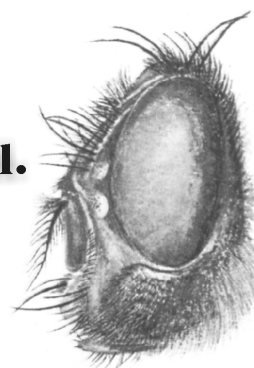


La Entomología Forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte

Concha Magaña



Concha Magaña:

Laboratorio de Antropología. Instituto Anatómico Forense.
Ciudad Universitaria. Madrid
mcnm136@mncn.csic.es

Resumen: Se presenta una introducción a la entomología forense y a sus aplicaciones a la medicina legal. La fauna cadavérica, incluyendo a los artrópodos, constituyen una valiosa ayuda para fijar la fecha o data de la muerte en ciertos casos, así como otros aspectos relacionados con las circunstancias de la muerte y lugar de los hechos.

Palabras clave: Entomología Forense, Data de la muerte.

* Conferencia presentada en IX Congreso Ibérico de Entomología, Zaragoza, 4-8 julio, 2000.

La civilización de las moscas se ha visto incrementada recientemente por la proliferación de restos de materia orgánica y basura así como por la domesticación de animales salvajes y la creación de pueblos y ciudades. No obstante, su estudio viene de muy antiguo. La 14ª lápida de la serie de Hurra-Hubulla es una lista sistemática de animales salvajes terrestres del tiempo de Hammurabi, de hace 3.600 años, basada a su vez en una lista sumeria aun más antigua. Se encuentra escrita en cuneiforme y es el primer libro de zoología que se conoce. Entre los 396 animales citados, 111 son insectos y 10 son moscas. La “mosca verde” (*Phaenicia*) y la “mosca azul” (*Calliphora*), muy comunes hoy en casos forenses, son mencionadas aquí por primera vez.

En civilizaciones antiguas, las moscas aparecen como amuletos (Babilonia, Egipto), como dioses (Baalzebub, El Señor de las Moscas), y es una de las plagas en la historia bíblica del Éxodo. La metamorfosis de las moscas ya era conocida en el antiguo Egipto, pues un papel encontrado en el interior de la boca de una momia contiene la siguiente inscripción: “Los gusanos no se volverán moscas dentro de ti” (Papiro Gized nº 18026: 4: 14). La mayoría de los insectos evitados en los embalsamamientos son los que ahora nos ayudan en la resolución de los casos de muerte (Greenberg, 1991).

El primer documento escrito de un caso resuelto por la entomología forense se remonta al siglo XIII en un manual de Medicina Legal chino referente a un caso de homicidio en el que apareció un labrador degollado por una hoz. Para resolver el caso hicieron que todos los labradores

de la zona que podían encontrarse relacionados con el muerto, depositasen sus hoces en el suelo, al aire libre, observando que tan solo a una de ellas acudían las moscas y se posaban sobre su hoja, lo que llevó a la conclusión de que el dueño de dicha hoz debía ser el asesino, pues las moscas eran atraídas por los restos de sangre que habían quedado adheridos al ‘arma’ del crimen.

Durante muchos años en determinados ambientes, se pensaba que al morir una persona las larvas que aparecían en el cadáver para devorarlo bien aparecían por generación espontánea, o bien salían del propio cadáver. Estas creencias perduraron hasta que Francisco Redi, un naturalista del Renacimiento se propuso demostrar de una forma científica que estas larvas procedían de insectos, los cuales depositaban sus huevos para que se desarrollasen sobre el cadáver.

Para ello, realizó el siguiente experimento: expuso al aire libre un gran número de cajas descubiertas y en cada una de ellas depositó un trozo de carne, unas veces cruda y otras cocida, para que las moscas atraídas por el olor vinieran a desovar sobre ellas.

A las diversas carnes acudieron las moscas y desovaron ante la presencia de Redi que observó cómo estos huevos depositados por los insectos se transformaban primero en larvas, después en pupas y por último cómo salían los individuos adultos.

Redi distinguió cuatro tipos de moscas: Moscas azules (*Calliphora vomitoria*); moscas negras con franjas grises (*Sarcophaga carnaria*); moscas análogas a las de las casas (*Musca domestica* o quizás *Curtonevra stabulans*), y por fin moscas de color verde dorado (*Lucilia caesar*).

Pero como es lógico todo experimento tiene su contrapueba. Para ello, las mismas carnes se colocaron en cajas, pero esta vez cubiertas con una gasa, a fin de que también se produjese en ellas la putrefacción, pero las moscas no tuviesen acceso a ellas. Redi vio que evidentemente las carnes se corrompían, pero que no aparecía sobre ellas ninguna larva. También observó que las hembras de las moscas intentaban introducir la extremidad del abdomen por las mallas tratando de hacer pasar a través de ésta sus huevos y que algunas moscas no depositaban huevos, sino larvas vivas, dos de las cuales pudieron introducirse a través del tejido.

Redi también demostró que las moscas no cavan la tierra y que las lombrices de tierra en ningún caso se alimentan de los cadáveres enterrados.

Pero no fue hasta 1805 cuando Bergeret comienza a utilizar de una forma más o menos continua y seria la entomología como ayuda en la medicina legal. Él, junto con Orfila y Redi, realizan estudios que son el punto de partida para que Brouardel solicite el concurso de Megnin, quien amplió y sistematizó la entomología forense.

