





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA Y FÍSICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ENTOMOLOGÍA FORENSE:**

**PROPUESTA DE PROTOCOLO PARA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DE CASOS EN  
EL ÁMBITO LEGAL DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.**

**TRABAJO FINAL**

**para obtener el título de**

**ESPECIALISTA EN CRIMINALÍSTICA Y ACTIVIDADES PERICIALES**

**BIOQ. CÁRDENAS POSADAS, MARÍA ALICIA**

**BIOQ. ESP. GONZÁLEZ GASQUEZ, IGNACIO**

**CÓRDOBA, 2016**



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 2.5 Argentina. Para ver una copia de esta licencia visitar: <https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar/>

**DIRECTORA**

.....  
Dra. Biol. Battán Horenstein, Moira

**COMISIÓN DE TRABAJO FINAL**

.....  
Dra. Bioq. Pignata, Ma.  
Luisa.

.....  
Dr. Biol. Visintin,  
Andrés.

.....  
Bioq. Esp. Hansen,  
Cristian.

Nota: .....



*A mi madre; a mis hermanos, Fede y Emi; a mi abuela, Pinu y Jorge...*

*(María)*

*A mis padres, Susana y Héctor...*

*(Ignacio)*

## **AGRADECIMIENTOS**

La proyección, ejecución, desarrollo y conclusión de este trabajo no hubieran sido posible sin la desinteresada colaboración de las personas e instituciones que se detallan a continuación:

- Dra. Biol. Battán Horenstein, Moira.
- Dra. Bioq. Pignata, María Luisa.
- Dr. Biol. Visintin, Andrés.
- Bioq. Esp. Hansen, Cristian.
- Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba.
- Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.
- Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.
- Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer, en principio, a mi madre por el apoyo y por creer siempre en mí.

A Jorge, por estar presente mucho antes de que esta especialidad empiece.

A mi abuela Pinuca, porque es mi segunda madre y mi ángel de la guarda.

A mis hermanos, porque se muestran orgullosos de mí.

A mi padre, Héctor, porque me dio la vida y, en sus genes, su visión del futuro.

A la Dra. Moira Battán Horenstein, por su experiencia, aporte, conocimiento, paciencia y apoyo en este trabajo final, sin ella no hubiera sido posible realizarlo.

A mis amigos de La Rioja, que siempre me hacen reír y eso me hace feliz.

A mis amigos de Córdoba, que me hicieron sentir en casa y compartieron momentos hermosos.

A Carlos, por su apoyo y ayuda para no bajar los brazos.

Y, por último, pero muy importante, a mi compañero y amigo desde el día uno, Nacho. Gracias por el aguante, los mates, las charlas y, por supuesto, los masajes.

María Cárdenas Posadas



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a las siguientes personas que brindaron su tiempo y apoyo durante el transcurso de la carrera:

A mis padres, Susana y Héctor.

A mis hermanos, Héctor, Mariana y Javier.

A mis sobrinos, Jeremías, Rocío, Paula y Tomás, por las sonrisas.

A mis abuelos...

A Iván que, sin su apoyo, sus palabras y su compañía, este camino hubiera sido imposible.

A Flor y Sole, las hermanas que elegí.

A Ana, Nati, Juan, Lourdes y Cielo, los amigos con quien comparto la vida.

A Mary Shú, Maru y Liz, porque la amistad y el apoyo en la distancia pueden sentirse muy cerca.

A Pau, Ina y Gabi mi compañía a diario.

A mis compañeros del laboratorio del Hospital Pediátrico del Niño Jesús, a todos y cada uno de ellos por el tiempo y el apoyo.

A Marta, mi segunda madre.

A Norma, Raúl, Perla y Kevin, mi otra familia.

A Moira, por la paciencia y la dedicación durante todos estos meses.

A mis cuñadas, Ximena y Victoria.

A mi compañera de carrera y trabajo final, María, por tantas horas y masajes compartidos.

Ignacio González Gasquez

## ÍNDICE GENERAL

Portada	I
Página de Honor	II
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Índice General	VIII
Índice de Abreviaturas	X
Índice de Figuras	XI
Índice de Tablas	XII
Resumen	XIII
Summary	XIV
Introducción	1
- Breve reseña histórica de la entomología forense	2
- Entomología forense: aplicaciones	3
Objetivos	5
- General	5
- Específicos	5
Desarrollo	6
- Gestión del lugar del hecho/hallazgo	6
- Errores	11
- Métodos para la recolección de evidencia entomológica	11
- Sitios de recolección.	12
- Propuesta de protocolo de toma de muestra para evidencias entomofaunísticas en el lugar del hecho/hallazgo	15
- Propuesta de protocolo de toma de muestra para evidencias entomofaunísticas en la autopsia	19
Conclusión	21



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

EF: Entomología Forense

IPM: Intervalo Post-mortem

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Técnica Zonal	7
Figura 2 - Técnica Lineal	7
Figura 3 - Técnica Strip	7
Figura 4 - Técnica Grilla	8
Figura 5 - Técnica Radial	8
Figura 6 - Técnica Vinculante	8
Figura 7 - Técnica Espiral	9

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Exposición de casos Judiciales en la Provincia de Córdoba en los que la Entomología Forense fue usada como herramienta para la estimación del IPM.	14
--	----

## RESUMEN

La entomología forense es la ciencia que se encarga de estudiar la sucesión de insectos en los cuerpos en descomposición, con el fin de aportar información para dilucidar las circunstancias de muerte de una persona, brindando referencias sobre lugar y el momento del suceso. Una vez superadas las 72 horas del deceso, la medicina forense ya no puede brindar información confiable sobre la data de la muerte, por lo que la entomología forense adquiere importancia en las primeras etapas de la investigación.

En el presente trabajo, se exponen y analizan casos que tuvieron lugar en el ámbito legal en la Provincia de Córdoba, en los que la entomología forense tuvo un papel fundamental para su resolución. Debido a que una de las falencias predominantes en los casos analizados se relaciona con la calidad de la muestra (número y representatividad), se presenta, además, un protocolo para la recolección y conservación de las mismas. Con esta propuesta se intenta plantear una solución a estos inconvenientes para un correcto análisis del caso, permitiendo brindar información pertinente válida en un proceso judicial.

## **SUMMARY**

Forensic entomology is the science responsible for the study of insects' succession in rotting bodies in order to provide information of the place and moment of a person's death. After 72 hours of the decease, forensic medicine can no longer provide reliable information on the date of death. That's when forensic entomology becomes important.

