

Entomofauna cadavérica establecida al aire libre

M. A. Capó¹, M. V. Peinado², J. Mateos², M^a. J. Anadón Baselga³

Introducción

La muerte conlleva una crisis completa de todos los sistemas de mantenimiento vital, desencadenando una serie de procesos bien conocidos que se suceden según un orden preciso. En la Tabla I se describen ordenadamente los principales procesos por los que pasa un cadáver de mamífero desde el momento de la muerte hasta que las partes más resistentes, los huesos, pierden sus características estructurales. Los insectos constituyen un elemento más de los muchos que contribuyen a la descomposición del cadáver aunque no son los únicos. Un cadáver humano, por supuesto, como mamífero que es, sigue exactamente este mismo proceso.

En cuanto cesan los signos vitales en cualquier animal, y aún antes de que se haya iniciado la putrefacción, ciertos dípteros depositan sus huevos en la abertura de las fosas naturales y en el ángulo interno de los ojos del cadáver. En casos excepcionales, pueden incluso efectuarse puestas sobre heridas y orificios corporales, originando una infestación local (miasis)^{1, 2, 3}, sobre todo si hay presencia de tejido necrótico. Sobre un cadáver, muy pronto se desarrollan las larvas, que penetran en las fosas nasales y orbitarias, y efectúan paralelamente a los microorganismos, el trabajo de destrucción de los tejidos.⁴

Durante varios años, generaciones de insectos y ácaros se aplican a consumir las sustancias del cadáver abandonado al aire libre, sucediéndose regularmente las distintas especies. Cada grupo entra en acción cuando el precedente ha consumido las sustancias que convienen a su modo de nutrición o cuando la putrefacción ha modificado convenientemente la composición de los tejidos para que pueda utilizarlos.^{5, 6, 7}

libre ha sido objeto de interesantes estudios. Redi, el naturalista del Renacimiento, ha sido, según Mégnin, el primero en demostrar que los gusanos de los cadáveres no nacen espontáneamente, sino que son larvas de huevos depositados por moscas. A este fin emprendió curiosos experimentos con carne que había dejado descomponer.

Macquart, había indicado muy bien la acción de las larvas de insectos acerca de la descomposición cadavérica. *"El cuidado con que ciertas moscas aseguran la existencia de su posteridad –decía– consiste en la elección que hacen de la cuna de sus pequeños, indicándoles su solo instinto a dicho propósito los cuerpos que han cesado de vivir: La disolución ya comenzada se acelera de tal modo por la influencia de estas larvas, que parece debida a ellas únicamente"*.⁸

Linneo dijo pintorescamente que tres moscas consumen un cadáver con tanta prontitud como un león; Orfila, sin embargo, es el primer autor que ha llamado seriamente la atención acerca del papel de los insectos.

El doctor Bergeret, de Arbois, en 1855 tuvo la idea, a instancia de los tribunales de justicia de su país, de aplicar la entomología a la determinación de la fecha de la muerte de cadáveres que habían permanecido ocultos un tiempo indeterminado, hasta su descubrimiento por la policía. Como ya destacan Peinado y Mateos⁹, la importancia de la Entomología en las investigaciones judiciales ya fue reconocida por el entomólogo español Mariano de la Paz Graells¹⁰, que sitúa el origen de la Entomología Forense en Francia. Diferentes autores españoles se han ocupado de esta disciplina desde entonces^{11, 12, 13, 14, 15, 16}.

La historia de la fauna cadavérica se debe más que a nadie a Mégnin, quien comenzó sus trabajos a instancias de Brouardel. Mejor que ninguno de sus precursores, determinó las especies que intervienen en la destrucción de los cuerpos y estableció, o creyó hacerlo cuando menos, un hecho capital.¹⁷

La fauna de los cadáveres abandonados al aire

¹Dpto. de Toxicología y Farmacología. Facultad de Veterinaria.

²Secc. Biología y Sanidad Ambiental. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales.

³Dpto. de Toxicología y Legislación Sanitaria. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

Medicina Balear 2003; 29-38

	Tiempo mínimo post mortem	Observaciones hechas sobre el cadáver
Minutos	30	Principio de la rigidez del músculo cardíaco y del diafragma.
	20-45	Aparición de las primeras livideces, en el cuello.
	45	Pérdida de la transparencia corneal (ojo abierto)
	1	Caída de la temperatura rectal de 1 grado (1 grado por hora en las cuatro primeras horas). Coagulación de la sangre.
Horas	1 3/4	Confluencia de las livideces en el cuello.
	1-2	Sensible enfriamiento de pies, de manos, de cara.
	2	La pupila no se contrae más que por la acción de la eserina. Licuefacción de las cápsulas suprarrenales.
	2-4	La rigidez aparece en la articulación temporomaxilar.
	4	La pupila no se dilata por la acción de la atropina.
	4-5	Enfriamiento sensible de la piel.
	6-8	Extensión de la rigidez a toda la musculatura esquelética.
	8	La rigidez interrumpida artificialmente no se reproduce más.
	10	Las livideces estabilizadas no desaparecen a la presión ni a los cambios de posición del cadáver. Presencia precoz de larvas de moscas vivas sobre el cadáver.
	12	Apergaminamiento de los órganos genitales externos.
	12-15	Desaparición de la rigidez del músculo cardíaco.
	13-30	Desaparición de los movimientos de los cilios epiteliales.
	14	Livideces máximas; mancha verde abdominal en tiempo caluroso.
	15-24	Equilibrio térmico. Hipóstasis pulmonar. Hemólisis.
	18-24	Hemoconcentración de la sangre contenida en el corazón.
	24	Pérdida de la transparencia corneal (si el ojo está cerrado). Aparición de la coloración verde oscura en la cara inferior del hígado y en la cara cólica del bazo. Trasudado con hemoglobina en la pequeña pelvis.
24-36	Trasudado pleural con hemoglobina.	
34-82	Desaparición de la movilidad de los espermatozoides en las vesículas seminales.	
36	Principia la desaparición de la rigidez.	
48	Desaparición del líquido cefalorraquídeo. Globos oculares blandos; midriasis. Mancha verde abdominal; turgencias venosas superficiales.	
Días	3-4	Resolución completa de la rigidez (antes si la temperatura es elevada). Excepcional presencia de capullos de insectos.
	6	Presencia precoz de capullos.
	7-8	Presencia precoz de capullos vacíos.
	8	Cadáver completamente verdoso.
	10-14	Plazo habitual para encontrar crisálidas (grandes variaciones según la temperatura exterior).
	12	Mancha verde abdominal (en tiempo frío).
	15	Flictenas; hinchazón generalizada. Aparición de putrescina y cadaverina.
	17	Momificación precoz posible.
Meses	1-2	Inicio de la transformación en adipocira del tejido grasoso subcutáneo.
	1-6	Fauna sarcófaga (Lucilias, sarcófagas).
	2-4	Fin de la transformación en adipocira del tejido grasoso subcutáneo.
	3-7	Fauna dermestiana (dermestes).
	3	Principio de la transformación de los músculos en adipocira.
	4-5	Fauna corinetiana (corynetes)
	6	Transformación en adipocira de los músculos faciales superficiales.
	6-7	Fauna silfiana.
7-12	Fauna acariana.	
Años	1	Transformación en adipocira de los músculos faciales profundos.
	2-4	Aparición de hongos en la tumba.
	3-4	Desaparición de partes blandas en la tumba.
	5	Desaparición de tendones y cartílagos.
	5-10	Desaparición de los lípidos del hueso.
	10-15	Iniciación de la alteración de la estructura ósea.
	50	Las superficies óseas se vuelven porosas.

