

Procesos de descomposición de cerdos desmembrados (*Sus scrofa domestica*) dentro de sacos plásticos en Santa Marta, Colombia

Decomposition processes of dismembered pigs (*Sus scrofa domestica*) inside plastic bags in Santa Marta, Colombia

Jacinto Miranda-Zamora^{*} , Miguel Anaya-Escalante  y César Valverde-Castro 

Resumen: La tafonomía forense hace uso de las técnicas de antropología y arqueología en la investigación de los factores y procesos que afectan los restos de un individuo. Además, se apoya en disciplinas como la entomología forense —el estudio de los insectos asociados a un cuerpo muerto— para determinar el intervalo *post mortem* (IPM). En esta investigación se documentó el proceso de descomposición de cuatro cadáveres de cerdos (*Sus scrofa domestica*) en un fragmento de bosque seco tropical ubicado en la Universidad del Magdalena. Tres de ellos fueron desmembrados y colocados en sacos plásticos de manera individual y aleatoria, y uno, sin alterar, se dejó al aire libre. El muestreo se realizó diariamente durante 15 días, cada cinco horas, registrando las temperaturas corporal y ambiental y la humedad relativa del lugar. Se recolectaron insectos con redes entomológicas y se almacenaron en frascos completamente rotulados con alcohol etílico al 70 %. Al analizar las muestras se obtuvo la cronosecuencia de los insectos de importancia forense en diferentes condiciones ambientales, documentando los tiempos y los cambios en las fases de descomposición para determinar el IPM en cada caso. Se observó que la descomposición de las partes de los cerdos contenidas en sacos fue más rápida que la del cerdo control, a pesar de que este último estuvo expuesto al aire libre, facilitando el acceso de los insectos. Se concluye que el proceso de descomposición de un cadáver varía según factores ambientales, climáticos, agentes físicos, causas de muerte y alteraciones *post mortem*. Esta información es importante a la hora de esclarecer investigaciones medicolegales ya que ayuda a establecer el IPM en cuerpos encontrados en lugares y condiciones similares.

Palabras clave: antropología forense; índice *post mortem*; entomología forense; tafonomía forense; bosque seco tropical.

Abstract: Forensic taphonomy utilizes the techniques of anthropology and archaeology to investigate the factors and processes affecting human remains. It also relies on disciplines such as forensic entomology—the study of insects associated with a dead body—to determine the post-mortem interval (PMI). This research documented the decomposition process of four pig carcasses (*Sus scrofa domestica*) in a fragment of tropical dry forest located at the University of Magdalena. Three of the pigs were dismembered, placed in plastic bags individually and randomly, while one undisturbed carcass was left in the open air. Sampling was conducted daily for 15 days, every five hours, recording body and ambient temperatures, as well as the relative humidity of the site. Insects were collected using entomological nets and stored in fully labeled jars containing 70% ethyl alcohol. Analysis of the samples provided a chronosequence of insects of forensic importance under different environmental conditions, documenting the timings and changes in the stages of decomposition to determine the PMI in each case. It was observed that the decomposition of the pig parts contained in bags was faster than that of the control pig, despite the latter being exposed to the open air, which facilitated insect access. It is concluded that the decomposition process of a carcass varies according to environmental and climatic factors, physical agents, causes of death, and post-mortem alterations. This information is important for clarifying medicolegal investigations as it helps to establish the PMI in bodies found in similar places and conditions.

Keywords: forensic anthropology; *post-mortem* index; forensic entomology; forensic taphonomy; tropical dry forest.

Artículo de investigación/ Research article

Cómo citar este artículo: Miranda, J., Anaya-Escalante, M. y Valverde-Castro, C. (2024). Procesos de descomposición de cerdos desmembrados (*Sus scrofa domestica*) dentro de sacos plásticos en Santa Marta, Colombia. *Jangwa Pana*, 23(1), 1-19. doi: <https://doi.org/10.21676/16574923.5253>

Recibido: 30/05/2023 | **Aceptado:** 14/11/2023 | **Disponible en línea:** 16/02/2024

Introducción

Según Romero (2018), Colombia ha tenido una lucha interna por el conflicto armado por más de 60 años que ha dejado un sinnúmero de pérdidas humanas y secuelas en la integridad de muchas personas, sumando más de 200.000 personas fallecidas y más de 20.000 secuestradas. Cada día las tasas de crímenes y homicidios se incrementan, dejando a su paso una cantidad de cadáveres sin identificar. En el caso concreto de la ciudad de Santa Marta, capital del Magdalena, Trejos (2017) señala:

es un territorio clave y estratégico para el narcotráfico, por su cercanía a la Sierra Nevada y al mar, convirtiéndolo en un corredor clave para la distribución y fabricación de la droga; por ende, su índice de violencia ha crecido a través de los años y con ello el desplazamiento forzado (p.06.)

El débil acompañamiento de las autoridades regionales y las acciones por parte del Estado lograron que los grupos delincuenciales se radicaran en el territorio, lo que ha provocado revuelo dentro de una sociedad que cada día lucha contra la criminalidad.

Una práctica común en el territorio para la desaparición de cuerpos consiste en su desmembramiento dentro de bolsas negras o sacos plásticos y arrojarlos en lugares apartados, donde nadie los pueda encontrar con facilidad (Scholl & Moffatt, 2017). Es aquí donde las ciencias forenses, como la antropología forense, brindan su ayuda para identificar personas que han perdido su identidad por alguna circunstancia, además de determinar el sexo, la edad, la filiación racial, la talla, las proporciones corporales, rasgos individuales y las causas y circunstancias de muerte.

La tafonomía es el estudio de la transición de los restos biológicos desde la muerte hasta la fosilización. Este concepto ha venido integrándose en la antropología forense para examinar los restos humanos y su evolución después del deceso. Por consiguiente, la tafonomía forense es una rama que, en el contexto judicial, puede dar luces sobre todas las fases, las alteraciones y los cambios de estructura o aspecto que se producen en un cadáver (Reverte, 1999). Este análisis

se centra en detectar agentes que han causado transformaciones en los restos biológicos de una persona después de su defunción (Hernández et al., 2011), entre los que se encuentran diferentes organismos vivos como bacterias, hongos, vertebrados e invertebrados carroñeros y la interacción con el clima (Payne, 1965).

La antropología forense se utiliza como un sistema de identificación humana de cadáveres en estado de descomposición severa, restos óseos enteros o fragmentados o cuerpos separados con extremidades desmembradas (Varela, 2018). Además, se apoya en disciplinas como la entomología forense, esto es, el estudio de los insectos asociados a los cadáveres, para determinar los intervalos *post mortem* (IPM). Para dicho fin, esta ciencia se basa en la composición y el grado de crecimiento de la comunidad de insectos presente alrededor del cuerpo y sobre este.

