

# Tafonomía forense: estudio experimental del proceso de descomposición de un cuerpo sumergido en una ciénaga del Caribe colombiano

## Forensic taphonomy: experimental study of the decomposition process of a body submerged in a swamp of the Colombian Caribbean

Anyely Toloza-Leones<sup>1</sup>  y César Valverde-Castro<sup>2</sup> 

1. Programa de Antropología, Facultad de Humanidades, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

2. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

### Resumen

En este trabajo se documenta el proceso de descomposición de un cadáver de cerdo en un ecosistema léntico, simulando la descomposición de un cuerpo humano, en la Ciénaga Inasika del municipio El Banco (Departamento del Magdalena) con el fin de estimar el intervalo postinmersión (ISPM). Para tal fin, se usó como biomodelo un cadáver de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) sacrificado por contusión craneal; el cadáver fue enjaulado de tal manera que ingresaran los insectos, mas no los grandes carroñeros. Posteriormente se sumergió en la ciénaga a 80 cm de profundidad con el fin de documentar los cambios postmortem y la sucesión entomológica. Se estableció un ISPM de 11 días y se documentaron seis fases de descomposición, en las cuales se recolectaron dípteros pertenecientes a las familias de Muscidae, Calliphoridae y Sarcophagidae. Las fases de descomposición observadas fueron: fresca, flotación temprana, descomposición flotante, deterioro de la hinchazón, restos flotantes y restos hundidos. Finalmente, dada la necesidad que tiene el país de expandir el conocimiento en ciencias forenses a causa del conflicto armado y la delincuencia común, buscamos desarrollar herramientas que faciliten los procesos legales, ayudando a esclarecer casos donde se tenga poca información sobre los hechos seguidos a la muerte de una persona.

**Palabras clave:** Colombia; ecosistema léntico; entomología forense; ISPM; Magdalena

### Abstract

This work documents the decomposition process of a pig carcass in a lentic ecosystem, simulating human body decomposition, in order to estimate the post-immersion interval (ISPM), in the Inasika swamp of El Banco municipality (Magdalena Department). For this purpose, a pig carcass (*Sus scrofa domesticus*) was sacrificed by cranial contusion and used as a biomodel; The corpse was caged to allow insect decomposition, preventing large scavengers from reaching the body. Subsequently the carcass was submerged in a swamp 80 cm deep, for postmortem changes and entomological succession documentation. An 11-day ISPM was established, and six decomposition phases were documented, where Diptera belonging to Muscidae, Calliphoridae and Sarcophagidae families were collected. Decomposition phases were observed as follow: fresh, early floating, floating decomposition, swelling deterioration, floating debris, and sunken debris. Due to the country's armed conflicts and crime, there is a need to expand knowledge in forensic areas. This investigation seeks to develop tools to facilitate legal processes, and to help clarify cases where little information about the events following a person's death is available.

**Key words:** Colombia; lentic ecosystem; forensic entomology; SPMI; Magdalena

\*Autor de correspondencia: [cvalverde@unimagdalena.edu.co](mailto:cvalverde@unimagdalena.edu.co)

**Editor:** Nydia A. Segura

**Recibido:** 05 de mayo de 2022

**Aceptado:** 28 de septiembre de 2022

**Publicación en línea:** 27 de octubre de 2022

**Citar como:** Toloza Leones, A. y Valverde-Castro, C. 2022.

Tafonomía forense: estudio experimental del proceso de descomposición de un cuerpo sumergido en una ciénaga del Caribe Colombiano. Intropica 17(2): Preprint.

<https://doi.org/10.21676/23897864.4598>.



## Introducción

La tafonomía es un método de investigación aplicado en casos médico-legales que utiliza técnicas arqueológicas y antropológicas forenses para la búsqueda de las causas de la muerte (Camacho 2016). Los procesos tafonómicos de índole biológicos o físicos, son aquellos que pueden afectar a los restos cadavéricos después de la muerte y son responsables de provocar una serie de alteraciones sobre el cuerpo (Balmore *et al.*, 2011). Es conveniente señalar que un cadáver, sea humano o animal, al momento que se extinguen los bioquímicos vitales sufre diversas alteraciones por causa del medio ambiente, estos efectos son conocidos como fenómenos cadavéricos (Latorre, 2010). Estos fenómenos suelen dividirse en dos grupos: tempranos y tardíos; el primer grupo se caracteriza por ocurrir durante las primeras 24 horas del deceso, entre ellos se observan el livor mortis, el rigor mortis, el espasmo cadavérico, el algor mortis y la deshidratación cadavérica; los fenómenos tardíos ocurren luego de 24 horas, presentándose la autólisis, la putrefacción y la antropofagia cadavérica, que conlleva a la destrucción completa del cadáver (Alvarado, 1999). En este contexto, la tafonomía forense estudia el proceso de descomposición presente en un cadáver, iniciando con un estado fresco de descomposición en donde inicia la acidificación tisular producto de la muerte, que luego es precedida por una fase de hinchazón corporal producto de la acumulación de gases por la actividad bacteriana. Luego de la hinchazón se presentan la descomposición activa o colicuativa, la descomposición avanzada y el estado de esqueletización (Simmons *et al.*, 2010). Las cinco fases de descomposición se observan en ecosistemas terrestres y han sido ampliamente documentadas, variando sus tiempos de duración por acción de la temperatura ambiental y la ubicación del terreno; ahora bien, según Payne (1965) en ambientes acuáticos se observan los siguientes seis estados de descomposición: fresco sumergido, flotación temprana, descomposición flotante, deterioro de la hinchazón, restos flotantes y restos hundidos.

Ahora bien, el proceso de descomposición cadavérica lleva consigo una serie de transformaciones físico-químicas que lo hacen atractivo y aprovechado por una serie de organismos necrófagos, que suceden dependiendo del estado de descomposición del cuerpo (Krenzer, 2006). Estos son de vital importancia a la hora de determinar el Intervalo Postmortem (IPM). Por ende, la entomología forense, ayuda a dar contexto a la investigación médico-legal. Tal como lo reportó el primer caso de Entomología Medica Forense documentado en el siglo XIII por el abogado e investigador de muertes Sung Tzu en el

texto médico-legal Hsi Yüan Chi Lu. En el escrito se narra el asesinato de un hombre a puñaladas durante su jornada laboral en un arrozal; un día después del crimen, el investigador pidió a todos los trabajadores que posaran sus hoces sobre el suelo; los rastros imperceptibles de sangre atrajeron moscas a una sola hoz, al ser descubierto el dueño de dicho instrumento confeso su delito. En este documento Sung Tzu explica la relación entre larvas y adultos de moscas además de su actividad sobre las heridas e invasión en cadáveres (Benecke, 2001).

