



Universidad Nacional de Río Negro
Sede Alto Valle- Valle Medio.
Lic. en Criminología y Ciencias Forenses.

Efecto de la sumersión en agua sobre la supervivencia de huevos de Calliphoridae (Insecta: Díptera) en la provincia de Río Negro

Hidalgo V. Julieta

Directora: Dra. Pereira, Ana Julia.

Trabajo Final de Grado para aspirar al título
Licenciada en Criminología y Ciencias Forenses.

Cipolletti, RN.
2022

A Ana Julia Pereira.

Índice

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
HIPÓTESIS	6
ANTECEDENTES HISTÓRICOS	7
El origen de la Entomología Forense.....	7
Siglos XVIII y XIX	7
1920- 1980	10
Entomología forense en América del sur	12
Entomología forense en Argentina.....	14
MARCO TEÓRICO	16
Intervalo postmortem	17
Orden Díptera	21
Ciclo de vida	23
Oviposición	24
Huevos.....	25
Larvas	25
Pupas.....	26
Adultos	26
MATERIALES Y MÉTODOS	27
RESULTADOS	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

RESUMEN

La entomología forense estudia los insectos que se encuentran sobre los cadáveres, aportando información útil en los casos de investigación médico-legal. El principal objetivo de esta disciplina es estimar el intervalo postmortem (tiempo transcurrido desde la muerte). En algunas ocasiones, también, permite determinar la época del año en la que ocurrió un deceso, inferir si hubo traslado del cadáver, y si el mismo presenta alguna sustancia tóxica. Todo esto se basa en el estudio de las especies de insectos de interés forense y en la influencia de factores ambientales, tales como la temperatura y la humedad, que afectan la tasa de crecimiento de la fauna entomológica y de los procesos de descomposición cadavérica. Dentro de los insectos, las moscas de la familia Calliphoridae (Orden Díptera) son normalmente las primeras en llegar y colonizar un cadáver, ya que son capaces de detectar la presencia de restos cadavéricos situados a kilómetros de distancia.

En el marco de una investigación criminalística, distintas variables pueden afectar los indicios entomológicos. Por ejemplo, la presencia de agua sobre el cadáver podría disminuir la supervivencia de la fauna y alterar la integridad de la evidencia. Si embargo, hasta el momento, se desconoce el efecto que el agua puede generar sobre los huevos y las larvas de insectos en casos con cuerpos sumergidos o semi-sumergidos. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es **aportar información sobre la supervivencia de huevos de moscas que se encuentran sobre cuerpos sumergidos en la provincia de Río Negro**. Para esto, se utilizaron trampas diseñadas para capturar moscas adultas, utilizando carne vacuna como cebo. Luego, se obtuvieron huevos y se criaron a temperatura constante (20°C) bajo 2 condiciones de sumersión, teniendo en cuenta el tiempo (30 minutos, 6h, 12h, 18h, 24h y 30h) y la profundidad (5 cm y 15 cm). En relación a los resultados, los huevos sobrevivieron a los 6 tiempos y a ambas profundidades. Sin embargo, el porcentaje de eclosión se vio afectado a medida que el tiempo aumentaba.

En América, pocos estudios han abordado la temática y, en Argentina, es el primer trabajo que propone conocer la influencia del agua sobre los huevos de Calliphoridae. Mediante el mismo, se demostró que el agua afecta la eclosión de los huevos, disminuyendo la supervivencia a mayores tiempos de sumersión. Los hallazgos presentados proporcionan datos pioneros y necesarios para el estudio de casos donde se colecten indicios entomológicos sobre cuerpos hallados en situaciones de sumersión o semi-sumersión.

ABSTRACT

Forensic entomology studies the insects found on corpses, providing useful information in medical-legal cases. It is a science through which the post-mortem interval (time elapsed since death) can be estimated, determine the time of year in which the death occurred, know if the body was transferred, and if it has any toxin. All this is based on the study of insect species of forensic interest and, also, on the influence of environmental factors, such as temperature and humidity, which influence, among others, the growth rate and decomposition processes. cadaverous Insects, especially flies, belonging to the Diptera order, are capable of detecting the presence of cadaveric remains located kilometers away and are normally the first to arrive and colonize a corpse, since they are capable of detecting the presence of cadaveric remains located kilometers away.

Within the framework of Criminalistics, there are different variables that can affect the entomological signs. For example, the presence of water on the corpse could decrease the survival of the fauna and alter the integrity of evidence. However, until now, the effect that water can have on insect eggs and larvae, in cases with submerged or partly-submerged bodies, is unknown. Therefore, the objective of this work is to **provide information on the survival of fly, eggs found on submerged bodies in the province of Rio Negro**. For this, traps designed to capture adults flies were used, using steak as bait. Eggs were then obtained from the females and reared at constant temperatura (20°C) under 2 submersion conditions, taking into account time (30 minutes, 6h, 12h, 18h, 24h, 30h) and Depth (5 cm and 15 cm). Regarding the results, the eggs survived at 6 times and at both depths. However, the hatching percentage was affected as the time increased.

In America, few studies have addressed the subject and, in Argentina, it is the first work that proposes to know the influence of water on Calliphoridae eggs. Through it, it was shown that water affects the hatching of eggs, decreasing survival at longer times of immersion. The findings presented provide pioneering and necessary data for the study of cases where entomological evidence is collected on bodies found in situations of submersion or partly-submersion.

INTRODUCCIÓN

La muerte de un ser vivo conlleva diversos cambios y transformaciones físicas y químicas que hacen de un cuerpo sin vida un ecosistema al que se asocia una serie de organismos, los cuales, según su sistema de alimentación, podemos clasificar en necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas. El estudio de esta fauna, tal como insectos y otros artrópodos asociados a un cadáver, es lo que llamamos entomología forense (Torrez *et al.*, 2006).

En una investigación de carácter médico-legal, una de las principales funciones de la entomología forense es la estimación del *intervalo post mortem* (IPM), el cual se define como el lapso de tiempo transcurrido desde el momento que ocurre la muerte hasta el hallazgo del cadáver (Wells y Lamotte, 2001). Conocer este tiempo es de vital importancia ya que ayuda a realizar una reconstrucción de los hechos, determinar circunstancias de muerte, vincular o descartar un sospechoso o reforzar el testimonio de testigos.

Utilizando los indicios entomológicos, la estimación del IPM se puede realizar mediante dos metodologías; la primera, es mediante el análisis del desarrollo de los estados larvales, prepupales y pupas, correlacionándolo con tablas de desarrollo de las especies halladas. La segunda, se basa en el estudio de la sucesión de los insectos sobre el cadáver. Ambas metodologías se pueden utilizar por separado o conjuntamente. Además, en todos los casos, es fundamental conocer el estado de descomposición del cuerpo, las condiciones en que éste se hallaba y las variables ambientales (García *et al.*, 2009).

Cuando hablamos de insectos, debemos tener en cuenta que son animales con una capacidad de regulación de la temperatura corporal muy limitada y, al no poder mantener una temperatura corporal constante, ésta dependerá en gran medida de la temperatura ambiente (González Medina, 2011). Por lo tanto, el crecimiento de los insectos dependerá directamente de la temperatura externa. A mayor temperatura presentan un desarrollo más rápido y, si la temperatura disminuye, la velocidad de crecimiento también lo hará (Monzón y González, 2021). Siguiendo esta línea, debemos mencionar a los primeros en colonizar el cadáver, las moscas, las cuales pertenecen al orden de los Dípteros. Éstas depositan huevos sobre el cuerpo en descomposición y al cabo de un tiempo, dependiendo de la especie y las condiciones climáticas, emergen las larvas, que consumen la materia orgánica del cadáver.

De esta manera, los insectos desempeñan un papel relevante en los casos médico-legales, los cuales, generalmente, son el resultado de actividades ilegales que se descubren al poco tiempo

de haberse cometido (Gennard, 2012). En ocasiones, los cadáveres son trasladados y abandonados en cuerpos de agua con la intención de ocultarlos. El agua es una de las principales variables que pueden alterar las condiciones de un cadáver. Esta forma de descarte es frecuente en la zona del alto valle de Rio Negro y Neuquén ya que se caracteriza por presentar gran cantidad y variedad de masas de agua (ríos, lagos, lagunas, canales de riego, etc). De esta manera, la fauna entomológica que presenta un cadáver previo al descarte es alterada y podría afectar su uso como indicio en el marco de una investigación criminalística.

En este sentido, el presente trabajo se propone **aportar información sobre la supervivencia de huevos de moscas que se encuentran sobre cuerpos sumergidos en la provincia de Rio Negro**. Es el primer trabajo que aborda el tema en Argentina, y abre la posibilidad de continuar realizando investigaciones entomológicas en la zona, a fin de generar información de utilidad para una mejor estimación del intervalo post mortem. Por ello, se proponen los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de la sumersión en agua sobre la supervivencia de huevos de Calliphoridae en relación al tiempo y la profundidad.
2. Determinar el tiempo mínimo de supervivencia en el agua de los huevos de Calliphoridae.

HIPÓTESIS

Dado que las especies de Calliphoridae son insectos terrestres y la inmersión en agua afecta su respiración, la hipótesis que se plantea es que la supervivencia disminuye a medida que aumenta el tiempo y la profundidad de sumersión.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El origen de la Entomología Forense

El primer caso de entomología forense documentado fue informado por el abogado chino e investigador de la muerte Sung Tzu en el siglo XIII en el libro médico-legal *Hsi yü È an chi lu* (traducción no exacta: *El lavado de los males*). Describe el caso de un apuñalamiento donde, el día posterior al asesinato, el investigador hizo que todos los trabajadores dejen sus herramientas (*hoces*¹) en el piso. Las moscas se acercaron a una sola hoz, por lo que el dueño de la herramienta confesó su crimen (Tz'u, 1924; 1981).

Siglos XVIII y XIX

En los siglos XVIII y XIX se realizaron exhumaciones masivas en Francia y Alemania y los médicos forenses observaron que los cuerpos enterrados estaban habitados por diversos artrópodos. En 1831, el médico francés Orfila observó un gran número de exhumaciones y comprendió que los gusanos juegan un papel importante en la descomposición de los cadáveres. El primer informe de un caso de Entomología Forense moderna que incluye una estimación del intervalo post mortem (IPM) fue dado por el médico francés Bergeret en 1855. El caso trata de pupas de moscas y polillas larvales y aunque Bergeret era médico de hospital de profesión, su interés en el estudio de cadáveres fue claro. Su informe original a la corte tenía fecha 28 de marzo de 1850 y en su artículo de diario, junto a una larga descripción del impacto de la criminalística en el juicio, también describió los procedimientos judiciales. En dicho artículo, Bergeret ofreció una breve descripción del ciclo de vida de los insectos en general. Sin embargo, asumió erróneamente que la metamorfosis generalmente requería un año completo, que las hembras ponen huevos en verano, y que las larvas se transforman en pupas (él las llama ninfas) la primavera siguiente, eclosionando en verano.

En retrospectiva, Bergeret no se centró en la entomología forense en su informe al tribunal, sino que utilizó la Entomología como una herramienta forense entre otras. De hecho, la momificación del cadáver pareció ser su principal tema de interés en este caso. Bergeret hizo referencia a Orfila tanto en materia de momificación como de entomología forense y también señaló la falta de conocimiento sobre la sucesión de insectos en los cadáveres en su época (Benecke, 2001).

¹ Cuchilla metálica de hierro.

En 1879, el presidente de la Sociedad Francesa de Medicina Forense, Brouardel informó de otro caso temprano. En su informe, después de hacer referencia al trabajo de Bergeret, Brouardel describió el caso de un niño recién nacido al que le practicó una autopsia, en la cual el cuerpo momificado estaba habitado por varios artrópodos, incluidas larvas de mantequilla y ácaros. Esto hizo necesaria la asistencia del veterinario del ejército Pierre Megnin y la determinación de los ácaros se dejó a su cargo.

Megnin informó que todo el cuerpo estaba cubierto con una capa compuesta de pieles y heces de ácaros, pero no de ácaros vivos. Dentro del cráneo, encontró grandes cantidades de una sola especie de ácaro. Inicialmente, unos pocos ácaros larvarios deben haber sido llevados al cadáver por otros artrópodos. Megnin calculó que, en todo el cuerpo, 2,4 millones de ácaros estaban presentes vivos o muertos. También calculó que después de 15 días se había desarrollado la primera generación con 10 hembras y cinco machos; después de 30 días, 100 hembras y 50 machos; después de 45 días, 1000 hembras y 500 machos. Finalmente, después de 90 días, estaban presentes 1 millón de hembras y 500.000 machos. Dado que este era el número de individuos que estimó que había en el cadáver, hizo una conjetura conservadora e informó que el cadáver debió haber estado abandonado durante al menos 5 meses (3 meses de desarrollo de ácaros, precedidos por 2 meses de desecación), pero más probablemente 7, 8 meses (Brouardel, 1879).