La primera publicación se realizó en “La Gazette hoddomaire de medicine et de chirurgie” en un artículo titulado “De l’application de l’entomologie à la médecine légale”, y después en una comunicación a la Academia de Ciencias, en 1887, bajo el título de “La Faune des Tombeaux”.

Aunque, el auténtico nacimiento de la entomología medico – legal tuvo lugar en 1894 con la publicación de “La Fauna de los Cadáveres. Aplicación de la Entomología a la Medicina Legal”.

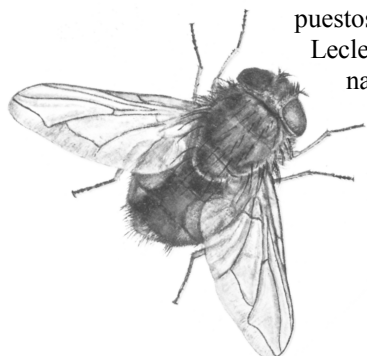
Los diferentes grupos de artrópodos fueron definidos por Megnin como “escuadrillas de la muerte”. Según el autor, estas escuadras son atraídas de una forma selectiva y con un orden preciso: tan preciso que una determinada población de insectos sobre el cadáver indica el tiempo transcurrido desde el fallecimiento.

Estudios posteriores han demostrado que esto no es ni mucho menos tan exacto como pensaba Megnin y los primeros estudiosos del tema.

A pesar de los estudios realizados por Megnin y colaboradores, la Entomología medico – legal se vio estancada desde finales del siglo XIX hasta mitad del XX por las siguientes razones:

1. Distanciamiento entre entomólogos y profesionales de la medicina legal.
2. El pequeño número de casos en que los entomólogos eran requeridos.
3. La falta de entomólogos especializados en el estudio sistemático-biológico de la fauna de los cadáveres.

Aun a pesar de los inconvenientes expuestos anteriormente, en 1978 Marcel Leclercq publica ‘Entomología y Medicina Legal. Datación de la Muerte’, y posteriormente el inglés Smith publica en 1986 el ‘Manual de entomología forense’. A partir de este momento la trayectoria de la Entomología Forense ha sido imparable; siendo muchos los autores



que han dedicado su tiempo y conocimientos a estos estudios, e innumerables los casos policiales en los que han contribuido entomólogos para su esclarecimiento.

Por último, para concluir esta primera parte de datos generales deberíamos tener claro cuales son los principales objetivos de la Entomología Forense, que son:

- A. Datación de la muerte a través del estudio de la fauna cadavérica.
- B. Determinación de la época del año en que ha ocurrido la muerte.
- C. Verificar que un cadáver ha fallecido en el lugar donde ha sido hallado o ha sido trasladado hasta el mismo.
- D. Dar fiabilidad y apoyo a otros medios de datación forense.

Para un investigador criminalista que se enfrenta a un cadáver son tres las preguntas fundamentales que se le plantean: **Causa** de la muerte y circunstancias en las que se produjo, **Data** de la muerte y **Lugar** en el que se produjo la muerte.

De estas tres cuestiones (“**Causa**”, “**Data**” y “**Lugar**”) los artrópodos poco o nada pueden aportar respecto a la primera; esa labor, establecer la causa de la muerte, corresponde al forense; sin embargo, tanto en la fijación del momento del fallecimiento como en la relativa a los posibles desplazamientos del cadáver, los artrópodos pueden ofrecer respuestas y, en muchos casos definitivas.

La muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones físico - químicas que hacen de este cuerpo sin vida un ecosistema dinámico y único al que van asociados una serie de organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas que se van sucediendo en el tiempo dependiendo del estado de descomposición del cadáver. El estudio de esta fauna asociada a los cadáveres recibe el nombre de entomología forense.

La entomología forense o medico – legal, por lo tanto, es el estudio de los insectos asociados a un cuerpo muerto para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte.

Este PMI o (intervalo postmortem) puede ser usado para confirmar o refutar la coartada de un sospechoso y para ayudar en la identificación de víctimas desconocidas enfocando la investigación dentro de un marco correcto de tiempo. Esta investigación puede llegar a ser vital en la investigación de un homicidio.

El problema de la determinación del tiempo transcurrido desde la muerte es complejo y debe ser tratado con mucha cautela, pues existen con frecuencia muchos factores desconocidos, que hacen difícil llegar a unas conclusiones definitivas.

En general, el tiempo transcurrido desde la muerte es determinado por análisis de los restos a través de observación externa, control físico – químico y estimación del deterioro producido por el paso del tiempo en artefactos como ropa, zapatos, etc.

La observación externa incluye factores como temperatura del cuerpo, livideces cadavéricas, rigidez, signos de deshidratación, lesiones externas, acción por animales e invasión de insectos.

El segundo método de datación incluye técnicas como determinación de elementos químicos y compuestos como nitrógeno, aminoácidos y ácidos grasos.



Fig. 1. Larvas de *Calliphora vicina* en diferentes estadios de desarrollo. **Fig. 2.** Brazo de anciana colonizado por *Sarcophaga carnaria* 2 días antes de producirse la muerte. **Fig. 3.** Adulto de *Calliphora vicina*. **Fig. 4.** Adulto de *Sarcophaga carnaria*. **Fig. 5.** Cadáver con primeras puestas en orificios naturales. **Fig. 6.** Orificios producidos por larvas de *Calliphora vicina* en tórax de cadáver.

La tercera técnica viene con la valoración del deterioro de tejidos plásticos, nylon y materiales semejantes.

Después de la muerte, hay dos grupos de fuerzas postmortem que cambian la morfología del cuerpo.

