















Este dato debería tenerse en cuenta si se halla un cadáver en el que se detectan huevos de esas especies. No obstante en otras experiencias se ha obtenido la prueba de que este comportamiento no es general y dentro de una misma especie algunos individuos pueden elegir la ovoposición nocturna (48). Estos resultados contradictorios no hacen más que corroborar la imposibilidad de llegar a una regla de obligado cumplimiento por parte de los poco colaboradores insectos.

También se ha dedicado el tiempo necesario al estudio de la diapausa, es decir, el periodo durante el que el crecimiento y desarrollo de los insectos se suspende. Se trata de un mecanismo de defensa que ayuda a su supervivencia cuando las condiciones son adversas, como temperaturas extremas, sequía o ausencia de alimento (49).

Otro factor que podría complicar la estimación del periodo postmortal es la posibilidad de que las hembras retengan en el oviducto los huevos, tras haber sido fecundados. Sería con la intención de buscar la mejor localización para depositarlos. Evidentemente en el momento en que fueran depositados, podrían haber cubierto diferentes etapas de su desarrollo y esto sin duda, podría despistar fácilmente a los investigadores (50,51).

Aunque aparentemente en las páginas anteriores se ha recopilado todos los elementos que pueden equivocar a los expertos en la interpretación de los datos procedentes del examen de los insectos, queda todavía por considerar un último factor: la alteración causada por el propio investigador. Se ha comprobado que durante la necesaria toma de muestras en diferentes etapas, se producen alteraciones que en su conjunto inducen un error que con frecuencia no se tiene en cuenta en los resultados finales (52).

Efectivamente se detectaron diferencias significativas en el desarrollo de cadáveres de ratas de los que se obtuvieron muestras de forma periódica, con respecto a otros –control- que no recibieron la visita de los investigadores.

Tras este ensayo se debe admitir que la presencia de los expertos y sus aparatos de medida en el escenario, provoca una alteración que no se puede valorar pero que debe ser considerada al interpretar los resultados. Su efecto acumulativo podría provocar errores en las conclusiones de los estudios entomológicos.

Asimismo se ha intentado determinar si los medios utilizados para conservar las muestras tienen algún efecto no deseado que interfiera en el estudio posterior. En este sentido un artículo publicado en 2013 llama la atención sobre la alteración que se produce en el tamaño de las larvas de *Calliphora Vicina*, conservadas en etanol al 80%. Algo que sin duda debe ser tenido en cuenta (53).

Una vez completada la lista de posibles causas de error queda el conocer cómo es posible si no evitarlo, al menos reducirlo. La bibliografía muestra el gran esfuerzo realizado en este sentido.

Una de las iniciativas destinadas a este efecto es la creación de granjas de cuerpos, como la que se encuentra en la Universidad de Tennessee (54), en las que se estudia la evolución de cadáveres en condiciones ambientales determinadas. Para intentar que los datos se ajusten lo máximo posible a la realidad se reproduce el escenario y se sitúa un cadáver de condiciones similares al *problema*, siguiendo después su evolución. Sin embargo y atendiendo a las infinitas variables que quedan fuera de control, se debe esperar un error en los resultados considerablemente alto. Este será todavía más acusado si, como es habitual, se sustituye los cadáveres humanos por otros de animales, generalmente cerdos.

Por otra parte, los datos que se obtienen se someten a complicados análisis matemáticos y estadísticos con el fin de que sean lo más exactos posible (55). En estos modelos se tiene en cuenta la no linealidad del desarrollo de las larvas e insectos que es quizá la principal causa de error.

La genética también ha aportado lo necesario para un mejor ajuste de los resultados, mediante el estudio de los genes –nueve en total- encargados de codificar determinadas proteínas que tienen mucho que ver con el grado de desarrollo de las larvas e insectos. El ARN mensajero es quien proporciona la información necesaria (56,57).



Por su parte la Química también ha aportado su granito de arena al dar a conocer cómo el perfil de hidrocarburos cuticulares, obtenido por cromatografía, cambia con la edad de las larvas y este cambio es de utilidad para determinar en qué momento de su evolución se encuentran (58).

De esta forma se pretende valorar con mayor precisión la edad de la fauna entomológica, ajustando los valores que los expertos determinarían en principio a base de la estimación del tamaño y desarrollo. Sin embargo estos ensayos tan solo se han realizado con muestras controladas, de laboratorio, por lo que su aplicación práctica está por demostrar.

Además se ha probado el uso de técnicas de examen no invasivas, como la tomografía computarizada, para observar la distribución de larvas (59,60). Con su ayuda se puede apreciar con facilidad el efecto de distintos factores como por ejemplo, la temperatura.

A pesar de estos procedimientos destinados a controlar todas las variables posibles, siempre será necesario recordar que se está trabajando con un sistema biológico (los insectos) que se desarrolla sobre otro sistema biológico (el cadáver). Nunca será posible reproducir las condiciones reales que serán distintas en cada caso, ni acercarse siquiera a controlar todos los factores que pueden ser causa de error.

Valga como prueba el artículo publicado en 2011 (61), que llama la atención sobre la posibilidad de que los insectos decidan marcharse del cadáver tras haber permanecido un tiempo en él. Esto provocaría errores en los cálculos de los entomólogos forenses y en consecuencia en el del intervalo postmortal.