Tabla I. Procesos cadavéricos.

Las diversas especies de insectos que devoran los cadáveres no obran a la vez, sino de un modo sucesivo y en orden regulado y predecible¹⁸, y que así, de la especie o especies halladas en el cadáver, puede deducirse la época de la muerte.^{11, 18, 19, 20, 21, 22}

A Mégnin es a quien se debe el haber formulado las leyes de esta sucesión de trabajadores de la muerte, gracias a las que es posible obtener indicaciones acerca de la época de aquélla.

Para que los resultados sean útiles, es preciso poder determinar con precisión cada una de estas especies, por el estudio de sus pupas vacías, de las larvas o de los insectos adultos.

Para ello, lo primero es describir a estos grupos de trabajadores en el mismo orden de su sucesión, e indicaremos la ecología de cada especie de insectos y ácaros que se pueden encontrar en los cadáveres.^{23, 24, 25}

Mégnin, Balthazard y Simonin, coinciden que para establecer la data de la muerte debe tenerse una habituación a la entomología, que solo lo da el estudio y la práctica^{5, 17, 26}, pero también una base sobre la importancia forense de esta disciplina.^{27, 28, 29, 30}

Especies representativas

No todas las especies de artrópodos que se localizan sobre un cadáver se alimentan y efectúan su desarrollo sobre él. Podemos distinguir dos grandes categorías de especies, las visitantes y las residentes. En la Tabla II se detallan las diferencias y se definen los distintos grados de relación posibles.

Uno de los primeros insectos, que se localiza sobre un cadáver humano, es la mosca común, *Musca domestica* (Fig. 1a). Insecto ubicuo como pocos y muy asociado con la presencia humana, suele ser el primer visitante en cuanto se produce un deceso, circunstancia que no debe extrañar, ya que también suele visitarnos e incomodarnos mientras todavía estamos vivos. Buscadora impenitente de humores de origen animal, basta la inmovilidad para que intente alcanzar los ojos, la boca, las narinas, y puede ser inaguantablemente tenaz si existe alguna lesión, sobre todo si hay hemorragia.

La *Curtonevra stabulans*, que en estado de larva y de ninfa no puede casi distinguirse de la mosca doméstica, se parece también mucho a ella cuando adulta. Se diferencia, sobre todo, por la forma espe-

cial de los nervios del ala, que se bifurcan cerca de la extremidad posterior de ésta, formando un ángulo abierto; mientras que en la mosca doméstica, el nervio también se bifurca, pero sus dos ramas se reúnen luego.

La *Calliphora vomitoria* es la gran mosca azul de la carne, la que alcanza una longitud de 13 mm; su larva y su ninfa, se distinguen fácilmente de las de la *Curtonevra* y de las de la *Lucilia*, gracias a su tamaño, pero se parecen en su aspecto a las *Sarcophaga*. En la Fig. 1b se representa la especie *Calliphora vicina*.

El género *Sarcophaga* (Fig. 1c) incluye las moscas grises de la carne. La *Sarcophaga carnaria* mide de 14 a 16 mm de longitud y es reconocible por las rayas negras del tórax. Esta mosca es vivípara y deposita en los cadáveres no ya huevos, sino sus larvas de 1,5 mm de longitud y de un tercio de milímetro de grueso.

El género *Lucilia* comprende moscas de color verde o verde azulado metálico. La *Lucilia caesar* mide de 7 a 9 mm y presenta una coloración verde, con reflejos brillantes y manchas blancas en los lados de la frente. La *Lucilia sericata* aparece en la Fig. 1d.

Todos estos dípteros depositan sus huevos en el cadáver en todos aquellos puntos de la piel en que existe una discontinuidad, pues las larvas, al nacer, no tienen fuerza suficiente para perforar la epidermis. Si la piel está intacta, las moscas depositan sus huevos en las cercanías de las mucosas más frágiles, orificios de las fosas nasales, labios y con especial predilección, en el ángulo interno de los ojos. Basta, por consiguiente, para evitar la siembra en los cadáveres, proteger la cabeza entra el ataque de las moscas inmediatamente después de la muerte.

Mégnin estima en ocho días la duración necesaria para el nacimiento de las larvas; Balthazard afirma haber visto con frecuencia producirse tal nacimiento en la estación calurosa en menos de cuarenta y ocho horas y hasta en veinticuatro; añadiremos que las *Sarcophaga* depositan en el cadáver larvas ya vivientes que comienzan inmediatamente su cometido.

Al cabo de una decena de días la larva ha alcanzado su completo desarrollo, por lo menos cuando la temperatura es propicia, saliendo entonces del cadáver, inmovilizándose y rodeándose de una concha quitinosa para transformarse en ninfa.