Por lo general, esta disciplina en Colombia se ha enfocado en la taxonomía, sistemática, genética, ecología y ciclos de vida de los insectos colonizadores (Amat *et al.*, 2013; Ramírez-Mora *et al.*, 2012; Ramos-Pastrana *et al.*, 2014; Sánchez y Fagua, 2014; Vélez y Wolff, 2008). Al igual que en trabajos relacionados con la sucesión entomológica, la sinantropía y la entomotoxicología como herramienta legal (Montoya *et al.*, 2009; Barrios y Wolff, 2011; Beltran *et al.*, 2012; Ramos-Pastrana *et al.*, 2018; Ramos-Pastrana y Wolff, 2017; Segura *et al.*, 2009; Uribe-M *et al.*, 2010; Yepes Gaurisas *et al.*, 2013). A través de los años diversos autores han hecho estudios que dan cuenta de la sucesión entomológica en diferentes ecosistemas Vélez y Wolff (2008); Montoya *et al.* (2009); Segura *et al.* (2009); Uribe-M *et al.* (2010); Barrios y Wolff (2011); Salazar-Ortega *et al.* (2012); Beltran *et al.* (2012); Ramírez-Mora *et al.* (2012); Yepes Gaurisas *et al.* (2013); Amat *et al.* (2013); Ramos-Pastrana *et al.* (2014); Sánchez Restrepo y Fagua (2014); Ramos-Pastrana y Wolff (2017) y Ramos-Pastrana *et al.* (2018).

Ahora bien, en la región Caribe también se han hecho estudios relacionados con la entomología forense como lo son el de Santodomingo-M *et al.* (2014); Valverde-Castro *et al.* (2017); Buenaventura, Valverde-Castro, y Wolff (2020) y Hernández *et al.* (2021). Dada todas las implicaciones legales que representa obtener cadáveres humanos para llevar a cabo estos experimentos, se ha optado en la mayoría de los casos, por utilizar cerdos puesto que se asemejan al ser humano; como por ejemplo, la cantidad de vello, tamaño del torso, flora intestinal, hábitos alimenticios y procesos de descomposición (Goff *et al.*, 1988); sin embargo, para la precisión de la interpretación antropológica forense depende de una correcta valoración de las actividades perimortem y postmortem que afectan a cadáveres procedentes de contextos forenses, debido a la complejidad que requiere datar el Intervalo de Sumersión Postmortem (ISPM), ya que la data de la sumersión no necesariamente coincide con la de la muerte, se hace muy inexacta su aplicación al momento de determinar el IPM (Concheiro, Carro y Suarez, Peñaranda, 2004). Una de las

principales motivaciones para realizar este experimento es la situación de conflicto armado que enfrenta el país desde hace aproximadamente 70 años (CMH, 2013). Esta situación ha dado paso a ciertas modalidades delictivas ejecutadas por los actores del conflicto, una de ellas es la desaparición forzada, cuya naturaleza se ha catalogado de multiofensiva, ya que este no solo involucra a la víctima sino a sus familiares y la comunidad en general la ubicación de sus seres queridos (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2018).

Dada todas las implicaciones legales que representa obtener cadáveres humanos para llevar a cabo estos experimentos, se ha optado en la mayoría de los casos, por utilizar cerdos puesto que se asemejan al ser humano; como por ejemplo, la cantidad de vello, tamaño del torso, flora intestinal, hábitos alimenticios y procesos de descomposición (Goff *et al.*, 1988); sin embargo, para la precisión de la interpretación antropológica forense depende de una correcta valoración de las actividades perimortem y postmortem que afectan a cadáveres procedentes de contextos forenses, debido a la complejidad que requiere datar el Intervalo de Sumersión Postmortem (ISPM), ya que la data de la sumersión no necesariamente coincide con la de la muerte, se hace muy inexacta su aplicación al momento de determinar el IPM (Concheiro, Carro y Suarez, Peñaranda, 2004). Una de las principales motivaciones para realizar este experimento es la situación de conflicto armado que enfrenta el país desde hace aproximadamente 70 años (CMH, 2013). Esta situación ha dado paso a ciertas modalidades delictivas ejecutadas por los actores del conflicto, una de ellas es la desaparición forzada, cuya naturaleza se ha catalogado de multiofensiva, ya que este no solo involucra a la víctima sino a sus familiares y la comunidad en general la ubicación de sus seres queridos (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2018).

Cabe resaltar que, en el departamento del Magdalena, al igual que en la gran mayoría del país encontramos cifras elevadas de víctimas por el conflicto armado; según datos del Registro Único De Víctimas son 335,186 reportes hasta la fecha (Unidad para las víctimas, 2020). De tal modo que es fundamental abordar temas como la tafonomía forense en los mayores escenarios posibles para así tener una aproximación de la realidad y se facilite el trabajo en futuras investigaciones legales. En el caso de la estimación del intervalo *postinmersión* y los insectos asociados a ecosistemas lénticos, en Colombia los casos que se

han destacado han sido los desarrollados por Cortés y Salazar (2006), Barrios (2007), Latorre (2010), Barrios y Wolff (2011); por tal razón, el objetivo de este estudio es documentar los procesos de descomposición en un cadáver de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) en un ecosistema léntico, en la ciénaga Inasika en el municipio El Banco del departamento del Magdalena, con el fin de generar una herramienta para estimar el intervalo *postinmersión* (ISPM) en este tipo de ecosistemas.

## Materiales y métodos

### Metodología

La investigación realizada fue de tipo exploratorio, descriptivo y comparativo utilizando como modelo de experimentación un cerdo hembra (*Sus scrofa domesticus*), con un peso aproximado de 17 kg, para simular la descomposición humana (Anderson & VanLaerhoven, 1996) El animal fue adquirido muerto en El Matadero Municipal de El Banco, Magdalena, siendo las 16:20h del día 21 de septiembre del 2019, posteriormente fue trasladado a la zona de estudio y se colocó en una jaula rectangular de hierro (120 cm x 70 cm x 50 cm, ojo de malla de 3 cm) a 80 cm de profundidad durante 11 días.