Tras plantear esta posibilidad, los autores del estudio aconsejan que se amplíe el perímetro de toma de muestras alrededor del cadáver, lo suficiente para poder valorar a los ejemplares que han decidido dispersarse.

Incluso se ha comprobado que larvas enterradas son capaces de completar su desarrollo y salir a la superficie. Eso sí, con diferente grado de eficacia (62) porque como muestra un artículo publicado en la revista Science (63), hay insectos –en este caso abejas- más aventureros que otros y a los que les gusta vivir emociones fuertes.

Atendiendo a todo lo expuesto es fácil deducir que la prudencia debe ser fundamental a la hora de valorar los resultados obtenidos en el laboratorio de entomología. Será necesario contrastar todos los datos que se hayan reunido para considerados en su conjunto, llegar a una conclusión lo más certera posible. De no hacerlo así se puede incurrir en contradicciones como la que expone el artículo que se cita (64), en el que se trata dos casos distintos, un cadáver – etiquetado como a- para el que el médico forense determinó una data de la muerte de una semana y otro –el b- en el que se calculó un tiempo de dos a tres meses.

De ambos se obtuvieron muestras para el laboratorio de entomología y sorprendentemente el intervalo postmortal que se dedujo de su estudio fue de siete días para a y b.

La siguiente cuestión a responder por el médico forense hace referencia a la causa de la muerte.

#### **- ¿Cómo ocurrió?-**

La entomología es capaz de nuevo de ser de ayuda para dar con una respuesta acertada. Se ha hecho mención anteriormente al efecto que medicamentos o drogas que se encuentren en el cadáver, causan sobre los insectos y larvas. Este efecto que es negativo porque interfiere en el cálculo de la data de la muerte, puede sin embargo servir a los expertos en toxicología para obtener la evidencia de la presencia de estos tóxicos y su posible implicación en los hechos.

Lo que hoy en día se ha denominado entomotoxicología forense tiene una larga historia. En 1958, se dieron a conocer investigaciones realizadas con ratas a las que se suministró diferentes agentes tóxicos, observando que el comportamiento de las moscas se veía afectado por los diferentes tipos de veneno (65)

Más adelante, en 1970, se comprobó la presencia de diferentes metales en insectos adultos. También se detectó mercurio en larvas, lo que fue de gran interés para la resolución de un caso en el que se encontró un cadáver en

avanzado estado de descomposición. El suceso se produjo en Finlandia y al estudiar las larvas, se demostró la presencia de mercurio en baja concentración, lo que ayudó a situar a la víctima en una zona determinada donde según se sabía, existía contaminación ambiental por este elemento.

Años después, en 1985, se demostró la presencia de arsénico en las moscas que habitaban un cadáver y posteriormente se detectó organofosforados (malation) en la investigación de un supuesto suicidio (66).

Desde entonces se han publicado numerosos trabajos sobre entomotoxicología, que ponen de manifiesto la posibilidad de utilizar los insectos para aislar tóxicos que se encontraban en el cadáver (67,68,69,70).

Por el contrario, también se han publicado otros en los que se pone en duda su aplicación práctica. Valga como ejemplo uno que sus autores titularon "*mucho ruido y pocas nueces*", en el que se trabajó con veintinueve cadáveres de los que se obtuvieron larvas de artrópodos y se sometieron a análisis toxicológico.

Tal como consta en el trabajo publicado (71), se detectaron diferentes compuestos orgánicos como benzodiazepinas, barbitúricos, antidepresivos, fenotiazinas, opiáceos, cannabinoides, meprobamato, digoxina y nefopam. Sin embargo no hubo correlación entre las concentraciones halladas en las larvas y las que se obtuvieron de muestras de tejidos procedentes de los cadáveres.

Además se comprobaron resultados muy dispares en larvas que habitaban el mismo cadáver e incluso el mismo tejido.

En las conclusiones se insiste en que estos datos demuestran que los estudios entomotoxicológicos no son de utilidad práctica.

Quizá lo más prudente sea quedarse en el término medio y delimitar en qué situaciones puede ser útil este tipo de estudio, porque en Ciencia Forense siempre se está en la zona del gris. Es lo que se intenta en otro trabajo de revisión, publicado en 2011 (72), en el que se califica como utopía esta intención de establecer el estudio toxicológico a partir de los insectos. Se acepta que de momento imposible establecer una correlación entre los valores que se obtienen en el estudio entomológico y los correspondientes al cadáver por tanto el análisis cuantitativo, efectivamente, no es fiable.

No obstante, este puede ser la única posibilidad de detectar tóxicos cuando se trabaja con huesos. Aunque siempre se debe considerar como un análisis orientativo de tipo cualitativo.

Otras situaciones en la que el estudio entomológico puede ser de gran ayuda son aquellas relacionadas con el abandono o maltrato de personas. En 2001 se publicó un artículo en el que se describe un caso sucedido en Alemania en julio del año anterior, cuando al ejecutar una diligencia de desalojo de un apartamento, se encontró en su interior el cadáver de una niña con evidentes signos de descomposición (73). La madre –y propietaria del apartamento- dijo no haber estado allí durante las últimas dos semanas y añadió que no recordaba cuándo había visto a la niña por última vez. Desde hacía varios meses, en diferentes ocasiones los vecinos habían dado parte a los servicios sociales de la situación en la que estaba la niña. Sabían que se quedaba sola durante largos periodos, con las ventanas de la casa cerradas.