Después de una incubación que puede durar de

seis días a un mes, según las condiciones atmosféricas, el insecto perfecto sale de su pupa y muy presto siembra nuevamente en el cadáver, si las generaciones precedentes no han consumido todas las partes blandas; alejándose de él, al contrario, si estas partes blandas han sido transformadas por la putrefacción en adipocira o en sustancia caseosa.

El ciclo completo del insecto puede alcanzar un mes aproximadamente; Mégnin, remonta la muerte a un mes, cuando encuentra pupas vacías en un cadáver. Balthazard, indica que este ciclo puede operarse en una quincena de días en la estación cálida para las moscas azules y verdes, desde el momento de la puesta de los huevos hasta el instante en que el insecto perfecto sale de la pupa.

Todos estos dípteros descritos se encuentran en cantidad considerable en los cadáveres abandonados al aire libre durante la estación calurosa, fuera de las habitaciones, en estado de insecto adulto, de larva, de ninfa; en un período más adelantado de la putrefacción no se encuentran más que las pupas vacías. Si los cadáveres han permanecido en una habitación, son sembrados casi exclusivamente por la *Calliphora vomitoria*, más excepcionalmente por la *Lucilia caesar*, si las ventanas han permanecido abiertas.

No hay moscas más que durante la estación calurosa, desde la primavera hasta principios de invierno; cuando llegan los primeros fríos, las ninfas, que no han terminado aún su evolución, sucumben; algunas hembras fecundadas se esconden en agujeros, en donde pasan el invierno, adormecidas, y producen en la primavera siguiente las primeras generaciones de larvas y moscas.

Se podría afirmar, que si existen en un cadáver vestigios de dípteros, la muerte ha ocurrido después del mes de marzo y antes de noviembre; pero ha de tenerse en cuenta la mosca azul, que permanece a veces en las casas durante el invierno y que puede sembrar el cadáver de un sujeto que ha sucumbido fuera de la estación calurosa.

Si bien las especies descritas anteriormente son las que más frecuentemente se encuentran en los cadáveres, no son las únicas de los cuatro géneros estudiados, encontrándose también la *Sarcophaga arvensis* y la *Sarcophaga laticrus*.

El *Dermestes lardarius*, (Fig. 1f) gran destructor de las carnes saladas y de las pieles, cuya talla es de 7 mm, reconocible por tres puntos negros que tiene en la mitad anterior de los élitros, de color rubio claro; su larva tiene 10 mm de longitud y presenta anillos de un castaño rojizo provistos de largos pelos.

Otras dos especies de *Dermestes* frecuentan también los cadáveres, el *Dermestes frischii*, completamente negro y de 7 mm de longitud, y el *Dermestes undulatus*, que presenta algunas manchas grises en los élitros y tiene 6 mm de longitud.

La *Aglossa pinguinalis* pertenece a la familia de las piralidas, pequeñas mariposas parecidas a las polillas. Las larvas son blancas, cilíndricas, con anillos abultados, con tres pares de patas anteriores escamosas y cinco pares de patas posteriores membranosas; ponen los huevos en julio.

La *Pyophyla petasionis* es una mosca pequeña de 4 mm de longitud, análoga a las que depositan sus huevos en el queso. Su larva es característica por su

CATEGORÍA	ESPECIES	ACTIVIDAD	EJEMPLOS
VISITANTES No se desarrollan en el cuerpo	Accidentales	El cuerpo es una parte más de su hábitat normal	Colémbolos, Dermápteros, Arañas, Miriápodos...
	Omnívoras	Se alimentan del cuerpo y/o de los seres vivos asociados (Artrópodos, hongos, mohos...)	Véspidos, Formicidos, Coleópteros...
RESIDENTES Su desarrollo tiene lugar en el cuerpo	Predadoras	Sus larvas predan sobre otros artrópodos residentes	Sílfidos, Estafilínidos, Histéridos, Califóridos, Stratiómidos...
	Parásitas	Sus larvas parasitan otros artrópodos residentes	Himenópteros parásitos...
	Necrófagas	Se alimentan del cuerpo o de las sustancias procedentes de su descomposición	Califóridos, Sarcófagidos, Sílfidos, Derméstidos...

(*) Elaboración propia

Tabla II. Categorías de especies de artrópodos presentes en un cadáver (*).

progresión a salto de trucha, bien conocida en el gusano del queso.

La *Anthomyia vicina*, (Fig. 1e) es un díptero de cuerpo más alargado que el de las moscas, de 5 mm de longitud, de costumbres rurales. Su larva presenta prolongaciones estiliformes, simples o ramosas, lo mismo que sus pupas.

El *Korynetes coeruleus* (Fig. 1g) mide 3 milímetros de longitud, es muy brillante y de un hermoso color azul de acero. El *Korynetes ruficollis* posee un coselete encarnado. Un género muy afín, y al que algunos autores asignan especies de *Korynetes* es el género *Necrobia* (Fig. 1h).

Los dípteros pertenecientes a la subtribu de los acalípteros y a los géneros *Tyreophora*, *Lonchea*, *Ophyra* y *Phora*, son moscas muy pequeñas, que miden a lo más de 5 a 6 milímetros. La más frecuentemente encontrada es la *Phora aterina*, que alcanza sólo la talla de 2 milímetros; sus larvas y sus ninfas, igualmente muy pequeñas, tienen una forma prismática triangular, de aristas redondeadas.

El *Necrophorus fossor*, es un coleóptero, es muy común en los cadáveres de topos, ratones y otros animalillos, debajo de los cuales ahonda la tierra para enterrarlos.

Dentro de los coleópteros, en la familia Silphidae, se encuentran la *Sylpha littoralis*, que mide 25 mm de longitud, y la *Sylpha obscura*, que mide 15 milímetros, coleópteros enteramente negros que devoran los cadáveres sin enterrarlos como los necrófagos. Las larvas son negras, aplanadas, compuestas de doce anillos formando dentellones laterales.

El *Hister cadaverinus*, de 6 mm de largo, tiene el cuerpo casi cuadrado y es negro brillante; su larva vive varios meses y se enterra en el suelo, como la de las Silphidae, para transformarse allí en ninfa y pasar todo el invierno en este estado.

