



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ZARAGOZA

DIPLOMADO EN QUÍMICA LEGAL

Dípteros de la familia *Calliphoridae* productores de Miasis asociados a un intervalo Post-mortem

T E S I N A

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

PRESENTA:

VICTOR HUGO JARAMILLO LARA

ASESOR: MARTINEZ FLORES MA. GALIA



MÉXICO D.F.

OCTUBRE DEL 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS:

- ⊖ **A DIOS:** Por darme todo lo necesario y nunca dejarme solo.

- ⊖ **A MIS PADRES:** Por darme la vida, cuidar siempre de mí y darme los mejores consejos, porque sólo la superación de mis ideales, me han permitido comprender cada día más la difícil posición de ser padres mis conceptos, mis valores morales y mi superación se las debo a ustedes; esto será la mejor de las herencias; lo reconozco y lo agradeceré eternamente. En adelante pondré en práctica mis conocimientos y el lugar que en mi mente ocuparon los libros, ahora será de ustedes, esto por todo el tiempo que les robé pensando en mí.

- ⊖ **A MIS HERMANAS:** Porque me han aguantado siempre y los consejos que me dieron las amo y siempre estaremos juntos los 3 pecheros

- ⊖ **A GISELA R. ANGEL:** Por todos los momentos tan maravillosos que pasamos juntos desde que te conocí a la fecha, hemos aprendido a madurar y nos esperan cosas mejores porque desde que te vi supe que eras el amor de mi vida.

ÍNDICE

I. Resumen.....	1
II. Introducción.....	2
III. Marco Teórico.....	5
3.1 Reseña histórica.....	5
3.2 Definición y generalidades de entomología forense.....	10
3.3 Estudio del proceso de descomposición de un cadáver.....	12
3.3.1 Periodos de la descomposición de un cadáver.....	13
3.4 Determinación del intervalo post-mortem.....	14
3.4.1 Mínimo intervalo <i>post-mortem</i>	15
3.4.2 Contaminación.....	16
3.4.3 Variables que pueden afectar la estimación del IPM.....	16
3.5 Dípteros.....	19
3.5.1 Dípteros de la familia <i>Calliphoridae</i>	19
3.5.2 Morfología y fisiología.....	21
3.5.3 Díptera: <i>Calliphoridae</i>	23
3.6 Estudios de las larvas de los dípteros <i>Calliphoridae</i>	25
3.6.1 Edad de las larvas y tasa de desarrollo.....	25
3.6.2 Las moscas como relojes biológicos.....	26
3.7 Miasis.....	28
3.7.1 Formas clínicas.....	29
3.8 Dípteros causantes de miasis.....	30
3.9 Métodos para realizar las tomas de muestras entomológicas en la escena del crimen.....	33

3.10	Conservación de las muestras entomológica.....	35
3.10.1	Muestras vivas, en seco.....	35
3.10.2	Muestra fijada en etanol.....	37
3.10.3	Muestra de tierra.....	37
3.10.4	Muestreo entomológico realizado en interiores.....	38
3.10.5	La muestra entomológica tomada durante el procedimiento de autopsia.....	39
3.10.6	Protocolo a seguir para la recogida de muestras.....	39
IV.	Problema de Investigación.....	40
4.1	Planteamiento del Problema.....	40
4.2	Importancia de estudio.....	41
V.	Objetivos.....	42
5.1	Objetivo general.....	42
5.2	Objetivos particulares.....	42
VI.	Hipótesis.....	42
VII.	Metodología.....	43
7.1	Tipo de estudio.....	43
7.2	Método.....	43
VIII.	Resultados.....	43
IX.	Análisis de resultados	46
X.	Conclusiones.....	47
XI.	Anexos.....	48
XI.	Referencias.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de un Díptero.....	19
Figura 2. <i>Chrysomya albiceps</i>	20
Figura 3. <i>Calliphora vomitora</i>	20
Figura 4. <i>Cynomia mortorum</i>	21
Figura 5. <i>Lucilia sp.</i>	21
Figura 6. Moscas de la familia <i>Calliphoridae</i> que causan miasis.....	22
Figura 7. Descripción de <i>Chrysomya rufifacies</i>	23
Figura 8. Descripción de <i>Cochliomyia macellaria</i>	24
Figura 9. Descripción de <i>Phaenicia sericata</i>	24
Figura 10. Ciclo de vida de <i>Chrysomya rufifacies</i> (Díptera: <i>Calliphoridae</i>).....	26
Figura 11. Curva de crecimiento larval hipotética.....	28
Figura 12. <i>Cochliomyia hominivorax</i> adultos y larva.....	33
Figura 13. Masa de huevos de <i>Cochliomyia</i> en una herida.....	33
Figura 14. Composición de un kit para muestreos entomológicos.....	35
Figura 15. Muestra conservada en seco.....	36
Figura 16. Muestra fijada en etanol de 70°	37
Figura 17. Muestra de tierra compuesta por múltiples extracciones.....	38

I. RESUMEN

Este trabajo pretende investigar cuales insectos se asocian a cadáveres humanos, porque estos les resultan muy atractivos al sufrir una descomposición, lo que ocasiona que rápidamente sean colonizados por diferentes tipos de insectos. Por tal motivo se requiere saber por medio de la entomología forense, los factores que dichos insectos necesitan para su desarrollo, y así poder utilizarlos en la estimación de las causas y el posible lugar de la muerte, además de saber cuales son los primeros dípteros necrófagos en llegar a colonizar un cadáver después de comenzada la autólisis, la putrefacción y saber cual es la causa del porqué llegan al cadáver. También es importante saber que las larvas de estos dípteros afectan a los humanos y a sus mascotas, provocando una infestación que, durante al menos un periodo de tiempo, se alimentan de tejidos, fluidos corporales o alimento ingerido por el hospedero, lo que se le conoce con el nombre de miasis (del griego "*Myia*": mosca).

II. INTRODUCCIÓN

La entomología forense trata del empleo de los insectos, y en términos más generales de los artrópodos en una investigación judicial. La estimación del intervalo *post-mortem* representa la aplicación principal de la entomología legal tras el descubrimiento de un cadáver. Fundamentada en el empleo de indicios vivos, esta disciplina particular debe poder integrarse perfectamente en el conjunto de los procedimientos criminalísticos puestos en práctica tras el descubrimiento de un cuerpo ⁽²²⁾.

El uso de los insectos en investigaciones legales data del siglo XIII en China, cuando se logró descubrir el causante de la muerte de un campesino asesinado con una hoz. En aquel entonces, Sung Tz'u, comisario de la aldea, hizo un llamado a todos los trabajadores del lugar para realizar los interrogatorios correspondientes y tras no obtener información sobre el asesinato, hizo que los campesinos llevaran sus herramientas de trabajo y las pusieran frente a la multitud. Las moscas fueron atraídas hacia una de las hoces, probablemente por los restos de sangre o tejido. En ese momento, el dueño de la hoz fue confrontado por Sung Tz'u y confesó su crimen ⁽⁷⁾.

La Entomología Forense comenzó en Europa al final del siglo XIX gracias a las publicaciones de los investigadores Bergeret, Brouardiel, Yovanovitch y Mégnin. Posteriormente en el continente americano, los insectos asociados a la descomposición de cadáveres también fueron estudiados en los años subsiguientes, tanto en los expuestos al aire libre como en los enterrados. El desarrollo de los insectos está fuertemente influenciado por la temperatura ambiental. En términos generales, a mayor temperatura más rápido se desarrollan los insectos, ya que son organismos poiquilotermos, es decir regulan su temperatura con la del medio ambiente. Las especies de insectos y sus tiempos de colonización varían de acuerdo con la región geográfica. A medida que transcurre el proceso de la descomposición, el olor de los gases y el estado del cadáver varían, ya que los tejidos blandos (piel y músculo)

desaparecen, razón por la cual, la cantidad y diversidad de insectos en el cuerpo va cambiando ^(7, 9).

Generalmente, los primeros insectos que colonizan los cadáveres son los dípteros (moscas), los necrófagos del orden *Díptera* son atraídos de forma selectiva con un orden preciso y en particular los de la familia *Calliphoridae*, que aparecen durante las primeras fases de descomposición de un cadáver después de comenzada la autólisis y la putrefacción, atraídos por el olor de gases desprendidos en el proceso de degradación de los principios inmediatos (glúcidos, lípidos y protéidos), gases como amoníaco (NH₃), ácido sulfhídrico (H₂S), nitrógeno (N₂) y anhídrido carbónico (CO₂), aumenta la riqueza de las especies con ello la diversidad y equidad, donde en los primeros días de descomposición se aprecia la alta proporción de especies y abundancia de individuos necrófagos. Aún cuando la aparición de estos insectos puede variar dependiendo de la época del año y de la situación del cadáver, su actividad acelera la putrefacción y la desintegración del mismo. En este se encuentra que luego de completar su fase larvaria migran al suelo para pupar, dejando el cadáver para que otros insectos como los coleópteros, *Dermestes ater degeer* y *Dermestes maculatus* de la familia *Dermestidae*, puedan aprovechar las regiones esqueléticas ⁽¹⁹⁾.

Tras el descubrimiento de un cadáver, la toma de muestras entomológicas puede ser realizada al mismo tiempo que el resto de las operaciones técnicas. Esto se traduce en la búsqueda de la fauna entomológica en todo momento y todo lugar. Por ejemplo, la fase de limpieza de la zona del descubrimiento o del desenterramiento de un cuerpo. El muestreo entomológico debe integrarse en un proceso global ⁽²²⁾.

El conjunto de los insectos recogidos debe ser representativo de la fauna presente en el cuerpo. Esto implica que todas las especies presentes en él, deben estar representadas en los muestreos. También implica que deben recogerse los estados inmaduros de mayor edad de cada una de las especies, puesto que serán representativos de la intervención de los primeros insectos

necrófagos y tendrán por consiguiente, un interés particular para la estimación del intervalo *post-mortem* ⁽²²⁾.

El intervalo *post-mortem* equivale al tiempo transcurrido entre la muerte y el descubrimiento del cadáver, o también al periodo de tiempo que ha estado un cadáver expuesto al ambiente ⁽¹¹⁾.

La miasis es la infestación de animales vertebrados y humanos por larvas de dípteros (moscas), las cuales por lo menos durante cierto periodo se alimentan de los tejidos vivos o muertos del hospedero, líquidos corporales o alimentos ingeridos por el hospedero. Esto puede ocurrir cuando una lesión o la presencia de excrementos hacen de los tejidos vivos una fuente de atracción para los insectos. La relevancia forense de la miasis se debe a que en algunos casos su causa puede ser la negligencia deliberada o el maltrato. Las moscas que producen miasis han sido clasificadas en 3 categorías: específicas, semiespecíficas y accidentales. El primer grupo comprende todas aquellas moscas cuyas larvas son parásitos obligados de los tejidos, como son la mayoría de las moscas zumbadoras y varios califorídeos. El segundo grupo abarca a las especies que comúnmente ponen sus huevos o depositan sus larvas en la carne o vegetales en descomposición y a veces también en tejidos lesionados o enfermos. El tercer grupo está formado por aquellas moscas que generalmente ponen sus huevos en los excrementos o en materia orgánica en descomposición y en ocasiones también en los alimentos. Los diversos tipos de miasis se clasifican anatómicamente por la localización de los tejidos afectados, por ejemplo intestinal, cutánea (Incluida la subcutánea), nasal, oftálmica o auricular ⁽¹¹⁾.

La miasis causada por moscas es un término genérico que engloba especies de numerosas familias de dípteros entre las cuales *Calliphoridae* y *Oestridae* son las más importantes. Las diferentes especies causantes de miasis pueden ser clasificadas como saprófagas (especies que viven libres), facultativas o parásitos obligados que se caracterizan por la habilidad de sus larvas para desarrollarse en tejidos animales ⁽¹¹⁾.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 RESEÑA HISTÓRICA

El uso de insectos en la rama forense empezó a trabajarse como ciencia a mediados del siglo XIX. En el año 1850, Bergeret hizo la primera determinación del tiempo de muerte en un cadáver, basándose en el desarrollo de las larvas y pupas que contenía. Este fue uno de los primeros casos en que la evidencia entomológica fue admitida en un tribunal de justicia ⁽²⁷⁾.

La Entomología Forense comenzó en Europa al final del siglo XIX gracias a las publicaciones de los investigadores Bergeret, Brouardiel, Yovanovitch y Mégnin. Posteriormente, en el continente americano los insectos asociados a la descomposición de cadáveres también fueron estudiados en los años subsiguientes, tanto en los expuestos al aire libre como en los enterrados. El desarrollo de los insectos está fuertemente influenciado por la temperatura ambiental. En términos generales, a mayor temperatura más rápido se desarrollan los insectos, ya que son organismos poiquilotermos, es decir regulan su temperatura con la del medio ambiente. Las especies de insectos y sus tiempos de colonización varían de acuerdo con la región geográfica. A medida que transcurre el proceso de la descomposición, el olor de los gases y el estado del cadáver varían, ya que los tejidos blandos (piel y músculo) desaparecen, razón por la cual, la cantidad y diversidad de insectos en el cuerpo va cambiando ^(7, 9).

