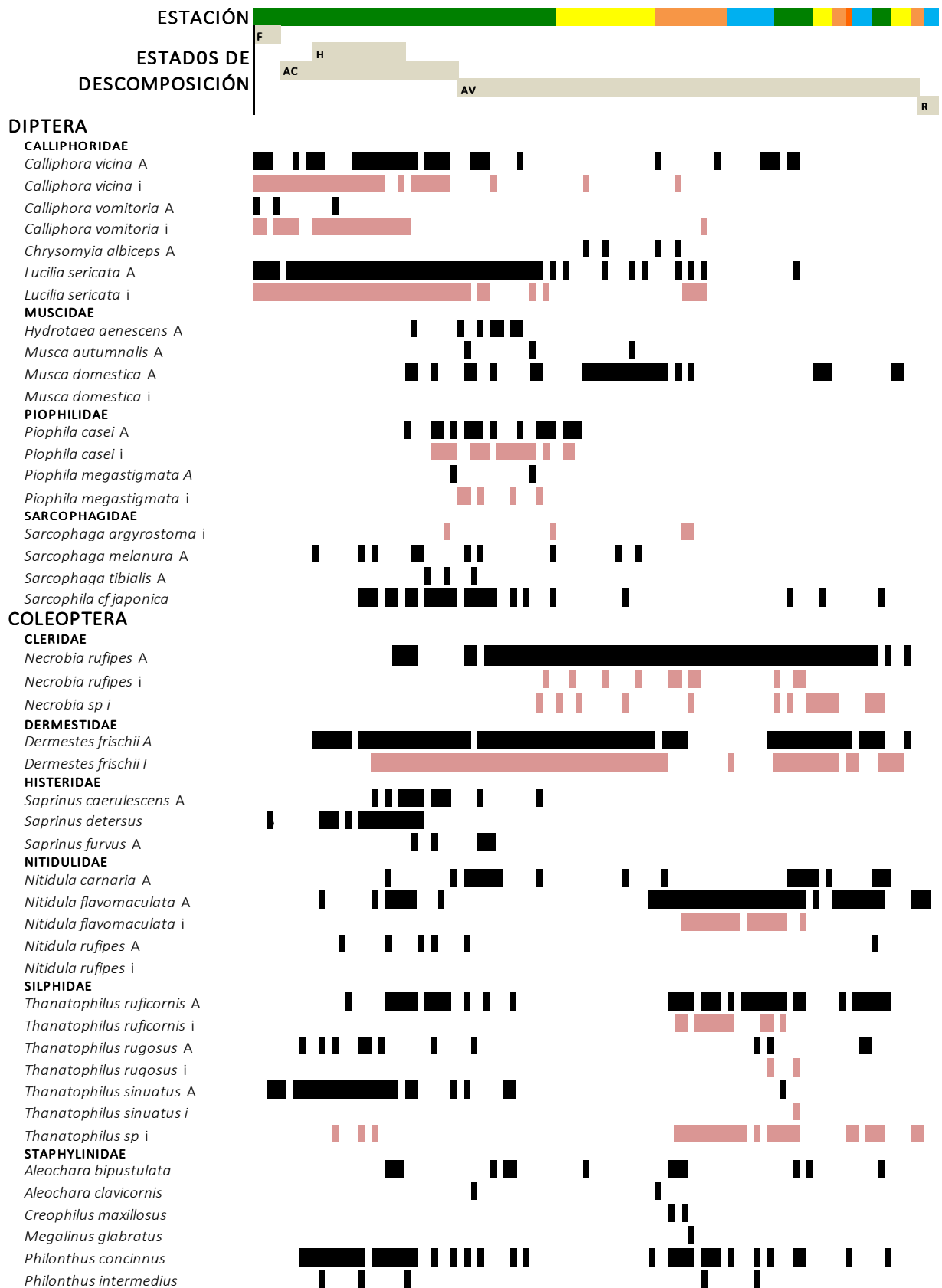


Figura 4.4.13. Sucesión del experimento 2 de primavera (P2) (■ adultos; ■ inmaduros)

ESTADO FRESCO

En los 4 experimentos y como era de esperar por los resultados obtenidos en otros estudios anteriores al nuestro, los primeros insectos en llegar a un cadáver fueron los dípteros. Desde hace décadas, es de sobra conocida la sensibilidad que tienen estos insectos para localizar un cadáver poco tiempo después de la muerte (ANDERSON & VANLAERHOVEN, 1996; NUORTEVA, 1997; SMITH, 1986), prueba de ello es el hecho de que en el experimento de otoño, por ejemplo, a los pocos minutos de depositar el cadáver hicieron su aparición los primeros dípteros e incluso al cabo de un par de horas ya había puestas de huevos (Fig. 4.4.14).

Ahora bien, así como en verano el calor excesivo retrasó su llegada durante las primeras horas después de haber dispuesto los cerdos en la zona de muestreo, en invierno fue el frío el que retrasó la llegada de los mismos (Fig. 4.4.10), incluso durante varios días, poniendo una vez más de manifiesto la influencia de las condiciones climáticas sobre la llegada de la fauna a los cadáveres.



Figura 4.4.14.
Puestas de Dípteros y adultos Califóridos y sarcófágidos en O1 el día 1 de sucesión en las horas posteriores a la deposición de los cerdos.



Figura 4.4.15.
Puestas de *C. vicina* los primeros días de invierno.

Si entramos en detalle, la principal familia asociada al estado fresco es la de los Califóridos, que aparecen en todos los experimentos, con las diferencias específicas que ya describimos en el capítulo de Composición Faunística: *Chrysomya albiceps* y *Lucilia sericata* son las protagonistas en verano y otoño, *Calliphora vicina* en invierno y *L. sericata* en primavera. Algo que llama la atención es el hecho de que en invierno, con las bajas temperaturas reinantes, que prolongaron el estado fresco alrededor de 30 días, apareciera ya el día 2 una puesta de huevos de *C. vicina* (Fig. 4.4.11), eso sí, en zonas muy resguardadas como pueden ser detrás de las orejas (Fig. 4.4.15), lo cual muestra la necesidad de estudiar la

temperatura mínima de desarrollo de los dípteros pioneros en las distintas regiones biogeográficas.

Además de califóridos, aparecen también un par de especies de múscidos (*Hydrotaea aenescens* y *M. autumnalis*) y de sarcófagidos (*S. melanura*, *Sa. cf. japonica* y *S. tibialis*) asociadas a este estado según el Análisis de correspondencias.

Por otro lado, con respecto a los coleópteros, aparecen únicamente asociados al estado fresco, adultos de los necrófagos *Thanatophilus rugosus* y *T. sinuatus*, que llegan en este estado para que sus larvas puedan alimentarse de las condiciones reinantes en el cadáver más adelante. Los depredadores como el estafilínido *Philonthus intermedius* aparecen para depredar sobre las larvas de dípteros. Esta asociación obtenida mediante el AC no significa que no aparecieran otras especies de coleópteros depredadores en el estado fresco, aunque fueran capturas muy puntuales como en el caso de *Saprinus caerulescens* en el experimento de otoño (Fig. 4.4.9) o *Anotylus inustus* y *Ocypus olens* en primavera.

Por destacar algunos otros hechos que consideramos relevantes, en uno de los cerdos del experimento de primavera el mismo día de poner los cerdos aparecieron muchas hormigas concentradas entre las patas posteriores como puede observarse en la Figura 4.4.16.



Figura 4.4.16. PC-01- Hormigas en la visita de la tarde (a las 6h de haber dispuesto los cerdos).

ESTADO HINCHADO

Con el comienzo del estado hinchado se empezaron a observar las primeras puestas de dípteros califóridos, cuyo periodo de eclosión además fue particularmente corto en los experimentos de verano y otoño como consecuencia de las elevadas temperaturas.

Las especies de califóridos siguen cobrando protagonismo en este estado, especialmente los primeros estados larvarios y de nuevo el Análisis de Correspondencias valida esta asociación al igual que sucedía con el estado fresco.

Vuelven a aparecer asociadas especies de múscidos como *H. aenescens*, *M. domestica* o *M. autumnalis*.

Por otro lado, aparecen por primera vez asociadas especies de Piofílidos adultos (tanto *P. casei* como *P. megastigmata*), cuyas larvas, como comentaremos más adelante, se alimentan de restos secos y realmente no aparecen en el proceso descomponedor hasta estados más avanzados (MCALPINE, 1977; SUKONTASON et al., 2001).

Por último en cuanto a dípteros, con respecto a la familia Sarcophagidae, es destacable que las especies *S. argyrostoma*, *Sa. cf japonica* y *S. tibialis* aparezcan asociadas por el AC al estado hinchado en prácticamente todos los experimentos realizados.

En el caso de los coleópteros aparecen ya asociados por el análisis estadístico los primeros histéricidos (*S. caerulescens*, *S. detersus* o *S. furvus*) o estafilínidos (*Philonthus intermedius*, *Megalinus glabratus*, *Creophilus maxillosus*), familias eminentemente depredadoras de fases inmaduras de dípteros (OZDEMIR& SERT, 2009; BAJERLEIN et al., 2011; PRADO E CASTRO et al., 2013; MAĐRA et al., 2014).

Por último, aparecen también asociados por el análisis los primeros Sílfidos inmaduros (*T. rugosus* y *T. sinuatus*), así como los primeros adultos de Derméstidos (*Dermestes frischii*) y Nitidúlidos (*Nitidula rufipes*), cuyas larvas no aparecerán asociadas hasta más avanzada la descomposición (BYRD & CASTNER, 2001).

DESCOMPOSICIÓN ACTIVA

Como ya comentamos con anterioridad, en la mayoría de los casos no se ha podido diferenciar estadísticamente este estado del anterior, por tanto las especies que aparecen asociadas por el AC, vuelven a ser las mismas que aparecían en el estado hinchado.

Los dípteros Califóridos, tanto adultos como especialmente inmaduros, siguen cobrando protagonismo como es lógico ya que las diferentes fases larvarias son las que acaban con los tejidos blandos de los cadáveres; en este caso serían en particular larvas en estado 3 (Fig. 4.4.17).



Figura 4.4.17. Masa larvaria de L3 de *Chrysomya albiceps* durante el estado de descomposición activa.

En el experimento de invierno, dado que los restos se mantuvieron bien conservados por las bajas temperaturas, transcurridos más de 30 días todavía seguían realizándose nuevas puestas de Califóridos, lo cual contrasta con los demás experimentos realizados, en los que las puestas de Califóridos normalmente se limitaban a los primeros días.

Por destacar algunas especies que aparecen claramente asociadas a este estado y no a los estados anteriores figuran los inmaduros de *Hydrotaea ignava* y *Musca domestica* entre los dípteros de la familia Muscidae así como el coleóptero histérico *Carcinops pumilio* o el estafilínido *Aleochara clavicornis*.

DESCOMPOSICIÓN AVANZADA

Como es lógico, en este estado las larvas de dípteros califóridos dejan de cobrar protagonismo, puesto que el comienzo de este estado viene marcado por la migración de las L3 en busca de un lugar en el que pupar (Fig. 4.4.18), ya sea en las inmediaciones del cadáver o bajo el mismo como hace la especie *Chrysomya albiceps* que frecuentemente pupa bajo el cerdo. En el experimento de verano, cabe destacar que apenas se recogieron prepupas o pupas de *Lucilia sericata*, consecuencia muy probablemente del hábito depredador de las larvas de *Ch. albiceps* sobre otras especies, comportamiento constatado anteriormente por otros autores (KHEIRALLAH et al., 2007).

Un hecho remarcable es la “explosiva” emergencia de adultos de segunda generación del califórido *Chrysomya albiceps* en verano (Figs. 4.4.6 y 4.4.7), que permanecen en reposo endureciendo su cutícula en las inmediaciones del cadáver (Fig. 4.4.19 a y b), tanto en la malla protectora como en la vegetación circundante.

Este comportamiento no ha sido observado en el resto de especies de califóridos, debido quizá, a que ésta es la única especie que pupa bajo el cadáver en grandes cantidades, ya que el resto de las especies de califóridos suelen migrar de manera individual enterrándose para pupar (Fig. 4.4.18) (GOMES et al., 2006).

Por otro lado, los inmaduros de *Sarcophaga argyrostoma* aparecen asociados especialmente a este estado y en algún experimento, además, al estado de restos, lo cual es destacable dado que la familia Sarcophagidae es más propia de los primeros estados de descomposición (ROMERA et al., 2003; SZPILA et al., 2015). Puede que los fenómenos de conservación de algunos cerdos, a los que se añade la rehidratación de los restos como consecuencia de las lluvias, pudieran suponer un atractivo para realizar nuevas puestas.



Figura 4.4.18. Larvas migradoras y prepupas de califóridos en el suelo.



Figura 4.4.19 a y b. Adultos de *Chrysomya albiceps* de segunda generación recién emergidos posados en los alrededores del cerdo.

También en el estado de descomposición avanzada aparecen asociados por primera vez los inmaduros de *Hydrotaea aenescens* (Muscidae) o bien adultos e inmaduros de *P. megastigmata* y *P. casei*, piofílicos que se alimentan de tejidos más secos, propios por tanto de estados avanzados (MCALPINE, 1977).

Con respecto a los coleópteros, aparecen por primera vez asociados por el AC los antídicos *Hirticollis hispidus* e *H. quadriguttatus*, esta familia ya ha sido citada por otros autores en cadáveres en estado de descomposición avanzado (SMITH, 1986; VANIN et al., 2013), aunque también lo ha sido en el estado hinchado (CASTILLO-MIRALBES, 2002).

Destacar también la asociación a este estado de estafilínidos de las especies *Aleochara bipustulata* o *A. clavicornis*, lo cual llama la atención ya que el género *Aleochara* es típicamente depredador de larvas de dípteros, si bien OZDEMIR&SERT (2009) encuentran especímenes de *Aleochara intricata* en estados más avanzados, proponiendo la hipótesis de que la lluvia y rehidratación de los cadáveres pudieron influir en ello, lo cual también puede haber sido nuestro caso.

La especie de la familia Cleridae, *Necrobia rufipes*, tanto individuos adultos como inmaduros, se considera principalmente depredadora (BYRD&CASTNER, 2001), no obstante el género *Necrobia* ha sido reportado por distintos autores alimentándose de restos secos (OZDEMIR & SERT, 2009; PRADO E CASTRO, 2011), lo cual coincide con los resultados obtenidos en el AC, que asocian tanto los adultos como los inmaduros principalmente con el estado

de descomposición avanzada, a pesar de que los adultos de la especie *N. rufipes* han estado presentes a lo largo de todo el proceso descomponedor, de hecho por poner algún ejemplo, en el experimento de verano se capturaron desde el día 4 de sucesión hasta pasados 500 días de forma casi ininterrumpida (Figs. 4.4.6 y 4.4.7).

Con respecto a los sílfidos, se encuentran asociados a este estado de descomposición avanzado los adultos de *Thanatophilus ruficornis*, así como los inmaduros de las tres especies de *Thanatophilus* (Fig. 4.4.20).

Los inmaduros de *Dermestes frischii* ya aparecen claramente asociados a este estado en la mayoría de experimentos. Al igual que OZDEMIR & SERT (2009), nosotros capturamos la especie desde el comienzo del proceso descomponedor; no obstante es una especie que se alimenta normalmente de restos secos y es por ello que el análisis lo asocia principalmente a este estado en casi todas las réplicas realizadas.



Figura 4.4.20.
Adultos de
Thanatophilus
recién emergidos.

Conjuntamente con los Derméstidos, los Nitidúlidos son otra familia de coleópteros claramente asociada a estados avanzados de la descomposición (OZDEMIR & SERT, 2009), siendo en nuestro caso, *Nitidula carnaria* y especialmente *Nitidula flavomaculata* (Fig. 4.4.21) las especies más representativas asociadas además por el AC y cuya presencia en se prolongó hasta el final del periodo de muestreo (Figs. 4.4.6-4.4.13).



Figura 4.4.21. I2-732-Abundancia de la especie *Nitidula flavomaculata* en los restos de los cerdos.

RESTOS

Al igual que el análisis de correspondencias no permitía diferenciar estadísticamente las especies asociadas a los estados hinchado y de descomposición activa, sucede lo mismo con el estado de descomposición avanzada y el de restos.

A este estado aparecen asociadas fundamentalmente especies de coleópteros, coincidiendo con otros autores (FLORES PEREZ, 2009).

Los fenómenos de conservación del cadáver en los experimentos de invierno y primavera pudieron convertir las carcasas en recursos atractivos durante más tiempo de lo habitual para determinadas especies que se asocian normalmente a estados de descomposición tempranos, al igual que sucedía en el estado de descomposición avanzada (Fig. 4.4.22). En ese sentido en FLORES PEREZ (2009), *L. sericata* aparece asociada al estado de descomposición avanzada y al de restos, mientras que en PRADO E CASTRO (2011) por el contrario dicha especie aparece asociada al estado hinchado en todas las estaciones, lo cual concuerda más con lo obtenido en nuestro caso, ya que esta especie nunca aparece asociada al estado de restos sino que aparece asociada a los tres primeros estados.

Es destacable que no haya habido ninguna especie asociada únicamente al estado de restos sin aparecer asociada también por el AC al estado de descomposición avanzada.



Figura 4.4.22.
Aspecto del cadáver después de 362 días como consecuencia de fenómenos de conservación. Llama la atención el crecimiento de vegetación a su alrededor.

De forma global, en los 4 estudios realizados, los resultados son similares a los obtenidos en otros proyectos nacionales e internacionales en lo que a patrones de aparición y desaparición de las principales familias de insectos de interés forense se refiere (CASTILLO-MIRALBES, 2002; MATUSZEWSKI et al., 2010; Prado e Castro, 2011; MAĐRA et al., 2015) y por tanto, la secuencia de la fauna hallada ha sido en cierto modo predecible.

Además, al igual que MATUSZEWSKI et al. (2010) o PRADO E CASTRO et al. (2013) entre otros, hemos podido comprobar cómo la composición de las comunidades de dípteros y coleópteros ha ido cambiando a lo largo del propio proceso descomponedor, variación que puede ayudar a establecer de manera aproximada el IPM_{min} cuando los cadáveres se encuentran en estados de descomposición muy avanzada.

Así, y al igual que en FLORES PÉREZ (2009), el Análisis de Correspondencias nos ha permitido constatar de manera estadística qué grupos de insectos están asociados a los estados de descomposición iniciales y qué grupos lo están a los estados de descomposición avanzados (Figs 4.4.2-4.4.5; Tablas 4.4.1-4.4.2). Analizando con algo más de detalle las comunidades de dípteros, hemos podido confirmar que los califóridos adultos aparecen asociados especialmente a los estados fresco e hinchado y los estados inmaduros son afines al estado de descomposición activa. Las demás familias de dípteros analizadas, concretamente múscidos y sarcófágidos, aparecen más desigualmente distribuidas a lo largo del proceso descomponedor, o en las distintas estaciones dependiendo de la especie concreta. Los piofílidos, por su parte, aparecen más comúnmente asociados a los últimos estados de descomposición.

Llama la atención la práctica ausencia de familias de dípteros como fóridos o fánidos, presentes en otros estudios e incluso hallados sobre cadáveres humanos (MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al., 2005; VELÁSQUEZ, 2011), pero que en nuestro caso han carecido de relevancia ya que ni siquiera han resultado mínimamente abundantes.

Si analizamos ahora las especies de coleópteros, las familias necrófilas, como pueden ser estafilínidos o histéridos, aparecen asociadas principalmente a los primeros estados de descomposición, ya que son depredadoras de las larvas de califóridos, protagonistas indiscutibles de la descomposición activa de los cadáveres. Por el contrario, familias necrófagas como sílfidos, cléridos, derméstidos o nitidúlidos, dependiendo del tipo de recurso trófico concreto que exploten van apareciendo en distintos momentos.

Así, de acuerdo con los datos que se pueden encontrar en la bibliografía (BOUREL et al., 1999; ROMERO PALANCO et al., 2006; MATUSZEWSKI et al., 2011) los primeros en entrar en escena suelen ser sílfidos, seguidos de derméstidos o cléridos, mientras que los nitidúlidos aparecen normalmente hacia el final de la sucesión. No obstante, en nuestros estudios de verano y otoño se registran antes derméstidos que sílfidos, debido al carácter termófilo de los primeros y a la ausencia de los segundos cuando las temperaturas son elevadas. Por otro lado destaca el hecho de que la especie *Nitidula flavomaculata* en el experimento de otoño apareciera desde el día 7 casi ininterrumpidamente hasta bien avanzada la sucesión (Figs 4.4.8-4.4.9), lo cual coincide por ejemplo con las observaciones de CASTILLO-MIRALBES (2002).

Con respecto a los inmaduros el orden es más o menos similar (OZDEMIR&SERT, 2009), apareciendo primero las larvas de sílfidos y posteriormente derméstidos o cléridos, seguidas por último de nitidúlidos (ROMERO PALANCO et al., 2006; KOCAREK, 2003; MATUSZEWSKI et al., 2011), si bien es cierto que pueden existir variaciones con respecto a este patrón general. En este sentido, en nuestro estudio, tanto en el experimento de verano como en el de otoño, las larvas de sílfidos no tienen apenas relevancia, apareciendo además muy tarde en la sucesión, hecho que coincide con OZDEMIR& SERT (2009) o PRADO E CASTRO (2011) quienes no capturan individuos de dicha familia, ni adultos ni larvas en sus experimentos de verano; por el contrario sí capturan larvas de derméstidos relativamente pronto, como ha sido también nuestro caso.

Un hecho remarcable, ya comentado en el capítulo de composición faunística, es que la sucesión cadavérica puede verse alterada por procesos conservadores del cadáver, como ocurrió durante el estado de descomposición activa de los experimentos de invierno y primavera, en los que las larvas de *Thanatophilus* sustituyeron a las de Califóridos como consecuencia del proceso de corificación en las estaciones más frías. El protagonismo de este género en contraposición al de califóridos también es observado en la misma época por otros autores (PRADO E CASTRO, 2011; BONACCI et al., 2010).

En definitiva los resultados obtenidos en este apartado vienen a validar estadísticamente las observaciones realizadas in situ, comprobando además que coinciden con los datos hallados en la bibliografía sobre preferencias tróficas (BYRD & CASTNER, 2001) así como con

los resultados previos obtenidos en otros estudios de sucesión realizados en condiciones similares (TANTAWI, 1986; ARNALDOS et al., 2004; BEGOÑA GAMINDE, 2015).

Por último, es importante señalar que, desde nuestro punto de vista, las especies de insectos que tienen un mayor valor como indicadores de la sucesión por su momento de aparición son aquellas que se alimentan directamente del cadáver, como pueden ser: inmaduros de dípteros califóridos en estados iniciales de la sucesión; inmaduros de dípteros piofílidos en estados de descomposición avanzada; inmaduros de sílfidos, derméstidos, cléridos y nitidúlidos.

ANEXO 4.4.1.
TABLA DE CONTINGENCIA DE LAS ESPECIES DE DÍPTEROS EN VERANO

DIPTERA	ESTADO:	VERANO 1					VERANO 2				
		F	H	AC	AV	R	F	H	AC	AV	R
<i>Calliphora vicina</i> A		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calliphora vicina</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calliphora vomitoria</i> A		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calliphora vomitoria</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysomya albiceps</i> A		0	100	67	8	0	100	100	83	15	0
<i>Chrysomya albiceps</i> i		0	67	100	6	0	0	100	100	4	0
<i>Lucilia sericata</i> A		0	100	67	7	0	100	67	33	8	0
<i>Lucilia sericata</i> i		0	67	67	3	0	0	100	83	1	0
<i>Hydrotaea aenescens</i> A		0	67	100	7	0	100	67	67	10	0
<i>Hydrotaea aenescens</i> i		0	0	0	3	0	0	0	0	6	0
<i>Hydrotaea ignava</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musca autumnalis</i> A		0	0	0	18	0	0	0	0	15	0
<i>Musca domestica</i> A		0	67	50	43	5	0	100	83	34	0
<i>Musca domestica</i> i		0	0	0	6	0	0	0	0	11	0
<i>Piophilina casei</i> A		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Piophilina casei</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piophilina megastigmata</i> A		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Piophilina megastigmata</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sarcop. argyrostoma</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sarcophaga melanura</i> A		0	33	17	13	0	0	33	33	17	0
<i>Sarcophaga tibialis</i> A		0	0	0	3	0	0	33	17	0	0
<i>Sarcophila cf. japonica</i>		0	67	33	7	0	0	33	67	21	0

Tabla de contingencia que representa la presencia relativa de cada especie en cada estado de descomposición.

ANEXO 4.4.2.**TABLA DE CONTINGENCIA DE LAS ESPECIES DE COLEÓPTEROS EN VERANO**

COLEOPTERA	ESTADO:	VERANO 1					VERANO 2				
		F	H	AC	AV	R	F	H	AC	AV	R
<i>Hirticollis hispidus</i>		0	0	0	19	0	0	0	0	11	0
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>		0	0	0	11	0	0	0	0	11	0
<i>Necrobia rufipes A</i>		0	33	67	88	26	0	0	50	86	24
<i>Necrobia rufipes i</i>		0	0	0	13	11	0	0	0	4	12
<i>Necrobia sp i</i>		0	0	0	14	0	0	0	0	1	6
<i>Dermestes frischii A</i>		0	33	83	86	21	0	67	100	83	0
<i>Dermestes frischii i</i>		0	0	0	85	32	0	0	0	77	0
<i>Carcinops pumilio</i>		0	0	0	11	0	0	0	0	17	0
<i>Saprinus caerulescens A</i>		0	67	83	3	0	0	67	100	4	0
<i>Saprinus detersus</i>		0	33	50	6	0	0	33	50	4	0
<i>Saprinus furvus A</i>		0	0	17	3	0	0	0	0	0	0
<i>Nitidula carnaria A</i>		0	0	0	22	0	0	0	0	46	18
<i>Nitidula flavomaculata A</i>		0	0	0	39	63	0	0	0	34	59
<i>Nitidula flavomaculata i</i>		0	0	0	3	42	0	0	0	7	47
<i>Nitidula rufipes A</i>		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Nitidula rufipes i</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>		0	0	0	8	0	0	0	0	11	0
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>		0	0	0	4	0	0	0	0	4	0
<i>Thanatophilus rugosus A</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus rugosus i</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>		0	67	50	3	0	0	67	83	4	0
<i>Thanatophilus sinuatus i</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus sp i</i>		0	0	0	14	0	0	0	0	15	0
<i>Aleochara bipustulata</i>		0	0	0	33	0	0	0	0	31	18
<i>Aleochara clavicornis</i>		0	0	0	26	0	0	0	0	27	0
<i>Creophilus maxillosus</i>		0	33	50	1	0	0	33	50	4	0
<i>Megalinus glabratus</i>		0	0	17	13	5	0	0	17	7	0
<i>Philonthus concinnus</i>		0	100	67	21	0	0	33	67	28	12
<i>Philonthus intermedius</i>		0	0	17	1	0	0	67	83	0	0

Tabla de contingencia que representa la presencia relativa de cada especie en cada estado de descomposición.

ANEXO 4.4.3
TABLA DE CONTINGENCIA DE LAS ESPECIES DE DÍPTEROS EN OTOÑO

DIPTERA	ESTADO:	OTOÑO 1					OTOÑO 2				
		F	H	AC	AV	R	F	H	AC	AV	R
<i>Calliphora vicina</i> A		0	0	18	11	0	0	0	10	18	0
<i>Calliphora vicina</i> i		0	0	9	17	0	0	0	20	26	0
<i>Calliphora vomitoria</i> A		0	0	0	8	0	0	0	0	4	0
<i>Calliphora vomitoria</i> i		0	0	0	16	0	0	0	0	14	0
<i>Chrysomya albiceps</i> A		100	100	91	24	0	100	100	100	28	0
<i>Chrysomya albiceps</i> i		50	100	100	25	0	0	100	100	28	0
<i>Lucilia sericata</i> A		100	100	73	30	0	100	100	100	32	0
<i>Lucilia sericata</i> i		100	100	100	60	0	50	100	100	65	0
<i>Hydrotaea aenescens</i> A		0	50	27	2	0	0	0	10	4	0
<i>Hydrotaea aenescens</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
<i>Hydrotaea ignava</i> i		0	0	36	8	0	0	0	0	4	0
<i>Musca autumnalis</i> A		100	100	91	21	0	100	100	100	23	0
<i>Musca domestica</i> A		100	100	100	27	9	100	100	100	30	8
<i>Musca domestica</i> i		0	0	18	0	0	0	0	30	0	0
<i>Piophilina casei</i> A		0	0	9	5	0	0	0	10	4	0
<i>Piophilina casei</i> i		0	0	0	13	0	0	0	0	14	0
<i>Piophilina megastigmata</i> A		0	0	0	2	0	0	0	10	7	0
<i>Piophilina megastigmata</i> i		0	0	0	33	0	0	0	0	44	0
<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i		0	0	0	2	0	0	0	30	0	0
<i>Sarcophaga melanura</i> A		50	0	18	3	0	100	0	0	4	0
<i>Sarcophaga tibialis</i> A		0	100	27	5	0	0	0	20	7	0
<i>Sarcophila cf. japonica</i>		100	100	18	10	0	100	50	60	23	0

Tabla de contingencia que representa la presencia relativa de cada especie en cada estado de descomposición.

