Duazary / Vol. 18, No. 1 – 2021 / 71 - 85
DOI: https://doi.org/10.21676/2389783X.3839

Tafonomía forense: estudio experimental del proceso de descomposición cadavérica en un bosque seco tropical costero

Forensic taphonomy: experimental study of the cadaveric decomposition process in a coastal tropical dry forest

Luz Hernández-A[1], Kiara Beltrán-B[2], César Valverde-Castro[3]

1. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. Correo: luzhernandezea@unimagdalena.edu.co - https://orcid.org/0000-0001-6995-3465
2. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. Correo: kiarabeltrancb@unimagdalena.edu.co - https://orcid.org/0000-0002-2129-5691
3. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. Correo: cvalverde@unimagdalena.edu.co - https://orcid.org/0000-0002-8762-7484

Tipología: Artículo de investigación científica y tecnológica
Para citar este artículo: Hernández A, Beltrán K, Valverde-Castro C. Tafonomía forense: estudio experimental del proceso de descomposición cadavérica en un bosque seco tropical costero. Duazary. 2021 enero; 18(1): 71-85. Doi: https://doi.org/10.21676/2389783X.3839

Recibido en marzo 28 de 2020
Aceptado en noviembre 11 de 2020
Publicado en línea en enero 07 de 2021

Palabras clave: antropología forense; Colombia; entomología forense; medicina legal.

RESUMEN

El conflicto armado y la delincuencia común son las principales fuentes de homicidios en Colombia, lo que enfrenta a las autoridades con cadáveres abandonados y sin identificar. Esta situación plantea la necesidad de recrear escenas del crimen como herramienta para estimar el Intervalo *Post Mortem*. Para ello, se utilizó un cadáver de cerdo para estudiar su proceso de descomposición bajo condiciones de exposición al sol en un fragmento de bosque seco del cerro Ziruma en la ciudad de Santa Marta, Colombia. El cerdo es considerado como un buen biomodelo, debido a las similitudes biológicas con el ser humano. Se evidenciaron cinco fases de descomposición, las cuales fueron descritas durante 10 días, teniendo en cuenta los cambios físicos y la temperatura ambiental. Se documentó la actividad de insectos necrófagos, la cual, junto a las altas temperaturas presentadas en el lugar de estudio, jugaron un papel importante en el aceleramiento del proceso de descomposición. El empleo de este tipo de biomodelos permitirá a futuro el desarrollo de herramientas forenses y la ejecución de protocolos de muestreos, para esclarecer investigaciones medicolegales, al contar con información útil para estimar los tiempos de muerte en cadáveres encontrados en avanzado estado de descomposición en ecosistemas similares.

Keywords: Colombia; Forensic Anthropology; Forensic Entomology; Legal Medicine.

ABSTRACT

The armed conflict and common crime are the main sources of homicides in Colombia, confronting authorities with abandoned and unidentified bodies. That situation raises the need to recreate crime scenes as a tool to estimate the Post-Mortem Interval. A pig carcass was used to study its decomposition process under sun exposure conditions in a patch of tropical dry forest on Cerro Ziruma, in Santa Marta, Colombia. The pig is considered a good bio model, due to biological similarities with the human being. Five phases of decomposition were evidenced, which were described for ten days, considering physical changes and the environmental temperature. The activity of necrophagous insects was documented, which, together with the high temperatures presented in the study site, played an important role in accelerating the decomposition process. The use of these types of bio models will allow in the future the development of forensic tools and the execution of sampling protocols to clarify medicolegal researches by having useful information to estimate the times of death in corpses found in an advanced state of decomposition in a similar ecosystem.

INTRODUCCIÓN

Los más de 50 años de conflicto armado y la delincuencia común son los principales factores que inciden en el aumento de la violencia homicida en Colombia[1,2]. El país históricamente ha sido un escenario de conflicto y violencia donde se ha evidenciado un incremento en las tasas de crímenes, especialmente en los casos de homicidios, circunstancia que se asocia con la lucha por el control del territorio y el microtráfico que afectan la seguridad ciudadana y dejan como consecuencia muchos cadáveres sin identificar[3]. Santa Marta no se escapa de la tendencia nacional. Su baja capacidad de respuesta ante el rápido crecimiento poblacional, producto de conflictos sociales y fenómenos económicos que se derivan de la reciente llegada de población migrante en busca de oportunidades para sobrevivir, ha tenido un impacto negativo en la calidad de vida de la ciudad[4].