El 6 de abril de 1881, el médico alemán Reinhard informó sobre el primer estudio sistemático en entomología forense. Al tratar con cuerpos exhumados de Sajonia, recopiló principalmente moscas de Phoridae identificadas taxonómicamente por el entomólogo Brauer en Viena (Porta, 1929). En algunos casos, descubrió que los insectos se reproducían en las grietas de los adipociros. Pero Reinhard concluyó que su presencia puede tener más que ver con su alimentación de las raíces de las plantas que sobresalen en las tumbas que con cualquier asociación directa con los cadáveres. El trabajo de Reinhard siguió siendo un eje durante mucho tiempo, y en 1928 apareció una extensa cita de su artículo en el trabajo del experto en Phoridae, Schmitz (Schmitz, 1928) y en otros artículos de carácter científico (Karsch, 1888).

Otro informe entomológico de exhumaciones, realizado por Franconia, fue dado por Hofmann en 1886. Hofmann también encontró moscas de Phoridae, y los identificó como *Conicera tibialis* Schmitz, hoy conocida como *mosca del ataúd* (Hoffman, 1886).

Para 1886, Megnin comenzó a desarrollar su teoría de ondas ecológicas y predecibles de insectos en los cadáveres. También trabajó en Acari (publicaciones al respecto datan entre 1876

y 1879) y en sus 15 años de experiencia médico-legal con cadáveres publicó 14 artículos entre 1883 y 1896. Finalmente, en 1894, Megnin publicó su libro más importante, *La Faune des Cadavres*². En él, amplió su teoría anterior de cuatro ondas de insectos para cadáveres expuestos libremente a ocho ondas sucesivas. Para cadáveres enterrados, informó dos oleadas. El libro trataba sobre las formas adultas de larvas de varias familias, y sus dibujos se centraron en la venación del ala, los espiráculos posteriores y, en general, anatomía de los insectos para su identificación. Megnin también describió 19 informes de casos, incluyendo sus propios casos entre 1879 y 1888 (algunos de los casos fueron en cooperación con Brouardel). Citó sus declaraciones originales dadas en la corte, así como las preguntas básicas que se le hicieron como testigo experto.

En 1895, los investigadores canadienses Wyatt Johnston y Geoffrey Villeneuve comenzaron una serie de estudios entomológicos sistemáticos sobre cadáveres humanos y escribieron sobre Megnin que “el principal peligro de los imitadores de Megnin es que tienden a caer en conjeturas que no tienen una base muy sólida y a aplicar reglas a países y climas en los que no son aplicables”.

Otro informe en 1895, esta vez en Suecia, Schoyen dio una visión general del trabajo que podría aplicarse a la investigación de *La fauna de las tumbas*. Sin embargo, se refiere principalmente a especies ya mencionadas en las publicaciones de Reinhard y Megnin.

En 1889, los médicos alemanes Klingelhoff y Maschka, y el Patólogo Forense Stefan von Horoszkiewicz de la Universidad de Krakau, se centraron en los patrones de mordedura de cucarachas y hormigas. Klingelhoff, relató el caso de un bebé de 9 meses que murió el 26 de mayo de 1889, y se le practicó la autopsia 3 días después, el 29 de mayo. En la cara del niño se observaron manchas, las cuales indicaron que el padre del niño había hecho que este bebiera ácido sulfúrico, un método común de envenenamiento en ese momento. Sin embargo, Klingelhoff no encontró signos de envenenamiento y concluyó que los patrones similares a abrasiones probablemente habían sido causados por cucarachas (Roth y Willis, 1937).

Horoszkiewicz tuvo un caso similar con varias abrasiones en la nariz, las mejillas, los labios y la barbilla, y marcas más evidentes en la superficie del cuello y dorso de la mano izquierda, dedos, genitales y cara interna de los muslos. Realizó un experimento con cortes de carne y cucarachas, y los signos de alimentación se hicieron evidentes cuando la piel se secó. Siguiendo

² La fauna de los cadáveres.

esta línea, el médico forense Maschka tuvo casos con lesiones causadas por artrópodos. Uno en particular trató sobre un niño muerto con lesiones causadas por hormigas (Benecke, 2001).

Eduard Ritter von Niezabitowski, realizó experimentos desde mayo de 1899 hasta septiembre de 1900, para los cuales utilizó fetos abortados y cadáveres de animales (gatos, zorros, ratas, topos y terneros). Sus observaciones trataron principalmente con moscas y escarabajos y su importante contribución al campo fue la prueba experimental de que los cadáveres humanos comparten la misma fauna con los cadáveres de animales, tanto vertebrados como invertebrados (Niezabitowski, 1902).

Francia y Alemania de principios de siglo tuvieron un aumento general en el interés por los estudios zoológicos. Esto se vio reflejado en el éxito de dos populares libros de la época: *La vida de los animales* (Alfred Brehm, 1864) y *Recuerdos de la vida de los insectos* (Jean Henri Fabre, 1920), los cuales dieron pie a numerosos estudios ecológicos que continúan utilizándose en casos forenses en la actualidad. Un caso a destacar es el de Claude Morley (1907), quien publicó un artículo sobre la clasificación de especies de escarabajos carroñeros, afirmando que el invierno es la mejor época para los mismos.

1920- 1980

A partir de la década de 1920, se publicaron listas de especies y monografías sobre insectos importantes desde el punto de vista forense, con un enfoque en ecología, metabolismo o anatomía. El control de plagas y la terapia de gusanos fueron de creciente interés durante este período, y muchas contribuciones surgieron de estos campos, creando una importante fuente científica para la interpretación de la evidencia forense de insectos. En 1922, Karl Meixner informó de casos de cuerpos que se desintegraban rápidamente mientras se almacenaban en el sótano del instituto (Meixner, 1922). Esta rápida desintegración fue más dramática con cadáveres juveniles. Aparte de las referencias a Orfila (Orfila, 1831) y Megnin (Megnin, 1887, 1896) Meixner no recopiló más datos.

Unos años más tarde, Merkel amplió las observaciones de Meixner con informes de casos que demostraron que las circunstancias de la muerte podrían influir en el curso de la sucesión de los insectos. Ejemplo de ello es un caso de un cuerpo momificado de una persona que murió en su casa, sin un solo gusano presente (Merkel, 1925).

En Italia, Bianchini escribió *Una contribución al estudio práctico y experimental de la fauna de cadáveres* (Bianchini, 1929). El caso clínico trató del cadáver de un niño de 4 años que

presentaba lesiones disecantes en la piel de las orejas, los brazos, la zona abdominal y la parte superior de los muslos. Los artrópodos recolectados del cuerpo incluyeron ácaros, escorpiones muy pequeños, pequeños escarabajos y hormigas. La conclusión fue que las lesiones debieron ser causadas por hormigas de la misma especie que se encontraron en el cadáver en un período de alrededor de 24 horas.

Un informe de caso anterior de Raimoni y Rossi (1888) trató sobre la influencia de *Gammarus pulex*³ en cadáveres. Los autores encontraron que *Gammarus* puede producir un gran número de pequeñas lesiones en forma de aguja. En su informe de caso, se concluyó que un cuerpo había sido almacenado en una contención de agua dulce.

Durante la década de 1930, el único informe parece provenir de Josef Holzer, quien investigó el tipo de destrucción causada por las *moscas caddis*⁴ que se alimentan de cadáveres sumergidos en agua dulce (Holzer, 1939). En un caso real en 1937, encontró que dichas moscas habían destruido todas las capas de la piel de los muslos hasta el borde inferior de un par de pantalones cortos, así como partes más grandes de la piel del rostro. Fue a finales del invierno/principios de la primavera con bajas temperaturas, y claramente no había presencia de gusanos voladores. Holzer nunca había observado tales patrones de destrucción, ni siquiera en los casos en los que los cadáveres estaban realmente presentes en casquillos de caddis. Por lo tanto, recogió moscas del cuerpo de agua en el que se había encontrado el cadáver y los puso en tres acuarios que contenían un feto abortado, una rata y un conejillo de indias, respectivamente. Al hacerlo, demostró que los caddis eran la causa de las lesiones observadas en el niño (Benecke, 2001).

En 1933, Walcher informó que encontró gusanos que entraban en el tejido esponjoso de los huesos largos para llegar a la médula ósea (circunstancias: suicidio, intervalo post mortem de 100 días fuera). Dado que el esqueleto estaba intacto, Walcher sugirió que los animales se deslizaron a través de los forámenes nutricios, pequeñas hendiduras en los huesos que permiten que los vasos sanguíneos y los nervios entren en los mismos (Walcher, 1933).

Durante la década de 1940, sólo una nota de Bequaert (Forbes, 1942) parece tratar el uso de insectos para determinar el intervalo post mortem. En la década de 1950, Hubert Caspers

3 Crustáceo de agua dulce.

4 Insecto perteneciente al orden Trichoptera, cuyas larvas y pupas son acuáticas.

introdujo el uso de moscas caddis como herramienta para la investigación forense (Caspers, 1932).

Entre la década de 1960 y mediados de la década de 1980, la entomología forense fue mantenida principalmente por el médico belga Leclercq y el profesor de biología Nuorteva (Nuorteva *et al.*, 1967, 1974; Nuorteva, 1977) con un enfoque en el trabajo de casos.

En Alemania, el desarrollo de la entomología forense fue llevado a cabo por médicos con especialización en medicina forense Reiter y Wollenek (1982, 1983, 1985), Reiter y Hajek (1984).

En los Estados Unidos varios trabajos fueron publicados en este periodo por Catts (1990), Catts y Goff (1992), Goff (1991, 1993), Goff y Odom (1987), Greenberg y Kunich (2002), Lord *et al.* (1986, 1992, 1994, 1998), y Lord y Burger (1983), entre otros.

Entomología forense en América del sur

El Buró Americano de Entomólogos Forenses, *The American Board of Forensic Entomology*, fue creado en 1995. Luego, en 2001, Byrd publicó el libro *Forensic Entomology, The Utility of Arthropods in Legal Investigations* y una segunda edición del libro salió a la venta en 2009 (Byrd, 2009).

Desde entonces, la investigación básica y la aplicación avanzada de la entomología forense en los EE. UU, Rusia, Canadá, Francia y Japón, así como el trabajo de casos en otros países como Inglaterra e India, ha abierto el camino al trabajo de casos de rutina. Actualmente, los investigadores de todo el mundo utilizan la Entomología en investigaciones criminales, incluidos asesinatos y otros casos de alto perfil.

La entomología forense ha ido evolucionando con el correr de los años, sin embargo, en algunos países de América ha sido más estudiada que en otros, y en este sentido, Brasil encabeza la lista de países con mayor desarrollo en relación a dicha disciplina (Oliveira y Costa, 2003). El puntapié inicial lo dió el médico legista Oscar Freire, quien en 1908 presentó la primera colección de insectos necrófagos, y los resultados de sus investigaciones, obtenidos a partir de estudios en cadáveres humanos y de animales pequeños. Seguido a éste, Roquette-Pinto publicó un estudio de caso sobre la base de un cadáver humano (Roquete-Pinto 1908) y,

en 1911, Herman Lüderwaldt estudió los escarabajos de la colección del entonces *Museo Paulista*⁵ (Museo Paulista, 1911).

En 1914, Freire publicó *Algunas notas para el estudio de la fauna cadavérica de Bahía*, estudiando un gran número de dípteros, con buena contribución al estudio médico legal e hizo importantes críticas al método propuesto por Megnin.

El libro de Janyra Oliveira-Costa (2003) fue el primero en Brasil en compilar la información disponible en la literatura nacional e internacional, contribuyendo a uniformizar el lenguaje entre el investigador y el perito criminal. Siguiendo la misma línea, Miranda *et al.* (2006) publicaron un manual de recolección de muestras de insectos en lugares de crímenes.

Brasil tiene un gran potencial para los estudios de entomología forense, ya que es el país con mayor biodiversidad del mundo y abarca un gran territorio con una amplia variación en la temperatura, la altitud, los patrones de precipitación y las densidades de población (Moretti y Godoy, 2013). Es por esto que las estimaciones deben evaluarse de acuerdo con los estándares regionales y locales (Freire, 1923).