El primer grupo incluye aquellos factores que vienen desde fuentes externas como crecimiento bacteriano, invasión del cuerpo por los insectos y mordeduras de animales.

El segundo grupo está compuesto por factores que proceden del interior del cuerpo, como el crecimiento de bacterias intestinales que aceleran la putrefacción y la destrucción enzimática de los tejidos.

Los periodos más importantes en la descomposición de un cadáver son cuatro:

1. PERIODO CROMÁTICO

* En esta fase se instaura la mancha verde en la fosa ilíaca derecha; esto suele suceder a partir de las 24 horas después del fallecimiento.

* Se empieza a ver el entramado venoso por la transformación de la hemoglobina.

2. PERIODO ENFISEMATOSO

* Aparecen los gases de putrefacción y el cadáver comienza a hincharse.

* Comienza 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.

Todos estos periodos se encuentran afectados por una serie de factores que retardan o aceleran esta descomposición; se trata de los siguientes:

- 1) Circunstancias de la muerte
- 2) Condiciones del cuerpo anteriores a la muerte
- 3) Temperatura
- 4) Humedad
- 5) Tipo de suelo en el que se produce la putrefacción
- 6) Insectos
- 7) Otros animales

Debido a la gran dificultad para calcular la tasa de descomposición por el crecimiento bacteriano, existe un gran número de estudios sobre el efecto de los insectos necrófagos en restos humanos encontrados al descubierto.

En los cadáveres se produce una progresión sucesiva de artrópodos que utilizan los restos en descomposición como alimento y como extensión de su hábitat. Esta sucesión de artrópodos es predecible ya que cada estadio de la putrefacción de un cadáver atrae selectivamente a una especie determinada. Aunque el papel de las diferentes especies de artrópodos es variable y no todas participan activamente en la reducción de los restos (Tabla I).

Tabla I

Sucesión de artrópodos en las diferentes fases de descomposición de un cuerpo (tiempo expresado en días)

ARTRÓPODOS ASOCIADOS	ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN																											
	Cromático								enfisematoso								colicuvativo								red.esquelética			
Orden / Familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50	60	80	100	150	365				
Diptera:																												
Calliphoridae																												
Sarcophagidae																												
Muscidae																												
Piophilidae																												
Fanniidae																												
Hymenoptera:																												
Vespidae																												
Formicidae																												
Coleoptera:																												
Staphylinidae																												
Dermestidae																												
Histeridae																												
Scarabaeidae																												
Tenebrionidae																												
Cleridae																												
Silphidae																												
Dermaptera:																												
Collembola:																												
Blattaria:																												

Los diferentes tipos de artrópodos que llegan a un cadáver pueden clasificarse de la siguiente forma:

ESPECIES NECRÓFAGAS: son las que se alimentan del cuerpo. Incluye dípteros (Calliphoridae y Sarcophagidae) y coleópteros (Silphidae y Dermestidae).

ESPECIES PREDADORAS Y PARÁSITAS DE NECRÓFAGOS: este es el segundo grupo más significativo del cadáver. Incluye coleópteros como (Silphidae, Staphylinidae e Histeridae), dípteros (Calliphoridae y Stratiomyidae) e himenópteros parásitos de las larvas y pupas de dípteros.

ESPECIES OMNÍVORAS: se incluyen aquí grupos como las avispas, hormigas y otros coleópteros que se alimentan tanto del cuerpo como de los artrópodos asociados.

ESPECIES ACCIDENTALES: aquí se incluyen las especies que utilizan el cuerpo como una extensión de su hábitat normal, como por ejemplo Collembola, arañas, ciempiés.

Algunas familias de ácaros que pueden alimentarse de hongos y moho que crece en el cuerpo.

Existen dos métodos para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte usando la evidencia de los insectos. El primero utiliza la edad de las larvas y la tasa de desarrollo (fig. 1). El segundo método utiliza la sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo. Ambos métodos se pueden utilizar por separado o conjuntamente siempre dependiendo del tipo de restos que se estén estudiando. Por lo general, en las primeras fases de la descomposición las estimaciones se basan en el estudio del crecimiento de una o dos especies de insectos, particularmente dípteros, mientras que en las fases más avanzadas se utiliza la composición y grado de crecimiento de la comunidad de artrópodos encontrada en el cuerpo y se compara con patrones conocidos de sucesión de fauna para el hábitat y condiciones más próximas.

Los parámetros médicos son utilizados para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte cuando éste es corto, pero después de las 72 horas la entomología forense puede llegar a ser más exacta y con frecuencia es el único método para determinar el intervalo postmortem.

Existen casos de homicidios en que la víctima es trasladada o asesinada en lugares remotos, lo que retrasa su hallazgo. Hay homicidios en los cuales las víctimas tardan meses en ser descubiertas, y en estos casos es muy importante determinar el tiempo transcurrido desde la muerte.

Los insectos son con frecuencia los primeros en llegar a la escena del crimen, y además llegan con una predecible frecuencia, como ya ha sido mencionado anteriormente (Anderson, 1995).

A pesar de todo, es muy importante tener en cuenta, que la entomología forense se basa en el estudio de elementos biológicos, por lo que posee las limitaciones inherentes a la propia variabilidad de estos elementos. La determinación del PMI es en realidad la determinación de la actividad de los artrópodos, más que la determinación del tiempo *per se* (Goff, 1993).