El *Saprinus rotundatus* se parece mucho al *Hister*, del que se distingue por el punteado de los élitros y la ausencia de estrías laterales.

La subclase Acarida (ácaros) se encuentra representada por *Uropoda nummularia*, (Fig. 1i) cuya hembra mide 0,7 mm de longitud, lo mismo que el macho; el *Trachynotus cadaverinus*, cuya hembra mide 1,1 milímetros y el macho tan sólo 0,6 mm de longitud; el *Glyciphagus cursor*, notable por la graci-

lidad de sus patas; el *Histiotoma necrophaga*, pequeño ácaro de medio milímetro de longitud, y finalmente, el *Tyroglyphus siro*, cuyas ninfas hipopiales se pegan a las patas de las moscas que transportan sobre los cadáveres en vías de desecación. Son muchos los ácaros que se fijan en diferentes partes de insectos (Fig. 2g) para así ser transportados y llegar a fuentes de alimento que, sin este procedimiento de viaje (foresia), le serían inalcanzables. Para unas especies, el alimento es materia del propio cuerpo (Fig. 2e) o mientras que otras especies son predadoras (Fig. 2h) y cazan otros animales que se encuentren sobre el cadáver.

La *Aglossa cuprealis*, es un lepidóptero afín a la *Aglossa pinguinalis*, anteriormente descrita. La *Tineola biselliella*, (Fig. 2a) es una mariposa aun más pequeña, cuya oruga, de 4 a 5 mm de longitud, se envuelve en una vaina formada por sus propios excrementos.

El *Attagenus pella*, (Fig. 2d) es un coleóptero devorador de pieles, es muy parecido a los Dermestes. El *Anthrenus museorum* (Fig. 2c), tiene el cuerpo redondeado, mide 2,5 mm de longitud, vive en las flores en estado adulto, pero deposita sus huevos en las materias desecadas; su larva se caracteriza por estar cubierta de pelos largos amarillos, denotados y terminados en la parte posterior de la larva por una especie de dardo romo.

El *Tenebrio obscurus*, es un coleóptero que mide de 15 a 20 mm de longitud, cuya larva es parecida a la del *Tenebrio molitor* (Fig. 2b) o gusano de la hari-

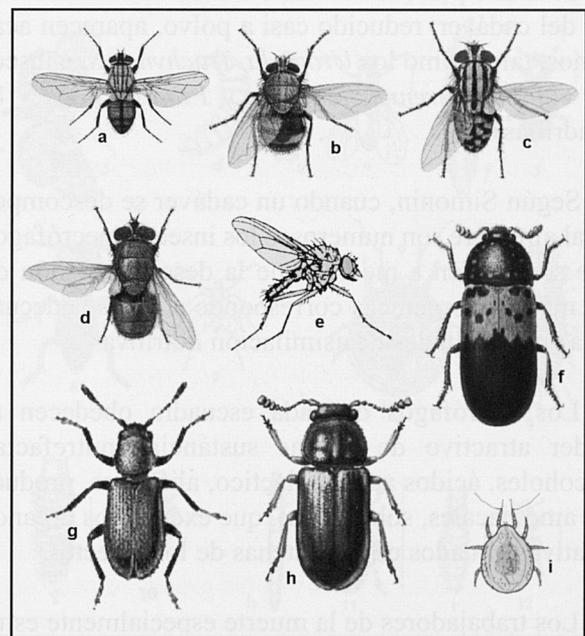


Fig. 1.

na, también presente en los cadáveres.

El coleóptero *Ptinus brunneus*, de 2 mm de longitud, está provisto de un cuerpo grueso con un coseleto muy abombado, que oculta la cabeza.

Cronología tanatológica

Según Megnin concurren a la desaparición del cadáver las distintas especies de insectos de una manera sucesiva, siguiendo un orden cronológico. Constituyen cuatro períodos:

El primer periodo dura alrededor de 3 ó 4 meses. Se caracteriza por la presencia de larvas de dípteros: *Curtonevra*, *Lucilia* y *Sarcophaga*. Por lo demás, de un modo general, cuando faltan los dípteros de este grupo en un cadáver, se puede deducir que en el momento de la muerte no había moscas, es decir, que ha ocurrido en invierno, de octubre a marzo (1ª y 2ª cuadrillas).

El segundo periodo dura otros 3 a 4 meses, se encuentran en el cadáver los coleópteros del género *Dermestes* y los lepidópteros del género *Aglossa* (3ª cuadrilla).

El tercer periodo dura de 4 a 8 meses. El cadáver aparece convertido en una papilla negruzca, líquida o semilíquida, de olor que recuerda el del queso podrido. Se aprecian en él larvas de dípteros, como los *Phora* y *Anthomia*, y coleópteros, como los *Silpha*, *Hister* y *Saprinus* (4ª y 5ª cuadrillas).

El cuarto periodo dura de 6 a 12 meses. En los restos del cadáver, reducido casi a polvo, aparecen acarinos, tales como los *Uropoda*, *Trachynotus*, e insectos como *Anthrenus*, *Tenebrio* y *Ptinus* (6ª, 7ª y 8ª cuadrillas).

Según Simonin, cuando un cadáver se descompone al aire libre son numerosos los insectos necrófagos que se suceden a medida que la descomposición de las materias orgánicas corresponde a la fase adecuada a sus facultades de asimilación nutritiva.

Los necrófagos de cada escuadra obedecen al poder atractivo de ciertas sustancias putrefactas (alcoholes, ácidos acético, láctico, alifáticos, productos amoniacales, sobre todo), que excitan los órganos olfativos situados en las antenas de los insectos.