La entomología forense se basa en el hecho de que la muerte de los organismos provoca una serie de cambios físicos y químicos que lo convierten en un ecosistema dinámico, donde el orden de las especies sigue un orden determinado dependiendo de la condición corporal, las variables ambientales y la geografía (Goff et al., 1986). La información obtenida en este tipo de análisis es útil en las investigaciones forenses porque permite determinar el tiempo que ha transcurrido desde el deceso hasta el hallazgo del cuerpo, sobre todo si se tiene en cuenta que, después de 72 horas, este método puede llegar a ser más preciso que los tradicionales y es la única forma de facilitar la detección.

La integración de las disciplinas descritas proporciona modelos a través de los cuales se pueden interpretar las etapas de descomposición por las que pasa un cuerpo humano después de la muerte. De esta forma es posible comprender toda la actividad de la fauna cadavérica que se acerca a los restos y contribuye a acelerar el proceso de desarticulación de toda la masa corporal hasta llegar a las estructuras óseas.

A nivel internacional, Nociarová et al. (2014) describen los procesos tafonómicos de cuerpos abandonados en el cementerio de terraza en España a la luz de un análisis de 169 cadáveres de diferentes géneros y grupos de edad. Los autores observaron los fenómenos

tafonómicos y de preservación relacionados con periodos *ante mortem* (perfiles biológicos, patología, tratamiento, fracturas, etc.) y *post mortem* (tratamiento forense, prácticas de muerte o tratamiento estético de la muerte y otros artefactos enterrados).

Según Walker et al. (1988), el creciente consenso de la preservación *post mortem* de restos humanos es un factor crítico no solo en medicina forense, sino también en la reconstrucción de paleopoblaciones. Esencialmente, estos investigadores se dieron cuenta de que los restos que habían encontrado no podían considerar todo lo que existió originalmente porque la preservación era el factor diferenciador. Este punto fue enfatizado aún más por Nawrocki (1995, citado en Ubelaker, 2016), quien señaló que algunas áreas del esqueleto pueden verse más afectadas que otras, lo que resulta en la pérdida de partes de los restos óseos o, en algunos casos, de cementerios completos.

En la misma dirección de los autores anteriores, Mann et al. (1990) informaron sobre un estudio realizado en una planta piloto en el este de Tennessee. Sus experimentos controlados demostraron que las principales variables asociadas con la degradación de los tejidos blandos humanos son: la temperatura, el acceso de insectos, la precipitación y sus efectos sobre los insectos, y la profundidad del entierro.

Por otra parte, en un estudio de Goff y Flymm (1991) se hizo uso de la entomología forense al considerar los artrópodos asociados a los cadáveres a la hora de determinar los IPM. El autor informó que la presencia de envolturas o mantas que cubrieran a los cadáveres había retrasado la oviposición de moscas, contribuyendo así al proceso de descomposición. Ahora, si bien este trabajo de campo se enmarca en la entomología, también cabe anotar que contribuye a una interpretación general.

Este estudio de caso revela que la complejidad del proceso de recuperación afecta las estimaciones del tiempo hasta la muerte. Haglund y Reay (1993), por ejemplo, señalaron que, incluso en ambientes acuáticos, los restos de individuos pueden alterarse, moverse y recuperarse en diferentes momentos. Los casos analizados por estos investigadores proporcionaron evidencia variable de cambios en distintas partes del cuerpo de la misma persona después de la muerte.

Asimismo, Galván (2013), en México, tuvo como objetivo determinar el tiempo en que un cuerpo estuvo en estado descomposición en un lapso preciso y obtener datos sobre el tiempo de muerte para identificar factores que aceleran o desaceleran el proceso de descomposición con aplicación desde el campo de la medicina forense.

Por lo demás, al buscar referentes bibliográficos en torno a la microbiología y la entomología en fuentes de información impresas y electrónicas, se destacan las respuestas más recientes que se centran en la intervención de factores físicos, químicos y biológicos en la descomposición de un cuerpo. De estos trabajos se puede deducir que, gracias al estudio de los fenómenos cadavéricos, se puede asegurar el diagnóstico de la muerte mediante la entomología forense, la cual es fundamental para describir con precisión la hora y la fecha de la defunción.

En ese sentido, se consideran los hallazgos de Carvalho et al. (2000), quienes realizaron una investigación en un bosque mixto de Brasil con 16 cerdos sacrificados por asfixia mecánica y 20 cadáveres humanos con insectos presentes que fueron trasladados al Instituto de Medicina Legal. Igualmente, en Venezuela, Salazar (2006) examinó los restos de nueve ratas sacrificadas por asfixia, y Velásquez (2008) estudió dos ratas muertas por contusión en dos áreas forestales. En Costa Rica, Ferllini (1994) llevó a cabo un análisis entomológico para facilitar la determinación de la hora de la muerte, la cual tiene un alto valor forense para cadáveres putrefactos, momificados y saponificados. Según el autor, debido a factores biológicos y ambientales y las características o patologías físicas humanas y otras variables, la confiabilidad de esta determinación no es alta, por lo que es importante comprender otros parámetros del entorno para determinar el tiempo con mayor precisión.

Por otro lado, Cortés (2010) estableció el intervalo de inmersión *post mortem* (ISPM) en un reservorio ubicado en la localidad de Usaquén, de la ciudad de Bogotá. Para este estudio, se sacrificaron tres cerdos mediante impacto de bala en la base del cráneo, y la sucesión entomológica se determinó recolectando muestras de insectos asociados con cadáveres acuáticos y terrestres durante la descomposición de los ejemplares analizados.

En este caso se establecieron seis estados de descomposición en un cuerpo: fresco, flotación temprana, descomposición flotante, deterioro de la hinchazón, restos flotantes y restos hundidos, y solo dos cerdos alcanzaron restos flotantes. La colonización de insectos ocurrió solo en la flotación temprana, después de que el estómago del cerdo estuviera distendido, cuando las moscas *Calliphoridae* y *Muscidae* se posaron sobre los restos. Luego, entre los insectos acuáticos, se encontraron individuos de *Chironomidae*, *Culicidae*, *Baetidae*, *Notonectidae*, *Aeshnidae* y *Libellulidae*.

Olaya (2001), a su vez, estudió la entomología sucesional en el cadáver de un canino en condiciones de campo en la Universidad del Valle, de Colombia. Con ese fin, expuso el cuerpo, de 23 kg, al aire libre en un bosque seco tropical con una temperatura anual que ronda los 24 °C. El animal pasó por cuatro etapas de descomposición: fresco, hinchado, putrefacto y seco. En la primera predominaron *Lucilia* sp., *Chrysomya putoria* y *Calliphora* sp; en la segunda, las familias *Calliphoridae* y *Muscidae*; a la tercera se asociaron siete de las trece familias de dípteras: *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Muscidae*, *Ulidiidae*, *Trixoscelididae*, *Sepsidae* y *Stratiomyidae* (las tres primeras, típicamente necrófagas, aprovecharon el recurso hasta última instancia); y en la última, una vez los restos se encontraban prácticamente secos y solo se observaban piel, cartílago y hueso, hubo una asidua presencia de *Sepsidae*, relacionada frecuentemente con excremento, formando enjambres al sobrevolar el ano del cadáver.