Para ello, se hace necesaria la intervención de áreas especializadas de las ciencias forenses, como la antropología forense, que aplica herramientas útiles para la búsqueda e identificación de cadáveres no identificados, apoyándose en otras disciplinas como la tafonomía forense, la entomología forense, la botánica forense, entre otras. Así mismo, la interacción de estas disciplinas permite estudiar las etapas y los tiempos de descomposición por las cuales atraviesa un cuerpo humano y los ciclos de vida de los insectos de importancia forense que ayudan a desarticular y modificar los restos óseos[5]. La tafonomía forense, como una disciplina clave en ciencias forenses, se plantea los siguientes objetivos: (1) estimar el tiempo transcurrido de muerte (IPM); (2) reconstruir el contexto antes y después de la muerte; y (3) diferenciar entre los efectos resultantes del comportamiento humano y los efectos generados por el medioambiente[6].

En este contexto, la tafonomía forense estudia el proceso de descomposición, identificando los cambios tempranos y tardíos presentes en un cadáver. Los cambios tempranos inician en el estado fresco de descomposición con la acidificación tisular que aparece en los tejidos una vez producida la muerte; luego se presenta el enfriamiento cadavérico gradual por la pérdida de la temperatura hasta igualarse con el ambiente; la deshidratación cadavérica ocurre por la evaporación de líquidos corporales y al mismo tiempo se evidencia la lividez cadavérica con manchas de diferentes tonalidades que dependen de la causa de muerte. Por último, se manifiesta la rigidez cadavérica (*rigor mortis*), conocida como el estado de dureza y de retracción del sistema muscular[6]. Los signos tardíos inician con la hinchazón del cadáver por la acumulación de gases producto de la actividad bacteriana, seguida de la descomposición activa o colicuativa, la descomposición avanzada y el estado de esqueletización[7].

Pachar[8] menciona que, al momento de analizar los fenómenos cadavéricos, se debe considerar la acción de la temperatura y la humedad en el estado de conservación del cuerpo, al igual que la acción de los animales, ya que esta información servirá como referencia para la interpretación de las alteraciones morfológicas encontradas en el cadáver y que serán fundamentales para estimar el tiempo de muerte. En este orden de ideas se menciona que el diagnóstico de la data de la muerte se apoya principalmente en el conocimiento obtenido al momento de la aparición y evolución de los fenómenos cadavéricos, los cuales dependen de muchos factores que pueden acelerarlos o retrasarlos. Cabe agregar que los cambios *post mortem* presentes en el cadáver producen unas modificaciones alrededor de la muerte, que permiten ser analizados y clasificados[6]. Entre los factores abióticos más influyentes en la descomposición de un cuerpo se encuentran la temperatura ambiental, la humedad relativa, el hábitat, la estacionalidad y el pH del suelo[9]; así mismo, podemos encontrar la fauna carroñera, dentro de la cual se citan distintas especies de aves y mamíferos como coyotes, leopardos, hienas, roedores y algunos insectos. Dichas interacciones tienden a dejar huellas en los huesos durante la destrucción de las partes blandas del cadáver, que sirven como evidencia forense[10].

Ramos-Pastrana *et al*[11] mencionan que existen distintos componentes que se deben tener en cuenta durante el análisis de las evidencias provenientes de casos forenses. Si bien las

DUAZARY

condiciones ambientales juegan un papel importante en la descomposición cadavérica, también pueden influir otras variables relacionadas como el peso, la talla del cuerpo y la vestimenta, que de una u otra manera afectan la colonización de la entomofauna cadavérica y los procesos de descomposición. En Colombia, recientemente iniciaron los estudios que integrarán información sobre los ecosistemas, la entomofauna cadavérica y su relación con los tiempos de descomposición, lo que permite caracterizar especies exclusivas para cada hábitat y su información ecológica. En este sentido, en el país se han reportado 3 135 especies y 74 familias de Diptera, algunas de ellas de importancia forense[12], siendo este orden el más diverso, abundante y sinantrópico[13,14].

En Colombia, los trabajos de entomología forense se han realizado en la región andina, como los de Segura *et al*[15], Montoya *et al*[16], Barrios y Wolff[17], Beltrán *et al*[18], Salazar-ortega *et al*[13], Yepes-Gaurisas *et al*[19], Amat *et al*[20], Sánchez y Fagua[21]; y en la región amazónica han sido realizados por Ramos-Pastrana y Wolff[22]; Ramos-Pastrana *et al*[11]; además, se han adelantado algunos estudios ecológicos que ayudan a comprender los hábitos y las preferencias de las especies, como el de Uribe *et al*[23]. Por su parte, en la Costa Caribe colombiana se han realizado algunas investigaciones ecológicas y taxonómicas enfocadas a moscas de importancia forense, como las de Santodomingo *et al*[24], Valverde-Castro *et al*[25] y Buenaventura *et al*[26].