En Colombia los primeros estudios de entomología forense fueron realizados por Wolff *et al.* (2001) y Pérez *et al.* (2005) en Medellín, en el noroeste del país.

Realizaron ensayos con cadáveres de cerdos, los cuales proporcionaron una lista de los artrópodos atraídos a cada una de las cinco etapas de desintegración (fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos secos). Como resultado, las familias más abundantes fueron Calliphoridae (Díptera), Muscidae (Díptera), Fanniidae (Díptera) y Silphidae (Coleóptera). También se realizaron ensayos de sucesión de insectos a diferentes alturas sobre el nivel del mar (Martínez *et al.*, 2007), para las cinco etapas de descomposición utilizadas por Wolff *et al.* (2001). Los autores reconocieron especies indicadoras para cada una de las etapas y proporcionaron una tabla de sucesión para los artrópodos necrófagos de la región.

Recientemente países como Chile (Ortloff y Trautmann *et al.*, 2013; Gomes *et al.*, 2017), Bolivia (Castillo 2013; Castillo *et al.*, 2017), Uruguay (Castro *et al.*, 2016), Venezuela (Magaña *et al.*, 2006; Núñez y Salazar, 2014), Ecuador (Aguirre y Barragán, 2015; Salazar y Donoso,

⁵ Actual Museo de Zoología de la Universidad de São Paulo.

2015) y Perú (Gines y Alcántara, 2013) también han hecho importantes contribuciones a este campo.

Entomología forense en Argentina

En nuestro país se han analizado en los últimos 20 años una serie de estudios en los cuales se ha valorado la Entomología dentro de la práctica criminalística como parte fundamental de casos judiciales.

En el año 1993, comenzó una colaboración interdisciplinaria entre el equipo del Dr. Julio Ravioli y la Dra. en Ciencias Biológicas Adriana Oliva. Hacia fines del mismo año, Oliva comenzó a realizar pericias entomológicas para el Cuerpo Médico Forense de la Justicia Nacional (Oliva, 2002), entre las que cabe destacar el Caso Carrasco (1994). A raíz de dicho caso, el Dr. José María Gallardo, entonces director del MACN⁶, creó el Laboratorio de entomología forense (Boletín de la SEA⁷, 2014).

El XX Congreso internacional de Entomología, realizado en Florencia, Italia, permitió que cada uno de los grupos comunicara su trabajo al resto de la comunidad científica. Oliva (1997) presentó la primera lista de insectos de interés forense en la provincia de Buenos Aires y también proporcionó datos bionómicos (estudio de la relación de un organismo con su ambiente) para algunas especies (Moretti y Godoy, 2015).

Centeno *et al.* (2002) estudiaron los patrones de arribo de artrópodos en cadáveres de cerdos a lo largo del año en la Provincia de Buenos Aires; compilaron una lista de verificación de artrópodos relacionados con cadáveres e investigó posibles patrones de sucesión de insectos. Desde entonces, se han desarrollado estudios sobre entomofauna cadavérica con experimentos de campo usando cerdo doméstico como modelo en diferentes localizaciones del país (Aballay, 2008; Peñaloza y Oliva, 2013 en La Rioja; Mariani *et al.*, 2014 en Buenos Aires). En la región Patagónica, los estudios de Armani *et al.* (2015) han aportado información sobre artropodofauna cadavérica a partir de modelos experimentales en el noreste de la provincia del Chubut. También, Pereira *et al.* (2018) y Lavezzo *et al.* (2017) han iniciado las investigaciones sobre la entomofauna cadavérica en las provincias de Neuquén y Río Negro.

Se han realizado otros estudios de sucesión de entomofauna cadavérica en relación con las estaciones del año, bajo la condición de sol y sombra, en las provincias de Buenos Aires,

⁶ Museo Argentino de Ciencias Naturales.

⁷ Sociedad Entomológica Argentina.

Córdoba, Mendoza y Salta (Centeno *et al.*, 2002; Battán Horenstein *et al.*, 2010; Aballay, 2012). Los resultados de estos trabajos tienen aplicación en las localidades estudiadas, o de similares características, ya que la fauna colonizadora del cadáver está sujeta a factores ambientales que, dentro del territorio argentino, varían ampliamente.

Penela y Oliva (2016) publicaron una *Guía, Protocolo, Formularios y Cadena de custodia para la recolección, fijación y conservación de muestras entomológicas para análisis en una investigación forense* y Aballay *et al.* (2017) realizaron un estudio sobre la asociación y estratificación de la entomofauna cadavérica a diferentes profundidades en el suelo como indicadores complementarios en largos intervalos post mortem.

En la actualidad, aún con el gran avance realizado en el país, hay regiones de características desconocidas. En este sentido, el presente trabajo pretende realizar un aporte al conocimiento de la entomofauna de interés forense en la zona.

MARCO TEÓRICO

Para el investigador Montiel Sosa (2003), la Criminalística es una ciencia penal auxiliar que, mediante la aplicación de sus conocimientos, metodología y tecnología, al estudio de las evidencias materiales descubre y verifica científicamente un hecho presuntamente delictuoso y al/los presuntos autores, aportando las pruebas a los organismos que procuran y administran justicia. La misma surge precedida del desarrollo de otras ciencias de las cuales se nutre, disciplinas que la constituyen y de las cuales se fortalece para lograr su objetivo (Burgos Mata, 1993). En este sentido, una de las ciencias que contribuye a la Criminalística es la Entomología, ciencia que tiene por objeto el estudio de todos los seres vivos conocidos como insectos y que pertenecen a la clase *Insecta*. Su nombre proviene del griego entomos (insecto) y logos (ciencia), es decir, es el estudio científico de los insectos. Tiene sus raíces desde tiempos prehistóricos, aproximadamente hace unos 400 millones de años, principalmente desde la aparición de la agricultura (el estudio de plagas y la cría de abejas, etc.) (Saltini, 1984).

La Entomología se divide en dos grandes ramas: Entomología general y Entomología aplicada. La primera comprende el estudio del insecto como un individuo, su fisiología, etiología y su relación con el ecosistema (Hogue, 1993). La segunda se puede clasificar en:

- Entomología agrícola: estudia los insectos que atacan las plantas que el hombre cultiva o aquellas silvestres (bosques) que éste pueda explotar y elabora racionales y efectivas medidas de control contra ellos, estudia además conjuntamente con las plagas, los insectos beneficiosos, entre los cuales se encuentran especies destructivas de las plagas- parásitos y predadores (Raymonda, 2005).
- Entomología económica: la utilización de todas las técnicas disponibles es evaluada y consolidada en un programa único para manejar poblaciones de plagas de tal manera que los daños económicos sean evitados y los efectos adversos en el medio ambiente sean minimizados (Geier y Clark, 1961).
- Entomología médica: estudia los insectos y otros artrópodos que tienen interés sanitario por su papel patógeno propio o por su papel vectorial, es decir, intervienen en el ciclo de transmisión de determinadas enfermedades que afectan al hombre y a los animales domésticos y silvestres (Universidad de Valencia, 2015).
- Entomología forense: estudia los insectos asociados al proceso de descomposición cadavérica, lo que la convierte en una herramienta útil para esclarecer incógnitas que rodean a

los cadáveres encontrados en circunstancias particulares. En muchos países, los estudios sobre entomología forense son amplios y utilizan esta ciencia como herramienta legal (Yusseff Vanegas, 2006). Ésta, a su vez, se puede clasificar en *Entomología urbana* (plagas edilicias, madera, cueros etc.), *Entomología de productos almacenados* (plagas de alimentos, objetos de colección y de depósitos) y *Entomología médico-legal o entomología forense* (casos forenses, negligencia, abandono, abuso sexual, detección de drogas y toxinas). (Teileche *et al.*, 2019).

Los principales objetivos de la entomología forense según Concha Magaña (2001) son:

- Determinación de la época del año en que ha ocurrido la muerte.
- Verificación de si hubo traslado o no del cuerpo.
- Fiabilidad y apoyo a otros medios de datación forense.
- Datación de la muerte a través del estudio de la entomofauna cadavérica: estimación del intervalo post mortem (IPM).

Intervalo post mortem

Nos enfocaremos sobre este último mencionado, el intervalo post mortem (IPM). Se refiere al tiempo entre la muerte y el descubrimiento de un cadáver (Parker, 2018). Hay varios procesos naturales asociados con la descomposición, como *rigor mortis*⁸ o *livor mortis*, que pueden usarse para estimar el IPM (Viero, 2019), pero muchas de estas se vuelven imprecisas en la aplicación muy rápidamente. Además, se limitan a las primeras 72 horas después de la muerte (Bourel, 2003). Sin embargo, durante esas 72 horas y más allá, los insectos pueden ser una herramienta muy poderosa para estimar el tiempo mínimo desde la muerte. Dependiendo del nivel de accesibilidad y las condiciones ambientales, los insectos necrófagos rápidamente pueden colonizar un cadáver fresco. Por lo general, los primeros taxones que llegan a un cuerpo son las moscas (orden Díptera), principalmente las de la familia Calliphoridae, que pueden localizar una fuente de olor con gran precisión espacial y depositar sus huevos en un occiso en cuestión de minutos-horas desde la muerte (Gelderman, 2018).

Existen dos métodos para estimar el tiempo transcurrido desde la muerte usando la evidencia de los insectos. El primero utiliza la edad de las larvas y la tasa de desarrollo. El segundo método utiliza la sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo. Ambos métodos se

⁸ Uno de los signos reconocibles de muerte y que se caracteriza por una coloración rojiza-amoratada de las partes declives del cuerpo debida a una acumulación de sangre en esas zonas.

pueden utilizar por separado o conjuntamente siempre dependiendo del tipo de restos que se estén estudiando. Por lo general, en las primeras fases de la descomposición las estimaciones se basan en el estudio del crecimiento de una o dos especies de insectos, particularmente dípteros, mientras que en las fases más avanzadas se utiliza la composición y grado de crecimiento de la comunidad de artrópodos encontrada en el cuerpo y se compara con patrones conocidos de sucesión de fauna para el hábitat y condiciones más próximas (Concha Magaña, 2001).

Se han propuesto clasificaciones relacionadas tanto con la sucesión de insectos, como con las etapas de descomposición de los cuerpos, útiles para la aplicación de esta disciplina. Por un lado, el Sistema de Mégnin (1855) clasifica a los artrópodos en cuadrillas que interactúan con el cadáver en oleadas, las cuales tienen una relación directa con los distintos estados de descomposición. Mégnin consideró 8 cuadrillas:

- 1) Son los primeros insectos atraídos al cadáver fresco.
- 2) Los insectos son atraídos por el olor cadavérico.
- 3) Grasas rancias (*fermentación butírica*).
- 4) Proteínas en descomposición (*fermentación caseica o proteica*).
- 5) Los tejidos se licuan y forman el putricartilago (*fermentación amoniacal*).
- 6) Desección del cadáver por ácaros.
- 7) El cadáver está completamente desecado y los insectos que lo habitan roen los tejidos (*momificación*).
- 8) Desaparición de los restos de oleadas anteriores.

Por otro lado, el sistema de Leclercq (1975) se basa en los *gremios*⁹ de insectos que se alimentan sucesivamente del cadáver o que habitan en éste por determinados periodos de tiempo. En este sentido, si se considera al cadáver como un *nicho ecológico*¹⁰, los insectos que se alimentan de él pueden ser clasificados en:

⁹ Conjuntos de especies con requerimientos ecológicos similares y por lo tanto ocupan el mismo nicho (Root, 1967; López de Casenave y Marone, 1996).

¹⁰ Posición relacional de una especie o población en un ecosistema.

- a) Necrófagos: se alimentan del cadáver. Las especies dominantes pertenecen al orden Díptera (Calliphoridae y Sarcophagidae), seguido de especies del orden Coleoptera.
- b) Necrófilos: se alimentan de los necrófagos (predadores y parásitos). Son la segunda categoría forense más importante, incluye esencialmente coleópteros (Staphylinidae y Silphidae), dípteros (Calliphoridae y Stratiomyidae), e himenópteros parasitoides de larvas y puparios de Díptera. Algunas larvas de dípteros se convierten en depredadores en las últimas etapas de su desarrollo, por ejemplo, *Chrysomia* spp. (Calliphoridae).
- c) Omnívoros: comen tejidos muertos, insectos necrófagos o ambos. Familias tales como coleópteros, himenópteros, lepidópteros pueden alimentarse tanto de restos de descomposición como de artrópodos asociados. Las poblaciones grandes de estos insectos pueden retrasar la tasa de eliminación del cadáver por el agotamiento de poblaciones de especies necrófagas.
- d) Oportunistas: usan el cadáver como refugio, como una extensión de su hábitat y parte de su medio ambiente. Son, por ejemplo, los ácaros, arañas y lepidópteros. Estas especies pueden ocasionalmente convertirse en depredadores de especies necrófagas (Campobasso, 2001).