La sucesión de artrópodos observada en el estudio de Olaya (2001) sigue los mismos patrones generales encontrados en otras investigaciones: invasión de dípteras durante los primeros días, cuando actúan como necrófagos (especialmente *Calliphoridae* y *Sarcophagidae*), al igual que hormigas que aprovechan el recurso disponible para depredar. Luego, estos insectos son reemplazados por coleópteros, que aumentan sus poblaciones hacia el final del proceso. De acuerdo con las observaciones de campo, el olor de los fluidos que emanaron del cuerpo durante los primeros estados de descomposición fue la fuente de atracción para las dípteras, lo cual originó la mayor abundancia de individuos en las etapas iniciales del proceso.

Asimismo, el inventario preliminar de *Calliphoridae* en Popayán, de Martínez-Dueñas (2004), y la descripción y clave de los estadios inmaduros de las principales especies de *Calliphoridae*, de Florez y Wolff (2009), brindan información sobre este tipo de mosca, de importancia forense a nivel nacional. Estas especies son relevantes porque se alimentan de cadáveres y algunas muestran cierta preferencia por determinadas fases de descomposición, aspecto que ayuda a determinar el IPM.

Sin embargo, los trabajos de tafonomía forense realizados en el Caribe colombiano son pocos. Entre estos se encuentran los de Perdomo y Valverde (2008), Hernández et al. (2021), Quiñones-Reyes et al. (2021) y Toloza-Leones y Valverde-Castro (2022). La tesis de Perdomo y Valverde (2008), en particular, se destaca por cimentar las bases sobre las ciencias entomológicas forenses, iniciando con los estudios de esta disciplina en la región y contribuyendo al conocimiento de la entomofauna necrófaga en los ecosistemas tropicales. Como resultado de esta investigación, se detectaron cinco estados de descomposición (fresco, hinchado, activo, avanzado y restos), se recolectaron 11.819 insectos necrófagos, y se identificaron 35 familias y 103 especies de importancia forense.

Siguiendo la anterior línea de investigación, el objetivo del presente trabajo es documentar el proceso de descomposición de cuatro cerdos (*Sus scrofa domestica*), algunos de los cuales fueron desmembrados y depositados dentro de sacos plásticos en la ciudad Santa Marta, Colombia, con el fin de aportar la mayor información que pueda ser utilizada para estimar el IPM en casos medicolegales o investigaciones futuras.

Materiales y métodos

Procedimiento

Se utilizaron cuatro cadáveres de cerdos domésticos (*S. scrofa domestica*) con un peso de 15 kg, obtenidos de una granja comercial con licencia para el sacrificio animal. Los individuos fueron sacrificados con un golpe en la cabeza causado por un elemento contundente; luego se procedió a embolsarlos y se transportaron inmediatamente al sitio de estudio de acuerdo con el

protocolo de bioseguridad aprobado por el comité de ética pertinente.

Uno de los cerdos fue desmembrado; otro, decapitado, y un tercero se cortó a la mitad. Luego se separaron el torso, la cabeza y las extremidades colocándolas en sacos plásticos de manera individual y aleatoria en el bosque. El cerdo restante fue ubicado al aire libre y utilizado como control. Este último estuvo protegido por una jaula metálica con una malla de 3 cm de diámetro para prevenir la intervención de animales carroñeros en el experimento.

Se identificó la fauna entomológica presente en los cadáveres a lo largo del experimento recolectando los insectos que se encontraban en ellos, lo cual permitió determinar el IPM de cada cuerpo. Además, se observaron, describieron y fijaron los procesos de descomposición diariamente, con el fin de generar una escala en los procesos de putrefacción que se aprovechará como línea base en la ciudad de Santa Marta.

El muestreo se realizó cada cuatro horas (6:00-10:00-14:00-18:00) durante los días que duró el experimento. En cada visita a los cuerpos, primero se levantó la jaula y se tomaron dos fotos desde una distancia aproximada de un metro para llevar un control y evidencia del proceso exacto de descomposición. También se registraron la temperatura corporal, la temperatura ambiente y la humedad para tener datos de las condiciones ambientales diarias.

Los insectos se recolectaron utilizando redes entomológicas (jamas) y pinzas. Primero se emplearon las redes durante diez minutos para capturar a todos los insectos voladores que estaban en el cerdo. Luego se tomaron diez minutos más para recoger con pinzas a los insectos rastreros que estaban en el interior del cuerpo o debajo de este. Después se extrajeron las pupas que se encontraban en los orificios del cadáver, también con pinzas. Todos los organismos hallados se depositaron en frascos con alcohol etílico, separados y con etiquetas que indicaban la hora, la temperatura y la humedad del ambiente, para garantizar la conservación de los ejemplares y el posterior análisis. Estos procedimientos se realizaron en cada visita, de aproximadamente una

hora, con el objetivo de visualizar la diferencia en cada fase de descomposición y en la fauna entomológica asociada a los restos.

Finalmente, para determinar la duración de cada fase de descomposición (fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos), se tomaron notas en cada muestreo de los cambios físicos observados sobre el cuerpo (olor, hinchazón, salida de líquidos y salida de gases).

Tipo de estudio

La investigación fue de tipo descriptivo, exploratorio y comparativo, utilizando como modelo de experimentación cuatro cadáveres de cerdos (*S. scrofa domestica*), con un peso aproximado de 15 kg cada uno, para simular la descomposición de un cuerpo humano desmembrado. Los animales se obtuvieron sin vida de la granja agrícola La Bendición de Dios, ubicada en El Curval (corregimiento de Bonda, Santa Marta), a las 13:50 del día 9 de agosto del 2021. Luego fueron trasladados a la parcela de bosque seco tropical de la Universidad del Magdalena, en donde se documentó cada forma de descomposición.

El primer cerdo se expuso a las 15:20 y fue de utilidad como experimento control-guía ya que el cuerpo no se intervino durante toda la investigación. El segundo fue cortado a la mitad y expuesto a las 15:30; el tercero fue desmembrado y expuesto a las 15:40; y el cuarto y último se decapitó y fue expuesto a las 15:50. Luego, cada sección de los cuerpos fue depositada dentro de sacos plásticos, los cuales se colocaron debajo de una jaula rectangular de hierro (100 x 70 x 40 cm, con ojo de malla de 3 cm) para impedir la carroña por parte de vertebrados.