Así, con las ventanas herméticamente cerradas, se encontró su cadáver que fue trasladado al Instituto de Medicina Legal de la Universidad de Leipzig para la autopsia. Durante el procedimiento se obtuvieron larvas del área anal-genital y del área de la cara, aunque de diferentes especies. Concretamente de la primera, se identificaron larvas crisálidas de dos especies de moscas, *Muscina stabulans* y *Fannia canicularis*, mientras de la segunda fueron larvas de la especie *Calliphora vomitoria*.

Los expertos explicaron que tanto la *Muscina stabulans* como la *Fannia canicularis* adultas, son atraídas por la materia orgánica en descomposición y orina o heces, pero no por los cadáveres. Por esto, con toda probabilidad la infestación de la niña se había producido en vida. Es lo que se conoce como miasis.

En esta ocasión la evidencia entomológica recogida del cuerpo demostró el abandono que la víctima había padecido y se inculpó a la madre, pero a también los servicios sociales que actuaron con negligencia.

En otras ocasiones el maltrato y abandono se ha ejercido sobre ancianos. La determinación de miasis sobre heridas o en las regiones anal y genital, ha sido la prueba necesaria. Así se describe en el trabajo que se cita (74), que trata el caso de la desaparición de una anciana de ochenta años que, lamentablemente, fue hallada muerta ocho días después. Los médicos forenses constataron que su cadáver no mostraba ningún signo de inicio descomposición. Tan sólo describieron algunas zonas de coloración rojiza, en la frente. La boca y el pelo estaban cubiertos de huevos de insectos y la zona de los genitales se mostraba infestada de larvas.

La diferente ubicación de la fauna entomológica, así como el distinto grado de desarrollo indicaba un acceso ante y postmortem. Se interpretó que la suciedad en la región genital habría provocado miasis, siendo un indicador del abandono sufrido por la anciana.

La entomología, como Ciencia Forense que es, podrá actuar como auxiliar de otras especialidades de la Criminalística, por ejemplo del la Química Forense. Es lógico pensar que si los insectos pueden almacenar tóxicos o semen, como ya se ha demostrado, ¿porqué no también otros indicios de interés que se encuentren en el cadáver? Residuos de disparo, por ejemplo.

Para comprobar esta hipótesis se realizó un estudio de laboratorio en el que se prepararon diferentes piezas de carne de vacuno a las que se les disparó repetidamente (75). Después se dejó que evolucionaran. Las larvas que se recuperaron en su momento dieron positivo en plomo, bario y antimonio. Sin embargo las muestras control no acumularon estos elementos.

En una segunda etapa, se transfirieron larvas *contaminadas* a otras piezas de carne limpias de residuos de disparo. Se observó como las cantidades de plomo, bario y antimonio disminuían progresivamente, llegando a desaparecer.

Con estos resultados en la mano, los responsables del ensayo confirman la posibilidad de que las larvas acumulen residuos de disparo presentes en el cadáver del que se alimentan. Sin embargo advierten de que sus datos proceden de un estudio de laboratorio y por tanto aún debe comprobarse su validez en casos reales. Indican además que la presencia de Pb, Ba y Sb en las larvas de mosca, aunque muy indicativo de la presencia de GSR, no es una prueba concluyente de su presencia. Una contaminación ambiental podría ser la causa. Exponen la necesidad de obtener las muestras de las zonas que rodean a supuestas heridas y en cualquier caso, insisten en la precaución a la hora de interpretar los resultados.

Además de esta contribución a los estudios que implican a armas de fuego, se ha dado a conocer la aptitud de los insectos –en este caso abejas- para la detección de explosivos. En un curioso artículo publicado en New Scientist se describe cómo con un correcto entrenamiento, las abejas se convierten en un eficaz competidor de los perros especialistas en detección de explosivos<sup>2</sup>.

Queda resolver ahora la cuestión sobre el lugar del suceso. Respondamos entonces al,

#### **-¿Dónde ocurrió?-**

Para hacerse una idea de cómo la entomología podrá ser de auxilio para los investigadores, basta con recordar la novela "*El silencio de los inocentes*"(76), más conocida por la película que derivó de ella. Se recordará que al examinar la boca de una joven asesinada, se encuentra la crisálida de una mariposa. La agente Starling –protagonista de

---

<sup>2</sup> Se puede leer la noticia en <http://www.newscientist.com/article/mg20527524.000-bee-hotel-trains-residents-as-bomb-sniffers.html> (último acceso enero 2014)

la novela- consulta con los entomólogos quienes identifican a una *Esfinge de la Calavera* (*Acherontia Atropos*), cuyo hábitat se limita meramente a algunas zonas de Asia y los Estados Unidos.

El hecho de encontrar a una *Esfinge* adulta sobrevolando la casa del sospechoso tuvo mucho que ver con el desenlace de la historia.

Más allá de la ficción, para poder utilizar este potencial de la entomología en la respuesta al dónde, es imprescindible disponer de un conocimiento exacto de la fauna entomológica de cada lugar. De ahí que continuamente se publiquen estudios que contienen bases de datos, que recopilan la fauna de una determinada zona, e incluso su distribución en diferentes estaciones del año (77, 78).