MÉGNIN (1894), establece la teoría de “Les escuadrilles des travailleurs de la mort” consistente, en esencia, en determinar las oleadas de artrópodos que invaden el cadáver de forma sucesiva en el tiempo y que, delimitan o se correlacionan claramente con el proceso de descomposición del organismo hasta su desaparición. En el continente americano los insectos asociados a la descomposición de cadáveres también fueron estudiados en fechas próximas, tanto en los expuestos al aire libre como en los enterrados. MOTTER (1898) estudió, por ejemplo, la fauna entomológica presente en 150 cadáveres desenterrados de sus tumbas ⁽⁹⁾.

CHAPMAN & SANKEY (1955), en Oxford (Reino Unido), estudiaron la fauna invertebrada en cadáveres de conejos expuestos en tres ambientes diferentes, en lugar seco y oscuro, con luz y a cielo abierto. Determinaron tres estados de descomposición, identificando 41 taxones diferentes y estudiando las relaciones encontradas en la cadena alimentaria en que se convierte el medio carroñero ⁽⁹⁾.

REED (1958), en Tennessee (EE UU), utilizó 43 cadáveres de perros que fue colocando sucesivamente, en diferentes ambientes, en bosques y pastos, estudiando la sucesión de insectos y sus relaciones, completando una lista de artrópodos y estableciendo una cadena trófica interdependiente. Dividió el proceso en cuatro estados de descomposición: fresco, hinchado, en descomposición y seco. Llegando a asociar a la carroña unas microcomunidades de artrópodos y encontrando que los expuestos al sol directamente se descomponen más rápidamente y que en ese ambiente es menor el número de artrópodos que en la zona boscosa. Se identificaron 240 especies de dos clases, siete órdenes, 50 familias y 140 géneros ⁽⁹⁾.

PAYNE (1965), estudió las diferencias en el proceso de descomposición entre los cadáveres de lechones expuestos a los artrópodos y los protegidos de su acción. Para los primeros encontró seis estados de descomposición: fresco, hinchado, en descomposición activa, descomposición avanzada, seco y por último la etapa en que sólo quedan los restos; y cinco para los segundos: fresco, hinchado, estado de flacidez y deshidratación corporal, el de momificación y el de desecación y desintegración. Sin artrópodos la descomposición fue más lenta. Se encontraron diferencias de temperatura entre el aire, el suelo y los cadáveres, atribuyendo al metabolismo de las bacterias y larvas de dípteros el incremento de la temperatura en los cerdos. Encontró para cada estado, un particular grupo de artrópodos e identificó un total de 522 especies representando tres *fílums*, nueve clases, 31 órdenes, 151 familias y 359 géneros. Cuatro grupos de artrópodos (*Coleoptera*, *Díptera*, *Hymenoptera* y *Araneae*) representaron el 78% del total de la entomofauna capturada. Dos familias de coleópteros, *Histeridae* y *Staphylinidae*, y tres de

dípteros, *Calliphoridae*, *Sarcophagidae* y *Muscidae*, representaron el 25 % del total ⁽⁹⁾.

Son muchos los autores posteriores que pueden señalarse. Nos limitamos a indicar algunos de las más importantes para el desarrollo de la disciplina. LECLERCQ (1978), en Bélgica, publica “Entomologie et Médecine Légale” estudiando las ocho escuadras de los trabajadores de la muerte y las aplicaciones prácticas en medicina legal que tienen estos estudios, exponiendo sucesos reales donde han sido aplicados.

JIRON & CARTIN (1981), en Costa Rica, en pleno trópico, con la estación seca y usando cadáveres de perros, estudiaron la sucesión de insectos y las relaciones tróficas entre los mismos. Encontraron cuatro estados de descomposición: decoloración, enfisematoso, licuefacción y de restos esqueléticos. Señalan que la sucesión dependerá de la preferencia por el recurso, de la competición interespecífica y del microclima del sustrato. Encontraron gran actividad de los insectos en las horas crepusculares coincidiendo con una humedad ambiental elevada y un descenso de la temperatura en el ambiente. Entre los artrópodos capturados los principales consumidores de los cadáveres fueron dípteros de las familias *Calliphoridae* y *Piophilidae* así como coleópteros de la familia *Dermestidae*. Los principales predadores fueron coleópteros de la familia *Histeridae*. Algunas de las especies encontradas ya estaban asociadas a sustratos similares en los bosques secos y húmedos tropicales ⁽⁹⁾.

VINCENT et al. (1985), recopilan la bibliográfica sobre el tema de entomología forense, recogiendo un total de 329 referencias hasta 1983. KEH (1985), plantea un mayor uso de la entomología en cuestiones legales, y expone casos prácticos en los que su uso ha ayudado a resolver casos policiales y judiciales. En el mismo año, SMITH (1985), sienta una sólida base, de vigencia actual, haciendo un repaso técnico de todos los campos que aborda la entomología forense en su libro “A manual of forensic entomology” ⁽⁹⁾.

LECLERCQ & BRAHY (1985), exponen cuatro casos reales donde los artrópodos encontrados dan idea de las fechas de la muerte, utilizando como referencias a los dípteros *Calliphora vicina* y *Calliphora vomitoria*; también dan una pauta o protocolo de actuación para el investigador en casos semejantes⁽⁹⁾.

SAIZ et al. (1989), en Chile, estudiaron los cambios de la “mesofauna” asociada a la descomposición de cadáveres de conejos, en un clima típico mediterráneo. Describieron cuatro fases de descomposición: fresca, enfisematosa, licuefacta y seca. Concluyeron que las condiciones ambientales en que se desarrolla el proceso de descomposición de un cadáver de conejo son determinantes, tanto en su velocidad, como en las características de sus fases tanatológicas. Además la composición de la fauna asociada al proceso difiere en gran proporción de acuerdo a las condiciones ambientales en que se da el proceso y a la naturaleza de la fauna que ya exista en el medio⁽⁹⁾.

KENTNER & STREIT (1990), en Alemania, utilizando ratones de laboratorio como cebo en nueve localizaciones distintas, estudiaron las especies de insectos que acuden a los cadáveres, así como las diferencias de presencia entre los hábitats empleados, zona cerrada de bosque y abierta a la luz en claros, intentando establecer separaciones de especies en las diferentes etapas de colonización. Según sus resultados, en los sitios abiertos y luminosos la especie más frecuente fue *Lucilia sericata* y en los sitios más oscuros *Lucilia caesar*. Identificaron un total 158 especies de 86 géneros, hallando una sucesión temporal de los dípteros visitantes: en primer lugar los de la familia *Calliphoridae*, seguidos por los *Muscidae* y por último diferentes *Acalyptratae*. Respecto a los coleópteros asociaron la familia *Dermestidae* al consumo en la etapa seca de descomposición de los restos que han dejado las larvas de dípteros⁽⁹⁾.

BERANGER (1990), en Francia, publica el libro “Les insectes dans l’enquête policière” de carácter general y con abundantes fotografías en color, que puede ser de gran ayuda práctica en una primera toma de contacto con este campo de investigación. CATTS & HASKELL (1990), en Estados Unidos, publican

“Entomology & Death: A Procedural Guide”, auténtica guía ilustrada con pautas, recomendaciones, dibujos y esquemas explicativos sobre aspectos prácticos de la entomología forense. CATTS & GOFF, en 1992, efectúan una nueva recopilación y un planteamiento renovado de la disciplina con los últimos avances en la aplicación de la entomología en las investigaciones criminales ⁽⁹⁾.

SHEAN et al. (1993), en Washington (EE UU), estudiaron las diferencias de descomposición entre cerdos expuestos al sol y a la sombra, comprobando que la velocidad de descomposición, depende claramente del número de larvas de dípteros que se alimentan del cadáver y todo el conjunto de la temperatura ambiente. Observaron diferencias de descomposición entre ambientes separados, tan solo por 300m, e identificaron 49 especies de artrópodos, sin incluir los accidentales y de los que 11 fueron capturados solamente en el sitio de sombra y 16 en el de exposición al sol. Utilizando como modelo animal lechones jóvenes se presenta una nueva línea de trabajo, ya que en algunos casos los cadáveres son encontrados en el agua y se hace necesario un estudio de los artrópodos acuáticos que pueden acudir a los cadáveres sumergidos ⁽⁹⁾.

PATRICAN & VAIDYANATHAN (1995), en New York (EE UU), experimentaron con ratas que habían sido eutinizadas de dos formas distintas, mediante la anoxia con CO₂ y con sobredosis de pentobarbital sódico. El 84% de todos los artrópodos capturados fueron dípteros, de los que el 76% pertenecían a la familia *Calliphoridae*. Observaron la sucesión de artrópodos y que los eutinizados con pentobarbital tardaron el doble en descomponerse que los otros, lo que indica que la manera de morir también influye en la descomposición de los cadáveres ⁽⁹⁾.

ANDERSON & VANLAERHOVEN (1996), En la British Columbia (Canadá), utilizando como modelos cadáveres de cerdos de 22 kg para extrapolar con el máximo acierto posible, los resultados a la especie humana, iniciaron un estudio de la sucesión de insectos que acuden a la carroña hasta los 271 días *post-mortem* en un medio rural y en dos ambientes, a cielo abierto y en sombra. Encontraron cinco estados de descomposición: fresco, hinchado, en

descomposición activa, en avanzada descomposición y de seco o restos. Registraron grandes diferencias entre la temperatura interna de la masa de larvas y la ambiental influyendo sobre los estados inmaduros de las larvas de los dípteros que allí se alimentan. Fueron los dípteros de la familia Calliphoridae los primeros en acudir a la carroña y realizar sus puestas, dominando el medio. Aunque no encontraron ejemplares del género *Calliphora* en la zona de exposición directa al sol ⁽⁹⁾.

Uno de los trabajos más destacados es la obra de Jason Byrd y James Castner, titulada "Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations", publicado en el año 2001. Mark Benecke, ha contribuido con una gran cantidad de aportes a la entomología forense, entre los cuales se destaca el libro "Insects and Corpses", editado en el 2002. En este mismo año Greenberg y Munich publican "Entomology and the Law: Flies as Forensic Indicators", donde se describen las moscas de importancia forense ⁽²⁷⁾.

3.2 DEFINICIÓN Y GENERALIDADES DE ENTOMOLOGÍA FORENSE

Entomología. (del griego entomón: insecto, y logos: tratado). Rama de la Zoología que trata del estudio de los insectos. Tiene gran importancia, tanto por el número y variedad de especies de insectos como por las relaciones útiles y perjudiciales de estos con el humano. Desde el punto de vista médico, la entomología tiene gran interés, pues muchos insectos actúan como agentes transmisores de enfermedades infecciosas graves, en animales y en el hombre, los primeros datos importantes sobre anatomía y biología de los insectos son atribuidos al filósofo griego Aristóteles ⁽¹⁰⁾.

La Entomología Forense estudia los insectos y otros artrópodos que acuden a los cadáveres y que aportan información útil en las investigaciones policiales y judiciales. Interpreta la información que suministran los insectos como testigos indirectos de un deceso, donde la patología clásica no provee todos los datos necesarios para resolver un caso. Los objetivos principales de esta ciencia son: determinar el intervalo *post-mortem* a través del estudio de la fauna cadavérica,

establecer la época del año en que ocurrió la muerte y verificar si un cadáver ha sido trasladado. Esta información, sin duda, da certeza y apoyo a otros medios de datación forense. De igual manera, esta ciencia puede ser utilizada para vincular al sospechoso con la escena de crimen o a su presencia anterior en el lugar de los hechos, relacionando la actividad de llegada de los insectos con los grupos que se encuentran en un área determinada ^(13,27).

La entomología forense, por otro lado proporciona una fuerte evidencia científica que puede ser defendida con éxito. Tiene diversas aplicaciones de muchísimo interés. La entomotoxicología, mediante la que se puede determinar la presencia de sustancias tóxicas, venenos, estupefacientes en estadíos pre-imaginales y adultos de insectos de interés forense. Asimismo, se encarga del estudio de los efectos causados por estas sustancias en el desarrollo de los artrópodos y de la miasis o infestación de vertebrados vivos por larvas de dípteros que, durante al menos un periodo de tiempo, se alimentan de tejidos muertos o vivos, fluidos corporales o el alimento ingerido por el hospedero. En casos de negligencia o maltrato deliberado, el análisis entomológico puede llegar a ser una poderosa evidencia para datar el periodo de tiempo de abuso o negligencia. Otra de las posibles aplicaciones de la entomología forense al ámbito policial se observa en la detección y determinación de residuos de disparo en estadíos pre-imaginales de diferentes especies de dípteros, aunque se ha avanzado poco en este sentido. Además la entomología molecular forense, se encarga del análisis de estadíos pre-imaginales y adultos de hexápodos de interés forense, mediante técnicas de ADN nuclear y ADN mitocondrial. El valor de los estudios moleculares reside en utilizar la citada tecnología ADN, para identificar poblaciones geográficas de dípteros, permitiendo de esta manera al taxónomo, comentar los posibles movimientos de los que pudiera haber sido objeto el cadáver; además de la correcta y rápida identificación de los artrópodos ⁽¹²⁾.

Para que pueda ser utilizada con todo el rigor necesario, la entomología forense debe recurrir a los procedimientos de toma de muestras y su tratamiento, lo más riguroso posible ⁽²²⁾.