Muestreo

El experimento se realizó entre el 9 y el 23 de agosto del 2021 en la granja experimental de la Universidad del Magdalena en la ciudad de Santa Marta, Magdalena. El punto de muestreo se localizó a los 11°13'19,01" N, 74°11'11,01" W. Durante dicho periodo, la temperatura ambiental en la ciudad de Santa Marta osciló entre 25-31 °C, con un promedio de precipitaciones de 0,286 mm (tabla 1). El área de estudio correspondió al ecosistema bosque seco tropical.

Tabla 1 .

Información de precipitación ambiental (P) y temperatura ambiental (T) en el área de estudio

Fecha (08-21)	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
T (°C)	30	31	30	30	30	25	29	30	29	29	27	30	28	29	28
P (mm)	0,0939	0,39	0,7200	0,515	0,42	0,076	0,457	0,6705	0,0838	0,1168	0,050	0,259	0,046	0,382	0,980

Nota: T=temperatura ambiental (°C); P=precipitación ambiental (mm). En esta tabla se muestran la precipitación y la temperatura que se presentaron en el periodo comprendido entre el 9 y el 23 de agosto de 2021.

Fuente: elaboración propia

Materiales y procedimientos

Para analizar todas las etapas de descomposición, se realizaron visitas en intervalos de cuatro horas aproximadamente (6:00, 10:00, 14:00 y 18:00), en las cuales se fotografió a cada cerdo a un metro de distancia. A su vez, se registraron la temperatura ambiental y la corporal con un termómetro digital y se anotaron los cambios corporales observados durante el experimento diariamente. Asimismo, se hizo un registro de la fecha, el tipo y hora de muerte, peso, sexo, localidad, ubicación del lugar, clima, temperatura, observaciones corporales e insectos presentes. El material entomológico recolectado fue depositado en el Laboratorio de Biología de la Universidad del Magdalena.

Declaración sobre aspectos éticos

Este estudio siguió los lineamientos para la investigación biomédica con animales establecidos en la Resolución 008430 del Ministerio de Salud de la República de Colombia en 1993.

Resultados

Cerdo decapitado: cabeza

La figura 1 muestra el inicio del experimento desde la primera exposición a las 13:50, con una duración de 23 horas sin cambios aparentes y una temperatura ambiental que osciló desde los 26 °C a los 30 °C. En este caso no se presentó la fase hinchada debido al corte, donde hubo expulsión de sangre. El inicio de la descomposición activa se evidenció a las 23:01 horas después de la muerte y se extendió 48 horas, con una temperatura ambiental que varió entre los 26 °C y los 31 °C. En esta etapa se registraron la exposición de larvas, una disminución mínima de masa muscular, un olor putrefacto y espuma color marrón.

La fase de descomposición avanzada inició 71:01 horas después de la muerte del animal y tuvo una duración de 24 horas, con una temperatura ambiental de 26 °C a 30 °C. En esta etapa se registraron exposición de huesos, pérdida total de músculo, pérdida parcial de piel, poca presencia de larvas y olor putrefacto. Finalmente, los restos de la cabeza del animal en estudio se hicieron evidentes 95:01 horas tras el sacrificio, y se extendió hasta la recolección de estos.

Figura 1.
Cerdo decapitado: cabeza



(a) Fase fresca: cabeza cubierta de sangre; (b) fase activa: gran presencia de larvas; (c) fase avanzada: se observan larvas y disminución de masa muscular; (d) fase de restos: exposición de hueso y poca presencia de piel.

Fuente: elaboración propia

Cerdo decapitado: torso

La figura 2 muestra la fase fresca desde el sacrificio del cerdo a las 13:50. Esta etapa tuvo una duración de 12 horas aproximadamente, en las cuales se presentó un leve *rigor mortis*, con expulsión de fluidos por el corte, y no se evidenció *livor mortis* debido a la pérdida de sangre. A las 20:00, el cuerpo mostraba masa de huevos y *algor mortis*, con una disminución de temperatura corporal de 38,9 °C a 33,2 °C. La temperatura ambiental osciló desde 26 °C a 30 °C durante este tiempo.

La fase hinchada inició 12:01 horas después de la muerte y tuvo una duración de 48 horas aproximadamente, con una temperatura ambiente de 26 °C a 31 °C. Se observaron manchas verdes en la fosa ilíaca izquierda, que a lo largo del periodo se expandieron a todo el abdomen y las patas delanteras y traseras. Asimismo, hubo una notable hinchazón del cadáver debido a la descomposición bacteriana. Se

evidenciaron fluidos y heces tan solo ocho horas después del comienzo de la fase.

En la fase activa, que empezó aproximadamente 60:01 horas posteriores al sacrificio, la temperatura ambiental varió desde los 26 °C hasta los 31 °C. Durante esta etapa, que tuvo una duración aproximada de 28 horas, se observaron desprendimiento de piel, con coloración marrón, y expulsión de vísceras, así como exposición de huesos y presencia de larvas en todo el cuerpo y espuma.

La fase avanzada se dio 88:01 horas luego del sacrificio y tuvo una duración de 19 horas aproximadamente, con una temperatura ambiente de 25 °C a los 30 °C. En este lapso hubo una disminución parcial de masa muscular y desprendimiento de la piel, con una reducción considerable de larvas y exposición de huesos y cartílago. Por último, la fase de restos, que empezó aproximadamente 107 horas después de la muerte, transcurrió por 71 horas, con una temperatura

ambiental que osciló desde los 25 °C a los 30 °C, y dio lugar a la exposición total de huesos, la ausencia total de

larvas y la presencia de pupas.

Figura 2.

Cerdo decapitado: torso



(a) Fase fresca: leve *rigor mortis* y sin *livor mortis*; (b) fase hinchada: manchas verdes en la fosa ilíaca izquierda que se expandieron a todo el abdomen; (c) fase activa: desprendimiento de piel, la cual tomó una coloración marrón, exposición de huesos, larvas en todo el cuerpo, presencia de espuma; (d) fase avanzada: disminución parcial de masa muscular, desprendimiento de la piel, con una disminución considerable de larvas, exposición de huesos y cartílago; (e) fase de restos: exposición total de huesos, disminución total de masa muscular, poca cantidad de larvas y presencia de pupas.

Fuente: elaboración propia

Cerdo desmembrado: patas y cabeza

La figura 3 muestra las cuatro etapas por las que pasaron las extremidades del animal desde el sacrificio. El inicio de la fase fresca se registró a las 13:50, con una duración de 40 horas aproximadamente y una temperatura ambiental entre 26-31 °C. En la primera visita se detectó *rigor mortis* leve y se observó masa de huevos en cabeza y patas. Este periodo se extendió debido a la presencia de hormigas que ralentizaron el proceso de descomposición comiéndose los huevos de los dípteros.