El objetivo de este estudio es documentar el proceso de descomposición en un cadáver de cerdo (*Sus scrofa domestica*) en un ecosistema Subxerofítico del bosque seco en Santa Marta, Colombia, con el fin de aportar información que pueda ser utilizada como una herramienta para estimar el IPM en casos futuros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

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 9 kg, para simular la descomposición humana[27]. El animal fue adquirido muerto en el Club Campestre Porcícola en el corregimiento de Bonda, siendo las 14:23 h del día 2 de marzo del 2020. Posteriormente, fue trasladado a la zona de estudio y se procedió a colocarlo en una jaula rectangular de hierro (100 x 70 x 40 cm, ojo de malla de 3 cm), expuesto al sol durante 10 días.

Muestreo

El experimento se realizó entre el 2 y el 11 de marzo del 2020 en las estribaciones del cerro Ziruma, en la ciudad de Santa Marta, Magdalena. El punto de muestreo se localizó a los 11°13’45”N; 74°13’03”W y a una altitud de 40 m.s.n.m. (Figura 1). Durante el mes de marzo la temperatura ambiental en la ciudad de Santa Marta osciló entre 23 y 36 °C, y no hubo precipitaciones. El área de estudio correspondió al llamado ecosistema Subxerofítico tropical (bosque muy seco), según Hernández y Sánchez[28], en el que predominan las especies de plantas de las familias Fabaceae, Cactaceae y Capparaceae[29].

Materiales y procedimientos

Para analizar cada una de las etapas de descomposición se fotografió el cadáver del cerdo a un metro de distancia, en la cabeza y en partes inferiores y superiores del cuerpo, aproximadamente cada cuatro horas (6:00, 10:00, 14:00 y 18:00 h). Simultáneamente, se llevó a cabo el registro de la temperatura corporal (rectal) y ambiental con un termómetro de mercurio. Con el fin de llevar un registro de los cambios o modificaciones corporales, se anotaron las observaciones en una bitácora de campo. Con el objetivo de analizar y determinar las fases de descomposición y adquirir el tiempo transcurrido en cada una de las etapas, se utilizó la metodología propuesta por Anderson y Van Laerhoven[29], en la que reconocen cinco fases: fresco, hinchado, descomposición activa, descomposición avanzada y restos secos. En este sentido, se hizo un registro de la fecha, el tipo y hora de muerte, peso, sexo, localidad, ubicación del lugar, clima, temperatura y observaciones corporales. El material entomológico recolectado fue depositado en el Laboratorio de Biología de la Universidad del Magdalena.

DUAZARY

Análisis estadístico

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*[30], con ayuda de un estereoscopio Nikon SMZ645.