ANEXO 4.4.4**TABLA DE CONTINGENCIA DE LAS ESPECIES DE COLEÓPTEROS EN OTOÑO**

COLEOPTERA	ESTADO:	OTOÑO 1					OTOÑO 2				
		F	H	AC	AV	R	F	H	AC	AV	R
<i>Hirticollis hispidus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Necrobia rufipes A</i>		0	0	73	70	36	0	0	80	58	20
<i>Necrobia rufipes i</i>		0	0	0	0	5	0	0	0	0	4
<i>Necrobia sp i</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dermestes frischii A</i>		0	0	91	62	32	0	100	100	51	12
<i>Dermestes frischii i</i>		0	0	9	68	18	0	0	30	60	8
<i>Carcinops pumilio</i>		0	0	27	6	0	0	0	0	5	0
<i>Saprinus caerulescens A</i>		0	50	91	16	0	50	0	90	21	0
<i>Saprinus detersus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Saprinus furvus A</i>		0	0	0	0	0	0	0	10	2	0
<i>Nitidula carnaria A</i>		0	0	0	10	18	0	0	0	14	12
<i>Nitidula flavomaculata A</i>		0	0	82	87	50	0	0	70	95	52
<i>Nitidula flavomaculata i</i>		0	0	0	11	18	0	0	0	14	28
<i>Nitidula rufipes A</i>		0	0	0	2	0	0	0	0	2	0
<i>Nitidula rufipes i</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>		0	0	18	49	5	0	0	40	61	0
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>		0	0	0	11	0	0	0	0	5	0
<i>Thanatophilus rugosus A</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus rugosus i</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>		0	0	27	2	0	0	0	10	2	0
<i>Thanatophilus sinuatus i</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus sp i</i>		0	0	0	56	0	0	0	0	39	0
<i>Aleochara bipustulata</i>		0	0	55	25	9	0	0	40	26	0
<i>Aleochara clavicornis</i>		0	50	91	17	0	0	0	90	16	0
<i>Creophilus maxillosus</i>		0	0	91	30	0	0	0	90	32	0
<i>Megalinus glabratus</i>		0	0	36	27	0	0	0	60	47	0
<i>Philonthus concinnus</i>		0	0	82	49	5	0	0	90	67	4
<i>Philonthus intermedius</i>		0	0	0	13	0	0	0	0	26	0

Tabla de contingencia que representa la presencia relativa de cada especie en cada estado de descomposición.

ANEXO 4.4.5
TABLA DE CONTINGENCIA DE LAS ESPECIES DE DÍPTEROS EN INVIERNO

DIPTERA	ESTADO:	INVIERNO 1					INVIERNO 2				
		F	H	AC	AV	R	F	H	AC	AV	R
<i>Calliphora vicina</i> A		8	79	47	21	0	26	100	68	8	8
<i>Calliphora vicina</i> i		19	100	96	16	0	74	100	94	9	0
<i>Calliphora vomitoria</i> A		0	21	8	0	0	0	47	21	0	0
<i>Calliphora vomitoria</i> i		0	26	18	0	0	4	53	23	2	0
<i>Chrysomyia albiceps</i> A		0	0	0	3	0	0	0	0	3	0
<i>Chrysomyia albiceps</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucilia sericata</i> A		0	63	33	36	0	0	87	47	29	0
<i>Lucilia sericata</i> i		0	0	0	29	0	0	33	23	29	0
<i>Hydrotaea aenescens</i> A		0	0	0	11	0	0	0	0	15	0
<i>Hydrotaea aenescens</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrotaea ignava</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musca autumnalis</i> A		0	16	6	5	0	0	0	0	11	0
<i>Musca domestica</i> A		0	0	0	16	25	0	0	0	32	8
<i>Musca domestica</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piophilina casei</i> A		0	32	14	21	0	0	13	11	20	0
<i>Piophilina casei</i> i		0	0	0	10	0	0	0	0	17	0
<i>Piophilina megastigmata</i> A		0	16	6	3	0	0	33	9	12	0
<i>Piophilina megastigmata</i> i		0	0	0	5	0	0	0	0	20	0
<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i		0	0	2	16	0	0	0	2	14	0
<i>Sarcophaga melanura</i> A		0	5	2	4	0	0	13	6	0	0
<i>Sarcophaga tibialis</i> A		0	5	2	1	0	0	0	2	5	0
<i>Sarcophila cf. japonica</i>		0	5	2	5	0	0	0	6	9	0

Tabla de contingencia que representa la presencia relativa de cada especie en cada estado de descomposición.

ANEXO 4.4.6.**TABLA DE CONTINGENCIA DE LAS ESPECIES DE COLEÓPTEROS EN INVIERNO**

COLEOPTERA	ESTADO:	INVIERNO 1					INVIERNO 2				
		F	H	AC	AV	R	F	H	AC	AV	R
<i>Hirticollis hispidus</i>		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Necrobia rufipes A</i>		0	5	4	85	38	0	20	15	95	8
<i>Necrobia rufipes i</i>		0	0	0	15	0	0	0	0	29	0
<i>Necrobia sp i</i>		0	0	0	15	13	0	0	0	26	8
<i>Dermestes frischii A</i>		0	100	51	82	0	0	100	53	80	0
<i>Dermestes frischii i</i>		0	26	22	73	25	0	33	25	71	0
<i>Carcinops pumilio</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Saprinus caerulescens A</i>		0	5	2	14	0	0	0	0	22	0
<i>Saprinus detersus</i>		0	37	20	10	0	0	40	15	11	0
<i>Saprinus furvus A</i>		0	0	0	8	0	0	7	2	14	0
<i>Nitidula carnaria A</i>		0	5	6	40	13	0	0	4	34	15
<i>Nitidula flavomaculata A</i>		0	95	73	59	50	0	100	96	63	23
<i>Nitidula flavomaculata i</i>		0	0	0	42	0	0	7	4	37	0
<i>Nitidula rufipes A</i>		0	21	20	21	0	0	47	21	25	0
<i>Nitidula rufipes i</i>		0	0	0	7	0	0	0	0	2	0
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>		0	100	57	41	0	0	100	66	38	0
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>		0	32	16	19	0	0	60	26	17	0
<i>Thanatophilus rugosus A</i>		0	89	43	10	0	0	87	36	9	0
<i>Thanatophilus rugosus i</i>		0	26	12	3	0	0	53	19	3	0
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>		0	79	41	5	0	0	93	43	5	0
<i>Thanatophilus sinuatus i</i>		0	0	4	3	0	0	0	4	3	0
<i>Thanatophilus sp i</i>		0	95	47	47	0	0	100	49	42	8
<i>Aleochara bipustulata</i>		0	5	6	12	0	0	7	4	11	8
<i>Aleochara clavicornis</i>		0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Creophilus maxillosus</i>		0	26	12	21	0	0	53	21	11	0
<i>Megalinus glabratus</i>		0	0	2	1	0	0	7	4	3	0
<i>Philonthus concinnus</i>		0	95	53	37	0	0	100	60	25	0
<i>Philonthus intermedius</i>		0	68	29	5	0	0	87	43	0	0

Tabla de contingencia que representa la presencia relativa de cada especie en cada estado de descomposición.

ANEXO 4.4.7.**TABLA DE CONTINGENCIA DE LAS ESPECIES DE DÍPTEROS EN PRIMAVERA**

DIPTERA	ESTADO:	PRIMAVERA 1					PRIMAVERA 2				
		F	H	AC	AV	R	F	H	AC	AV	R
<i>Calliphora vicina</i> A		100	67	59	7	0	75	71	67	16	0
<i>Calliphora vicina</i> i		100	92	91	7	0	100	86	85	4	0
<i>Calliphora vomitoria</i> A		25	25	18	2	0	50	7	4	0	0
<i>Calliphora vomitoria</i> i		25	83	73	2	0	75	100	67	1	0
<i>Chrysomyia albiceps</i> A		0	0	0	2	0	0	0	0	6	0
<i>Chrysomyia albiceps</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucilia sericata</i> A		100	92	86	29	0	100	100	96	31	0
<i>Lucilia sericata</i> i		100	100	100	13	0	100	100	100	14	0
<i>Hydrotaea aenescens</i> A		0	8	23	11	0	0	0	4	9	0
<i>Hydrotaea aenescens</i> i		0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrotaea ignava</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musca autumnalis</i> A		0	0	0	4	0	0	0	0	4	0
<i>Musca domestica</i> A		0	0	5	29	5	0	0	11	36	0
<i>Musca domestica</i> i		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piophilina casei</i> A		0	0	5	21	0	0	0	15	16	0
<i>Piophilina casei</i> i		0	0	0	25	0	0	0	15	17	0
<i>Piophilina megastigmata</i> A		0	0	5	7	0	0	0	4	1	0
<i>Piophilina megastigmata</i> i		0	0	0	5	0	0	0	0	7	0
<i>Sarcophaga argyrostoma</i> i		0	0	0	0	0	0	0	4	4	0
<i>Sarcophaga melanura</i> A		0	17	14	2	0	0	21	19	7	0
<i>Sarcophaga tibialis</i> A		0	17	9	0	0	0	0	7	1	0
<i>Sarcophila cf. japonica</i>		0	25	23	5	0	0	36	44	17	0

Tabla de contingencia que representa la presencia relativa de cada especie en cada estado de descomposición.

ANEXO 4.4.8.**TABLA DE CONTINGENCIA DE LAS ESPECIES DE COLEÓPTEROS EN PRIMAVERA**

COLEOPTERA	ESTADO:	PRIMAVERA 1					PRIMAVERA 2				
		F	H	AC	AV	R	F	H	AC	AV	R
<i>Hirticollis hispidus</i>		0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Hirticollis quadriguttatus</i>		0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Necrobia rufipes A</i>		0	25	32	71	9	0	14	15	91	0
<i>Necrobia rufipes i</i>		0	0	0	7	0	0	0	0	16	0
<i>Necrobia sp i</i>		0	0	0	11	0	0	0	0	21	0
<i>Dermestes frischii A</i>		0	75	59	75	5	0	93	78	73	0
<i>Dermestes frischii i</i>		0	0	14	77	9	0	36	48	70	0
<i>Carcinops pumilio</i>		0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Saprinus caeruleus A</i>		0	25	32	9	0	0	21	33	3	0
<i>Saprinus detersus</i>		0	58	50	2	0	0	79	52	0	0
<i>Saprinus furvus A</i>		0	0	0	0	0	0	0	7	4	0
<i>Nitidula carnaria A</i>		0	0	5	29	14	0	7	7	26	0
<i>Nitidula flavomaculata A</i>		0	8	18	36	18	0	36	30	49	67
<i>Nitidula flavomaculata i</i>		0	0	0	34	0	0	0	0	23	0
<i>Nitidula rufipes A</i>		0	0	14	7	0	0	14	15	3	0
<i>Nitidula rufipes i</i>		0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Thanatophilus ruficornis A</i>		0	17	27	11	0	0	29	37	39	0
<i>Thanatophilus ruficornis i</i>		0	8	5	0	0	0	0	0	16	0
<i>Thanatophilus rugosus A</i>		25	42	27	0	0	0	36	26	7	0
<i>Thanatophilus rugosus i</i>		0	0	0	2	0	0	0	0	3	0
<i>Thanatophilus sinuatus A</i>		25	100	77	2	0	50	93	74	6	0
<i>Thanatophilus sinuatus i</i>		0	8	9	11	0	0	0	0	1	0
<i>Thanatophilus sp i</i>		0	67	55	16	0	0	21	11	33	33
<i>Aleochara bipustulata</i>		0	0	5	4	0	0	21	11	14	0
<i>Aleochara clavicornis</i>		0	0	0	5	0	0	0	0	3	0
<i>Creophilus maxillosus</i>		0	33	32	4	0	0	0	0	3	0
<i>Megalinus glabratus</i>		0	0	0	4	0	0	0	0	1	0
<i>Philonthus concinnus</i>		0	92	73	23	5	0	93	70	27	0
<i>Philonthus intermedius</i>		0	25	14	0	0	0	14	11	3	0

Tabla de contingencia que representa la presencia relativa de cada especie en cada estado de descomposición.

Capítulo 5



Conclusiones

Conclusiones

La presente tesis doctoral nos ha permitido profundizar en el estudio de la entomología forense en la Comunidad de Madrid y con ello alcanzar los objetivos que nos propusimos al embarcarnos en este proyecto.

En España los estudios de sucesión realizados son relativamente escasos y dado que no hay apenas estudios a nivel mundial de tan larga duración, y en España es el primero de estas características, los resultados globales de la presente tesis doctoral pueden resultar de gran utilidad en su aplicación a casos reales en los que se encuentren cadáveres en avanzado estado de descomposición.

A continuación presentamos las principales conclusiones a las que hemos llegado después del análisis de los resultados obtenidos.

1ª

Los estados de descomposición presentan una duración y un orden cronológico variable según el experimento. Por tanto, se debe poner especial atención en el “criterio del investigador” ya que el hecho de asumir un orden secuencial de los estados de descomposición, sin tener en cuenta que los agentes responsables de la descomposición del cuerpo son distintos pero no excluyentes, puede llevar a errores a la hora de asignar una duración a cada estado de descomposición, dificultando con ello la comparación de resultados entre experimentos y, lo que es más grave, pudiendo inducir a errores en la estimación del IPM_{min} .

2ª

La variación de las condiciones climáticas según la estación anual resulta clave en la duración de los distintos estados de descomposición, por tanto es necesario llevar a cabo estudios en las cuatro estaciones anuales. Entre los factores climáticos, la temperatura es una variable con gran influencia en la descomposición de un cadáver, tanto en el comienzo como en la duración de los distintos estados. Además, existe una marcada relación entre la tasa de alimentación larvaria, dependiente de la temperatura ambiental, y la tasa de descomposición de cada estado, habiéndose observado tasas de descomposición altas con la formación de masas larvarias únicamente en las estaciones cálidas. Por el contrario, en las estaciones frías no se forman masas larvarias y las tasas de descomposición son mucho más lentas.

3^a

Aunque la duración de los estados de descomposición coincide de manera general con la obtenida en otros estudios, el clima continental seco y caliente durante el verano e inicio de otoño genera que la descomposición sea más rápida en estas estaciones, no coincidiendo con los datos de localizaciones litorales, en las que el proceso es más rápido en primavera y verano.

4^a

Los fenómenos de conservación cadavérica, como el caso de corificación, ocurridos en los experimentos de invierno y primavera, alteran significativamente la duración de los estados de descomposición y el tipo de fauna que coloniza el cadáver, pudiendo conducir a error en la estimación del IPM_{min} . En nuestro caso cabe destacar el papel de las larvas de Coleópteros Sílfidos del género *Thanatophilus* que sustituyeron a las de Dípteros Califóridos en la descomposición activa.

5^a

Durante el proceso de descomposición de un cadáver, la biomasa del mismo va disminuyendo con el tiempo y queda reducida en la mayoría de los casos a prácticamente el 10-15 % de la masa inicial, siendo la fase de descomposición activa aquella en la que la pérdida de biomasa es más evidente. Los insectos implicados en cada fase, principalmente larvas de dípteros con ciclos de desarrollo cortos en los estados iniciales, y larvas de coleópteros con ciclos de desarrollo más rápidos en los últimos estados, son clave en esa diferencia en las tasas de descomposición.

6^a

La comunidad de artrópodos ha sido agrupada según sus requerimientos alimenticios en 4 categorías: (i) necrófagos (larvas de dípteros Califóridos, Múscidos, Piofílidos, Sarcófagidos y de coleópteros Derméstidos, Sílfidos, Nitidúlidos y Cléridos); (ii) necrófilos (depredadores como adultos y larvas de coleópteros Histéridos y Estafilínidos y parasitoides como himenópteros Pteromálidos y Bracónidos); (iii) omnívoros (himenópteros Véspidos y Formícidos) y (iv) accidentales (gran variedad grupos de Artrópodos) siendo dicha agrupación congruente con los resultados obtenidos en otros estudios previos de sucesión

7^a

Los Califóridos son los primeros colonizadores y en todas las estaciones suponen prácticamente el 90% de las larvas de dípteros presentes en el cadáver, debiendo ser, por tanto, utilizados prioritariamente como evidencias para la estimación del IPM_{min} cuando los cadáveres se encuentran en estados de descomposición iniciales. Familias como Múscidos y Sarcófágidos aparecen desigualmente distribuidas a lo largo del proceso descomponedor y sus larvas resultan muy escasas, por lo que desde el punto de vista forense su potencial como indicador sería limitado. Los Piofílidos, cuyas larvas aparecen siempre asociadas a los estados de descomposición avanzados serían de gran utilidad realizando un estudio detallado de sus ciclos vitales.

8^a

Los Califóridos siguen una pauta general de estacionalidad con dominancia en verano de *Ch. albiceps*, en otoño de *Ch. albiceps* y *L. sericata*, en invierno de *C. vicina* y en primavera de *L. sericata*. Esta preferencia estacional ayuda a identificar la época del año en la que ocurrió la muerte pero es muy importante tener en cuenta que existen variaciones según las localizaciones geográficas, lo que pone de manifiesto la necesidad de hacer estudios anuales en un mayor rango de regiones.

9^a

Las familias necrófagas de coleópteros (Sílfidos, Derméstidos, Nitidúlidos y Cléridos) son las las menos diversas pero las más abundantes y aparecen asociadas a estados de descomposición avanzados, por lo que sus larvas pueden resultar de gran utilidad en la estimación del IPM_{min} cuando los cadáveres son encontrados en avanzado estado de descomposición. Las familias necrófilas (Estafilínidos e Histéridos) son las más diversas pero menos abundantes, y aparecen asociadas a los primeros estados de descomposición por ser depredadoras de larvas de dípteros, por lo que su utilidad como indicadores del IPM_{min} es cuestionable.

10^a

Las larvas de Sílfidos son las que antes aparecen en la sucesión de coleópteros, seguidas de las de Derméstidos y Cléridos y, de manera general, siguen el papel de los dípteros en el proceso de descomposición, encargándose de la desaparición de los tejidos secos. Estudios detallados de sus ciclos de vida permitirían considerar sus especies como importantes evidencias en casos forenses utilizando gráficas isomegalen y GH acumulados. En cuanto a los Nitidúlidos, aparecen como adultos a lo largo de la descomposición avanzada y sus larvas pueden permanecer sobre el cadáver largos periodos de tiempo por lo que su utilidad en la estimación del IPM_{min} resulta cuestionable.

11^a

La cita de nuevas especies para la fauna española, como son los dípteros piofílidos *Centrophlebomyia furcata* y *Piophila megastigma* y los coleópteros estafilínidos *Aleochara (Xenochara) cuniculorum*, *Atheta aeneicollis*, *Haploglossa gentilis* y *Leptacinus intermedius* pone de manifiesto, además de la importancia de una correcta identificación de los taxones, la necesidad de realizar estudios que abarquen toda la región ibérica para poder conocer la fauna de interés forense y poder aplicar de manera fiable esta disciplina.

12^a

El número de especies susceptibles de ser utilizadas en la estimación del IPM_{min} es pequeño comparado con toda la fauna que puede ser encontrada en un cadáver. Se propone una lista de especies de potencial utilidad forense para zonas biogeográficas similares a la zona de nuestro estudio y se recomienda utilizar las larvas de las especies necrófagas.

13^a

Las especies cuyo periodo de presencia es menor son más útiles puesto que permiten una estima del IMP_{min} más precisa pero para que resulte un método fiable es necesario diferenciar las fases de los estados inmaduros utilizadas, sobre todo de coleópteros, ya que al tratarlas en su conjunto la pérdida de información es elevada y puede conducir a errores en la estimación del IPM_{min} .

Bibliografía

Bibliografía

- ABD EL EN BAR, M.M. & SAWABY, M.F. 2011. A preliminary investigation of insect colonization and succession on remains of rabbits treated with an organophosphate insecticide in El-Qalyubiya Governorate of Egypt. *Forensic Science International* 208(1-3):e26-30.
- ABOUZIED, E.M. 2014. Insect colonization and succession on rabbit carcasses in southwestern mountains of the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Medical Entomology* 56:1168–1174.
- ADAIR, T.W. & KONDRATIEFF, B.C. 2006. Three species of insects collected from an adult human corpse above 3300 m in elevation: a review of a case from Colorado. *Journal of Forensic Sciences* 51(5): 1164-1165.
- ADAIR, T. 2008. *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) collected from a human corpse above 3400m in elevation. *Journal of Forensic Sciences* 53(5): 1212-1213.
- ADAMS, Z.J.O. & HALL, M.J.R. 2003. Methods used for the killing and preservation of blowfly larvae, and their effect on post-mortem larval length. *Forensic Science International* 138: 50-61.
- AGUDO, J.; AMESTOY, M.P. & SANCHO, M. 1998. La influencia de las condiciones medio- ambientales sobre el desarrollo de la fauna cadavérica. Estudio de dos casos. *Cuadernos de Medicina Forense* 14:49-53.
- AL-MESBAH, H.; MOFFATT, C.; EL-AZAZY, O.M.E. & MAJEED, Q. 2011. The decomposition of rabbit carcasses and associated necrophagous Diptera in Kuwait. *Forensic Science International* 217 (1-3): 27-31.
- ÁLVAREZ HERRERA, A. 1940. *Tanatología forense*. Salvat. Barcelona. 8-30.
- AMENDT, J.; KRETTEK, R.; NIESS, C.; ZEHNER, R.; BRATZKE, H. 2000. Forensic Entomology in Germany. *Forensic Science International*. 113: 309-314.
- AMENDT, J.; KRETTEK, R.; ZEHNER, R. 2004. Forensic Entomology. *Naturwissenschaften*. 91: 51-65.
- AMENDT, J.; CAMPOBASSO, C.; GAUDRY, E., REITER, C.; LEBLANC, H.N.; HALL, M.J.R. 2007. Best practice in Forensic Entomology- Standards and Guidelines. *International Journal of Legal Medicine* 121: 90-104.
- AMENDT, J.; GOFF, M.L.; CAMPOBASSO, C. & GRASSBERGER, M. (eds.). 2010. *Current Concepts in Forensic Entomology*. Springer Netherlands VIII, 376 pp.
- AMENDT, J.; RICHARDS C.S.; CAMPOBASSO, C.P.; ZEHNER, R. & HALL, M.J.R. 2011. Forensic Entomology: applications and limitations. *Forensic Science, Medicine and Pathology* 7: 379-392.
- ANDERSON, G. S. & VANLAERHOVEN, S.L. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*. 41(4):617-625.
- ANDERSON, G.S. 2011. Comparison of decomposition rates and faunal colonization of carrion in indoor and outdoor environments. *Journal of Forensic Sciences* 56(1): 136-4.
- ANTON, E.; NIEDEREGGER, S. & BEUTEL, R.G. 2011. Beetles and flies collected on pig carrion in an experimental setting in Thuringia and their forensic implications. *Medical and Veterinary Entomology* doi: 10.1111/j.1365-2915.2011.00975.x.
- ARCHER, M.S. & ELGAR, M.A. 2003a. Effects of decomposition on carcass attendance in a guild of carrion-breeding flies. *Medical and Veterinary Entomology* 17, 263–271.
- ARCHER, M.S. & ELGAR, M.A. 2003b. Yearly activity patterns in southern Victoria (Australia) of seasonally active carrion insects. *Forensic Science International* 132: 173-176.

- ARNALDOS, M. I.; ROMERA, E.; GARCÍA, M. D. & LUNA, A. 2001. An initial study on sarcosaprophagous Diptera (Insecta) succession on carrion in southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine*, 114: 156-162.
- ARNALDOS M. I.; ROMERA, E.; PRESA, J.J.; LUNA, A & GARCÍA, M. D. 2004. Studies on seasonal arthropod succession on carrion in southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine*. 2004; 118: 197-205.
- ARNALDOS, M.I., SÁNCHEZ, F., ÁLVAREZ, P. & GARCÍA, M.D. 2004b. A forensic entomology case from the southeastern Iberian Peninsula. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5: 22–25.
- ARNALDOS, M.I.; GARCÍA, M.D.; ROMERA, E; PRESA, J.J. & LUNA, A. 2005. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. *Forensic Science International* 149: 57–65.
- ARNALDOS, M.I.; LUNA, A.; PRESA, J.J.; LÓPEZ-GALLEGO, E. & GARCÍA, M.D. 2006a. Entomología Forense en España: hacia una buena práctica profesional. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 17-38.
- ARNALDOS, M.I.; PRADO E CASTRO, C.; PRESA, J.J.; LÓPEZ-GALLEGO, E. & GARCÍA, M.D. 2006b. Importancia de los estudios regionales de fauna sarcosaprófaga: aplicación a la práctica forense. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 63-8.
- ARNOTT, S. & TURNER, B. 2008. Post-feeding larval behaviour in the blowfly, *Calliphora vicina*: Effects on post-mortem interval estimates. *Forensic Science International* 177: 162–167
- BÁGUENA, L. 1952. Algunas notas sobre entomología médico-legal. *Graellsia*. 1952; X: 67-101.
- BAJERLEIN, D.; KONWERSKI, S. & MATUSZEWSKI, S. 2011. Insect succession on carrion: seasonality, habitat preference and residency of histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) visiting pig carrion exposed in various forests (Western Poland). *Polish Journal of ecology* 59(4): 787-797.
- BARTOLOMÉ, C. & DÍAZ, G. 2004. Flora y vegetación espontánea del campus externo de la Universidad de Alcalá. Cuadernos del campus. Naturaleza y medio ambiente nº1. Vicerrectorado de campus y calidad ambiental
- BATTÁN HORENSTEIN, M., ROSSO, B.; GARCÍA, M.D. 2012. Seasonal structure and dynamics of sarcosaprophagous fauna on pig carrion in a rural area of Cordoba (Argentina): Their importance in forensic science. *Forensic Science International* 217: 146–156.
- BAZ, A.; BOTÍAS, C.; MARTÍN-VEGA, D.; CIFRIÁN, B. & DÍAZ-ARANDA, L.M. 2015. Preliminary data on carrion insects in urban (indoor and outdoor) and periruban environments in central Spain. *Forensic Science International* 248: 41-47
- BAZ, A.; CIFRIÁN, B.; DÍAZ-ARANDA, L. M. & MARTÍN-VEGA, D. 2007. The distribution of adult blow-flies (Diptera: Calliphoridae) along an altitudinal gradient in Central Spain. *Annales de la Société Entomologique de France*, 43 (3): 289-296.
- BEGOÑA GAMINDE, I. 2015. *Sucesión de la entomofauna cadavérica en un medio montañoso del Sureste de la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- BENECKE, M. 1998. Six forensic entomology cases: description and commentary. *Journal of Forensic Sciences* 43(4):797-805.
- BENECKE, M. & LESSIG, R. 2001. Child neglect and forensic entomology. *Forensic Science International* 120:155-159.
- BENECKE, M. & LESSIG, R. 2002. El Maltrato Infantil y la Entomología Forense. *Revista de Ciencias Forenses Jalisciense* 2 (3), 32-37.

- BENECKE, M. 2004. Forensic Entomology: Arthropods and corpses. In: Tsokos M (ed.) *Forensic Pathology Rev Vol II*, Humana Press, Totowa (NJ, USA), p.207-240.
- BENECKE, M.; JOSEPHI, E. & ZWEIHOFF, R. 2004. Neglect of the Elderly: Forensic Entomology Cases and Considerations. *Forensic Science International* 146 Suppl 1:S195-S199.
- BERG, E. VAN DEN. 2001. Se ha escrito un crimen. *National Geographic España* 8(5): 64-74.
- BERGERET, M. 1855. Infanticide, momification du cadavre. Découverte du cadavre d'un enfant nouveau-né dans une cheminée où il s'était momifié. Détermination de l'époque de la naissance par la présence de nymphes et de larves d'insectes dans le cadavre et par l'étude de leurs métamorphoses. *Annales d'Hygiene Publique et de Medecine et Legale* 4: 442-452.
- BHARTI, M. & SINGH, D. 2003. Insect Faunal Succession on Decaying Rabbit Carcasses in Punjab, India. *Journal of Forensic Sciences*, 48 (5): 1-11.
- BOHART, G.E. & GRESSITT, J.L. 1951. Filth-inhabiting flies of Guam. *Bull Bernice P Bishop Mus.* 204:1-151.
- BONACCI, T.; VERCILLO, V.; BRANDMAYR, P.; FONTI, A.; TERSARUOLO, C. & ZETTO BRANDMAYR, T. 2009. A case of *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera, Calliphoridae) breeding in a human corpse in Calabria (southern Italy). *Legal Medicine* 11: 30-32.
- BONACCI, T.; BRANDMAYR, P.; GRECO, S.; TERSARUOLO, C.; VERCILLO, V. & ZETTO BRANDMAYR, T. 2010. A preliminary investigation of insect succession on carrion in Calabria (southern Italy). *Terrestrial Arthropod Reviews* 3: 97-110.
- BONACCI, T.; ZETTO BRANDMAYR, T.; BRANDMAYR, P.; VERCILLO, V. & PORCELLI, F. 2011. Successional patterns of the insect fauna on a pig carcass in southern Italy and the role of *Crematogaster scutellaris* (Hymenoptera, Formicidae) as carrion invader. *Journal of Entomological Science* 14:125-132.
- BORNEMISSZA, G. F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Australian Journal of Zoology* 5:1-12.
- BOUREL, B.; MARTIN-BOUYER, L.; HEDOUIN, V.; CAILLIEZ, J.-C.; DEROUT, D. & GOSSET, D. 1999. Necrophilous Insect Succession on Rabbit Carrion in Sand Dune Habitats in Northern France. *Journal of Medical Entomology* 36(4): 420-425.
- BOUREL, B., TOURNEL, G., HEDOUIN, V. & GOSSET, D. 2004. Entomofauna of buried bodies in northern France. *International Journal of Legal Medicine* 118: 215-220.
- BRAACK, L.E.O. 1981. Visitation patterns of principal species of the insect-complex at carcasses in the Kruger National Park. *Koedoe* 24:33-49.
- BRAACK, L. E. O. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical African woodland. *Oecologia*, 72: 402-409.
- BUCHELI, S.R.; BYTHEWAY, J.A.; PUSTILNIK, S.M. & FLORENCE, J. 2009. Insect Successional Pattern of a Corpse in Cooler Months of Subtropical Southeastern Texas. *Journal of Forensic Sciences* 54(2): 452-455
- BURGER, J.F.1965. *Studies on the succession of saprophagous Diptera on mammal carcasses in Southern Arizona*. Thesis, University of Arizona, Tucson, AZ. 103pp
- BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. (eds.) 2001. *Forensic Entomology. The utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press LLC. Boca Ratón.
- BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. (eds.) 2010. *Forensic Entomology. The utility of arthropods in legal investigations*. 2nd edition. CRC Press LLC. Boca Ratón.