Los trabajadores de la muerte especialmente estudiados por Mégnin dejan, de su paso sobre el cadáver,

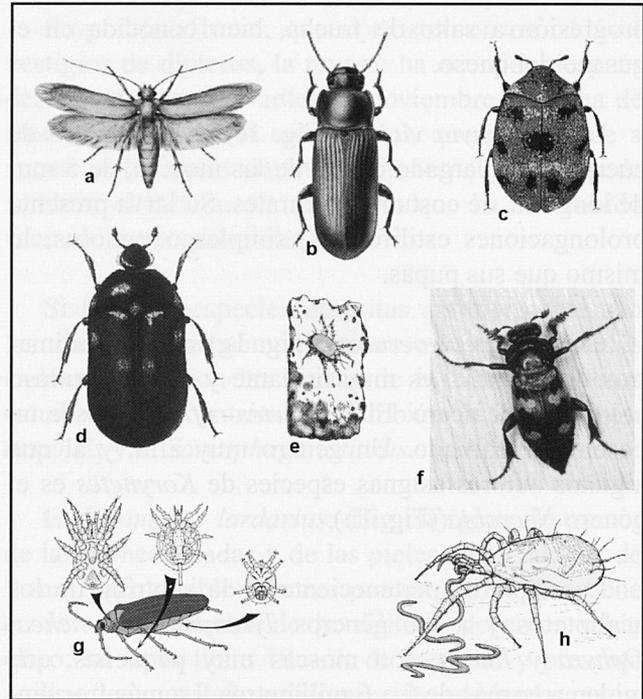


Fig. 2.

señales (larvas e insectos muertos) que permiten establecer la cronología de su sucesión y remontarse aproximadamente a la época de la muerte.

La composición específica de cada grupo de necrófagos y la época de su aparición dependen de cierto número de factores entre los que deben tenerse en cuenta: grado de descomposición cadavérica, situación del cuerpo (aire libre, bajo estiércol, inhumado, sumergido), estación, causa de la muerte; región geográfica (fauna entomológica local, clima), etc.

En la Península Ibérica y Baleares, la fauna cadavérica está compuesta de unas ciento treinta especies de insectos que forman grupos en correspondencia con los periodos en que entran en escena. Se distinguen, sucesivamente, las faunas californiana, sarcófaguiana, dermestiana, corinetiana, silfianay acariana.

El grupo californiano no está representado más que por moscas: *Calliphora erythrocephala* y *C. vomitaria* (tipo agreste), grandes moscas azules de la carne, *Musca corvina*, *Muscina stabulans*, que ponen sus huevos inmediatamente después de la muerte, sobre el cadáver fresco, alrededor de los orificios naturales (labios, narices, ángulo interno de los ojos) y al nivel de los pliegues cutáneos. Las puestas, que agrupan 100 a 150 huevos, se escalonan de abril a octubre en nuestras regiones.

Durante la estación favorable, en 8 a 12 horas, los huevos se vuelven larvas o gusanos muy voraces; 8

días (*Musca*) o 10 a 20 días (*Calliphora*) son necesarios para la transformación de éstas en ninfas que se encierran en un capullo quitinoso de donde sale el insecto perfecto tras una incubación de 12 días (verano) a 1 mes; después, las generaciones se suceden.

El ciclo evolutivo completo (huevo, larva, ninfa, adulto) no dura, en pleno verano más que 12 días. Es preciso pues un mínimo de 12 días para encontrar capullos vacíos bajo un cadáver, bajo los vestidos o en la tierra a donde las larvas emigran para enquistarse.

El grupo sarcófaguiano es atraído por el olor cadavérico de un tejido humano en descomposición. Se compone igualmente de moscas: *Sarcophaga* (mosca de color gris cuyo abdomen está cubierto de manchas tornasoladas dispuestas en damero), *Lucilia* (de 7 a 9 mm. de larga, de coloración verde de reflejos brillantes con manchas blancas a los lados de la frente), *Cynomyia* (abdomen azul violáceo).

Si las crisálidas examinadas tienen los estigmas respiratorios posteriores situados en el fondo de una depresión, proceden de *Sarcophaga*, moscas que ponen larvas vivas cuyo ciclo evolutivo es más corto.

El grupo dermestiano coloniza el cadáver en el momento del desprendimiento de los ácidos grasos volátiles (ácido butírico de olor fuerte) procedente del enranciamiento de las grasas. Comprende los coleópteros del género *Dermestes* y una pequeña mariposa, *Aglossa*, que se nutren de grasa y devoran la grasa del cadáver.

En las regiones muy cálidas, desérticas, los *Dermestes* son capaces de reducir un cadáver al estado esquelético entre 40 y 100 días, experimentalmente en 24 días; su ciclo evolutivo dura 30 días.

En el grupo corinetiano se encuentran pequeñas moscas (*Pyophyla casei*, mosca muy común en el queso, cuya larva se desplaza saltando), pero sobre todo coleópteros del género *Korynetes* y *Necrobia*, de 5 mm de largo, azules o rojos. Estos insectos acuden en el momento de la "fermentación caseosa" de las materias proteicas que sigue a la fermentación butírica de las grasas.

Los insectos del grupo silfiano son dípteros de pequeña talla, del tipo de los Phoridae (*Phora aterina*), de los *Ophyra*, y de los coleópteros de la familia de los Silphidae, de los que los más representativos son los *Necrophorus* (Fig. 2f). Son atraídos por las

emanaciones amoniacales procedentes de líquidos saniosos.

El grupo acariano se compone de pequeños ácaros, cuya talla es inferior a un milímetro. Se desarrollan en las últimas serosidades pútridas y secan el cadáver.

Después del tercer año, las últimas escuadras atacan a los tendones, a las aponeurosis, a los cabellos, y no dejan más que los huesos; consumen también los restos de insectos abandonados por las escuadras precedentes.

Estos mismos insectos corroen las pieles y destruyen las colecciones de libros y de ciencias naturales. Son coleópteros del género *Anthrenus*, devastadores de las peleterías, y de las larvas de pequeñas mariposas.