Así es posible en determinados casos que la data dada por el entomólogo no coincida con la data proporcionada por el médico forense que ha practicado la autopsia; esto puede ocurrir, bien porque los insectos no hayan colonizado el cadáver en los primeros días después de producirse la muerte (lugares de difícil acceso para los insectos, casas perfectamente cerradas, etc.), o por ejemplo en los casos de abandono y malos tratos en niños y ancianos pueden existir heridas y lesiones que por su falta de higiene sean colonizadas por los insectos antes de producirse la muerte de la persona (fig. 2).

Así pues para una correcta estimación del intervalo postmortem (PMI) mediante la entomología hay que tener en cuenta que cada caso es único y diferente de los demás. Aunque el proceso siga una secuencia general de eventos. Esta secuencia general es presentada por Catts & Haskell en su monografía "Entomology and Death: A Procedural Manual" que nos indica un modo general de actuación:

- Determinar la fase o estado físico de descomposición en que se encuentra el cuerpo.
- Realizar un estudio exhaustivo de los insectos que se encuentran sobre el cadáver así como de los recogidos debajo de él para descartar la posibilidad de que el cadáver haya sido trasladado de lugar. Si se tiene alguna sospecha sería necesario un examen adicional tanto de los restos como de las áreas cercanas.
- Clasificar los especímenes recogidos tanto de los restos como de la escena del crimen lo más exactamente posible. Criar los estados inmaduros hasta el estadio adulto para su correcta identificación. La conservación de estos estadios inmaduros debe ser correcta para no afectar al tamaño que poseen en el momento de la recogida. La distribución estacional, geográfica y ecológica de cada grupo debe ser determinada bien por la literatura o por alguna persona cualificada para ello.
- En los cadáveres encontrados al aire libre, es imprescindible recolectar datos como la temperatura, pluviosidad, nubosidad, etc. además de factores como vegetación,

arbolado, desniveles del terreno etc. Para las escenas en el interior es igualmente necesario anotar temperatura, existencia de calefactores automáticos, posición del cadáver con respecto a las puertas y ventanas, así como cualquier otro detalle que nos pueda dar información de cómo y cuándo han llegado los insectos al cadáver.

- Durante la autopsia es importante tomar nota de la localización exacta de los artrópodos en el cuerpo, así como de la causa y manera de la muerte. También es importante anotar si existe evidencia de la administración antemortem de algún tipo de drogas o productos tóxicos dado que la presencia de este tipo de sustancias puede alterar la tasa de desarrollo y los patrones de insectos que se hayan alimentado de los restos.

La muerte conlleva una pérdida de la temperatura del cuerpo, la cual se equilibra con el medio ambiente en 24 horas, siempre que la temperatura exterior no sea demasiado baja. Aparecen livideces en el cuello y las partes declives en la primera hora, mientras que la rigidez cadavérica se generaliza al cabo de unas siete horas para desaparecer según las circunstancias en dos, tres o cuatro días.

En estos momentos, en los que nada es visible para el ojo humano, es cuando las primeras oleadas de moscas comienzan a llegar al cuerpo. Las hembras grávidas llegan al cadáver, lamen la sangre u otras secreciones que rezuman de heridas o los orificios naturales y realizan la puesta en los primeros momentos después de la muerte.

Cómo y cuándo llegan estos insectos al cadáver y como se desarrollan en él, son las preguntas que debe hacerse toda persona que se interese por la entomología forense.

Las primeras oleadas de insectos llegan al cadáver atraídos por el olor de los gases desprendidos en el proceso de la degradación de los principios inmediatos (glúcidos, lípidos y proteínas), gases como el amoníaco (NH_3), ácido sulfúrico (SH_2), nitrógeno libre (N_2) y anhídrido carbónico (CO_2). Estos gases son detectados por los insectos mucho antes de que el olfato humano sea capaz de percibirlos, hasta tal punto, que en algunas ocasiones se han encontrado puestas en personas que aún se encontraban agonizando.

Tradicionalmente se menciona a los dípteros como los primeros colonizadores del cadáver, donde estos insectos cumplen una parte importante de su ciclo vital. Constituyen la primera oleada de necrófagos, que aparece inmediatamente después de la muerte. Está representada por dípteros pertenecientes a las familias de Calliphoridae (*Calliphora vicina*) y muy frecuentemente Sarcophagidae (*Sarcophaga carnaria*) (fig. 3 y 4).

Estos dípteros braquíceros tienen un ciclo vital cuyas distintas etapas deben conocerse en su duración y características, con fines de datación. Las hembras de estas familias suelen depositar sus huevos en los orificios naturales del cadáver tales como ojos, nariz y boca, así como en las posibles heridas que pudiese tener el cuerpo. La familia Sarcophagidae no pone huevos, sino que deposita larvas vivas.

Los huevos son aproximadamente de 2mm de longitud y poseen un corto periodo embrionario. El estadio de huevo suele durar entre 24 y 72 horas, siempre dependiendo de la especie (fig. 5).

Estas primeras puestas ya pueden proveer información al investigador, pues la disección de los huevos y el análisis de su estado de desarrollo embrionario puede delimitar el tiempo desde la ovoposición, y con ello el tiempo de la muerte.

El número de huevos depende del estado nutricional de la hembra y de su tamaño corporal; existe una relación inversa entre el tamaño del huevo y el número de huevos por paquete (Greenberg, 1991).

Existen datos que indican que si dos cuerpos son expuestos a la vez, uno con heridas o traumas y otro sin ellos, el que presenta las lesiones se descompone mucho más rápidamente que el que no presenta traumatismos debido a que la mayoría de las moscas son atraídas por las heridas, donde tienen lugar muchas de las ovoposiciones más tempranas (Mann *et al.*, 1990).