Se debe señalar que en todos estos ensayos se utilizan cadáveres de animales y se limitan a una determinada zona de trabajo.

Por otra parte se ha comprobado que incluso en ausencia del cadáver, el examen del lugar donde este se encontraba, puede ser de interés. Al menos esto es lo que se observó en el caso que se describe brevemente a continuación (79). Sucedió en agosto de 2003, cuando los restos de un hombre joven fueron descubiertos en el bosque de una zona rural de Vizcaya. El cadáver estaba tendido en el suelo, vestido, reducido a un esqueleto con los restos de tejidos blandos secos, y cubierto con ácaros e insectos. El fallecido había pasado sido visto con vida tres meses antes.

Desafortunadamente, el cuerpo había sido retirado del escenario antes de que llegaran los entomólogos. Sin embargo estos recogieron muestras del suelo que después coincidieron con las que los médicos forenses habían obtenido del cadáver. En consecuencia ante un desplazamiento del cuerpo, el examen del suelo aún podrá aportar en ocasiones, datos de interés.

Ante esta posibilidad de responder al dónde y con el fin de asegurar en lo posible los resultados, es imprescindible una correcta identificación de los insectos. Es por esto que, sin dejar de valorar la capacidad de los expertos para determinar la especie a la que pertenecen las muestras, se ha propuesto el uso del ADN como herramienta auxiliar para corroborar sus resultados. Con esta intención se han descrito marcadores de las diferentes variedades de insectos, de forma que se les puede identificar y situar en su lugar de origen (80).

Incluso se han creado bancos de datos con los que identificar a diferentes especies. En ellos se trabaja con el marcador más común en entomología forense, una región de 658 pares de bases del gen citocromo oxidasa I (COI) que se puede considerar como un código de barras exclusivo de cada una de ellas (81,82)

Esta información sería de utilidad para determinar si un cuerpo ha sido trasladado de un lugar a otro.

La sensibilidad de las técnicas es tal que incluso han permitido obtener perfiles a partir de pupas vacías (83).

Pero además, por si el ADN no diera resultados se ha propuesto otros procedimientos como el uso de antígenos de diferentes proteínas específicas para cada especie. Este método se considera sencillo y rápido pero aún está pendiente de ensayos que corroboren su validez en la práctica (84,85).

Sin embargo y aunque se intente mantener controlada a la naturaleza e identificar todo lo identificable, es necesario advertir que se está abocado al fracaso. Sólo hace falta recordar que con frecuencia se publican noticias en las que se da a conocer “una nueva especie” que anteriormente no se había detectado en un determinado lugar<sup>3</sup>. Ante este hallazgo cabe preguntarse ¿realmente no estaba? o ¿será que antes no se había visto? ¿Puede ser que haya venido de otro sitio? ¿quién limita el tráfico de especies? (86)

<sup>3</sup> Por ejemplo: <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/11/22/ciencia/1290423594.html> (último acceso enero 2014)  
<http://www.europapress.es/ciencia/noticia-investigadores-descubren-mas-100-pequenas-especies-escarabajos-depredadores-tahiti-20130809154104.html> (último acceso enero 2014)

Para terminar este apartado dedicado al dónde queda tan sólo recordar que el trabajo del entomólogo no se centra exclusivamente en el estudio del cadáver sino que se extiende a los lugares relacionados con él.

En ocasiones ni siquiera tiene que haber un cadáver. Es el caso del examen de edificios en los que aparecen insectos, vehículos que se sospecha han estado en un determinado lugar y que pueden haber transportado a testigos de su paso.

Cabe añadir alguna curiosa investigación que ha intentado resolver una de las cuestiones más complejas de la investigación criminal, nada menos que la antigüedad de una mancha de sangre. Es lo que se intenta al menos en un artículo publicado en 1974 (87), donde se trabaja con una mancha infestada de larvas de mosca que fue encontrada en un contenedor de basura. El estudio entomológico consiguió, según se describe, localizar la casa donde se produjo el suceso.

Con este último caso llega el momento de concluir este texto en el que se ha intentado reunir y revisar las aplicaciones de la entomología a la Ciencia Forense. Es necesario insistir en recordar que como todas las demás especialidades de la investigación criminal, por sí misma no será suficiente para resolver un caso. Sin embargo será de utilidad si se usa en colaboración con todas las demás. Trabajando en equipo es cómo se conseguirá llegar lo más cerca posible de la verdad.