In this monograph, we present and analyze forensic cases that occurred in the province of Cordoba, where forensic entomology played a key role for their resolution. As one of the predominant flaws in the analyzed cases relates to the quality of the sample (number and representativeness), we also propose a sample collection and preservation protocol. This proposal attempts to establish a solution to these problems for a correct analysis of the case, allowing to provide relevant information valid in legal proceedings.



## INTRODUCCIÓN

La Entomología (del griego, “*entomos*”, insecto, y “*logos*”, ciencia) es el estudio científico de los insectos, y constituye una especialidad importante de la Zoología. Dentro de la Entomología, una de las ramas que se encuentra en pleno desarrollo y avance es la de la Entomología Forense (EF). Esta ciencia se ocupa del estudio de los insectos y otros artrópodos como evidencias en materias legales. La EF como ciencia tiene tres campos de acción: la Entomología urbana (infestaciones en lugares urbanos, rurales), la Entomología de productos almacenados (infestaciones en alimentos para el consumo y comercialización) y la Entomología médico – legal o médico – forense, que estudia los insectos y otros artrópodos en relación a un cadáver. De aquí en adelante, hablaremos de Entomología Forense, haciendo referencia sólo a la Entomología Médico-Legal o Médico-Forense. La principal aplicación de la EF es la estimación de la data de muerte o IPM (tiempo transcurrido entre el momento de la muerte y del hallazgo del cuerpo). También se pueden determinar las circunstancias pre, peri y post mortem, el lugar del fallecimiento, detectar la presencia de tóxicos y estupefacientes y si hubo movimientos del cadáver, entre otras<sup>1,2</sup>.

Cuando un organismo muere, su cuerpo, sufre un proceso de degradación metabólica donde la materia orgánica se transforma en compuestos orgánicos e inorgánicos simples, resultando en la liberación de energía. Durante este proceso conocido como descomposición, el cadáver pasa por una serie de cambios físicos y químicos destructivos que incluyen autólisis, autodigestión y putrefacción, lo que produce una rápida alteración de los tejidos en su forma y estructura. Si bien la descomposición es un proceso continuo sin estados discretos<sup>3</sup>, se la divide, a fines prácticos, en etapas definidas en base a características fisicoquímicas del cadáver. El número de fases y la denominación de éstas difieren con respecto a las fases definidas por los médicos forenses y entre entomólogos de distintas regiones geográficas<sup>4</sup>.

El cuerpo en descomposición constituye un recurso altamente nutritivo para una amplia variedad de organismos que van desde vertebrados carroñeros, hasta hongos y bacterias<sup>4</sup>. Los insectos son la fauna principal, tanto en número de individuos como diversidad de especies, asociados a un cuerpo en descomposición<sup>5,6,7</sup>. Los insectos son atraídos al cadáver en descomposición, en el cual juegan un rol fundamental acelerando este proceso<sup>8</sup>. Cada etapa del proceso de descomposición provee un hábitat preferido por ciertas especies para la

oviposición y la alimentación, lo que determina la llegada de los insectos y otros artrópodos de manera secuencial; esto se conoce como sucesión faunística. Estos artrópodos cumplen diferentes funciones sobre el cuerpo en descomposición, según el hábito alimenticio, las cuales han sido denominadas de forma diversa por diferentes autores. La clasificación más usada es:

1) Especies necrófagas: se alimentan del cadáver y constituyen la categoría más importante a la hora de determinar el tiempo de muerte. Son quienes cumplen el papel principal en el proceso de descomposición y retorno de materia orgánica al ecosistema.

2) Especies necrófilas: Los segundos más importantes para las ciencias forenses; teniendo en cuenta que algunos carroñeros se vuelven predadores en estadios más adultos. Si bien estas especies no necesariamente resultan indispensables en la sucesión, siguen la ocurrencia de sus presas. Son especies que se alimentan de los necrófagos, ya sea por predación o como parasitoides.

3) Especies omnívoras: Avispas, hormigas y algunos Coleopteros; se alimentan tanto del cadáver como de sus habitantes.

4) Especies oportunistas: Utilizan el cadáver como una extensión de su ambiente. No se consideran en la sucesión faunística. Por ejemplo: Collembola, arañas, etc.

5) Especies accidentales: Otras especies pueden ser encontradas en el cadáver accidentalmente por su búsqueda de humedad o un lugar donde reposar<sup>6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15</sup>.

Los insectos necrófagos están representados principalmente por especies de los órdenes Diptera y Coleoptera. Los dípteros son moscas cuyos estados inmaduros (larvas) se alimentan directamente del cuerpo en descomposición. Las moscas de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, entre otras, colonizan el cadáver rápidamente durante las primeras etapas del proceso de descomposición, dejando gran cantidad de huevos y larvas que se alimentan activamente del mismo. La llegada de estos insectos es de forma secuencial, siguiendo un patrón determinado por la descomposición ya que cada etapa de este proceso es atractiva para diferentes especies<sup>16</sup>.

La temperatura, humedad, estacionalidad, viento, lluvia, accesibilidad y distribución geográfica (entre otros), son algunos de los factores que pueden afectar el proceso de descomposición, la sucesión faunística y el tiempo de desarrollo de los insectos<sup>6, 16, 17, 18, 19</sup>.

### Breve Reseña histórica de la Entomología Forense

La EF fue documentada por primera vez en China en el año 1235 en el libro titulado “*The Washing Away of Wrongs: Forensic Medicine in Thirteenth Century China* (University of Michigan, Ann Arbor, MI)”. Sung Tzu, investigador de asesinatos, descubrió a la persona

responsable de un asesinato por medio de las moscas atraídas por la sangre residual de la víctima que quedaba en su herramienta de trabajo. La entomología forense se introduce en Europa al final del siglo XIX gracias a las publicaciones de los investigadores Bergeret, Brouardiel, Yovanovitch y Mégnin. Este último, en 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 y que delimitan o se correlacionan claramente con el proceso de descomposición del organismo hasta su desaparición. En los siguientes años, comenzaron las investigaciones del tema en el resto del mundo, brindando aportes a la ciencia en cuestión. A partir de los trabajos de estos pioneros se produce un fuerte avance de la Entomología Forense, tanto en Europa como en América del Norte y se incrementa, a su vez, el interés por el conocimiento global de este tipo de sistema biológico desde el punto de vista ecológico. En América del Sur, el número de trabajos sobre la descomposición de la carroña y la fauna asociada está en pleno crecimiento, tanto desde la perspectiva ecológica de la comunidad (estructura, dinámica e interacciones de las especies, etc.), como de la importancia médico – legal de los artrópodos.