- CAINÉ, L.M.; CORTE REAL, F.; SALOÑA-BORDAS, M.I.; MARTÍNEZ DE PANCORBO, M.; LIMA, G.; MAGALHÃES, T. & PINHEIRO, F. 2009. DNA typing of Diptera collected from human corpses in Portugal. *Forensic Science International* 184:e21-e23.
- CAMPOBASSO, CP.; HENRY, R.; DISNEY R.L. & INTRONA, F. 2004. A Case of *Megaselia scalaris* (Loew) (Dipt. Phoridae) breeding in a human corpse. *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5(1): 3-5.
- CARLES TOLRÁ M. 2012. Segunda cita de *Piophilina megastigmata* McAlpine para España en Aragón (Diptera: Piophilidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 50:366.
- CARTER, D. O., D. YELLOWLEES & M. TIBBETT. 2007. Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems. *Naturwissenschaften*. 94(1): 12-24.
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2000. *Estudio de la entomofauna asociada a los cadáveres en la Región Altoaragonesa*. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. Tesis doctoral inédita. 318 pp
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2001. Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca). *Graellsia* 57 (1): 85-90.
- CASTILLO-MIRALBES, M. 2002. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). *Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 6: 1-93.
- CATTS, E. P. & GOFF, M.L. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology* 37: 253-272.
- CENTENO, N.; MALDONADO, M. & OLIVA, A. 2002. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina). *Forensic Science International* 126: 63-70.
- CHAPMAN, R. K. & SANKEY, J. H. P. 1955. The Larger Invertebrate Fauna of Three Rabbit Carcasses. *Journal of Animal Ecology* 24:395-402.
- CHONG CHIN, H.; MARWI, M.A.; JEFFERY, J.; KURAHASHI, H. & BAHARUDIN, O. 2008. On the occurrence of *Musca domestica* L oviposition activity on pig carcass in peninsular Malaysia *Tropical Biomedicine* 25(3): 252–253.
- COE, M. 1978. The decomposition of elephant carcasses in the Tsavo (east) National Park, Kenya. *Journal of Arid Environments* 1:71-86.
- COLLINS, J. L., TOOMER, E. & R. F. DUNTON, R.F. 2007. Case study: Insect succession in pig carcasses in two regions of Japan where U.S. Military is present. *59th annual meeting of the American Academy of Forensic Sciences*, Feb. 19-24, San Antonio, TX.
- CORNABY, B.W. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. *Biotropica* 6, 51-63.
- DE JONG, G. D. & CHADWICK, J. W. 1999. Decomposition and arthropod succession on exposed rabbit carrion during summer at high altitudes in Colorado, USA. *Journal of Medical Entomology*, 36: 833-845.
- DE JONG, G.D. & HOBACK, W.W. 2006. Effect of investigator disturbance in experimental forensic entomology: succession and community composition. *Medical and Veterinary Entomology* 20 (2): 248–258.
- DISNEY, R.H.L. 2005. Duration of development of two species of carrionbreeding scuttle flies and forensic implications. *Medical and Veterinary Entomology* 19: 229-235
- DISNEY, R.H.L. & MANLOVE, J.D. 2005. First occurrences of the Phorid, *Megaselia abdita*, in forensic cases in Britain. *Medical and Veterinary Entomology* 19:489–491.

- DISNEY, R.H.L.; GARCÍA-ROJO, A.M.; LINDSTRÖM, A. & MANLOVE, J.D. 2014. Further occurrences of *Dohrniphora cornuta* (Bigot) (Diptera, Phoridae) in forensic cases indicate likely importance of this species in future cases. *Forensic Science International* 241: e20-e22.
- DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ, J. & GÓMEZ FERNÁNDEZ, L. 1957. Observaciones en torno a la entomología tanatológica. Aportación experimental al estudio de la fauna cadavérica. *Revista Ibérica de Parasitología* XVII (1-2): 3-30.
- DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ, J. & GÓMEZ FERNÁNDEZ, L. 1963. Momificación cadavérica particularmente rápida, operada bajo la acción de numerosas larvas de *Chrysomya albiceps* Wiedemann, 1819. *Revista Ibérica de Parasitología*, 23: 43-62.
- DORADO FERNÁNDEZ, E. 2009. Entrevista con Concepción Magaña Loarte. *Revista de la Escuela de Medicina Legal*. Universidad Complutense de Madrid. Febrero 2009: 29-33.
- EARLY, M. & GOFF, M.L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of Ohau, Hawaiian Islands, USA. *Journal of Medical Entomology*. 23(5): 520-531.
- EASTON, A. M. & SMITH, K.G.V. 1970. The entomology of the cadaver. *Medicine, Science and the Law*. 10:208-215.
- EBERHARDT, T. L. & ELLIOT D.A. 2008. A preliminary investigation of insect colonisation and succession on remains in New Zealand. *Forensic Science International* 176: 207-223.
- ERZINCIOGLU, Z. 1989. Entomology and the forensic scientist: how insects can solve crimes. *Journal of Biology and Education*. 23:300-302.
- EKANEM, M.S. & DIKE, M.C. 2010. Arthropod succession on pig carcasses in southeastern Nigeria. *Papéis Avulsos de Zoologia* (São Paulo) 50: 561-570.
- EKRANE, T. & ILOBA, B. N. 2011. One Death, Many Insect Species, Yet One Insect Generation. *Journal of Entomology*, 8:27-39.
- ELLISON, G.T.H. 1990. The effect of scavenger mutilation on insect succession at impala carcasses in southern Africa. *Journal of Zoology-London* 220:679-688.
- FEUGANG YOUNESSI, F.D.; BILONG BILONG, C.F.; CHERIX, D. & DJIÉTO-LORDON, C. 2012. Biodiversity study of arthropods collected on rat carrion in Yaounde, Cameroon: first study on forensic entomology in Central Africa. *International Journal of Biosciences* 2(1): 1-8.
- FLORES PÉREZ, L.R. 2009. *Sucesión de entomofauna cadavérica utilizando como biomodelo cerdo blanco, Sus scrofa* L. Tesis doctoral. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Montecillo, Texcoco, México.
- FREMDT, H.; SZPILA, K.; HUIJBREGTS, J.; LINDSTRÖM, A.; ZEHNER, R. & AMENDT, J. 2012. *Lucilia silvarum* Meigen, 1826 (Diptera: Calliphoridae)—A new species of interest for Forensic Entomology in Europe. *Forensic Science International* 222, 335-339.
- FULLER, M. E. 1934. Sheep blowfly investigations – Some field tests of baits treated with sodium sulphide. *Journal of the Council for Scientific and Industrial Research of Australia*, 7: 147-149.
- GARCÍA, M. D.; ARNALDOS, M.I.; LOZANO, E. & LUNA, A. 2004. La entomología forense en España. En: Calabuig, J.A. & Villanueva, C.E. *Medicina legal y toxicología*. 6ª edición. Barcelona. España. Pp262-273.
- GARCÍA-ROJO, A. M. 2004. Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 34: 263-269.
- GARCÍA-ROJO, A.M. & HONORATO, L. 2004. A case description. *Proceedings of the Second meeting of the European Association for Forensic Entomology*, London, p39.

- GARCÍA-ROJO, A. & HONORATO, L. 2005. Three forensic cases involving *Hydrotaea capensis* (Diptera). *Proceedings of the Third Meeting of the European Association for Forensic Entomology*, 27–29 April 2005, p. 34. Lausanne, Switzerland.
- GARCÍA-ROJO, A.M. & HONORATO, L. 2006. “La Entomología forense y la práctica policial en España: estimación del intervalo postmortem en un cadáver hallado en el interior de una arqueta en la Comunidad de Madrid”. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 57-62
- GARCÍA-ROJO, A.M., L. HONORATO, AND M.I. SALOÑA. 2008. The insect fauna associated with corpse in advance stage of decomposition found indoors in an abandoned building at Puerto de la Cruz (Tenerife, Canary Islands). *Proceedings of the Sixth meeting of the European Association for Forensic Entomology*, Kolybari, p. 73.
- GARCÍA-ROJO, A.; HONORATO, L.; GONZÁLEZ, M. & TÉLLEZ, A. 2009. Determinación del IPM mediante el estudio de la sucesión de insectos en dos cadáveres hallados en el interior de una finca rústica en Madrid. *Cuadernos de Medicina Forense* 15 (56):137-145
- GARCÍA-ROJO AM, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ A, LÓPEZ R, GARCÍA DE LA VEGA JM, RICA, M GONZÁLEZ M & DISNEY RHL. 2013. A mathematical model applied for assisting the estimation of PMI in a case of forensic importance. First record of *Conicera similis* (Diptera: Phoridae) in a corpse. *Forensic Science International* 231 (1-3): e11-e18
- GENNARD, D.E. 2007. *Forensic Entomology. An Introduction*. University of Lincoln, UK. Wiley Eds.
- GOFF, M. L. 1993. Estimation of the postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Science Review* 5:81-94.
- GOFF, M. L. 2000. *A Fly for the Prosecution*. Harvard University Press, Cambridge, MA. 224 p.
- GOFF, M.L. 2010. Early postmortem changes and stages of decomposition. In: J.Amendt, C.P. Campobasso, M.L. Goff & M. Grassberger (eds) *Current Concepts in Forensic Entomology*, pp 1-24, Springer, London.
- GOFF, M.L. GARCÍA, M. D.; ARNALDOS M. I.; ROMERA, E. & LUNA, A. 2004. “Entomología cadavérica: Fundamentos y aplicación. Referencia a la entomología española”. En: *Tratado de Medicina Legal y Toxicología*. 6ª ed. Editado por E. Villanueva Cañadas. Masson. Barcelona, 253-273.
- GOMES, L.; GODOY, W. & VON ZUBEN, C. 2006. A review of postfeeding radial dispersal in blowflies: implications for forensic entomology. *Naturwissenschaften*. 93: 207 - 215.
- GOMES, L.; GOMEZ, G. & DESUÓ, C. 2009. A preliminary study of insect fauna on pig carcasses located in sugarcane in winter in southeastern Brazil. *Medical and Veterinary Entomology* 23:155-159.
- GÓMEZ-GÓMEZ A.; MARTÍN-VEGA, D.; BOTÍAS-TALAMANTES, C.; BAZ-RAMOS, A. & DÍAZ-ARANDA, L.M. 2007. La Entomología forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. *Cuadernos de Medicina Forense* 13(47): 21-31.
- GÓMEZ-GÓMEZ A; DÍAZ-ARANDA, LM & MICHELSEN V. 2009. A rediscovery of *Centrophlebomyia furcata* (Fabricius, 1794) (Diptera: Piophilidae) in Europe. *Studia Dipterologica* 15(1-2):237-241.
- GÓMEZ-GÓMEZ, A.; MARTÍN-VEGA, D.; TSCHORNIG, P.; BAZ, A.; CIFRIÁN, B. & DÍAZ-ARANDA, L.M. 2010. Tachinids associated with carrion in the centre of the Iberian Peninsula (Diptera: Tachinidae). *Entomologia generalis* 32:217-226.
- GONZÁLEZ MEDINA, A., GONZÁLEZ HERRERA, L., MARTÍNEZ TÉLLEZ, I., ARCHILLA PEÑADA, F. & JIMÉNEZ RÍOS, G. 2011. Análisis patológico y entomológico de unos restos humanos hallados en una zanja en Granada (España). *Revista Española de Medicina Legal* vol 37 (3): 113–116.
- GONZÁLEZ MORA, D.; PERIS, S. V. & SÁNCHEZ PÉREZ, J. D. 1990. Un caso de entomología forense. *Revista Española de Medicina Legal*. XVII (62-63 / 64-65): 19-21.

- GOODBROD, J. R. & GOFF, M. L. 1990. Effects of larval population density on rates of development and interactions between two species of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in laboratory culture. *Journal of Medical Entomology*. 27(3): 338-343.
- GRAELLS, M. 1886. Entomología judicial. *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 21: 458-471. Madrid.
- GRASSBERGER, M. & REITER, C. 2002. Effect of temperature on development of the forensically important holarctic blow fly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Science International* 128: 177-182.
- GRASSBERGER, M. & FRANK, C. 2004. Initial study of arthropod succession on pig carrion in a Central European urban habitat. *Journal of Medical Entomology*, 41 (3): 511-523.
- GREENBERG, B. & WELLS, J.D. 1998. Forensic use of *Megaselia abdita* and *M. scalaris* (Phoridae: Diptera): case studies, development rates, and egg structure. *Journal of Medical Entomology* 35(3): 205-209.
- GREENBERG, B. & KUNICH, J.C. 2002. *Entomology and the law: flies as forensic indicators*. Cambridge University Press.
- GRUNER, S. V.; SLONE, D.H. & CAPINERA, J.L.. 2007. Forensically Important Calliphoridae (Diptera) Associated with Pig Carrion in Rural North-Central Florida. *Journal of Medical Entomology*. 44(3): 509-515.
- GRZYWACZ, A. 2013. Third instar larva morphology of *Hydrotaea cyrtoneurina* (Zetterstedt, 1845) (Diptera: Muscidae) – a species of forensic interest. *Polish Journal of Entomology* 82(4): 303-315.
- GUPTA, A. & SETIA, P. 2004. Forensic Entomology: Past, present and future. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 5 (1): 50-53.
- GUNN, A. 2009. *Essential Forensic Biology*. (2nd ed.) Wiley.
- HALL, M.J.R.; WHITAKER, A. & RICHARDS, C. 2012. Forensic Entomology. In *Forensic Ecology Handbook: From Crime Scene to Court*, eds. N. Marquez-Grant and J. Roberts, pp 111-140. Chichester, United Kingdom: Wiley.
- HANSKI, I. 1987. Carrion fly community dynamics: patchiness, seasonality and coexistence. *Ecological Entomology* 12:257-266
- HASKELL, N.H. & WILLIAMS, R.E. 2008. *Entomology and Death: A procedural guide*. Clemson, SC: Forensic entomology partners.
- HEWADIKARAM, K. A. & GOFF, M.L. 1991. Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 12(3):235-240.
- HIGLEY, L. G. & HASKELL, N.H. 2010. Insect development and forensic entomology, p. 389–406. In: J. H. Byrd & J. L. Castner (Eds.). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Boca Raton, CRC Press, 681 p.
- HOLDAWAY, F.G. 1933. The synonymy and distribution of *Chrysomya rufifacies* (Macq.), an Australian sheep blowfly. *Bulletin of Entomological Research* 24:549–560.
- HWANG, C.C. & TURNER, B.D. 2005. Spatial and temporal variability of necrophagous diptera from urban to rural areas. *Medical and Veterinary Entomology* 19:379-391.
- IANCU, L. & PÂRVU, C. 2013. Necrophagous entomofauna (Diptera, Coleoptera) on *Meles meles* (Mammalia: Mustellidae) carcasses within different conditions of exposure in Bucharest (Romania). *Travaux du Muséum National D'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»* vol. LVI (1) pp. 45–63.

- IANNACONE, J. 2003. Arthropofauna of forensic importance in pig carcasses in Callao, Peru [Spanish]. *Revista Brasileira de Zoologia*. 20: 85-90.
- INTRONA F.; CAMPOBASSO, C. P. & DI FAZIO, A. 1998. Three case studies in forensic entomology from southern Italy. *Journal of Forensic Sciences*, 43 (1): 210-214.
- IZCO, J. 1984. *Madrid verde*. Ed. Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios. Madrid. 517 pp.
- JIRÓN, L.F. & CARTIN, V.M. 1981. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. *Journal of the New York entomology Society* 89:158-165.
- JOHNSON, M. D. 1975. Seasonal and microseral variations in the insect populations on carrion. *America Midland Naturalist*. 93:79-90.
- JUNG, J.B. & YOON, M.H. 2011. Arthropod Succession and Decomposition Patterns of Pig Carrions Varying with the Exposed Extent of the Carrions. *Journal of Life Science* 21(8): 1168-1175.
- KAMANI, A.H. & GOFF, M.L. 1991. Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 12(3): 235- 240.
- KHEIRALLAH, A.M.; TANTAWI, T.I., ALY, A.H. & EL-MOATY, Z.A. 2007. Competitive interaction between larvae of *Lucilia sericata* and *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(7): 1001-1010.
- KOČAREK, P. 2003. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European Journal of Soil Biology* 39: 31–45.
- KUUSELA, S. & HANSKI, I. 1982. The structure of carrion fly communities. *Holarctic Ecology*, 5: 337-348.
- KYEREMATEN, R.A.K.; BOATENG, B.A.; HARUNA, M. & EZIAH, V.Y. 2013. Decomposition and insect succession pattern of exposed domestic pig (*Sus scrofa* L.) carrion. *ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science* 8(11): 756-765.
- KULSHRESTHA, P. & SATPATHY, D.K. 2001. Use of beetles in forensic entomology. *Forensic Science International* 120: 15-17.
- LECHA-MARZO, A. 1917. *Tratado de autopsias y embalsamamientos*. Ed. Los Progresos de la Clínica. Madrid 79-90.
- LECLERCQ, M. 1969. Entomology and Legal Medicine. In *Entomological Parasitology: The relations between Entomology and the Medical Sciences*. Edited by M. Leclercq. 128-142. Pergamon Press, Oxford, U. K.
- LECLERCQ, M. 1978. *Entomologie et Médecine Légale. Datation de la mort*. Masson. Paris. 100 pp.
- LEE, H.L. 1996. Recovery of forensically important insect larvae from human cadavers in Malaysia (1993-1996). *Malaysian Journal of Pathology*. 18: 125-1127.
- LEE, H.L. & MARZUKI, T. 1993. Preliminary observation of arthropods on carrion and its application to forensic entomology in Malaysia. *Tropical Biomedicine* 10: 5-8.
- LEE, H.L., KRISHNASAMY, M., ABDULLAH, A.G. & JEFFERY, J. 2004. Review of forensically important entomological specimens in the period of 1972-2002. *Tropical Biomedicine* (supplement 1): 69-75.
- LEFEBVRE, F. & GAUDRY, E. 2009. Forensic entomology: a new hypothesis for the chronological succession pattern of necrophagous insect on human corpses. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* (n.s.) 45(3): 377-392.
- LÓPEZ SAÑUDO, L. 1891. *Estudios postmortem verificados en el necroscomio y cementerio de Torrero en Zaragoza* [Manuscrito]. Tesis doctoral, Universidad Central. Madrid, 26-28.

- LOPES DE CARVALHO, L.M.L.; THYSSEN, P.J.; GOFF, M.L. & LINHARES, A.X. 2004. Observations on the Succession Patterns of Necrophagous Insects on a Pig Carcass in an Urban Area of Southeastern Brazil. *Anil Aggarwal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 5(1): 33-39.
- LOPES DE CARVALHO, L. M. L. 2010. Toxicology and forensic entomology. In J. Amendt, C. P. Campobasso, M. L. Goff, and M. Grassberger [eds.], *Current Concepts in Forensic Entomology*. Heidelberg: Springer, 163-178.
- LORD, W.D. & STEVENSON, J.R. 1986. *Directory of forensic entomologists*. 2nd edition. Defense Pest Information Analysis Center; Walter Reed Army Medical Center: 1986.
- LORD, W. D. & BURGER, J.F. 1984. Arthropods associated with Herring Gulls (*Larus argentatus*) and Great Black-backed Gulls (*Larus marinus*) carrion on islands in the gulf of Maine. *Environmental Entomology*. 13:1261-1268.
- LORD, W. D. & BURGER, J.F. 1984b. Arthropods associated with harbor seal (*Phoca vitulina*) carcasses stranded on islands along the New England Coast. *International Journal of Entomology*, 26: 282-28.
- LORD, W. D. 1990. Case histories of the use of insects in investigations. In *Entomology and Death: A procedural guide*. E. P. Catts and N. H. Haskell, Eds. Forensic entomology specialties. Clemson, SC. 9-37.
- LORD, W. D.; GOFF, M.L.; ADKINS, T.R. & HASKELL, N.H. 1994. The Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) as a potential measure of human postmortem interval: Observations and case histories. *Journal of Forensic Sciences* 39: 215-222.
- LORD, W. D. & GOFF, M.L. 2003. Forensic entomology: application of entomological methods to the investigation of death. In: Froede, R.C., Ed. *Handbook of Forensic Pathology*, 2nd edition. College of American Pathologists, Northfield, Illinois. Pp. 423-436.
- LOTHE, F. 1964. The use of larva infestation in determining the time of death. *Medicine Science and the Law*. 4: 113-115.
- LUNA MALDONADO A. & GARCÍA GARCÍA, M.D. 2006. La enseñanza de la entomología forense: la realidad española. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 11-16.
- MA, Y.; HU, C.; HONG, J. & MIN, J. 2000. A preliminary study on the constitution and succession of insect community on a pig carcass in Hangzhou district. [Chinese] *Acta Entomologica Sinica*. 43: 388-393.
- MABIKA, N.; MASENDU, R. & MAWERA, B. 2014. An initial study of insect succession on decomposing rabbit carrions in Harare, Zimbabwe. *Asian Pacific Journal of Topical Biomedicine* 4(7): 561-565.
- MAĐRA, A.; KONWERSKI, S. & MATUSZEWSKI, S. 2014. Necrophilous Staphylininae (Coleoptera: Staphylinidae) as indicators of season of death and corpse relocation. *Forensic Science International* 242: 32-37.
- MAĐRA, A.; FRATCZAK, K.; GRYWACZ, A. & MATUSZEWSKI, S. 2015. Long-term study of pig carrion entomofauna. *Forensic Science International* 252:1-10.
- MAGAÑA, C. 1999. *Sarcophaga haemorrhoidalis*. *Revista española de Medicina Legal* XXIII (86-87): 84-85.
- MAGAÑA, C. 2001. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Boletín de la S. E. A.* 28: 49-57.
- MAGAÑA, C.; ANDARA, C.; CONTRERAS, M.J.; CORONADO, A.; GUERRERO, E. 2006. Estudio preliminar de la fauna de insectos asociada a cadáveres en Maracay, Venezuela. *Entomotropica* 21(1): 53-59.

- MAKHOUL, C. 2014. Study of Entomofauna succession on pig (*Sus scrofa*) carcass. Conference paper. Outdoor-American University of Science & Technology (AUST). DOI: 10.13140/RG.2.1.4819.1527.
- MANLOVE, J.D. & DISNEY, R.H. 2008. The use of *Megaselia abdita* (Diptera: Phoridae) in forensic entomology. *Forensic Science International* 175(1): 83-84.
- MARCHENKO, M. I. 2001. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic Science International* 120: 89-109.
- MARTINEZ, E.; DUQUE, P. & WOLFF, M. 2007. Succession pattern of carrion-feeding insects in Páramo, Colombia. *Forensic Science International* 166: 182–189.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A. I.; ROJO, S.; ROGNES, K. & MARCOS-GARCÍA, M. A. 1998. Califóridos con interés faunístico en agroecosistemas de dehesa y catálogo de las especies ibéricas de Polleniinae (Diptera: Calliphoridae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 22 (1-2): 171-183.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A. I.; ROJO, S. & MARCOS-GARCÍA M. A. 2000a. Sarcófagos, necrófagos y coprófagos asociados a un agroecosistema de dehesa (Diptera, Sarcophagidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 24 (3-4): 171-185.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A. I.; ROJO, S. & MARCOS-GARCÍA M. A. 2000b. Annual and spatial activity of necrophilus flies (Diptera: Calliphoridae, Muscidae) in a mediterranean holm oak ecosystem. *Medical and Veterinary Entomology* 14:56-63.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; MARCOS-GARCÍA, M. A. & ROJO, S. 2005a. Biodiversidad de la comunidad de dípteros sarcosaprófagos en ambientes insulares del sudeste Ibérico (Diptera: Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 22: 251-265.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A., MAGAÑA, C., PÉREZ-BAÑÓN, C., ROJO, S. & GONZÁLEZ-MORA, D. 2006. Taxonomy and larval study of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) associated with human corpses in Spain. In '*Proceedings of the Fourth Meeting of European Association for Forensic Entomology*', Bari.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A., MAGAÑA, C. & ROJO, S. 2007a. First data on the forensic importance of *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830) in Spain (Diptera: Calliphoridae). *Proceedings of the Fifth Meeting of the European Association for Forensic Entomology*, 2–5 May 2007, p. 82. Brussels, Belgium.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; SMITH, K.E.; ROJO, R.; MARCOS-GARCÍA, M.A.; WALL, R. 2007b. Geographic Origin Affects Larval Competitive Ability in European Populations of the Blow Fly, *Lucilia sericata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 122: 93-98.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A., SALOÑA, M., MAGAÑA, C., MONEO, J. & ROJO, S. 2008. Forensic importance of the black soldier fly *Hermetia illucens* (L., 1758) (Diptera: Stratiomyidae) in SW Europe. Biology, distribution and case report. *Proceedings of the Sixth Meeting of the European Association for Forensic Entomology*, 20–24 May 2008, p. 91. Kolymbari, Creta.
- MARTÍN-VEGA, D., A. BAZ, & V. MICHELSEN. 2010. Back from the dead: *Thyreophora cynophila* (Panzer, 1798) (Diptera: Piophilidae) 'globally extinct' fugitive in Spain. *Systematic Entomology* 35: 607–613.
- MARTÍN-VEGA, D.; GÓMEZ-GÓMEZ, A.; BAZ, A. & DÍAZ-ARANDA, L.M. 2011. New piophilid in town: the first Palearctic record of *Piophila megastigmata* and its coexistence with *Piophila casei* in central Spain. *Medical and Veterinary Entomology* 25(1):64-9.
- MARTÍN-VEGA, D.; GÓMEZ-GÓMEZ, A.; BAZ, A. 2011. The “coffin fly” *Conicera tibialis* (Diptera: Phoridae) breeding on buried human remains after a postmortem interval of 18 years. *Journal of Forensic Sciences* 56(5): 1654-1656.

- MARTÍN-VEGA, D. & BAZ, A. 2012. Spatiotemporal Distribution of Necrophagous Beetles (Coleoptera: Dermestidae, Silphidae) Assemblages in Natural Habitats of Central Spain. *Annals of the Entomological Society of America* 105(1): 44-53.
- MARTÍN-VEGA, D. & BAZ, A. 2013. Sarcosaprophagous Diptera assemblages in natural habitats in Central Spain: Spatial and seasonal changes in composition. *Medical and Veterinary Entomology* 27(1): 64-76.
- MATA, P. 1844. *Vade Mecum de Medicina y Cirugía Legal*. Volumen II. 1ª ed. Imprenta de Manini y compañía. Madrid. 66-72.
- MATA, P. 1866. *Tratado de Medicina y Cirugía Legal teórica y práctica seguida de un compendio de Toxicología*. Tomo II. 4ª ed. Bailly-Bailliere. Madrid. 924-1012.
- MATUSZEWSKI, S.; BAJERLEIN, D.; KONWERSKI, S. & SZPILA, K. 2008. An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic Science International* 180: 61-69.
- MATUSZEWSKI, S.; BAJERLEIN, D.; KONWERSKI, S. & SZPILA, K. 2010a. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 1: Pattern and Rate of Decomposition. *Forensic Science International* 194: 85-93.
- MATUSZEWSKI, S.; BAJERLEIN, D.; KONWERSKI, S. & SZPILA, K. 2010b. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 2: Composition and residency patterns of carrion fauna. *Forensic Science International* 195:42-51.
- MATUSZEWSKI, S.; BAJERLEIN, D.; KONWERSKI, S. & SZPILA, K. 2011. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 3: Succession of carrion fauna. *Forensic Science International* 207: 150-163.
- MATUSZEWSKI, S.; SZAFALOWICZ, M. & JARMUSZ, M. 2013. Insects colonizing carcasses in open and forest habitats of Central Europe: Search for indicators of corpse relocation. *Forensic Science International* 231: 234-239.
- MATUSZEWSKI S.; KONWERSKI, S.; FRĄTCZAK, K. & SZAFALOWICZ, M. 2014. Effect of body mass and clothing on decomposition of pig carcasses. *International Journal of Legal Medicine* 128(6):1039–1048
- MATUSZEWSKI S.; FRĄTCZAK, K.; KONWERSKI, S.; BAJERLEIN, D.; SZPILA, K.; JARMUSZ, M.; SZAFALOWICZ, M.; GRZYWACZ, A. & MAĐRA, A. 2015. Effect of body mass and clothing on carrion entomofauna. *International journal of legal medicine* DOI 10.1007/s00414-015-1145-y (1-12).
- MCALPINE, J. F. 1977. A revised classification of the Piophilidae, including 'Neottiophilidae' and 'Thyreophoridae' (Diptera: Schizopora). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 103: 1-66.
- MÉGNIN, J.P. 1894. *La faune de cadavres. Application de l'entomologie a la médecine légale*. Encyclopeide scientifique des Aides-Mémoire, Masson, Paris Gauthier-Villars. París, 214.
- MERGAOUI, L. & STAMBOULI, A. 2005. Forensic entomology in Morocco: creation and development. *Proceedings of the third meeting of the European Association for Forensic Entomology*. Lausanne, Switzerland.
- MICHAUD, J.P. & MOREAU, G. 2009. Predicting the visitation of carcasses by carrion-related insects under different rates of degree-day accumulation. *Forensic Science International* 185: 78-83.
- MICHAUD, J.P.; MAJKA, C.G.; PRIVÉ, J.P. & MOREAU, G. 2010. Natural and anthropogenic changes in the insect fauna associated with carcasses in the North American Maritime lowlands. *Forensic Science International* 202(1-3): 64-70.