Balthazard, a instancias de Brumpt, indica unos errores cometidos por Mégnin, al realizar la clasificación. En el primer grupo, Mégnin sitúa los dípteros de los géneros *Musca*, *Curtonevra* y *Calliphora*, que no depositan sus huevos más que en cadáveres aun frescos. Brumpt, señala que la mosca doméstica no pone nunca sus huevos en cadáveres; igualmente se indica que Mégnin afirmaba que las *Curtonevra* habi-

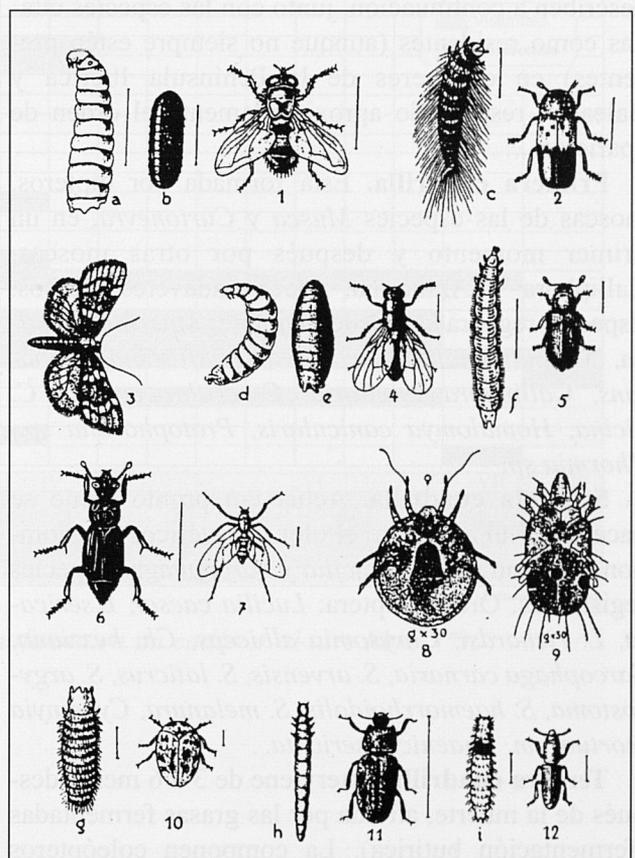


Fig. 3.

tan medios exclusivamente rurales; si este hecho fuera exacto, la presencia de larvas o de ninfas de *Curtonevra* en un cadáver encontrado en la ciudad demostraría que dicho cadáver había sido transportado del campo. En realidad, la *Curtonevra stabulans*, mosca robusta que difiere de la mosca doméstica, sobre todo en la forma encorvada de los nervios del ala, frecuenta las ciudades, donde abunda en las cabañerías y alrededor de los mercados.^{3, 4, 12}

Balthazard, menciona por último, que tanto las *Curtonevra* como las *Calliphora* buscan con tanta avidez los cadáveres en que la putrefacción ha comenzado como los cadáveres frescos. Esos dípteros no son comúnmente los primeros que atacan los cadáveres; las *Lucilia* y las *Sarcophaga* parecen estar dotadas de un olfato más sutil, siendo las primeras que van a depositar inmediatamente sus huevos en los sitios propios, si el cadáver está abandonado al exterior de la casa.

Cronosucesión de especies

Mégnin, en 1894, identificó ocho grupos diferenciables, que se conocen como escuadras, escuadrillas, o simplemente cuadrillas.

Las características de cada una de las cuadrillas se describen a continuación, junto con las especies citadas como residentes (aunque no siempre estén presentes) en cadáveres de la Península Ibérica y Baleares, respetando aproximadamente el orden de aparición.

Primera cuadrilla. Está formada por dípteros, moscas de las especies *Musca* y *Curtonevra*, en un primer momento y después por otras moscas, *Calliphora* y *Anthomia*. Ataca cadáveres frescos. Especies registradas. Orden Diptera: *Musca domestica*, *M. autumnalis*, *Curtonevra* (= *Muscina*) *stabulans*, *Calliphora vomitoria*, *C. erithrocephala*, *C. vicina*, *Homalomya canicularis*, *Protophormia* sp., *Phormia* sp.

Segunda cuadrilla. Actúa tan pronto como se hace sentir al aire libre el olor cadavérico. Sus componentes son moscas *Lucilia* y *Sarcophaga*. Especies registradas. Orden Diptera: *Lucilia caesar*, *L. sericata*, *L. richardsi*, *Chrysomya albiceps*, *Ch. bezziana*, *Sarcophaga carnaria*, *S. arvensis*, *S. laticrus*, *S. argyrostoma*, *S. haemorrhoidalis*, *S. melanura*, *Cynomyia mortuorum*, *Phaenicia sericata*.

Tercera cuadrilla. Interviene de 3 a 6 meses después de la muerte, atraída por las grasas fermentadas (fermentación butírica). La componen coleópteros (*Dermestes*) y lepidópteros (*Aglossa*). Especies regis-

tradas. Orden Coleoptera: *Dermestes lardarius*, *D. vulpinus*, *D. frischii*, *D. murinus*, *D. bicolor*, *D. undulatus*, *D. maculatus*. Orden Lepidoptera: *Aglossa pingualis*.

Cuarta cuadrilla. Es atraída por la fermentación caseica o albuminoidea y se compone de moscas (*Anthomia*, *Pyophila casei*) y coleópteros (*Korynetes*). Especies registradas. Orden Diptera: *Pyophila casei*, *P. petasionis*, *Anthomia vicina*, *Fannia scalaris*, *F. incisurata*, *F. canicularis*, ejemplares de las familias *Drosophilidae*, *Sepsidae* y *Spheropteridae*. Orden Coleoptera: *Necrobia ruficollis*, *N. rufipes*, *Korynetes geniculatus*, *K. violaceus*.

Quinta cuadrilla. La atrae la fermentación amoniacal. Se compone de dípteros de los géneros *Tyreophora*, *Lonchea*, *Ophyra* y *Phora*, de coleópteros de la familia de los sílfidos y de los géneros *Necrophorus*, *Silpha*, *Hister* y *Saprinus*. Especies registradas. Orden Diptera: *Lonchaea nigrimana*, *L. latifrons*, *Tyreophora cynophila*, *T. furcata*, *Ophyra cadaverina*, *O. leucostoma*, *O. antrax*, *Phora aterina*, *Triphleba trinervis*, *T. hyalinata*, *T. opaca*, *Diploneura abdominalis*, *Lonchaea corea*, *L. aurea*. Orden Coleoptera: *Necrophorus fossor*, *N. humator*, *N. germanicus*, *N. vespillo*, *N. sepultor*, *N. interruptus*, *N. vespilloides*, *N. vestigator*, *Tanatophilus rugosus*, *Silpha obscura*, *S. puncticollis*, *Necrodes littoralis*, *Hister cadaverinus*, *H. quadrimaculatus*, *H. ventralis*, *H. purpurescens*, *H. uncinatus*, *H. bimaculatus*, *H. unicolor*, *H. ignobilis*, *Saprinus rotundatus*, *S. maculatus*, *S. semipunctatus*, *S. virescens*, *S. depressus*, *S. semistriatus*, *Triphleba trinervis*, *T. hyalinata*, *T. opaca*, *Diploneura abdominalis*, *Phora aterina*, *Oecheotoma thoracicum*, *Coprophilus striatulus*, *Omalius rivulare*, *Creophilus maxillosus*, *Catops zariquievi*.