En Argentina los estudios en esta área son escasos aún. Algunos aspectos ecológicos y la sistemática de los Calliphoridae de Argentina, han sido estudiados a fondo por Mariluis <sup>20, 21, 22, 23</sup>. La primera lista de insectos de interés forense de la ciudad de Buenos Aires fue presentada por Oliva <sup>24</sup>. Estudios más recientes, sobre la fauna relacionada a las diferentes fases de la descomposición y su aplicación a la medicina legal, fueron llevados a cabo por Oliva <sup>25, 26, 27, 28, 29, 30, 31</sup>.

### Entomología Forense: Aplicaciones

La medicina forense tiene limitaciones a la hora de determinar el tiempo de muerte. Sólo puede establecer una estimación más certera dentro de las 72 horas, luego es necesaria la participación de otras áreas. La EF tiene como principal finalidad estimar el intervalo post mortem o data de muerte pudiendo establecer IPM prolongados (mayores a 72 horas). Para ello el entomólogo forense se basa en el estudio y análisis de la fauna presente, sus ciclos de vida (desarrollo) y la sucesión faunística<sup>32</sup>. Para la aplicación de la EF en la resolución de un caso de muerte, hay que tener en cuenta muchos factores que influyen en la biología de los insectos como en el proceso de descomposición. Existen diferentes factores, ambientales como el lugar de producida la muerte, la causa de la muerte y la ubicación del cadáver, entre otros, que influyen tanto en la composición de la fauna presente como en sus ciclos de vida y sucesión. Si estos factores no se tienen en cuenta a la hora de estimar el IPM, es posible llegar a una conclusión errónea.

Para que la muestra entomológica tenga valor, ésta debe estar correctamente recolectada en cantidad y tamaño de individuos (larvas y adultos) representativos, las muestras deben estar bien procesadas y conservadas y ser entregadas inmediatamente al entomólogo forense. La correcta recolección e identificación de los necrófagos es fundamental, ya que estos organismos son los que tienen mayor relación con el cadáver y, por lo tanto, el entomólogo forense se basa en ellos para estimar el IPM. En muchas circunstancias, el entomólogo forense no forma parte del equipo que concurre a la escena del crimen, por lo que únicamente le llegan un número reducido de especímenes para su análisis.

## OBJETIVOS

### General

Analizar casos reales de la Provincia de Córdoba en los cuales la EF tuvo su participación en la estimación del IPM y proponer un protocolo de toma de muestras entomológicas, basado en la evidencia anterior.

### Específicos

1 -Determinar la relevancia de los resultados obtenidos en la resolución del interrogante principal (data de muerte) mediante el estudio de casos.

2 -Realizar un listado completo de las especies encontradas con mayor frecuencia en relación a los cadáveres en la Provincia de Córdoba a partir del análisis de casos.

3 -Determinar los límites en la aplicación de la EF para la estimación de la data de muerte.

4 -Proponer protocolos de trabajo para la recolección y conservación de material entomológico tanto en el lugar del hallazgo del cadáver como durante la autopsia del cuerpo.

## DESARROLLO

El desarrollo del trabajo se realizó a través del análisis de casos judiciales que han tenido lugar durante los últimos años en la Provincia de Córdoba, en los que la Entomología Forense ha sido fundamental para la resolución de los mismos (Tabla 1). A partir de este análisis, teniendo en cuenta las limitaciones y las falencias en el trabajo entomológico, tanto en el lugar del hecho/hallazgo como en las autopsias, se proponen dos protocolos para la toma de muestras (Protocolo de Campo y Protocolo de Autopsia), los que se elaboraron teniendo en cuenta los métodos y técnicas de recolección, conservación y preservación de muestras entomológicas.

### Gestión del lugar del hecho/hallazgo

El objetivo de la criminalística es responder a las preguntas: ¿quién?, ¿de qué manera?, ¿cuándo?, ¿dónde? y ¿con qué? fue llevado a cabo un hecho delictivo. Por ello, el trabajo de evaluación y procesamiento del lugar del hecho/hallazgo es de exclusiva competencia de especialistas en las ciencias forenses, dado que es el personal más capacitado para llevar a cabo la tarea. La información proporcionada por la escena del crimen se denomina “evidencia física”, y proporciona datos imparciales y objetivos, siempre y cuando su tratamiento haya sido de manera correcta y evitando la contaminación de la misma. Para ello existen una serie de pasos metódicos y sistemáticos, que deben aplicarse cronológicamente <sup>33</sup>:

- 1) Aproximación: registro de toda información relevante del lugar del hecho y sus alrededores, que pueda llegar a ser significativa a la hora del análisis del caso.
- 2) Seguridad y protección: establecer un cerco perimetral y prevenir cualquier alteración de la condición original del lugar.
- 3) Inspección ocular: observación integral del lugar del hecho a los fines de asimilar un conocimiento completo del lugar.
- 4) Fijación del lugar y las evidencias: registro del lugar y las evidencias, a través de actas, croquis, fotografías y videos, con el fin de una posterior reconstrucción de la escena.
- 5) Levantamiento, conservación y rotulado de evidencias: es necesario que sea llevado a cabo por personal entrenado.
- 6) Inspección final: observación integral final del lugar del hecho y el proceso en su totalidad, con el objetivo de evitar la pérdida de información vital para el caso.

7) Entrega del lugar del hecho: realizado por el funcionario judicial interviniente.

Para abordar la escena del hecho o hallazgo se pueden utilizar diferentes tipos de técnicas:

A) Zonal

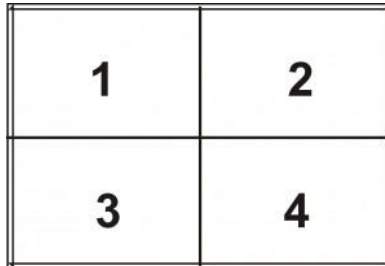


Figura N°1: Técnica zonal.

B) Lineal: Método aconsejable para lugares abiertos y con suficiente personal.

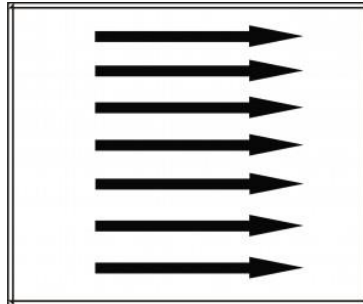


Figura N°2: Técnica lineal.