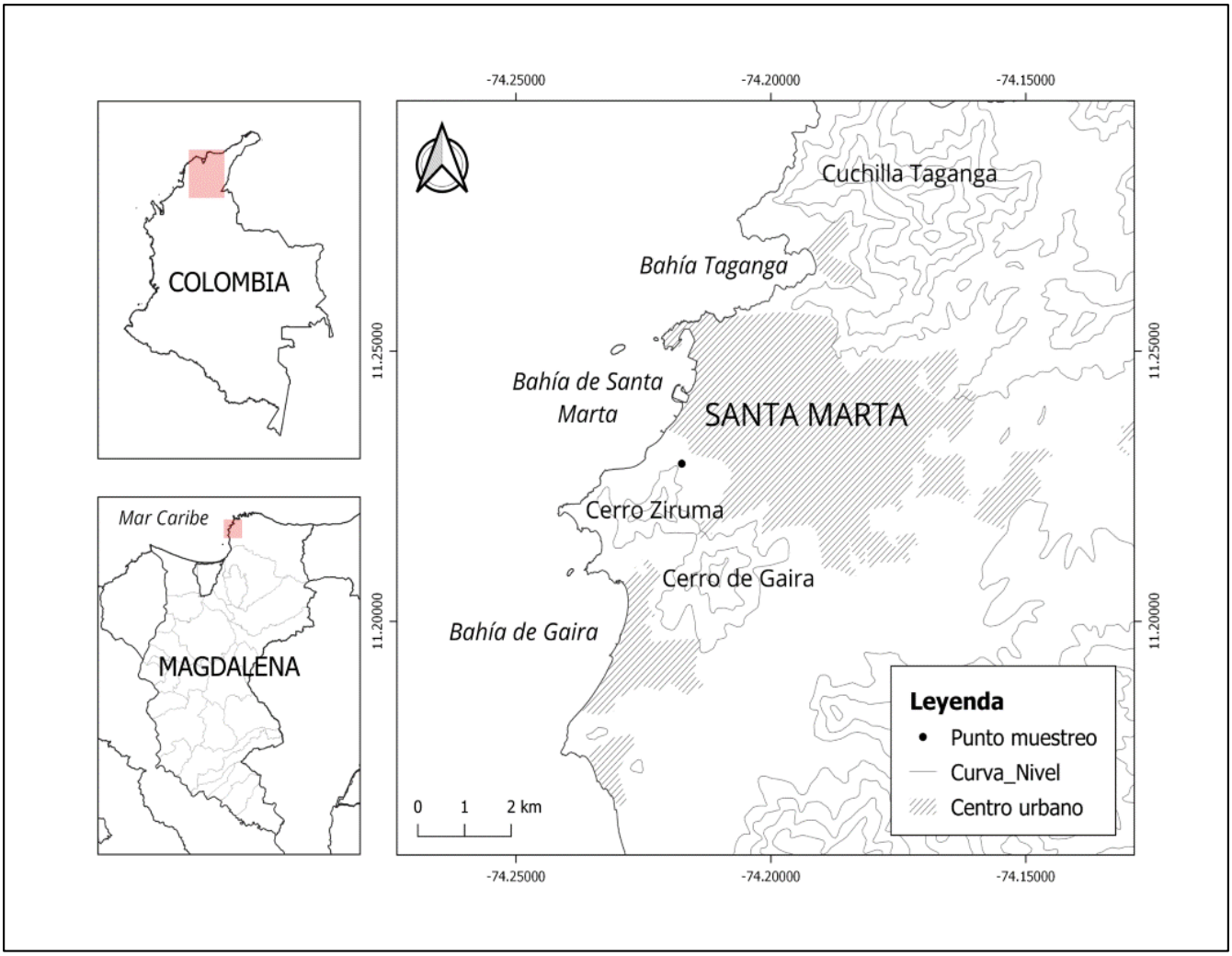


Figura 1. Punto de muestreo ubicado en un ecosistema Subxerofítico del bosque seco tropical en la ciudad de Santa Marta.

RESULTADOS

Se evidenció que la temperatura corporal y la temperatura ambiental se igualaron transcurridas las primeras 24 horas (h), fenómeno conocido como *algor mortis* (Figura 2), y alcanzó la fase reductiva o de restos secos luego de 134 h. La fase fresca, hinchada y activa presentaron similaridad en su periodo, con una duración aproximada de un día; mientras que la fase avanzada duró aproximadamente 60 h. A continuación, se describen las observaciones realizadas de los fenómenos cadavéricos tempranos y tardíos y se asocian a cada fase de descomposición.