Sexta cuadrilla. Absorbe el resto de los humores líquidos dejados por las anteriores cuadrillas, con lo que se desecan y hasta momifican las partes orgánicas que aún resistían. Son todos acarianos de los géneros *Uropoda*, *Trachinotus*, etc. Especies registradas. Subclase Acarida: *Uropoda numularia*, *Trachinotus cadaverinus*, *Glyciphagus cursor*, *G. spinipes*, *Tyroglyphus longior*, *T. siro*, *T. farinae*, *T. entomophagus*, *T. siculus*, *T. mycophagus*, *T. urophorus*, *Serrator amphibius*, *S. necrophagus*, *Tyroglyphus echinopus*.

Séptima cuadrilla. Aparece cuando ya sólo quedan restos momificados que no dan pábulo a los agentes fermentativos; los obreros de esta cuadrilla son los mismos que roen los vestidos, tapices, pieles, etc. Son coleópteros (*Dermestes*, *Attagenus*, *Anthrenus*) y lepidópteros (*Aglossa* y *Tineola*). Especies registradas. Orden Coleoptera: *Anthrenus*

muscorus, *Attagenus latreille*, *A. pellicus*, *A. piceus*, *A. verbasci*, *Dermestes maculatus*, *Rhizophagus sp.*, *Philonthus sp.* Orden Lepidoptera: *Aglossa caprealis*, *Tineola biselliella*, *T. pellionella*.

Octava cuadrilla. La componen tan sólo unas pocas especies de insectos, entre los que destacan los pertenecientes a los géneros *Tenebrio* y *Ptinus*, que hacen desaparecer los restos que dejaron los demás. Especies registradas. Orden Coleoptera: *Tenebrio molitor*, *T. obscurus*, *Ptinus brunneus*, *Philonthus ebenimus*, *P. atratus*, *P. fuscipennis*, *P. sanguinolentus*, *P. carbonarius*, *P. laevicornis*, *P. laminatus*, *Rhizophagus parallelcolis*, *Trox hispanus*.

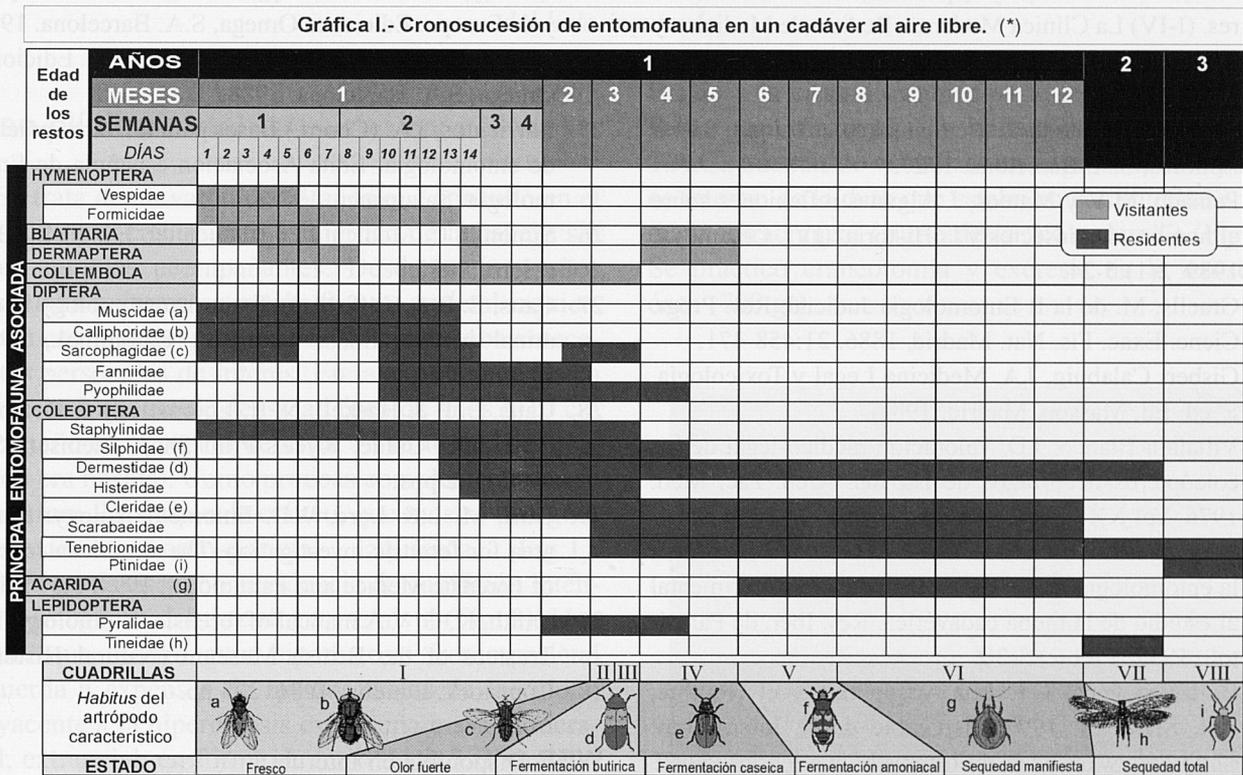
Comentarios finales

Balthazard suprime el primer grupo de Mégnin y lo adiciona al segundo, que comprende, por consiguiente, los dípteros de los géneros *Curtonevra*, *Calliphora*, *Sarcophaga* y *Lucilia*; así establece los siete grupos representados en la Figura 3, pero su sugerencia ha tenido escaso eco entre los especialis-

tas.^{5, 23, 17, 24, 25}

A la vista de la Gráfica 1, para cadáveres al aire libre, sería más aconsejable la división en cuatro etapas: la primera (cuadrillas 1ª y 2ª), de predominio dipteriano, que abarca desde el momento de la muerte hasta el inicio de los procesos fermentativos; la segunda (cuadrillas 3ª, 4ª y 5ª), de colonización coleopteriana, engloba las fermentaciones butírica, caseica y amoniacal, respectivamente; la tercera (cuadrilla 6ª), de desecación, caracterizada por un predominio acariano, y la cuarta y última etapa (cuadrillas 7ª y 8ª), también de dominio de coleópteros, especialistas en materia orgánica seca.