### Área de estudio

El experimento se realizó entre el 21 de septiembre y el 01 de octubre del 2019 en el municipio de El Banco ubicado en el extremo más meridional del departamento de Magdalena; en la confluencia de los ríos Magdalena, Cesar y diferentes Ciénagas, este colinda al Norte con los Municipios de Guamal, Magdalena y Chimichanga, Cesar; al Occidente con el brazo de Mompo y el Municipio de Hatillo de Loba, Bolívar; al Oriente con el Municipio de Tamalameque, Cesar y el complejo cenagoso de Zapatosa y al Sur con el Río Magdalena. Para nuestro estudio hicimos uso de la ciénaga Inasika, la cual cuenta con un pH de 7.2. El punto de muestreo se localizó a los N 9°01'3,16" W 73°57'44,03" y a una altitud de 32 m s.n.m. (Figura 1) Durante este periodo de tiempo el municipio tuvo una temperatura ambiental que osciló entre 25 y 35 °C. El área de estudio corresponde al llamado ecosistema léntico por ser una Ciénaga, según (Gratton y Zanden, 2009), en el que predominan especies de plantas acuáticas enraizadas y/o flotantes, la flora arbórea o arbustiva es escasa (Roldan y Ramírez, 2011).

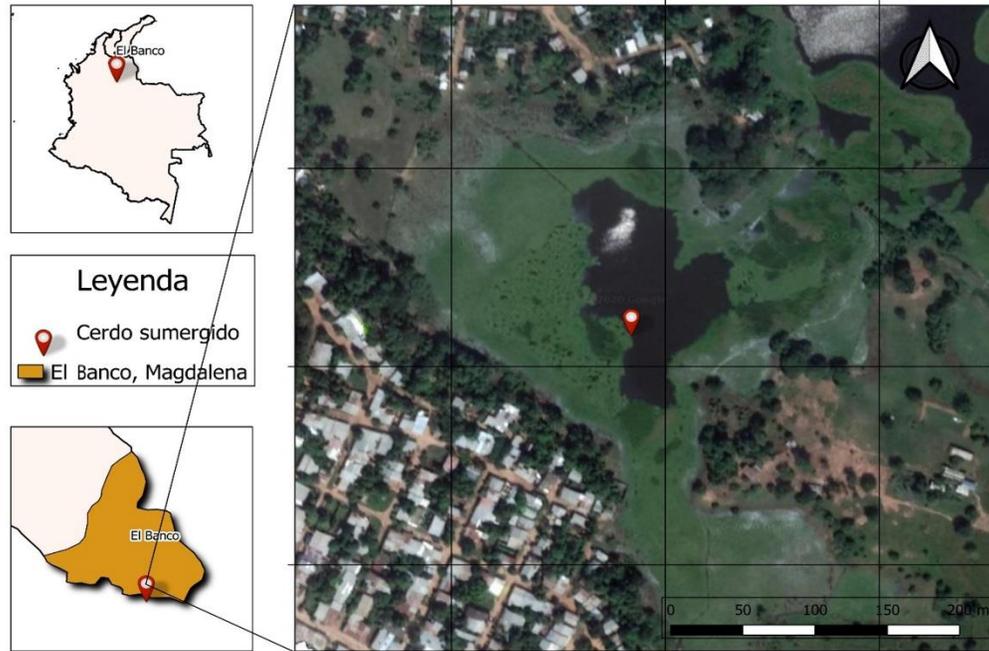


Figura 1. Punto de muestreo ubicado en la ciénaga Inasika del Municipio de El Banco, Magdalena. Fuente: elaboración propia.

### Materiales y procedimientos

El muestreo se realizó cada 5 horas (6:00-11:00-16:00-21:00 h) durante 11 días, para analizar cada una de las etapas de descomposición se procedió a la toma fotografías y anotaciones de los cambios observados; simultáneamente se llevó a cabo el registro de la temperatura corporal (rectal), ambiental y temperatura de agua con un termómetro de inmersión total. Todos los datos fueron anotados y sistematizados. Con el objetivo de analizar y determinar las fases de descomposición y adquirir el tiempo transcurrido entre cada una de ellas, se utilizó la metodología propuesta por Barrios y Wolff (2011) y Ramos-Pastrana *et al.* (2019) donde se reconocen seis fases de reducción cadavérica: fresco sumergido, flotación temprana, descomposición flotante, deterioro de la hinchazón, restos flotantes y restos hundidos. Se documentaron todos los cambios corporales y se relacionaron con las variables climáticas registradas, la fecha, el tipo y hora de muerte, peso, sexo, localidad, ubicación del lugar y observaciones corporales. Por consideraciones bioéticas, los autores declaran haber cumplido con la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia.

### Análisis de la información

Se elaboró una matriz de análisis para documentar cada una de las fases de descomposición del cadáver y su tiempo de

duración, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y los cambios corporales. El material entomológico recolectado fue curado e identificado hasta familia por medio de las claves taxonómicas de (Brown *et al.*, 2019), con ayuda de un estereoscopio Nikon SMZ645.

### Resultados

Fueron recolectados, un total de 396 individuos de distintas familias. En relación a las familias encontradas en las diferentes fases se pudo observar que Muscidae y Calliphoridae, las cuales, llegaron luego de 24 h, para este tiempo el cadáver se encontraba en la fase de flotación temprana, la primera estuvo presente durante todo el proceso hasta la fase de restos hundidos, y la segunda pasadas 168 h, es decir hasta la fase de restos flotantes y ya no fue colectada, puesto que no hizo presencia en el cuerpo; por otro lado Sarcophagidae, empieza aparecer transcurridas 48 h, en la fase de descomposición flotante y se mantuvo hasta restos hundidos (figura 2).

Se observó que el proceso de reducción cadavérica en una Ciénaga, en donde se identificaron seis fases de descomposición, duró aproximadamente 230 horas (h); la fase fresca sumergido presentó una duración de 2 h, la flotación temprana 46 h, la descomposición flotante 38 h, deterioro de la

hinchazón 72 h, restos flotantes 34 h y restos hundidos alrededor de 38 h. También se evidenció que la temperatura

corporal y la temperatura del agua se igualaron luego de 2 h, fenómeno conocido como *algor mortis* (figura 3).