También, Anderson y VanLaerhoven (1996) crearon un sistema de clasificación que es más moderno y emplea a *Sus scrofa*¹¹ como modelo experimental. Estos autores, pudieron observar 5 estados de descomposición:

1. Etapa fresca (*fresh*), comienza en el momento de la muerte hasta que se hace evidente la hinchazón del cadáver.
2. Etapa hinchada (*bloated*), los gases producidos por la actividad metabólica de bacterias anaerobias causan primeramente la hinchazón del abdomen y luego de todo el cuerpo (corresponde a la etapa enfisematosa en medicina).
3. Etapa de descomposición (*decay*), es el período reductivo de las partes blandas, comienza con la ruptura de la piel, escape de gases y distensión del cuerpo; el olor es fuerte y rancio.
4. Etapa de descomposición avanzada (*advanced decay*), la mayoría de las larvas abandonan el cuerpo y sólo se observan pupas; toda la carne es removida del cuerpo, quedando algunos restos en la cavidad abdominal; el olor es menos evidente.

¹¹ Cerdo doméstico.

5. Etapa esquelética o seca (*dry*), desaparece toda la carne, los restos se reducen a piel, cartílagos y huesos.

En la práctica, las etapas de descomposición no siempre están marcadas de manera definida. Las extremidades pueden descomponerse mucho más rápido que el tronco (cadáveres encerrados); o la acción de una infestación masiva de moscas, junto con el calor, pueden causar reducción esquelética en hasta 20 días.

En relación a la sucesión en cuerpos sumergidos, Merit y Wallace (2001) dividen el proceso en 6 etapas:

- 1) Etapa de cuerpo sumergido fresco (solo organismos acuáticos).
- 2) Etapa de flotación temprana (fauna usual en parte expuesta).
- 3) Etapa de descomposición flotante (piel perforada por fauna).
- 4) Etapa hinchada deteriorada (grandes secciones de tejido perdidas).
- 5) Etapa de restos flotantes (desarticulación, domina fauna acuática).
- 6) Restos hundidos (olor cadavérico casi ausente).

Además de estos sistemas, el desarrollo de la fauna cadavérica se puede clasificar según cuatro períodos, Sarcófágico, Dermesteriano, Silfiano y Acariano, los que agrupan distintos tipos de especies. El período sarcófágico es el que presenta mayor interés médico legal, por ser el más próximo a la muerte de un individuo. En este periodo, los dípteros son los insectos con mayor presencia y agrupa a todas las especies de moscas (Torrez *et al.*, 2006).

Tabla 1. Periodos en los que se agrupan las especies y su tiempo de duración (Torrez *et al.*, 2006).

PERIODO	TAXONES	TIEMPO
Sarcófágico	Dípteros	3 meses
Dermesteriano	Coleópteros, Lepidópteros	3-4 meses
Silfiano	Dípteros, Coleópteros	4-8 meses

Acariano	Ácaros	6-12 mes
----------	--------	----------

Las especies de mayor interés forense dentro de los insectos pertenecen a los órdenes *Díptera*, *Coleóptera* e *Himenóptera*.

Orden Díptera

Se trata de un orden de insectos que poseen sólo dos alas membranosas. Este orden incluye animales conocidos como las moscas (braquíceros¹²), mosquitos (nematóceros¹³), típulas y los tábanos y muchos otros menos familiares. Se han descrito casi 160.000 especies (Pape *et al.*, 2011). Son insectos con metamorfosis completa que normalmente incluye cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto.

La práctica totalidad de dípteros presentan machos y hembras que copularán cuando corresponda. Tras la cópula la hembra pondrá los huevos. El número de huevos por puesta es extremadamente variable según la especie, desde 6-8 huevos hasta poder llegar a poner varios miles de huevos. Una vez puestos los huevos, las larvas tardarán más o menos tiempo en salir, dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales, pero por lo general saldrán al cabo de unas pocas horas o días. Al contrario de los adultos, las larvas no suelen verse, pues tienden a ocultarse de los depredadores, protegerse de las inclemencias del tiempo o porque viven dentro de un huésped (las especies *parasitoides*¹⁴) o dentro de la propia comida (especies necrófagas, *coprófagas*¹⁵).

De una manera muy general, las larvas son mayoritariamente alargadas y se pueden agrupar en dos tipos básicos:

a) Con aspecto de gusano con cabeza (cápsula cefálica), algunas especies pueden presentar además espinas para agarrarse, ventosas, falsas patas y otros apéndices (dípteros menos evolucionados: *nematóceros*¹⁶).

12 Suborden de dípteros de cuerpo grueso, alas anchas y con una reducción de la segmentación de las antenas.

13 Suborden de dípteros que se caracterizan por presentar largas antenas filiformes, multisegmentadas, frecuentemente con muchas sedas en los machos.

14 Insectos que durante su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado (llamado hospedero), al cual eventualmente matan.

15 Insectos que se alimentan de excrementos.

16 Vulgarmente conocidos como mosquitos.

b) Con aspecto de gusanos, pero sin cabeza ni falsas patas (dípteros más evolucionados: *braquíceros*¹⁷).

Los dípteros están en casi todas partes; se pueden encontrar en todos los hábitats terrestres y dulceacuícolas, en todos los continentes. Latitudinalmente, se les pueden encontrar desde el extremo norte de Groenlandia hasta las costas de la Antártida, donde son los únicos insectos de vida libre. Altitudinalmente, desde las mareas bajas hasta las nieves perpetuas a 6.200 m en el Everest. El único medio que no han podido conquistar es el marino, aunque se les puede encontrar en todos los tipos de costas (arenosas, rocosas, acantilados, etc.), así como en aguas salobres y salinas. Sin embargo, bastantes especies (Dolichopodidae) se desarrollan en las algas costeras, enganchadas en las rocas donde rompen las olas (Hjorth y Andersen, 2015).

Según Zhang (2013) se han descrito 160.591 especies de dípteros, lo que representa el segundo grupo (Orden) más diverso de seres vivos (sólo superado por los coleópteros con más de 390.000 especies). Ello significa que, como mínimo, el 15-20% de las especies animales conocidas son dípteros. Sin embargo, según parece, este número está infravalorado, pues se calcula que debe haber entre 400.000 y 800.000 especies. Algunos autores hablan incluso de 1.000.000 ó más de especies.

Entre los dípteros de interés forense, las familias más importantes son: *Calliphoridae*, *Muscidae*, *Fanniidae* y *Sarcophagidae* (Greenberg, 1991; Cattsy Goff, 1992; Carvalho *et al.*, 2000), las cuales contienen distintas especies (Figura 1). Los Calliphoridae son los dípteros necrófagos más relevantes que juegan un importante rol ecológico en el proceso de descomposición, ya que consumen gran parte del cadáver (Centeno, 2000) y generalmente son los primeros en colonizarlo.

¹⁷ Vulgarmente conocidas como moscas.

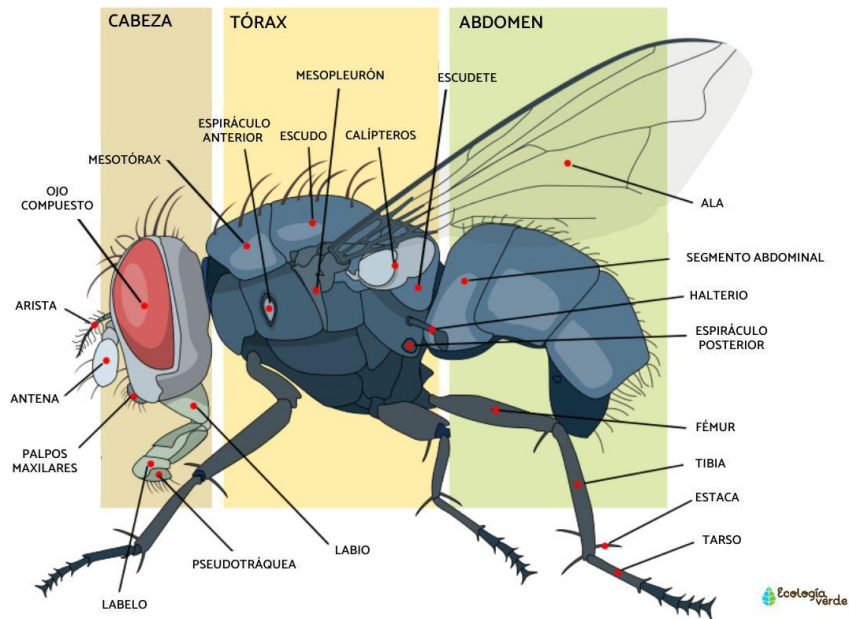


Figura 1. Morfología externa de dípteros braquíteros. Imagen recuperada de ecologiaverde.com

Ciclo de vida

Estas especies de moscas ponen huevos en las heridas o áreas con secreciones olorosas de los animales, para que las larvas se alimenten de los tejidos (Torrez *et al.*, 2006). Los insectos presentan metamorfosis, proceso complejo que involucra mudas periódicas hasta llegar a la etapa adulta. En las moscas, la metamorfosis es completa, y las formas que el insecto asume entre las mudas son llamadas estadios, siendo que después de la eclosión del huevo sigue el primer estadio, después de una muda el segundo estadio y así sucesivamente hasta la última muda en la cual emerge el adulto o imago. Los estadios juveniles se denominan larva y el estadio intermedio entre larva y adulto se denomina pupa.

Este grupo presenta tres estadios larvales, diferenciándose por el desarrollo de los espiráculos anteriores y las hendiduras de los espiráculos posteriores. Una vez alcanzado el estadio larval III, la larva deja de alimentarse y generalmente se aleja del sustrato, se entierra en el suelo o se esconde en pliegues de las prendas de vestir para empupar. La prepupa o larva post alimentaria (*postfeeding larvae*) se reconoce por ser de un color blanco crema. La pupación se produce dentro de una cubierta con forma de barril, denominada pupario, producto de la modificación de la cutícula larval. El proceso de metamorfosis continúa transformándose en pupa, estado de

*quiescencia*¹⁸ pero con grandes cambios fisiológicos en su interior, dando lugar al desarrollo y emergencia del adulto (Ayón, 2019). (Figura 2).

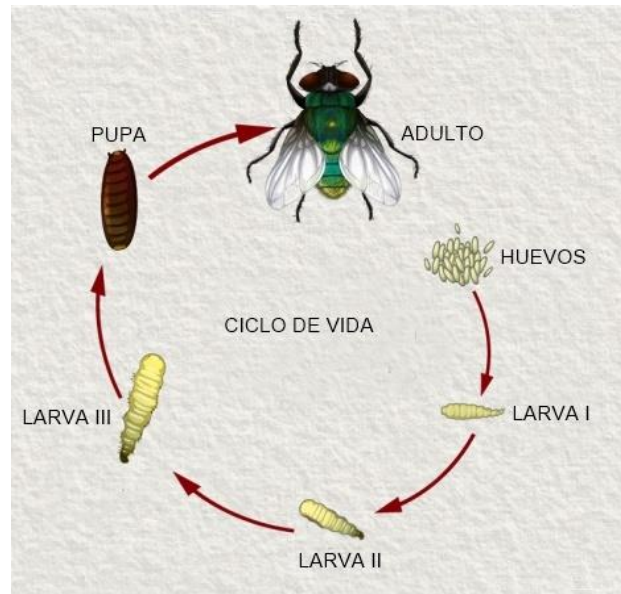


Figura 2. Ciclo de vida de dípteros braquíceros.

Imagen recuperada del Laboratorio de entomología forense UNAM.

Oviposición

Oviposición es el término utilizado para describir la puesta de huevos. El comportamiento de la oviposición es uno de los últimos pasos en la reproducción de los insectos. Implica la deposición del huevo maduro fuera del cuerpo de la hembra e incluye una serie de eventos de comportamiento y fisiológicos que comienzan con el movimiento del huevo a través del oviducto y terminan con la colocación del huevo sobre un sustrato que apoyará el desarrollo de la larva.