En este caso tampoco se presentó la fase hinchada debido a que, al tratarse solo de las extremidades, no hubo concentración de gases. Por lo tanto, la siguiente etapa fue la activa, que se dio desde las 40:01 horas aproximadamente y tuvo una duración de 36 horas, con

temperatura ambiental que osciló entre los 26 °C y los 30 °C. Las extremidades en este lapso adoptaron una coloración negra y se registraron presencia de larvas, exposición de huesos, expulsión de fluidos, pérdida de masa muscular y olor putrefacto.

La fase avanzada, que comenzó 76:01 horas después de la muerte, transcurrió por 48 horas con una temperatura ambiental de 25 °C a 30 °C. En este periodo hubo una exposición casi total de los huesos y de cartílago, así como una pérdida casi total de masa muscular, desprendimiento de la piel, manchas negras y marrones, olor y fluido. Por último, la fase de restos, que inició 124 horas luego del sacrificio, se caracterizó por la exposición total de huesos, olor y humedad debida a la lluvia.

Figura 3.
Cerdo desmembrado: extremidades



(a) Fase fresca: *rigor mortis* leve, presencia de masa de huevos en la zona de corte; (b) fase activa: extremidades con coloración negra, presencia de larvas, exposición de huesos, expulsión de fluidos y pérdida de masa muscular; (c) fase avanzada: exposición de huesos y desprendimiento de piel; (d) fase de restos: exposición total de huesos y humedad por lluvia.

Fuente: elaboración propia

Cerdo desmembrado: torso

La fase fresca, que se observa en la figura 4, comenzó con el sacrificio del cerdo a las 13:50, y su duración fue de 16 horas aproximadamente, con temperatura ambiental de 26 °C a 30 °C. En esta etapa se observó exposición de hueso por el corte y se detectó masa de huevo. La fase hinchada inició 16:01 horas después de la muerte y transcurrió por alrededor de 52 horas, con una temperatura ambiental de 26 °C a 31 °C. En esta etapa el cuerpo presentó hinchazón, coloración verde en todo el torso, masa de huevos y exposición de huesos y vísceras por el corte causado.

La fase activa inició 68:01 horas luego del sacrificio y tuvo una duración de 48 horas aproximadamente, con una temperatura entre 25-30 °C. Se caracterizó por una

disminución de la masa muscular, manchas marrones, desprendimiento de la epidermis, presencia de masa larval, exposición de huesos y vísceras, y expulsión de fluidos y gases.

La fase avanzada, registrada desde las 116:01 horas después de la muerte y de 54 horas aproximadamente, se dio con una temperatura que osciló desde los 26 °C a los 30 °C, y se asoció a una pérdida casi total de masa muscular y de piel, disminución de larvas, exposición de huesos de las costillas, olor y humedad por lluvia. En la fase de restos, que comenzó 170:01 horas tras el sacrificio, se observó la exposición total de huesos y se detectaron olor, humedad por lluvia y presencia de pupas.

Figura 4.
Cerdo desmembrado: torso



(a) Fase fresca: vísceras expuestas debido al corte de extremidades; (b) fase hinchada: coloración verde completa, vísceras y masa de huevos; (c) fase activa: presencia de larvas y vísceras; (d) fase avanzada: pérdida casi total de masa muscular, disminución

considerable de piel, disminución de larvas y exposición de huesos de las costillas; (e) fase de restos: exposición total de huesos, olor, humedad por lluvia y presencia de pupas.

Fuente: elaboración propia

Cerdo control

La figura 5 muestra el inicio de la fase fresca, que tuvo una duración de 16 horas aproximadamente, con una temperatura corporal de 38,7 °C en la hora de posicionamiento, esto es, 15:40. El cadáver presentó *algor mortis*, con una disminución de 5,5 °C transcurridas cinco horas desde su exposición. La temperatura ambiental en este lapso osciló desde los 26 °C a los 30 °C. También se evidenciaron *rigor mortis* y *livor mortis*, y expulsión de fluidos por fosas nasales. Luego de 15 horas tras el sacrificio, la temperatura corporal y la ambiental se igualaron.

En la fase hinchada, que inició 16:01 horas después de la muerte y duró 56 horas, con una temperatura ambiental de 26 °C a 31 °C, se observaron manchas verdes en la fosa ilíaca, las cuales se extendieron en todo el abdomen, incluyendo las patas. También se registraron exposición de masa larval, expulsión de heces y bolsas de aire en la epidermis, en la zona baja del abdomen. La cabeza, entretanto, ya se encontraba en fase activa, con exposición de larvas, desprendimiento de piel y exposición de la mandíbula inferior.

La fase activa inició 72:01 horas después de la muerte y transcurrió por 76 horas, con una temperatura ambiental entre 25-30 °C. El cuerpo en este periodo presentó disminución de masa muscular, exposición de vísceras y de hueso de la cabeza, manchas verdes y negras en el abdomen, larvas, desprendimiento de la dermis en la zona abdominal y olor. La etapa avanzada comenzó 148 horas luego del sacrificio y duró 87 horas, en las cuales la temperatura ambiental varió de 26 °C a 30 °C, se dieron desprendimiento casi total de la piel, exposición casi total de los huesos y cartílagos, presencia de larvas y humedad por lluvia. La fase final (restos) se dio 235 horas tras la muerte y se caracterizó por exposición total de los huesos, los cuales tenían una coloración marrón, y por el hallazgo de pupas vacías.

Figura 5.

Cerdo control





(a) Fase fresca: *algor mortis* con una disminución de 5,5 °C transcurridas cinco horas desde su posicionamiento, *rigor mortis*, *livor mortis* y expulsión de fluidos por fosas nasales; (b) fase hinchada: manchas verdes en la fosa ilíaca que se extendieron en todo el abdomen, incluyendo las patas, y bolsas de aire en la epidermis en la zona baja del abdomen; (c) fase activa: disminución de masa muscular, exposición de vísceras y de hueso de la cabeza; (d) fase avanzada: desprendimiento casi total de la piel, exposición casi total de los huesos y cartílagos, presencia de larvas y humedad por lluvia; (e) fase de restos: exposición total de los huesos, los cuales tenían una coloración marrón, y presencia de pupas vacías.

Fuente: elaboración propia

Cerdo cortado a la mitad: craneal

En este caso (figura 6) la fase fresca comenzó con el sacrificio del animal y se prolongó hasta las 13:50, con una duración total de 20 horas. Durante este tiempo, la temperatura ambiental fluctuó entre 26-30 °C. En esta etapa se registraron exposición de órganos y huesos debido a los cortes realizados, masa de huevos visible y un olor distintivo provocado por la expulsión de excremento provocado por el corte. La fase hinchada

empezó 20:01 horas después de la muerte y transcurrió por 44 horas, durante las cuales la temperatura ambiental varió entre 26-31 °C. En este lapso se observaron hinchazón, manchas verdes en la nuca y manchas marrones cerca del corte, expulsión de líquidos y globos oculares sobresalidos de sus cuencas. También se percibió olor.