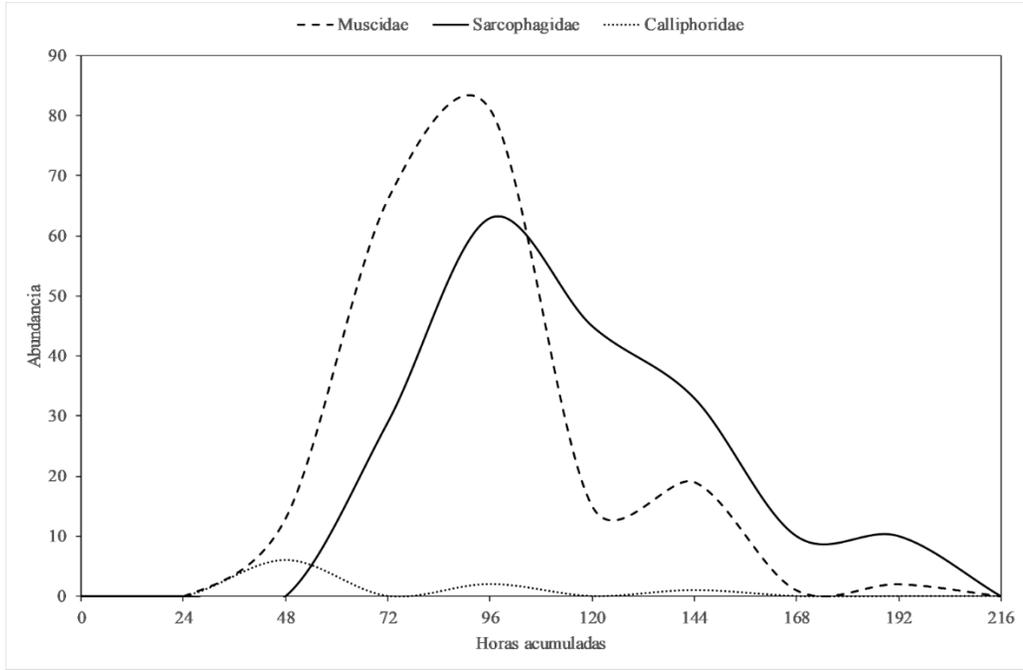


Figura 2. Abundancia de moscas necrófagas durante el tiempo de descomposición de un cadáver de cerdo doméstico en un ecosistema léntico en una Ciénaga de El Banco, Magdalena.

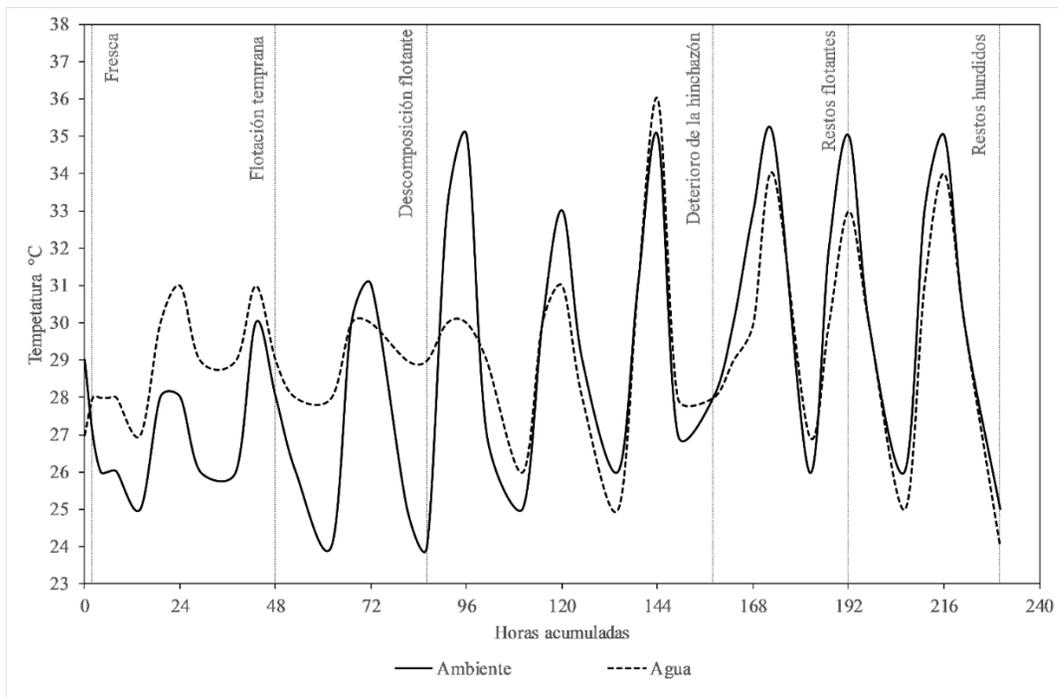


Figura 3. Variación de las temperaturas y las fases de descomposición (líneas verticales) de un cadáver de cerdo doméstico en un ecosistema léntico en una Ciénaga de El Banco, Magdalena.

A continuación, se describen las observaciones realizadas de los fenómenos cadavéricos, asociados a cada fase de descomposición.

### Fenómenos cadavéricos tempranos

Fresco sumergido 2 h: inició desde el momento en el cual el cuerpo es sumergido en el agua hasta que salió a flote; el cadáver permaneció debajo del agua durante las primeras dos horas del experimento. En este punto el cadáver presentó fenómenos cadavéricos tempranos, como una leve rigidez en las extremidades.

Flotación temprana 36 h: transcurridas dos horas después de la muerte, el abdomen fue una de las primeras partes del cuerpo que salió a flote, la cual es una característica propia de esta fase. (figura 4). Estuvo presente el rigor mortis y manchas verdosas en el abdomen, características del periodo cromático; también hubo liberación de fluidos viscosos por el ano y boca. Pasadas las primeras 24 h se pudo observar como la hinchazón aumentó a medida que pasaban las horas, en el que no se percibió olor putrefacto. Durante esta etapa llegaron las primeras moscas, que se posaron en el cadáver, y pequeños peces que pudieron entrar por el ojo de malla.