DUAZARY

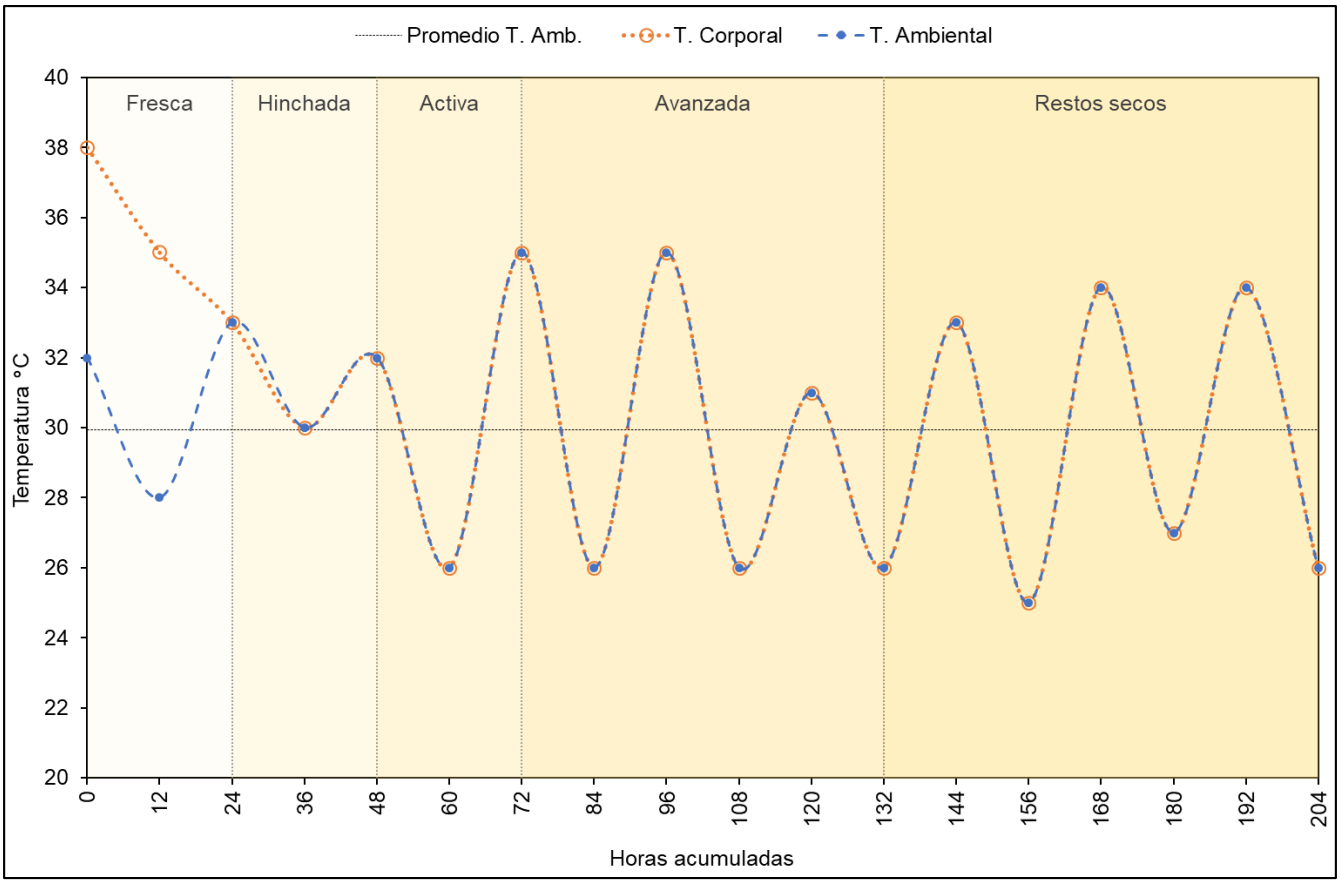


Figura 2. Variación de las temperaturas y las fases de descomposición de un cadáver de cerdo doméstico en un ecosistema Subxerofítico del bosque seco tropical.

Fenómenos cadavéricos tempranos

Fase fresca: inició desde el sacrificio del animal y tuvo una duración de 24 h aproximadamente; transcurridas 3,5 h del deceso se evidenció el *rigor mortis* y la expulsión de fluidos por nariz y ano (Figura 3). Transcurridas 18 h se observaron manchas verdosas en el abdomen, características del periodo cromático. Pasadas 20 h el proceso de rigidez disminuyó, siendo posible evidenciar una leve hinchazón abdominal y la presencia del *livor mortis*, el cual se caracteriza por una coloración rojiza en la parte del cuerpo en contacto con el suelo; esto ocurre debido a la decantación de la sangre por efectos de la gravedad. En esta fase de descomposición no se presentó olor putrefacto.

Fenómenos cadavéricos tardíos

Fase hinchada o enfisematoso: transcurridas 24 h del deceso se evidenció la hinchazón del cadáver, por lo que se observó el volumen prominente del cadáver de cerdo. Se evidenció expulsión de vísceras, fluidos de líquidos en orificios naturales (nariz, boca, ano), la exposición del recto y heces, desprendimiento de piel y un olor putrefacto. El *algor mortis* se mantuvo (Figura 4). Durante esta fase de descomposición la temperatura ambiental durante el día tuvo un promedio de 34°C,

DUAZARY

acelerando en este sentido el proceso de descomposición. Transcurridas 43 h después del deceso, hubo exposición de vísceras y manchas verdes en la región cefálica, producto de la actividad bacteriana. La fase hinchada tuvo una duración aproximada de 24 h.