La fase activa inició 64:01 horas después de la muerte y tuvo una duración de 24 horas, en las que la temperatura ambiental osciló entre 27-31 °C. Esta etapa se caracterizó por la disminución de la masa muscular, reducción de órganos, presencia de masa larval, expulsión de líquidos, desprendimiento de piel en la mandíbula, coloración marrón en el hocico y en patas delanteras, y fuerte olor.

Posteriormente, 88:01 horas tras el sacrificio, comenzó la fase avanzada, que transcurrió por aproximadamente 106 horas. En este lapso, la temperatura ambiental fluctuó entre 26-30 °C, y el cuerpo mostró una disminución casi total de la masa muscular, exposición ósea, escasa presencia de masa larval, coloración marrón generalizada en la piel y humedad debida a la lluvia.

Finalmente, la fase de restos inició 194:01 horas después de la muerte. En esta etapa no se registró una exposición completa de los huesos (ya que la piel aún se encontraba adherida a estos), se encontraron pupas dentro de los sacos y se advirtió un olor persistente.

Figura 6.

Cerdo a la mitad: parte superior





(a) Fase fresca: exposición de órganos y huesos debido a los cortes, masa de huevos, olor y expulsión de heces; (b) fase hinchada: presenta manchas verdes en la nuca y marrones cerca del corte, expulsión de líquidos y ojos (casi afuera); (c) fase activa: presencia de masa larval, desprendimiento de piel en la mandíbula, coloración marrón en el hocico y en patas delanteras; (d) fase avanzada: poca presencia de masa larval, coloración marrón de toda la piel, olor y humedad por lluvia; (e) fase de restos: la piel se encuentra pegada a los huesos y presencia de pupas dentro de los sacos.

Fuente: elaboración propia

Cerdo cortado a la mitad: caudal

La figura 7 ilustra este experimento, donde la fase fresca, que se dio desde el sacrificio del animal a las 13:50, tuvo una duración de 48 horas, con una temperatura ambiental que osciló desde los 26 °C hasta los 31 °C. Esta etapa inicial de descomposición se caracterizó por la exposición de vísceras y de heces, la expulsión de líquidos y una coloración verdosa en las patas. (no hubo fase hinchada).

La fase activa inició 48:01 horas después de la muerte y tuvo una duración de 40 horas aproximadamente, con una temperatura entre 26-31 °C. En esta etapa se evidenciaron masa larval, exposición de hueso, disminución de masa muscular, espuma color marrón, olor y manchas color marrón en las patas.

La fase avanzada comenzó 88:01 horas luego del sacrificio y transcurrió por 178 horas (siete días y medio), con una temperatura que osciló desde los 25 °C a los 30 °C. En este periodo el cadáver presentó disminución total de masa muscular, desprendimiento de la piel, coloración marrón en la piel, masa de restos

de vísceras, humedad por lluvia, disminución de masa larval y olor. Por último, la fase de restos, detectada 266:01 horas después de la muerte del animal, se asoció a una exposición total de huesos, pupas y una masa gelatinosa (restos de piel) por la humedad por lluvia.

Figura 7.

Cerdo a la mitad: parte inferior



(a) Fase fresca: exposición de vísceras y de heces, expulsión de líquidos y coloración verdosa en las patas; (b) fase activa: presencia de masa larval, espuma color marrón, olor y manchas color marrón en las patas; (c) fase avanzada: disminución total de masa muscular, desprendimiento de la piel, coloración marrón en la piel, masa de restos de vísceras y humedad por lluvia; (d) fase de restos: exposición total de huesos, pupas, y una masa gelatinosa (restos de piel) por la humedad por lluvia.

Fuente: elaboración propia

Insectos de importancia forense

La entomología forense es una disciplina esencial para estimar el IPM ya que la presencia o la ausencia de insectos necrófagos pueden influir significativamente en la aceleración o el retraso de las diferentes fases de descomposición de un cadáver. Así las cosas, a lo largo de esta investigación cada etapa estuvo acompañada de la presencia de moscas pertenecientes a seis familias: *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Muscidae*, *Fanniidae*, *Phoridae* y *Stratiomyidae*. De los 428 especímenes capturados, se identificaron tres géneros: *Chrysomya*, *Lucilia*, *Cochliomyia* y siete especies específicas, entre las que se encuentran *Lucilia eximia*, *Lucilia cuprina*, *Chrysomya albiceps*, *C. putoria*, *Chrysomya megacephala* y *Cochliomyia macellaria*, todas pertenecientes a la familia *Calliphoridae*, que es de principal relevancia en el ámbito forense. Estas moscas colonizaron el cadáver, se alimentaron y se desarrollaron en él, acelerando el proceso de putrefacción. Estos hallazgos están detallados en la tabla 2.

Tabla 2

Identificación taxonómica de las moscas presentes en el cuerpo control durante el proceso de descomposición

Orden	Familia	Género	Especie	Abundancia
Diptera	Calliphoridae	Lucilia	<i>L. eximia</i>	31
			<i>L. cuprina</i>	3
		Chrysomya	<i>C. megacephala</i>	46
			<i>C. albiceps</i>	55
			<i>C. putoria</i>	39
			<i>C. macellaria</i>	4
		Muscidae		21
		Sarcophagidae		28
		Fanniidae		55
		Phoridae		2

Fuente: elaboración propia

A lo largo de este trabajo de investigación se identificaron seis familias de interés. Sin embargo, una especie en particular que llamó la atención fue *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758), de la familia *Stratiomyidae*. Comúnmente conocida como «mosca soldado», es originaria del continente americano, aunque ahora goza de una distribución cosmopolita. A pesar de su presencia global, este es el primer registro de dicho insecto en la región Caribe colombiana en estudios de tafonomía y

entomología forenses. Las larvas de este díptero se hallan comúnmente en plantas de compostaje y sistemas de eliminación de residuos, donde desempeñan un papel vital en la disminución de la masa y contaminación de los restos. En el ámbito forense, también cumplen un papel crucial. Para identificar con precisión la fase de descomposición en la que aparece este animal, fue esencial el desarrollo de cámaras específicas (ver tabla 3).

Tabla 3.

Comparación de los tiempos de descomposición (en horas) por fases del cerdo control y del cerdo desmembrado

Tiempo de descomposición	de Cerdo control	Extremidades del cerdo desmembrado	Tronco del cerdo desmembrado
Fase fresca	16 h	40 h	16 h
Fase hinchada	56 h	N. P.	52 h
Fase activa	76 h	36 h	48 h
Fase avanzada	87 h	48 h	54 h
Fase de restos	Inició 235 h D. M.	Inició 124 h D. M.	Inició 170 h D. M.

Notas: N. P.=no presentó la fase; h=horas; D. M.=después de la muerte.