Influencias

En términos generales, una hembra comienza a poner sus huevos aproximadamente 1-8 días después de la cópula (condiciones ideales de 35° C a temperatura ambiente) pero con temperaturas bajas (15°C) ese periodo se extiende a 9 días; evidenciando de esta manera una clara termo dependencia. Esto dependerá también de cada especie.

Los huevos son colocados bajo la superficie del material rico en materia orgánica y húmeda (protegidos de la deshidratación), pues allí proliferará el alimento de las larvas y a su vez éstas

¹⁸ Sin movimientos de desplazamiento.

quedarán perfectamente protegidas. Funes (2020) agrega que el ovipositor dispone de estructuras sensoriales que ayudan a la hembra a seleccionar lugares de oviposición apropiados.

Las moscas son activas durante el día o con luz artificial; de noche o en la oscuridad descansan y los lugares donde se posan para los cortos períodos de descanso se entremezclan con las actividades de alimentación o reproducción. Se localizan normalmente próximos a las fuentes de alimentación o sus criaderos. Por debajo de 25° C y por encima de los 40° C, disminuyen su movilidad, la que es muy influenciada por factores climáticos y ambientales.

Además, el agua es esencial y sin ella no viven más de 48 horas. Otro factor importante para su supervivencia y para la producción de huevos es el azúcar y almidón (Funes, 2020).

Huevos

Cada hembra puede poner de 100 a 150 huevos por puesta, y el proceso continúa a partir del séptimo al décimo día del nacimiento, y cada 10 días después hasta su muerte. Los huevos de mosca son pequeños, lisos, blancos, brillantes, un poco más anchos en un extremo que el otro, y miden aproximadamente 2 milímetros. Generalmente, forman masas irregulares, de las cuales cada hembra deposita varias en su vida, haciendo uso de su largo órgano ovipositor para esconderlas debajo de la superficie. Normalmente sólo precisan 12 horas desde que los huevos son depositados hasta transformarse en larvas, pero pueden llegar a demorar dos días o más si la temperatura no es favorable, y en cambio ocho horas, si el tiempo es cálido. La eclosión¹⁹ consiste en la ruptura del huevo y la salida de la larva por un extremo (Basalo, 1936).

Larvas

Las larvas, conocidas vulgarmente como gusanos, nacen cuando eclosiona el huevo y representan el segundo estadio del desarrollo. Su tamaño es el doble que el de los huevos, pero en color y forma son muy idénticas, sin que los segmentos del cuerpo sean todavía muy bien definidos. No tienen patas, pero valiéndose de los órganos bucales y de las prolongaciones rudimentarias de la cara inferior, pueden recorrer distancias considerables, y apenas aparecen se entierran en la materia orgánica. Durante su desarrollo, se alimentan y aumentan su tamaño pasando por dos estadios más. Cuando alcanzan su madurez, se deslizan al fondo o los lados y se alejan de la fuente de alimento, enterrándose en el suelo o en lugares protegidos donde se transforman en pupas (Basalo, 1936).

¹⁹ Acción de nacer o brotar un ser vivo después de romper la envoltura (huevo, capullo, etc.) que lo contenía.

Pupas

Llegada al tercer período, la mosca toma el nombre de pupa. Se caracteriza por una contracción del cuerpo, cambio a un color más oscuro, y desintegración de las partes de la larva, con correspondiente desarrollo de las alas y otros órganos del futuro insecto. Ese período suele abarcar de unos tres días a veinte, según la especie y la temperatura externa, hasta que la mosca *alada*²⁰ emerge del pupario (Howard, 1919).

Adultos

Tras una breve exposición al aire, el *tegumento*²¹ se endurece, las alas se secan, y el insecto, que no crece más, ya está dispuesto a volar en busca de alimento (Howard, 1919).

²⁰ Movimiento de subir y bajar las alas.

²¹ Tejido orgánico que cubre el cuerpo de un animal o alguno de sus órganos internos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Cipolletti, provincia de Río Negro, en una vivienda ubicada en zona semiurbana ($38^{\circ}55'33.2''\text{S}$, $67^{\circ}58'30.8''\text{O}$; Figura 3), durante los meses de marzo y abril del 2022. Dado que es una zona de viviendas rodeadas de chacras y una amplia variedad de flora, principalmente álamos (*Populus* sp.), la temperatura generalmente es menor en comparación al resto de la ciudad. Durante el período en que fue realizado el trabajo, la temperatura mínima registrada fue de 5°C , mientras que la máxima fue de 28°C , con vientos oscilantes de velocidad media de 20 km/h. Este aumento de temperaturas favoreció la presencia de moscas y la oviposición, lo cual fue fundamental para dar inicio al experimento.

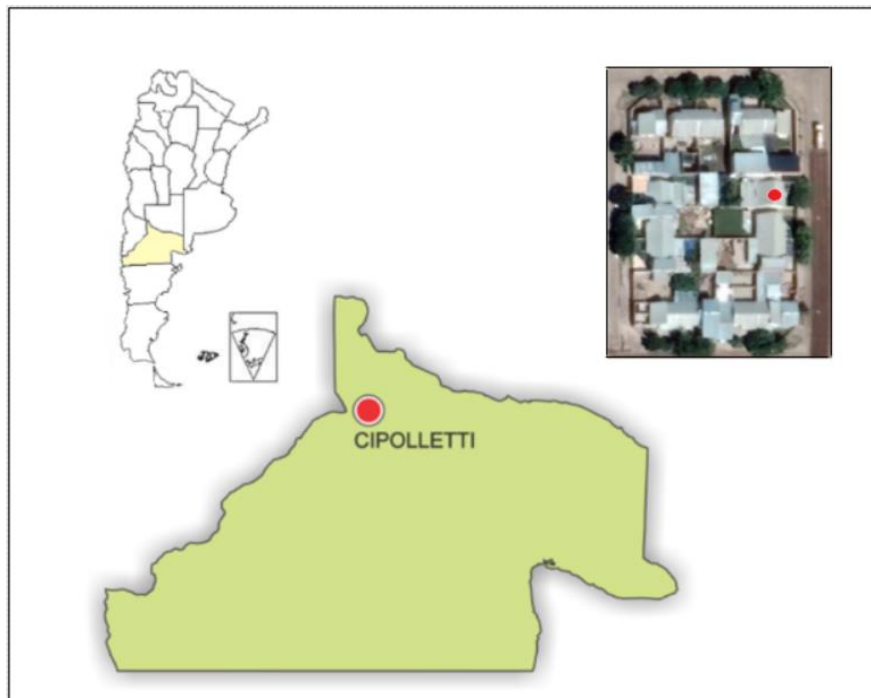


Figura 3. Ubicación geográfica del lugar del ensayo, delimitado en provincia, ciudad (círculo rojo) y zona.

Con el objetivo de evaluar la supervivencia de huevos de Calliphoridae en relación al tiempo y la profundidad, se realizó un trabajo experimental de sumersión de huevos en agua durante 6 periodos de tiempo y 2 profundidades.

Para obtener los huevos, se utilizaron trampas cebadas con carne vacuna, colocadas en el exterior, en zonas abiertas (Figura 4). Dichas trampas fueron creadas con botellas plásticas, a las cuales se les cortó el pico y se invirtió para darles forma de embudo. De esta manera, una vez que las moscas hembras ingresan, no pueden salir y resulta fácil capturarlas. Las trampas se

controlaban cada 1 hora para obtener huevos del mismo rango horario. También, fue necesario obtener los adultos para identificar taxonómicamente las especies. En total se colocaron 6 trampas en simultáneo.



Figura 4. Trampa utilizada para capturar hembras y recolectar huevos. A: se observa la trampa colgada con hilo al aire libre; B: se observa de cerca la trampa con el pico de la botella cortado e invertido formando un embudo, y el cebo en su interior.

Una vez que las hembras ovipusieron, se colectaron los huevos de las trampas y se separaron en grupos de 10 unidades. Luego, cada grupo de huevos se colocó sobre un trozo de carne vacuna que a su vez se introdujo en el interior de un recipiente con agua. Con el fin de evaluar la supervivencia, se definieron dos tratamientos: profundidad y tiempo. Además, se realizó un control sin agua con la misma cantidad de huevos, a fin de evaluar si el porcentaje de eclosión de huevos sumergidos se debía a la variable sumersión. Todos los ensayos se realizaron en una habitación a 20°C con temperatura constante controlada. Dicho control se realizó con una pantalla de calor eléctrica programada.

En relación al tratamiento profundidad, el ensayo se dividió en 2: a 5 cm y a 15 cm, para lo cual se utilizaron dos recipientes plásticos con diferente tamaño. Respecto al tiempo de sumersión, se evaluaron seis intervalos: 30 minutos, 6h, 12h, 18h, 24h y 30h. Por cada tiempo analizado se realizaron tres repeticiones, a fin de minimizar el margen de error. Cada intervalo

de tiempo fue sometido a ambas profundidades. De esta forma, para finalizar el experimento fue necesario contar con 720 huevos.

Finalizado el tiempo estipulado de sumersión, cada trozo de carne, con los huevos, se retiró del agua, se lo envolvió con papel de aluminio para evitar su desecación, y se lo colocó nuevamente en un recipiente (Figura 5). Cada uno de los recipientes fue cubierto con una gasa para permitir el flujo de aire, pero evitar que las larvas se dispersen y escapen (Figura 6). Luego, se observaron los recipientes cada 4 horas para verificar si ocurría la eclosión de la larva. La variable respuesta de ambos tratamientos fue la cantidad de larvas eclosionadas.

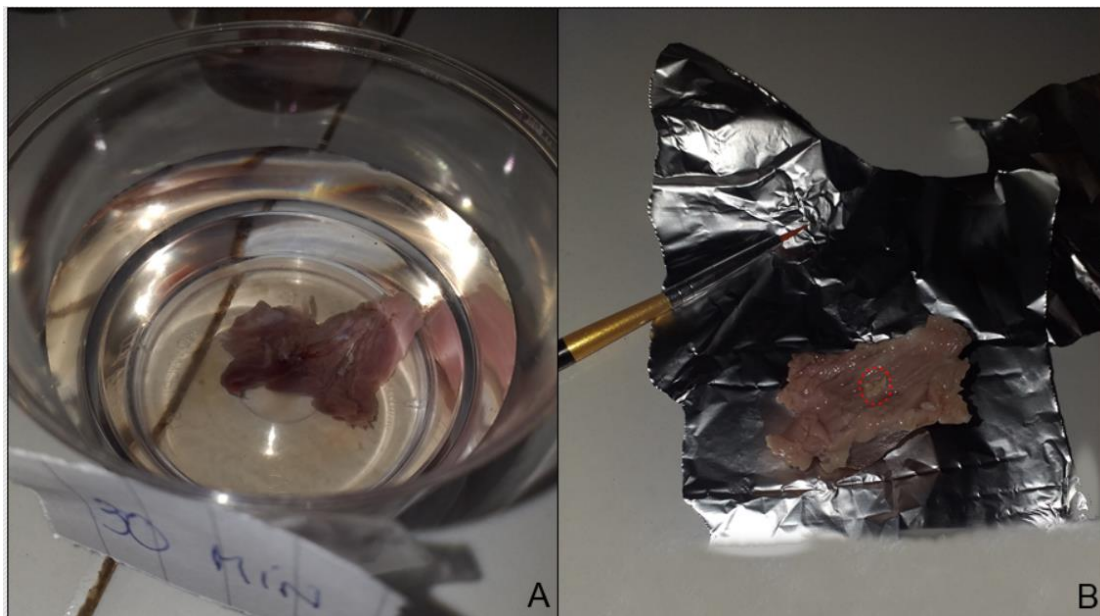


Figura 5. Huevos de moscas sobre carne vacuna. A: Sumergidos en agua. B: Retirados del agua para su posterior envolvimiento en papel aluminio.



Figura 6. Cortes de carne con huevos envueltos en papel aluminio, depositados en caja de cartón. La cobertura con gasas sirve para evitar la dispersión de la larva en su crecimiento.

Cuando las larvas alcanzaron el estadio III, se tomó una muestra y se fijaron con agua caliente a 90° y luego se colocaron en alcohol al 70% para su conservación (Figura 7), como lo indica el Manual de actuación en el lugar del hecho y/o escena del delito del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación Argentina (2017). Las larvas restantes fueron colocadas en vasos con tierra para que puedan empupar y continuar su ciclo hasta la emergencia del adulto. Luego de doce días, los adultos emergieron (Figura 8). Para descubrir a qué grupo pertenece un organismo, dentro de una clasificación se usan las claves taxonómicas, las cuales pueden ser dicotómicas. Las mismas están basadas en preguntas sobre la presencia de una cierta característica, y dependiendo de si la respuesta es positiva o negativa se avanza desde niveles de clasificación altos hacia los más bajos, pudiendo llegar a la familia o especie.