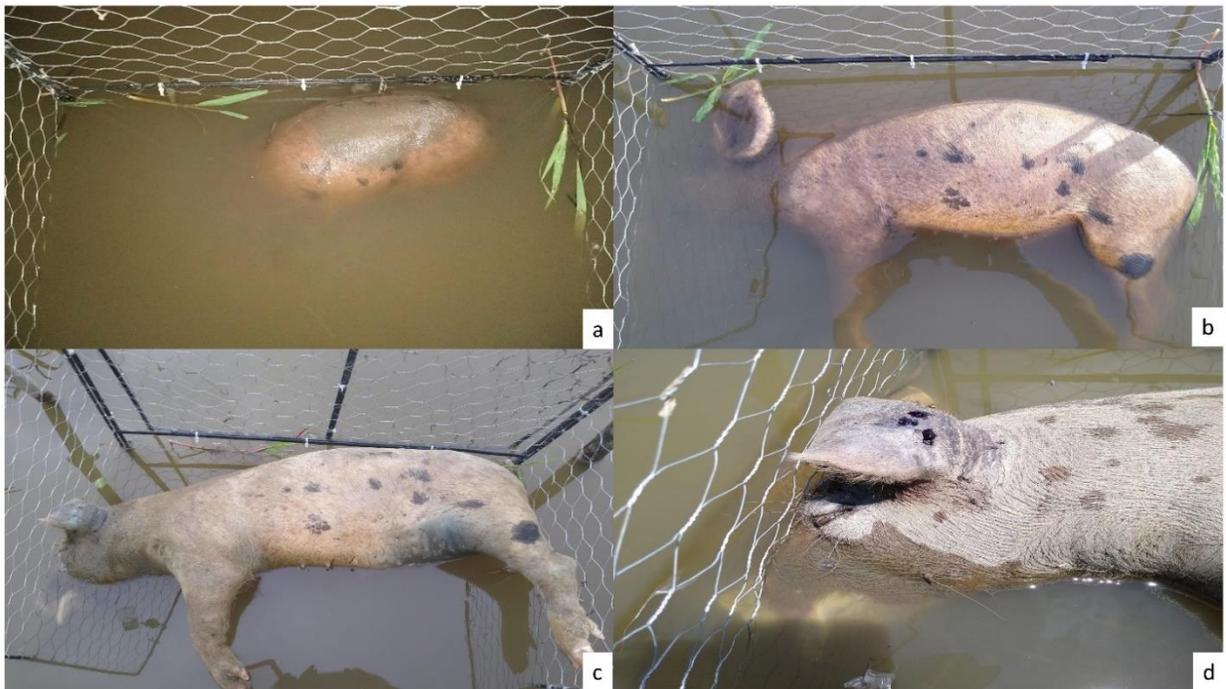


Figura 4. Estado de descomposición flotación temprana en un cadáver de cerdo doméstico en un ecosistema Léntico en una Ciénaga de El Banco, Magdalena. (a): jaula metálica para proteger el cadáver de vertebrados carroñeros. b: flotación parcial del cadáver. (c): cadáver con *rigor mortis* y *livor mortis*. (d). exposición de lengua producto de la hinchazón.

### Fenómenos cadavéricos tardíos

Descomposición flotante 38 h: esta fase inició 48 h luego de la muerte; durante este periodo de tiempo se conservó la hinchazón, sin embargo, se fue reduciendo paulatinamente debido a la ebullición de los gases y la macha cromática se iba expandiendo por toda la zona abdominal pasando a un tono púrpura. Se empezó a notar olor pútrido. Pasadas 48 h el cuerpo presentó desprendimiento de la piel y después de 52 h pérdida de los ojos por acción de los peces. (figura 5).

Deterioro de la hinchazón 72 h: ocurrió luego de 86 h de muerte, en esta fase se observó una reducción significativa de la hinchazón, también se pudo observar gran pérdida de los tejidos blandos por la actividad larval y los peces que se alimentaban del cuerpo; dejando expuestas las vísceras y algunos huesos que originó la desarticulación de sus extremidades y mandíbula. En esta etapa hay presencia de actividad larval y esta se concentra en la región cefálica.



Figura 5. Estados de descomposición flotante y deterioro de la descomposición en un cadáver de cerdo doméstico en un ecosistema Léntico en una Ciénaga de El Banco, Magdalena. (a): inicio de la descomposición flotante. (b): presencia de moscas opositando en oídos y ojos. (c): inicio de la fase deterioro de la descomposición. (d). región cefálica totalmente descompuesta.

Restos flotantes 34 h: transcurridas 158 h después de la muerte, en esta fase se evidenció el apergaminamiento cutáneo producto de la pérdida del tejido blando y hubo exposición de huesos en las cuatro patas, en lomo, cráneo y mandíbula; el abdomen se encuentra totalmente descubierto (figura 6).

Restos hundidos 38 h: esta fase se presentó a las 192 h luego de la muerte, en esta etapa solo quedó parte de la piel del cadáver sobrenadando en el agua y todos sus restos óseos se alojaron al fondo de la ciénaga.



Figura 5. Estados de descomposición restos flotantes y restos hundidos en un cadáver de cerdo doméstico en un ecosistema Léntico en una Ciénaga de El Banco, Magdalena. (a): inicio de la fase de restos flotantes. (b): desprendimiento del cráneo. (c): inicio de la fase deterioro de la descomposición. (d). región cefálica totalmente descompuesta.

## Discusión

Dada todas las implicaciones legales que representa obtener cadáveres humanos para llevar a cabo estos experimentos, se ha optado por utilizar cerdos puesto que se asemejan al ser humano; como, por ejemplo, la cantidad de vello, tamaño del torso, flora intestinal, hábitos alimenticios y procesos de descomposición (Goff *et al.*, 1988). A menudo, el uso de biomodelos tafonómicos en el análisis forense permite estimar intervalo postmortem (IPM) así mismo recrear las condiciones antes y después del depósito del cadáver y discriminar los factores en los restos óseos que son consecuencia de la conducta humana, producidos por los sistemas biológicos, físicos, químicos y geológicos (García *et al.*, 2009).

Las etapas de descomposición observadas en este estudio concuerdan con lo planteado por Barrios (2007); Latorre, (2010); Ramos-Pastrana *et al.* (2019). En el estudio se pudo observar la diferencia que hay entre ecosistemas acuáticos y terrestres, y una de las principales diferencias y la más evidente fue que en el agua se pudieron notar seis fases de descomposición, a diferencia de cuerpos en tierra, en donde solo se observan cinco fases, según lo planteado por Anderson y VanLaerhoven (1996); Salazar (2008) Wolff *et al.* (2001). No obstante, para que ocurra la descomposición completa de un cadáver dentro del agua influyen una serie de factores ambientales como el clima, y la influencia de depredadores; ya que son determinantes al momento de calcular el Intervalo de Sumersión Postmortem (ISPM) (Payne y King, 1972); por tal motivo, es pertinente tener en cuenta estos factores en cada caso, puesto que, aunque todos los estudios mencionados a continuación se desarrollaron en un ecosistema léntico, presentan variantes como el tipo de hábitat en el que se realizó el experimento. En primera instancia, tenemos un estudio realizado por Latorre (2010) en un reservorio de agua en Sabana de Bogotá, que se elaboró en temporada de lluvias, en este caso el rango de temperatura que se presentó durante el periodo de muestreo fue de 16° a 23°C; seguido a esto, Barrios (2007) llevaron a cabo su experimento en un lago ubicado en el área rural del municipio de Facatativá, Cundinamarca, este lugar cuenta con una temperatura promedio de 13°C. Ramos-Pastrana *et al.* (2019) realizó su experimento en un lago en la zona rural del Municipio de Florencia, Caquetá en el Piamonte Amazónico colombiano, donde la temperatura media es de 27 °C.