Gráfica I.- Cronosucesión de entomofauna en un cadáver al aire libre. (*)



(*) Elaboración propia

Gráf. 1. Cronosucesión de entomofauna en un cadáver al aire libre. (*)

Bibliografía

1. Mehlhorn, H. y Piekarski, G. Fundamentos de Parasitología. Parásitos del Hombre y de los Animales Domésticos. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. 1993.
2. Nuorteva, P. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In Tedeschi, C.G., Eckert, W.G., & Tedeschi, L.G. [eds. Forensic medicine: a study in trauma and environmental hazards. Saunders, Philadelphia. 1977. 1072-1095.
3. Fiebiger, J. Los Parásitos Animales del Hombre y de los animales domésticos. Ed. Viuda de Juan Pueyo. Madrid. 1942.
4. Capó, M.A. Veterinaria Legal con Deontología. Ed. EUTESA. Madrid. 1989.
5. Balthazard, V. Medicina Legal. Salvat Editores. S.A. Barcelona. 1933.
6. Leclercq, M. & Brahy, G. Entomologie et Médecine Légale. L'entomofaune des cadavres humains: sa succession par son interpretation, ses resultats, ses perspectives. Journal de Médecine Légale. Droit Médical, 1990. 36(3-4):205-222.
7. Ríos, T. Los insectos y la putrefacción de los cadáveres. (I-IV) La Clínica Moderna, Revista de Medicina y Cirugía, 1902. (I-II): 1(2):74-80; (III-IV): 1(4):171-180.
8. Thoinot, L. Tratado de Medicina Legal. Tomo I. Salvat Editores, S.A. Barcelona. 1927.
9. Peinado, M.V. y Mateos, J. Algunas reflexiones sobre el hombre, los insectos y la Historia. (IV). Cerambyx, 1989. 2(1):5-24.
10. Graells, M. de la P. Entomología Judicial. Rev. Progr. Cienc. Exac. Fís. Nat. Madrid, 1886. 21:458-471.
11. Gisbert Calabuig, J.A. Medicina Legal y Toxicología. 5ª ed. Ed. Masson. Madrid. 1988.
12. Villalaín Blanco, J.D. Valoración médico-legal de los coleópteros necrófagos de España. Arch. Fac. Med. 1976. Vol XXIX, nº 2, 89-99. Madrid.
13. Domínguez, J. y Gómez, L. Observaciones en torno a la entomología tanatológica. Aportación experimental al estudio de la fauna cadavérica. Rev. Iber. de Parasitol., 1957. 17(1-2):3-30.
14. González Peña, C.F. Los Artrópodos y el Hombre. Bol. SEA; 20. 1997 Disponible desde Internet en: <<http://www.ots.ac.cr/rbt/tropiweb/inverteb/insectos/forense.htm>> [Con acceso el 1 de octubre de 2001
15. Magaña, C. La Entomología Forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. Bol. SEA, 2001. 28:49-57.
16. Moreno, M., Piera, J.A., Antón, F., Mené, C., Mulet, F., y Tirado, J.J: La entomología aplicada a la investigación forense. Disponible desde Internet en: <<http://www.enfervalencia.org/ei/articulos/rev52/artic06.htm>> Con acceso el 1 de octubre de 2001
17. Mégnin, C. La Fauna de los Cadáveres. Saturnino Calleja, Editor. Madrid. 1894. Edición Fascímil. 1992. Librerías "París-Valencia". Valencia. 1992.
18. Anderson, G. S The use of insects in death investigations: an analysis of cases in British Columbia over a five year period. Can. Soc. Forens. Sci. J., 1995. 28(4):277-292.
18. Goff, M.L. Estimation postmortem interval using arthropod development and successional patterns. Forensic Sci. Rev., 1993. 5:91-94.
19. Greenberg, B. Flies as forensic Indicators. J. Med. Entomol., 1991. 28(5):565-577.
20. Reiter, C. Molting of blowfly larvae as an indicator in determination of the time of death. En B. Jacob & W. Bonte (eds), Advances Forensic Sciences, 1995. Vlo. 4. Dr. Köster Verlag. Berlin.
21. Richards, E. N. and Goff, M. L. Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii Island, Hawaii. J. Med. Entomol. 1997. 34:328- 339.
22. Viejo, J. L. y Romero, P. S. Entomología Forense. Quercus, 1992. 82 (Dic.):33-35.
23. Chinery, M. Guía de campo de los Insectos de España y de Europa. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 1977.
24. Chinery, M. Guía de los Insectos de Europa. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 1988.
25. Barrientos, J.A. (Coord.) Bases para un curso práctico de entomología. Edita Asociación española de Entomología. Salamanca. 1988.
26. Simonin, C. Medicina Legal Judicial. Ed. JIMS. Barcelona. 1982.
27. Catts, E. P. & Goff, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. Ann Rev. Entomol., 1992. 27:253-272.
28. Catts, E. P. & Haskell, N. H. Entomology & Death: A Procedural Guide. Joyce's Print Shop. Clemson, SC. 1990. 182 pps.
29. Goff, M. L. & Lord, W.D. Entomotoxicology: a new area for forensic investigation. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology., 1994. 1:511-57.
30. Smith, K. G. V. A manual of forensic entomology. The Trustees of the British Museum (Natural History). Comstock. London. 1986. 205 pp.

WEB Disponible en Internet

1. <http://www.ento.csiro.au/>
2. <http://web.missouri.edu/>
3. <http://www.rcmp-learning.org/>
4. <http://www.insectinvestigations.com/>