### 3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <sup>1</sup> Benecke M. A brief history of forensic entomology. *Forensic Sci Int.* 2001 Aug 15;120(1-2):2-14.
- <sup>2</sup> Bergeret L. Infanticide, Momification naturelle du cadavre. *Annales d'hygiène publique et de médecine légale* série 2, no 4. Jean-Baptiste Bailliére. Paris, 1855.
- <sup>3</sup> Yovanovich GP. *Entomologie appliquée à la Médecine Légale.* Olier-Henry. Paris, 1888.
- <sup>4</sup> Megnin P. *La Faune des cadavres.* Masson y Gautier-Villars. Paris. 1894.
- <sup>5</sup> Wells JD, Sperling FA. DNA-based identification of forensically important Chrysomyinae (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Sci Int.* 2001 Aug 15;120(1-2):110-115.
- <sup>6</sup> de Lourdes Chávez-Briones M, Hernández-Cortés R, Díaz-Torres P, Niderhauser-García A, Ancer-Rodríguez J, Jaramillo-Rangel G, Ortega-Martínez M. Identification of human remains by DNA analysis of the gastrointestinal contents of fly larvae. *J Forensic Sci.* 2013 Jan;58(1):248-250. doi: 10.1111/j.1556-4029.2012.02279.x.
- <sup>7</sup> Wells JD, Introna F Jr, Di Vella G, Campobasso CP, Hayes J, Sperling FA. Human and insect mitochondrial DNA analysis from maggots. *J Forensic Sci.* 2001 May;46(3):685-687.
- <sup>8</sup> Li X, Cai JF, Guo YD, Xiong F, Zhang L, Feng H, Meng FM, Fu Y, Li JB, Chen YQ. Mitochondrial DNA and STR analyses for human DNA from maggots crop contents: a forensic entomology case from central-southern China. *Trop Biomed.* 2011 Aug;28(2):333-338.
- <sup>9</sup> Gill JS, Rowley WA, Bush PJ, Viner JP, Gilchrist MJ. Detection of human blood in the bat tick *Carios (Ornithodoros) kelleayi* (Acari: Argasidae) in Iowa. *J Med Entomol.* 2004 Nov;41(6):1179-1181.
- <sup>10</sup> Szalanski A et al. Isolation and Characterization of Human DNA From Bed Bug, *Cimex lectularius* L., (Hemiptera: Cimicidae) Blood Meals. *J. Agric. Urban Entomol.* 2006;23(3):189-194.
- <sup>11</sup> Mumcuoglu KY, Gallili N, Reshef A, Brauner P, Grant H. Use of human lice in forensic entomology. *J Med Entomol.* 2004 Jul;41(4):803-806.
- <sup>12</sup> Kreike J, Kampf S. Isolation and characterization of human DNA from mosquitoes (Culicidae). *Int J Legal Med.* 1999;112(6):380-382.
- <sup>13</sup> Clery JM. Stability of prostate specific antigen (PSA), and subsequent Y-STR typing, of *Lucilia (Phaenicia) sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae) maggots reared from a simulated postmortem sexual assault. *Forensic Sci Int.* 2001 Aug 15;120(1-2):72-76.
- <sup>14</sup> Kester KM, Toothman MH, Brown BL, Street WS 4th, Cruz TD. Recovery of environmental human DNA by insects. *J Forensic Sci.* 2010 Nov;55(6):1543-1551. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01500.x.
- <sup>15</sup> Durdle A, Mitchell RJ, van Oorschot RA. The human DNA content in artifacts deposited by the blowfly *Lucilia cuprina* fed human blood, semen and saliva. *Forensic Sci Int.* 2013 Dec 10;233(1-3):212-219. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.09.015.
- <sup>16</sup> Durdle A, van Oorschot RA, Mitchell RJ. The morphology of fecal and regurgitation artifacts deposited by the blow fly *Lucilia cuprina* fed a diet of human blood. *J Forensic Sci.* 2013 Jul;58(4):897-903. doi: 10.1111/1556-4029.12145.
- <sup>17</sup> Amendt J, Krettek R, Zehner R. *Forensic entomology.* Naturwissenschaften. 2004 Feb;91(2):51-65.
- <sup>18</sup> Cammack JA, Nelder MP. Cool-weather activity of the forensically important hairy maggot blow fly *Chrysomya rufifacies* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae) on carrion in Upstate South Carolina, United States. *Forensic Sci Int.* 2010 Feb 25;195(1-3):139-42. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.12.007.
- <sup>19</sup> Mayer AC, Vasconcelos SD. Necrophagous beetles associated with carcasses in a semi-arid environment in northeastern Brazil: implications for forensic entomology. *Forensic Sci Int.* 2013 Mar 10;226(1-3):41-45. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.11.019.