En primer lugar, la fase flotación temprana tuvo una duración de 46 h en nuestro estudio, mucho menor que en otras investigaciones en donde se han reportado tiempos de seis días como es el caso de Latorre (2010) y 11 días en el estudio de

Barrios (2007) sin embargo, es mayor comparado con el estudio realizado en la Amazonía colombiana, en donde sólo tardó 24 h (Ramos-Pastrana *et al.*, 2019). Ahora bien, la fase descomposición flotante tuvo una duración de 38 h, lo cual fue un tiempo menor a lo reportado en la bibliografía, debido a que Latorre (2010), reporta un rango de duración entre seis y ocho días; Barrios (2007) reporto un periodo de tiempo de 12 días y Ramos-Pastrana *et al.* (2019) lo registro en dos días. Con respecto a la fase deterioro de la hinchazón, documentamos una duración estimada de 72 h, a diferencia de Latorre (2010) quien realizó el reporte a los 15 días, mientras Barrios (2007) reportó una duración de nueve días y Ramos-Pastrana *et al.* (2019) sólo 48 h. La fase de restos flotantes para el estudio tardó 34 h, a diferencia de lo reportado por Latorre (2010) en el que fueron 34 días, mientras Barrios (2007) ocho días y Ramos *et al.* (2019) tres días. Finalmente documentamos 38 h de duración para la fase de restos hundidos, mientras que los resultados presentados por Barrios (2007) reportó 13 días; Latorre (2010) reportó 12 días y Ramos-Pastrana *et al.* (2019) tres días.

Con relación a la temperatura corporal en el estudio de Barrios (2007) minutos antes del sacrificio fue de 37°C, luego de 8h del deceso estando sumergido descendió a 28°C y a las 48h fue de 16°C, igual a la temperatura del agua, el pH del agua se mantuvo en (pH=6,9) durante todo el proceso; mientras que Latorre (2010) reportó una temperatura inicial de 38°C luego de 48h decayó hasta llegar a los 15°C posteriormente se igualó a la temperatura ambiente la cual oscilaba entre los 15,4°C y 19°C La lectura del pH en el lago fue de (pH=7) neutro y se mantuvo durante todo el muestreo; según lo reportado por. Ramos-Pastrana *et al.*, (2019) Durante las primeras 24 horas después de la muerte, la temperatura de los cuerpos disminuyó hasta alcanzar la temperatura del agua 24,5°C en cuanto al pH del agua se mantuvo estable y neutro (pH=6) durante todo el proceso de descomposición. En nuestro estudio presentamos una temperatura inicial de 33°C y luego de 2h bajó a 28°C para luego igualarse a la temperatura ambiente, el pH de la ciénaga se mantuvo en (pH=7,2) durante todo el muestreo. Se considera que la razón para estas diferencias en la descomposición es la velocidad a la cual el cuerpo pierde calor, en el agua ese considera que es dos veces más acelerado el proceso en que el cuerpo pierde calor que en aire (Smith, 1986; Gennard, 2007), así mismo las bajas temperaturas no favorecen la actividad bacteriana ni la actividad de los insectos (Shean *et al.*, 1993).

En cuanto a la entomofauna cadavérica Barrios, (2007) reporta haber colectado de forma adulta mientras el cuerpo estuvo

sumergido (Coleoptera; Hydrophilidae), *Chironomus* sp (Diptera; Chironomidae), *Centrocorisa* sp, (Hemiptera; Corixidae), *Notonecta* sp (Notonectidae) y fue frecuente la presencia de predadores como *Erythrodiplax* sp, *Acanthagrion* sp y *Rionaeschna* sp, también Depredadores como *Rionaeschna* sp (Odonata; Aeshnidae) y *Centrocorisa* sp (Hemiptera) se encontraron sobre el cadáver inmerso en el lago, al igual que larvas de *Carpophthoromyia nigribasis* y dípteros adultos de Calliphoridae (*Comptosylops verena*, *Lucilia peruviana*, *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*), Muscidae (*Ophyra aenescens*, *Hydrotaea villosa*, *Musca domestica*, *Trichomorella nigritibia*), Fanniidae (*Fannia* sp) y Sarcophagidae (*Helicobia* sp) estaban sobrevolando el cuerpo.

Latorre (2010) reporta que los insectos fueron recolectados de forma adulta, donde el orden Diptera fue el más abundante con 3 930 individuos, representados principalmente por las familias Chironomidae (2905), Dixidae (265) y Muscidae (260). Seguido por el orden Odonata con 1200 individuos representados por las familias Coenagrionidae (828), Aeshnidae (284), Libellulidae (78); el orden Heteroptera (166) y Coleoptera (147), y escasos ácaros de la clase Aracnida, Collembola, Ephemeroptera, Hymenoptera y Lepidoptera.

Igualmente, en el experimento propuesto por Ramos-Pastrana *et al.* (2019), se recolectaron de forma adulta un total de 2 757 organismos asociados a las canales sumergidas en ambientes lénticos, las familias de Gerridae, Notonectidae y Coenagrionidae estuvieron presentes desde recién sumergido hasta la etapa de descomposición flotante. *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomya albiceps* (Calliphoridae) estuvieron presentes desde la descomposición flotante hasta la etapa de restos flotantes.

En nuestro experimento, la entomofauna cadavérica se vio bastante afectada por las lluvias puesto que no permitieron que los insectos voladores llegaran masivamente y la actividad larval fuera reducida; por otra parte, la presencia constante de peces que se alimentaban del cadáver y de los pocos insectos presentes no permitió la cuantificación de los macro invertebrados acuáticos en el cuerpo, lo que redujo la recolecta de individuos de forma adulta a 396 pertenecientes a las familias de Muscidae, Calliphoridae y Sarcophagidae.