C) Strip

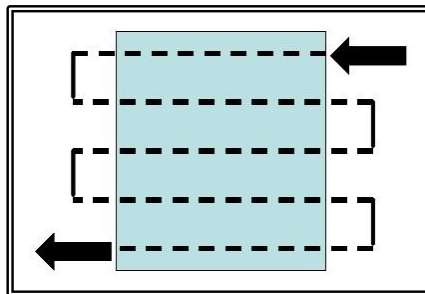


Figura N°3: Técnica strip.

D) Grilla

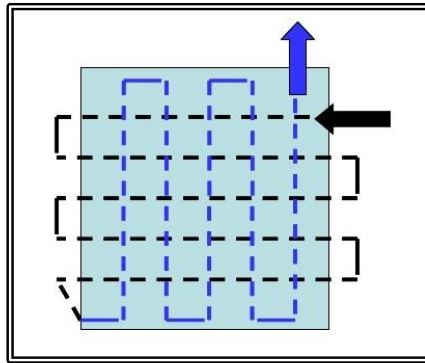


Figura N°4: Técnica grilla.

E) Radial

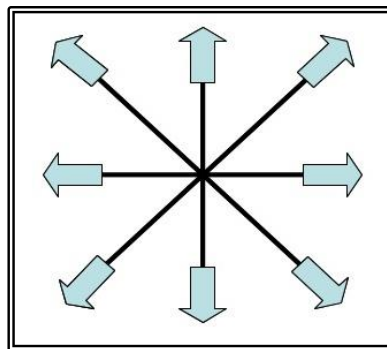


Figura N°5: Técnica radial.

F) Vinculante

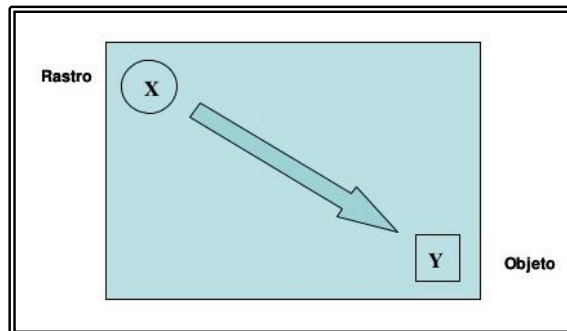


Figura N°6: Técnica vinculante.



### G) Espiral



Figura N°7: Técnica en espiral.

El levantamiento de evidencias, su conservación y rotulado es crítico para el adecuado análisis. En esta etapa intervienen múltiples disciplinas, con sus respectivos protocolos de trabajo que permiten la correcta realización de su tarea, y que la evidencia recolectada sea fiel al hecho. En algunos casos está presente la evidencia de tipo entomológica, por lo que es importante contar con personal idóneo en el área.

Uno de los objetivos del presente trabajo es proponer un protocolo de actuación para la recolección y conservación de material entomológico tanto en el lugar del hallazgo del cadáver como durante la autopsia del mismo que puedan servir como evidencia para la determinación de la data de muerte entre otras aplicaciones.

Debido a la importancia de la estimación de IPM en la investigación de un caso forense, es menester la presencia de un profesional con experiencia en la recolección de muestras entomológicas, en caso de ser necesario, en la escena del crimen y durante la autopsia. En el caso que el entomólogo forense no pueda estar presente, es preciso que se informe, junto con el material entomológico de estudio, las características del escenario y los datos ambientales ya que, como se mencionara en el marco teórico, los insectos se ven influenciados por la temperatura y la humedad <sup>34</sup>. Todas las características del lugar en que fue hallado un cadáver deben ser registradas con la máxima fidelidad posible ya que factores como la ubicación del cadáver (enterrado, sumergido, expuesto al aire libre, etc.) la posición del cuerpo (boca hacia arriba, boca hacia abajo, etc.), la causa de muerte (herida sangrante, asfixia, etc.) entre otras influyen no sólo en el proceso de descomposición sino también en la llegada y desarrollo de la fauna entomológica.

En la toma de muestras entomológicas frecuentemente participan profesionales formados en áreas de conocimiento totalmente diferentes, por lo que utilizan protocolos que no son los apropiados para esta área, pudiendo dejar de lado material de importancia a la

hora de la determinación del IPM. También es fundamental la correcta conservación de las muestras. De hecho, en los procesos judiciales, la mayoría de los fallos contra la utilidad y fiabilidad de las evidencias entomológicas y sus conclusiones, se centran en los errores cometidos por la persona o las personas implicadas en realizar los procedimientos de recolección, conservación y análisis de las evidencias <sup>35, 36</sup>. El modo en que se recolecten las evidencias, su cantidad y la rapidez con que se procesen y envíen al laboratorio entomológico serán fundamentales para un informe pericial de calidad<sup>37, 38</sup>. Las muestras deben ser suficientemente representativas, tanto en cantidad como en calidad, de la fauna en relación con el cadáver y de la existente en sus inmediaciones. Para ello se debe explorar no sólo el cadáver sino el espacio circundante, aplicándose todas aquellas técnicas de muestreo de artrópodos que sean precisas. También se deben registrar las variables ambientales (especialmente temperatura y humedad), tanto en el momento de la recolección, como en distintos momentos del día, a fin de valorar las variaciones de las mismas.

El equipamiento necesario para una correcta recolección y preservación de las muestras entomológicas consta de:

- 1) Guantes de goma descartables
- 2) Pinzas
- 3) Pincel pequeño
- 4) Manga entomológica
- 5) Aspiradores de boca
- 6) Paraguas japonés
- 7) Potes de plástico
- 8) Etiquetas
- 9) Etanol al 70% v/v
- 10) Termómetro

Es fundamental la óptima conservación de las muestras, debiéndose emplear etanol al 70% v/v en lugar de cualquier otro conservante. Las larvas deben ser sacrificadas en agua a punto de hervir por un periodo de unos tres minutos para, a continuación, ser conservadas en etanol al 70% v/v. Cualquier otro tratamiento provoca alteraciones en las proporciones corporales de la larva, lo que puede conducir a errores de interpretación de su edad a partir de su longitud <sup>39, 40</sup>.

## Errores

- En el procedimiento previo

La adecuada observación en la escena forense es fundamental, ya que los principales errores en el procedimiento se deben a la falta de información vital que es recolectada en este momento. Es importante una buena descripción de la escena ya sea por medio de registros fotográficos, escritos, esquemas, etc.