Figura 3. Estado de descomposición fresco de un cadáver de cerdo doméstico en un bosque seco tropical en Santa Marta (a: jaula metálica para proteger el cadáver de vertebrados carroñeros. b: cadáver en estado fresco. c: expulsión de fluidos por la nariz. d: cadáver con rigor mortis y livor mortis.

Fase activa o colicuativa: transcurridas 48 h de muerte, inició la fase activa y se prolongó por 24 h aproximadamente. En esta fase fue posible evidenciar desprendimiento de piel con facilidad, exposición de huesos, exhibición de vísceras y fluidos, olor putrefacto, deshidratación y actividad larval por todo el cadáver, dejando como consecuencia pérdida de masa muscular (Figura 5). Transcurridas 70 h del deceso, se evidenció la exposición de huesos en las cuatro patas, en el lomo, el cráneo y la mandíbula; el abdomen se encontró totalmente descubierto y alrededor de este presentó una mancha negra y abundante pérdida de masa muscular. Se observó disminución en la actividad larval. Durante esta fase la temperatura ambiental durante el día tuvo un promedio de 29,5°C, siendo favorable para el crecimiento larval.

DUAZARY



Figura 4. Estado de descomposición hinchado de un cadáver de cerdo doméstico en un bosque seco tropical en Santa Marta (a: cadáver hinchado por acumulación de gases producto de la descomposición bacteriana. b: exposición del recto. c: lividez cadavérica. d: expulsión de fluidos por nariz, boca y manchas verdes en la región cefálica.

Fase avanzada: transcurridas 72 h desde el deceso inició la fase avanzada y se prolongó durante 60 h. Esta fase de descomposición se caracterizó por el olor leve (rancio). El interior del abdomen se encontró totalmente descubierto, mostrando alrededor una mancha negra y ausencia de órganos que fueron consumidos en su totalidad por los insectos necrófagos. Se pudo observar desarticulación de los huesos en el cráneo, la columna y las patas; así mismo, debido a la pérdida de masa muscular, se mostró exposición de huesos en gran parte del cuerpo y algunas de las larvas abandonaron el cadáver (Figura 6a y 6b). La temperatura ambiental promedio durante el día fue de 29°C, lo cual incrementó la desecación del cadáver hasta el punto de eliminar a todas las larvas necrófagas que ya se encontraban en instar III.

Fase restos secos o reductiva: 132 h después del deceso inició la fase de reductiva, la cual se monitoreó hasta el final del estudio (Figura 2), pero no se evidenciaron cambios significativos. El cadáver de cerdo no fue reducido en su totalidad a restos secos, debido a que la muerte de las larvas no permitió que se completara la antropofagia cadavérica, dejando restos de piel seca adherida al hueso (Figuras 6c y 6d). En esta fase de descomposición no se presentó olor caracte

DUAZARY

https://orcid.org/0000-0002-8762-7484rístico y la temperatura promedio durante el día se acercó a los 29°C.



Figura 5. Estado de descomposición activo de un cadáver de cerdo doméstico en un bosque seco tropical en Santa Marta (a: fase activa por incremento de la actividad larval. b: exposición de larvas de moscas necrófagas. c: exposición de cráneo con fractura peri mortem. d: pérdida total de masa muscular y disminución de la actividad larval.

DUAZARY



Figura 6. Estados de descomposición avanzado y de restos secos de un cadáver de cerdo doméstico en un bosque seco tropical en Santa Marta (a: fase avanzada por pérdida total de la masa muscular. b: exposición órganos necrosados. c: masa larval sin actividad. Murieron por efecto de las altas temperaturas y la desecación. d: cadáver totalmente seco por acción de las altas temperaturas y la deshidratación extrema.

DISCUSIÓN

Los procesos de descomposición observados durante el estudio concordaron con lo informado por Anderson y Van Laerhoven[29]; Wolff *et al*[31]; Smith[32]; Martínez *et al*[33]; Perdomo y Valverde[34] y Salazar[35], quienes reportaron que los cadáveres pasaron por cinco etapas de descomposición: fase fresca, fase hinchada, descomposición activa, descomposición avanzada y restos óseos. En el presente experimento, las fases de descomposición avanzada y de restos secos fueron las más prolongadas debido al deterioro de los tejidos blandos por la acción de las larvas necrófagas de moscas. En este sentido, dentro del proceso de descomposición de *Sus scrofa domesticus* expuesto al sol se denotó que al comienzo del experimento la temperatura interna del cadáver era más alta que la temperatura ambiental, pero transcurridas 24 h se igualaron; a diferencia de lo ocurrido en el estudio realizado por Armani *et al*[36], en el que se registró que en la etapa de descomposición activa la temperatura corporal nuevamente aumentó por acción de la actividad larval. Sin embargo, el bajo peso del cadáver y la temperatura ambiente extrema influyeron en la pérdida acelerada de peso por deshidratación y en la rapidez del proceso de desintegración del cuerpo, que solo duró 132 h; mientras que Perdomo y Valverde[34] registraron 168 h en un cuerpo con el doble del peso en el bosque seco.