Finalmente, todo lo planteado confirma que el tiempo de colonización por insectos u otros artrópodos, y el proceso de reducción cadavérica se ve afectados por factores como la localidad geográfica, la exposición del cadáver, la estación y el

hábitat donde se encuentra el cadáver (Payne, 1965); como lo mencionado por Segura (2009) en el que destaca que las recolectas de individuos en días lluviosos podrían estar sesgados y se perderá información para calcular el tiempo transcurrido luego de la muerte; precisamente porque los factores ambientales ejercen un efecto mayor sobre el desarrollo de los insectos terrestres son probablemente la temperatura y la humedad, debido a que estos influyen en las actividades tales como alimentación, dispersión, ovoposición o larviposición y en el ciclo de desarrollo. En el caso de los cuerpos que experimentan este proceso en un ecosistema acuático, van a existir dos variables que van a jugar un papel muy importante en el proceso de descomposición, como lo son las relacionadas a su cuerpo, en el caso de las prendas de vestir y el tipo de trauma que haya recibido, la otra es la que están influenciadas por el medio acuático en el que se encuentre, unas de estas son las lluvias, el oxígeno disponible y la influencia de predadores (Merritt y Wallace, 2010).

## Conclusiones

Con este experimento logramos establecer por medio de la observación de las distintas fases de descomposición de una cadáver de cerdo sumergido, también identificamos el tiempo estimado de reducción cadavérica, el cual fue de 11 días, para el caso específico de una ciénaga en época lluviosa, corroboramos que existen factores que van a acelerar o retardar el proceso de reducción cadavérica, estos pueden ser la época de año en el que se realizó, las condiciones climáticas del lugar, el tipo de ecosistema. Es importante mencionar que este caso de estudio hubo carroña de pequeños peces que lograron atravesar el ojo de malla de la jaula y que impidieron la llegada de insectos acuáticos. Recomendamos a futuro usar un ojo de malla de 1cm para este tipo de experimentos para impedir la entrada de pequeños peces.

Finalmente, teniendo en cuenta que la descomposición de los cuerpos inicia con la muerte y avanza mediante una serie de cambios conocidos como estados de descomposición o fenómenos cadavéricos, se observó que cada una de fases de descomposición del cadáver tiene unas características particulares, unos tiempos de duración, ciencia conocida como tafonomía forense, este proceso a su vez atrae a una serie de especies de insectos que pueden ser utilizados por la entomología forense, y en sinergia aportan información relevante para la determinación del ISPM en este tipo de ecosistemas acuáticos.

## Referencias

- Alvarado, E. V. 1999. *Medicina Legal* (Segunda edición). Trillas, México D.F.
- Amat, E., Ramírez-Mora, M., Buenaventura, E. y Gomez-Peñeres, L. M. 2013. Variación temporal de la abundancia en familias de moscas carroñeras (Diptera, Calyptratae) en un valle andino antropizado de Colombia. *Acta Zoologica Mexicana* 29: 463–472. Doi: <https://doi.org/10.21829/azm.2013.2931591>.
- Anderson, G. y VanLaerhoven, S. 1996. Initial Studies on Insect Succession on Carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences* 41: 139-64. Doi <https://doi.org/10.1520/JFS13964J>.
- Balmore, W., Elias, M. y Henriquez, N. 2011. Arqueología forense en la identificación de restos humanos, como parte de una técnica realizada para la investigación del delito. Tesis de pregrado, Universidad de el Salvador, El Salvador.
- Barrios, M. y Wolff, M. 2011. Initial study of arthropods succession and pig carrion decomposition in two freshwater ecosystems in the Colombian Andes. *Forensic Science International* 212: 164–172. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.06.008>.
- Beltran, Y., Segura, N. y Bello, F. 2012. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in Bogotá, Colombia. *Neotropical Entomology*, 41: 237–242. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0036-x>.
- Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International* 120(1–2), 2–14. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00409-1](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00409-1).
- Brown, B. V., Borkent, A., Cumming, J. M., Wood, D. M., Woodley, N. E. y Zumbado, M. A. 2019. *Manual of Central American Diptera*. NRC Research Press, Edmonton.
- Buenaventura, E., Valverde-Castro, C. y Wolff, M. 2021. New carrion-visiting flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) from tropical dry forests of Colombia and their phylogenetic affinities. *Acta Tropica* 213: 105720 Doi: 105720. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105720>.
- Camacho, G. 2016. Entomología forense en la investigación científica y judicial de las muertes. En: Sanabria, C. Editores. *Patología y antropología forense de la muerte: la investigación científico-judicial de la muerte y la tortura, desde las fosas clandestinas, hasta la audiencia pública*. Forensic Publisher, Bogotá D.C.
- Centro Nacional de Memoria Histórica (CMH). 2018. Desaparición forzada. En: Sánchez Gómez, G. y Medina-Arbeláez, C. *Desaparición forzada. Balance de la contribución del CNMH al esclarecimiento histórico*. CNMH, Bogotá D.C.
- Centro Nacional de Memoria Histórica (CMH). 2013. ¡BASTA YA! Colombia: Memorias de guerra y dignidad. Imprenta Nacional, Bogotá D.C.
- Concheiro, L. y Suárez, J. 2004. Asfixias Mecánicas. En: Villanueva - Cañadas, E. Editor. *Medicina Legal y Toxicología sexta edición*. Masson SA editorial, Barcelona.
- Cortés, R. y Salazar, M. 2006. Determinación de la artropofauna cadavérica y fenómenos de descomposición para cerdo doméstico (*Sus scrofa*) inmerso en agua en el municipio de Zipaquirá, Vereda San Jorge, Finca El Jazmín. Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, D.C.
- García, A., Honorato, L., González, M. y Téllez, A. 2009. Determinación del intervalo postmortem mediante el estudio de la sucesión de insectos en dos cadáveres hallados en el interior de una finca rústica en Madrid. *Cuadernos de Medicina Forense* 15: 137–145. Doi: <https://doi.org/10.4321/S1135-76062009000200004>.
- Gennard, D. 2007. *Forensic Entomology: an introduction*. British Library, Chichester.
- Goff, M. L., Omori, A.I. y Gunatilake, K. 1988. Estimation of Postmortem Interval by Arthropod Succession. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 9: 220–225. Doi: <https://doi.org/10.1097/00000433-198809000-00009>.
- Gratton, C. y Zanden, M. 2009. Flux of aquatic insect productivity to land: comparison of lentic and lotic ecosystems. *Ecology* 90: 2689–2699. Doi: <https://doi.org/10.1890/08-1546.1>.
- Hernández, L., Beltrán, K. y Valverde-Castro, C. 2021. Tafonomía forense: estudio experimental del proceso de descomposición cadavérica en un bosque seco tropical costero. *Duazary* 18: 71–85. <https://doi.org/10.21676/2389783X.3839>.
- Krenzer, U. 2006. *Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico: Estimación de la edad osteológica en subadultos (primera)*. Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas, Guatemala.
- Latorre, L. 2010. Relación de la entomofauna asociada a la descomposición de cuerpos de cerdo con el tiempo de sumersión posmortem (ISPM) en un ecosistema léntico de la