- <sup>20</sup> Defilippo F, Bonilauri P, Dottori M. Effect of temperature on six different developmental landmarks within the pupal stage of the forensically important blowfly *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). *J Forensic Sci.* 2013 Nov;58(6):1554-1557. doi: 10.1111/1556-4029.12199.
- <sup>21</sup> Niederegger S, Pastuschek J, Mall G. Preliminary studies of the influence of fluctuating temperatures on the development of various forensically relevant flies. *Forensic Sci Int.* 2010 Jun 15;199(1-3):72-8. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.03.015.
- <sup>22</sup> Charabidze D, Bourel B, Gosset D. Larval-mass effect: Characterisation of heat emission by necrophagous blowflies (Diptera: Calliphoridae) larval aggregates. *Forensic Sci Int.* 2011 Sep 10;211(1-3):61-6. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.04.016.
- <sup>23</sup> Battán Horenstein M, Rosso B, García MD. Seasonal structure and dynamics of sarcosaprophagous fauna on pig carrion in a rural area of Cordoba (Argentina): their importance in forensic science. *Forensic Sci Int.* 2012 Apr 10;217(1-3):146-56. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.10.043.
- <sup>24</sup> Barrios M, Wolff M. Initial study of arthropods succession and pig carrion decomposition in two freshwater ecosystems in the Colombian Andes. *Forensic Sci Int.* 2011 Oct 10;212(1-3):164-72. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.06.008.
- <sup>25</sup> Reigada C, Gíão JZ, Galindo LA, Godoy WA. Survival of submerged blowfly species and their parasitoids: implications for postmortem submersion interval. *Forensic Sci Int.* 2011 Oct 10;212(1-3):126-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.06.002.
- <sup>26</sup> Simmons T, Cross PA, Adlam RE, Moffatt C. The Influence of Insects on Decomposition Rate in Buried and Surface Remains. *J Forensic Sci.* 2010 Jul;55(4):889-892. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01402.x.
- <sup>27</sup> Reibe S, Madea B. How promptly do blowflies colonise fresh carcasses? A study comparing indoor with outdoor locations. *Forensic Sci Int.* 2010 Feb 25;195(1-3):52-7. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.11.009.
- <sup>28</sup> Kasper J, Mumm R, Ruther J. The composition of carcass volatile profiles in relation to storage time and climate conditions. *Forensic Sci Int.* 2012 Nov 30;223(1-3):64-71. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.08.001.
- <sup>29</sup> Voss SC, Cook DF, Dadour IR. Decomposition and insect succession of clothed and unclothed carcasses in Western Australia. *Forensic Sci Int.* 2011 Sep 10;211(1-3):67-75. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.04.018.
- <sup>30</sup> Gosselin M, Di Fazio V, Wille SM, Fernandez Mdel M, Samyn N, Bourel B, Rasmont P. Methadone determination in puparia and its effect on the development of *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae). *Forensic Sci Int.* 2011 Jun 15;209(1-3):154-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.01.020.
- <sup>31</sup> de Carvalho LM, Linhares AX, Badan Palhares FA. The effect of cocaine on the development rate of immatures and adults of *Chrysomya albiceps* and *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae) and its importance to postmortem interval estimate. *Forensic Sci Int.* 2012 Jul 10;220(1-3):27-32. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.01.023.
- <sup>32</sup> Liu X, Shi Y, Wang H, Zhang R. Determination of malathion levels and its effect on the development of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in South China. *Forensic Sci Int.* 2009 Nov 20;192(1-3):14-8. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.07.005.
- <sup>33</sup> Rabêlo KC, Thyssen PJ, Salgado RL, Araújo MS, Vasconcelos SD. Bionomics of two forensically important blowfly species *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae) reared on four types of diet. *Forensic Sci Int.* 2011 Jul 15;210(1-3):257-62. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.03.022.
- <sup>34</sup> Pinilla YT, Patarroyo MA, Bello FJ. *Sarconesiopsis magellanica* (Diptera: Calliphoridae) life-cycle, reproductive and population parameters using different diets under laboratory conditions. *Forensic Sci Int.* 2013 Dec 10;233(1-3):380-386. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.10.014.
- <sup>35</sup> Richards CS, Rowlinson CC, Cuttiford L, Grimsley R, Hall MJ. Decomposed liver has a significantly adverse affect on the development rate of the blowfly *Calliphora vicina*. *Int J Legal Med.* 2013 Jan;127(1):259-262. doi: 10.1007/s00414-012-0697-3.
- <sup>36</sup> Zuha RM, Razak TA, Ahmad NW, Omar B. Interaction effects of temperature and food on the development of forensically important fly, *Megaselia scalaris* (Loew) (Diptera: Phoridae). *Parasitol Res.* 2012 Nov;111(5):2179-2187. doi: 10.1007/s00436-012-3070-z.
- <sup>37</sup> Charabidze D, Bourel B, Hedouin V, Gosset D. Repellent effect of some household products on fly attraction to cadavers. *Forensic Sci Int.* 2009 Aug 10;189(1-3):28-33. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.04.009.
- <sup>38</sup> Amendt J, Krettek R, Zehner R. Forensic entomology. *Naturwissenschaften.* 2004 Feb;91(2):51-65.
- <sup>39</sup> Higley JG, Haskell NH. Insect development and Forensic Entomology en Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC Press LLC. Boca Raton (Florida) 2003.
- <sup>40</sup> Faucherre J, Cherix D, Wyss C. Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera, Calliphoridae) under extreme conditions. *Journal of Insect Behavior* 1999;12: 687-690.
- <sup>41</sup> Smith K G . A manual of forensic entomology. British Museum (Natural History), Comstck, London, 1986.
- <sup>42</sup> Deonier CC. Carcass temperatures and their relation to winter blowfly populations and activity in the Southwest. *J* 1940;Econ Entomol 33:166-170.
- <sup>43</sup> Nuorteva P. The flying activity of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in subarctic conditions. *Ann Entomol Fenn* 1965;31:242-245.
- <sup>44</sup> Nuorteva P. Studies on the significance of flies in the transmission of poliomyelitis. III. The composition of the blow fly fauna and the activity of the flies in relation to the weather during the epidemic season of poliomyelitis in south Finland. *Ann Entomol Fenn* 1959;25:137-162.
- <sup>45</sup> Baumgartner DL, Greenberg B. The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World. *J Med Entomol* 1984;21:105-113.
- <sup>46</sup> Singh D, Bharti M. Further observations on the nocturnal oviposition behaviour of blowflies (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Sci Int* 2001;120:124-126.
- <sup>47</sup> Eban-Rothschild A, Bloch G. Social Influences on Circadian Rhythms and Sleep in Insects. *Advances in Genetics* 2012;77:1-32. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-387687-4.00001-5>
- <sup>48</sup> Greenberg B. Nocturnal oviposition behaviour of blow flies (Diptera: Calliphoridae). *J Med Entomol* 1990;27:807-810.
- <sup>49</sup> Ames C, Turner B. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. *Med Vet Entomol* 2003;17:178-186.
- <sup>50</sup> Reiter C. Zum Wachstumsverhalten der Maden der blauen Schmeißfliege *Calliphora vicina*. *Z Rechtsmed* 1984;91:295-308.
- <sup>51</sup> Erzinclioglu YZ. On the interpretation of maggot evidence in forensic cases. *Med Sci Law* 1990;30:65-66.