Tampoco hay que descartar como lugar de puesta la zona de contacto del cuerpo con el sustrato, posiblemente porque en esa zona es donde se acumulan los fluidos corporales, lo que provee una humedad adecuada, así como una temperatura más estable (Anderson & Vanlaerhoven, 1996).

Los huevos puestos en un cadáver normalmente eclosionan todos a la vez, lo que da como resultado una masa de larvas que se mueven como un todo por el cuerpo (Gof & Lord, 1994).

Las larvas son blancas, cónicas, ápodas y formadas por 12 segmentos; nacen y se introducen inmediatamente en el tejido subcutáneo. Lo licúan gracias a unas bacterias y enzimas y se alimentan por succión continuamente.

Cuando las larvas han finalizado su crecimiento, cesan de alimentarse y bien en los pliegues del cuerpo, de la ropa o alejándose del cuerpo, se transforman en pupa. El crecimiento y la transformación en pupa varían además de con cada especie, con las condiciones exteriores y dependen de la causa de la muerte y tipo de alimentación.

Existen innumerables referencias de la temprana llegada de los dípteros al cuerpo una vez acaecida la muerte; también existen referencias sobre la presencia de puestas en cuerpos aún con vida, bien por la existencia de heridas abiertas o por procesos inflamatorios purulentos (Nuorteva, 1977).

Las larvas que eclosionan en cuerpos con vida, en primer lugar se alimentan de los tejidos necróticos para seguir alimentándose de los vivos, causando las miasis.

Por lo tanto, la presencia de los callifóridos en un cadáver reciente, es inevitable. Toda ausencia de huella de este paso, pupas vacías, adultos muertos, debe obligar a los investigadores a formular ciertas hipótesis:

- C. Que los restos de los dípteros hayan desaparecido por la acción de los necrófilos (depredadores o parásitos de los necrófagos), o animales (aves insectívoras, hormigas, avispas).

Ello no ocurre prácticamente nunca de modo completo, a no ser que el intervalo postmortem sea muy largo. Y aún en este caso, hay que tener en cuenta que la cutícula de los artrópodos es prácticamente indestructible, pudiendo permanecer miles de años; se han encontrado pupas fósiles de dípteros en el cráneo de un bisonte perteneciente al Cuaternario.

- D. Que el cadáver haya sido impregnado con productos repugnatorios, que hayan impedido el acceso de las primeras oleadas de insectos. En este caso aparecerían en el cadáver restos de productos como arsénico, plomo o formol, que se ha comprobado evitan la presencia de los primeros necrófagos en el cadáver.

Normalmente, y a la vez que los callifóridos, aunque en muy pocos casos conviviendo en el mismo cadáver, aparece otro grupo de dípteros los sarcófágidos. Concretamente la especie *Sarcophaga carnaria*, es la más común en nuestras latitudes. Muy frecuentemente en los meses de Julio y Agosto, suele ser la primera colonizadora de los cuerpos en descomposición. Que no aparezcan juntas con los callifóridos puede deberse a que las larvas de *Sarcophaga* depredan a las de *Calliphora*.

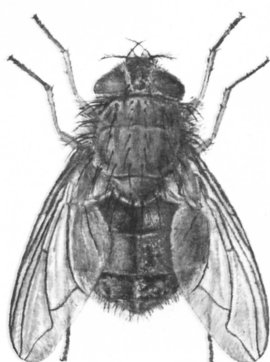
Otros callifóridos que también pueden aparecer en los cadáveres aunque con menos frecuencia que la *Calliphora vicina* son los géneros *Lucilia* (*L. sericata* y *L. caesar*), *Phaenicia* (*Ph. Sericata*) y *Chrysomya* (*Ch. albiceps*). Estos géneros son activos a partir de los 13° C y realizan sus puestas principalmente en los pliegues del cuerpo, eclosionando entre las 10 y las 52 horas de la puesta, el crecimiento de la larva dura entre 5 y 11 días y la pupación varía de forma importante ya que a unos 13°C dura entre 18 y 24 días mientras que a temperaturas de 31°C puede reducirse a entre 6 y 7 días.

Es importante señalar que mientras los sarcófágidos pupan entre la ropa o en los pliegues del cuerpo y aprovechan los orificios naturales para sus puestas, los callifóridos se entierran para realizar la pupación y prefieren hacer sus propios orificios (fig. 6).

En nuestro país, *Chrysomya albiceps* aparece durante los meses de septiembre y octubre, *Sarcophaga carnaria* de marzo a noviembre y *Lucilia sericata* de abril a septiembre (Domínguez y Gómez, 1963).

Con la aparición del ácido butírico en el cadáver aparecen los primeros grupos de coleópteros derméstidos como *Dermestes maculatus*, *D. frischii* y *D. undulatus*, y el lepidóptero *Aglossa pinguinalis*. Son bastante comunes en cadáveres de aproximadamente un mes.

Los adultos de Dermestidae emergen al principio de la primavera, abandonan su habitáculo de ninfa, se aparean y vuelan en busca de cadáveres o de restos de animales en descomposición. Las hembras efectúan puestas durante varias semanas de entre 150 y 200 huevos en grupos de 2 a 10 en las fisuras de las materias nutricias. Estos huevos eclosionan según la temperatura entre 3 y 12 días después de la puesta. Las larvas presentan un cuerpo alargado y progresivamente afilado por detrás, marrón rojizo, erizados



- A. Que el cadáver haya sido trasladado de lugar, y aún en este caso se encontraría algún resto de estos dípteros.
- B. Que el lugar del fallecimiento sea lo suficientemente oscuro e inaccesible a estos grandes dípteros cosa poco probable pues los callifóridos se encuentran dentro de las casas durante todo el año.