- MICHELSEN, V. 1983. *Thyreophora anthropophaga* Robineau-Desvoidy, an “extinct” bone-skipper rediscovered in Kashmir (Diptera: Piophilidae, Thyreophorina). *Entomologica Scandinavica* vol 14: 411-414.
- MIDGLEY, J.M. & VILLET, M.H. 2009. Development of *Thanatophilus micans* (Fabricius 1794) (Coleoptera Silphidae) at constant temperatures. *International journal of Legal Medicine* 123:285–292.
- MIDGLEY, J.M.; RICHARDS, C.S. & VILLET, M.H. 2010. The utility of Coleoptera in forensic investigations. In J. Amendt et al (eds) *Current Concepts in Forensic Entomology*. Springer Science+ Business Media B.V. pp 57-68.
- MONEO PELLITERO, J. & SALOÑA-BORDAS, M. I. 2007. Califóridos (Diptera, Calliphoridae) de interés forense recogidos en el entorno universitario del Campus de Leioa (Vizcaya, España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 40: 479-483.
- MORALES-RAYO, J.; SAN MARTÍN PERAL, G. & SALOÑA BORDÁS, M.I. 2014. Primer estudio sobre la reducción cadavérica en condiciones sumergidas en la Península Ibérica, empleando un modelo de cerdo doméstico (*Sus scrofa* L. 1758) en el Río Manzanares (Comunidad Autónoma de Madrid). *Ciencia Forense*. 11: 271-304.
- NABAGLO, L. 1973. Participation of invertebrates in decomposition of rodent carcasses in forest ecosystems. *Ekologia Polska* 21(18): 251-270.
- NAZNI, W.A.; JEFFERY, J.; SA'DIYAH, I.; NOORJULIANA, W.M.; CHEN, C.D.; ROHAYU, S.A.; HAFIZAM, A.H. & LEE, H.L. 2008. First report of maggots of family Piophilidae recovered from human cadavers in Malaysia. *Tropical Biomedicine* 25: 173–175.
- NOLTE, K.B.; PINDER, R.D. & LORD, W.D. 1992. Insect larvae used to detect cocaine poisoning in a decomposed body. *Journal of Forensic Sciences* 37(4): 1179 -1185.
- NUORTEVA, P.; ISOKOSKI, M. & LAIHO, K. 1967. Studies on the possibilities of using blowflies (Dipt.) as medicolegal indicators in Finland. I. Report of four indoor cases from the city of Helsinki. *Ann. Entomolo Fenici* 33: 217-225.
- NUORTEVA, P. 1977. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In *Forensic Medicine*. Ed. C. G. Tedeschi, 3:1317-33. Philadelphia/London/Toronto: Saunder. 1680 pp.
- O'BRIEN, R. C.; FORBES, S.L.; MEYER, J. & DADOUR, I.R. 2007. A preliminary investigation into the scavenging activity on pig carcasses in Western Australia. *Forensic Science Medicine and Pathology* 3(3): 194-199.
- O'FLYNN, M.A. 1983 The succession and rate of development of blowflies in carrion in southern Queensland and the application of these data to forensic entomology. *Journal of Aust. Ent. Soc.* 22: 137-148.
- OLAYA, L. 2001. Entomofauna sucesional en el cadáver de un canido en condiciones de campo en la universidad del valle (Cali-Colombia). *Cuadernos de Medicina Forense*, 23:5-14.
- OLIVEIRA-COSTA, J. & MELLO-PATIU, C.A. 2004. Application of Forensic Entomology to estimate of the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Department in Brazil. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5: 40–44.
- ORFILA, M. J. B. 1847. *Tratado de medicina legal*, traducido de la cuarta edición y arreglado a la legislación española por el doctor D. Enrique Ataide. Tomo I. Imprenta de José María Alonso. Madrid pp 444-728.
- ORFILA, M.J.B. & LESUEUR, O. 1831. *Traité des exhumations juridiques et considérations sur les changements physiques dans l'eau, dans les fosses d'aisance et dans le fumier*. Béchét Jeune. París, 331-333.

- ORTLOFF, A.; PEÑA, P. & RIQUELME, M. 2012. Preliminary study of the succession pattern of necrobiont insects, colonising species and larvae on pig carcasses in Temuco (Chile) for forensic applications. *Forensic Science International* 222, e36-41.
- ÖZDEMİR, S. & SERT, O. 2009. Determination of Coleoptera fauna on carcasses in Ankara province, Turkey. *Forensic Science International* 183: 24–32.
- PAI, CY. JIEN, MC. LI, LH. CHENG, YY. & YANG, CH., 2007. Application of forensic entomology to postmortem interval determination of a burned human corpse: a homicide case report from southern Taiwan. *Journal of the Formosan Medical Association*, vol. 106, no. 9, p. 792-798.
- PANCORBO M.M.; RAMOS R.; SALOÑA M. & SÁNCHEZ, P. 2006. Entomología molecular forense. *Ciencia Forense: Revista Aragonesa de Medicina Legal* 6: 107-132.
- PAPP, L. 2002 Dipterous guilds of small-sized feeding sources in forest of Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 48 (Suppl 1) pp 197-213.
- PAYNE, J. A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46: 592-602.
- PAYNE, J. A., KING, E.W. & BEINHART, G. 1968. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. *Nature*. 219:1180-1181.
- PAYNE, J. A. & KING, E.W. 1970. Coleoptera Associated with Pig Carrion. *Entomologist Monthly Magazine* 105:224-232.
- PAYNE, J. A. & KING, E. W. 1972. Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. *Journal of the Georgia Entomological Society*. 73:153-162.
- PEDREÑO SALA, A. 2014. *Determinación del Intervalo Postmortem a partir de evidencias entomológicas en la Provincia de Alicante. Aplicación forense y policial*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alcalá. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales.
- PERALTA ÁLVAREZ B.; GILARRIORTUA, M. & SALOÑA-BORDAS M.I. 2013. Variabilidad espacial y temporal de Califóridos (Diptera) necrófagos de interés forense capturados en la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias (CAPA). Estudio preliminar. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 37 (3-4): 301-314.
- PÉREZ-BOTE, J.L.; VICENTE RIVERA, V. & SANTOS ALMEIDA, A. 2012. La comunidad sarcosaprófaga en un entorno periurbano. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 36 (3-4): 299-314.
- PÉREZ DE PETINTO Y BERTOMEU, M. 1975. La miasis cadavérica en la esqueletización. *Volumen Extraordinario del Primer Centenario de (1871-1971) de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Tomo II (Trabajos Científicos de Biología): 463-482.
- PERVEEN, F. & KHAN, A. 2013. Characterization of insect-fauna of the free-ranging urban dog, *Canis domesticus* (L.) carcass in tropical region of Pakistan: A tool for forensic entomology. *Advances in Entomology*, 1, 29-37 doi: 10.4236/ae.2013.12007.
- PESCHKE, K., KRAPF, D. & FULDNER, D. 1987. Ecological separation, functional relationships, and limiting resources in a carrion insect community. *Zool. Jahr. Abt. Syst. Ökol. Geog. Tiere*, 114, 241-265.
- PETRASIUNAS, A. 2007. Insect colonization of rat carrion under rural and urban conditions in Lithuania. Proceedings of the 6th International Congress of the Baltic Medico-Legal Association: New technologies in forensic medicine. *Forensic Science International* 169(1): S27-S28.
- PIGA, P. 1928. *Medicina Legal de Urgencia. La autopsia judicial*. Ed. Mercurio. Madrid, 169-179.
- POHJOISMÄKI, J.L.; KARHUNEN, P.J.; GOEBELER, S.; SAUKKO, P. & SÄÄKSIÄRVI, I.E. 2010. Indoors forensic entomology: colonization of human remains in closed environments by specific species of sarcosaprophagous flies. *Forensic Science International* 199(1):38–42.

- PRADO E CASTRO, C.B. 2005. *Studies on Sarcosaprophagous Diptera (Insecta) in Central Portugal: Application to Forensic Entomology*. MSc Thesis. Departamento de Zoologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra. 97 pp.
- PRADO E CASTRO, C.; GARCÍA, M.D.; ARNALDOS, M.I. & GONZÁLEZ-MORA, D. 2010. Sarcophagidae (Diptera) attracted to piglet carcasses including new records for Portuguese fauna. *Graellsia*. 66(2):285-294.
- PRADO E CASTRO, C. 2011. *Seasonal carrion Diptera and Coleoptera communities from Lisbon (Portugal) and the utility of forensic entomology in legal medicine*. Tesis Doctoral. Departamento de Biología, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 171pp.
- PRADO E CASTRO, C.; SOUSA, J.P.; ARNALDOS, M.I.; GASPAS, J. & GARCÍA, M.D. 2011. Blowflies (Diptera: Calliphoridae) activity in sun exposed and shaded carrion in Portugal *Annales- Societe Entomologique de France* 47(1-2):128-139.
- PRADO E CASTRO, C.; CUNHA, E.; SERRANO, A. & GARCÍA, M.D. 2012a. *Piophilidae* (Diptera: Piophilidae): first records on human corpses. *Forensic Science International* 214(1-3):23-26.
- PRADO E CASTRO, C.; SERRANO, A.; MARTINS DA SILVA, P. & GARCÍA, M.D. 2012b. Carrion flies of forensic interest: a study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Medical and Veterinary Entomology* 26:417-431.
- PRADO E CASTRO, C.; GARCÍA M.D.; MARTINS DA SILVA, P.; FARIA E SILVA, I. & SERRANO, A. 2013. Coleoptera of forensic interest: A study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. *Forensic Science International* 232 (1-3):73–83.
- PRIETO, J. L.; MAGAÑA, C. & UBELAKER, D. H. 2004. Interpretation of postmortem change in cadavers in Spain. *Journal of Forensic Sciences* 49 (5): 1-6.
- RAJENDRAN, S. & HAJIRA PARVEEN, K.M. 2005. Insect infestation in stored animal products. *Journal of Stored Product Research* 41: 1-30.
- REDI, F. 1668. "Esperienze intorno alla generazione degli insetti. All'Insegna Della Stella. Florencia, 1668.
- REIBE, S.; STREHLER, M.; MAYER, F.; ALTHAUS, L.; MADEA, B. & BENECKE, M. 2008. Dumping of corpses in compost bins-two forensic entomological case reports. *Arch Kriminol* 222(5-6):195–201.
- REED, H. B. 1958. A Study of Dog Carcass Communities in Tennessee, with Special References to the Insects. *The American Midland Naturalist*. 59:213-245.
- REVERTE COMA, J. M. 1991. *Antropología Forense*. Ministerio de Justicia, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Madrid. 399-453.
- RICHARDS, E.N. & GOFF, M.L 1997. Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii Island, Hawaii. *Journal of Medical Entomology* 34(3): 328-39.
- RÍOS, T. 1902a Los insectos y la putrefacción de los cadáveres (I-II). *La Clínica Moderna, Revista de Medicina y Cirugía* 1 (2): 74-80.
- RÍOS, T. 1902b Los insectos y la putrefacción de los cadáveres (III-IV). *La Clínica Moderna, Revista de Medicina y Cirugía* 1 (4): 171-180.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; GANDULLO GUTIÉRREZ, J. M.; ALLUÉ ANDRADE, J. L.; MONTERO DE BURGOS, J. L. & GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L. 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. ICONA. Madrid. 268 pp.
- RIVERS, D.B. & LOSINGER, M. 2014. Development of the gregarious ectoparasitoid *Nasonia vitripennis* using five species of necrophagous flies as hosts and at various developmental temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 151(2): 160-169.

- RODRÍGUEZ, W. C. & BASS, W.M. 1983. Insect Activity and its Relationship to Decay Rates of Human Cadavers in East Tennessee. *Journal of Forensic Sciences*. 28:423-432.
- ROETERDINK, E.M.; DADOUR, I.D. & WATLING, R.J. 2004. Extraction of gunshot residues from the larvae of the forensically important blowfly *Calliphora dubia* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae). *International Journal of Legal Medicine*, 118;63-70.
- ROMERA, E.; ARNALDOS, M. I.; GARCÍA, M. D. & GONZÁLEZ-MORA, D. 2003. Los Sarcophagidae (Insecta, Diptera) de un ecosistema cadavérico en el sureste de la Península Ibérica. *Anales de Biología*, 25: 49-63.
- ROMERO PALANCO, J. L.; MUNGUÍA GIRÓN, F. & GAMERO LUCAS, J. 2006. Entomología cadavérica en la provincia de Cádiz (S. de España). *Ciencia Forense*, 8: 83-106.
- SAIGUSA, K.; TAKAMIYA, M. & AOKI, Y. 2005. Species identification of the forensically important flies in Iwate prefecture, Japan based on mitochondrial cytochrome oxidase gene subunit I (COI) sequences. *Legal Medicine* 7: 175-178.
- SAIGUSA, K.; MATSUMASA, M.; YASHIMA, Y.; TAKAMIYA, M. & AOKI, Y. 2009. Practical applications of molecular biological species identification of forensically important flies. *Legal Medicine* 11: S344-S347.
- SALOÑA BORDAS, M. I.; MONEO PELLITERO, J. & DÍAZ MARTÍN, B. 2009. Estudio sobre la distribución de Califóridos (Diptera, Calliphoridae) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 33 (1-2): 63-89.
- SALOÑA, M.I.; MAGAÑA, C. & GARCÍA-ROJO, A.M. 2015. Spain. In *Forensic Entomology. International Dimensions and Frontiers*. Tomberlin and Benbow eds. CRC Press. Ch. 15, pp145-157.
- SÁNCHEZ PIÑERO, F. 1997. Analysis of spatial and seasonal variability of carrion beetle (Coleoptera) assemblages in two arid zones of Spain. *Environmental Entomology* 26 (4): 805-814.
- SCHOENLY, K. & REID, W. 1987. Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: Discrete series or a continuum of change. *Oecology* 73(2): 192-202.
- SCHOENLY K. 1992. A statistical analysis of successional patterns in carrion-arthropod assemblages: implications for forensic entomology and determination of the postmortem interval. *Journal of Forensic Sciences* 37:1489-1513.
- SCHOENLY, K.; GOFF, M.L. & EARLY, M. 1992. A BASIC algorithm for calculating the postmortem interval from arthropod successional data. *Journal of Forensic Sciences*. 37: 808-823.
- SCHOENLY K.; GOFF, M.L.; WELLS, J.D. & LORD, W.D. 1996. Quantifying statistical uncertainty in succession-based entomological estimates of the postmortem interval in death scene investigations: a simulation study. *American Entomologist* 42: 106-112. .33
- SCHOENLY, K., SHAHID, S.A.; HASKELL, N.H. & HALL, R.D. 2005. Does carcass enrichment alter community structure of predaceous and parasitic arthropods? A second test of the arthropod saturation hypothesis at the anthropology research facility in Knoxville, Tennessee. *Journal of Forensic Sciences* 50(1):134-141.
- SCHROEDER, H., KLOTZBACH, H.; OESTERHELWEG, L. & PUSCHEL, K. 2002. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. *Forensic Science International*. 127: 231-236.
- SCHROEDER, H.; KLOTZBACH, H. & PÜSCHEL, K. 2003. Insects' colonization of human corpses in warm and cold season. *Legal Medicine*, 5: S372-S374.
- SHARANOWSKI, B.J.; WALKER, E.G. & ANDERSON, G.S. 2008. Insect succession and decomposition patterns on shaded and sun carrion in Saskatchewan in three different seasons. *Forensic Science International* 179: 219–240.

- SHEAN, B. S.; MESSINGER, L. & PAPWORTH, M. 1993. Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington State. *Journal of Forensic Sciences*, 38 (4): 938-949.
- SMITH, K.G.V. 1975. The faunal succession of insects and other invertebrates on a dead fox. *Entomologist's Gazette* 26:277.
- SMITH, K. G. V. 1986. *A manual of forensic entomology*. Cornell University Press. New York. 205 pp.
- SOLÍS CLARAS L, 1885 *Estudio acerca de la conservación provisional de los cadáveres y piezas anatómicas* [Manuscrito]. Tesis doctoral, Universidad Central. Madrid, 1885. 26-28 / 117.
- STAERKEBY, M. 2001. Dead larvae of *Cynomya mortuorum* (L.) (Diptera, Calliphoridae) as indicators of the post-mortem interval - a case history from Norway. *Forensic Science International*. 120: 77-78.
- SUKONTASON, K. L.; SUKONTASON, K.; PIANGJAI, S.; CHOOCHOTE, W.; VOGTSBERGER, R. C. & OLSON, J. K. 2001. Scanning electron microscopy of the third-instar *Piophilidae casei* (Diptera: Piophilidae), a fly species of forensic importance. *Journal of Medical Entomology*, 38 (5): 756-759.
- SUKONTASON, K.; NARONGCHAI, P.; KANCHAI, C.; VICHAIKAT, K.; SRIBANDITMONGKOL, P.; BHOOPAT, T.; KURAHASHI, H.; CHOCKJAMSAI, M.; PIANGJAI, S.; NOPHAWAN, C.; BUNCHU, N.; VONGVIVACH, S.; SAMAI, W.; CHAIWONG, T.; METHANITIKORN, R.; NGERN-KLUN, R.; SRIPAKDEE, D.; BOONSRIWONG, W.; SIRIWATTANARUNGSEE, S.; SRIMUANGWONG, C.; HANTERDSITH, B.; CHAIWAN, K.; SRISUWAN, C.; UPAKUT, S.; MOOPAYAK, K.; VOGTSBERGER, R.C.; OLSON, J.K. & SUKONTASON, K. L. 2007. Forensic entomology cases in Thailand: a review of cases from 2000 to 2006. *Parasitology Research* 101: 1417-1423.
- SYAMSA, R.A.; AHMAD, F.M.S.; MARWI, M.A. & OMAR, B. 2010. An analysis of forensic entomological specimens by University Kebangsaan Malaysia. *The Medical Journal of Malaysia* 65(3): 192-195.
- SZPILA, K.; MAĐRA, A.; JARMUSZ, M. & MATUSZEWSKI, S. 2015. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) colonising large carcasses in Central Europe). *Parasitology Research* 114: 2341-2348.
- TABOR, K. L.; BREWSTER, C. C. & FELL, R. D. 2004. Analysis of the successional patterns of insects on carrions in Southwest Virginia. *Journal of Medical Entomology* 41(4): 785-795.
- TANTAWI, T. I.; EL-KADY, E. M.; GREENBERG, B. & EL-GHAFFAR, H. A. 1996. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology*, 33 (4): 566-580.
- TOMBERLIN, J. K. & ADLER, P.H. 1998. "Seasonal Colonization and Decomposition of Rat Carrion in Water and on Land in an Open Field in South Carolina." *Journal of Medical Entomology* 35(4): 704-709.
- TORRE, C. & CARDELLINI, C. 1979. Fine structure of post-mortal tissues transformations. Preliminary observations. *Bolletino della Societa' italiana di Biologia Sperimentale* 55: 1915-1921.
- TORRE, C.; ZINA, A.M. & CARDELLINI, C. The ultrastructure of corified skin. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 3(3): 211-213.
- TULLIS, K. & GOFF, M.L. 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawaii. *Journal of Medical Entomology*. 24:332-339.
- TURCHETTO, M.; LAFISCA S. & COSTANTINI, G. 2001. Postmortem interval (PMI) determined by study sarcophagous biocenoses: three cases from the province of Venice (Italy). *Forensic Science International* 120:28-31.
- VALDES-PEREZGASGA, M.T., SÁNCHEZ-RAMOS, F.J., GARCÍA-MARTÍNEZ, O.; ANDERSON, G. S. 2010. Arthropods of forensic importance on Semidesert, México. *Journal of Forensic Sciences* 55:4.
- VANIN, S.; TASINATO P.; DUCOLIN G.; TERRANOVA C.; ZANCANER S.; MONTISCI M.; FERRARA S.D. & TURCHETTO, M. 2008. Use of *Lucilia* species for forensic investigations in Southern Europe. *Forensic Science International* 177: 37-41.

- VANIN, S.; GHERARDI, M.; BUGELLI, V. & DI PAOLO, M. 2011. Insects found on a human cadaver in central Italy including the blowfly *Calliphora loewi* (Diptera, Calliphoridae), a new species of forensic interest. *Forensic Science International* 207(1-3):e30-3.
- VANIN, S.; ZANOTTI, E.; GIBELLI, D.; TABORELLI, A.; ANDREOLA, S. & CATTANEO, C. 2013. Decomposition and entomological colonization of charred bodies- a pilot study. *Croat. Med. Journal* 54: 387-393.
- VANLAERHOVEN, S. L. & ANDERSON, G.S. 1999. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*. 44:31-41.
- VELÁSQUEZ, Y.; MAGAÑA, C.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, M. & ROJO, S. 2010. Diptera of forensic importance in the Iberian Peninsula: larval identification key. *Medical and Veterinary Entomology* 24 (3): 293-308.
- VELÁSQUEZ, Y. 2011. *Importancia de los Dípteros Sarcosaprófagos en la aplicación de la Entomología Forense: aspectos biológicos y taxonómicos*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Investigación "Centro Iberoamericano de la Biodiversidad".
- VELÁSQUEZ, Y.; IVORRA, T.; GRZYWACZ, A.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; MAGAÑA, C.; GARCÍA-ROJO, A.M. & ROJO, S. 2013. Larval morphology, development and forensic importance of *Synthesiomysia nudiseta* (Diptera: Muscidae) in Europe: a rare species or just overlooked? *Bulletin of entomological research* 103:98-110.
- VIEJO MONTESINOS, J. L. & ROMERO LÓPEZ, P. S. 1992. Entomología forense. *Quercus* 82: 33-35.
- VILLALAÍN BLANCO, J. D. 1976. Valoración médico-legal de los coleópteros necrófagos de España. *Archivos de la Facultad de Medicina de Madrid* XXIX (2): 89-99.
- VILLET, M.H. & AMENDT, J. 2011. Advances in entomological methods for death time estimation, chapter 11. In: Turk, E.E. (ed.) *Forensic Pathology Reviews* 6. Springer Science+ Business Media LLC, Philadelphia, PA, pp 213-237.
- VINCENT, C.; KEVAN, D. K.; LECLERCQ, M. & MEEK, C. L. 1985. A Bibliography of Forensic Entomology. *Journal of Medical Entomology* 22 (2): 212-219.
- VITTA, A.; PUMIDONMING, W.; TANGCHASURIYA, U.; POODENDEAN, C. & NATEEWORANART, S. 2007. A preliminary study on insects associated with pig (*Sus scrofa*) carcasses in Pitsanulok, northern Thailand. *Tropical Biomedicine* 24(2): 1-5.
- VOSS, S. C.; FORBES, S.L. & DADOUR, I.R. 2008. Decomposition and insect succession on cadavers inside a vehicle environment. *Forensic Science Medicine and Pathology*. 4: 22-32.
- VOSS, S.; SPAFFORD, H. & DADOUR, I.R. 2009. Annual and seasonal patterns of insect succession on decomposing remains at two locations in Western Australia. *Forensic Science International* 193: 26-36.
- WANG, C.; LI, Z.; CHEN, Y.; CHEN, Q. & YIN, X. 2008. The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. *Forensic Science International* 179: 11-18.
- WELLS, J. D. & LAMOTTE, L.R. 2001. Estimating the postmortem interval. Pp. 263-285 in Byrd, J. and Castner, J.L. (eds.) *Forensic Entomology: Utility of Arthropods in Legal Investigations*. CRC Press.
- WELLS, J. D.; INTRONA, F.; DI VELLA, G.; CAMPOBASSO, C.P.; HAYES, J. & SPERLING, F.A.H. 2001. Human and insect mitochondrial DNA analysis from maggots. *Journal of Forensic Sciences*. 46: 685-687.
- WOLFF, M.; URIBE, A.; ORTIZ, A. & DUQUE, P. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellin, Colombia. *Forensic Science International*. 120: 53-59.
- WYSS, C., CHAUBERT, S., CHERIX, D. & PAPE, T. 2005. First forensic record of *Sarcophaga caerulescens* in Switzerland. *Proceedings of the Third Meeting of the European Association for Forensic Entomology* 27-29 April 2005, p. 41. Lausanne, Switzerland.

WYSS, C. & CHERIX, D. 2006. *Traité d'entomologie forensique*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne, 317 p.



Difusión Científica

Para finalizar la presente tesis doctoral, incluimos un anexo con la difusión científica de los resultados obtenidos a lo largo de estos años de investigación.

En primer lugar, mostramos los distintos eventos científicos en los que hemos participado:

GÓMEZ GÓMEZ, A. & DÍAZ ARANDA, L.M. 2005. "Initial studies on Insect Succession on pig carrion in the Centre of Iberian Peninsula". *3rd Meeting of the European Association for Forensic Entomology (EAFE)*. Lausanne, Suiza. 27-29 Abril.

GÓMEZ-GÓMEZ, A.; MARTÍN-VEGA, D.; BOTÍAS-TALAMANTES, C.; BAZ-RAMOS, A.; DÍAZ-ARANDA, L.M. 2006. "Forensic Entomology in Spain. Past, present and future perspectives". *4th Meeting of the European Association for Forensic Entomology (EAFE)*. Bari, Italia. 26-29 Abril.

DÍAZ ARANDA, L.M. & **GÓMEZ-GÓMEZ, A.** 2008. Resultados preliminares del estudio entomológico sobre cadáveres en el centro peninsular. *Seminario de Especialización: Entomología Forense. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales*. Alcalá de Henares. 30 de Septiembre.

GÓMEZ GÓMEZ A. 2008. "Entomología Forense. Insectos y Cadáveres". *II Encuentro de Jóvenes Investigadores de la Universidad de Alcalá*. Alcalá de Henares. 9-10 Diciembre.

GÓMEZ-GÓMEZ, A. & DÍAZ ARANDA, L.M. 2010. Seasonal Arthropod succession on carrion in Central Spain. *8th Meeting of the European Association for Forensic Entomology*. Murcia. 8-11 de Septiembre.

GÓMEZ-GÓMEZ, A. 2013. Seminario "Entomología Forense: insectos y cadáveres". *Asignatura Zoología Aplicada- Grado de Biología*. Universidad Autónoma de Madrid. 24 y 31 de Octubre.

GÓMEZ-GÓMEZ, A. 2014. Seminario "Entomología Forense: insectos y cadáveres". *Asignatura Entomología Aplicada- Máster en Biodiversidad*. Universidad Autónoma de Madrid. 30 de Enero.

GÓMEZ-GÓMEZ, A. 2015. Seminario "Entomología Forense: insectos y cadáveres". *Asignatura Zoología Aplicada- Grado de Biología*. Universidad Autónoma de Madrid. 8 Enero.

A continuación, presentamos un listado de las publicaciones científicas elaboradas a lo largo del proyecto investigador.

GÓMEZ-GÓMEZ, A.; MARTÍN-VEGA, D.; BOTÍAS-TALAMANTES, C.; BAZ-RAMOS, A.; DÍAZ-ARANDA, L.M. 2007. La Entomología forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. *Cuadernos de Medicina Forense* 13(47): 21-31.

GÓMEZ-GÓMEZ, A.; DÍAZ-ARANDA, L.M. & MICHELSEN V. 2009. A rediscovery of *Centrophlebomyia furcata* (Fabricius, 1794) (Diptera: Piophilidae) in Europe. *Studia Dipterologica* 15(1-2):237-241.

DÍAZ-ARANDA, L.M. & **GÓMEZ-GÓMEZ, A.** 2009. "Efecto de la temperatura en el ciclo de desarrollo de Califóridos de interés forense y su aplicación en la estimación del intervalo postmortem" *Memoria 2008 del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales* pp 53-58.

DÍAZ-ARANDA, L.M. & **GÓMEZ-GÓMEZ, A.** 2010. "Efecto de la temperatura en el ciclo de desarrollo de Califóridos de interés forense y su aplicación en la estimación del intervalo postmortem II" *Memoria 2009 del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales* pp 57-64.

GÓMEZ-GÓMEZ, A.; MARTÍN-VEGA, D.; TSCHORNIG, P.; BAZ, A.; CIFRIÁN, B. & DÍAZ-ARANDA, L.M. 2010. Tachinids associated with carrion in the centre of the Iberian Peninsula (Diptera: Tachinidae). *Entomologia generalis* 32:217-226.

GÓMEZ-GÓMEZ, A. & DÍAZ-ARANDA L.M. 2010. "Entomología Forense. Estudio de los patrones de sucesión en modelos animales expuestos al aire libre". Eds. Jesús Aguado, Germán Ros & Miguel Ángel Hidalgo. *Segundas Jornadas de Jóvenes Investigadores de la Universidad de Alcalá. Obras colectivas Ciencias* 04 pp 87-94. ISBN: 978-84-8138-849-7.

MARTÍN-VEGA, D.; **GÓMEZ-GÓMEZ, A.**; BAZ, A. 2011. The "coffin fly" *Conicera tibialis* (Diptera: Phoridae) breeding on buried human remains after a postmortem interval of 18 years. *Journal of Forensic Sciences* 56(5): 1654-1656.

MARTÍN-VEGA, D.; **GÓMEZ-GÓMEZ, A.**; BAZ, A. & DÍAZ-ARANDA L.M. 2011. New piophilid in town: the first Palearctic record of *Piophila megastigmata* and its coexistence with *Piophila casei* in central Spain. *Medical and Veterinary Entomology* 25(1):64-9.

Por último, en las páginas siguientes figuran los textos completos de aquellos artículos que consideramos más relevantes con respecto a los objetivos de esta tesis doctoral.

La Entomología Forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro.

Forensic Entomology in Spain: past, present and future perspectives.

A. Gómez-Gómez¹, D. Martín-Vega¹, C. Botías-Talamantes¹,
A. Baz-Ramos² y LM. Díaz-Aranda²

RESUMEN

La entomología forense -estudio de los insectos que aparecen en los cadáveres- es una disciplina relativamente joven en cuanto a su aplicación. En España ha evolucionado lentamente, experimentando un notable crecimiento en las últimas décadas, tanto en el número de trabajos como en el de grupos de investigación dedicados a ello, adquiriendo un estatus cada vez más importante como disciplina forense.