La entomología forense en la actualidad, ha aumentado el número de lugares y grupos de investigación en los últimos años, sin embargo, todavía falta mucha información, tanto de los temas a tratar, como de las zonas geográficas a cubrir, lo cual obliga a recurrir a datos de otros países para la resolución de casos, además de las tres líneas básicas en las que se centran los proyectos de investigación llevados a cabo en nuestro país (faunística, sucesiones y desarrollo de dípteros), existen otras líneas necesarias en las investigaciones policiales y/o judiciales, que se desarrollan en otros países, tales como toxicología, ADN, comportamiento, efecto de diversas variables, etc. De las que todavía no se han realizado estudios en profundidad ⁽¹⁴⁾.

3.3 ESTUDIO DEL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DE UN CADÁVER

Toda vez que un cuerpo cesa sus procesos vitales, comienza su descomposición, iniciando desde la base misma de su estructura, las células. La muerte de éstas se da paulatinamente hasta la descomposición total del cuerpo, las partes de este se descomponen en secuencia: intestino, estómago, sangre del hígado, corazón y circulación, vías respiratorias y pulmones, cerebro, riñones, vejiga, músculos voluntarios y útero. La producción de sustancias volátiles comienza en el proceso de autólisis en un medio prácticamente anaerobio, lo que favorece un rápido crecimiento en la fauna bacteriana del sistema digestivo (*Bacteroides sp*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Streptococco*, *Coliformes*, *Proteus*, *Pseudomonas*, etc.) La mayoría de estos organismos actúan de manera casi inmediata degradando carbohidratos, proteínas y lípidos produciendo ácidos, gases, y otros productos que son las bases de los cambios de color, olor y consistencia en un cadáver y que son los primeros signos evidentes en un cadáver, conocido como putrefacción ^(6, 17).

De los productos de la fermentación, los más destacados son los gases de metano, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, y dióxido de carbono. La flora entérica produce una gran variedad de ácidos orgánicos, en particular el láctico, acético, propiónico y el ácido acetoacético. En conjunto estos son los responsables de crear un ambiente ácido en el cuerpo en descomposición.

Otros productos de importancia forense son los que resultan de la fermentación de alcoholes (etanol, butanol) y la acetona. Durante la descomposición, también destaca la desnaturalización de proteínas por la acción de exoenzimas que producen las bacterias, este proceso se da a nivel del citoplasma bacteriano. Durante el proceso de descarboxilación se produce sulfuro de hidrógeno, putrescina y cadaverina; lo que le da el olor característico a un cadáver.

3.3.1 PERIODOS DE LA DESCOMPOSICIÓN DE UN CADÁVER

A) 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.

B) Periodo Enfisematoso. Aparecen los gases de putrefacción y el cadáver comienza a hincharse. Comienza el desprendimiento de la epidermis (dos semanas).

C) Periodo Colicuativo. Despegamiento epidérmico, formación de ampollas, formación de colgajos, dedos, uñas, pelos, desinflación del cadáver, reblandecimiento de los órganos internos, los tejidos se transforman en un magma putrila-ginoso y desaparece su forma habitual. (Dura de 8 a 10 meses).

D) Periodo de Reducción Esquelética. Desaparición de las partes blandas, formación de putrilago, resistencia de algunos tejidos más fibrosos, desprendimiento de la cabeza, depresión del tórax, consunción completa, esqueletización completa (Dura de 2 a 5 años) ⁽¹⁰⁾.

NOTA: 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 ⁽¹⁰⁾.

3.4 DETERMINACIÓN DEL INTERVALO *POST-MORTEM*

La estimación del intervalo *post-mortem* (IPM), basada en la sucesión de las especies de la entomofauna cadavérica requiere el conocimiento de las especies y la estimación de los tiempos de desarrollo según las características biogeográficas del lugar donde se halle el cadáver ⁽¹¹⁾.

Los artrópodos asociados a los cadáveres, se estudian con el fin de resolver incógnitas relacionadas con casos judiciales. El principal es la data de la muerte, es decir, el tiempo transcurrido desde el deceso hasta que ha sido hallado el cadáver (este tiempo es denominado periodo *post-mortem*) ⁽⁹⁾.

El IPM 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 el esclarecimiento de un homicidio ⁽¹⁰⁾.

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 *post-mortem* ⁽²⁴⁾.

La observación de los insectos que colonizan un cuerpo proporciona dos métodos para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte. El primero consiste en estimar la edad de las larvas y la tasa de desarrollo. El segundo

método se basa en la sucesión de las especies de insectos que participan en la descomposición del cuerpo. El primero de estos métodos se suele utilizar durante las primeras fases de la descomposición, donde intervienen una o unas pocas especies de insectos, particularmente dípteros. Las estimas en este caso, se basan en el grado de desarrollo de las especies implicadas, y su comparación con las curvas de crecimiento obtenidas en condiciones biogeográficas similares. Para esta estimación se utiliza el cálculo de los denominados ADHs (horas grado acumulados) o ADDs (días grado acumulados), definidos como la cantidad de calor requerido por un organismo para completar los distintos estadios de desarrollo dentro de su ciclo vital. Es el producto acumulado de tiempo y temperatura. Conociendo los umbrales de desarrollo del díptero y la batería de datos de las temperaturas diarias registradas, podemos calcular el tiempo mínimo de ovo/larvificación del insecto ^(11, 13).

El segundo método se utiliza en estadios más avanzados de la descomposición, y se basa en la comparación de la fauna hallada en el cuerpo con patrones de sucesión faunística típicos del hábitat donde se haya encontrado el cadáver. Este método, tiene también en cuenta las tasas de desarrollo de las especies que intervienen en la sucesión para poder llegar a una estima del IPM. Por tanto, la identificación de las especies, el conocimiento de sus ciclos de vida, la duración de cada etapa según la temperatura y otros factores abióticos, son datos necesarios para determinar el IPM ^(11, 13).

3.4.1 MÍNIMO INTERVALO *POST-MORTEM*

La evaluación del IPM se basa en tablas de sucesión faunística en cadáveres humanos. La interpretación de esta sucesión, proporciona información para determinar los límites máximo y mínimo del IPM. Los primeros intentos de establecer la data de la muerte en estimas basadas en la sucesión de especies de la entomofauna cadavérica se debieron a Mégnin, Johnston y Villeneuve en el siglo XIX. Sus tablas de sucesión faunística se utilizan todavía, si bien con cambios propuestos por algunos autores más recientes que

consisten en la corrección de los periodos en función de la región geográfica, la latitud, el ecosistema, clima, etc.

Los cuerpos de personas socialmente aisladas pueden permanecer en sus domicilios sin ser descubiertos durante prolongados periodos de tiempo. Ocasionalmente, el cuerpo permanece “in situ” un periodo suficientemente largo como para alcanzar un estado de esqueletización parcial o completa. La investigación de estos casos es compleja por la degradación y contaminación de la evidencia. La entomología, mediante el estudio de la sucesión de insectos colonizadores, puede contribuir a estimar el tiempo mínimo de la muerte y/o la estación en la que ocurrió. El examen entomológico puede también confirmar si un cuerpo ha permanecido “in situ” durante un periodo considerable ⁽¹¹⁾.

3.4.2 CONTAMINACIÓN

Las pupas y puparios pueden contaminar las muestras entomológicas en la escena del crimen, tanto si son de origen humano, como de origen animal o de otro material orgánico en descomposición. Estos contaminantes pueden alargar erróneamente las estimas del intervalo *post-mortem* cuando no hay pupas o puparios genuinamente asociadas con el cuerpo. La sospecha de contaminación puede ser debida a la falta de actividad de los puparios recogidos en las proximidades del cuerpo, la presencia de restos animales próximos o la contaminación del suelo por restos animales previos ⁽¹¹⁾.

3.4.3 VARIABLES QUE PUEDEN AFECTAR LA ESTIMACIÓN DEL IPM

Existen numerosas variables que pueden alterar el establecimiento del (IPM), las cuales deben tenerse presentes a la hora de desarrollar un método de investigación, con miras a extrapolar los datos obtenidos a una situación forense particular. Las variables más importantes a tener en cuenta son:

-
-
- 1- Condiciones meteorológicas.
 - 2- Latitud geográfica.
 - 3- Tipo de sustrato.
 - 4- Lugar y condiciones en las que se halla el cuerpo.
 - 5- Relaciones intra e interespecífica de la fauna cadavérica.
 - 6- Conocimiento taxonómico de las especies y su biología.

Otras fuentes de variación importantes y encontradas por diversos autores en sus experimentos, o las situaciones forenses a las que debieron enfrentarse son la incapacidad de la víctima de ahuyentar por sí mismo los insectos, el efecto de sustancias tóxicas, fármacos y drogas en el desarrollo larval y pupal de los insectos, la atractibilidad de los artrópodos en estudios de sucesión y el nivel de exposición del cuerpo a los insectos ⁽²⁴⁾.

El medio ambiente es esencial cuando se va a estimar el (IPM), dado que el desarrollo de cualquier insecto está influenciado por las condiciones ambientales y por el microclima. Los factores más importantes a tener en cuenta son: temperatura, humedad relativa, pluviosidad, irradiación solar y nubosidad. Además, se deben tener en cuenta factores tales como tipo de vegetación, follaje, cobertura y desniveles del terreno ⁽²⁷⁾.

El desarrollo de los insectos está fuertemente influenciado por la temperatura ambiental en términos generales, a mayor temperatura más rápido se desarrollan los insectos, ya que son organismos poiquilotermos, es decir, regulan su temperatura con la del medio ambiente ⁽⁷⁾.

La temperatura y la humedad son factores extrínsecos que afectan la tasa de descomposición e influyen en la presencia de ciertos insectos (Catts y Haskell, 1997). Los climas de baja humedad y los secos producen momificación y suspenden la putrefacción. Lo mismo ocurre en localidades de excesiva humedad, la cual genera dos fenómenos: la saponificación de carácter conservativo y la maceración de carácter destructivo (Mendes, 1996). Según Keh (1985), puede determinarse el tiempo requerido para el desarrollo de insectos criados en laboratorio bajo humedad constante, pero bajo condiciones

naturales las fluctuaciones de humedad pueden acelerar, retardar o no afectar la velocidad del desarrollo ⁽¹⁷⁾.

Las temperaturas entre los 20 y 30 °C promueven el crecimiento de larvas, hongos, y bacterias, mientras que las temperaturas bajas inhiben la acción de microorganismos, deteniendo su crecimiento y evitando el ataque de larvas necrófagas. Grassberger y Reiter (2001) demostraron que los huevos de *Lucilia sericata* (Díptera: *Calliphoridae*) eclosionan más rápido a temperaturas altas. El periodo larval de *Calliphora vicina* dura tres días menos a 35 °C que a 18 °C (Vargas y Méndez, 1999) ⁽¹⁷⁾.

La luz es otro factor que puede intervenir con los procesos de descomposición, pues algunos insectos son atraídos por ella y otros la evaden. Esta conducta se observa en las moscas azules (*Calliphora sp.*), que prefieren condiciones de sombra, y en las moscas verdes (*Lucilia sp.*) que prefieren la luz. Las moscas de la carne (*Sarcophaga sp.*) también prefieren la luz solar (Smith, 1986) ⁽¹⁷⁾.

Cada especie tiene preferencias con respecto a su hábitat, el cual influye en la presencia o ausencia de ciertas moscas sobre el cadáver. El clima es un factor determinante para el establecimiento de las especies, como se ve con *Comptosomyiops sp.*, que prefiere zonas montañosas altas y frías, no siendo reportado para zonas bajas, a diferencia de *Cochliomyia macellaria* que es encontrada abundantemente en zonas bajas y cálidas. Las moscas también tienen preferencia por los lugares soleados o sombreados ⁽²⁷⁾.

Los géneros *Lucilia* y *Sarcophaga* prefieren condiciones soleadas, mientras que el género *Calliphora* refiere condiciones de sombra. Por lo tanto, en cuerpos encontrados dentro de casas uno esperaría encontrar especies de *Calliphora* y no de *Lucilia* o *Sarcophaga* ⁽²⁷⁾.

3.5 DÍPTEROS

Generalmente, los primeros insectos que colonizan los cadáveres son los dípteros (moscas) de la familia *Calliphoridae* moscas metalizadas verdes o azules, conocidas también como moscas “bicheras” debido a que ocasionan miasis en el ganado, animales domésticos y seres humanos. Las Califóridas perciben químicamente las sustancias que despiden los cadáveres una vez iniciado el proceso de descomposición, o incluso cuando éste aún no ha comenzado. Las moscas son atraídas y comienzan a depositar sus huevos en las heridas o aberturas naturales como la boca, la nariz, el ano o los genitales y de ellos nacen larvas que comienzan a alimentarse de los tejidos. (Es habitual encontrarse con estas moscas de apariencia metalizada en mercados o carnicerías). Una vez que las moscas han depositado sus huevos, éstos comienzan una metamorfosis completa que incluye diferentes estados de desarrollo: larvas, pupas y finalmente, adultos ^(7, 24).

Figura 1. Ciclo de vida de un Díptero



3.5.1 DÍPTEROS DE LA FAMILIA *Calliphoridae*

Dentro de la familia *Calliphoridae* se encuentran los géneros *Lucilia*, *Calliphora*, *Cochliomyia* y *Chrysomya* que son de los más importantes en entomología forense. Son moscas más o menos robustas de tamaño mediano; miden de 4 a 16 mm. La mayoría de las especies tienen colores metálicos

brillantes (azul, verde, bronce y negro), algunos géneros, sin embargo, pueden tener color mate u opaco (*Pollenia*, *Opsodexia*). Esta familia suele confundirse con algunos *múscidos* de color brillante o con *taquinidos* de colores metálicos; los *califóridos* no metálicos a su vez se pueden confundir con algunos *múscidos*, *sarcofágidos* o *taquinidos*.