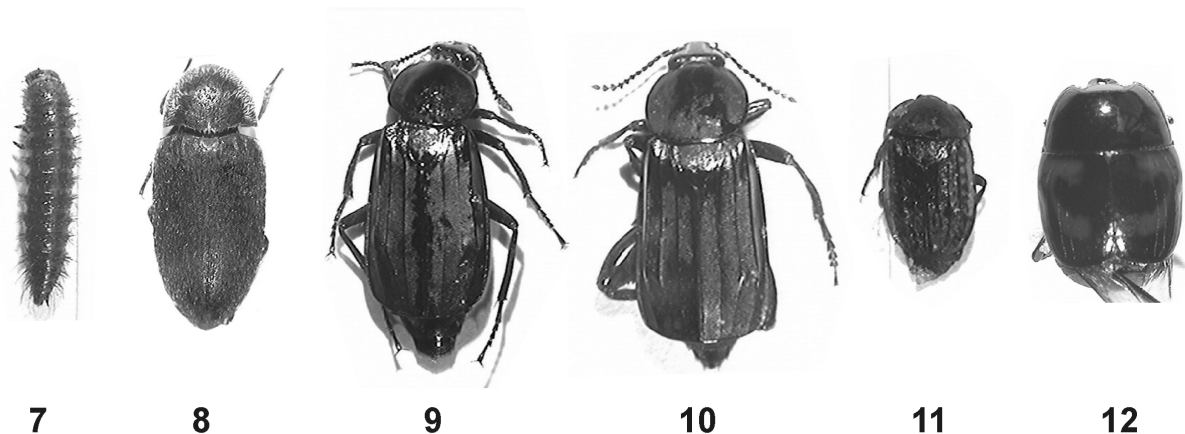


Fig. 7. Larva de *Dermestes undulatus*. Fig. 8. Adulto de *Dermestes undulatus*. Fig. 9. *Necrophorus humatus*. Fig. 10. *Necrodes littoralis*. Fig. 11. *Silpha obscura*. Fig. 12. *Hister quadrimaculatus*.

de pelos cortos y largos y seis patas móviles (fig. 7). Su ciclo vital dura entre 4 y 6 semanas. Es importante conocer que estas especies dan una sola generación anual o dos en condiciones favorables a 18 – 20°C de temperatura y 70% de humedad. Son insectos que se alimentan especialmente de la grasa en descomposición mudas y desechos de las escuadras anteriores (fig. 8).

Estos coleópteros evolucionan sobre las grasas en fermentación al mismo tiempo que las orugas de una pequeña mariposa de género *Aglossa* (*A. pinguinalis*). Estos lepidópteros viven con mucha frecuencia en las cuevas, las bodegas, las plantas bajas deshabitadas o utilizadas como almacenes de alimentos. Revolotean al amanecer desde la mitad de junio hasta septiembre. Las hembras hacen la puesta en varias veces, en los productos de origen animal olvidados. El olor rancio de las grasas descompuestas las atrae poderosamente. Desaparecen en el cuerpo y se alimentan un mes largo, después salen y se transforman en crisálidas durante 20 días en un capullo formado de restos diversos. La temperatura provoca su eclosión si es suave o la retarda hasta la primavera siguiente en caso contrario.

Después de la fermentación butírica de las grasas aparece la fermentación caseica de los restos proteicos. En estos momentos, son atraídas las mismas moscas que pueden acudir al producirse la fermentación del queso o del proceso del secado del jamón: la especie más importante es la *Piophilidae casei*, con un ciclo vital de unos 30 días. En este momento podemos encontrar otros grupos de dípteros como *Fannia scalaris*, *F. canicularis*, *F. incisurata*, así como drosófilos, sépsidos y esféricéridos.

Entre los coleópteros hace su aparición la especie (*Necrobia violacea*) con las mismas preferencias nutritivas que *Piophilidae casei*; el ciclo vital dura aproximadamente entre 25 y 35 días.

El siguiente proceso en aparecer es la fermentación amoniacal. En este periodo van a visitar el cadáver los últimos grupos de moscas pertenecientes al género *Ophira* (*O. leucostoma*, *O. cadaverina* y *O. antrax*) y al grupo de los fóridos (*Triphleba trinervis*, *T. hyalinata*, *T. opaca*, *Diploneura abdominalis*, *Prora aterrina*, etc). Estos grupos de moscas viven habitualmente en nidos de pájaros,

madrigueras de pequeños mamíferos, habitáculos de insectos sociales, etc. Y se nutren a expensas de los restos alimenticios, excrementos o residuos orgánicos de sus hospedadores.

Formando parte de esta escuadra encontramos a los coleópteros necrófagos por excelencia. Especies como *Necrophorus humator*, *N. vespilloides* y *N. vestigator*, *Necrodes littoralis* y *Silpha obscura*, son comunes en los cadáveres en avanzado estado de descomposición (fig. 9, 10 y 11).

Pertenecientes a la familia de los estafilínidos aparecen las especies *Coprophilus striatulus*, *Omalium rivulare* y *Creophilus maxillosus*; y entre los histéricidos miembros de los géneros *Hister* (*H. bimaculatus*, *H. unicolor*, *H. ignobilis*) y *Saprinus* (*S. semipunctatus*, *S. depressus*, *S. semistriatus*) (fig. 12).