En este trabajo se presentan los resultados de una revisión bibliográfica en la que se ha analizado con detalle la evolución de las publicaciones relacionadas con la entomología forense en España. Se incluye además un anexo con las referencias de todos los artículos recopilados, clasificados según sus características (divulgación científica, educación o formación, aplicación en casos reales e investigación en entomología forense).

Finalmente se analiza el estado actual de esta disciplina en nuestro país, considerando la faceta educativa, así como los principales lugares donde se investiga y aquellos donde se aplica la entomología forense en la resolución de casos reales.

Palabras clave: Aplicación en casos reales, bibliografía, divulgación, entomología forense, evolución histórica, formación, investigación.

Cuad Med Forense 2007; 13(47):21-32

ABSTRACT

Forensic Entomology- the study of insects appearing in corpses- is a relatively young discipline regarding its application. In Spain it has evolved slowly showing a great development in the last decades, both regarding the publications number and the people involved, gaining a higher status as a forensic discipline.

The results of a bibliographical revision in which evolution of the number of Spanish Forensic Entomology publications has been analyzed in detail are presented. Moreover, an annexe with the references of all the compiled publications classified according to the type (scientific popularization, education and training, application in real cases and investigation in Forensic Entomology) is enclosed.

Finally, the current state of the discipline in our country is also presented, taking into consideration education aspects as well as main places where there are people researching or applying forensic entomology in the resolution of real cases.

Key words: Application in real cases, bibliography, education and training, forensic entomology, historic evolution, popularization, research.

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (Proyecto de investigación BOS2003-00400) y por la Universidad de Alcalá (Proyecto de investigación PI2003/016).

Fecha de recepción: 9.MAR.07

Fecha de aceptación: 4.MAY.07

Correspondencia: Aida Gómez-Gómez. Dpto. de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología. Universidad de Alcalá. Ctra. Barcelona, km. 33,6. 28871 Alcalá de Henares (Madrid). Teléfono: 91 885 49 22. Fax: 91 885 50 80. E-mail: aida.gomez@uah.es.

¹ Licenciado en Biología. Personal Investigador en Formación. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares (Madrid).

² Doctor en Biología. Profesor Titular. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares (Madrid).

INTRODUCCIÓN:

La entomología forense es la disciplina encargada del estudio de los artrópodos que se encuentran en los cadáveres con el propósito de proporcionar información útil en las investigaciones policiales y/o judiciales, siendo la aportación más importante la estimación del intervalo postmortem.

Aunque se trata de una disciplina forense con casi dos siglos de uso, sigue siendo una disciplina joven, ya que su evolución ha sido lenta y su desarrollo ha dependido de la dedicación de un número de científicos relativamente bajo en comparación con otros campos médicos y paramédicos [1]. En la actualidad la entomología forense está ganando cada vez más reconocimiento internacional [2], y son muchos los retos planteados para el futuro, siendo uno de los más importantes la combinación de los resultados obtenidos en las investigaciones con el trabajo en casos reales [3].

Aunque el primer episodio que documenta la relación entre insectos y cadáveres se remonta al siglo XIII [4], no es hasta siglos después cuando se comienza a estudiar la relación entre los insectos y los cadáveres. Francesco Redi en Italia [5] o más tarde el español Mateo Orfila en compañía del francés Octave Lesueur en Francia [6, 7] estudiaron la presencia de determinados dípteros en los cadáveres, pero no contemplaron una aplicación práctica para la estima de la data de muerte.

En España, son varios los autores que en esa época dejan constancia de las observaciones de insectos necrófagos sobre cadáveres humanos [8, 9, 10], pero sin entrar en estudios detallados ni en su posible aplicación médico-legal.

Es Bergeret quien aplica por vez primera la entomología para establecer la data de la muerte en un caso de infanticidio [11], suceso que fue recogido por Mata [12]. Años después, Graells fue el primer español en profundizar en el campo desde un punto de vista aplicado, haciéndose eco de los trabajos realizados por Mégnin [13], quien describió por primera vez la sucesión que establecen los insectos en los cadáveres a medida que se produce el proceso de descomposición, resaltando la utilidad de la entomología en las prácticas médico-legales.

Muchos otros autores trataron la presencia de los insectos en los cadáveres y la utilidad de la entomología en los casos forenses, aunque pocos realizaron trabajos de investigación dentro de esta disciplina. Además, la mayoría de estas publicaciones se limitaron a exponer los resultados de Mégnin [14]; de hecho, algunas publicaciones formativas o de divulgación recientes han continuado reproduciendo los resultados del veterinario francés [15]. Por el contrario, otros autores españoles cuestionaron la validez de los resultados de Mégnin, resaltando la importancia de conocer la fauna cadavérica en las diferentes regiones geográficas; ejemplo de ellos fueron Lecha-Marzo [16], Álvarez Herrera [17], o Piga, que escribió: "Bastantes de las aseveraciones hechas por Mégnin, tomadas como artículo de fe y copiadas por todos los autores sin procurar comprobar su exactitud, van siendo en estos últimos años rectificadas, cosa que no tiene nada de extraño, puesto que aun siendo completamente exacto todo lo observado por el sabio entomólogo, es lógico deducir la diferencia y variabilidad de la fauna cadavérica en diferentes regiones" [18].

A pesar de conocerse la necesidad de realizar estudios biogeográficos, los trabajos de investigación llevados a cabo en España han sido muy escasos y puntuales [19, 20, 21, 22], y muchas veces centrados únicamente en observaciones personales [16, 23, 24, 25].

En la actualidad son varios los grupos españoles que empiezan a realizar trabajos de investigación sobre la fauna de interés forense y, aunque ya se han aportado datos sobre sucesión a nivel regional [22, 26], todavía quedan lagunas en muchos aspectos, tanto en lo referente a las zonas geográficas, como en las distintas áreas de esta disciplina.

Este trabajo pretende dar una visión de la evolución de la entomología forense en España a lo largo de la historia, así como de su situación actual en distintos aspectos, tales como la investigación, su aplicación a casos reales y, por último, el educativo o de formación. Se incluye además un listado bibliográfico que recopila los trabajos de autores españoles sobre esta disciplina.

MATERIAL Y MÉTODOS:

• REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica recopilando todos los artículos publicados sobre las investigaciones realizadas en España, consultando para ello diversas bases de datos a través de la red como Biological Abstracts, CINDOC, ISI Web of Knowledge, JSTOR, Medline, PubMed, ScienceDirect o SpringerLink.

Se han consultado también todos los libros y revistas de medicina legal y otras disciplinas científicas a los que se tuvo acceso en diferentes bibliotecas universitarias de la Comunidad de Madrid, realizando un vaciado sistemático en busca de referencias a la entomología forense.

Una vez recopilado todo el material, las publicaciones se han clasificado de la siguiente manera:

- por décadas
- por tipo de material consultado (libros o revistas)
- por categorías, según el siguiente criterio subjetivo:
 - a. Divulgación: artículos de divulgación científica.
 - b. Educación o formación, entendiéndose como tal aquellos artículos que describen los principios en los que se basa la entomología forense.
 - c. Aplicación: descripción de casos reales en los que se ha aplicado la entomología.
 - d. Investigación: artículos científicos donde se publican los resultados de las investigaciones realizadas en distintas áreas de la entomología forense y cuyo objetivo es la posible aplicación de esos resultados a la resolución de casos reales.

En el último grupo no se han incluido aquellos trabajos de investigación básica en entomología, tales como estudios de ecología, biología, taxonomía o faunística de los diferentes grupos de insectos necrófilos, que pudieran resultar de gran utilidad en las investigaciones forenses [21, 27, 28, 29]. Tampoco se han incluido las numerosas conferencias y contribuciones a congresos por la dificultad de cuantificarlas.

• LA ENTOMOLOGÍA FORENSE EN LA ACTUALIDAD.

Con el propósito de analizar la situación de la entomología forense en la actualidad en nuestro país, se han localizado todos aquellos lugares en los que se investiga y/o se aplica esta disciplina.

Por otro lado se ha llevado a cabo una búsqueda de aquellos centros (universidades, institutos de criminología y de medicina legal, etc.) en los que se imparte formación en distintas áreas forenses, con el objetivo de comprobar en cuáles de ellos se contempla la enseñanza de la entomología forense.

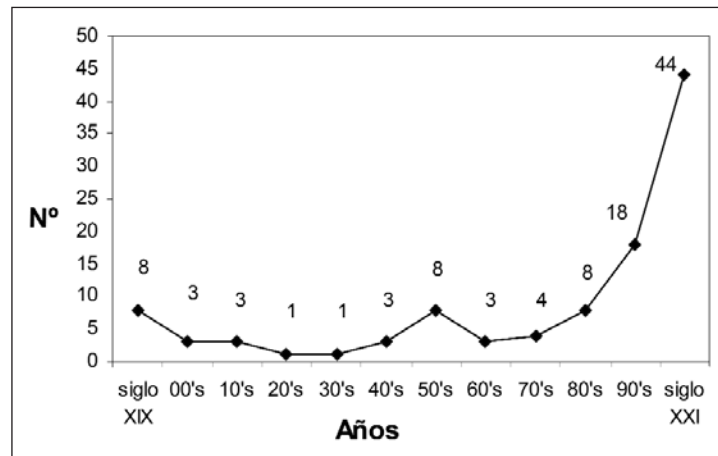
RESULTADOS:

• REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Se han recopilado 104 publicaciones, cuyas referencias se muestran en el Anexo, clasificadas según el criterio explicado en el apartado de material y métodos.

En cuanto a la evolución histórica, analizar el número de artículos científicos publicados es una buena manera de estimar cómo ha progresado una disciplina a lo largo de la historia.

Como puede observarse en la Gráfica 1, el número de publicaciones sobre entomología forense en España fue escaso desde la aparición de esta disciplina en la segunda mitad del siglo XIX. Es a partir de las dos últimas décadas del siglo XX cuando el número de trabajos experimentales, y con ello el número de publicaciones, se ha incrementado considerablemente, una tendencia que continúa en la actualidad y que coincide con el auge de esta disciplina en otros países europeos y americanos.



Gráfica 1. Número de publicaciones sobre Entomología Forense en España a lo largo de la historia.

En cuanto a las fuentes consultadas, el Diagrama de Sectores 1.1. hace referencia a los libros de medicina legal revisados. De un total de 96 libros, sólo se encontraron referencias sobre entomología forense en 33 de ellos (aprox. 34%), siendo la mayoría de la segunda mitad del siglo XX. Algunos de estos libros sólo dedican a la entomología forense unas pocas líneas, pero en el resto pueden encontrarse capítulos relativamente extensos en relación a esta disciplina.

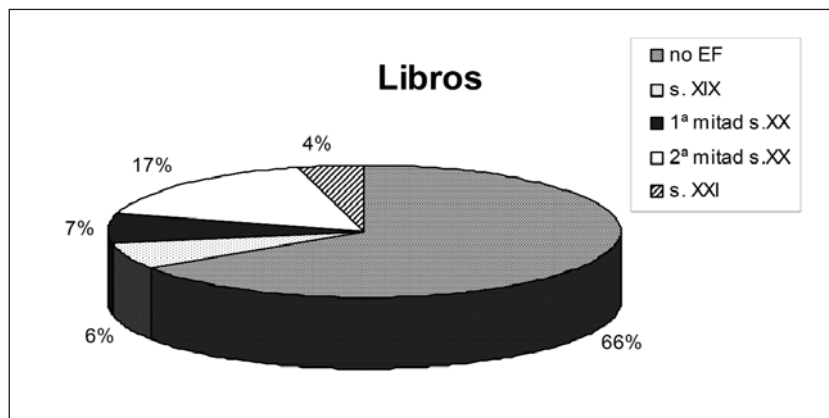


Diagrama de Sectores 1.1. Libros de medicina legal consultados. Aquellos que contienen referencias sobre Entomología Forense (34%) han sido clasificados según su fecha de publicación.

En el caso de las revistas científicas (Diagrama de Sectores 1.2.), el porcentaje de referencias es mucho más pequeño (aprox. 13%). Se consultaron 648 números de 65 revistas científicas diferentes, encontrando referencias únicamente en 70 de ellos, la mayoría publicados en la segunda mitad del siglo XX.

En lo referente al tipo de publicación y según las cuatro categorías descritas en el apartado de material y métodos, puede observarse que la mayoría de ellas (43%) corresponden a publicaciones de carácter educativo, el 36% corresponde a trabajos de investigación, un 14% son publicaciones de carácter divulgativo y sólo el 7% describen casos reales en los que se aplicó la entomología.

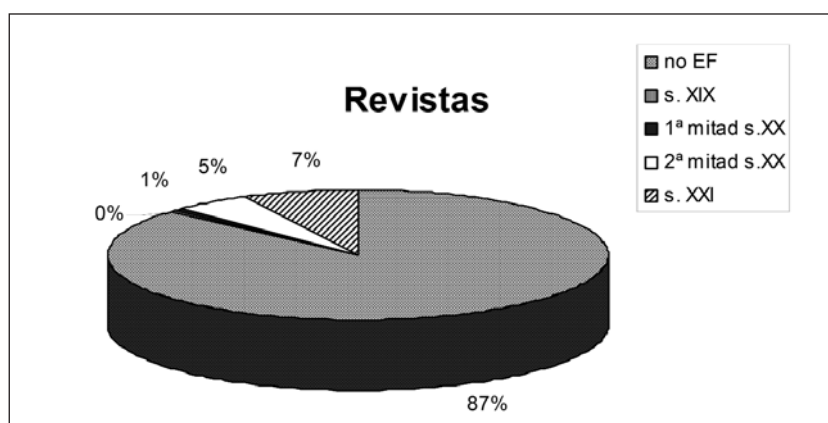


Diagrama de Sectores 1.2. Revistas científicas consultadas. Aquellos volúmenes que contienen referencias sobre Entomología Forense (13%) han sido clasificados según su fecha de publicación.

• LA ENTOMOLOGÍA FORENSE EN LA ACTUALIDAD.

En cuanto a la Investigación, en la actualidad son cinco las universidades de todo el país en las que se investiga en el campo de la entomología forense: Universidad de Alcalá, Universidad de Alicante, Universidad de Murcia, Universidad del País Vasco y Universidad de Cádiz. Los proyectos de investigación llevados a cabo en las cuatro primeras se han centrado, hasta el momento, en los campos más básicos de esta disciplina forense, como son la catalogación de la fauna de interés forense de determinadas zonas geográficas, el establecimiento de las sucesiones de insectos a medida que avanza el proceso de descomposición y el estudio del ciclo de desarrollo de las especies de dípteros que aparecen con más frecuencia en casos forenses.

Por otro lado, en el caso de la Universidad de Cádiz, se trabaja en la identificación de especies forenses a través de métodos moleculares, ya que las técnicas de ADN contribuyen de una manera rápida e inequívoca a la identificación de las especies implicadas en los casos.

Aplicación. Existen varios centros en España que aplican la entomología forense en la resolución de casos reales, entre ellos cabe destacar el Instituto Anatómico Forense [30]; el Laboratorio de Antropología Forense de la Comisaría General de Policía Científica; varios departamentos del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses y el Laboratorio Forense para la Vida Salvaje, en el que se aplica la entomología forense para resolver casos relacionados con especies animales protegidas. Estos centros reciben muestras procedentes de distintos puntos del país.

Además, investigadores de las Universidades de Alicante, Murcia y País Vasco han colaborado o colaboran con alguno de estos centros en la resolución de casos reales y en la elaboración de informes periciales.

Formación. En cuanto a la actividad educativa, se han encontrado 58 cursos relacionados con criminología, criminalística y ciencias forenses en general en cerca de 40 centros diferentes. Sólo 16 de estos cursos incluyen la entomología forense en sus programas, y únicamente 4 profundizan realmente en esta disciplina, sin obtenerse en ningún caso un título oficial de entomólogo forense. No se han contabilizado aquellos cursos que no se imparten en la actualidad, así como seminarios o conferencias puntuales, que como ya se comentó anteriormente, resultan imposibles de cuantificar.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES:

• REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En España los trabajos experimentales sobre entomología forense han sido muy escasos hasta hace una década aproximadamente, si bien no se ha ignorado la importancia de esta disciplina en vista de la cantidad de referencias de carácter formativo encontrada en libros y revistas de medicina legal.

Esta situación es paralela a la evolución de la disciplina en todo el mundo, ya que aunque la utilización de los insectos como herramienta forense comenzó en Europa de forma metódica a finales del siglo XIX [11, 14], no ha sido hasta hace un par de décadas cuando ha logrado su reconocimiento como disciplina de utilidad en las investigaciones policiales, de hecho Vincent et al. [31] recopilan toda la bibliografía publicada sobre el tema hasta 1983, presentando únicamente 329 referencias. Desde dicha revisión, las distintas áreas de la Entomología Forense han progresado de forma considerable y con ello el número de artículos científicos publicados [4]. Con todo esto, y a pesar del interés surgido en los últimos años en España, el conocimiento en otros países es muy superior [32].

Respecto a la descripción de casos resueltos con ayuda de la entomología, los artículos publicados no reflejan el número real de casos en los que se ha aplicado esta disciplina, al menos en algunos de los centros en los que la entomología forense es una herramienta habitual en la estimación del intervalo postmortem (Magaña, com. pers.).

• LA ENTOMOLOGÍA FORENSE EN LA ACTUALIDAD.

En los últimos años ha aumentado el número de lugares y grupos de investigación, algunos de ellos dotados con financiación económica procedente de la administración. Sin embargo, todavía falta mucha información, tanto de los temas a tratar, como de las zonas geográficas a cubrir, lo cual obliga a recurrir a datos de otros países para la resolución de casos, con las implicaciones negativas que ello conlleva.

Además de las tres líneas básicas en las que se centran los proyectos de investigación llevados a cabo en nuestro país (faunística, sucesiones y desarrollo de dípteros), existen otras líneas necesarias en las investigaciones policiales y/o judiciales, que se desarrollan en otros países, tales como toxicología, ADN, comportamiento, efecto de diversas variables, etc, de las que todavía no se han realizado estudios en profundidad en España.

A su vez, es necesario promover trabajos de ecología, biología, faunística y taxonomía de los grupos de insectos de interés forense de nuestra fauna, puesto que su ayuda es inestimable para la adecuada aplicación de esta disciplina.

Respecto a la formación en entomología forense, se ha comprobado que resulta insuficiente, ya que son escasos los programas de estudio que la incluyen en su temario, y los que sí lo hacen profundizan poco, no existiendo un certificado oficial de entomólogo forense como ya se ha mencionado anteriormente. En este sentido, cabe destacar la reciente creación del Instituto Universitario de Ciencias Policiales, fruto de un convenio entre el Ministerio del Interior y la Universidad de Alcalá,

entre cuyos objetivos se encuentra ampliar la formación de los cuerpos de seguridad del Estado en distintas disciplinas forenses.

En los últimos años ha surgido cierto interés popular por la entomología forense, debido en parte a la aparición de series televisivas, lo cual tiene el aspecto positivo de dar a conocer la importancia y utilidad de ésta y otras disciplinas en las investigaciones policiales. Sin embargo, esto ha generado la aparición de bastante intrusismo, con los problemas que genera la publicación de datos de dudosa fiabilidad.

Aunque la entomología forense ha evolucionado considerablemente en muchos aspectos en España en las dos últimas décadas, hay todavía un largo camino por recorrer, especialmente en cuanto a investigación en las diversas áreas de esta disciplina, en diferentes zonas geográficas.

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos a todas las personas que nos han atendido y facilitado información necesaria para la elaboración de este trabajo, especialmente a la Dra. Concepción Magaña del Instituto Anatómico Forense, a los Dres. Ana Isabel Martínez-Sánchez y Santos Rojo de la Universidad de Alicante, a la Dra. M^a Dolores García de la Universidad de Murcia, y al Dr. Manuel Castillo por la inestimable ayuda prestada y la amabilidad con que nos atendieron.

También queremos mencionar al personal de las distintas bibliotecas a las que hemos acudido por facilitarnos el trabajo. □

ANEXO:

Divulgación

- Alcaraz, R.: Datación del cadáver antiguo. Sector Seguridad. 2002; 8: 28-32
- Alcaraz, R.: Putrefacción cadavérica. Sector Seguridad. 2002; 6: 36-40.
- Antón Barberá, F.: La entomología forense en la investigación policial. *Ciencia Policial*. 2000; 54: 21-29.
- Antón Barberá, F.: Nuevos confidentes de la policía: los insectos. *Revista Agente de Policía*. 2003; 4 (17): 51-56.
- Aznar Cervantes, S. D.: Phoridae: Todo un reto para la entomología forense. *Eubacteria*. 2005; 17: 19-21.
- Berg, E. van den: Se ha escrito un crimen. *National Geographic España*. 2001; 8 (5): 64-74.
- Castillo, M.: El papel de las moscardas en la entomología forense: dípteros necrófagos y colonización de carroñas. *Quercus*. 2001; 186: 24-27.
- Castillo, M.: Entomofauna carroñera: la magia de convertir lo muerto en vivo. *Ibón*. 2001; 13: 22-28.
- Coperías, E. M.: Los insectos ayudan a la policía. La mosca delató al asesino. Muy interesante. 1996; 184: 67-69.
- Coperías, E. M.: La pista del crimen. Así ayudan los insectos a la policía. Muy interesante. 2004; 277: 48-56.
- González Peña, L.: En la vanguardia de las ciencias forenses. *Revista Policía*. 2002; 161: 40-48.
- Magaña, C.: Entomología forense. *Insectarium virtual* (revista electrónica). 2003.
- Moreno Martínez; Piera Pellicer, J. A.; Antón Barberá, F.; Mené Moreno, C.; Mulet Falcó, F.; Tirado Darder, J. J.: La entomología aplicada a la investigación forense. *Enfermería Integral*. 2000; 52: 7-11.

- Romera, E.; Arnaldos, M. I.; García, M. D.: Entomología forense... esa gran desconocida. *Eubacteria*. 2002; 10: 8-9.
- Viejo Montesinos, J. L.; Romero López, P. S.: Entomología forense. *Quercus*. 1992; 82: 33-35.

Educación o Formación

- Álvarez Herrera, A.: Auxiliares de la putrefacción. *Salvat*. Barcelona, 1940. 28-30.
- Anónimo.: Médicos forenses [Temario para oposiciones]. Volumen I. [s. n.]. [s. l.], 1935. 772-778.
- Antón Barberá, F.; de Luis y Turégano, J. V.: *Policía científica*. 3^a ed. Tirant lo Blanch. Valencia, 1998. 917-918.
- Arnaldos, M. I.; Romera, E. García, M. D.; Luna, A.: Protocolo para la recogida, conservación y remisión de muestras entomológicas en casos forenses. *Cuadernos de Medicina Forense*. 2001; 25: 65-73.
- Aso Escario, J.; Corrons Perramon, J.; Cobo Plana, J. A.: El intervalo postmortal. Interés médico, policial, legal y forense. *Masson*. Barcelona, 1998. 51-55.
- Ayala y Galán, P. de.: *Fauna cadavérica según Megnin* (material gráfico). Instituto de Medicina Legal, Toxicología y Psiquiatría. Madrid, 1918.
- Barahona Holgado, I.: *Lecciones de medicina legal*. Establecimiento Tipográfico de Marcelino Rodríguez. Salamanca, 1908. 426-433.
- Calatayud Carral, F.: Evolución de los fenómenos de putrefacción de la cámara pulpar en relación con la cronotanatología. *Anales Españoles de Odontología*. 1944; 3 (11): 945-952.

- Capó, M. A.; Peinado, M. V.; Mateos, J.; Anadón Baselga, M. J.: Entomofauna cadavérica establecida al aire libre. *Medicina Balear*. 2004; 19 (2): 29-38.
- Casas Sánchez, J. D.; Rodríguez Albarrán, M.S.: *Manual de medicina legal y forense*. Colex. Madrid, 2000. 1200-1202.
- Chavarría Puyol, H. M.: Bioética y ciencias forenses en Internet. *Entomología forense. Cuadernos de Medicina Forense*. 1996; 6: 56-57.
- Fernández Cabeza, J.; Gisbert Calabuig, J. A.; Domínguez Martínez, J.; Pérez de Petinto y Alonso Martínez, J. M.: Autopsia Médico-Forense Negativa. *Anales de Medicina Forense de la Asociación Española de Médicos Forenses*. 1962. 49-129.
- Fernández Cuesta y Porta, N.: Autopsia judicial: Compendio médico-legal necróptico para uso de magistrados, jueces, médicos forenses, titulares de sanidad militar y de sanidad de la armada, y en general, para cuantas personas tengan que intervenir más o menos directamente en una diligencia de autopsia. Romero Editor. Madrid, 1895. 146.
- Galante, E.; Marcos-García, M. A.: Detritívoros, Coprófagos y Necrófagos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 1997; 20: 57-64.
- Galante, E.; Marcos-García, M. A. *Decomposer insects*. En: *Encyclopedia of Entomology*. J. L. Capinera, ed. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, 2004. 664-674.
- Giner Alberola, S.: Estudio de la putrefacción. *Entomología cadavérica*. En: *Antropología criminológica*. Fernando Rodes Lloret y Juan Bautista Martí Lloret, eds. Universidad Miguel Hernández. Elche, 2001. 91-109.
- Gisbert Calabuig, J. A.: Medicina legal y práctica forense. *Revista de Medicina Legal*. 1958; 13 (144-145): 137-216.
- Gisbert Calabuig, J. A.: *Medicina Legal y Toxicología*. Fundación García Muñoz. Valencia, 1977. 270-272.
- Goff, M.L. García, M. D.; Arnaldos M. I.; Romera, E. & Luna, A. 2004. "Entomología cadavérica: Fundamentos y aplicación. Referencia a la entomología española". En: Gisbert Calabuig. *Tratado de Medicina Legal y Toxicología*, 6ª edición, pp. 253-273. Ed Masson, Barcelona.
- González Peña, C. F.: Los insectos y la muerte. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 1997; 20: 285-290.
- Graells, M.: *Entomología judicial*. *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Madrid. 1886; 21: 458-471.
- Hinojal Fonseca, R.; Serrano Hernández, J. M.: Actuación del médico en intervenciones médico-legales de urgencia. *Jarpyo*. Madrid, 1995. 15.
- Lecha Martínez, L.: *Manual de medicina legal*. Imprenta y Librería de Nicolás Moya. Madrid, 1912. 228-241.
- Lecha-Marzo, A.: *Tratado de autopsias y embalsamamientos*. Editorial Los Progresos de la Clínica. Madrid, 1917. 79-90.
- López Gómez, L.; Gisbert Calabuig, J. A.: *Tratado de medicina legal*. Saber. Valencia, 1967. 430-435.
- López Sañudo, L.: *Estudios postmortem verificados en el necroscomio y cementerio de Torrero en Zaragoza* [Manuscrito]. (Tesis doctoral). Universidad Central. Madrid, 1891. 26-28.
- Magaña, C.: La entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 2001; 28: 49-57.
- Martínez-Calcerrada, L.: *Derecho médico*. Volumen I. Tecnos. Madrid, 1986. 710-713.
- Mata, P.: *Vade Mecum de Medicina y Cirugía Legal*. Volumen II. Imprenta de Manini y compañía. Madrid, 1844. 66 / 72.
- Mata, P.: *Tratado de Medicina y Cirugía Legal teórica y práctica seguida de un compendio de Toxicología*. Tomo II. Cuarta edición. Bailly-Bailliere. Madrid, 1866. 924-1012.
- Medina y Ramos, M.: Noticia sobre entomología judicial. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural (Actas)*. 1888; 17: 100-101.
- Molina Caballero, J.: Proceso bacteriano de la putrefacción cadavérica. *Revista de Medicina Legal*. 1953; 8 (90-91): 497-504.
- Muñoz Tuero, L. M.: *Apuntes de medicina legal. Tanatología I*. Departamento de Medicina Legal. Madrid, 1975. 109-113.
- Nadal Moncadas, B.: *Métodos de conservación cadavérica y sus aspectos legales y sanitarios (Tesis doctoral)*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 1985. 38-40.
- Nájera Angulo, L.: *La lucha contra las moscas (monografía para médicos)*. [s. n.]. Madrid, 1947. 5-23 / 24-60.
- Osuna Carrillo de Albornoz, E. J.: *Nuevas perspectivas en la recogida e investigación de los indicios hallados en el acto de inspección ocular y levantamiento del cadáver*. En: *Seminario sobre la diligencia de inspección ocular, identificación y levantamiento del cadáver*. Ministerio de Justicia. Madrid, 1991. 51-71.
- Piga, A.: *Medicina Legal de Urgencia. La autopsia judicial*. Editorial Mercurio. Madrid, 1928. 169-179.
- Reverte Coma, J. M.: *Antropología Forense*. Ministerio de Justicia, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Madrid, 1991. 399-453.
- Rodríguez Albarrán, M. S.: *Entomología cadavérica*. En: *Lecciones de medicina legal. Cronotanodiagnóstico*. Fernando Bandrés, ed. Dpto. Toxicología y Legislación Sanitaria, Facultad de Medicina (UCM). Madrid, 2001. 69.
- Royo-Villanova, R.; Aznar, B.; Piga, B.: *Lecciones de medicina legal II*. Marbón. Madrid, 1952. 33-39.
- Sánchez Sánchez, J. A.; Villalain, J. D.: *Evolution et etat actuel de l'entomologie medico-legale en Espagne*. XIVth Congress of the International Academy of Legal Medicine and Social Medicine. Liège, Bélgica. 1988; 303-307.
- Solís Claras, L.: *Estudio acerca de la conservación provisional de los cadáveres y piezas anatómicas* [Manuscrito]. (Tesis doctoral). Universidad Central. Madrid, 1885. 26-28 / 117.
- Villalain Blanco, J. D.: *Policía científica*. El autor. Madrid, 1981. 117-119.
- Villalain Blanco, J. D.; Ramos Almazán, M. T.: *Consideraciones médico-legales en relación al cuerpo momificado de Colmenar Viejo*. *Revista Española de Medicina Legal*. 1981; 26-27: 69-80.
- Villanueva, E.: *Cronotanodiagnóstico. Métodos, crítica*. En: *Estudios dedicados a Juan Peset Aleixandre*, Tomo III. Universitat de Valencia. Valencia, 1982. 779-809.