- En la recolección de evidencias entomológicas

Los principales errores que se dan en la recolección de muestras entomológicas, refieren a la representatividad de la misma en cuanto a su calidad, cantidad y procedencia. Al referirnos a la calidad de la muestra, el principal problema radica en que el material recolectado no suele ser representativo de todas las especies presentes en la escena, debido a que se tiende a coleccionar aquellos que están en mayor abundancia o que son más fáciles de capturar. En cuanto a los errores en la cantidad de la muestra, se observan en el poco material remitido, no siendo representativo de la abundancia de cada una de las especies presentes; en cambio, cuando nos referimos a la procedencia de la muestra, el principal error reside en la falta de información sobre la zona del cuerpo o escena de la cual ha sido recolectada.

Cabe mencionar que ocasionalmente pueden tomarse muestras y mantenerlas vivas para el estudio de su ciclo de vida, siendo este procedimiento no tan frecuente en ciertos países, debido a la complejidad del método y la escasez de recursos de laboratorio como la falta de cámaras de cría con temperatura y humedad regulables.

Algunos errores detectados en el tratamiento de las evidencias entomológicas suelen estar relacionados con las sustancias fijadoras y conservantes utilizados. Su mal uso afecta los caracteres morfológicos que permiten el estudio e identificación de los ejemplares <sup>39</sup>. También se puede hacer referencia en cuanto a los errores de tratamiento, al incorrecto tiempo de remisión de las muestras al laboratorio y el mal rotulado de las mismas.

## Métodos para la Recolección de Evidencia Entomológica

Los especímenes colectados, ya sean adultos o inmaduros, deben ser conservados en etanol al 70% v/v, ya que este fija los tejidos y mantiene las características morfológicas de los individuos, para una correcta identificación. Es importante no utilizar formol. Cuando se trata de especímenes vivos, los huevos deben conservarse en un papel humedecido, dentro

de viales, que permitan la entrada de aire, pero que eviten el escape de las larvas una vez que eclosionen. En cambio, cuando nos referimos a larvas, éstas se deben conservar en los viales a temperaturas entre los 2 y los 6°C. Es importante remitir las muestras al laboratorio dentro de las 24 horas.

Las larvas deben ser sacrificadas sumergiéndolas en agua caliente (temperatura superior a los 80°C, pero no hirviendo), durante 3 minutos. Luego deben ser lavadas con etanol antes de ser conservadas en un vial con etanol al 70% v/v. Es importante llevar registros de este procedimiento y realizarlo lo antes posible. En caso de no contar con agua caliente, también puede utilizarse un congelador, colocando las larvas a -20 °C durante una hora. Las larvas vivas no deben ser colocadas directamente en etanol, ya que éste afecta la coloración y la morfología al transcurrir el tiempo dando lugar a la pérdida en la calidad de la muestra necesaria para una correcta identificación. Los restos de los insectos, como puparios, que documentan la presencia y actividad de estos, deben ser almacenados en condiciones secas, una vez que estén completamente deshidratados <sup>42, 43</sup>.

### Sitios de Recolección

Siempre es necesario que las muestras provengan tanto del cadáver, como de sus inmediaciones.

#### 1) En el cadáver (escena del crimen / autopsia)

Es fundamental que la recolección de insectos y los datos de la temperatura del cuerpo sean registrados. Nada debe ser movido o retirado del cadáver sin una autorización específica de la persona responsable. La recolección de muestras de diferentes zonas del cuerpo sin vida, debe seguir el siguiente orden:

- A) Orificios naturales y ojos (sitios primarios de ovoposición / larviposición).
- B) Heridas traumáticas (sitios primarios de ovoposición / larviposición).
- C) Interfase cadáver- sustrato y debajo del cuerpo.
- D) En los pliegues de la ropa y calzado.
- E) En el material en el cual se encuentre envuelto el cadáver en caso de estarlo (bolsas, ropas, alfombras, etc.,).
- F) En la bolsa en la que se transporta el cuerpo hasta la morgue.

Se deben recolectar muestras de todas las partes del cadáver, no sólo de los lugares de mayor actividad de insectos e identificarlas colocándolas en recipientes separados tomando las muestras de cada una de ellas. Por último, si hay presencia de insectos, estos

se deben coleccionar utilizando el instrumental adecuado, o a través del uso de trampas, cuando se trata de ejemplares vivos.

2) Alrededor del cadáver (escena del crimen)

Previamente al levantamiento del cadáver, se deben tomar muestras entomológicas como así también, una vez que los restos han sido retirados de la escena. Es recomendable extraer material de la superficie con la que estuvieron en contacto y buscar en el área, hasta al menos 2 metros alrededor del cadáver y aún hasta los 10 metros, dependiendo de las circunstancias. En una escena al aire libre, es recomendable tomar muestras de suelo de hasta 2 metros de distancia del cadáver, y 10 centímetros por debajo del mismo, buscando debajo de piedras, rocas y troncos caídos para evitar pérdida de muestra; en tanto que, en una escena en interiores, es necesario revisar las diferentes habitaciones. Las larvas de algunas especies suelen alejarse del cuerpo antes de pupar.

Tabla 1 - Exposición de casos Judiciales en la Provincia de Córdoba en los que la Entomología Forense fue usada como herramienta para la estimación del IPM.

Caso	1	2	3	4	5	6	7
<b>Fecha de Desapar.</b>	12/2002	06/2004	08/2005	08/2007	09/2009	03/2015	12/2014
<b>Fecha de Hallazgo/ Ubicación</b>	04/2003 Enterrada	11/2004 Enterrado	09/2005 Aire libre	09/2007 Aire libre (cubierto)	10/2009 (Semisumerg.)	13/03/2015 (Aire libre)	03/2015 (Aire libre)
<b>Sexo</b>	Mujer	Hombre	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
<b>Estado de Descomp.</b>	Avanzado. Ausencia de masa muscular en extremidades.	Enfisematoso	Avanzado con signos de putrefacción.	Avanzado, con escaso tejido dérmico.	Retrasado por estar semisumergido.	Cuerpo: estado fresco.	Avanzado, con partes en esqueletiz.
						Cabeza: estado avanzado.	
<b>Material Colectado</b>	6 larvas III y 1 adulto del cuero cabelludo.	7 larvas III del tronco y abundantes larvas pequeñas (posiblemente de estadio I) y huevos en la región del hombro izquierdo.	62 larvas III provenientes de cuero cabelludo, base del cráneo, cerebro, bifurcación de la tráquea y pulmón.	32 larvas III, 5 pupas sin eclosionar y 2 puparios vacíos.	7 larvas III	Huevos y larvas I, II y III, extraídos de cuerpo y cabeza.	Larvas I, II y III, puparios vacíos y adultos.
<b>Identif.</b>	<i>Chrysomya albiceps</i> (Diptera, Calliphoridae)	<i>Musca domestica</i> (Dipt., Muscidae)	<i>Calliphora vicina</i>	<i>Chrysomya albiceps</i>	<i>Oxysarcodexia</i> sp.	<i>Lucilia sericata</i>	<i>Ophyra aenescens</i>
			<i>Lucilia sericata</i>	<i>Calliphora vicina</i>			<i>Piophilidae casei</i>
				Familia Sarcophagidae			<i>Lucilia sericata</i>
		<i>Fannia</i> sp. (Dipt., Fanniidae)	<i>Piophilidae casei</i>				<i>Hermetia illucens</i>
			Nitidulidae				
			Athericidae				
		Ácaros					
<b>IPM</b>	22 días - 5 meses	1 - 4 meses	6 - 11 días	22 - 41 días	30 días	47 - 53 horas	74 - 84 días
<b>Calidad de la muestra</b>	Poca representación numérica. Deficiente conservación.	Poca representación numérica. Larvas muy deterioradas debido a incorrecta conservación.	Poca representación numérica.	-	Muestra en precarias condiciones de conservación y fijado	Poca representación numérica y de especies.	-