Fuente: elaboración propia

Dicho lo anterior, la especie se encontró en la fase avanzada de descomposición de la presente investigación, al igual que en los trabajos de Ahmad et al. (2007), Pujol-Luz et al. (2008) y Ramos-Pastrana y Wolff (2011). En ese sentido también se destaca el trabajo de Costa y Días (2010), que mencionan asimismo este tipo de mosca, aunque, a diferencia del presente estudio y los otros, la encontraron durante tres de las fases de descomposición.

Discusión

Los procesos de descomposición observados durante el estudio fueron similares a los expuestos por Perdomo y Valverde (2008), Hernández et al. (2021), Quiñones-Reyes et al. (2021), Anderson y Vanlaerhoven (1996), Smith (1986) y Payne (1965). Estos autores evidenciaron que los cadáveres pasaron por cinco fases tras la muerte: fresca, hinchada, activa, avanzada y restos óseos. En contraste con estos trabajos originales y con el artículo guía, de Scholl y Moffatt (2017), en esta investigación se varió la forma de exposición de los cerdos al depositarlos dentro de los sacos plásticos en las siguientes condiciones: decapitado, desmembrado y cortado a la mitad, mientras que uno completo se mantuvo al aire libre para utilizarlo como control y detectar las diferencias entre estas etapas de putrefacción.

Dicho lo anterior, Scholl y Moffatt (2017) reportaron que los insectos son de primordial importancia en el proceso de descomposición, el cual se puede ralentizar al limitar el contacto de estos organismos con el cadáver. De forma similar, Mann et al. (1990) señalaron que las variables clave en la degradación del tejido blando humano son la temperatura, el acceso de insectos, la lluvia y sus efectos sobre estos últimos, y la profundidad de entierro. Goff y Flynn (1991), por otra parte, reportaron que cubrir el cuerpo con envolturas o mantas puede retrasar la oviposición de moscas y, por ende, su contribución a la descomposición.

En esta investigación se observó que la descomposición de las partes de los cerdos contenidas en sacos fue más rápida que la del cerdo control, a pesar de que este último estuvo expuesto al aire libre, lo que facilitaba el acceso de los insectos. Simmons et al. (2010)

sugieren que los restos desmembrados podrían tener una menor masa corporal en comparación con los cadáveres enteros, lo que explicaría dicha celeridad en el proceso. En concordancia con esto, los torsos de los ejemplares decapitado y desmembrado iniciaron la fase de restos a las 107 horas y 170:01 horas después de la muerte, respectivamente, mientras que en experimento cerdo control esta etapa comenzó 235 horas luego del sacrificio.

Spicka et al. (2011) señalan que la descomposición es comúnmente más evidente y rápida alrededor de la cabeza y el área genital debido a la oviposición de las moscas, una observación que el presente estudio confirma. A pesar de estar dentro de sacos plásticos, las cabezas y las extremidades de los cerdos decapitado y desmembrado no mostraron la fase hinchada. Esto aceleró el proceso, pasando directamente de la fase fresca a la activa y siendo estas partes las primeras en llegar a la etapa de restos secos.

Estos resultados coinciden con lo propuesto por Scholl y Moffatt (2017) ya que la mayor diferencia en la tasa de descomposición entre los tratamientos se observó en las cabezas, a pesar de estar dentro de sacos. El hallazgo puede explicarse porque, al estar desmembradas, no hubo concentración de gases en tales partes.

Aunque se utilizó la investigación de Scholl y Moffatt como guía, es importante mencionar que estos autores no proporcionaron un IPM en sus hallazgos. Además, su trabajo presentó inconvenientes en las etapas de descomposición ya que estas variaban considerablemente respecto a las descripciones de la guía que emplearon. Esto resalta la necesidad de una escala de descomposición específica para estas situaciones, tal como se desarrolló en este trabajo.

Conclusiones

La investigación llevada a cabo en el bosque seco tropical de la Universidad del Magdalena arrojó resultados acerca de la descomposición de cadáveres. Los datos obtenidos indican que dicho proceso puede variar significativamente debido a agentes físicos, causas de muerte y alteraciones *post mortem* tales como desmembramientos, decapitaciones o tipos específicos

de confinamiento (en este caso, el almacenamiento dentro de sacos plásticos). Estos hallazgos evidenciaron un cambio en los fenómenos cadavéricos debido a tales intervenciones.

Por ejemplo, se registró una aceleración del proceso de putrefacción en ciertas partes del cuerpo. En particular, la cabeza del cerdo decapitado y las extremidades y la cabeza del otro cerdo desmembrado avanzaron rápidamente desde la fase fresca hasta la fase activa de descomposición. Este comportamiento contrasta con el observado en el cerdo de control, expuesto al aire libre, que atravesó secuencialmente las cinco fases reconocidas (fresca, hinchada, activa, avanzada, restos).

La información obtenida sobre los fenómenos, las características y la duración de las distintas fases de descomposición observadas en el bosque seco tropical es esencial toda vez que estos datos podrían ser cruciales para esclarecer investigaciones medicolegales al facilitar la determinación del IPM en cuerpos hallados en condiciones y lugares similares a los de este experimento. Además, estos hallazgos son de gran utilidad para desarrollar un modelo tafonómico que contemple factores análogos a los tenidos en cuenta en esta investigación.

En este orden de ideas, conviene tener presente que la estimación del IPM es una herramienta importante y eficaz a la hora de examinar cuerpos en estado de descomposición debido a que en el momento del hallazgo se debe llevar a cabo un análisis de los cambios cadavéricos. El funcionario o investigador encargado de esta labor debe ejecutarla con precisión y precaución, teniendo en cuenta variables físicas, culturales, biológicas y ambientales que obstaculicen o modifiquen la determinación del IPM.

Contribución de los autores

Jacinto Miranda-Zamora: Trabajo de campo, escritura y análisis de datos.

Miguel Anaya-Escalante: Trabajo de campo, escritura y análisis de datos.

César Valverde-Castro: Diseño metodológico, escritura y análisis de datos.

Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad del Magdalena por la financiación de este proyecto en la 4.^a convocatoria para el desarrollo de trabajos de grado del 2019 II, y al Grupo de Investigación en Arqueología Transdisciplinar, Bioarqueología y Antropología Forense de la Unimagdalena por todo el apoyo logístico.

Declaración sobre conflictos de interés

La investigación no fue influenciada en ninguna de sus fases de desarrollo por agentes externos o intereses personales, de tal forma que no se afectaron la rigurosidad y la objetividad en la obtención de los resultados.