Investigación

- Agudo Ordóñez, J.; Amestoy Jurado, M. P.; Sancho Ruíz, M.: La influencia de las condiciones ambientales sobre el desarrollo de la fauna cadavérica. Estudio de dos casos. Cuadernos de Medicina Forense. 1998, 14:49-55.
- Arnaldos, I.; Romera, E.; García, M. D.; Luna, A.: An initial study on Sarcosaprophagous Diptera (Insecta) succession on carrion in southern Iberian Peninsula. International Journal of Legal Medicine. 2001; 114: 156-162.
- Arnaldos, M. I.; Romera, E.; García, M. D.; Baquero, E.: Nuevos datos sobre la fauna de Mymaridae (Hymenoptera, Chalcidoidea) de la Península Ibérica de una comunidad sarcosaprófaga. Boletín de la Asociación española de Entomología. 2003; 27 (1-4): 225-228.
- Arnaldos M. I.; Romera, E.; Presa, J. J.; Luna, A & García, M. D.: Studies on seasonal arthropod succession on carrion in southeastern Iberian Peninsula. International Journal of Legal Medicine. 2004; 118: 197-205
- Báguena, L.: Algunas notas sobre entomología médico-legal. Graellsia. 1952; 10: 67-101.
- Bahillo de la Puebla, P.; Saloña Bordas, M. I.; López Colón, J. I.: Confirmación de la presencia de *Omosita depressa* (Linnaeus, 1758) en la Península Ibérica (Coleoptera: Nitidulidae). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 2004; 34: 161-162.
- Berzosa, J.; Arnaldos, M. I.; Romera, E.; García, M. D.: Tisanópteros (Insecta: Thysanoptera) de una comunidad sarcosaprófaga en el sureste español. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica). 2001; 93 (3-4): 183-194.
- Castillo, M.: Artrópodos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 2001; 28: 133-140.
- Castillo, M.: Determinación de los estados y la velocidad de descomposición en cadáveres de cerdos y su aplicación a la entomología forense. Cuadernos CEHIMO. 2001; 29: 96-106.
- Castillo, M.: Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca). Graellsia. 2001; 57 (1): 85-90.
- Castillo, M.: Principales especies del orden Hymenoptera presentes en carroña de cerdos en la comarca de La Litera (Huesca). Zapateri: Revista Aragonesa de Entomología. 2001; 9: 89-92.
- Castillo, M.: Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, 2002; 6: 1-93.
- Domínguez Martínez, J.; Gómez Fernández, L.: Observaciones en torno a la entomología tanatológica. Aportación experimental al estudio de la fauna cadavérica. Revista Ibérica de Parasitología. 1957; 17 (1-2): 3-30.
- Domínguez Martínez, J.; Gómez Fernández, L.: Momificación cadavérica y particularmente rápida, operada bajo la acción de numerosas larvas de *Chrysomya albiceps* Wiedemann, 1819. Revista Ibérica de Parasitología. 1963; 23: 43-62.
- García-Arribas, O.; Pérez-Calvo, M.; Ribas-Ozonas, B.; Labrousse, H.: Diptera larvae biotest as alternative assay for detection of toxicity. Proceedings of the First European Forensic Entomology Seminar. 2002. 100-112.
- García-Rojo, A. M.: Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 2004. 34: 263-269.
- Gómez Fernández, L.: Los primeros estados de las larvas de las miasis humanas en el grupo *Calliphora*. (Diptera Cyclorrapha). Revista Ibérica de Parasitología. 1953; 13 (3): 259-288.
- Gómez Fernández, L.: Los primeros estados de las larvas de las miasis humanas en el grupo *Phaenitia* (*Lucilia*). Diptera Cyclorrapha. Revista Ibérica de Parasitología. 1958; 18 (1): 19-49.
- Martínez, M. D.; Arnaldos, M. I.; García, M. D.: Datos sobre la fauna de hormigas asociadas a cadáveres (Hymenoptera: Formicidae). Boletín de la Asociación Española de Entomología. 1997; 21 (3-4): 281-283.
- Martínez, M. D.; Arnaldos, M. I.; Romera, E.; García, M. D.: Los Formicidae de la comunidad sarcosaprófaga en el Mediterráneo Occidental. Anales de Biología. 2002; 24: 33-44.
- Orfila, M. J. B.: Tratado de Medicina Legal, traducido de la cuarta edición y arreglado a la legislación española por el doctor Don Enrique Ataide. Tomo I. Imprenta de Don José María Alonso. Madrid, 1847. 444- 728.
- Pérez de Petinto y Bertomeu, M.: La miasis cadavérica en la esqueletización. Volumen Extraordinario del Primer Centenario (1871-1971) de la Real Sociedad Española de Historia Natural. 1975; Tomo II (Trabajos Científicos de Biología): 463-482.
- Pérez-Romero, S.; Marcos-García, M. A.; Rojo, S.: Comparative morphology of early stages of two Mediterranean *Sarcophaga* Meigen, 1826 (Diptera; Sarcophagidae) and a review of the feeding habits of Palearctic species. Micron. 2006; 37: 167-179.
- Prieto, J. L.; Magaña, C.; Ubelaker, D. H.: Interpretation of postmortem change in cadavers in Spain. Journal of Forensic Sciences. 2004; 49 (5): 1-6.
- Ramos de Pablo, R.; Saloña, M.; Sarasola, E.; Cardoso, S.; Martínez de Pancorbo, M.: Molecular identification of *Stearibia nigriceps*: An example of the usefulness of Cytochrome b gene for the identification of entomofauna species. International Congress Series. 2006; 1288: 864-866.
- Ribas Ozonas, B.; García Arribas, O.; Pérez Calvo, M.: Alternative Bestimmung der Wirkung verschiedener Verbindungen mit Dipterae larvae. Mengen und Spurenelemente. 1998; 1: 157-164.
- Ribas Ozonas, B.; García Arribas, O.; Pérez Calvo, M.: Evaluación de toxicidades de residuos metálicos de origen industrial mediante un ensayo con larva de díptero. Actas del V Congreso Internacional de Química de la ANQUE. 1999; 2: 357-365.
- Ribas Ozonas, B.; García Arribas, O.; Pérez Calvo, M.:

Metallthioneinisoformen mittels KZE und HPLC in Flechte, Forelle, Dipteralarvae, Ratte, Hase und Mensch. Mengen und Spurenelemente. 1999; 1: 948-956.

• Ribas Ozonas, B.; García Arribas, O.; Pérez Calvo, M.; Labrousse, H.: Diptera larvae as an alternative bioassay in toxicology. ATLA: Alternatives to Laboratory Animals. Proceedings of the Third World Congress on Alternatives and Animal Use in the Life Sciences. 1999; Special Issue, (27): 325.

• Ribas Ozonas, B.; García Arribas, O.; Pérez Calvo, M.; Novelli, E. L. B.; Escribano, J. M.: Effects of magnetic fields 50 hz 2.7 mt on physiological parameters during ontogeny of diptera *P. argyrostoma*. Proceedings of the First European Forensic Entomology Seminar. 2002. 117-126.

• Ríos, T.: Los insectos y la putrefacción de los cadáveres (I-II). La Clínica Moderna, Revista de Medicina y Cirugía. 1902; 1 (2): 74-80.

• Ríos, T.: Los insectos y la putrefacción de los cadáveres (III-IV). La Clínica Moderna, Revista de Medicina y Cirugía. 1902; 1 (4): 171-180.

• Romera, E.; Arnaldos, M. I.; González-Mora, D.; García M. D.: Los Sarcophagidae (Insecta, Diptera) de un ecosistema cadavérico en el sureste de la Península Ibérica. Anales de Biología. 2003; 25:49-63.

• Romero Palanco, J. I.; Munguía Girón, F. J.: Contribución experimental al conocimiento de la entomología tanatológica en la provincia de Cádiz (Sur de España). Actas de las VII Jornadas Mediterráneas de Medicina Legal. 1986. 131-144.

• Saloña, M & González-Mora, D.: Primera cita de *Liosarcophaga aegyptica* (Salem, 1935) (Diptera, Sarcophagidae) de la Península Ibérica, con descripción de sus fases larvarias II y III, pupario y adultos. Boletín de la S. E. A. 2005; 36: 251-255.

• Saloña Bordas, M.: Primera cita de *Sarcophaga (Parasarcophaga) albiceps* Meigen, 1826 en el País Vasco (Diptera, Sarcophagidae). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Gupta, A.; Setia, P.: Forensic Entomology — Past, Present and Future. Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 2004; 5 (1): 50-53.

2. Amendt, J.; Krettek, R.; Niess, C.; Zehner, R.; Bratzke, H.: Forensic Entomology in Germany. Forensic Science International. 2000; 113: 309-314.

3. Amendt, J.; Krettek, R.; Zehner, R.: Forensic Entomology. Naturwissenschaften. 2004; 91: 51-65.

4. Benecke, M.: A brief history of Forensic Entomology. Forensic Science International. 2001; 120: 2-14.

5. Redi, F. Esperienze intorno alla generazione degli insetti. All'Insegna della Stella. Florencia, 1668.

6. Orfila, M. J. B.; Lesueur, O.: Traité des exhumations juridiques, et considérations sur les changements physiques dans l'eau, dans les fosses d'aisance et dans le fumier. Béchet Jeune. Paris, 1831. 331-333.

2006; 39: 409-410.

• Villalaín Blanco, J. D.: Valoración médico-legal de los coleópteros necrófagos de España. Archivos de la Facultad de Medicina de Madrid. 1976; 29 (2): 89-99.

Aplicación a casos reales

• Arnaldos M. I.; Romera, E.; Luna, A & García, M. D.: Aportación a la aplicación práctica de evidencias entomológicas en casos forenses en España (serial on line). Revista brasileira de medicina legal. 2004; 2 (1).

• Arnaldos, M. I.; Sánchez, E.; Álvarez, P. & García, M. D.: A forensic entomology case from the southeastern Iberian Peninsula. Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 2004; 5(1):22-25.

• Arnaldos M. I.; García, M. D.; Presa, J.J.; Romera, E. & Luna, A.: Estimation of postmortem interval in real cases on the basis of experimentally obtained entomological evidence. Forensic Science International. 2005; 149: 57-65.

• González Mora, D.; Peris, S. V.; Sánchez Pérez, J. D.: Un caso de entomología forense. Revista Española de Medicina Legal. 1990; 17 (62-63 / 64-65): 19-21.

• Maestre; Pascual; Piga; Fraile; Soler; Aznar; Petinto; Pérez-Marín; González-Bernal. Informe médico-legal respecto a un mechón de cabellos, de unos insectos y de unos pequeños trozos de piel procedentes de un cadáver decapitado hallado en la estación del Mediodía de Madrid, en un cajón, procedente de Barcelona. Revista de Medicina Legal. 1954; 9 (100-101): 227-248.

• Magaña, C.: *Sarcophaga haemorrhoidalis*. Revista Española de Medicina Legal. 1999; 23 (86-87): 84-85.

• Villalaín Blanco, J. D.; Bujan Varela, J.: Estudio de un cuerpo momificado hallado en Colmenar Viejo (Madrid). Revista Española de Medicina Legal. 1981; 26-27: 58-68.

7. Orfila, M. J. B.: Tratado de medicina legal, traducido de la cuarta edición y arreglado a la legislación española por el doctor D. Enrique Ataide. Tomo I. Imprenta de José María Alonso. Madrid, 1847. 444-728.

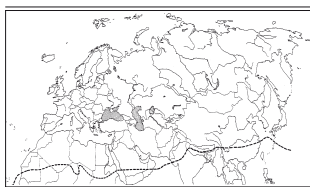
8. Mata, P.: Vade Mecum de Medicina y Cirugía Legal. Volumen II. Imprenta de Manini y compañía. Madrid, 1844. 66-72.

9. Solís Claras, L.: Estudio acerca de la conservación provisional de los cadáveres y piezas anatómicas [Manuscrito]. Tesis doctoral, Universidad Central. Madrid, 1885. 26-28 / 117.

10. López Sañudo, L.: Estudios postmortem verificados en el necroscomio y cementerio de Torrero en Zaragoza [Manuscrito]. Tesis doctoral, Universidad Central. Madrid, 1891. 26-28.

11. Bergeret, M.: Infanticide, momification du cadavre. Découverte du cadavre d'un enfant nouveau-né dans une cheminée où il s'était momifié. Détermination de l'époque de la naissance par la présence de nimphes et de larves d'insectes dans le cadavre et par l'étude de leurs métamorphoses. Annales d'Hygiène Publique et de Médecine Legale. 1855; 4: 442-452.

12. Mata, P.: Tratado de Medicina y Cirugía Legal teórica y práctica seguida de un compendio de Toxicología. Tomo II. 4ª ed. Bailly-Bailliere. Madrid, 1866. 924-1012.
13. Graells, M.: Entomología judicial. Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. 1886; 21: 458-471.
14. Mégnin, J.P.: La faune de cadavres. Application de l'entomologie a la médecine légale. Encyclopedie scientifique des Aides-Mémoire, Masson, Paris Gauthier-Villars. Paris, 1894. 214.
15. Reverte Coma, J. M.: Antropología Forense. Ministerio de Justicia, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Madrid, 1991. 399-453.
16. Lecha-Marzo, A.: Tratado de autopsias y embalsamamientos. Ed. Los Progresos de la Clínica. Madrid, 1917. 79-90.
17. Álvarez Herrera, A.: Tanatología forense. Salvat. Barcelona, 1940. 28-30.
18. Piga, A.: Medicina Legal de Urgencia. La autopsia judicial. Ed. Mercurio. Madrid, 1928. 169-179.
19. Domínguez Martínez, J.; Gómez Fernández, L.: Observaciones en torno a la entomología tanatológica. Aportación experimental al estudio de la fauna cadavérica. Revista Ibérica de Parasitología. 1957; 17 (1-2): 3-30.
20. Villalaín Blanco, J. D.: Valoración médico-legal de los coleópteros necrófagos de España. Archivos de la Facultad de Medicina de Madrid. 1976; 29 (2): 89-99.
21. Sánchez Piñero, F.: Analysis of spatial and seasonal variability of carrion beetle (Coleoptera) assemblages in two arid zones of Spain. Environmental Entomology. 1997; 26 (4): 805-814.
22. Castillo, M.: Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, 2002; 6: 1-93.
23. Ríos, T.: Los insectos y la putrefacción de los cadáveres (I-II). La Clínica Moderna, Revista de Medicina y Cirugía. 1902; 1 (2): 74-80.
24. Ríos, T.: Los insectos y la putrefacción de los cadáveres (III-IV). La Clínica Moderna, Revista de Medicina y Cirugía. 1902; 1 (4): 171-180.
25. Báguena, L.: Algunas notas sobre entomología médico-legal. Graellsia. 1952; 10: 67-101.
26. Arnaldos M. I.; Romera, E.; Presa, J.J.; Luna, A & García, M. D.: Studies on seasonal arthropod succession on carrion in southeastern Iberian Peninsula. International Journal of Legal Medicine. 2004; 118: 197-205.
27. Martínez-Sánchez, A. I.; Rojo, S.; Marcos-García M. A.: Annual and spatial activity of necrophilus flies (Diptera: Calliphoridae, Muscidae) in a mediterranean holm oak ecosystem. Medical and Veterinary Entomology. 2000; 14:56-63.
28. Martínez-Sánchez, A. I.; Rojo, S.; Marcos-García M. A.: Sarcófagos necrófagos y coprófagos asociados a un agrosistema de dehesa (Diptera, Sarcophagidae). Boletín de la Asociación Española de Entomología. 2000; 24 (3-4): 171-185.
29. Martínez-Sánchez, A. I.; Rojo, S.; Rognes, K.; Marcos-García, M. A.: Califóridos con interés faunístico en agroecosistemas de dehesa y catálogo de las especies ibéricas de Polleniinae (Diptera: Calliphoridae). Boletín de la Asociación Española de Entomología. 1998; 22 (1-2): 171-183.
30. Prieto, J. L.; Magaña, C.; Ubelaker, D. H.: Interpretation of postmortem change in cadavers in Spain. Journal of Forensic Sciences. 2004; 49 (5): 1-6.
31. Vincent, C.; Kevan, D. K.; Leclercq, M.; Meek, C. L.: A Bibliography of Forensic Entomology. Journal of Medical Entomology. 1985; 22 (2): 212-219.
32. Goff, M.L. García, M. D.; Arnaldos M. I.; Romera, E. & Luna, A.: "Entomología cadavérica: Fundamentos y aplicación. Referencia a la entomología española". En: Tratado de Medicina Legal y Toxicología. 6ª ed. Editado por E. Villanueva Cañadas. Masson. Barcelona, 2004. 253-273.



Kurzmitteilung – Short note

Nr. 1/2008 No. 1/2008

Faunistik – Faunistics

Paläarktische Region – Palaearctic Region

**Rediscovery of *Centrophlebomyia furcata* (FABRICIUS, 1794)
(Diptera: Piophilidae) in Europe**

[Wiederentdeckung von *Centrophlebomyia furcata* (FABRICIUS, 1794)
(Diptera: Piophilidae) in Europa]

by

Aida GÓMEZ-GÓMEZ, Luisa M. DÍAZ-ARANDA and Verner MICHELSEN

Alcalá de Henares, Madrid (Spain) Alcalá de Henares, Madrid (Spain) Copenhagen (Denmark)

This note reports a recent European find of the remarkable piophilid *Centrophlebomyia furcata* (FABRICIUS, 1794) and at the same time adds a new species to the Spanish list of Piophilidae (CARLES-TOLRÁ 2002) that now totals nine species. Further, a summary is given of known records of this rare and poorly known fly that is currently considered as probably extinct in several European countries.

Centrophlebomyia furcata belongs to a group of relatively large acalyprate flies that was earlier classified in a separate family, Thyreophoridae. MCALPINE (1977) sunk this family as a subtribe, Thyreophorina of the family Piophilidae. Most subsequent authors have adopted this view, although it is sometimes ranked as a subfamily, Thyreophorinae. The group is only represented by four known species in the Palaearctic Region (OZEROV 2000). The enigmatic *Thyreophora cynophila* (PANZER, 1794), a spectacular metallic dark-blue species with an orange-red head, was described from Germany (Mannheim) and subsequently recorded from France and Austria, but has not been collected since 1850. The species has probably suffered total extinction, at least within its former distribution area in central Europe. The genus *Centrophlebomyia* HENDEL includes two known species, *C. furcata* and *C. orientalis* HENDEL, 1907. The latter species was described from Pakistan but subsequently recorded as “*C. anthropophaga* (ROBINEAU-DESVOIDY, 1830)” from Kashmir, India by MICHELSEN (1983) and Sardinia, Italy by CONTINI & RIVOSECCHI (1993). The name *Thyreophora anthropophaga* ROBINEAU-DESVOIDY is



1
2

Figs 1–2: *Centrophlebomyia furcata* (FABRICIUS, 1794), male specimen from central Spain. – 1: Habitus, lateral view. – 2: Head and thorax, dorsolateral view. Photographs: V. MICHELSEN.



Fig. 3: Strongly decomposed carcass of pig attracting specimen of *Centrophlebomyia furcata*. Alcalá de Henares, November 2004. Photograph: A. GÓMEZ-GÓMEZ.

now considered nomenclatorially invalid and a *nomen dubium* (PAPP 1984). A fourth Palearctic species, *Protothyreophora grunini* OZEROV, 1984, is known from Far East Russia.

The larvae of many piophilids develop on carrion in advanced stages of decay, often consisting of little more than skin, bones and ligaments. Thyreophorines breed preferably on carcasses of medium to large mammals, where the larvae preferably feed on bone marrow. The adult flies tend to be active mainly during the cooler part of the year, often in late autumn and early spring. This aspect, in combination with the unpleasant breeding media may to some extent explain why these flies are rarely observed and collected.

Centrophlebomyia furcata is – especially in the male sex (FREIDBERG, 1981) – a relatively large, “hairy” fly (Fig. 1) reminiscent of a *Scathophaga* spec. (Scathophagidae), but has an extended and angular scutellum with a pair of horn-like apical bristles (Fig. 2) that readily refers it to Thyreophorina. The depicted male specimen was collected by first authors on the carcass of a pig in an advanced stage of decay (Fig. 3) in a periurban area at 600 m in central Spain (Alcalá de Henares nr. Madrid) on November 17th, 2004. It was identified by third author and is presently deposited at the Danish Natural History Museum, Copenhagen.

The find of *C. furcata* resulted from a forensic entomology project carried out by first authors using exposed carcasses of pig (as images of human corpses) during different seasons of the year in order to examine in detail the succession of the necrophilous arthropod fauna. A huge number of roughly 42,000 arthropod specimens dominated by Coleoptera and Diptera was sampled. It is quite remarkable, therefore, that this effort only produced a single specimen of *C. furcata*. Piophilidae were otherwise represented by 288 specimens, all belonging to *Piophilidae casei* (LINNAEUS, 1758). See GÓMEZ-GÓMEZ et al. (2007) for a review of forensic entomology in Spain.

Centrophlebomyia furcata was described from France in the late 18th Century and subsequently recorded from a few other countries in western and central Europe and from Algeria (Table 1). The latest documented record of *C. furcata* from Europe is British and from the beginning of the 20th Century. The species is now believed extinct in Britain (e.g., COGAN & DEAR 1975; HAMBLER & SPEIGHT 1996) and probably other countries in Europe (e.g., ROHÁČEK 1987). This may be due to improved hygienic conditions in the disposal of large carcasses. However,

Table 1: Summary of previous records of *Centrophlebomyia furcata* (FABRICIUS, 1794) in sequence of the year of recognition.

Locality	Year	Reference	Observation
Paris, France	before 1794	FABRICIUS, 1794; COQUEBERT, 1804 (as <i>Musca furcata</i>)	–
Paris, France	before 1835	MACQUART, 1835 (as <i>Thyreophora furcata</i>)	on carcasses of horse, cow and dog
Zealand, Denmark	1831	PETERSEN & MEIER, 2001	1 male; August
Bohemia, Czech Republic	before 1862	SCHINER, 1862 (as <i>Thyreophora furcata</i>)	–
Upper Austria	before 1862	SCHINER, 1862 (as <i>Thyreophora furcata</i>)	–
Weidling, Lower Austria	before 1862	SCHINER, 1862 (as <i>Thyreophora furcata</i>)	–

Continuation of table 1

Locality	Year	Reference	Observation
Germany		SCHUMANN, 1999	probably on unpublished material from Germany housed in the Museum für Naturkunde, Berlin
Mount Edgumbe Park, Cornwall, Great Britain	1889	SMITH, 1989	on carcass of donkey; 2 adults; April
Marseille, France	1895	SÉGUY 1932, 1934	–
Sidi-Ferruch, Algeria	1897	SÉGUY 1932, 1934	–
Porthcawl, Glamorgan, Wales, Great Britain	1903–1906 (1910?)	SMITH 1974, 1989	12 adults
Rehoboth, Jaffa, Palestine	before 1939	SACK 1939 (as <i>Thyreolepida cinerea</i> SACK)	1 female (cf. FREIDBERG 1981)
Israel	before 1981	FREIDBERG 1981	on carcasses of goat, cow and sheep; 75 adults + larvae and puparia; November–January
Cyprus	before 2001	STUBBS & CHANDLER 2001	on donkey graveyard
Side, Antalia, Turkey	2008	VIKHREV 2008	dune area; on carcass of dog; 3 females, 21 st –22 nd February

as first documented by FREIDBERG (1981) and subsequently noted by STUBBS & CHANDLER (2001) and VIKHREV (2008) (see Table 1), *C. furcata* has evidently maintained viable populations in Israel, Cyprus and western Turkey. The present record from Spain suggests that *C. furcata* may have a wider distribution extending into the western Mediterranean area.

Acknowledgements

We thank John BRATTON (Menai Bridge, North Wales, U.K.) for details on the occurrence of *Centrophlebomyia furcata* in Britain. The forensic entomology project of first authors was supported by the Science and Technology Ministry of Spain (BOS2003-00400) and the University of Alcalá (UAH PI2003/016).

References

- CARLES-TOLRÁ, M. (ed.) (2002): Catálogo de los Díptera de España, Portugal y Andorra (Insecta). – Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa 8: 323 pp.; Zaragoza.
- COGAN, B. & DEAR, J. P. (1975): Additions and corrections to the list of British acalyptrate Diptera. – Entomologist's Monthly Magazine 110: 173–181.
- CONTINI, C. & RIVOSECCHI, L. (1993): Sulla presenza in Sardegna di *Centrophlebomyia anthropophaga* (ROBINEAU-DESVOIDY, 1830) (sensu MICHELSEN, 1983) (Diptera, Thyreophoridae). – Fragmenta entomologica 25(2): 275–280.
- COQUEBERT, A. J. (1804): Illustratio iconographica insectorum quae in Musaei parisini observavit et in lucem edidit Joh. Christ. FABRICIUS, praemissis ejusdem descriptionibus; accedunt species plurimae, vel minus aut nondum cognitae 3: [iv] + 91–142 p., pls 21–30; Parisiis [= Paris].
- FABRICIUS, J. C. (1794): Entomologia systematica ementata et aucta. Secundum classes, ordines, genera, species adjectis synonymis, locis observationibus, descriptionibus 4: [6] + 472 + [5] p. Hafniae [= Copenhagen].
- FREIDBERG, A. (1981): Taxonomy, natural history and immature stages of the bone-skipper, *Centrophlebomyia furcata* (FABRICIUS) (Diptera: Piophilidae, Thyreophorina). – Entomologica scandinavica 12: 320–326.

- GÓMEZ-GÓMEZ A.; BOTIAS-TALAMANTES, C.; MARTÍN-VEGA, D.; BAZ-RAMOS, A. & DÍAZ-ARANDA, L. M. (2007): La Entomología Forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. – Cuadernos de Medicina Forense 13(47): 21–32.
- HAMBLER, C. & SPEIGHT M. R. (1996): Extinction rates in British nonmarine invertebrates since 1900. – Conservation Biology 10(3): 892–896.
- MCALPINE, J. F. (1977): A revised classification of the Piophilidae, including ‘Neotophilidae’ and ‘Thyreophoridae’ (Diptera: Schizophora). – Memoirs of the Entomological Society of Canada 103:[i-iv] + 1–66.
- MACQUART, M. (1835): Histoire naturelle des insectes. Dipteres 2: 710 + 8 p., pls. 13–24; Paris.
- MICHELSSEN, V. (1983). *Thyreophora anthropophaga* ROBINAU-DESVOIDY, an “extinct” bone-skipper rediscovered in Kashmir (Diptera: Piophilidae, Thyreophorina). – Entomologica scandinavica 14: 411–414.
- OZEROV, A. L. (2000): Family Piophilidae. – In: PAPP, L. & DARVAS, B. (eds.): Contributions to a Manual of palaeartic Diptera. Appendix: 355–365; Budapest: Science Herald.
- PETERSEN, F. T. & MEIER, R. (eds.) (2001): A preliminary list of the Diptera of Denmark. – Steenstrupia 26(2): 119–276.
- ROHÁČEK, J. (1987): Thyreophoridae. – In: Check list enumeratio insectorum bohemoslovakiae 2. – Acta faunistica entomologica musei nationalis pragrae 18: 203.
- SACK, P. (1939): 62b. Thyreophoridae. – In: LINDNER, E. (ed.): Die Fliegen der palaearktischen Region 7(1, 1): 7 p.; Stuttgart.
- SCHINER, J. R. (1862): Fauna Austriaca. Die Fliegen (Diptera). II. Theil. Pp. 1–80. Wien [= Vienna].
- SCHUMANN, H. (1999): Thyreophoridae. – In: SCHUMANN, H.; BÄHRMANN, R. & STARK, A. (eds.): Checkliste der Dipteren Deutschlands. – Studia dipterologica. Supplement 2: 218; Halle (Saale).
- SÉGUY, E. (1932) Contribution a l’étude des mouches phytophages de l’Europe occidentale. – Encyclopédie Entomologique (B II) Dipteres 6: 145–212, 6 pls. Paris.
- SÉGUY, E. (1934): Dipteres (Brachycères) (Muscidae Acalyprtratae et Scatophagidae). – Faune de France, 28: [ii] + 832 p., 27 pls.; Paris.
- SMITH, K. G. V. (1974): Changes in the British dipterous fauna. – In: HAWKSWORTH, D. L. (ed.): The changing flora and fauna of Britain. – The Systematics Association Special Volume 6: 371–391; London & New York.
- SMITH, K. G. V. (1989): An introduction to the immature stages of British flies. Diptera larvae, with notes on eggs, puparia and pupae. – Handbooks for the Identification of British Insects (10) 14: 280 p.; London.
- STUBBS, A. E. & CHANDLER, P. J. (2001): A provisional key to British Piophilidae (Diptera) and *Parapiophila flavipes* (ZETTERSTEDT, 1847) new to Britain. – Dipterists Digest 8: 71–78.
- PAPP, L. (1984): Family Thyreophoridae. – In: Soós, Á. & PAPP, L. (eds): Catalogue of Palaeartic Diptera (Micropezidae-Agromyzidae) 9: 241–242; Budapest: Akadémiai Kiadó.
- VIKHREV, N. (2008): Article 63: *Centrophlebomyia furcata* (FABRICIUS, 1792) Piophilidae. – www.dipteradatabase.info.

Authors addresses

Aida GÓMEZ-GÓMEZ and
Luisa M. DÍAZ-ARANDA
Dpto. Zoología y Antropología Física
Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares. Madrid
España
E-mail: aida.gomez@uah.es
luisam.diaz@uah.es

Verner MICHELSSEN
Zoological Museum,
Universitetsparken 15
DK-2100 Copenhagen Ø
Denmark
E-mail: VMichelsen@snm.ku.dk

The paper was accepted on 10 July 2008.

Editum: 14 September 2009.