La mayoría de especies de esta familia son ovíparas. Ovipositan sobre materia orgánica en descomposición, como carne, pescado, animales en descomposición; algunas son atraídas por excremento lo cual los hace vectores de patógenos; otras incluso ovipositan sobre animales vivos que como *Cochliomyia ominivorax* y *Lucilia cuprina*, lo que da como resultado miasis. Las moscas de esta familia se encuentran entre los primeros insectos que localizan y colonizan restos humanos. En diversos estudios, se ha registrado el arribo de éstos a tan solo minutos de haber sido expuestos, restos a la colonización de insectos. El ovipositor telescópico de las hembras les facilita colocar sus huevos en diversas zonas del cuerpo de un cadáver, principalmente en orificios naturales como la nariz, boca y pabellón auricular. Las larvas de especies como *L. sericata*, *L. eximia*, *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya rufifacies*, *C. albiceps*, *Calliphora vicina* son las más abundantes en los primeros estados de descomposición de un cadáver.

Figura 2. *Chrysomya albiceps*



Figura 3. *Calliphora vomitora*



Figura 4. *Cynomyia mortorum*



Figura 5. *Lucilia sp.*

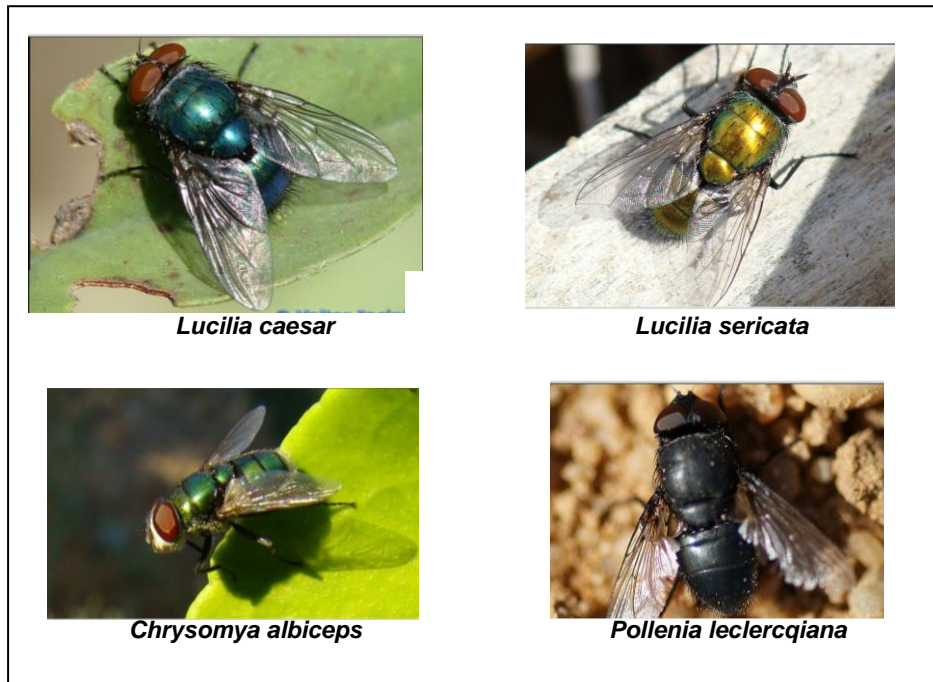


Los dípteros forman uno de los órdenes más grandes de insectos. Muchos de éstos, están asociados a materia orgánica (animal o vegetal) en descomposición. Otros son depredadores o parásitos de insectos. Los dípteros de las familias *Calliphoridae*, *Muscidae* y *Sarcophagidae* son los más comunes en la descomposición de un cadáver, tanto en etapa larval como en etapa adulta, siendo así las familias más útiles en la evidencia forense. Hay muchas otras familias asociadas a la descomposición o a remanentes de ésta, y la importancia que tienen para determinar el intervalo *post-mortem* varía de un caso a otro; algunas de estas familias son *Phoridae*, *Sepsidae*, *Piophilidae*, *Sphaeroceridae*, *Drosophilidae*, *Syrphidae* ⁽¹⁷⁾.

3.5.2 MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

Algunas moscas tienen características que las hacen únicas para ser utilizadas en la ciencia forense; la primera y más importante es su hábito alimenticio. Muchas de estas especies son necrófagas y se alimentan directamente de cadáveres en su estado larvario. Los dípteros de mayor importancia pertenecen a las familias *Calliphoridae*, *Sarcophagidae* y *Muscidae* ⁽²⁷⁾.

Figura 6. Moscas de la familia *Calliphoridae* que causan miasis.



Otras características de las moscas están relacionadas con su morfología y fisiología, como la capacidad de detectar el olor emanado por un cadáver a kilómetros de distancia y el tamaño pequeño que les facilita el acceso a casi cualquier lugar, ya sea un sótano, el baúl de un auto o una habitación cerrada, logrando ser las primeras en hallar un cadáver. Además, su capacidad de volar les permite desplazarse a grandes distancias en tiempos relativamente cortos ⁽²⁷⁾.

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. Estos dípteros braquíceros tienen un ciclo vital cuyas distintas etapas deben conocerse en su duración y características, con fines de datación. La familia *Sarcophagidae* no pone huevos, sino que deposita larvas vivas ⁽¹⁰⁾.

La composición faunística y la colonización de la carroña por los artrópodos dependen de muchos factores; uno de los más importantes es la región biogeográfica o zona bioclimática en la que se encuentran los restos. La región bioclimática define el hábitat, vegetación, tipo de suelo y las condiciones

meteorológicas del área. Esto obviamente, tiene influencia tanto en los tipos y especies de insectos presentes, como en su aparición estacional. Todos estos factores, además, afectan a la descomposición de los restos, lo cual incide en los insectos que las colonizan (Anderson, 2001). Muchas especies de insectos son relativamente cosmopolitas, pero las especies implicadas en la descomposición varían de una región a otra y la descomposición es en sí misma, bastante diferente en varias regiones biogeográficas, a todo lo anterior hay que añadir el tiempo que tardan los adultos en localizar y acceder al cadáver, esto es, hay que conocer la pauta de colonización del cadáver, que también varía en función de la región biogeográfica, hábitat y estación del año⁽³⁾.

3.5.3 DIPTERA: *Calliphoridae*

Figura 7. Descripción de *Chrysomya rufifacies*.



<p>Filum: Artropoda</p> <p>Clase: Hexapoda</p> <p>Orden: Diptera</p> <p>Familia: Calliphoridae</p> <p>Género: <i>Chrysomya</i></p> <p>Especie: <i>rufifacies</i></p> <p>Distribución: Asia, Sur África Sur América, sur-este de EUUA, Puerto Rico</p> <p>Etapas: fresca, hinchada, activa</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Descripción Adulto: de color azul verde metálico con antenas, palpos y rostro anaranjado y cubierto por pubescencia del mismo color. Tamaño aprox. 10 mm. Larva: tiene bandas transversales y pequeños tubérculos de color negro. Parte caudal con 10 tubérculos triangulares que rodean los espiráculos. Tamaño aprox. 15 mm.</p> <p>Hábitos alimenticios: comúnmente atraída por carroña y excremento humano. Preferencias de hábitat: áreas cálidas pero tolera frío.</p>
---	---

Figura 8. Descripción de *Cochliomyia macellaria*.

<p>Filum: Arthropoda</p> <p>Clase: Hexapoda</p> <p>Orden: Diptera</p> <p>Familia: Calliphoridae</p> <p>Género: <i>Cochliomyia</i></p> <p>Especie: <i>macellaria</i></p> <p>Distribución: América</p> <p>Etapas: fresca, hinchada, activa</p>	<div data-bbox="836 253 1254 580" data-label="Image"> </div> <p>Descripción Adulto: de color violeta-verdoso y tres bandas longitudinales en el dorso del tórax de color negras-verde oscuro. Patas de color rojo-marrón. Base de la vena radial con una fila de vellos sobrepuestos.</p> <p>Preferencia de hábitat: áreas calientes y húmedas, no tolera el frío.</p>
--	--

Figura 9. Descripción de *Phaenicia sericata*.

<p>Filum: Arthropoda</p> <p>Clase: Hexapoda</p> <p>Orden: Diptera</p> <p>Familia: Calliphoridae</p> <p>Género: <i>Phaenicia</i></p> <p>Especie: <i>sericata</i></p> <p>Distribución: cosmopolita</p> <p>Etapas: fresca, hinchada</p>	<div data-bbox="692 1144 1062 1435" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1107 1144 1414 1435" data-label="Image"> </div> <p>Descripción Adulto: de color verde-cobrizo opaco. Base de la antena radial sin vellos encima. Parte dorsal del tórax con tres surcos longitudinales. Fémur frontal color negro- azul. Tamaño aprox. 7mm.</p> <p>Hábitos alimenticios: atraída principalmente a la carroña, también se alimenta de excremento humano y de vegetales y alimentos en descomposición.</p>
--	---

3.6 ESTUDIOS DE LAS LARVAS DE LOS DÍPTEROS (*CALLIPHORIDAE*)

3.6.1 EDAD DE LAS LARVAS Y TASA DE DESARROLLO

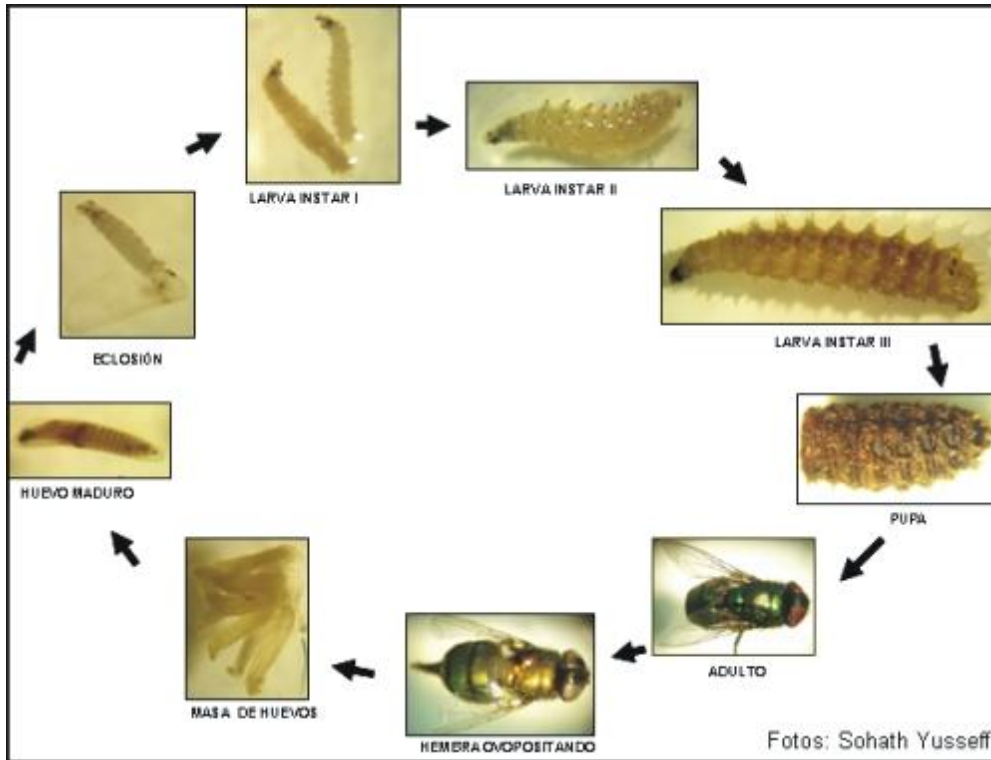
Las moscas en estadios inmaduros y adultos son unos de los invertebrados primarios y principales consumidores de materia orgánica animal en descomposición que se desarrollan a través de un ciclo de vida establecido y a una velocidad predecible, basada principalmente en la temperatura. Por tanto, si se conoce la especie, la temperatura y el estadio del insecto, resulta posible determinar el periodo que los insectos llevan colonizando un cuerpo y por tanto, el tiempo mínimo transcurrido desde la muerte ⁽¹¹⁾.

Las moscas secretan enzimas que van predigiriendo el cuerpo y absorben esos líquidos. Al principio son larvas muy pequeñas, pero con alta actividad metabólica. Luego realizan dos mudas de piel y a la tercera quedan retenidas en la última de ellas formando un pupario donde se transforman en “pupa”, estado intermedio del crecimiento antes de llegar a ser adultas. No es lo mismo un cadáver reciente que va a tener un determinado tipo de fauna que un cuerpo en descomposición avanzada o que un cuerpo esqueletizado, donde queda poco tejido por consumir (tejido óseo, piel, huesos, etc.). Esa fauna va cambiando y justamente éste es un dato que permite estimar, de una manera especulativa, el tiempo que ese cadáver lleva descomponiéndose ⁽²⁴⁾.