- <sup>52</sup> De Jong GD, Hoback WW, Higley LG. Effect of investigator disturbance in experimental forensic entomology: carcass biomass loss and temperature. *J Forensic Sci.* 2011 Jan;56(1):143-9. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01552.x.
- <sup>53</sup> Richards CS, Rowlinson CC, Hall MJ. Effects of storage temperature on the change in size of *Calliphora vicina* larvae during preservation in 80% ethanol. *Int J Legal Med.* 2013 Jan;127(1):231-241. doi: 10.1007/s00414-012-0683-9.
- <sup>54</sup> <http://fac.utk.edu/> (último acceso enero 2014)
- <sup>55</sup> Reibe S, Doetinchem PV, Madea B. A new simulation-based model for calculating post-mortem intervals using developmental data for *Lucilia sericata* (Dipt.: Calliphoridae). *Parasitol Res.* 2010 Jun;107(1):9-16. doi: 10.1007/s00436-010-1879-x.
- <sup>56</sup> Tarone AM, Foran DR. Gene expression during blow fly development: improving the precision of age estimates in forensic entomology. *J Forensic Sci.* 2011 Jan;56 Suppl 1:S112-22. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01632.x.
- <sup>57</sup> Boehme P, Spahn P, Amendt J, Zehner R. The analysis of temporal gene expression to estimate the age of forensically important blow fly pupae: results from three blind studies. *Int J Legal Med.* 2013 Nov 1. Epub ahead of print]
- <sup>58</sup> Moore HE, Adam CD, Drijfhout FP. Potential Use of Hydrocarbons for Aging *Lucilia sericata* Blowfly Larvae to Establish the Postmortem Interval. *J Forensic Sci.* 2012 Nov 6. [Epub ahead of print] doi: 10.1111/1556-4029.12016.
- <sup>59</sup> Richards CS, Simonsen TJ, Abel RL, Hall MJ, Schwyn DA, Wicklein M. Virtual forensic entomology: improving estimates of minimum post-mortem interval with 3D micro-computed tomography. *Forensic Sci Int.* 2012 Jul 10;220(1-3):251-264. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.03.012.
- <sup>60</sup> Johnson A, Archer M, Leigh-Shaw L, Brown M, O'Donnell C, Wallman J. Non-invasive visualisation and volume estimation of maggot masses using computed tomography scanning. *Int J Legal Med.* 2013 Jan;127(1):185-94.
- <sup>61</sup> Lewis AJ, Benbow ME. When entomological evidence crawls away: *Phormia regina* en masse larval dispersal. *J Med Entomol.* 2011 Nov;48(6):1112-1119.
- <sup>62</sup> Balme GR, Denning SS, Cammack JA, Watson DW. Blow flies (Diptera: Calliphoridae) survive burial: Evidence of ascending vertical dispersal. *Forensic Sci Int.* 2012 Mar 10;216(1-3):e1-4. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.07.017.
- <sup>63</sup> Liang ZS, Nguyen T, Mattila HR, Rodriguez-Zas SL, Seeley TD, Robinson GE. Molecular determinants of scouting behavior in honey bees. *Science.* 2012 Mar 9;335(6073):1225-1228. doi: 10.1126/science.1213962.
- <sup>64</sup> Agudo J, Amestoy MP, Sancho M. La influencia de las condiciones medio- ambientales sobre el desarrollo de la fauna cadavérica. *Estudio de dos casos. Cuad Med Forense* 1998; 14:49-53.
- <sup>65</sup> Utsumi K. Studies on arthropods congregating to animal carcasses, with regard to the estimation of postmortem interval. *Ochanumizo Med J.* 1958;7:202-223.
- <sup>66</sup> Beyer JC, Enos WF, Stajic M. Drug identification through analysis of maggots. *J Forensic Sci.* 1980 Apr;25(2):411-412.
- <sup>67</sup> Gosselin M, Ramirez Fernandez Mdel M, Wille SM, Samyn N, De Boeck G, Bourel B. Quantification of methadone and its metabolite 2-ethylidene-1,5-dimethyl-3,3-diphenylpyrrolidine in third instar larvae of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Anal Toxicol.* 2010 Sep;34(7):374-80.
- <sup>68</sup> Mahat NA, Jayaprakash PT, Zafarina, Z. Malathion extraction from larvae of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) for determining death due to malathion. *Tropical Biomedicine* 2012; 29(1): 9-17.
- <sup>69</sup> Bushby SK, Thomas N, Priemel PA, Coulter CV, Rades T, Kieser JA. Determination of methylphenidate in Calliphorid larvae by liquid-liquid extraction and liquid chromatography mass spectrometry--forensic entomotoxicology using an in vivo rat brain model. *J Pharm Biomed Anal.* 2012 Nov;70:456-461. doi: 10.1016/j.jpba.2012.06.024.
- <sup>70</sup> Souza CM, Lima CG, Alves MJ Jr, Arrais-Silva WW, Giorgio S, Linhares AX, Thyssen PJ. Standardization of histological procedures for the detection of toxic substances by immunohistochemistry in dipteran larvae of forensic importance. *J Forensic Sci.* 2013 Jul;58(4):1015-1021. doi: 10.1111/1556-4029.12140.
- <sup>71</sup> Tracqui A, Keyser-Tracqui C, Kintz P, Ludes B. Entomotoxicology for the forensic toxicologist: much ado about nothing?. *Int J Legal Med.* 2004 Aug;118(4):194-196.
- <sup>72</sup> Gosselin M, Wille SM, Fernandez Mdel M, Di Fazio V, Samyn N, De Boeck G, Bourel B. Entomotoxicology, experimental set-up and interpretation for forensic toxicologists. *Forensic Sci Int.* 2011 May 20;208(1-3):1-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.12.015.
- <sup>73</sup> Benecke M, Lessig R. Child neglect and forensic entomology. *Forensic Sci Int.* 2001 Aug 15;120(1-2):155-159.
- <sup>74</sup> Baumjohann K, Schiwy-Bochat KH, Rothschild MA. Maggots reveal a case of antemortal insect infestation. *Int J Legal Med.* 2011 Jul;125(4):487-492. doi: 10.1007/s00414-011-0571-8.
- <sup>75</sup> Roeterdink EM, Dadour IR, Watling RJ. Extraction of gunshot residues from the larvae of the forensically important blowfly *Calliphora dubia* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae). *Int J Legal Med.* 2004 Apr;118(2):63-70.
- <sup>76</sup> Harris T. *The Silence of the lambs*, 1988.
- <sup>77</sup> Horenstein MB, Linhares AX, De Ferradas BR, García D. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Med Vet Entomol.* 2010 Mar;24(1):16-25. doi: 10.1111/j.1365-2915.2009.00854.x.
- <sup>78</sup> Ortloff A, Peña P, Riquelme M. Preliminary study of the succession pattern of necrobiont insects, colonising species and larvae on pig carcasses in Temuco (Chile) for forensic applications. *Forensic Sci Int.* 2012 Oct 10;222(1-3):e36-41. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.04.022.
- <sup>79</sup> Saloña MI, Moraza ML, Carles-Tolrà M, Iraola V, Bahillo P, Yélamos T, Outerelo R, Alcaraz R. Searching the soil: forensic importance of edaphic fauna after the removal of a corpse. *J Forensic Sci.* 2010 Nov;55(6):1652-5. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01506.x.
- <sup>80</sup> Picard CJ, Wells JD. The population genetic structure of North American *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae), and the utility of genetic assignment methods for reconstruction of postmortem corpse relocation. *Forensic Sci Int.* 2010 Feb 25;195(1-3):63-67. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.11.012.
- <sup>81</sup> Boehme P, Amendt J, Disney RH, Zehner R. Molecular identification of carrion-breeding scuttle flies (Diptera: Phoridae) using COI barcodes. *Int J Legal Med.* 2010 Nov;124(6):577-581. doi: 10.1007/s00414-010-0429-5.
- <sup>82</sup> Guo Y, Zha L, Yan W, Li P, Cai J, Wu L. Identification of forensically important sarcophagid flies (Diptera: Sarcophagidae) in China based on COI and period gene. *Int J Legal Med.* 2013 Oct 8. [Epub ahead of print]