Tachinids Associated with Carrion in the Centre of the Iberian Peninsula (Diptera: Tachinidae)

AIDA GÓMEZ-GÓMEZ, DANIEL MARTÍN-VEGA, HANS-PETER TSCHORSNIG, ARTURO BAZ, BLANCA CIFRIÁN & LUISA DÍAZ-ARANDA

Received: 2009-10-20

Accepted: 2010-01-13

GÓMEZ-GÓMEZ A, MARTÍN-VEGA D, TSCHORSNIG H-P, BAZ A, CIFRIÁN B & DÍAZ-ARANDA L [Dep Zool Antrop, Univ Alcalá de Henares; Staatl Mus Naturk Stuttgart]: **Tachinids (Diptera: Tachinidae) Associated with Carrion in the Centre of the Iberian Peninsula.** – Entomol Gener 32 (3): 217–226; Stuttgart 2010-05. --- [Article]

Tachinidae is a very large dipteran family, endoparasitism of insects being its primary biological characteristic. Despite the common feeding habit of the adults on flowers or honey dew, findings of tachinids on carrion are reported in several forensic entomology works. The present paper reports about new records of tachinid captures both on animal carrion and in carrion-baited traps, based on intensive studies in central Spain during 2004–2008. It is probable that Tachinidae are attracted by the odour of the carrion.

Key words: Tachinidae – carrion ecology – animal models – carrion-baited traps – forensic entomology

GÓMEZ-GÓMEZ A, MARTÍN-VEGA D, TSCHORSNIG H-P, BAZ A, CIFRIÁN B & DÍAZ-ARANDA L [Dep Zool Antrop, Univ Alcalá de Henares; Staatl Mus Naturk Stuttgart]: **Taquínidos (Diptera: Tachinidae) asociados a la carroña en el centro de la Península Ibérica.** – Entomol Gener 32(3): 217–226; Stuttgart 2010-05. --- [Artículo]

La familia Tachinidae es una de las más numerosas dentro del orden Diptera, teniendo como principal característica biológica el endoparasitismo sobre otros insectos. A pesar de que los adultos se alimentan mayoritariamente de néctar y otros jugos vegetales, las capturas de taquínidos sobre carroña han sido documentadas en varios trabajos sobre entomología forense. En el presente artículo se exponen nuevos datos acerca de la captura de Tachinidae sobre modelos animales y en trampas cebadas con carroña, utilizados entre 2004 y 2008 en una serie de estudios intensivos sobre la entomofauna necrófaga realizados en el centro de la Península Ibérica. Es probable que los taquínidos sean atraídos por el olor de la carroña.

Palabras clave: Tachinidae – ecología de carroña – modelos animales – trampas cebadas con carroña – entomología forense

1 Introduction

Tachinidae is a very large dipteran family with about 9900 species described worldwide [IRWIN et al 2003]. The Palaearctic region comprises more than 1600 species [HERTING & DELY-DRASKOVITS 1993, TSCHORSNIG & RICHTER 1998], with nearly 890 species currently known from Europe [TSCHORSNIG et al 2004 and unpublished additions].

Larvae of Tachinidae develop as endoparasitoids in insects (very rarely in other arthropods, like centipedes, spiders or scorpions) [TSCHORSNIG & RICHTER 1998]. Most species have a range of more or less related families or genera as hosts, but they usually prefer only a few of them as main hosts; a close specialisation on a single host species is very rare [HERTING 1960, MELLINI 1990, TSCHORSNIG & HERTING 1994]. The wide host range differentiates Tachinidae from other large parasitoid groups like hymenopteran parasitoid species which often tend to infest hosts of a single species [EGGLETON & GASTON 1992, STIREMAN III & SINGER 2003].

There is an overwhelming literature [eg KARCZEWSKI 1967] showing that tachinid adults feed on nectar of flowers. There are fewer papers treating the role of secretions from aphids and scales (= honey dew) for adult nutrition, because this is not so easily observed [eg ZOEBELEIN 1956], but nevertheless it can be assumed that its importance might be even higher than the one of flower visits.

Tachinidae have also been reported in several studies on the necrophagous fauna [PAYNE 1965, MCKINNERNEY 1978, ANDERSON & VANLAERHOVEN 1996, CARVALHO et al 2000, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al 2005, MARTINEZ et al 2007].

The new records of Tachinidae on carrion presented in this paper, result from an intensive forensic entomology project carried out between 2004 and 2008. The project included studies of the succession of arthropods on decaying corpses and ecological studies of the necrophilous entomofauna in order to improve this information for central Spain [GÓMEZ-GÓMEZ et al 2007]. Possible reasons why tachinids are attracted to carrion are discussed below.

2 Material and methods

The tachinid material of this investigation is stored in the Department of Zoology and Physical Anthropology of the University of Alcalá (Spain), except the specimen of *Kirbya* sp and 12 specimens of *Zeuxia zernyi* which are preserved in the Naturkundemuseum Stuttgart (Germany).

2.1 Succession study with animal models

The succession study was carried out on a private property of the Universidad de Alcalá, NE of the Community of Madrid (40°30'04" N, 3°22' W; UTM: 30T VK78). The study site belongs to the Mesomediterranean Bioclimatic Area [RIVAS MARTÍNEZ 1982] with dominant ruderal vegetation, highlighting *Onopordium acanthium*, *Sylibum marianum* (Asteraceae), *Lygaeum spartum*, *Poa bulbosa*, *Stipa tenacissima* (Gramineae), and *Foeniculum vulgare* (Apiaceae).

Domestic pigs of about 24–32 kg were used as animal models because of their similarities with human species concerning decomposition patterns and fauna involved [CATTS & GOFF 1992]. Three animals exposed outdoors were used for each trial (one control and two replicates) starting with a study of summer succession in June 2004 (trials VC, V1, V2), fall succession in September 2004 (trials OC, O1, O2), winter succession in January 2005 (trials IC, I1, I2) and spring succession in April 2005 (trials PC, P1, P2).

Pigs were assigned randomly to sites that were located 60–70 m apart in an area of mixed ground cover, with vegetation thicker at some sites than others; they were protected with a wire mesh cage to avoid scavengers' action but allowing arthropods visits (Fig 1).

Sampling was carried out throughout the decomposition process with daily visits at the beginning of each trial and then less frequent visits according to the evolution of the process. Finally, samplings stopped when no more arthropods were found feeding on the remains.

During each visit, insects in flight or on the body were collected from the pigs by using hand-held entomological nets or forceps, respectively. All relevant information was noted (eg ambient and body temperatures, weight of the pigs, etc), and photographs were taken.

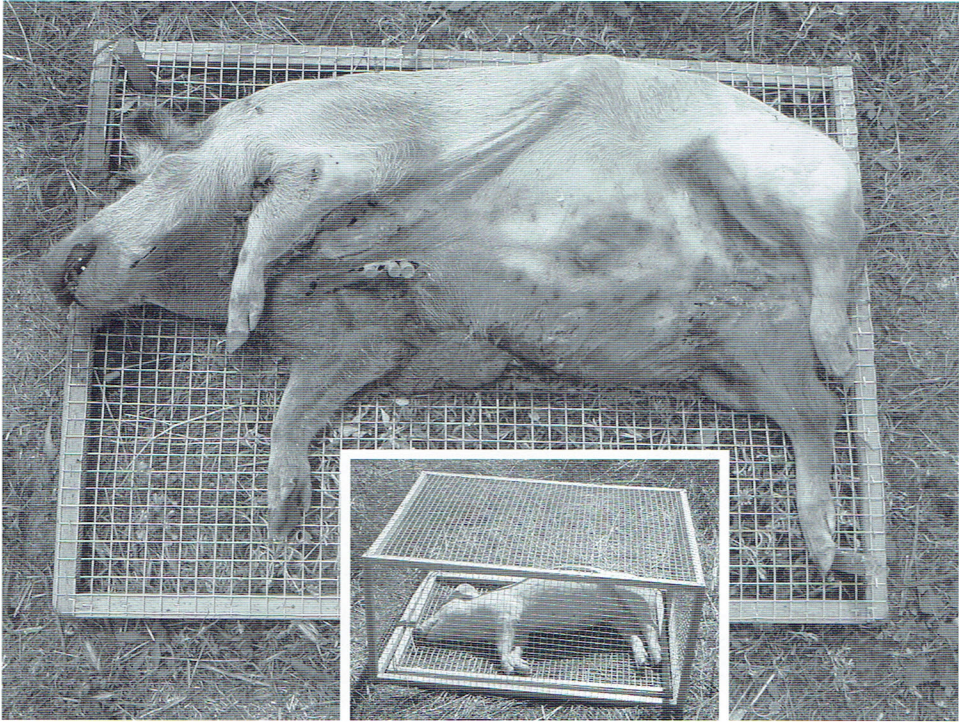


Fig 1: Animal model exposed outdoors on a platform to facilitate its weighing and protected from scavengers by a cage.

Once at the laboratory, adult specimens were frozen until their identification. Immature stages were placed into incubators (25 °C) until adult emergence, but these stages were not of importance for Tachinidae, only for other insect groups which are not treated here.

2.2 Ecological studies with carrion-baited traps

At the same time as the previous study, two ecology studies were also carried out in different regions of central Spain.

The first of these studies covered the Community of Madrid, a very heterogeneous area in relation to the type of soil, vegetation and altitude, presenting a contrasted Mediterranean climate [IZCO 1984]. In order to cover this environmental heterogeneity, seven representative ecosystems of this region were considered: Mesomediterranean holm oak forest on limestone soil (MHL); mesomediterranean holm oak forest on gypsum soil (MHG); mesomediterranean holm oak forest on sand soil (MHS); mesomediterranean holm oak forest on granite soil (MHGr); supramediterranean holm oak forest on granite soil (SHG); supramediterranean oak forest on granite soil (SOG); oromediterranean pine forest on granite forest (OPG). Three sites were selected for each ecosystem making a total of 21 sampling sites. On each site three carrion-baited traps were placed, one on a forest area, one on a brush area and one on a meadow area [MARTIN-VEGA 2007].

Carrion-baited traps were made modifying the design of MORON & TERRÓN [1984] (Fig 2). These traps were installed during a year (June 2006–May 2007) and were emptied every month, except for some traps inaccessible at winter months because of the snow.

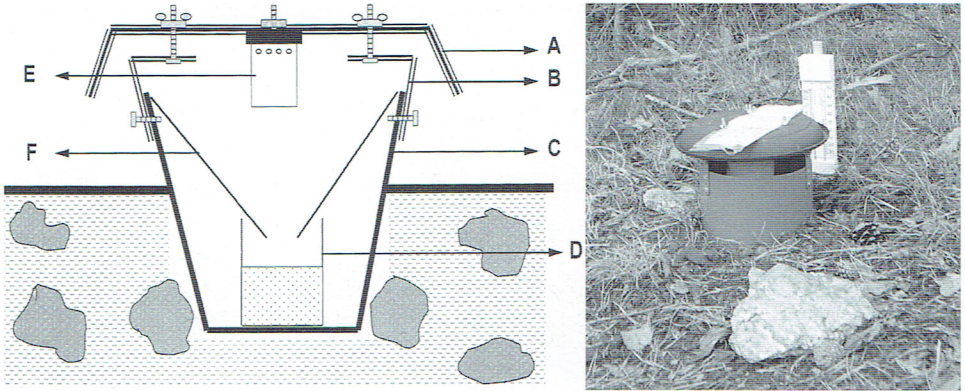


Fig 2: Schematic illustration of carrion baited traps used in this study [from BAZ et al 2007]. – **A** plastic plate to protect the trap; **B** metallic angles to hold the protective plate; **C** plastic recipient buried in the ground; **D** collecting jar with ethylene glycol solution; **E** plastic funnel; **F** perforated plastic jar containing the bait.

The traps were baited with squid, which maintains itself moist and fresh for much longer than other baits [NEWTON & PECK 1975], and which has proved very effective in previous studies [RIVERA-CERVANTES & GARCÍA-REAL 1998, BAZ et al 2007]. To prevent accidental falling, traps were semiburied on the ground, leaving 8–10 cm between the edge of the trap and the ground surface. To prevent the attack of scavengers attracted to carrion, traps were protected with stones (**Fig 2**). A collecting jar with an ethylene glycol solution was placed at the bottom of each trap to kill and preserve the insects. A thermometer was placed beside each trap to register minimum and maximum temperatures.

The second study was carried out in the Natural Park “Hoces del Río Riaza”, placed in the province of Segovia (Community of Castilla-León) near the NW of the Community of Madrid. The park consists of a great canyon excavated by the Riaza River on limestone soil. Five representative environments were considered: High plateau (HP), savin forest (S), holm oak forest (HO), portuguese oak forest (PO), and river side (RS), selecting two sampling sites for each one [BAZ & CIFRIÁN 2007].

The same type of carrion-baited traps (**Fig 2**) as in the Madrid area was used in this second study. Samples were collected without interruption during the months of June, July, August, and September 2007. The traps were emptied and the old bait removed every 15 days.

Accidental captures of non-necrophilous insects in carrion-baited traps cannot be completely ruled out. To interpret such accidental captures, a control trap was set up beside each active trap. Control traps were exactly of the same type as the active ones, including the preservative liquid, the white thermometer and the bait vial, but the bait was omitted.

3 Results

3.1 Succession study with animal models

Nine species of Tachinidae (67 specimens) were collected from the animal models (**Tab 1**). All except one specimen (a single female of *Pseudogonia rufifrons*) were males. Nearly all specimens were collected during spring (except *Exorista xanthaspis*, which was collected in autumn), when the Mediterranean Diptera fauna shows its abundance.

Tab 1: Tachinidae captured on decomposing animal models. – Arrangement of species after HERTING & DELY-DRASKOVITS [1993].

Species	Number of specimens, Gender	Sampling Dates	Decomposition Stage	Trial	Hosts
<i>Exorista xanthaspis</i> (Wiedemann 1830)	1 male	October 2004	Advanced Decay	O1	Various families of Lepidoptera
<i>Exorista rendina</i> Herting 1975	3 males	May 2005	Active Decay, Advanced Decay	P1, P2	Confirmed hosts unknown, possibly Tenthredinidae (Hymenoptera)
<i>Baumhaueria goniaeformis</i> (Meigen 1824)	1 male	March 2005	Active Decay-Bloated	I1	Usually Lasio-campidae (Lepidoptera)
<i>Gonia</i> sp.	1 male	March 2005	Active Decay-Bloated	I1	Probably Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Pseudogonia rufifrons</i> (Wiedemann 1830)	1 female	June 2005	Advanced Decay	P1	Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Mintho rufiventris</i> (Fallén 1817)	1 male	May 2005	Advanced Decay	I1	Pyralidae, Sesiidae (Lepidoptera)
<i>Kirbya</i> sp	1 male	March 2005	Remains	V1	Unknown
<i>Zeuxia aberrans</i> (Loew 1847)	9 males	April–May 2005	Bloated, Active Decay, Advanced Decay	I1, I2, P1, P2	Cerambycidae (Coleoptera)
<i>Zeuxia zernyi</i> Mesnil 1963	49 males	April–May 2005	Bloated, Active Decay, Advanced Decay, Remains	O2, I1, I2, P1, P2	Cerambycidae (<i>Agapanthia</i> sp) (Coleoptera)

The single male specimen of *Gonia* sp could not be identified to species level because it was in bad condition. The collected *Kirbya* sp differs from *Kirbya moerens* (Meigen 1830) by the presence of pale hairs on the posteroventral half of the head, but because only a single specimen is available at present, it cannot be decided with certainty whether this is an abnormality or just represents a character of an as yet undescribed species.

The total number of adult Diptera specimens collected from the animal models during this investigation was 16145 (both adults and larvae reared until adult emergence). So the tachinid specimens represent 0.4 % of the material. The most abundant dipteran families were Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, and Anthomyiidae.

3.2 Ecological studies with carrion-baited traps

Fourteen species of Tachinidae (213 specimens), were collected using carrion-baited traps in the Community of Madrid and in the Natural Park “Hoces del río Riaza” (Tab 2). The gender ratio for the total of all specimens and species (115 males, 98 females) was more or less balanced.

The total number of Diptera specimens which were collected in the carrion-baited traps during both investigations was approximately 32000. So the tachinid specimens represent only 0.7 % of the material. The most abundant dipteran families were Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, and Heleomyzidae.

The traps in the Community of Madrid yielded 14 tachinid species (67 specimens). From the seven sampled ecosystems in that study (see Material and Methods), Tachinidae were absent only at the mesomediterranean holm oak forest on granite soil (MHGr).

Concerning the carrion-baited traps installed in the Natural Park “Hoces del río Riaza”, four species of Tachinidae (146 specimens) were collected. Tachinids were collected at all five environments sampled in that study (see Material and Methods). No tachinids were collected in the unbaited control traps.

All collected tachinid specimens (except the single specimen of *Pales pavida*, which is medium-sized) belong to robust large species (body length about 10–14 mm).

4 Discussion

Decomposition is a continuous process in which different arthropod groups appear and disappear over time according to the evolution of the decomposition itself. Insect groups which have a larval development in cadavers or their remains are naturally involved in this process, but other insects are also regularly or occasionally observed on carrion. The question – which must be answered individually for every group – is: is the observed presence haphazard (ie is it due to factors other than the carrion itself), or is it due to a real attraction based on the carrion?

Concerning the results with the baited traps it must be concluded that the collected Tachinidae were attracted by the odour of the carrion. The unbaited control traps, which did not collect Tachinidae, provide strong evidence that other potentially attractive factors (eg the white coloured parts of the trap, shadow, or shelter) can be neglected in this case. Males and females were attracted in the same way.

Currently there is no satisfactory explanation why only large Tachinidae entered the traps. *Graphogaster vestita* Rondani 1868, which is a small tachinid of 3–4 mm body length was found as the only tachinid species in baited traps by MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al [2005]. Furthermore, the third author of the present paper recently identified two medium-sized tachinid species [*Blondelia nigripes* (Fallén 1810) and *Xylotachina diluta* (Meigen 1824)] which were collected in a baited trap in Italy. So it is unlikely that only large species would have a special preference for the specific odour of the traps. A possible explanation might be that only the collected species had a sufficient population density in the study areas during 2006 and 2007, but this cannot be confirmed because there were no field catches for comparison. Another hypothesis is that especially large species would need an additional intake of proteins to compensate for the higher muscle debilitation because of rapid flight (see below).

Are tachinids attracted to carrion as a site to find their hosts like some hymenopteran endoparasitoids [compare PAYNE 1971]?

Tab 2: Tachinidae captured by carrion-baited traps. – Arrangement of species after HERTING & DELY-DRASKOVITS [1993].

Species	Number of specimens, Gender	Locality, Habitat	Dates (Month/Year)	Hosts
<i>Pales pavidata</i> (Meigen 1824)	1 male	Madrid (MHL)	IV/2007	Many Lepidoptera
<i>Bothria frontosa</i> (Meigen 1824)	6 males 1 female	Madrid (SHG, SOG)	IV/2007	Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Gonia atra</i> (Meige, 1826)	1 male	Madrid (MHG)	IV/2007	Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Gonia bimaculata</i> (Wiedemann 1819)	1 male	Madrid (MHL)	VII/2006	Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Gonia ornata</i> (Meigen 1826)	2 males 4 females	Madrid (MHL, MHG, OPG)	III/2007, IV/2007	Mainly Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Gonia picea</i> (Robineau-Desvoidy 1830)	1 female	Madrid (SOG)	IV/2007	Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Tachina casta</i> (Rondani 1859)	2 females	Madrid (MHL, SOG)	IX/2006, X/2006	Unknown
<i>Tachina fera</i> (Linnaeus 1761)	2 males 3 females	Madrid (MHL, SOG); Riaza (HP)	VII/2006, V/2007	Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Tachina magnicornis</i> (Zetterstedt 1844)	27 males 38 females	Madrid (MHL, SHG, SOG, OPG); Riaza (HP, S, HO, PO, RS)	VII/2006, VIII/2006, IV/2007, V/2007, VI/2007, VII/2007, VIII/2007, IX/2007	Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Tachina praeceps</i> (Meigen 1824)	10 females	Madrid (SHG, SOG)	VI/2006, VII/2006	Usually Lymantriidae and Lasio-campidae (Lepidoptera)
<i>Peleteria iavana</i> (Wiedemann 1819) [= <i>P. varia</i> auctt.]	39 males 16 females	Madrid (SOG); Riaza (HP, S, PO, RS)	VI/2006, VI/2007, VII/2007, VIII/2007	Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Peleteria meridionalis</i> (Robineau-Desvoidy 1830)	1 male	Madrid (SOG)	IV/2007	Unknown
<i>Peleteria rubescens</i> (Robineau-Desvoidy 1830)	25 males 22 females	Madrid (MHL); Riaza (S, HO, PO, RS)	VI/2006, VI/2007, VII/2007	Usually Noctuidae (Lepidoptera)
<i>Linnaemya vulpina</i> (Fallén 1810)	10 males 1 female	Madrid (MHS, SHG)	VI/2006, VII/2006, VIII/2006, V/2007	Noctuidae (Lepidoptera)

This seems unlikely, because although Tachinidae have a wide variety of hosts (phytophagous, developing in soil or decaying wood), necrophagous insects are not among them. Many insect groups have been reared from cadavers, but Tachinidae were never found in such rearings.

The interpretation of the tachinid findings on the pigs is slightly more difficult. The odour of the carrion might be the main attractive criterion as it was in the case of the baited traps, but also other factors might play a role. As practically all specimens collected on the pigs were males, it cannot be ruled out that the animal models were used for the meeting of the sexes. When the wire mesh cage was removed for handling and collecting, the carrion represented an elevated point in the open landscape (comparable to a big stone, rock or bush). Males of many tachinid species are known to use such elevated points for the visual recognition of females flying in the vicinity. This specific behaviour can easily be interpreted as such when observed, but as there was no detailed study of this in the present study, the question remains unsolved.

More likely, indeed, is that the majority of the adults was more or less attracted by the odour and that the flies were sucking fluids or minerals on the surface of the carrion. It may occur in Tachinidae that also uncommon substrates can rarely serve as sources of food or mineral intake. So it is not uncommon that – under certain weather conditions – tachinid adults suck sweat on the (living) human body [personal observations of the third author]. Tachinids were very rarely known visiting human faeces [eg BLACKITH & BLACKITH 1993], and the third author of the present paper once observed a tachinid on fox dung, and he also identified several tachinids collected in beer- and vinegar-traps [unpublished notes]. Tachinidae have been observed drinking seawater [BARANOV 1938; only on a single day and then never again], and POHJOISMÄKI [2007] reports a number of tachinid species feeding on the sap run of birch trees.

Such uncommon sources of food will most probably be used only occasionally when available, but it is unlikely that they are indispensable for Tachinidae, otherwise observations of such activity would be much more common. Tachinidae – developing as endoparasitoids of insects – ingest sufficient proteins during their larval stage to enable development of their eggs. In contrast to some other groups (eg bloodsucking Tabanidae or Culicidae), females of Tachinidae do not need protein as adults for the development of their eggs or young larvae inside the body. For the maintenance of life, on average just one or two months, only carbohydrates (most often from nectar or honey dew) are needed. As far as is known, Tachinidae also do not use pollen as nutrition – nectar is sufficient for them [HERTING 1960]. However, HALL & WILLMOTT [2000] suggested that some species of Riodinidae (Lepidoptera) eventually feed on carrion to add a protein supply and compensate the higher muscle debilitation because of rapid flight. Laboratory studies would be necessary to find out if this also applies to Tachinidae.

The fact that several species (eg *Zeuxia zernyi*) were collected more commonly than others on the carrion is not proof that they have a special preference for carrion, because the population density of the tachinid species at the study site was not investigated. Possibly the host *Agapanthia* sp had a strong development in the year before on thistles (which are common plants on the succession study site), hence enabling a high population density of its tachinid parasitoid, *Z zernyi*. But, specific investigation of this hypothesis would be needed for confirmation.

Nine tachinid species among 67 specimens observed on the animal models, and 14 species among 213 specimens collected in the baited traps sounds much, but compared with other dipteran families gathered during the present studies it nevertheless stands for a relatively low percentage (see chapter 3).

Also the known literature records [PAYNE 1965, MCKINNERNEY 1978, ANDERSON & VAN-LAERHOVEN 1996, CARVALHO et al 2000, MARTÍNEZ-SÁNCHEZ et al 2005, MARTINEZ et al 2007] show that Tachinidae never played an important role on carrion, they were found only in a few species and usually low numbers of specimens among representatives of other dipteran families.

It must also be taken into consideration that there are many more investigations which did not yield Tachinidae on carrion [eg GRASSBERGER & FRANK 2004, SZPILA et al 2006, FIEDLER et al 2008. Krzysztof Szpila, however, informed us [unpublished pers comm] that he found several Tachinidae in a subsequent study in Poland.

5 References

- ANDERSON G S & VANLAERHOVEN S L [1996]: Initial studies on insect succession on carrion in South-western British Columbia. – *J Forensic Sci* **41**: 617–625; West Conshohocken, Philadelphia/USA.
- BARANOV N [1938]: Raupenfliegen (Tachiniden s l) welche auf der Adria-Insel Pag beim Trinken von Meerwasser gefangen wurden. – *Encycl ent B II (Diptera)* **9**: 103–107; Paris/France.
- BAZ A & CIFRIÁN B [2007]: Catálogo de los insectos carroñeros del Parque Natural “Hoces del río Riaza” (Maderuelo, Montejo de la Vega de la Serrezuela y Valdevacas de Montejo). – Estudio realizado para la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Castilla y León [unpublished technical report, 40 pp]; Alcalá de Henares/España.
- BAZ A, CIFRIÁN B, DÍAZ-ARANDA L M & MARTÍN-VEGA D [2007]: The distribution of adult blow-flies (Diptera: Calliphoridae) along an altitudinal gradient in Central Spain. – *Ann Soc Ent Fr* **43**: 289–296; Paris/France.
- BLACKITH R E & BLACKITH R M [1993]: Differential attraction of calyprate flies (Diptera) to faeces. – *J nat Hist* **27**: 645–655; London/Britain.
- CARVALHO L M L, THYSSEN P J, LINHARES A X & PALHARES F A B [2000]: A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. – *Mem Inst Oswaldo Cruz* **95**: 135–138; Rio de Janeiro/Brasil.
- CATTS E P & GOFF M L [1992]: Forensic entomology in criminal investigations. – *A Rev Ent* **37**: 253–272; Stanford/USA.
- EGGLETON P & GASTON K J [1992]: Tachinid host ranges: a reappraisal (Diptera: Tachinidae). – *Entomologists Gaz* **43**: 139–143; Brightwood/Britain.
- FIEDLER A, HALBACH M, SINCLAIR B & BENECKE M [2008]: What is the edge of a forest? A diversity analysis of adult Diptera found on decomposing piglets inside and on the edge of a Western German woodland inspired by a courtroom question. – *Entomologie heute* **20**: 173–191; Solingen/Deutschland.
- GÓMEZ-GÓMEZ A, MARTÍN-VEGA D, BOTÍAS-TALAMANTES C, BAZ-RAMOS A & DÍAZ-ARANDA L M [2007]: La Entomología Forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. – *Cuad Med forense* **13** (47): 21–32; Sevilla/España.
- GRASSBERGER M & FRANK C [2004]: Initial study of arthropod succession on pig carrion in a Central European urban habitat. – *J medic Ent* **41**: 511–523; College Park, Maryland/USA.
- HALL J P W & WILLMOTT K R [2000]: Patterns of feeding behaviour in adult male Riodinid butterflies and their relationship to morphology and ecology. – *Biol J Linn Soc* **69**: 1–23; Oxford/Britain.
- HERTING B [1960]: Biologie der westpaläarktischen Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae). – *Monogr angew Ent* **16**: 188 pp; Hamburg and Berlin/Deutschland.
- HERTING B & DELY-DRASKOVITS A [1993]: Family Tachinidae. – In: SOÓS A & PAPP L (Ed): *Catalogue of Palaearctic Diptera* **13**: 118–624; Hungarian Natural History Museum, Budapest/Magyar.
- IRWIN M E, SCHLINGER E I & THOMPSON F C [2003]: Diptera, true flies. – In: GOODMAN S M & BENSTEAD J P (ed): *The natural history of Madagascar*: 692–702. – University of Chicago Press, Chicago/USA and London/Britain.
- IZCO J [1984]: Madrid verde. – Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios; Madrid/España.
- KARCZEWSKI, J [1967]: Observations on flower-visiting species of Tachinidae and Calliphoridae (Diptera) [in Polish]. – *Fragm Faun* **13**: 407–484; Warszawa/Polska.
- MARTÍN-VEGA D [2007]: Distribución y estacionalidad de los Silphidae (Coleoptera) necrófagos en los ecosistemas naturales de la Comunidad de Madrid. – Master Thesis, Universidad de Alcalá de Henares; Alcalá de Henares/España.
- MARTINEZ E, DUQUE P & WOLFF M [2007]: Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. – *Forensic Sci Int* **166**: 182–189; Shannon/Éire.

- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ A, MARCOS-GARCÍA M A & ROJO S [2005]: Biodiversidad de la comunidad de dípteros sarcosaprófagos en ambientes insulares del sudeste Ibérico (Diptera: Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae). – *Nouv Revue Ent* **22**: 251–265; Toulouse/France.
- MCKINNERNEY M [1978]: Carrion communities in the northern Chihuahuan desert. – *Southwest Naturalist* **23**: 563–576; Austin, Texas/USA.
- MELLINI E [1990]: Sinossi di biologia dei Ditteri Larvevoridi. – *Boll Ist Ent Univ Bologna* **45**: 1–38; Bologna/Italia.
- MORÓN M A & TERRÓN R A [1984]: Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra de Norte de Hidalgo, México. – *Acta zool mex (N S)* **3**: 1–47; Xalapa/México.
- NEWTON A & PECK S B [1975]: Baited pitfall traps for beetles. – *Coleopterists' Bull* **29**: 45–46; Gainesville, Florida/USA.
- PAYNE J A [1965]: A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. – *Ecology* **46**: 592–602; Washington/USA.
- PAYNE J A [1971]: Hymenoptera associated with pig carrion. – *Proc Ent Soc Wash* **73**: 132–141; Lawrence, Kansas/USA.
- POHJOISMÄKI J [2007]: Early season parasitic flies (Diptera, Tachinidae) visiting sap runs on birch trees in eastern Finland. – *Tachinid Times* **20**: 1–4; Ottawa/Canada.
- RIVAS MARTÍNEZ S [1982]: Mapa de las series de vegetación de Madrid. – Diputación de Madrid; Madrid/España.
- RIVERA-CERVANTES L E & GARCÍA-REAL E [1998]: Análisis preliminar sobre la composición de los escarabajos necrófilos (Coleoptera: Silphidae y Scarabeidae) presentes en dos bosques de pino (uno dañado por el fuego), en la estación científica Las Joyas, Sierra de Manantlan, Jalisco, México. – *Dugesiana* **5**: 11–22; Guadalajara/México.
- STIREMAN III J O & SINGER M S [2003]: Determinants of parasitoid-host associations: insights from a natural tachinid-lepidopteran community. – *Ecology* **84**: 296–310; Washington/USA.
- SZPILA K, MATUSZEWSKI S, BAJERLEIN D & KONWERSKI S [2006]: Calyptata flies in initial studies of succession patterns of pig carrion in Central Europe. – In: SUWA M (ed): Abstracts volume, 6th International Congress of Dipterology: 253; Kyushu University, Fukuoka/Nippon.
- TSCHORSNIG H-P & HERTING B [1994]: Die Raupenfliegen (Diptera: Tachinidae) Mitteleuropas: Bestimmungstabellen und Angaben zur Verbreitung und Ökologie der einzelnen Arten. – *Stuttg Beitr Naturk (A)* **506**: 170 pp; Stuttgart/Deutschland.
- TSCHORSNIG H-P & RICHTER V A [1998]: Family Tachinidae. – In: PAPP L & DARVAS B (ed): Contributions to a manual of Palaearctic Diptera **3** (Higher Brachycera): 691–827; Science Herald, Budapest/Magyar.
- TSCHORSNIG H-P, RICHTER V A, CERRETTI P, ZEEGERS T, BERGSTRÖM C, VANHARA J, VAN DE WEYER G, BYSTROWSKI C, RAPER C, ZIEGLER J. & HUBENOV Z [2004]: Tachinidae. – *Fauna Europaea Service*, <http://www.faunaeur.org>, accessed 02 July 2009.
- ZOEBELEIN G [1956]: Der Honigtau als Nahrung der Insekten. – *Z angew Ent* **38**: 369–416; Berlin/Deutschland.

Acknowledgements: This work has been funded by the Spanish Ministry of Science and Technology (Research Project BOS2003-00400) and by the University of Alcalá (PI2003/016). We want to thank the director and staff of the Natural Park “Hoces del Río Riaza” for their support during the study, and we are grateful to Dr Martin J R Hall (London) for linguistic corrections. The third author is indebted to Dr Krzysztof Szpila (Toruń) and Dr Bernhard Merz (Genève) for providing some information.

Authors' addresses: Dr Hans-Peter Tschorsnig, Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, 70191 Stuttgart, Deutschland. E-mail: tschorsnig.smns@naturkundemuseum-bw.de
 Aida Gómez-Gómez, Daniel Martín-Vega, Dr Arturo Baz, Dr Blanca Cifrián, Dr Luisa Díaz-Aranda, Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Alcalá, Carretera Barcelona km 33.6, 28871 Alcalá de Henares, España.

E-mails: aida.gomez@uah.es, daniel.martinve@uah.es, arturo.baz@uah.es, blanca.cifrian@uah.es, luisam.diaz@uah.es

New piophilid in town: the first Palaearctic record of *Piophilina megastigmata* and its coexistence with *Piophilina casei* in central Spain

D. MARTÍN-VEGA, A. GÓMEZ-GÓMEZ, A. BAZ
and L. M. DÍAZ-ARANDA

Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Spain

Abstract. The genus *Piophilina* Fallén (Diptera: Piophilidae) is known from only two species: *Piophilina casei* (L.) is a major pest, a cosmopolitan species and is commonly used as a forensic indicator, whereas *Piophilina megastigmata* McAlpine has until now only been recorded in a natural environment in South Africa. The present work reports the first occurrence of *P. megastigmata* in the Palaearctic region from specimens collected by carrion-baited traps throughout different natural habitats of central Spain. Furthermore, the species was also collected with *P. casei* on corpses of domestic pigs used in a carrion succession study in a periurban habitat in central Spain. Both species occurred on carrion in different seasons, but *P. megastigmata* was more abundant than *P. casei* in autumn, arriving earlier at the carcasses and persisting for a longer period. The contrary pattern was observed in spring. The presence of *P. megastigmata* in different localities in central Spain and its coexistence with *P. casei* in a periurban habitat make it a potentially useful new tool for legal medicine in Europe; thus this species must be considered in forensic entomology studies.

Key words. *Piophilina casei*, *Piophilina megastigmata*, foreign species, forensic entomology, Spain.

Introduction

The genus *Piophilina* Fallén is known from only two species: *Piophilina casei* (Linnaeus) and *Piophilina megastigmata* McAlpine (McAlpine, 1978; Ozerov, 2004). The first is a cosmopolitan, endophilous and well-known species, associated with man throughout the world and an object of several studies as a result of its economic and medical interest. *Piophilina casei* can cause serious damage in the food industry because of its attraction to proteinaceous substrates like stored meat and fish, fresh hides, cured ham and dairy products (Zuska & Laštovka, 1965). Paradoxically, the presence of larvae of *P. casei* is fundamental in the production of some traditional cheeses in Italy and Croatia (Miokovic *et al.*, 1997; Russo *et al.*, 2006). The frequent association with dairy products has given *P. casei* the common name of 'cheese fly' or 'cheese skipper' because of

the leaping behaviour showed by the larvae of some species of Piophilidae (Bonduriansky, 2002). Furthermore, *P. casei* is of medical interest because it acts as a myiasic agent (Pérez Íñigo, 1971; Saleh & el Sibae, 1993), as a vector of several micropathogens (Candida & Agatino, 2004), and its attraction to carrion in advanced stages of decay has made it a valuable forensic indicator in legal medicine (Méglin, 1894; Amendt *et al.*, 2004).

By contrast, *P. megastigmata* is a poorly known species reported only from South Africa until now (McAlpine, 1978). Previously, it had been collected only on corpses of impalas [*Aepyceros melampus* (Lichtenstein)] in the Kruger National Park, eastern Transvaal (McAlpine, 1978; Braack, 1986). McAlpine (1978) highlighted the new species, proposing it as the most primitive member of the genus and considering some features as more plesiomorphic than their equivalents in

Correspondence: Daniel Martín-Vega, Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, Spain. Tel.: +34 91 885 49 67; Fax: +34 91 885 50 80; E-mail: daniel.martinve@uah.es

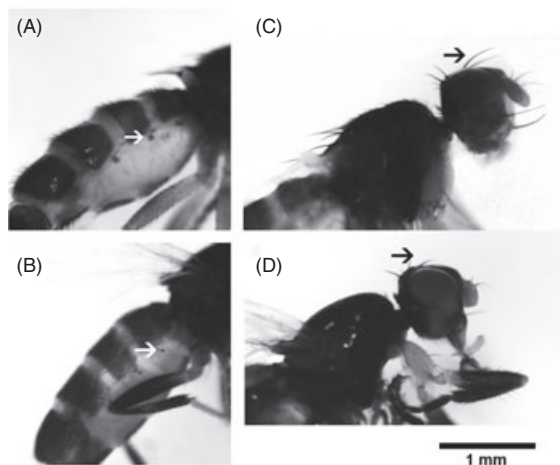


Fig. 1. Spiracles in the abdomen of (A) *Piophilidae megastigmata* are enlarged in comparison with those of (B) *Piophilidae casei*. Lateral aspect of the head and thorax of (C) *P. megastigmata* and (D) *P. casei*, highlighting the ocellar bristles of both species.

P. casei: it has a more extensively pruinose body and consequently less shiny condition, especially on the prescutellar area and on the meron; it is generally hairier and more extensively setose, especially on the abdomen and prescutellar areas, respectively, and the male demonstrates an entirely black fore tarsus and the absence of specialized hair clusters on the hind coxa (McAlpine, 1978). Furthermore, *P. megastigmata* can be clearly distinguished from *P. casei* for its enlarged abdominal spiracles (Fig. 1A, B), which support its more distinctive autopomorphic character (McAlpine, 1978) and give the species its name. Other clearly distinctive characters are that all femora are wholly yellow (the fore and hind femora are usually mostly black in *P. casei*) and strong ocellar bristles (Fig. 1C, D). The male terminalia of *P. megastigmata* differs from that of *P. casei*, as illustrated by McAlpine (1978), in that the blunt tooth-like process on sternite 7 is posteriorly directed rather than strongly directed to the left.

The present work reports the first occurrence of *P. megastigmata* in the Palaearctic region, from specimens collected by carrion-baited traps in natural habitats in central Spain. Furthermore, the species was collected with *P. casei* on cadavers of domestic pigs (*Sus scrofa* L.) used in a carrion succession study in a periurban habitat in central Spain. Collection data for *P. megastigmata* and *P. casei* are compared.

Materials and methods

Specimens of *P. casei* and *P. megastigmata* were identified with the keys of McAlpine (1977, 1978). Collected specimens of both *Piophilidae* species have been deposited in the collection of the Department of Zoology and Physical Anthropology of the University of Alcalá (Alcalá de Henares, Spain).

Surveys with carrion-baited traps

Two surveys using carrion-baited traps were carried out in different localities with the aim of studying the ecology of the

sarcosaprophagous insects in natural habitats in central Spain. Carrion-baited traps were made by modifying the design of Morón & Terrón (1984) (for more details see Baz *et al.*, 2007). Traps were baited with squid, which has been shown to be very effective in ecological studies because it maintains a moist state of decay for much longer periods than other baits (e.g. chicken or liver) (Newton & Peck, 1975). Traps were semi-buried in the ground and protected with a perimeter of stones to avoid destruction by wild animals attracted by the carrion.

Survey 1 was designed to study the variation of the assemblages of necrophagous insects along an altitudinal gradient (Baz *et al.*, 2007). Samples were collected between the localities of Lozoya and Puerto de Navafria (Madrid province) from June to August 2003. Nine trapping sites at 100-m intervals were selected along an altitudinal gradient from 1100 m a.s.l. to 1900 m a.s.l. (both included), with one trap at each site. Traps were visited every 15 days. Details on the sites sampled are given in Baz *et al.* (2010).

Survey 2 was designed to study the habitat associations of sarcosaprophagous insects on a regional scale. Traps were set up at 21 localities throughout the province of Madrid, providing sampling of seven habitat types. Three traps at each site were installed and were maintained from June 2006 to May 2007. Traps operated for a period of 7 days within each month. Details on the localities sampled are given in Baz *et al.* (2010).

Carrion succession study

The succession study was carried out on a private property belonging to the University of Alcalá, to the northeast of the Community of Madrid (40° 30' 44.54" N, 3° 19' 41.58" W). The area is a plot with dominant ruderal vegetation, located on the Mesomediterranean bioclimatic level. Cadavers of domestic pigs weighing 24–32 kg were used as animal models, placed about 60 m apart on the study site and protected with a wire mesh cage to avoid any action by vertebrate scavengers but to permit the arrival of arthropods. Four different trials were carried out, one in each season (trial I started in June 2004, trial II in September 2004, trial III in January 2005 and trial IV in April 2005). Three animals were used in each trial; one animal served as a control from which no arthropods were collected and two represented experimental replicates.

Insect sampling was carried out in each trial throughout the decomposition process, three times per week over 2 years. Once at the laboratory, immature stages were reared until adult emergence. Both sampled and reared adults were killed by freezing and were subsequently identified.

Results

Surveys with carrion-baited traps

Five individuals (three males, two females) of *P. megastigmata* were captured using carrion-baited traps in the following localities and dates: Lozoya (40° 58' 50.3" N, 3° 48' 8.59" W), 1600 m a.s.l., June 2003, one female; Lozoya (40° 57' 8.21" N, 3° 45' 6.24" W), 1295 m a.s.l., July 2006, one

Table 1. Total number of specimens of *Piophilina casei* and *Piophilina megastigmata* collected on pig carrion.

	Sex not			Total	%
	Males	Females	determined*		
<i>P. casei</i> , adults	80	62	2	296	53
<i>P. casei</i> , immatures	64	83	5		
<i>P. megastigmata</i> , adults	12	33	0	256	47
<i>P. megastigmata</i> , immatures	109	99	3		
Total	265	277	10	552	100

*Sex not determined refers to individuals which could not be sexed because they were badly conserved.

male; Lozoya (40° 57' 3.26" N, 3° 45' 4.14" W), 1121 m a.s.l., July 2006, one male; Pezuela de las Torres (40° 24' 24.01" N, 3° 13' 54.12" W), 730 m a.s.l., July 2006, one male, and Vilamanta (40° 19' 23.69" N, 4° 7' 36.93" W), 610 m a.s.l., July 2006, one female. No specimens of *P. casei* were captured by carrion-baited traps. Detailed climatic and vegetation data on the localities can be found in Baz *et al.* (2010).

The discovery of some specimens of *P. megastigmata* among the insects collected in carrion-baited traps led us to revise the piophilids previously identified as *P. casei* collected during a carrion succession study carried out at the same time as the trapping surveys (see Materials and methods), thus modifying the information published in Gómez-Gómez *et al.* (2009).

Carrion succession study

A total of 552 specimens of *Piophilina* were examined, of which 296 were identified as *P. casei* (53%) and 256 as *P. megastigmata* (47%) (Tables 1 and 2). Additionally, two other species of Piophilidae were identified in the revision of the material collected on the carrion succession study: *Prochyliza nigrimana* (Meigen) (four specimens), and *Stearibia nigriceps* (Meigen) (one specimen).

Table 2 and Fig. 2 show the relationships among captures and stage of decomposition. Only the presence of immature

stages was considered in Fig. 2 because these stages develop on the carcasses and consequently may have a higher influence on the decomposition process. In this sense, *P. megastigmata* immatures were significantly more numerous than *P. casei* immatures in succession trials II ($\chi^2 = 78.478$, $P = 0.000$) and III ($\chi^2 = 4.944$, $P = 0.026$), whereas *P. casei* immatures were significantly more numerous in trial IV ($\chi^2 = 56.818$, $P = 0.000$).

It is important to bear in mind that each trial was carried out in a specific season and under specific ambient conditions; consequently the durations of each decomposition stage varied considerably. Seasonal fluctuations in the numbers of *P. casei* and *P. megastigmata* collected on pig carrion in each trial are shown in Fig. 3.

Discussion

The succession study data show that *P. casei* and *P. megastigmata* clearly coexist on carrion in central Spain, a result that concurs with those of Braack (1987) on carcasses in South Africa. Because of the importance of *P. casei* in forensic cases worldwide (e.g. Goff & Flynn, 1991; Anderson, 1995; Carvalho *et al.*, 2000; Sukontason *et al.*, 2001; Arnaldos *et al.*, 2004; Nazni *et al.*, 2008), the discovery of a wider range of distribution for a sister-species, which appears to have the same nutrient preferences, is of considerable interest.

In studies on necrophagous insects, *P. casei* has always been well known for its attraction to carrion in an advanced stage of decomposition (Mégnin, 1894). Braack (1987) suggested that such a preference may represent a strategy to avoid direct competition with Calliphoridae species, which are usually the first insects to colonize a carcass. In the present work, both *Piophilina* species reached their maximum abundance during the advanced stages of decay in different trials and seemed to arrive at carcasses at the same time (Table 2). In view of the fact that adult *P. casei* and *P. megastigmata* overlap in their colonization patterns on the carcass, Braack (1987) observed that although abundant, *P. casei* was nevertheless significantly less numerous than *P. megastigmata*, but persisted at carrion for a slightly longer period. In our work, the total number of adults collected on carrion was clearly higher for *P. casei* ($n = 144$) than for *P. megastigmata* ($n = 45$) (Table 1). By contrast,

Table 2. Total number of *Piophilina* individuals captured on pig carrion in relation to decomposition stage.

Trial	Species	Fresh carcass	Bloated carcass	Active decay			Advanced decay			Remains			Total
				A	L	P	A	L	P	A	L	P	
I	<i>P. casei</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
	<i>P. megastigmata</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
II	<i>P. casei</i>	—	—	5	—	—	—	21	—	1	2	—	29
	<i>P. megastigmata</i>	—	—	7	—	—	—	98	—	—	36	—	141
III	<i>P. casei</i>	—	—	16	—	—	62	24	18	—	—	—	120
	<i>P. megastigmata</i>	—	—	11	—	—	15	29	36	—	—	—	91
IV	<i>P. casei</i>	—	—	6	2	1	52	30	54	—	—	—	145
	<i>P. megastigmata</i>	—	—	2	—	—	9	10	2	—	—	—	23
	Total	—	—	47	2	1	141	212	110	1	38	—	552

A, adults; L, larvae; P, pupae.



Fig. 2. Colonization patterns of immature stages of *Piophilha casei* (black bars) and *Piophilha megastigmata* (grey bars) on carcasses. Data from succession trial I have been omitted from this figure because of the small number of specimens collected (see Table 2). Decomposition stage: AC, active; ADV, advanced; R, remains.

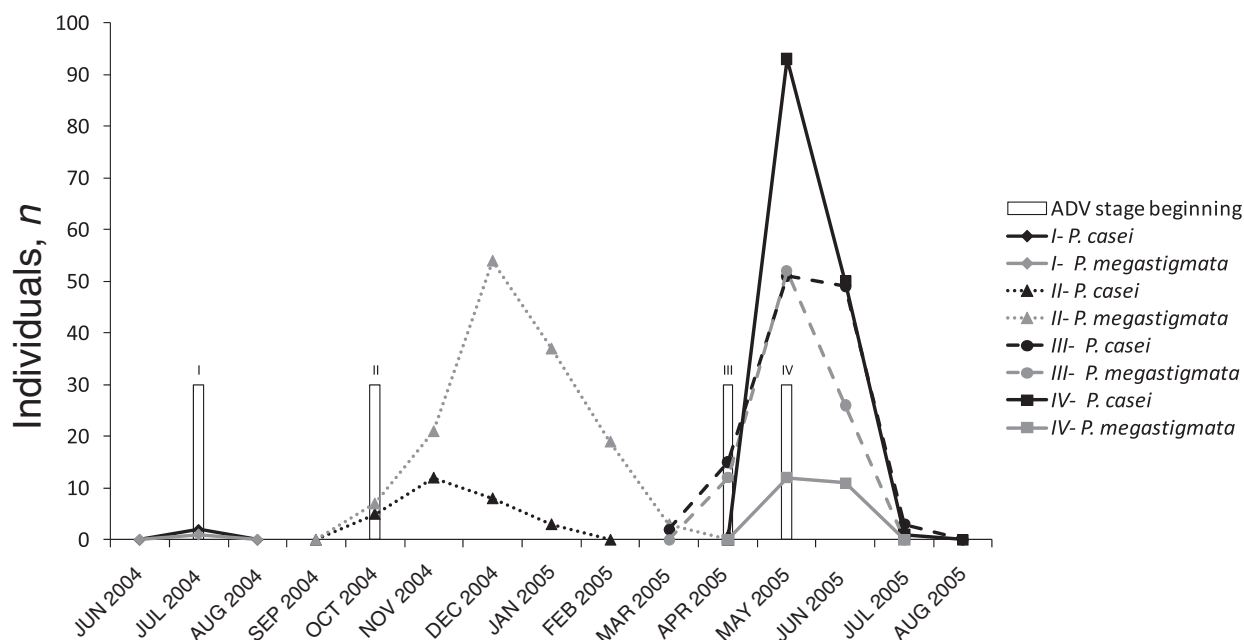


Fig. 3. Seasonal fluctuations in the numbers of *Piophilha casei* (black lines) and *Piophilha megastigmata* (grey lines) collected on pig carrion in each trial. Vertical bars show the beginning of the advanced stage of decomposition in each trial.

in terms of the number of reared immatures, *P. megastigmata* was significantly more numerous than *P. casei* in succession trials II and III in agreement with Braack (1987), but *P. casei* was significantly more numerous in trial IV (see Results).

Both species were scarce during the summer trial (Table 2), probably as a result of the high temperatures recorded and, consequently, the more rapid desiccation of the tissues that serve as a breeding substrate for larvae. Most species of Piophilidae occur in temperate and cold zones of the northern hemisphere (McAlpine, 1977) and thus low tolerances to such high temperatures can be expected in this family. Braack (1986) stated that spring was the season of greatest abundance of both *Piophilha* species, but that was not exactly the pattern observed in the present work (Fig. 3). *Piophilha casei* clearly reached its

maximum abundance in spring, when carcasses in trials III and IV were at an advanced stage of decomposition. Trial IV began in spring, whereas trial III began in winter, but, as a result of the cold temperatures of that season, decomposition did not reach an advanced stage until spring. Moreover, in spring *P. casei* arrived at the carcasses before *P. megastigmata* and persisted for a slightly longer period (Fig. 2), in accordance with Braack (1987). However, an interesting successional pattern can be observed in *P. megastigmata*, which showed two peaks of maximum abundance, in winter and spring, the latter coinciding with that of *P. casei* but at lower abundance (Fig. 3). Curiously, the few specimens of *P. megastigmata* collected in carrion-baited traps were captured in summer (see Results). Furthermore, in carcasses in trial II, in which

advanced decomposition stages occurred throughout autumn and winter, *P. megastigmata* arrived before *P. casei* and persisted on carrion for a longer period (Fig. 2), contradicting the patterns observed by Braack (1987).

Another controversial aspect of the present captures relates to the synanthropy of the species. Because *P. megastigmata* had only been collected in tropical African woodland, McAlpine (1978) considered that it was probably an exophilous and asynanthropic fly. However, its abundance on carrion in a periurban area, together with an endophilous and eusynanthropic fly such as *P. casei*, suggests that *P. megastigmata* can be a synanthropic species, at least in central Spain. Moreover, the captures by carrion-baited traps show that *P. megastigmata* is widespread, at least in central Spain, throughout different localities and ecosystems (see Baz *et al.*, 2010 for details on the localities sampled). How long has this species been present in Europe? Is it present in more European countries?

McAlpine (1978) assumed that, because *P. megastigmata* was discovered in South Africa and had never been collected elsewhere, it was probably an endemic, rather sedentary species. Certainly, it seems unlikely that the presence in the Palaearctic region of a species associated with carrion and, at least potentially, also with the food industry, would have gone unnoticed for such a long time. However, it is possible that the species may have been introduced in Europe long enough ago to be confused with *P. casei* in some studies, and thus its presence was overlooked in the Palaearctic region. In this sense, it is important to emphasize that the mesonotum setulae largely confined to three isolated rows in the dorsocentral and acrostichal fields, which commonly serves as a simple character to distinguish *P. casei* from the other Piophilidae species, is in fact a character of the genus *Piophila*, and not an exclusive character of *P. casei*. However, it is worthwhile recalling that other Piophilidae genera may also occur on carrion (e.g. Michaud *et al.*, 2010) and thus it is essential to ensure a careful identification of piophilid flies in forensic entomology studies. A complete key of Piophilidae immature stages is still pending.

In conclusion, the present work shows that *P. megastigmata* coexists with *P. casei* on carrion in periurban habitats in central Spain, making it a potentially useful tool in legal medicine in Europe, and a species which must be considered in forensic entomology studies. In addition, we should not forget that *P. casei* and *P. megastigmata* appear to have the same nutrient preferences (Braack, 1987) and thus it is probable that *P. megastigmata* could achieve sanitary and economical importance, as has *P. casei*. Although McAlpine (1978) considered that *P. megastigmata* was not a domestic pest because it had been collected only in a natural habitat, in the present study the species was collected in a periurban area. Furthermore, some other less synanthropic piophilid species also occasionally infest food products (Zuska & Laštovka, 1965). Moreover, in the last few years, the gradual warming of the climate has favoured the northward spread of necrophagous insects in temperate zones of the northern hemisphere (Turchetto & Vanin, 2004) and thus *P. megastigmata* is very likely to extend its range in Europe. There is a new piophilid in town, and we should take it into account.

Acknowledgements

We are grateful to Jeffrey Skevington and Scott Kelso, curators of the Canadian National Collection of Insects (Ottawa, ON, Canada), and to Mikhail Mostovski, curator of the Natal Museum (Pietermaritzburg, South Africa), who kindly loaned us some paratypes of *Piophila megastigmata* for study and comparison. We are also indebted to Martin J. R. Hall and two anonymous reviewers for their comments and suggestions to improve the manuscript.

This work was funded by the Spanish Ministerio de Ciencia y Tecnología (Research Project BOS2003-00400) and the University of Alcalá (Research Project PI2003/016). Survey permission was granted by the Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio of the Madrid Community.

References

- Amendt, J., Krettek, R. & Zehner, R. (2004) Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, **91**, 51–65.
- Anderson, G. (1995) The use of insects in death investigations: an analysis of cases in British Columbia over a 5-year period. *Canadian Society of Forensic Sciences Journal*, **28**, 277–292.
- Arnaldos, M.I., Sánchez, F., Álvarez, P. & García, M.D. (2004) A forensic entomology case from the southeastern Iberian Peninsula. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, **5**, 22–25.
- Baz, A., Cifrián, B., Díaz-Aranda, L.M. & Martín-Vega, D. (2007) The distribution of the adult blowflies (Diptera: Calliphoridae) along an altitudinal gradient in central Spain. *Annales de la Société Entomologique de France*, **43**, 289–296.
- Baz, A., Cifrián, B., Martín-Vega, D. & Baena, M. (2010) Phytophagous insects captured in carrion-baited traps in central Spain. *Bulletin of Insectology*, **63**, 21–30.
- Bonduriansky, R. (2002) Leaping behaviour and responses to moisture and sound in larvae of piophilid carrion flies. *The Canadian Entomologist*, **134**, 647–656.
- Braack, L.E.O. (1986) Arthropods associated with carcasses in the northern Kruger National Park. *South African Journal of Wildlife Research*, **16**, 91–98.
- Braack, L.E.O. (1987) Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical African woodland. *Oecologia*, **72**, 402–409.
- Candida, V.M. & Agatino, R. (2004) *Piophila casei* L. (Diptera: Piophilidae) monitoring in cheese ripening storehouses. *IOBC/WPRS Bulletin*, **27**, 109–114.
- Carvalho, L.M.L., Thyssen, P.J., Linhares, A.X. & Palhares, F.A.B. (2000) A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, **95**, 135–138.
- Goff, M.L. & Flynn, M.M. (1991) Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands. *Journal of Forensic Sciences*, **36**, 607–614.
- Gómez-Gómez, A., Díaz-Aranda, L.M. & Michelsen, V. (2009) Rediscovery of *Centrophlebomyia furcata* (Fabricius, 1794) (Diptera: Piophilidae) in Europe. *Studia Dipterologica*, **15**, 237–241.
- McAlpine, J.F. (1977) A revised classification of the Piophilidae, including 'Neotiophilidae' and 'Thyreophoridae' (Diptera: Schizopora). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, **103**, 1–66.
- McAlpine, J.F. (1978) A new species of *Piophila* from South Africa (Diptera: Piophilidae). *Annals of the Natal Museum*, **23**, 455–459.

- Mégnin, P. (1894) La faune des cadavres. Application de l'entomologie a la médecine légale. *Encyclopédie Scientifique des Aide-Mémoire* (ed. by M. Léauté), Masson-Gauthier-Villars et Fils, Paris.
- Michaud, J.-P., Majka, C.G., Privé, J.-P. & Moreau, G. (2010) Natural and anthropogenic changes in the insect fauna associated with carcasses in the North American Maritime lowlands. *Forensic Science International*, doi:10.1016/j.forsciint.2010.04.028.
- Miokovic, B., Zivkovic, J. & Kozacinski, L. (1997) Autochthonous Croatian 'rotten' cheese. *Veterinarski Arkiv*, **67**, 25–32.
- Morón, M.A. & Terrón, R.A. (1984) Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoologica Mexicana*, **3**, 1–47.
- Nazni, W.A., Jeffery, J., Sa'diyah, I. et al. (2008) First report of maggots of family Piophilidae recovered from human cadavers in Malaysia. *Tropical Biomedicine*, **25**, 173–175.
- Newton, A. & Peck, S.B. (1975) Baited pitfall traps for beetles. *The Coleopterist's Bulletin*, **29**, 45–46.
- Ozerov, A.L. (2004) On the classification of the family Piophilidae (Diptera). *Zoologicheskii Zhurnal*, **83**, 1353–1360 [in Russian].
- Pérez Íñigo, C. (1971) Dípteros y coleópteros pseudoparásitos del intestino humano. *Graellsia*, **27**, 161–176.
- Russo, A., Cocuzza, G.E., Vasta, M.C., Simola, M. & Virone, G. (2006) Life fertility tables of *Piophilidae* L. (Diptera: Piophilidae) reared at five different temperatures. *Environmental Entomology*, **35**, 194–200.
- Saleh, M.S. & el Sibae, M.M. (1993) Urino-genital myiasis due to *P. casei*. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, **23**, 737–739.
- Sukontason, K., Sukontason, K., Vichairat, K., Piangjai, S., Lertthamngtham, S., Vogtsberger, R.C. & Olson, J.K. (2001) The first documented forensic entomology case in Thailand. *Journal of Medical Entomology*, **38**, 746–748.
- Turchetto, M. & Vanin, S. (2004) Forensic entomology and climate change. *Forensic Science International*, **146** (Suppl), 207–209.
- Zuska, J. & Laštovka, P. (1965) A review of the Czechoslovak species of the family Piophilidae with special reference to their importance to food industry (Diptera, Acalyptrata). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, **62**, 141–157.

Accepted 19 July 2010