Las moscas atraídas por los cadáveres depositan huevos que eclosionan tras un periodo de tiempo predecible en larvas de 1er estadio. Estas delgadas larvas se alimentan de proteína líquida durante un tiempo y después mudan a la forma de larvas de 2º estadio, que se alimentan durante otro periodo y posteriormente se transforman en larvas de 3er estadio o etapa final. Los insectos en esta fase se alimentan vorazmente. Después abandonan la fuente de comida en busca de un lugar seco y seguro para pupar, lo que ocurre cuando las larvas completan su desarrollo, o la fuente de alimento se agota. Las larvas se alejan de la fuente de comida para buscar lugares adecuados a la pupación, un proceso conocido como dispersión de las larvas post-alimentación. Fuera del animal, la pupa forma una cubierta externa y tiene lugar

la metamorfosis. Después de unos cuantos días, emerge la mosca adulta y el pupario vacío es la evidencia de que ha ocurrido este ciclo ⁽¹¹⁾.

Figura 10. Ciclo de vida de *Chrysomya rufifacies* (Díptera: *Calliphoridae*).



3.6.2 LAS MOSCAS COMO RELOJES BIOLÓGICOS

Las moscas califóridas (Díptera: *Calliphoridae*) representan los primeros insectos en iniciar la oviposición y colonización del cuerpo; período que puede durar desde unos minutos hasta unas cuantas horas luego del deceso ⁽⁸⁾.

Su ciclo de vida permite determinar el intervalo post mortem, si se considera el tiempo que tardan en pasar de un estado a otro. La metamorfosis completa de la mosca consta de cuatro estados bien definidos. El huevo es seguido por un período larval de intensa actividad alimenticia, con posterior ingreso a uno de inmovilidad (pupa), período en el cual se desarrollan las características del adulto, quien surge pasadas una o dos semanas ⁽²⁷⁾.

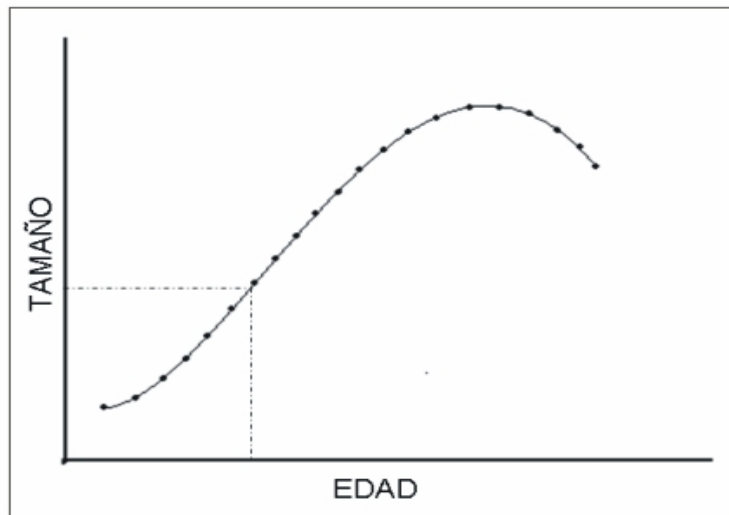
Las moscas, en primer lugar, ponen sus huevos en los orificios naturales y heridas de los cadáveres, ya que éstos son los lugares más aptos para la

incubación. Posteriormente, los huevos se desarrollan en larvas que se alimentan directamente del cadáver y que son, en gran medida las encargadas de consumir el cuerpo ⁽⁷⁾.

Los huevos son de aproximadamente 2mm de longitud y poseen un corto periodo embrionario. El estado de huevo suele durar entre 24 y 72 horas, siempre dependiendo de la especie. 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 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 ⁽¹⁰⁾.

El análisis de los huevos de moscas colectados de los cadáveres (disección, microscopia óptica y microscopia electrónica) puede ayudar a los investigadores en la estimación precisa del intervalo post mortem. Los huevos incuban típicamente en uno a tres días, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales. El examen del estado embrionario muestra el tiempo de ovoposición y por lo tanto, el tiempo de muerte. Las larvas de mosca crecen rápidamente, pasando por tres estadios larvales antes de alcanzar su tamaño final. Estas se crían juntas en grandes números y se mueven en torno al cadáver promoviendo así, la diseminación de bacterias y secreción de enzimas, lo cual hace posible el consumo de los tejidos blandos del cadáver. El desarrollo de las larvas tarda varios días dependiendo tanto de la especie, de las condiciones ambientales, como del número de larvas presentes. A mayor temperatura y mayor humedad relativa el insecto se desarrollará más rápido y viceversa. Por ejemplo, *Chrysomya rufifacies* (*Calliphoridae*) tarda en pasar de huevo a adulto 612 horas a 15.6 °C, 289 horas a 25 °C y 180 horas a 32 °C. Si tenemos en cuenta un modelo de referencia donde el desarrollo de las larvas de dípteros es una curva de crecimiento, entonces la mejor estimación de la edad para una larva es el valor que corresponde a su tamaño en la curva, es decir, una línea horizontal trazada desde un valor en el eje del tamaño de la larva, intersecaría con la curva de crecimiento directamente sobre la edad de la larva ⁽²⁷⁾.

Figura 11. Curva de crecimiento larval hipotética.



Muestra la forma frecuentemente observada por los cambios en tamaño de la larva, desde la eclosión del huevo hasta la formación de la pupa. La línea punteada ilustra la predicción de la edad de la larva basada en su tamaño.

3.7 MIASIS

El término miasis se refiere a la infestación por estados larvarios de varias especies de moscas que al menos en un período de su desarrollo se alimentan de tejidos vivos o muertos ⁽¹⁾.

El término miasis comprende a todo un grupo de enfermedades que acontecen en el hombre y en otros vertebrados a causa de la parasitación tanto interna como externa, por larvas de dípteros. La palabra miasis deriva del vocablo griego «myia» (mosca). Las miasis son enfermedades frecuentes en los trópicos y en países subdesarrollados, donde las condiciones de salud pública son muy deficientes. Múltiples especies de dípteros son capaces de producir miasis. Desde un punto de vista médico, hay quien divide a los dípteros en chupadores de sangre, y en productores de miasis (WEST, 1960). Esta división es totalmente arbitraria y carece de base taxonómica, pero tiene su utilidad práctica ⁽¹⁸⁾.

La miasis se clasifica según las larvas que las producen, las localizaciones y formas clínicas en el hombre; así la miasis puede ser producida por larvas biontófagas o necrobiontófagas. Las primeras invaden tejidos vivos o cavidades

naturales y son parásitos obligados; las segundas colonizan lesiones preexistentes y son parásitos accidentales. Según el tipo de lesión o localización las miasis se dividen en cutáneas, cavitarias o traumáticas y gastrointestinales ⁽²⁶⁾.

Se describen los siguientes factores de riesgo: exposición de úlceras y hemorroides, infecciones bacterianas de heridas o cavidades naturales, mala higiene personal, tareas relacionadas con la cría de animales de campo, conductas asociadas al alcoholismo como insensibilidad y costumbre de dormir al aire libre, ingesta de alimentos contaminados y pacientes con funciones físicas y/o mentales disminuidas hospitalizados en nosocomios que carecen de condiciones higiénicas adecuadas ⁽²⁶⁾.

En los seres humanos, la miasis ocurre cuando hay negligencia en el aseo e incide en los individuos muy jóvenes o muy ancianos, así como otros que no tienen la capacidad de asegurar su higiene básica o el cuidado de sus heridas. En casos de negligencia o maltrato deliberado, el análisis entomológico puede llegar a ser una poderosa evidencia para datar el periodo de tiempo de abuso o negligencia ⁽¹¹⁾.

Especies de la familia *Calliphoridae* viven en estado larvario en sustancias orgánicas en descomposición, pero también, en ocasiones, parasitan a organismos vivos. Se ha descrito la presencia de sus larvas en humanos, sobre heridas descuidadas ⁽¹⁸⁾.

3.7.1 FORMAS CLÍNICAS

Desde un punto de vista clínico, se distinguen 3 tipos de miasis cutáneas: 1) La larva migrans o miasis rampante, en la que la larva fragua un túnel en el espesor de la epidermis por el que emigra con cierta celeridad, dando lugar a una elevación lineal progresiva, llegando a alcanzar en ocasiones contornos sinuosos, largos y caprichosos. Este tipo lo pueden originar larvas del género *Gasterophilus*. 2) La miasis *furunculoide*, la cual

adquiere la forma de pequeñas tumoraciones subcutáneas aisladas o agrupadas. En un principio se generan como pequeñas pápulas, que más tarde se ulceran tomando el aspecto de un furúnculo o gran pústula. Dentro de estos nódulos pueden encontrarse las larvas del díptero desarrollándose, siendo fácil su extracción; este tipo de miasis la producen especies como la larva de la mosca tumbu o «Ver du Cayor» (*Cordylobia antropophaga*), u otras pertenecientes a los géneros *Hypoderma* o *Dermatobia*. 3) La miasis traumática es otra forma de ectoparasitación de tejidos vivos. Se produce por la puesta de huevos de dípteros en heridas cutáneas y úlceras ya establecidas. De esta contaminación, las larvas al eclosionar, se alimentan de los tejidos necróticos y de la descomposición que allí se produzca ⁽¹⁸⁾.

Tras el descubrimiento de un cadáver, la toma de muestras entomológicas puede ser realizada al mismo tiempo que el resto de operaciones técnicas. Esto se traduce en la búsqueda de la fauna entomológica en todo momento y todo lugar por ejemplo, la fase de limpieza de la zona del descubrimiento o del desenterramiento de un cuerpo. El muestreo entomológico debe integrarse en un proceso global.

3.8 DÍPTEROS CAUSANTES DE MIASIS

Las especies capaces de producir miasis pueden reagruparse a su vez en tres grandes grupos:

- a) Dípteros productores de miasis accidentales o facultativas.
- b) Dípteros productores de miasis semiobligadas o semiespecíficas.
- c) Dípteros productores de miasis obligadas.

a). Miasis accidentales: a este grupo pertenecen las larvas introducidas fortuitamente al organismo, asociadas por lo general con la ingestión de alimentos; por ello se encuentran en el tracto gastrointestinal; raras veces invaden vejiga, uretra, pulmón u otros órganos. En este grupo podrían incluirse especies que infestan frutas y otros alimentos (*Musca domestica*, *Drosophila* sp. *Piophilina casei*, *Anastrepha* sp.) ^(18,25).

Las miasis se denominan, desde el punto de vista clínico, con términos que indican su localización (entérica, urogenital, oftálmica, etc.). Se las llama traumáticas cuando las larvas invaden una herida y forunculares cuando la lesión tiene tal aspecto; algunos autores, sin embargo, sólo aceptan dos grupos, a saber: miasis cutáneas y cavitarias. Se sugiere, para mayor claridad, emplear los términos derivados de la división bioevolutiva y de la localización anatómica de las lesiones ⁽²⁵⁾.

El primer grupo, por su carácter accidental, carece de interés desde el punto de vista epidemiológico, cosa que no sucede con los restantes ⁽¹⁸⁾.

b). Miasis semi-específicas (secundarias o facultativas): las larvas viven normalmente en materia orgánica en descomposición, pero pueden invadir tejidos vivos, especialmente en heridas, tejidos necrosados, lesiones ulceradas, y áreas de supuración. Son fundamentalmente necrobiontófagas (consumo de tejidos tanto vivos como muertos") y por lo tanto, después de consumir el área afectada, inician el consumo de tejido sano. Es raro que originen una miasis como agente causal primario; se pueden encontrar como saprófagas en heridas" o en cavidades infestadas por larvas del grupo, específico. Las principales especies de este grupo pertenecen a los siguientes géneros: *Sarcophaga*, *Lucilia*, *Phaenicia*, *Calliphora*, *Musca*, *Muscina*, *Fannia* *Chrysomyia*, *Callitroga*, *Phormia*, y *Wohlfahrtia*. ^(18, 25).

Las moscas depositan sus huevos en estos lugares, los cuales al eclosionar, se alimentarán de los residuos orgánicos y tejido necrótico que allí se genera. Al terminar su fase larvaria, que puede oscilar entre 15-35 días devendrán pupas o crisálidas, desprendiéndose, y finalizarán su metamorfosis en el suelo. Diez días después aparecerán los imagos o insectos adultos. Estas especies pueden desarrollar su vida en excrementos, cadáveres y organismos vivos, siendo en estos últimos donde adquieren interés patológico ⁽¹⁸⁾.

c). Miasis específicas (obligadas o primarias): las larvas viven exclusivamente como parásitos obligados en el tejido vivo del hospedero y no pueden efectuar su ciclo fuera de él; invaden los tejidos sanos, no necrosados (piel, cavidades u

orificios naturales). Pueden comprometer el estado de salud general por su actividad biontófaga (consumo de tejidos vivos). Las principales especies del trópico americano (neotropicales) incluidas en esta categoría son: *Cochliomyia hominivorax*, *Dermatobia hominis*, *Oestrus ovis* *Hypoderma*, *Cordylobia* y *Gasterophilus* ^(18, 25).

La mayoría de estas moscas viven en climas tropicales, sin embargo, algunos ejemplares pueden localizarse en países cálidos como España o bien tener una distribución mundial como en el caso de *Hypoderma sp.*, ó *Gasterophilus sp.* ⁽¹⁸⁾.

Gasterophilus sp., deposita la puesta en las patas de équidos; cuando éstos se lamen, degluten los huevos, generándose a su vez cuadros de miasis gastrointestinales. Esta especie puede originar miasis cutáneas de tipo reptante en el hombre ⁽¹⁸⁾.