Es curioso señalar que *Omalium rivulare* aparece en invierno, dato que puede resultar muy significativo en una investigación.

Han pasado ya más de 6 meses y entramos en la etapa de **Desaparición de los restos** con el cadáver prácticamente seco o con un grado de sequedad bastante importante; en este momento aparecen en el cadáver verdaderas masas de ácaros, generalmente de tamaño microscópico, que se cuentan por millares de individuos. Pertenecen a ocho o diez especies no bien conocidas. Los más estudiados son los que pertenecen al grupo de los tiroglífidos (*Tyroglyphus siro*). En ocasiones pueden ser observados en el jamón muy seco, cecina u otros productos secos o ahumados.

Tras la desaparición de los ácaros el cadáver ya está completamente seco.

Hacen entonces su aparición una serie de coleópteros que van a alimentarse de los restos de pelo, piel, uñas, etc., pertenecientes a los géneros *Dermestes* (*D. maculatus*), *Attagenus* (*A. verbasci*), *Rhizophagus*, etc.; también vuelven a aparecer algunas especies de derméstidos que ya habían aparecido en etapas anteriores. Aparecen también algunos lepidópteros con los mismos hábitos alimenticios en estado larvario: *Aglossa caprealis*, *Tineola bisselliella*, entre otros. A partir de 1-1,5 años de la muerte, en el cadáver no quedan más que escasos restos orgánicos, huesos y en su

Tabla II
Fauna cadavérica hídrica por periodos

SUMERSIÓN EN AGUA DE MAR		SUMERSIÓN EN AGUA DULCE	
Periodo	Fauna cadavérica	Periodo	Fauna cadavérica
Cromático	Moluscos Crustáceos (escasos)	Cromático	Larvas de insectos Crustáceos Moluscos Sanguijuelas
Enfisematoso	Crustáceos (abundantes)	Enfisematoso	Larvas de insectos Moluscos (escasos) Crustáceos (abundantes)
De disolución inicial	Peces Protozoarios Celenterados Crustáceos (excepcionalmente)	Cualicuativo	Peces Sanguijuelas
De disolución terminal	Peces		

entorno restos de los artrópodos que lo han visitado. En este momento hacen su aparición tres especies de coleópteros muy característicos que se alimentan a base de estos residuos, *Ptinus brummeus*, *Trox hispanus* y *Tenebrio obscurus*.

Pero no todos los cadáveres aparecen en tierra, pues frecuentemente aparecen cadáveres sumergidos en agua, tanto dulce como salada. La fauna cadavérica hídrica a la que hace mención por primera vez Raimondi y Rossi en 1888, no es conocida como la fauna terrestre, debido a la dificultad que entraña su estudio.

No obstante, Porta, en 1930, lleva a cabo una serie de investigaciones que se esquematizan en la Tabla II.

Ya hemos hablado anteriormente de la importancia de la temperatura a la hora de la determinación del intervalo postmortem, pero existen otros factores importantes que hay que tener en cuenta aparte de la temperatura, como el fenómeno de pedantismo y canibalismo entre los insectos; una particularidad que no hay que dejar de tener en cuenta en entomología tanatológica es la existencia de insectos predadores, como hormigas y avispa, que en ocasiones capturan y destruyen las larvas de dípteros que se desarrollan en un cadáver, y al no quedar sino vestigios de las mismas, pueden mover a confusión o a interpretaciones erróneas.

Más de una vez nos hemos visto en la imposibilidad de hacer acopio de larvas a partir de cadáveres de animales, cuando éstos se encontraban situados en lugares donde abundaban las hormigas.

Desde este punto de vista, el fenómeno más interesante es el canibalismo existente entre larvas de especies vecinas que se encuentran en un momento determinado en un mismo lugar. Por ejemplo, las larvas de *Sarcophaga carnaria* pueden convivir con las de *Lucilia*, pero en un momento determinado, si escasea el alimento, éstas últimas pueden ser devoradas por las de *Sarcophaga*.

Todos los elementos citados anteriormente, junto con algunos otros, habrán de ser tenidos en cuenta por el experto para así poder ofrecer conclusiones más fiables a la hora realizar un informe para datación de la muerte mediante la entomología.

A continuación, y para terminar, se muestra un protocolo que debería ser conocido por toda persona que en algún momento tenga que realizar una recogida de muestras para la datación de la muerte:

ENCUESTA ENTOMOLÓGICA **Protocolo de recogida de muestras**

- Recolectar una muestra completa de todos los insectos o ácaros que se encuentren tanto encima como debajo del cadáver.
- Recolectar ejemplares tanto vivos como muertos, en estado adulto o larvario. Así como sus mudas.
- En cadáveres recientes, se buscarán los huevos y larvas pequeñas en orificios naturales así como en las posibles heridas.
- Las muestras se guardarán por separado y convenientemente rotuladas, si es posible indicando la zona de donde se obtuvieron.
- Parte de las larvas se sumergirán en agua hirviendo para después conservarlas en alcohol y es conveniente que otra parte se mantengan vivas, para su posterior desarrollo en el laboratorio.
- Los ácaros, si los hubiese, serán conservados en alcohol de 70°C.
- Se realizará una estimación de abundancia de cada muestra.
- Se precisarán los datos de fecha y lugar y metodológicos del entorno del cuerpo.
- Las muestras se enviarán al entomólogo a la mayor brevedad posible.