En contraste con el estudio realizado por Camacho[37] en la sabana de Bogotá en donde se presentaron de igual manera cinco etapas de descomposición y siendo *Calliphora vicina* la primera especie colonizadora, el proceso de descomposición tuvo características muy similares en los cambios *post mortem*. Sin embargo, fue posible evidenciar que los dos estudios solo coinciden en el tiempo transcurrido durante la fase fresca, ya que las demás etapas tuvieron una duración más prolongada. Así mismo ocurrió en el estudio realizado por Segura *et al*[13] en un área semi-rural de Bogotá, donde el tiempo de descomposición duro aproximadamente el doble del tiempo empleado en nuestro estudio. En ambos estudios se encontró que *Lucilia sericata* fue el primer colonizador en el área, mostrando una fuerte relación con los asentamientos humanos. Lo anterior se debe a la ubicación geográfica de Bogotá, porque el clima frío y húmedo permite que el proceso actúe con menor aceleramiento en comparación a un clima cálido. Cabe agregar que la variabilidad del clima es un factor fundamental en la duración de las etapas de descomposición.

En este contexto se resalta el estudio ejecutado por Núñez y Liria[38], en el que mencionan que el microclima y la vegetación juegan un papel fundamental en la descomposición de un cadáver. Ellos encontraron que uno de los cerdos ubicado alrededor de vegetación tuvo mayor rapidez en el proceso de desintegración del cadáver, dato que sirvió como referencia para la estimación del IPM. Por su parte, en el estudio realizado por Ramos-Pastrana *et al*[39], en una zona rural de la Amazonía colombiana, se presentaron cinco etapas de descomposición con un tiempo de duración de aproximadamente 22 días, a diferencia de otros estudios llevados a cabo en Colombia que reportan un promedio de 31 días. Cabe resaltar que solamente se presentaron similitudes con nuestro experimento en las etapas fresca e hinchada, debido a las diferencias geográficas y climáticas de las áreas de estudio, así como también a la diversidad y abundancia de insectos, especialmente las hormigas, que ralentizaron el proceso de descomposición por la depredación de huevos de dípteros, jugando un papel importante en la determinación del IPM.

Otro factor importante que incide en la duración de las etapas de descomposición es la colonización por insectos necrófagos. La presencia de estos insectos es de gran importancia, porque contribuyen con el deterioro de los cadáveres en descomposición, alterando su morfología y aspecto[6,40]. Cada fase de descomposición está acompañada de una serie de especies de moscas pertenecientes a las familias Calliphoridae[31,22], Muscidae[41] y Sarcophagidae[23], las cuales se alimentan, se desarrollan y habitan el cadáver, dando inicio y acelerando el proceso de putrefacción[42,43]. Así mismo se logró observar en este estudio, con la presencia constante de los adultos de estas tres familias de moscas, aunque mucho más abundantes durante las primeras 72 h (Figura 7), ya que los escarabajos predominan al final de la descomposición[44,45].