En el presente trabajo, para identificar taxonómicamente las especies, tanto los adultos capturados de las trampas como las larvas y los adultos emergidos al finalizar los tratamientos, se observaron bajo lupa estereoscópica con aumentos de 6,3-50X y se clasificaron utilizando la clave de Mariluis y Schnack (2002), Whitworth (2014) y Flores y Wolff (2009).

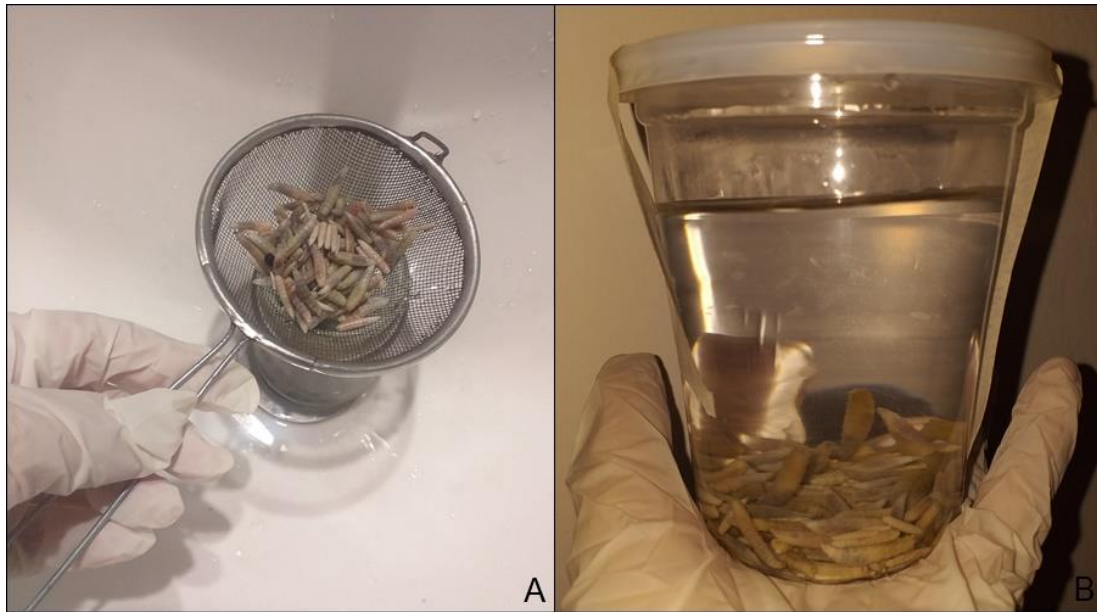


Figura 7. Larvas de Calliphoridae. A: Fijadas con agua caliente a 90°C. B: Colocadas en frasco con alcohol al 70%.



Figura 8. Ejemplares de Calliphoridae. A: Pupas. B: Moscas adultas.

Análisis estadístico

Las dos variables utilizadas en el presente trabajo, profundidad y tiempo, son variables cuantitativas continuas, con valores numéricos. Para analizar la variable respuesta, cantidad de huevos eclosionados, se realizó un análisis estadístico descriptivo y exploratorio de los datos en relación a las diferentes profundidades y períodos de tiempo.

El análisis exploratorio de datos (AED) es un conjunto de técnicas estadísticas, cuya finalidad es conseguir un entendimiento básico de los datos y de las relaciones existentes entre las variables analizadas.

Para conseguir este objetivo el AED proporciona métodos sistemáticos para organizar y preparar los datos, detectar fallos en el diseño y recogida de los mismos, tratamiento y evaluación de datos ausentes, identificación de casos atípicos y comprobación de los supuestos.

Luego de analizar los datos, estos se presentan en representaciones gráficas, las cuales tienen el objetivo de visualizar la información de la muestra para sacar conclusiones. El objetivo de los gráficos es que la información impacte con poco esfuerzo, de manera que pueda interpretarse de forma rápida. Otro objetivo es la identificación de patrones de comportamiento de los datos.

RESULTADOS

La determinación taxonómica arrojó que los individuos obtenidos, en estadio larval y de adulto, pertenecían a las especies de *Lucilia sericata* y *Calliphora vicina*. Las dos especies pertenecen a la familia *Calliphoridae* del orden Díptera, dentro de la cual las moscas necrófagas han sido estudiadas principalmente desde una perspectiva forense. Se dice que la actividad de las mismas se detiene por debajo de una temperatura ambiente de 10°C (Williams, 1984) o 12°C (Erzinclioglu, 1996), sin embargo, algunos autores demostraron que, durante la estación fría, el sol es probablemente más importante que la temperatura del ambiente (Green, 1951; Nuorteva, 1965; Greenberg, 1973).

Meyer y Schaub (1973), demostraron que las especies de *Calliphora* tienen una tasa metabólica más alta para temperaturas iguales en comparación con las especies adaptadas al calor. Según Greenberg (1991), esto podría ser responsable del límite inferior de actividad de *Calliphora* (2,5-4°C) en comparación con *Lucilia sericata* (10-12,5°C).

Según un estudio realizado por Mariluis y Mulieri (2003), que analiza la distribución de las *Calliphoridae* en Argentina, ambas especies se encuentran en Neuquén y Rio Negro. Durante el invierno, la mayoría de las especies capturadas pertenecen a esta familia (Wyss, 1997). En particular, *Calliphora vicina* es más abundante en épocas y días de temperaturas bajas (invierno), mientras que *Lucilia sericata* en temperaturas más altas (verano). Sin embargo, ambas conviven en otoño y primavera (Pereira *et al.*, 2018). Esta investigación contribuye a los aportes realizados en la zona, y confirma la presencia de estas dos especies en época otoñal.

En relación al tiempo de sumersión y la supervivencia de los huevos, en los 6 intervalos de tiempo evaluados se observó eclosión y emergencia de larvas del primer estadio. Una vez concluida la cantidad de horas establecidas en cada intervalo, los huevos fueron eclosionando en promedio luego de $28,6 \pm 1$ horas (Tabla 2). En el caso del tratamiento control (no sumergidos), los huevos fueron eclosionando en promedio luego de 20 horas. Concluido el ensayo, las larvas se alimentaron de la carne y continuaron su desarrollo hasta empupar, pasando por los estadios II y III (Figura 9).

Tabla 2. Tiempo transcurrido desde que finaliza el tiempo de sumersión hasta la eclosión de larva I en los 6 intervalos de tiempo

Tiempo (horas)		Diferencia (horas)
sumersión	hasta la eclosión	
0,5	29	28,5
6	36	30
12	40	28
18	47	29
24	51	27
30	59	29
Promedio	-	28,6±1



Figura 9. Larvas en distintos estadios. A: Larvas en estadio larval I. B: Larvas en estadio larval II. C: Larvas en estadio larval III.

En cuanto a la cantidad de huevos eclosionados, el porcentaje fue de 50 a 100 (eje Y). se observa que los que fueron sumergidos en agua durante 30 minutos tuvieron el mayor porcentaje de eclosión y los sumergidos por 30 hs el menor, en ambas profundidades (Figura 10; Tabla 3). Es decir que, a mayor cantidad de tiempo sumergido, menor tasa de supervivencia de huevos. El coeficiente de determinación (R^2) es cercano a 1, lo que sugiere un alto grado de ajuste de los datos a una ecuación lineal.

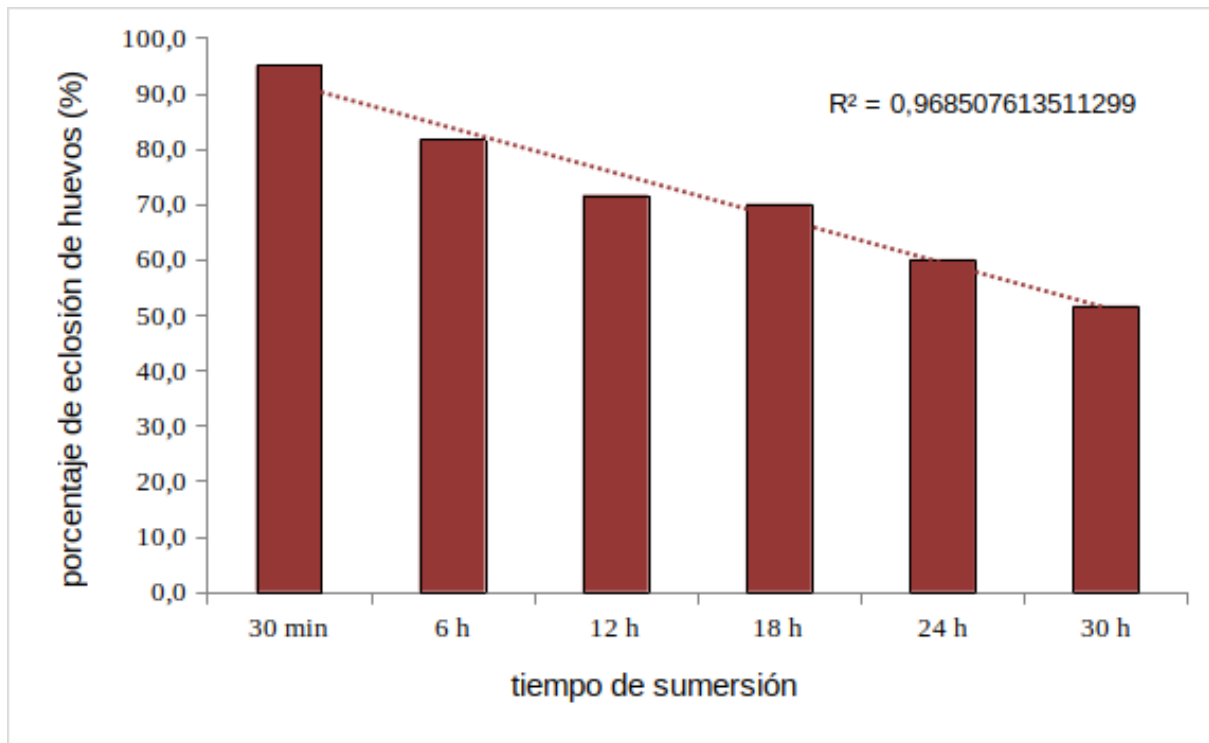


Figura 10. Porcentaje de eclosión de huevos promedio sumando ambas profundidades, a diferentes intervalos de tiempos de sumersión.

Tabla 3. Porcentaje de eclosión de huevos promedio entre ambas profundidades

Tiempo	Profundidad (%)		Promedio (%)
	5 cm	15 cm	
30 min	93,3	96,6	95
6 h	76,6	86,6	81,6
12 h	66,6	76,6	71,6
18 h	63,3	76,6	70
24 h	53,3	66,6	60
30 h	46,60	56,60	52

Con respecto a la variable profundidad, no existen grandes diferencias entre la supervivencia de huevos sumergidos a 5 cm y 15 cm (Tabla 4 y 5; Figura 10 y 11). En promedio, se observa un pequeño porcentaje mayor de eclosión en los huevos que se sumergieron a 15 cm. En ambos casos se encontró el mismo patrón de disminución de la supervivencia a medida que aumenta el tiempo de sumersión.