Referencias Bibliográficas (citadas en el texto y complementarias)

- ALTUNA, B. M. & INTRONA, F. 1982. A new possibility of applying the entomological method in forensic medicine: age determination of postmortem mutilation. *Med. Leg. Quad.*, **IV** n°: 127-130.
- ANDERSON, G. S. 1995. The use of insects in death investigations: an analysis of cases in British Columbia over a five year period. *Can. Soc. Forens. Sci. J.*, **28**(4): 277-292.
- ANDERSON, G. S. 1996. The use of insects to determine time of decapitation: A case-study from British Columbia. *J. Forensic Sci.*, **42**(5): 947-950.
- ANDERSON, G. S. & VANLAERHOVEN 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*, **41**(4): 617-625.
- BAUMGARTNER, D. 1987. Forensic entomology: criminal investigations utilizing insects. *Y.E.S. Quarterly*, **4**(4): 8-10.
- BERGERET, M. 1855. Infanticide, momification du cadavre. *Ann. Hyg. Leg.*, **4**: 442-452.
- BRAACK, L. E. O. 1981. Visitation patterns of principal species of the insect-complex at carcasses in the Kruger National Park. *Koedoe*, **24**: 33-39.
- CATTS, E. P. 1992. Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. *J. Agric. Entomol.*, **9** (4): 245-255.
- CATTS, E. P. & GOFF, M. L. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Ann Rev. Entomol.*, **27**: 253-272.
- EASTON, A. M. & SMITH, K. G. V. 1970. The entomology of the cadaver. *Medicine, Science and the Law*, vol. 10: 208-215.
- ERZINCIOGLU, Z. 1989. Entomology, zoology and forensic science: the need for expansion. *Forensic Science International*, **43**: 209-213.
- GOFF, M. L. 1993. Estimation postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Sci. Rev.*, **5**: 91-94.
- GOFF, M. L. & FLYNN, M. M. 1991. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from Hawaiian Island. *Journal of Forensic Sciences*, **36**(2): 607-614.
- GOFF, M. L. & LORD, W.D. 1994. Entomotoxicology: a new area for forensic investigation. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology.*, **1**: 511-57.
- GREENBERG, B. 1990. Nocturnal oviposition behavior of flies (Diptera: Calliphoridae). *J. Meed. Entomol.*, **27**(5): 807-810.
- GREENBERG, B. 1991. Flies as forensic Indicators. *J. Med. Entomol.*, **28**(5): 565-577.
- GREENBERG, B. & SINGH, D. 1995. Species identification of Calliphorid (Diptera) egg. *J. Med. Entomol.*, **32**(1): 21-26.
- INTRONA, F., SUMAN, T. W., & SMIALEK, J. E. 1991. Sarcosaprophagus fly activity in Maryland. *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*, **36**: 238-243.
- KOMAR, D. & BEATTIE, O. 1988. Postmortem Insect Activity May Mimic Perimortem Sexual Assault Clothing Patterns. *J Forensic Sci.*, **43**(4): 792-796.
- KEH, B. 1985. Scope and application of forensic entomology. *Ann Rev. Entomology*, **30**: 137-154.
- LECLERCQ, M. 1987. *Entomologie et Médecine Légale. Datation de la mort*. Collection de Médecine Légale et de Toxicologie Médicale. N° 108. Masson.
- LECLERCQ, M. & BRAHY, G. 1990. Entomologie et Médecine Légale. L'entomofaune des cadavres humains: sa succession par son interpretation, ses resultats, ses perspectives. *Journal de Médecine Légale. Droit Médical*, **36**(3-4): 205-222.
- LORD, W. D. & BURGER, J. F. 1983. Collection and Preservation of Forensically Important Entomological Materials. *Journal of forensic Sciences, JFSCA*, Vol **28**(4): 936-944.
- LIU, D. & GREENBERG, B. 1989. Immature stages of some flies of forensic importance. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **82**(1): 80-93.
- MANN, R. W., BASS, W. M & MEADOWS, L. 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*, **35**(1): 103-111.
- MEGNIN, P. 1894. *La fauna des cadavres. Encyclopédie scientifique des Aides. Memoire*. G. Masson, Gautrier-Villars et Fils.
- NUORTEVA, P. 1977. Sarcosaprophagus insects as forensic indicators. En Tedeschi, C.G., W.G. Eckert & L. G. Tedeschi (eds). *Forensic Medicine*: Saunders.
- PUTMAN, R. J. 1977. Dynamics of the blowfly, *Calliphora erythrocephala*, within carrion. *Journal of Animal Ecology*, **46**(3): 853-866.
- REITER, C. 1995. Molting of blowfly larvae as an indicator in determination of the time of death. En B. Jacob & W. Bonte (eds), *Advances Forensic Sciences*, Vlo. 4. Dr. Köster Verlag. Berlin.
- RODRIGUEZ, W. C. & BASS, W. M. 1983. Insect Activity and its Relationship to Decay Rates of Human Cadavres in East Tennessee. *Journal of Forensic Sciences., JFSCA*. Vol. **28**(2): 423-432.
- SMITH, K. G. V. 1986. *A manual of forensic entomology*. The Trustees of the British Museum (Natural History). London.
- TANTAWI, T.I. & GREENBERG. 1993. The effect of killing and preservative solutions on estimates of maggot age in forensic cases. *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*, **38**(3): 702-707.
- TILLIS, K. & GOFF, M.L. 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawaii. *J. Med. Entomol.*, **24**: 332-339.