A continuación, se propone una planilla para registrar la información necesaria para el correcto estudio, a la hora de la toma de muestra entomológica.

**PROPUESTA DE PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS PARA EVIDENCIAS ENTOMOFAUNÍSTICAS**  
**EN EL LUGAR DEL HECHO/HALLAZGO.**

Fecha/hora: \_\_\_\_\_ Caso número: \_\_\_\_\_

Material recolectado por: \_\_\_\_\_

Lugar del levantamiento: \_\_\_\_\_ Autoridad Judicial: \_\_\_\_\_

Página 1/4

**Sobre el Lugar del Hecho**

(complete y marque con una X, según corresponda)

Tipo de Escena

Provincia: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_

- Ambiente: Urbano: ( )                      - Rural: ( )                      - Semiurbano: ( )

Ubicación del cadáver

- Aire libre ( )                      - Encerrado ( )                      - Vivienda ( )  
- Vehículo ( )                      - Otros ( )

Descripción: \_\_\_\_\_

Evidencias Entomológicas (Alrededor del cadáver)

- Presente ( )                      - Ausente ( )

Procedencia de la muestra

- 1) \_\_\_\_\_ . A \_\_\_\_ metros del cadáver.
- 2) \_\_\_\_\_ . A \_\_\_\_ metros del cadáver.
- 3) \_\_\_\_\_ . A \_\_\_\_ metros del cadáver.
- 4) \_\_\_\_\_ . A \_\_\_\_ metros del cadáver.
- 5) \_\_\_\_\_ . A \_\_\_\_ metros del cadáver.

**Sobre el Cadáver**

(complete según corresponda)

Edad aproximada: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Altura aproximada: \_\_\_\_\_ Peso aproximado: \_\_\_\_\_





Estado de Descomposición (marque con una X)

- Fresco ( )                      - Enfisematoso ( )   - Descomposición temprana ( )

- Descomposición avanzada ( )                      - Esqueletización ( )

- Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Evidencias Entomofaunísticas (marque con una X o complete, según corresponda)

- Presente ( )                      - Ausente ( )

- Tipo de evidencia entomofaunística (indique si se trata de larvas, pupas, etc.):

Tubo 1) \_\_\_\_\_ \*

Tubo 2) \_\_\_\_\_ \*

Tubo 3) \_\_\_\_\_ \*

Tubo 4) \_\_\_\_\_ \*

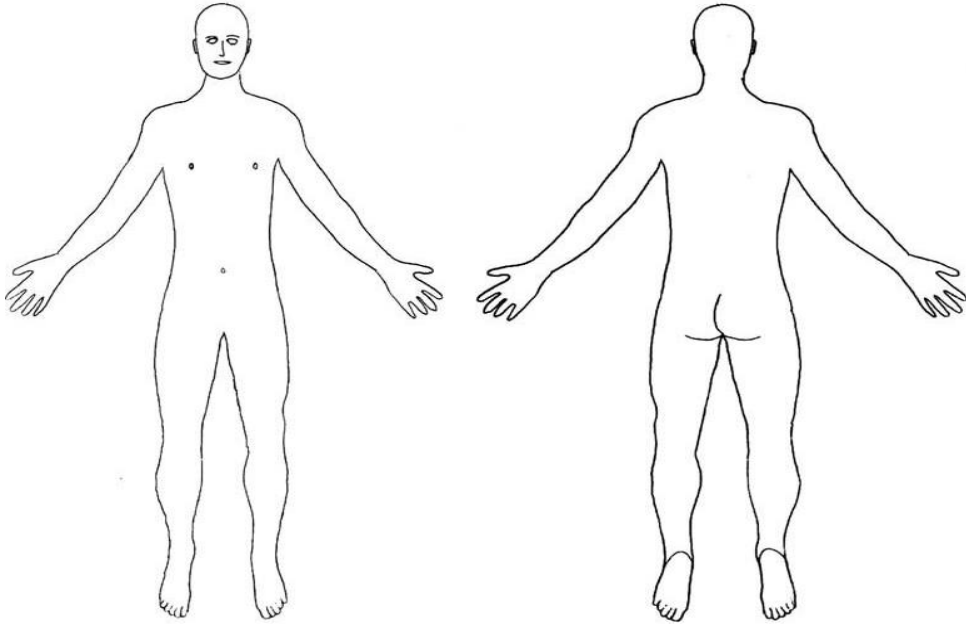
Tubo 5) \_\_\_\_\_ \*

Evidencia de carroñeros\*: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\*Marque la posición en el esquema de la página 4.

Esquema (marque las zonas, según corresponda)

- Total o parcialmente vestido.
- Rastros de carroñeros.
- Heridas.
- Localización de las muestras.