- sabana de Bogotá. Tesis de Maestría, Universidad de Colombia, Bogotá D.C.
- Montoya, A.L., Sánchez, J.D. y Wolff, M. 2009. Sinantropía de Calliphoridae (Diptera) del Municipio La Pintada, Antioquia - Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 35: 73 - 82. Doi: <https://doi.org/10.25100/socolen.v35i1.9193>.
- Merritt, R. y Wallace, J. 2010. The role of aquatic insects in forensic investigations. En: Byrd, J. *Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations*. CRC Press, Boca Ratón.
- Payne, J.A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 46: 592-602. Doi: <https://doi.org/10.2307/1934999>
- Payne, J.A. y King, E.W. 1972. Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. *Journal of the Georgia Entomological Society* 7: 153-162.
- Ramírez-Mora, M., Buenaventura, E., Gómez-P, L. y Amat, E. 2012. Updated checklist and new records of Calyptratae carrion flies (Diptera, Schizophora) from Valle de Aburrá and other localities in Colombia. *Entomotropica* 27: 27-35.
- Ramos-Pastrana, Y., Velásquez-Valencia, A. y Wolff, M. 2014. Preliminary study of insects associated to indoor body decay in Colombia. *Revista Brasileira de Entomologia* 58: 326-332. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0085-56262014005000006>.
- Ramos-Pastrana, Y. y Wolff, M. 2017. Postmortem interval estimation based on *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) in a forensic case in the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. *Acta Amazonica* 47: 369 -374. Doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201700392>.
- Ramos-Pastrana, Y., Virgüez-díaz, Y. y Wolff, M. 2018. Insects of forensic importance associated to cadaveric decomposition in a rural area of the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. *Acta Amazonica* 48: 126-136. Doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201701033>.
- Ramos-Pastrana, Y., Rafael, J.A. y Wolff, M. 2019. Pig (*Sus scrofa*) decomposition in lotic and lentic aquatic systems as tool for determination a postmortem submersion interval in the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos* 23: 55-72. Doi: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17151/bccm.2019.23.1.3>.
- Roldan, Pérez, G. y Ramírez, Restrepo, J. 2011. *Fundamentos de limnología neotropical (Segunda edición)*. Universidad de Antioquia, Medellín.
- Salazar, O. 2008. Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. *Universitas Scientiarum Revista de La Facultad de Ciencias* 13: 21-32.
- Salazar-Ortega, J.A., Amat, E. y Gomez-Piñerez, L. 2012. A check list of necrophagous flies (Diptera: Calyptratae) from urban area in Medellín, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 562-565. Doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.2.983>.
- Sánchez, A.F. y Fagua, G. 2014. Análisis sucesional de Calliphoridae (Diptera) en cerdo doméstico en pastizales (Cogua, Cundinamarca, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 40:190-197.
- Santodomingo, M., Santodomingo-Santodomingo, A. y Valverde-C, C. 2014. Urban blow flies (Diptera: Calliphoridae) in four cities of the Colombian Caribbean coast. *Intropica* 9: 84-91. Doi: <https://doi.org/10.21676/23897864.1443>.
- Segura, N., Usaquén, W., Sánchez, M.C., Chuaire, L. y Bello, F. 2009. Succession pattern of cadaverous entomofauna in a semi-rural area of Bogotá, Colombia. *Forensic Science International* 187: 66-72. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.02.018>.
- Shean, B.S., Messinger, L. y Papworth, M. 1993. Observaciones de descomposición diferencial en carroña de cerdo expuesta al sol versus a la sombra en la costa del estado de Washington. *Revista de Ciencias Forenses* 38 (4): 938-949.
- Simmons, T., Cross, P., Adlam, R. y Moffatt, C. 2010. The influence of insects on decomposition rate in buried and surface remains. *Journal of Forensic Sciences* 55: 889-892. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01402.x>.
- Smith, K. 1986. *A Manual of forensic entomology*. Department of Entomology British Museum (Natural History) and Cornell University Press. London.
- Unidad para las víctimas. 2020. En el Magdalena, la unidad entrega resultados de su gestión unidad para las víctimas. URL:<https://www.unidadvictimas.gov.co/es/institucional/en-el-magdalena-la-unidad-entrega-resultados-de-su-gestion/56649>. Consultado: 30 de septiembre de 2022
- Uribe-M, N., Wolff, M. y Carvalho, C. J. B. 2010. Synanthropy and ecological aspects of Muscidae (Diptera) in a tropical dry forest ecosystem in Colombia. *Revista Brasileira de Entomologia* 54: 462-470. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000300018>.

Valverde Castro, C., Buenaventura, E., Sánchez-Rodríguez, J.D. y Wolff, M. 2017. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae: Sarcophaginae) from the Colombian Guajira biogeographic province, an approach to their ecology and distribution. *Zoología* 35: e12277. Doi: <https://doi.org/10.3897/zoologia.34.e12277>.

Vélez, M. C. y Wolff, M. 2008. Rearing five species of Diptera (Calliphoridae) of forensic importance in Colombia in semicontrolled field conditions. *Papéis Avulsos de Zoología* 48:

41 - 47. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492008000600001>.

Wolff, M., Uribe, A., Ortiz, A. y Duque, P. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International* 120: 53–59. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00422-4](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00422-4).

Yepes, D., Sánchez, J.D., De Mello, C.A. y Wolff, M. 2013. Sinantropía de Sarcophagidae (Diptera) en La Pintada, Antioquia-Colombia. *Revista de Biología Tropical* 61: 1275–1287. Doi: <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i3.11955>.