Fania canicularis, es interesante porque es capaz de generar miasis genitourinarias tanto en el hombre como en otros mamíferos; las larvas pueden llegar hasta la vejiga y perforarla. Potencialmente también son capaces de generar miasis cutáneas, intestinales, auriculares y oftálmicas ⁽¹⁸⁾.

Especies de la familia *Calliphoridae* viven en estado larvario en sustancias orgánicas en descomposición, pero también en ocasiones, parasitan a organismos vivos. Se ha descrito la presencia de sus larvas en humanos, sobre heridas descuidadas. *Dermatobia*, *Callitroga*, *Chrysomyia* y *Cordylobia*, las cuales sí suelen producir miasis graves y frecuentes en el hombre. ⁽¹⁸⁾.

Con respecto a las zonas del cuerpo que con mayor frecuencia suelen parasitar todas estas moscas, destacan los brazos y las piernas en primer lugar; también las mejillas en las que ocasionan celulitis del tejido graso subcutáneo, resolviéndose con serias desfiguraciones; cuero cabelludo, escroto y vulva. Menos frecuente es la parasitación de las ventanas y mucosas nasales, y de ahí la aparición de miasis pulmonares como las ocasionadas por *Chrysomyia bezziana* ⁽¹⁸⁾.

Cuadro 1. Clasificación clínica de las miasis atendiendo al tejido o región afectada. (JAMES, 1947).

1	Ocular
2	Nariz-boca y senos
3	Ótica
4	Anal
5	Urinaria
6	Intestinal
7	Cutánea
	–foruncular
	–larva migrans
8	Traumática
9	Externa («chupadoras» de sangre)

Figura 12. *Cochliomyia hominivorax* adultos y larva



Figura 13. Masa de huevos de *Cochliomyia* en una herida



3.9 MÉTODOS PARA REALIZAR LAS TOMAS DE MUESTRAS ENTOMOLÓGICAS EN LA ESCENA DEL CRIMEN

Tras el descubrimiento de un cadáver, la toma de muestras entomológicas puede ser realizada al mismo tiempo que el resto de operaciones técnicas. Esto se traduce en la búsqueda de la fauna entomológica en todo momento y todo lugar tras, por ejemplo, la fase de limpieza de la zona del descubrimiento o del desenterramiento de un cuerpo. El muestreo entomológico debe integrarse en un proceso global. Como para todas

las disciplinas forenses, la calidad de la peritación va a depender en gran medida de la calidad de la toma de muestras ⁽²²⁾.

Los principios que deben aplicarse son la recogida del mayor número de ejemplares y sobre todo, no seleccionarlos deliberadamente en función de su localización, aspecto, tamaño, etc. ⁽²²⁾

En efecto, sólo un muestreo aleatorio puede asegurar una representatividad real de la entomofauna presente ⁽²²⁾.

La búsqueda y el muestreo de la fauna entomológica deben hacerse sobre el cuerpo y en sus alrededores. Se buscarán huevos, corion, larvas de todos los estados, exuvias, ninfas, pupas y puparios, además de adultos no voladores. Deben buscarse todos los órdenes de insectos, los Dípteros, que se dedicarán principalmente a la estimación del intervalo *post-mortem*. En relación con los Dípteros adultos, conviene señalar que no recomendamos recogerlos en vuelo con la manga entomológica, pues consideramos que no está justificada esta dificultad adicional. En efecto, los Dípteros adultos, buscan un sustrato de puesta ¿proceden de una generación que se está desarrollando en el cuerpo o bien se encuentran allí simplemente por azar? ⁽²²⁾.

En cambio, puede ser interesante recoger los Dípteros adultos que están muertos sobre el cadáver, sobre todo si son muy numerosos. Una mortalidad anormal puede significar que se han esparcido productos fitosanitarios u otros productos químicos, y el investigador deberá cuestionarse esta posibilidad ⁽²²⁾.

Para recoger la fauna existen diversos métodos. Las muestras pueden tomarse con una pinza o una cuchara, en función de que las larvas se encuentren aisladas o formando una masa larvaria. El punto común es el hecho de que el material que se utiliza es sencillo y de bajo costo, lo que supone una auténtica ventaja para la democratización de la disciplina, ya que la relación costo/beneficio de la investigación es muy favorable ⁽²²⁾.

Dentro de esta diligencia, para facilitar el reflejo de empleo y el trabajo de muestreo, decidimos en 2003 el estudio y puesta en práctica, en las unidades de investigación de la Gendarmería nacional, de un kit para muestreos entomológicos de un solo uso ⁽²²⁾.

Se trata de una caja de cartón con: 2 cucharas, 2 pinzas, 2 recipientes tipo vial de orina, de plástico, con las tapaderas perforadas para permitir la ventilación, 2 recipientes de vidrio para las muestras fijadas en alcohol, gasa, bolsas de precinto, una bolsa de basura, instrucciones de uso con las notificaciones de las modalidades de toma, y una hoja de formulario específico de la disciplina. En este kit sólo falta el alcohol, por otro lado necesario, pero se debe a razones de seguridad para el almacenamiento o para el envío por correo ⁽²²⁾.

3.10 CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS ENTOMOLÓGICAS

Los estados inmaduros de los Dípteros se deben conservar una parte en seco (muestra viva) y una parte en etanol de 70° (muestra fijada). Los demás artrópodos se deben fijar directamente en etanol de 70° ⁽²²⁾.

Figura 14. Composición de un *kit* para muestreos entomológicos.



3.10.1 MUESTRAS VIVAS, EN SECO

Los huevos, larvas y pupas de Dípteros se colocan en un frasco de plástico con la tapadera perforada para permitir la respiración de los ejemplares vivos. La cantidad de ejemplares debe adaptarse al recipiente para evitar una

mortalidad elevada. Aunque los orificios de ventilación sean pequeños, no impiden la huída de las larvas, por lo que sugerimos que se sitúe una pieza de gasa densa entre el frasco y la tapadera. En el frasco no se incorporará nunca ningún tipo de alimento. Se puede pensar que estos inmaduros tendrán que alimentarse para sobrevivir pero la experiencia dicta que un trozo de carne en estas condiciones no se descompone con normalidad, sino que se licua y conlleva la muerte de los ejemplares. Por eso, a pesar de esta dieta forzada, aunque de corta duración, garantizamos la viabilidad de los ejemplares. Como este procedimiento, a pesar de todo, es delicado, le damos preferencia en términos cuantitativos en detrimento de la muestra en alcohol. Esta muestra está destinada a ser criada en el laboratorio en una cámara climatizada, por lo que la duración de la conservación en estas condiciones debe ser lo más corta posible ⁽²²⁾.

El conjunto de los insectos recogidos debe ser representativo de la fauna presente en el cuerpo. Esto implica que todas las especies presentes en él deben estar representadas en los muestreos. También implica que deben recogerse los estados inmaduros de mayor edad de cada una de las especies, puesto que serán representativos de la intervención de los primeros insectos necrófagos y tendrán, por consiguiente un interés particular para la estimación del intervalo *post-mortem* ⁽²²⁾.

Figura 15. Muestra conservada en seco.



3.10.2 MUESTRA FIJADA EN ETANOL

La muestra en alcohol sirve para fijar los estados inmaduros en el estado de desarrollo que tenían en el momento de la recogida. Para nosotros corresponde a una fotografía del momento “T” de la población entomológica presente en el momento del descubrimiento. El líquido conservante será etanol de 70°, aunque la graduación precisa no sea necesaria. La dilución ligera sirve simplemente para rebajar la graduación demasiado fuerte, que es responsable de la degradación de los tegumentos de las larvas que perjudica su posterior observación. Todos los demás ejemplares recogidos, Dípteros adultos muertos, Coleópteros (larvas y adultos), Himenópteros y otros grupos se sumergirán directamente en una solución de etanol de 70° para matarlos y conservarlos. Así, todos los ejemplares que posean patas deben incluirse en esta solución ⁽²²⁾.

Figura 16. Muestra fijada en etanol de 70°.

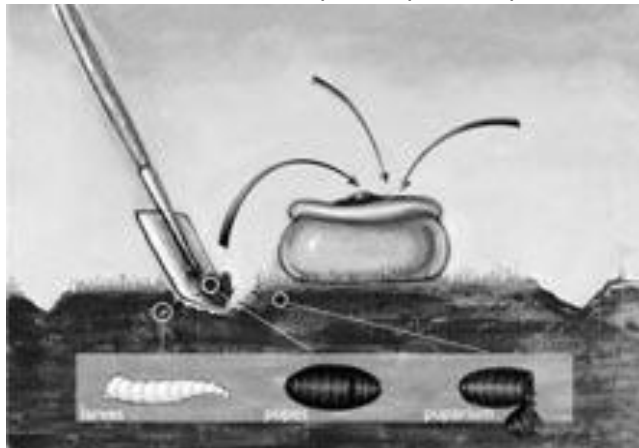


3.10.3 MUESTRA DE TIERRA

Al finalizar el periodo en que se alimentan, las larvas de Dípteros abandonan el cuerpo para transformarse en insectos adultos en el interior de una envuelta quitinosa (pupario). Este estado pupal representa alrededor de la mitad de la vida preimaginal de los insectos. Esta metamorfosis tiene lugar a resguardo de los predadores, de la desecación y de la luz. En el caso de un cadáver descubierto al aire libre, la metamorfosis tiene lugar en las capas más superficiales del suelo, en los primeros centímetros. Se hace pues necesario

tomar una muestra de suelo para recoger los estados pupales (o los puparios, cuando la metamorfosis se ha completado). Consiste en extracciones bajo el cuerpo y alrededor de él, realizados con una pala u otro utensilio de ese tipo. La profundidad no debe superar los 15 cm. Estas extracciones no deben hacerse en un solo lugar, sino alrededor de todo el cuerpo en un radio de 2 metros, a fin de diversificar la muestra y recoger más ejemplares. Para este muestreo es preferible esperar a que acaben las operaciones de comprobación y el levantamiento del cuerpo para no comprometer la integridad de otros indicios. Por otro lado, estas muestras permitirán recoger insectos que viven normalmente en el suelo, con independencia de la presencia del cadáver, y así completar el conocimiento de la fauna presente ⁽²²⁾.

Figura 17. Muestra de tierra compuesta por múltiples extracciones.



3.10.4 MUESTREO ENTOMOLÓGICO REALIZADO EN INTERIORES

Cuando se descubre un cadáver en el interior de alguna edificación, la situación ambiental es diferente. Conviene buscar las pupas o puparios no sólo en el suelo sino, además, en los lugares oscuros (bajo los muebles, los electrodomésticos, las alfombras o tejidos dispuestos en el suelo). Esta búsqueda debe hacerse, desde luego, en la habitación en que se encuentre el cadáver, pero también conviene buscar indicios entomológicos igualmente en las habitaciones contiguas. Nos ha ocurrido encontrar una pequeña población en la habitación en la que estaba el cadáver y una población muy importante en la habitación vecina, a unos 10 metros ⁽²²⁾.

3.10.5 LA MUESTRA ENTOMOLÓGICA TOMADA DURANTE EL PROCEDIMIENTO DE AUTOPSIA

Esta muestra no debe sustituir a las tomadas en la escena del crimen sino que es realmente complementaria. Las condiciones de trabajo en la escena del crimen no son siempre las óptimas. Tras las operaciones de comprobación puede llegar la noche, o las condiciones climáticas pueden estropearse. Además, pueden aparecer insectos refugiados en las cavidades del interior del cuerpo, que podrán entonces ser recogidos más fácilmente. La recogida de muestras se hará siguiendo las mismas reglas: una parte viva y una parte en etanol de 70°. En todos los casos las muestras se tomarán de acuerdo con el médico forense ⁽²²⁾.

3.10.6 PROTOCOLO A SEGUIR PARA LA 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°.
- 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 de inmediato en las primeras horas que se hallan recolectado ^(21,24).

IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La muerte equipara a todos los organismos en muchos sentidos, pero especialmente en el proceso de deterioro o descomposición biológica que le sigue, pero somos más allá de toda duda razonable, futuros cadáveres y por tanto, un recurso esencial para los necrófagos del mismo modo que hoy lo somos para nuestros parásitos. Los artrópodos necrófagos no son siempre los mismos; cambian en función de la localidad geográfica, de la estación anual, del ambiente, la temperatura y de muchas otras variables. Así que en realidad, no existe una fauna necrófaga, sino muchas. La fauna cadavérica a diferencia de otros, cambia por fenómenos físicos y químicos tanto internos como externos. Si bien los adultos pueden alimentarse de los fluidos del cadáver, son las larvas, los organismos verdaderamente descomponedores gracias a las secreciones enzimáticas que producen y que ocasionan la lisis de los tejidos que actúan de caldo de cultivo para los microorganismos. Los propios necrófagos son elementos esenciales en dicho proceso de deterioro, más allá del simple agotamiento del recurso. Digamos que del mismo modo que el cadáver es un recurso para los necrófagos, éstos son el recurso de aquel para completar su ciclo biológico degradativo. Además, ocurre como un proceso perfectamente definido, aunque las variantes e imprevistos puedan multiplicar hasta el infinito las variaciones posibles del mismo. Existe una sucesión de organismos que desarrollan su papel como actores experimentados (son auténticos especialistas en el recurso), cumpliendo plazos y cubriendo etapas con rigor militar, respetando jerarquías (aunque sin desdeñar una sana y en ocasiones feroz competencia), momentos de entrada y salida en escena precisos, etc. Es esta última característica, la que permite utilizar a los organismos necrófagos como indicios a partir de los cuales determinar circunstancias de trascendencia forense. Por ejemplo, la fecha de la muerte o, en términos ecológicos, el momento de aparición del recurso. Si las sucesiones artrópodas siguen una pauta, la presencia de algunos necrófagos bien elegidos puede ayudar a determinar el tiempo transcurrido desde que se produjo la muerte. Es elemental, o lo sería, de no ser porque las condiciones atmosféricas

por ejemplo, incorporan ruido en forma de retardos y aceleraciones en el proceso; o porque la acción de otros actores como grandes necrófagos, bacterias, hongos, hombres y máquinas puede producir distorsiones. O porque la realidad raramente repite sus experimentos en condiciones de partida idénticas: ropas, enterramientos, inmersiones, sustancias ingeridas por la víctima y algunos cientos más de causas pueden producir, perturbaciones en los cálculos del entomólogo.