Tabla 4. Porcentaje de eclosión de huevos a 5 cm de profundidad en cada ensayo, en los 6 intervalos de tiempo

Tiempo de sumersión	Eclosión (%)			Promedio (%)
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
30 min	90	90	100	93,3
6 h	80	80	70	76,6
12 h	70	70	60	66,6
18 h	70	60	60	63,3
24 h	50	60	50	53,3
30 h	30	60	50	46,6

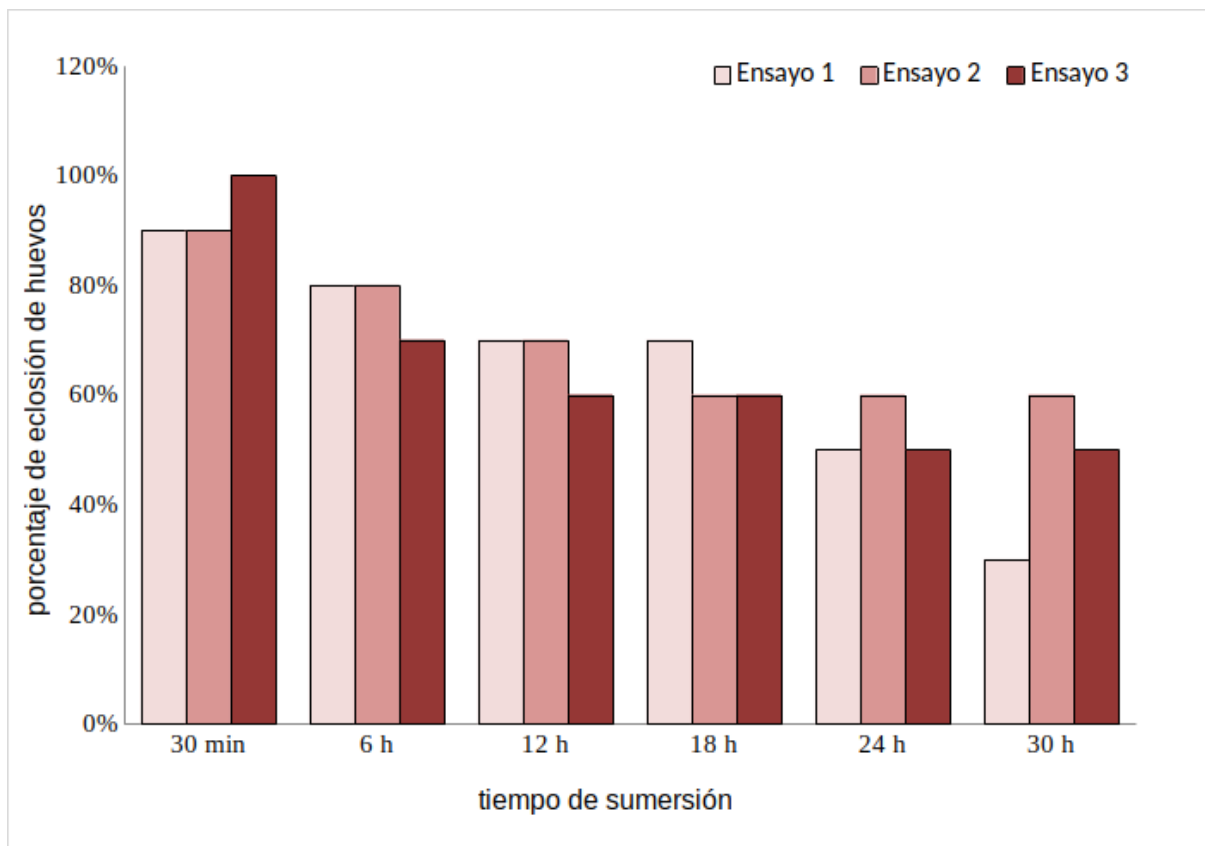


Figura 11. Porcentaje de eclosión de huevos a una profundidad de 5 cm, a diferentes intervalos de tiempos de sumersión. Se observan en colores los 3 ensayos realizados.

Tabla 5. Porcentajes de eclosión de huevos a 15 cm de profundidad en los 6 intervalos de tiempo

Tiempo de sumersión	Eclosión (%)			Promedio (%)
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
30 min	100	100	90	96,6
6 h	80	80	100	86,6
12 h	70	90	70	76,6
18 h	80	90	60	76,6
24 h	70	60	70	66,6
30 h	60	60	50	56,6

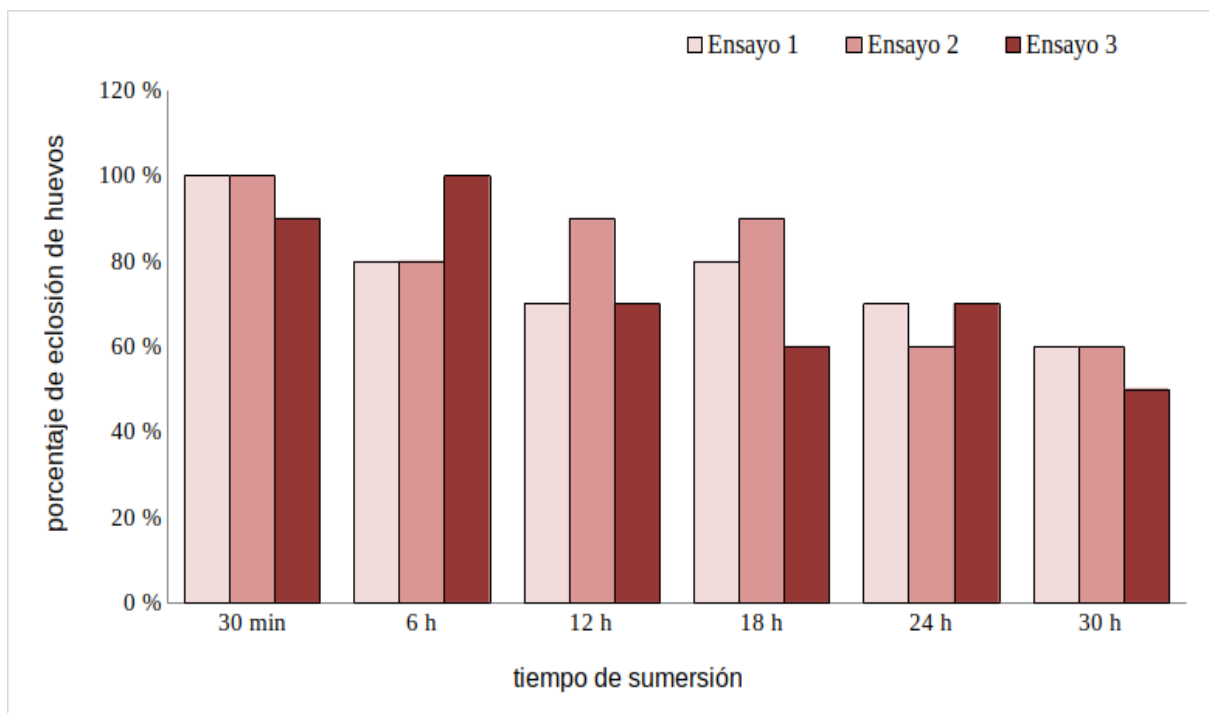


Figura 12. Porcentaje de eclosión de huevos a una profundidad de **15 cm**, a diferentes intervalos de tiempos de sumersión. Se observan en colores los 3 ensayos realizados.

CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Existen diversas variables que pueden influenciar la oviposición de moscas. Entre las variables abióticas, una de las más importantes es la temperatura, la cual tiene un rol fundamental sobre la fisiología y el comportamiento de los insectos. Debido a la incapacidad para regular la temperatura, este grupo de animales depende directamente de factores externos para mantener su temperatura corporal constante (Marchenko, 2001; Abbott, 1932). Esto genera que en estaciones frías la actividad disminuya, sin embargo, ante un aumento de temperatura, las posibilidades de oviposición aumentan. Esto permitió que el ensayo pudiera realizarse durante los meses de marzo y abril, a pesar de la disminución de las temperaturas característica del otoño en la ciudad de Cipolletti.

Las especies encontradas fueron *Lucilia sericata* y *Calliphora vicina*, siendo esta última más abundante en épocas y días de bajas temperaturas. En la zona, específicamente en la provincia de Neuquén, se registran, hasta el momento, tres publicaciones sobre Calliphoridae, de las cuales dos mencionan las especies encontradas en toda la provincia, dentro de un estudio que muestrea todo el país (Mariluis y Mulieri, 2003; Olea y Mariluis, 2013). Sumado a estas, Pereira *et al.* (2018), describen las especies presentes en la ciudad de Neuquén y la forma en la que se distribuyen a lo largo de las estaciones del año y en distintos ambientes. Dentro de las mismas, se determinan 5 especies, de las cuales *Calliphora vicina* y *Lucilia sericata* se encuentran en todos los ambientes y son las primeras que colonizan un cadáver. Por lo tanto, dada su amplia distribución espacial y estacional, es muy probable que los indicios entomológicos que se colectan de un cuerpo pertenezcan a estas especies. De esta manera, la información aportada en este trabajo podría ser de gran utilidad en investigaciones criminales de la región.

Se observa una tendencia en relación al porcentaje de eclosión y el tiempo de sumersión. A medida que el tiempo de sumersión aumenta, el porcentaje de eclosión disminuye. Estos datos permiten aceptar la hipótesis propuesta. En este trabajo hemos evaluado un máximo de sumersión de 30 horas, lo cual es fundamental al momento de realizar pericias entomológicas en cuerpos sumergidos. Entre los resultados obtenidos hemos encontrado un patrón, en el cual en los 6 intervalos de tiempo la eclosión de los huevos ha ocurrido en promedio 28,6 horas después de ser sacados del agua. Esto sugiere que el embrión detiene su desarrollo hasta que las condiciones sean adecuadas para la continuidad del crecimiento, y es un dato importante a tener en cuenta al momento de estimar un IPM con huevos sumergidos. Sin embargo, no es

posible inferir el tiempo que estuvo sumergido el huevo ya que el desarrollo se inicia al momento que se descubre el cuerpo y es extraído del agua.

Por otro lado, no pudimos responder al objetivo específico sobre determinar el tiempo mínimo de supervivencia sumergidos en agua, debido a la suma de huevos hallada inicialmente en las trampas. El hallazgo de huevos muertos sobre cadáveres sumergidos podría deberse a un tiempo de sumersión mayor a 30 horas. Sin embargo, es importante también tener en cuenta la posibilidad de que los huevos hayan estado muertos antes de que se sumerjan, por ejemplo, en casos de tratamientos con sustancias insecticidas, la exposición a temperaturas bajo cero o contrariamente, temperaturas muy altas.

En relación a la profundidad, no se encontraron grandes diferencias entre 5 y 15 cm. Si bien las profundidades evaluadas son pequeñas, la información generada podría ser utilizada en casos de semi-sumersión o de cuerpos ubicados en zonas con encharcamiento o momentos de intensas lluvias. A pesar de que se trabajó con 2 profundidades, teniendo en cuenta que 15 cm es 3 veces mayor que 5 cm, a futuro, es necesario ampliar esta información con profundidades mayores, similares a las que caracterizan a los cuerpos de agua de la zona de Neuquén y Río Negro, con el fin de generar datos útiles para investigaciones criminales que involucren cadáveres sumergidos.

Las investigaciones realizadas con mayor aproximación al presente trabajo han sido llevadas a cabo en otros países. Por ejemplo, en la Universidad de Texas (EE. UU) se realizó un trabajo con *Cochliomyia macellaria* (Akers y Brundage, 2017), en el cual se recolectaron huevos en el laboratorio. Si bien el procedimiento realizado fue parecido, los tiempos de sumersión utilizados fueron minutos y no horas, y la profundidad fue una sola, realizada en vasos de plástico. Los resultados obtenidos fueron similares, a medida que el tiempo de sumersión aumentó, el porcentaje de eclosión disminuyó.

Por otro lado, Baleba Steve (2021) realizó un estudio sobre la tolerancia de larvas en distintos estadios de la especie *Stomoxys calcitrans* (Díptera: Muscidae) a la inmersión en agua. Obtuvo como conclusión que el agua es un factor abiótico que genera gran estrés sobre el desarrollo y rendimiento de las moscas.

Finalmente, Fonseca Muñoz (2011), en México, realizó un experimento con sumersión de huevos de *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina*, *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomya rufifacies*, y encontró una baja tasa de supervivencia. Sin embargo, el ensayo de esta autora agrega un

paso para poder contabilizar los huevos con mayor precisión que es la desaglutinación con sulfito de sodio. Esta sustancia elimina el corión del huevo, lo que podría alterar la tasa de eclosión. Debido a esto, en los ensayos siguientes se eliminó este tipo de desaglutinación. El tiempo de sumersión también fue en minutos, colocados sobre una tela negra en vasos de plástico y los resultados fueron parecidos, a mayor sumersión, menor porcentaje de eclosión. La especie con menor porcentaje de eclosión fue *Lucilia sericata*.

En conclusión, este es el primer trabajo de Argentina que propone estudiar el efecto de la sumersión sobre la supervivencia de huevos de especies de Calliphoridae. Los hallazgos presentados proporcionan datos pioneros y de referencia para el estudio de hechos que involucren indicios entomológicos en investigaciones criminales con cuerpos hallados en situaciones de sumersión o semi-sumersión.