Tubo	Cantidad de Especímenes	Localización en el Cadáver
1		
2		
3		
4		
5		

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**PROPUESTA DE PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS ENTOMOLÓGICAS EN LA AUTOPSIA**

Fecha/hora: \_\_\_\_\_

Caso número: \_\_\_\_\_

Material recolectado por: \_\_\_\_\_

Lugar del levantamiento: \_\_\_\_\_ Autoridad Judicial: \_\_\_\_\_

**Página 1/2**

Especificaciones (complete según corresponda)

Edad aproximada: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Altura aproximada: \_\_\_\_\_ Peso aproximado: \_\_\_\_\_

Vestimenta (marque con una X o complete, según corresponda)

- No ( ) - Si ( ) Completamente vestido ( ) Parcialmente vestido ( )

- Partes cubiertas: \_\_\_\_\_

- Tipo de vestimenta: \_\_\_\_\_

- Observaciones: \_\_\_\_\_

Estado de Descomposición (marque con una X)

- Fresco ( ) - Enfisematoso ( ) - Descomposición temprana ( )

- Descomposición avanzada ( ) - Esqueletización ( )

- Observaciones: \_\_\_\_\_

Evidencias Entomofaunísticas (marque con una X o complete, según corresponda)

- Presente ( ) - Ausente ( )

- Tipo de evidencia entomofaunística (indique si se trata de larvas, pupas, etc.):

Tubo 1) \_\_\_\_\_ \*

Tubo 2) \_\_\_\_\_ \*

Tubo 3) \_\_\_\_\_ \*

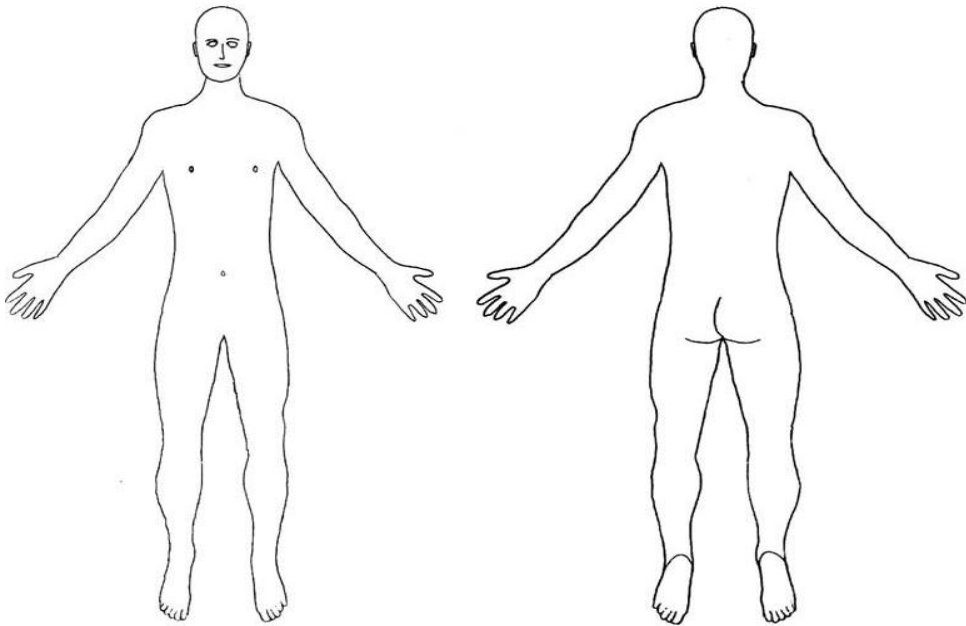
Tubo 4) \_\_\_\_\_ \*

Evidencia de carroñeros\*: \_\_\_\_\_

\*Marque la posición en el esquema de la página 2.

Esquema (marque las zonas, según corresponda)

- Total o parcialmente vestido.
- Rastros de carroñeros.
- Heridas.
- Localización de las muestras.



Tubo	Cantidad de Especímenes	Localización en el Cadáver
1		
2		
3		
4		

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## CONCLUSIÓN

La Entomología Forense es la ciencia que se ocupa del estudio de los insectos y artrópodos como evidencias en materias legales. Cumple un rol fundamental en casos donde la medicina forense alcanza sus limitaciones, es decir, luego de las 72 horas del fallecimiento de la persona, brindando información sobre el IPM, las circunstancias pre, peri y post mortem, el lugar del fallecimiento, la detección de la presencia de tóxicos y estupefacientes, y si hubo movimientos del cadáver, entre otras.

En el presente trabajo, se analizaron 7 casos ocurridos en la provincia de Córdoba, entre el 2003 y el 2015, donde la EF fue fundamental para la resolución de los mismos. En el análisis de los mismos, un punto en común fue el hecho de que las muestras remitidas en todos los casos fueron escasas en número, en especies (siendo incorrecta la representatividad de las mismas), las malas condiciones de conservación y una insuficiente información anexa necesaria para el correcto análisis de las mismas. Esto puede deberse a diversos factores, como por ejemplo la falta de capacitación del personal o la falta del material de trabajo adecuado, etc.

En una escena del crimen es fundamental el correcto abordaje y tratamiento de todos los aspectos que forman parte de la misma, para lo cual es crítico que el personal que acuda a la escena tenga conocimientos generales de criminalística teóricos y de campo, además de la formación específica para la realización de las tareas inherentes a su actividad.

Al analizar los casos presentados se puede observar que la problemática reside en la falta de la estandarización de la actividad, dando lugar a errores que resultan contraproducentes en el análisis de los casos. Para una adecuada recolección del material entomológico es importante capacitar al personal encargado de la tarea, contar con el material adecuado para la recolección, etc. Para optimizar esta tarea, el protocolo de toma de muestras entomológicas presentado, hace hincapié en cómo recolectar el material (en número y variedad adecuado), cómo conservarlo y la información anexa que debe incorporarse. Una incorrecta recolección del material puede llevar a una conclusión errónea en el análisis de la situación a resolver.

Este protocolo fue diseñado teniendo en cuenta diferentes variables, como por ejemplo tipo de lugar del hallazgo, condiciones ambientales, vestimenta del cadáver, entre

otros, que pueden influir directamente sobre la evidencia. También se tuvo en cuenta el momento de la toma de muestra, diferenciando si se trata de la escena del crimen/hallazgo o en la autopsia.