Con respecto a la entomología forense, resulta insuficiente, lo que se realiza en México ya que son escasos los programas de estudio que la incluyen, el estado de Chihuahua cuenta con un laboratorio de ciencias forenses, considerado el más moderno de México y América Latina, cuenta con buena tecnología, con personal especializado e instalaciones de vanguardia mundial.

4.2 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Los artrópodos asociados a los cadáveres se estudian con el fin de resolver incógnitas relacionadas con casos judiciales. El principal es la data de la muerte, es decir, el tiempo transcurrido desde el deceso hasta que ha sido hallado el cadáver, este tiempo es denominado periodo *post-mortem*.

El conjunto de los insectos recogidos, debe ser representativo de la fauna presente en el cuerpo. Esto implica que todas las especies presentes en él deben estar representadas en los muestreos. También implica que deben recogerse los estados inmaduros de mayor edad de cada una de las especies, puesto que serán representativos de la intervención de los primeros insectos necrófagos y tendrán, por consiguiente, un interés particular para la estimación del intervalo *post-mortem*.

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer por medio de la entomología forense cuáles dípteros de la familia *Calliphoridae*, producen miasis y además estén asociados a un intervalo *post-mortem*.

5.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Saber que es la entomología forense y sus principales objetivos.
- Conocer el proceso de descomposición de un cadáver.
- Identificar como se puede saber el intervalo *post-mortem* por medio de los insectos de la especie díptera.
- Conocer que es la miasis y que insectos la provocan.
- Determinar los tiempos de data de la muerte con base a la captura de las larvas.
- Conocer como se debe realizar la recogida de muestras entomológicas.

VI. HIPÓTESIS

Si los dípteros de la familia *Calliphoridae* son los primeros insectos en llegar a un cadáver, entonces conociendo la edad de las larvas y su tasa de desarrollo podremos saber el tiempo que ha pasado entre la muerte y el descubrimiento de un cadáver, con el fin de resolver enigmas relacionados con un homicidio o algún caso judicial.

VII. METODOLOGÍA

7.1 TIPO DE ESTUDIO

Este trabajo es de tipo Observacional, retrospectivo, transversal y descriptivo.

7.2 MÉTODO

Se realizó una revisión extensa de artículos científicos sobre entomología además de buscar por medio de Web todo lo relacionado a la misma, para poder conocer los dípteros de la familia *Calliphoridae*, se investigó cuales producen miasis, así como los diferentes tipos de la misma, y como intervienen a partir de la colonización de un cadáver en el intervalo *post-mortem*.

VIII. RESULTADOS

Los dípteros son los primeros insectos en llegar a la escena del crimen y dentro de estos los de la familia *Calliphoridae* son aún los más rápidos en detectar un cadáver ya que perciben químicamente las sustancias que despiden los cadáveres una vez iniciado el proceso de descomposición, o incluso cuando éste aún no ha comenzado, pero como son varios los periodos de descomposición por los que pasa un cadáver dependen de las condiciones atmosféricas, humedad, tipo de suelo, etc. Especialmente la temperatura ambiental y como hay homicidios en los cuales las victimas tardan meses en ser descubiertas en estos casos es importante determinar el tiempo transcurrido desde la muerte a través de la entomología forense.

Las moscas califóridas comienzan a depositar sus huevos sobre aberturas naturales y estos van desarrollándose, pasando por varios estadios hasta llegar a ser adultas completando su ciclo de vida, por lo que si se conoce la especie,

la temperatura y el estadio, resulta posible determinar el tiempo que los dípteros llevan colonizando un cuerpo y por tanto el intervalo *post mortem* que es el tiempo en el cual ha estado expuesto un cadáver al ambiente, por lo que es indispensable recolectar todos los estadios de estas moscas califóridas, que son las que van consumiendo al cuerpo se deben de conservar en etanol de 70° para fijar el estado de desarrollo que tenían en el momento de ser recogidos pero también se deben de conservar muestras vivas para estudiar los tiempos de desarrollo y evaluar la edad de las larvas implicadas por medio de su ciclo de vida que también en ocasiones invaden a los seres humanos ocasionando la miasis que por algún tiempo las larvas de una o varias especies de moscas se alimentan de tejido ya sea necrótico o vivo y dependiendo el tipo de larvas hay diferentes tipos de miasis, pero los que se ven más afectados son niños y ancianos por la infestación de las larvas sobre heridas descuidadas o por tener inadecuadas condiciones higiénicas que les provoca miasis, estas tienden a desarrollarse mejor durante ciertos meses del año como por ejemplo, *Chrysomyia albiceps* aparece durante los meses de septiembre y octubre, *Sarcophaga carnaria* de marzo a noviembre y *Lucilia sericata* de abril a septiembre.

Cabe mencionar que las especies de moscas más adaptadas a las condiciones climáticas ambientales propias de la estación del año son las primeras en llegar a la carroña y poner sus huevos y el resto de las especies pueden retrasarse en la puesta de sus huevos y su desarrollo hasta encontrar unas condiciones ambientales favorables o un desarrollo biológico adecuado, pero cuando eso sucede, con frecuencia el cuerpo se halla habitado por huevos y larvas de las especies más rápidas. Las larvas de los dípteros de la familia *Calliphoridae* han sido los máximos responsables del consumo de los cadáveres.

Las principales especies que casi de manera inmediata van degradando carbohidratos, proteínas y lípidos de un cadáver y por lo tanto candidatas a ser utilizadas como indicadores forenses han sido en verano y otoño, *Chrysomya albiceps*, pero teniendo en cuenta que siempre pudo haber una generación como mínimo de la especie *Lucilia sericata*, que es la que domina en la

estación primavera y verano, *Calliphora vicina* en invierno, es la principal consumidora de los cadáveres.

Cochliomyia hominivorax, fue la especie más frecuentemente hallada como agente etiológico de miasis. Por otra parte, es considerada como una de las causas más importantes de pérdidas económicas en la cría de ganado en América Central y del Sur. Otra especie productora de miasis animal y humana, fue *Lucilia sericata* corresponde al grupo de moscas facultativas, con larvas que crecen en tejidos necróticos y que ocasionalmente invaden tejidos sanos.

Se considera que algunos de los factores de riesgo condicionantes de miasis son la exposición de úlceras, las infecciones bacterianas de heridas o cavidades naturales, la mala higiene personal, las tareas relacionadas con animales de campo, las conductas asociadas al alcoholismo y las lesiones.

Las miasis pueden resultar de fácil resolución o ser clínicamente muy serias dependiendo de la agresividad del agente etiológico, del tiempo que insuma el diagnóstico específico y de la implementación del tratamiento correcto. Por lo tanto, es de suma importancia arribar al diagnóstico de certeza en forma precoz y proceder adecuadamente, a fin de que esta parasitosis se resuelva sin consecuencias graves para el paciente.

IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la mayoría de los trabajos realizados con animales muertos para la recolección de especies de dípteros *Lucilia sericata* es la dominante en cuanto a rapidez en alcanzar los cadáveres y realizar la puesta de sus huevecillos en las estaciones de primavera, verano y otoño. La especie *Calliphora vicina* fue de las primeras en invierno. El calor metabólico generado por las larvas en el cadáver y las elevadas temperaturas ambientales han influido favoreciendo el desarrollo y crecimiento larvario.

Las especies de dípteros de la familia *Calliphoridae* más importantes y más útiles para la ayuda forense son *Lucilia sericata*, *Calliphora vicina* y *Chrysomya albiceps* por que demostraron una clara y evidente preferencia en las diferentes estaciones del año, siendo también frecuente *Musca domestica* en verano y otoño, pero ausente en invierno, por tanto, la presencia, o ausencia de estas especies puede contribuir a determinar el intervalo *post-mortem*.

Hay muchas otras familias de Dípteros asociadas a la descomposición de un cadáver y también tienen importancia para determinar el intervalo post-mortem el cuál puede ser deducido a partir de la colonización del mismo por parte de algunas de estas familias las cuales son: Fannidae, Phoridae, Sepsidae, Piophilidae, Scatophagidae, etc. Por lo que se aconsejaría que alguien con experiencia en Entomología pudiera estar presente en el escenario forense para poder llevar a cabo el reconocimiento adecuado de las especies implicadas, la recogida, conservación y envío de sus muestras. El modo en que se recojan las evidencias, su cantidad y la rapidez y diligencia con que se procesen y envíen al laboratorio entomológico será fundamental para dar un informe pericial de calidad.

X. CONCLUSIONES

Puesto que los dípteros de la familia *Calliphoridae* son los primeros en llegar a colonizar un cadáver, se puede utilizar el primer método para determinar el intervalo *post-mortem*, que consiste en estimar la edad de las larvas y la tasa de desarrollo por que este método se suele utilizar durante las primeras fases de la descomposición, donde intervienen una o pocas especies de insectos, particularmente dípteros. Entonces estudiando el grado de desarrollo de las larvas y su comparación con las curvas de crecimiento obtenidas en condiciones biogeográficas similares podremos saber la cantidad de calor requerido por un organismo para completar los distintos estadios de desarrollo dentro de su ciclo de vida, que es el producto acumulado de tiempo y temperatura, conociendo esto podremos saber con certeza el tiempo transcurrido desde la muerte hasta el descubrimiento de un cadáver para así poder resolver los enigmas relacionados con algún sospechoso o con un caso judicial.

A veces se piensa que todo está hecho y que no hay mucho por investigar, pero debemos reconocer el gran campo de investigación que ofrece la entomología forense y sus bondades. En México no existen estudios contundentes sobre, curvas de crecimiento de insectos, efectos de la temperatura sobre el desarrollo de las especies, estudios de competencia, depredación y dispersión larval, distribución de las especies, catálogos de descripciones de los dípteros que intervienen en el proceso de descomposición, análisis de modelos de sucesión, estudios sobre actividad y abundancia de las moscas en zonas urbanas y rurales, entre otros, por lo que se espera que la entomología forense se desarrolle en México, al igual que en otros países, como una herramienta legal con técnicas que permitan que los resultados de las pruebas obtenidas por esta ciencia tengan valor probatorio dentro de los procesos legales, ya que el desconocimiento en la materia y la precariedad de los estudios en dicho campo, no han permitido que la entomología forense se dé el realce, la seriedad y la importancia que tiene en la rama de la medicina legal y en casos judiciales.

XI. ANEXOS

ANEXO 1: FORMULARIO DE RECOGIDA DE EVIDENCIAS ENTOMOLÓGICAS

CASO FORENSE Nº	JUZGADO
AUTOPSIA: Nº referencia:	Médico que la realiza:
MUESTRA REMITIDA POR:	Fecha:
MUESTRA ENTREGADA POR:	Fecha y Firma
CADÁVER	
Identificación:	
Edad:	Sexo:
Otros:	
LOCALIZACIÓN	
Población:	Provincia:
Topónimo exacto:	
<u>Ubicación del cadáver:</u>	
Interior de vivienda: _____ Ventanas: _____ nº _____ abiertas: _____ cerradas: _____ otros: _____	
En vivienda semiderruida: _____ Techo: _____ completo: _____ semiderruido: _____ Paredes: _____ completo: _____ semiderruido: _____	
Interior de vehículo: _____ Ventanas: _____ nº _____ abiertas: _____ cerradas: _____ Otras aberturas: _____ Motor en funcionamiento: _____	
Al abrigo de vegetación: _____ Tipo: árboles: _____ arbustos: _____ otros: _____	
A resguardo por otras causas: _____ Especificar tipo: _____	
Exterior: _____	
<u>Disposición del cadáver:</u>	
Enterramiento: NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> Sustrato: Tierra: _____ Vegetación (ramas, hojas): _____ Otros: _____ especificar: _____	
<u>Características:</u>	
Enterramiento completo: _____ Superficial: _____ Profundo: _____ a _____ cm. Enterramiento parcial: _____ Semienterrado 2/3: _____ zonas del cadáver al descubierto: _____ Semienterrado 1/2: _____ zonas del cadáver al descubierto: _____ Semienterrado 1/3: _____ zonas del cadáver al descubierto: _____ Solamente enterradas ciertas zonas del cuerpo: _____ especificar: _____	
Sumergido: NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	
Agua dulce: _____ Lugar: Río: _____ Remanso: _____ Ribera: _____ Poza: _____ Estanque: _____ Otros: _____ Especificar: _____	
Agua marina: _____ Lugar: Playa: _____ Acantilado: _____ Cueva: _____ Otros: _____ Especificar: _____	