Los ensayos experimentales realizados en este estudio son fácilmente replicables y abren la posibilidad de seguir investigando. A futuro, se podrían evaluar mayores profundidades, ampliar el rango de tiempos a una mayor cantidad de horas o buscar el momento donde el huevo deja de eclosionar. Otra opción sería realizar estos ensayos en diferentes estaciones del año para evaluar la influencia de la temperatura sobre el desarrollo. Como opción, también se podría evaluar la influencia del agua sobre los distintos estadios larvales, con el fin de continuar evaluando los cambios en el desarrollo de la mosca producidos por dicho factor ambiental, el cual es muy influyente en esta zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akers, L., y Brundage, A. (2017). Effect of water submersion on *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) eggs. *INSTARS: A Journal of Undergraduate Research*, 3.
- Anónimo. Manual de actuación en el lugar del hecho y-o escena del delito: incluye protocolo unificado de los Ministerios Públicos de la República Argentina: guía para el levantamiento y conservación de la evidencia.
- Anónimo. - 1a Ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones SAIJ, 2017. Libro digital, PDF. Archivo Digital: descarga y online. ISBN 978-987-4196-03-3 1. Derecho Penal. 2. Criminalística. I. Título. CDD 345
- Anderson, G. S., y VanLaerhoven, S. L. (1996). Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Science*, 41(4), 617-625.
- Baleba, S.B.S. Water immersion tolerance by larval instars of stable fly, *Stomoxys calcitrans*, L1758 (Diptera: Muscidae) impairs the fitness performance of their subsequent stages. *BMC Ecol Evo* **21**, 78 (2021).
- Benecke, M. (2001). A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*, 120(1), 2-14.
- Bergeret, M. (1855). Infanticide, momification naturelle du cadavre. *Ann Hyg Publique Med Leg*, 4, 442-452.
- Bergeret M. (1833) Infanticide. Momification naturelle du cadavre. Découverte du cadavre d'un enfant nouveau-né dans une cheminée où il s'était momifié. Détermination de l'époque de la naissance par la présence de nymphes et de larves d'insects dans le cadavre, et par l'étude de leurs métamorphoses, *Ann Hyg Publique Med Leg*, 4, 442-452.
- Bianchini, G. (1929). Contributo pratico e sperimentale allo studio della fauna cadaverica. *Atti Accad Fisiocrit Siena*, 4(serie 10), 97-106.
- Brouardel, P. (1879). De la détermination de l'époque de la naissance et de la mort d'un nouveau-née, faite à l'aide de la présence des acares et des chenilles d'aglosses dans cadavre momifié. *Ann. Hyg. Pub. Med. Leg*, 2, 153-158.
- Byrd, J. H., y Castner, J. L. (2009). *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. 2nd ed. CRC press; 47-48.
- Camacho C. G. (2005). Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogotá. *Revista Colombiana de Entomología*, 31(2), 189-197.

- Campobasso, C. P., Di Vella, G., e Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic science international*, 120(1), 18-27.
- Centeno, N., Maldonado, M., y Oliva, A. (2002). Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina). *Forensic Science International*, 126(1), 63-70.
- Concha Magaña. (2001). *La Entomología Forense y su aplicación a la Medicina Legal*. Data de la muerte.
- Dirección de Salubridad Pública (Venezuela): "La mosca," Caracas.
- Florez, E., & Wolff, M. (2009). Description and key to the main species of Calliphoridae (Diptera) larvae of forensic importance from Colombia. *Neotropical entomology*, 38(3), 418-429.
- Fonseca Muñoz, A. (2011). Esterilización de huevos y efecto de larvas *Lucilia* sp (diptera: calliphoridae) en biofilms de *Pseudomonas aeruginosa*. Instituto politécnico nacional centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional unidad Oaxaca.
- Funes, Hernan M. (2020). Claves para controlar de forma eficiente la mosca doméstica.
- Goff, M. L., y Odom, C. B. (1987). Forensic Entomology in the Hawaiian Islands: Three Case Studies. *The American journal of forensic medicine and pathology*, 8(1), 45-50.
- Goff, M. L. (1991). Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. *Journal of forensic Science*, 36(3), 748-753.
- Goff, M. L., Brown, W. A., y Omori, A. I. (1992). Preliminary observations of the effect of methamphetamine in decomposing tissues on the development rate of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on the estimations of postmortem intervals. *Journal of Forensic Science*, 37(3), 867-872.
- Goff, M. L. (1993). Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Science Review*, 5, 81-81.
- Gupta, A., y Setia, P. (2004). Forensic entomology—past, present and future. *Forensic Entomology*. Special Issue Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology, 50-53.
- Herbert, R. (1982). *Introducción a la entomología general y aplicada*. Quinta Edición. Omega, Barcelona, p. 535.
- Hogue, C. L., y Hogue, J. (1993). *Latin American insects and entomology*. University of California Press.

- Howard, L. O.: "The House Fly: Carrier of Disease," Montana State Dept. of Health, Sp. Bull. No. 16, Helena, Montana, 1919
- Hjorth-Andersen, C. T. M. (2015). Orden Diptera. Revista IDE@ - SEA, n° 63 (30-06-2015): 1–22.
- J. Faurreche *et al.*, 1999. Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera, Calliphoridae) Under Extreme Conditions. Journal of Insect Behavior, Vol. 12, No. 5.
- Leclercq, M., y Quinet, L. (1949). Quelques cas d'application de l'entomologie a la determination de l'époque de mort (Several cases concerning the application of entomology on determination of postmortem interval). Ann. Med. Leg, 29, 324-326.
- Leclercq, M. (1969). Entomological parasitology. The relations between entomology and the medical sciences. Entomological parasitology. The relations between entomology and the medical sciences.
- Leclercq, M. (1978). Entomologie et médecine légale. Datation de la mort (No. 614.1 L459e). París, FR: Masson. 42
- Leclercq, M., y Brahy, G. (1990). Entomologie et médecine légale: origines, evolution, actualisation. Revue Médicale de Liège, 45, 348-357.
- Mariani, R., García-Mancuso, R., Varela, G. L., e Inda, A. M. (2014). Entomofauna of a buried body: study of the exhumation of a human cadaver in Buenos Aires, Argentina. Forensic science international, 237, 19-26.
- Maschka (1881). Angeblicher Tod eines Kindes infolge von Verletzungen. Natürliche Todesart. Entstehung der Verletzung nach dem Tod durch Ameisenbisse (Alleged death of a child due to injuries. Natural cause of death. Injury patterns caused by ant bites), Vjschr. Ger. Med. N.F. 34, 193– 197.
- Mariluis, J. C., y Mulieri, P. R. (2003). La distribución de las Calliphoridae en la Argentina (Diptera). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 62(1-2), 85-97.
- Mégnin, P. (1887). La faune des tombeaux, in: M. Brown-Sequard (Ed.), C. R. Heb. Seances Acad. Sci. 103, 948–931.
- Mégnin, P. (1894). La faune des cadavres: Application de l'entomologie a la médecine légale (Vol. 101). Masson y Gauthier-Villars.
- Mégnin, P. (1896). Note sur une collection d' insectes des cadavres intéressants a` connaître au point de vue médico-légal, offerte au Muséum, Bull. Mus. Hist. Nat. 10, 187– 190.
- Morales, J. *et al.*, 1999. *Manual de Entomología económica. Màster en Malalties Parasitàries Tropicals*. (2015). Universitat de València.

- Morales Montero, R. Elaboración de una clave taxonómica para adultos y larvas de las especies de los géneros *Lucilia* y *Hemilucilia* (Diptera: Calliphoridae) de Costa Rica (2014). Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. Costa Rica.
- Moreno, R. (2006). La criminalística: Concepto, objeto, método y fin. Manual de introducción a la criminalística. Décimo primera edición. Porrúa. Av. República Argentina y Justo Sierra. Ciudad de México. 22-23.
- Moreno, R. (2006). Reflexiones en torno a las semejanzas y diferencias entre la Criminología y la Criminalística. Manual de introducción a la criminalística. Décimo primera edición. Porrúa. Av. República Argentina y Justo Sierra. Ciudad de México. 345-352.
- Museu Paulista. (1911). Revista do Museu Paulista (Vol. 8). Museu Paulista.
- Nuorteva, P., Isokoski, M., y Laiho, K. (1967). Studies on the possibilities of using blowflies (Diptera) as medicolegal indicators in Finland. I. Report of four indoor cases from the city of Helsinki. Suomen Hyonteistieteellinen Aikakauskirja, 33(4)
- Nuorteva, P., Schuman, H., Isokoski, M., y Laiho, K. K. (1974). Studies on the possibilities of using blowflies (Diptera: Calliphoridae) as medicolegal indicators in Finland. In Annales Zoologici Fennici (Vol. 40, pp. 70-74).
- Oliva, A., Ravioli, J., Trezza, F., y Navarri, C. (1995). Entomología forense. Pren. méd. argent, 82, 229-234.
- Oliva, A. (1997). Insectos de interés forense de Buenos Aires (Argentina): Primera lista ilustrada y datos bionómicos. Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales.
- Oliva, A. (2001). Insects of forensic significance in Argentina. Forensic Science International 120 (1-2): 145-154.
- Oliva, A. (2007). Frecuencia y distribución temporal de moscas cadavéricas (Diptera) en la ciudad de Buenos Aires. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie, 9(1), 5-14.
- Orfila, M. J. B., y Lesueur, O. (1831). Traité des exhumations juridiques: et considérations sur les changemens physiques que les cadavres éprouvent en se pourrissant dans la terre, dans l'eau, dans les fosses d'aisance et dans le fumier (Vol. 1). , Paris, Béchét Jeune, pp. 331–333 (in French).
- Orfila, M. J. B., Lesueur, O., y Güntz, E. W. (1835). Handbuch zum Gebrauche bei gerichtlichen Ausgrabungen und Aufhebungen menschlicher Leichname jeden Alters in freier Luft, aus dem Wasser, den Abtrittsgruben und Düngerstätten... Aus dem Franz. mit Zusätzen und Noten (Vol. 2). Barth.

- Pape, T., Blagoderov, V., Mostovski, M. B., y Zhang, Z. Q. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148(237), 222-229.
- Pereira AJ, Archuby FM y Centeno ND. (2018). Distribución espacial y estacional de Calliphoridae (Diptera) en la ciudad de Neuquén. En: X Congreso Argentino de Entomología (p. 288), Mendoza.
- Pérez, M. M. (2006). *Estudio de la morfología externa de los adultos de la mosca cazadora Coenosia attenuata Stein, 1903 (Diptera: Muscidae), y primer reporte para Colombia.* Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 2(1), 68-87.
- Raymonda Perez, L. (2005). *Introducción a la Entomología agrícola y a la apicultura.*
- Roth, L.M. y Willis, E.R. (1937). Cockroach Bites, in: The Medical and Veterinary Importance of Cockroaches, *Smithon Miscellaneous Collection*, Vol. 134, No. 10, Chapter IX, pp. 30–34.
- Saltini, Antonio. (1984-89). *Storia delle scienze agrarie*, 4 vols, Bologna.
- Schmitz, S.J. (1928). Phoriden in doodkisten (Phorid flies in coffins), *Natuurhist. Maandblad* 17, 130–133.
- Teileche T, Mariani R, Varela G & Hernandez, M. (2019). *XX Congreso Nacional de Arqueología.* Argentina.
- Torrez, J., Zimman, S., Rinaldi, C., y Cohen, R. (2006). Entomología forense. *Revista del Hospital JM Ramos Mejía (Edición electrónica)*, 11(1), 22.
- Walcher, K. (1933). Eindringen von Maden in die Spongiosa der großen Röhrenknochen. *Deutsche Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin*, 20(1), 469-471.
- Wolff, M., Uribe, A., Ortiz, A., y Duque, P. (2001). A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International*, 120(1), 53-59.
- Tz'u, S. (1924). The Hsi YuÈan Lu or Instructions to Coroners (Version from 1843, compiled by TÂung Lien). *Proc. R. Soc. Med*, 17, 59-107.
- Tz'u, S. (1981). The washing away of wrongs. (Original title: Hsi Yüan chi lu), Book 2. Center of Chinese Studies. The University of Michigan. Ann Arbor, (Chapter 5), (Translated by Brian E. McKnight).
- Universidad Santo Tomás. Primer Claustro Universitario de Colombia. *Claves Taxonómicas.*
Recuperado de:
https://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Momento3_%20Flora_%20Janet%20Camacho%20Garzon/claves_taxonmicas.html

Yusseff Vanegas, S. Z. (2006). Entomología forense: los insectos en la escena del crimen.

Revista Luna Azul, 23, pp. 42-49.

Ecología verde. (2022). *Partes de la mosca*. Recuperado de:

<https://www.ecologiaverde.com/partes-de-la-mosca>