Referencias

- Anderson, G. S., & Vanlaerhoven S. L. (1996). Initial Studies on Insect Succession on Carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*, 41(4), 617-625. <https://doi.org/10.1520/JFS13964J>
- Armentano, N., Galtés, I., & Malgosa, A. (2014). Exhumaciones de los restos humanos no reclamados como modelo tafonómico. *Revista Española de Medicina Legal*, 41(2), 53-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.reml.2014.08.003>.
- Carvalho, L., Thyssen, P., Linhares, A., & Palhares, F. (2000). A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95(1), 135-138.
- Cortés, L. (2010). Relación de la entomofauna asociada a la descomposición de cuerpos de cerdos con el tiempo de sumersión post-mortem (ISPM) en un ecosistema lentic de la sabana de Bogotá [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Costa, T., & Dias, S. (2010). Insects (Diptera) associated with cadavers at the Institute of Legal Medicine in Pernambuco, Brazil: Implications for forensic entomology. *Forensic Science International*, 198(1-3), 97-102. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.01.011>
- Ferlini, R. (1994). Determinación del tiempo transcurrido de muerte en cadáveres putrefactos, momificados y saponificados. *Medicina Legal de Costa Rica*, 10(2), 17-21.

- 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.
- Galván, E. (2013). *Estudios de la microbiología y entomología forense en la determinación del tiempo de muerte* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Goff, M., & Flynn, M. (1991). Determination of post-mortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands. *Journal of Forensic Sciences*, 36(2), 607-614.
- Goff, M., Early, M., Odom, C., & Tullis, K. (1986). A Preliminary Checklist of Arthropods Associated with Exposed Carrion in the Hawaiian Islands. *Proceedings, Hawaiian Entomological Society*, 26, 53-57.
- Haglund, W., & Reay, D. (1993). Problemas de recuperación de restos humanos parciales en diferentes momentos y lugares: preocupaciones para los investigadores de la muerte. *Revista de Ciencias Forenses*, 38(1), 69-80.
- Hernández, C., Balmore, W., Serrano, M. E., & Henríquez, G. N. (2011). *Arqueología forense en la identificación de restos humanos, como parte de una técnica realizada para la investigación del delito* [Disertación doctoral, Universidad de El Salvador].
- Hernández, L., Beltrán, K., & Valverde-Castro, C. (2021). Tafonomía forense: estudio experimental del proceso de descomposición cadavérica en un Bosque seco tropical costero. *Duazary*, 18(1), 71-85. <https://doi.org/10.21676/2389783X.3839>
- Mann, R. W., Bass, W. M., & Meadows, L. (1990). Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, 35(1), 103-11.
- Martínez-Dueñas, W. A. (2004). Inventario preliminar de los Calliphoridae (Insecta: Diptera) de Popayán (Cauca-Colombia). *Antropacifico*, 2(1), 113-116.
- Olaya, L. A. (2001). Entomofauna sucesional en el cadáver de un cánido en condiciones de campo en la Universidad del Valle (Cali-Colombia). *Cuadernos de Medicina Forense*, 1(23), 5-14.
- Payne, J. A. (1965). A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46(5), 592-602. <https://doi.org/10.2307/1934999>
- Perdomo, E., & Valverde, C. (2008). Insectos de importancia forense en el proceso de descomposición cadavérica en cerdo blanco *Sus scrofa*, bajo dos situaciones de exposición al sol en un bosque seco tropical. Santa Marta, Colombia [Tesis de pregrado, Universidad del Magdalena].
- Pujol-Luz, J., Da Costa, P., Ururahy-Rodrigues, A., & Constantino, R. (2008). The Black Soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), Used to Estimate the Postmortem Interval in a Case in Amapá State, Brazil. *Journal of Forensic Sciences*, 53(2), 476-478. 10.1111/j.1556-4029.2008.00659.x
- Quiñones-Reyes, E., Olavarría-Pérez, M. J., & Valle-Solorzano, M. (2021). Documentación del tiempo transcurrido de muerte a partir de procesos de descomposición en bosque seco tropical (BST), Santa Marta, Colombia. *Jangwa Pana*, 20(2), 349-362. <https://doi.org/10.21676/16574923.4218>
- Ramos-Pastrana, Y., & Wolff, M. (2011). Entomo-fauna cadavérica asociada a cerdos expuestos al sol y sombra, en el piedemonte amazónico colombiano. *Revista Momentos de Ciencia*, 8(1), 45-54.
- Reverte, C. J. (1999). *Antropología forense*. Ministerio de Justicia; Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones.
- Romero, C (2018). 262.197 muertos dejó el conflicto armado. *Centro Nacional de Memoria Histórica*. <https://centrodememoriahistorica.gov.co/262-197-muertos-dejo-el-conflicto-armado/>
- Salazar, L. J. (2006). Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo-Venezuela. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 23(1), 33-38.
- Salleh, A. F. M., Marwi, M. A., Jeffery, J., Hamid, N. A. A., Zuha, R. M., & Omar, B. (2007). Review of forensic entomology cases from kuala lumpur hospital and hospital universiti kebangsaan Malaysia, 2002. *J. Trop. Med. Parasitol*, 30, 51-54.
- Scholl, K., & Moffatt, C. (2017). Plastic waste sacks alter the rate of decomposition of dismembered bodies within. *International Journal of Legal Medicine*, 131(4), 1141-1147. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1535-4>

- Simmons, T., Cross, P., Adlam, R., & Moffatt, C. (2010). The Influence of Insects on Decomposition Rate in Buried and Surface Remains. *Journal of Forensic Sciences*, 55(4), 889-892. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01402.x>
- Smith, K. G. V. (1986). *A Manual of forensic entomology*. Cornell University Press.
- Spicka, A., Johnson, R., Bushing, J., Higley, L. G., & Carter, D. O. (2011). Carcass mass can influence rate of decomposition and release of ninhydrin-reactive nitrogen into gravesoil. *Forensic Science International*, 209(1-3), 80-85. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.01.002>
- Trejos, L. (2017). *Narcotráfico en la región Caribe*. Observatorio Colombiano de Violencia y Gobernanza; Fescol. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/13202.pdf>
- Tolosa-Leones, A., & Valverde-Castro, C. (2022). Tafonomía forense: estudio experimental del proceso de descomposición de un cuerpo sumergido en una ciénaga del Caribe colombiano. *Intropica*, 181-191. <https://doi.org/10.21676/23897864.4598>
- Ubelaker, D. (2016). Evaluación del intervalo post-mortem. En C. Sanabria-Medina (Ed.), *Patología y antropología de la muerte: La investigación científico-judicial de la muerte y la tortura, desde las fosas clandestinas, hasta la audiencia pública* (pp. 375-387). Forensic Publisher.
- Varela, E. E. (2018). Las experticias antropológicas forenses en el contexto venezolano. *Boletín Antropológico*, 36(96), 11-21.
- Velásquez, Y. (2008). A checklist of arthropods associated with rat carrion in a montane locality of northern Venezuela. *Forensic Science International*, 174(1), 68-70. [10.1016/j.forsciint.2007.02.020](https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2007.02.020)
- Walker, P. L., Johnson, J. R., & Lambert, P. M. (1988). Sesgos de edad y sexo en la conservación de restos óseos humanos. *Diario Americano de Antropología Física*, 76(2), 183-188.