- 
- <sup>83</sup> Mazzanti M, Alessandrini F, Tagliabracci A, Wells JD, Campobasso CP. DNA degradation and genetic analysis of empty puparia: genetic identification limits in forensic entomology. *Forensic Sci Int.* 2010 Feb 25;195(1-3):99-102. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.11.022.
- <sup>84</sup> McDonagh L, Thornton C, Wallman JF, Stevens JR. Development of an antigen-based rapid diagnostic test for the identification of blowfly (Calliphoridae) species of forensic significance. *Forensic Sci Int Genet.* 2009 Jun;3(3):162-165. doi: 10.1016/j.fsigen.2009.01.013.
- <sup>85</sup> Yung-Hung RL, Ismail A, Lim TS, Choong YS. A 35 kDa antigenic protein from *Shigella flexneri*: in silico structural and functional studies. *Biochem Biophys Res Commun.* 2011 Nov 18;415(2):229-234. doi: 10.1016/j.bbrc.2011.09.116.
- <sup>86</sup> Magni PA, Pérez-Bañón C, Borrini M, Dadour IR. *Syrirta pipiens* (Diptera: Syrphidae), a new species associated with human cadavers. *Forensic Sci Int.* 2013 Sep 10;231(1-3):e19-23. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.05.023.
- <sup>87</sup> Nuorteva P. Age determination of a blood stain in a decaying shirt by entomological means. *Forensic Sci.* 1974 Feb;3(1):89-94.