ANEXO 1(Cont.):

Características:
Sumergido completamente: _____ profundidad: _____
Sumergido parcialmente: _____
Sumergido 2/3: _____ zonas del cadáver al descubierto: _____
Sumergido 1/3: _____ zonas del cadáver al descubierto: _____
Sumergido 1/3: _____ zonas del cadáver al descubierto: _____
Solamente sumergidas ciertas zonas del cuerpo: _____ especificar: _____

Vestidos: NO Sí
Características:
Vestido totalmente: _____
Vestido parcialmente: _____ zonas del cadáver al descubierto: _____
Vestiduras rotas: _____ zonas del cadáver al descubierto: _____
Otros: _____

Insolación del cadáver: NO Sí Hora de la observación "in situ": _____

Observación a lo largo de un día:
Insolación por la mañana: _____ horas: _____
Insolación por la tarde: _____ horas: _____

Zonas del cadáver insoladas:
En el momento de la recogida:
Todo: _____ Parcialmente: _____ especificar cuáles: _____
Durante periodo de permanencia en el lugar de los hechos:
Todo: _____ Parcialmente: _____ especificar cuáles: _____

Alteraciones del cadáver y/o entorno (heridas apreciables, actividad de carroñeros,...): _____

DATOS AMBIENTALES

Hora de registro: _____ Tª ambiente: _____ Tª superficie suelo: _____
Tª superficie del cuerpo: _____ Tª zona de contacto cuerpo-superficie: _____

CAUSAS DE LA MUERTE (AUTOPSIA): Natural: _____ Violenta: _____

Hora de la autopsia: _____ Tiempo de permanencia en cámara frigorífica: _____
Tª cámara frigorífica: _____

Lesiones: Sí NO Tipo y localización en el cadáver: _____

Masa de larvas: Sí NO Número y localización en el cadáver: _____

Temperatura: _____ Hora de registro: _____

Otros datos derivados de la autopsia: _____

ANEXO 1(Cont.):

DATOS RELATIVOS A LA MUESTRA:

Muestra nº: Zona de procedencia:	Muestra nº: Zona de procedencia:
VIVA Alimentada con:	VIVA Alimentada con:
FIJADA Conservante:	FIJADA Conservante:
Muestra nº: Zona de procedencia:	Muestra nº: Zona de procedencia:
VIVA Alimentada con:	VIVA Alimentada con:
FIJADA Conservante:	FIJADA Conservante:

TIPO, CONDICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA OBSERVADA:

- Durante la inspección *in situ* del cadáver
- Durante la autopsia

CROQUIS DEL LUGAR CON LA UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN DEL CUERPO:

OTRAS OBSERVACIONES:

ANEXO 2. TIPO, CONDICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA OBSERVADA:

DURANTE LA INSPECCIÓN IN SITU DEL CADÁVER:

Arácnidos: ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

Ácaros: ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

Ciempíes, milpiés (Miriápodos): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

Insectos: ____
 Moscas y mosquitos (Dípteros): ____
 Adultos: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____
 Larvas: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____
 Puparios: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

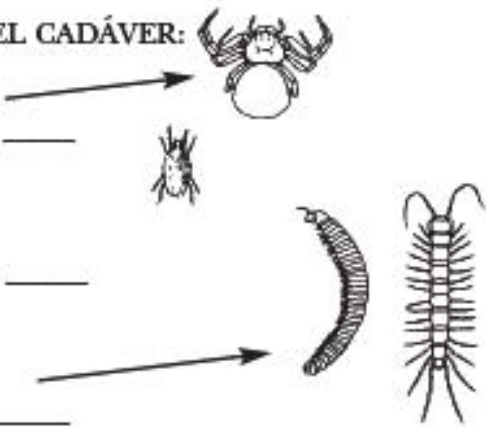
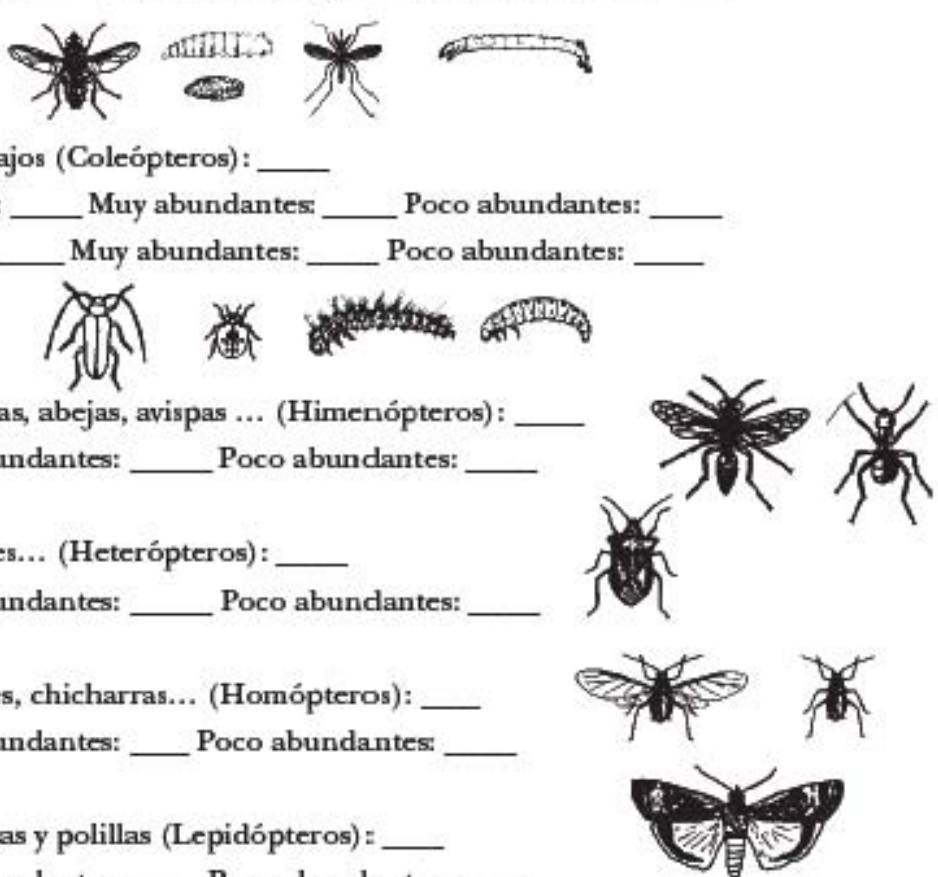
Escarabajos (Coleópteros): ____
 Adultos: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____
 Larvas: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

Hormigas, abejas, avispas ... (Himenópteros): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

Chinches... (Heterópteros): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

Pulgones, chicharras... (Homópteros): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

Mariposas y polillas (Lepidópteros): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

ANEXO 2 (Cont.):

Otros insectos: ____ Describir cuáles: _____

Muy abundantes: _____ Poco abundantes: _____

Otros artrópodos/animales: ____ Describir cuáles: _____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____

DURANTE LA AUTOPSIA:


Arácnidos: ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____

Ácaros: ____
 Muy abundantes: _____ Poco abundantes: _____


Ciempis, milpis (Miriápodos): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____

Insectos: ____


Moscas y mosquitos (Dípteros): ____
 Adultos: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____
 Larvas: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____
 Pupa: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____




Escarabajos (Coleópteros): ____
 Adultos: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____
 Larvas: ____ Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____




Hormigas, abejas, avispas ... (Himenópteros): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____



Chinchas... (Heterópteros): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____



Pulgones, chicharras... (Homópteros): ____
 Muy abundantes: ____ Poco abundantes: _____



ANEXO 2 (Cont.):

Mariposas y polillas (Lepidópteros): ____

Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____



Otros insectos: ____ Describir cuáles: _____

Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

Otros artrópodos/animales: ____ Describir cuáles: _____

Muy abundantes: ____ Poco abundantes: ____

CROQUIS DEL LUGAR CON LA UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN DEL CUERPO:

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a hand-drawn sketch of the location and body arrangement of the organisms being studied.

OTRAS OBSERVACIONES:

XII. REFERENCIAS

1. Allevato M. A, Miasis. Act Terap Dermatol 2005; 28: 272.
2. Arnaldos M I, Luna A, Presa J J, López E, García M D. Entomología forense en España: hacia una buena práctica profesional. Ciencia Forense España CFOR 2006; 8: 17-38.
3. Arnaldos M I, Prado C, Presa J J, López E, García M D. Importancia de los estudios regionales de fauna sarcosaprófaga. Aplicación a la práctica forense. Ciencia Forense CFOR 2006; 8: 63-82.
4. Arnaldos M I, Romera E, García M D, Luna A. Protocolo para la recogida conservación y remisión de muestras entomológicas en casos forenses. Cuad. Med forense 2001; 25: 65-73.
5. Battán M, Arnaldos M I, Rosso B, García M D. Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. Anales de Biología 2005; 27: 191-201.
6. Beaver Ch P, Jung C R, Cupp W E. Parasitología clínica de craig faust. 3ª ed. Barcelona: editorial Masson Doyma México S. A. 2003: Pág. 689-690.
7. Bello F J, Segura A, Chuairé L, Sánchez M G. Entomología forense: insectos al servicio de la justicia. Universidad del Rosario Programa de Divulgación Científica 2008; 14(3): 1-8.
8. Calderón O, Troyo A, Solano M E. Cuantificación de formas larvales de *synthesiomyia nudiseta* (díptera: *muscidae*) como un criterio en el análisis del intervalo *post-mortem*. Parasitol Latinoam FLAP 2005; 60: 138-143.
9. Castillo M. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el alto Aragón (España). Sociedad Entomológica Aragonesa SEA 2002; 6: 1-94.
10. Davila Rodríguez A. Entomología forense. (Tesis de doctorado). Chihuahua, México: Instituto internacional del derecho y del estado; 2005
11. De Pancorbo M M, Ramos R, Saloña M, Sánchez P. Entomología molecular forense. Ciencia Forense España CFOR 2006; 8: 107-130.
12. García A M, Honorato L, González M, Téllez A. Determinación del intervalo postmortem mediante el estudio de la sucesión de insectos en dos cadáveres hallados en el interior de una finca rústica en Madrid. Cuad Med Forense 2009; 15(56): 137-145.
13. García A M, Honorato L. La entomología forense y la práctica policial en España: estimación del intervalo *post-mortem* en un cadáver hallado en el interior de una arqueta en la comunidad de Madrid. Ciencia Forense España CFOR 2006; 8: 57-62.

-
-
14. Gómez A, Martín D, Botías C, Baz A, Díaz L M. La entomología forense en España: pasado, presente y perspectivas de futuro. Cuad Med Forense 2007; 13(47): 21-32.
 15. González C, Salamanca J C, Olano V, Pérez C E. Miasis cavitaria. Revista Med. Redalyc. 2008; 16 (1): 95-98.
 16. Gruner S V. A Thesis presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. 2004; University of Florida.
 17. Guarín E G. Insectos de importancia forense asociados a la descomposición cadavérica del cerdo *sus domesticus*, expuesto a sol, sombra total y sombra parcial, en Mayagüez, puerto rico. (Tesis de maestría). Puerto rico: Universidad de puerto rico recinto universitario de Mayagüez; 2005.
 18. Jeremías F J. Miasis cutánea por larvas de *Lucilia sericata* (meigen) en el hombre; reporte de un caso clínico en Barcelona. Ses. Entom. ICHN-SCL 1997; IX: 151-160.
 19. Liria J. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas Carabobo-Venezuela. Rev Peru Med Exp Salud Pública 2006; 23(1): 33-38.
 20. Luna A, García M D. La enseñanza de la entomología forense. La realidad española. Ciencia Forense España CFOR 2006; 8: 11-16.
 21. Magaña C. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal, data de la muerte. Bol. S E A. 2001; 28: 49-57.
 22. Pasquerault T, Vincent B, Dourel L, Chauvet B, Gaudry E. Los muestreos entomológicos: de la escena del crimen a la peritación. Ciencia Forense España CFOR 2006; 8: 39-55.
 23. Romero J L, Murguía F, Gamero J. Entomología cadavérica en la provincia de Cádiz (s. de España). Ciencia Forense CFOR 2006; 8: 83-106.
 24. Torrez J, Zimman S, Rinaldi C, Cohen R. Entomología forense. Revista del Hospital J M Ramos Mejía 2006; 11: 1-22.
 25. Valderrama R. Miasis en humanos. IATREIANOL 1991 jul; 4(2): 70-80.
 26. Visciarelli E C, García S H, Salomón C, Jofré C, Costamagna S R. Un caso de miasis humana por *Cochliomyia hominivorax* (Díptera: *Calliphoridae*) asociado a pediculosis en Mendoza, Argentina. Parasitol Latinoam FLAP 2003; 58: 166-168.
 27. Yusseff S Z. Entomología forense: los insectos en la escena del crimen Rev.luna.azul. 2006; 23: 42-49.

-
-
28. Néstor C. Entomología Forense en Argentina. 2010; (6 pantallas). Disponible en: URL:<http://www.entomologiaforense.unq.edu.ar>
29. Schettino D M. Methodology of work of veterinary expert forensic. REDVET (sitio de internet). 2007 Abril; 8 (3): 1-8. Disponible en: URL:<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040407/040704.pdf>