La aplicación del presente protocolo puede significar una mejora a la hora de formular conclusiones respecto a los casos, facilitando la resolución de los mismos y dando fundamentos irrefutables a la hora de ser expuesto como prueba de investigación de la muerte ante el fiscal o tribunal; convirtiéndose en una herramienta muy útil para el perito en todo el proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) CATTS, E. Paul; GOFF, M. Lee. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, 1992, vol. 37, no 1, p. 253-272.
- (2) HALL, R. D. Medicocriminal entomology. *Entomology and death: a procedural guide*. Joyce's Print Shop, Clemson, SC, 1990, p. 1-8.
- (3) SCHOENLY, K.; REID, W. Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete seres or a continuum of change?. *Oecologia*, 1987, vol. 73, no 2, p. 192-202.
- (4) GOFF, M. L. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Science Review*, 1993, vol. 5, no 2, p. 81-94.
- (5) GOFF, M. Lee; ODOM, Charles B. Forensic Entomology in the Hawaiian Islands: Three Case Studies. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 1987, vol. 8, no 1, p. 45-50.
- (6) PAYNE, Jerry A. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 1965, vol. 46, no 5, p. 592-602.
- (7) TANTAWI, Tarek I., et al. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology*, 1996, vol. 33, no 4, p. 566-580.
- (8) ANDERSON, G. S. Forensic entomology in British Columbia: a brief history. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 2001, vol. 98, p. 127-136.
- (9) REED JR, H. B. A study of dog carcass communities in Tennessee, with special reference to the insects. *American Midland Naturalist*, 1958, p. 213-245.
- (10) JOHNSON, Marshall W.; STINNER, R. E.; RABB, R. L. Ovipositional response of *Heliothiszea* (Boddie) to its major hosts in North Carolina. *Environmental Entomology*, 1975, vol. 4, no 2, p. 291-297.
- (11) SMITH, Kenneth GV, et al. *A Manual of Forensic Entomology*. 1986.
- (12) LECLERCQ, Marcel; VERSTRAETEN, Charles. Entomologie et médecine légale. L'entomofaune des cadavres humains: sa succession par son interprétation, ses résultats, ses perspectives. *Journal de Médecine Légale Droit Médical*, 1993, vol. 36, no 3-4, p. 205-222.
- (13) LECLERCQ, Jean. A new genus and species of Crabronini (Hymenoptera: Sphecidae) from Sri Lanka. *Memoirs of the Entomological Society of Washington*, 1996, vol. 17, p. 95-102.

- (14) LECLERC, M. A faunistic account of Tabanidae (Diptera) of Saudi Arabia and Oman. *Fauna of Arabia*, 2000, vol. 18, p. 285-292.
- (15) ARNALDOS, Isabel, et al. An initial study on the succession of sarcosaprophagous Diptera (Insecta) on carrion in the south-eastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine*, 2001, vol. 114, no 3, p. 156-162.
- (16) VANLAERHOVEN, S. L.; ANDERSON, G. S. *Forensic entomology determining time of death in buried homicide victims using insect succession*. Technical report TR-02-96. Canadian Police Research Centre: Ottawa, Ontario, 1996.
- (17) EARLY, Marianne; GOFF, M. Lee. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA. *Journal of Medical Entomology*, 1986, vol. 23, no 5, p. 520-531.
- (18) TULLIS, K.; GOFF, M. Lee. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawai'i. *Journal of Medical Entomology*, 1987, vol. 24, no 3, p. 332-339.
- (19) SOUZA, ARIANA; DE, MARIA; LINHARES, ARÍCIO XAVIER. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in south eastern Brazil: relative abundance and seasonality. *Medical and veterinary entomology*, 1997, vol. 11, no 1, p. 8-12.
- (20) MARILUIS, Juan C. *Contribución al conocimiento de los calliphoridae de Argentina (Insecta: Diptera)*. 1978. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- (21) MARILUIS, J. C. Clave para la identificación de los Calliphoridae de la República Argentina (Diptera). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 1981, vol. 40, no 1-4.
- (22) MARILUIS, J. C.; SCHNACK, J. A. Ecology of Calliphoridae from the "Area Platense", Buenos Aires, Argentina. *ECOSUR (Argentina)*, 1985, vol. 12, no 13, p. 81-91.
- (23) MARILUIS, Juan C.; MULIERI, Pablo R. The distribution of the Calliphoridae in Argentina (Diptera). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 2003, vol. 62, no 1-2, p. 81-106.
- (24) OLIVA, Adriana. *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, 1997.
- (25) OLIVA, A. Insects of forensic significance in Argentina. *Forensic Science International*, 2001, vol. 120, no 1, p. 145-154.
- (26) OLIVA, Adriana; RAVIOLI, Julio A. Conscript carrasco: a peacetime casualty. *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 2004, vol. 5, no 1, p. 45-49.
- (27) OLIVA, Adriana. Frecuencia y distribución temporal de moscas cadavéricas (Diptera) en la ciudad de Buenos Aires. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 2007, vol. 9, no 1, p. 5-14.



(28) HORENSTEIN, Moira Battán, et al. Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. En *Anales de Biología*. 2005. p. 191-201.

(29) BATTAN HORENSTEIN, Moira, et al. Species composition and seasonal succession of saprophagous calliphorids in a rural area of Córdoba: Argentina. *Biological research*, 2007, vol. 40, no 2, p. 163-171.

(30) BATTÁN HORENSTEIN, M., et al. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Medical and Veterinary Entomology*, 2010, vol. 24, no 1, p. 16-25.

(31) HORENSTEIN, Moira Battán; ROSSO, Beatriz; GARCÍA, M. Dolores. Seasonal structure and dynamics of sarcosaprophagous fauna on pig carrion in a rural area of Córdoba (Argentina): Their importance in forensic science. *Forensic Science International*, 2012, vol. 217, no 1, p. 146-156.

(32) GOFF, M. Lee; OMORI, Alvin I.; GUNATILAKE, Kanthi. Estimation of postmortem interval by arthropod succession: three case studies from the Hawaiian Islands. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 1988, vol. 9, no 3, p. 220-225.

(33) Torales, E. Manual de procedimiento para la preservación del lugar del hecho y escena del crimen. Programa Nacional de Criminalística, 2005.

(34) KLOTZBACH, H., et al. The history of forensic entomology in German-speaking countries. *Forensic Science International*, 2004, vol. 144, no 2, p. 259-263.

(35) GREENBERG, Bernard; KUNICH, John Charles. *Entomology and the law: flies as forensic indicators*. Cambridge University Press, 2002.

(36) SEKAR, Satish. A Fly for Justice. *Forensic Entomology Special Issue Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 2004, p. 54.

(37) CATTS, E. Paul; HASKELL, Neal H. Entomology & death. 1990.

(38) BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. Insects of forensic importance, pp. 43-79. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC, Boca Raton, FL, 2001.

(39) TANTAWI, T. I.; GREENBERG, B. The effect of killing and preservative solutions on estimates of maggot age in forensic cases. *Journal of Forensic Science*, 1993, vol. 38, no 3, p. 702-707.

(40) - ADAMS, Zoe JO; HALL, Martin JR. Methods used for the killing and preservation of blowfly larvae, and their effect on post-mortem larval length. *Forensic Science International*, 2003, vol. 138, no 1, p. 50-61.

(41) ARNALDOS, M<sup>a</sup> Isabel, et al. Entomología forense en España: Hacia una buena práctica profesional. *Ciencia forense*, 2006, vol. 8, p. 17-38.

(42) AMENDT, Jens, et al. Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*, 2007, vol. 121, no 2, p. 90-104.