DUAZARY

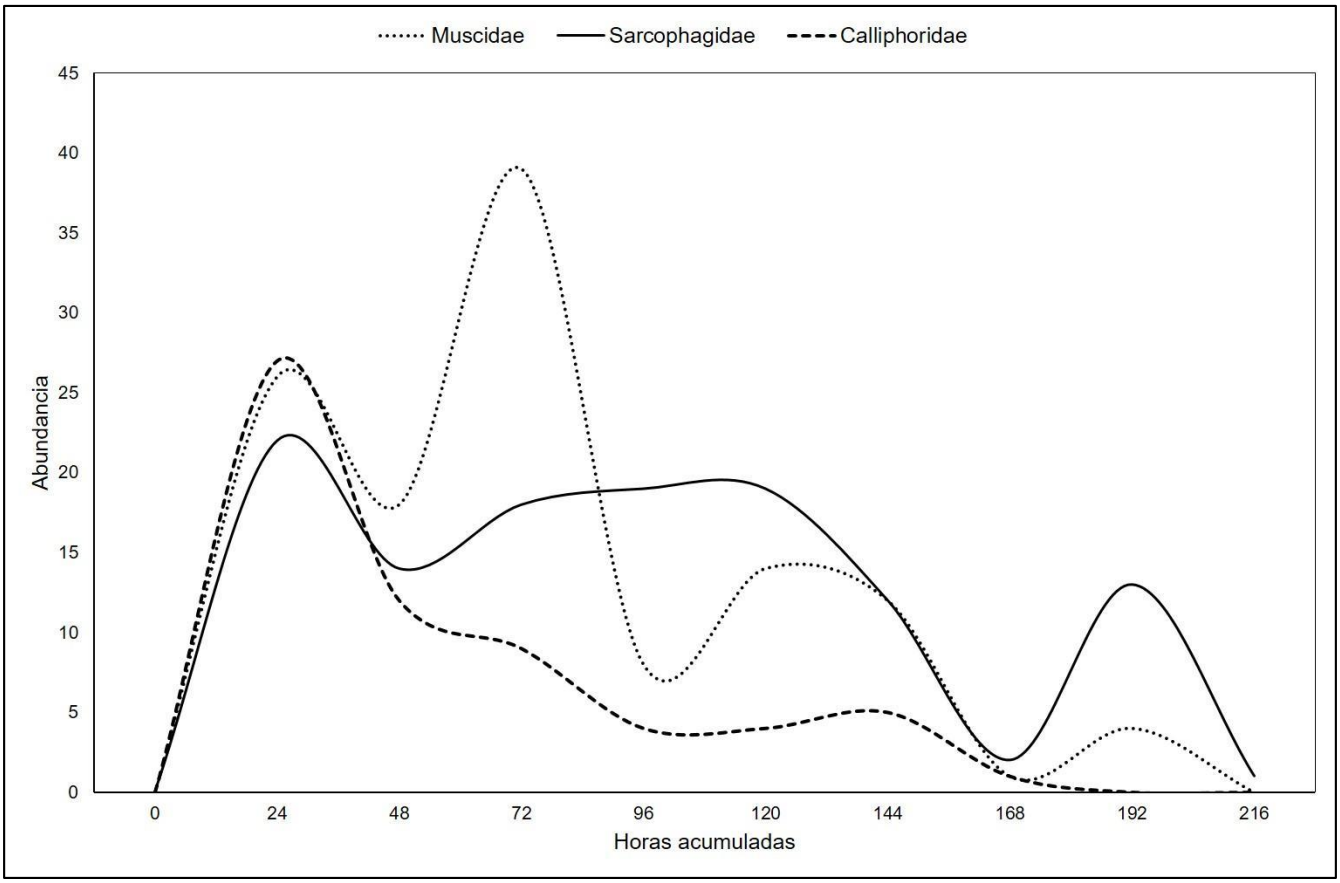


Figura 7. Abundancia de moscas necrófagas durante el tiempo de descomposición de un cadáver de cerdo doméstico en un ecosistema Subxerofítico del bosque seco tropical.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo aporta información útil sobre las características, los fenómenos y la duración de las distintas fases de descomposición presentadas en un bosque seco de la ciudad de Santa Marta, determinando en este análisis que las etapas de descomposición avanzada y de restos secos tuvieron mayor tiempo de duración en la desintegración del cadáver expuesto a altas temperaturas ambientales. Lo mencionado anteriormente son datos relevantes a la hora de esclarecer investigaciones médicolegales, pues permiten establecer el IPM en occisos encontrados en zonas aledañas al área de estudio.

El análisis de los cambios cadavéricos, como evidencia la estimación del intervalo *post mortem*, es una herramienta eficaz a la hora de examinar el cadáver en descomposición al momento de su hallazgo. Sin embargo, el investigador o funcionario encargado de analizar estos cambios cadavéricos debe realizar esta labor con precaución y precisión, ya que se debe tener en cuenta que existen variables biológicas, físicas e incluso culturales que pueden obstaculizar o modificar la determinación del tiempo transcurrido de muerte. Por ello, se debe ser cauteloso para poder dar cumplimiento a la hora de establecer la data mínima de muerte de un individuo.

En síntesis, se puede mencionar que es fundamental aplicar herramientas como la tafonomía forense para replicar casos aislados de cadáveres encontrados en fases avanzadas de descomposición, ya que, por medio de la duración de estas etapas en cada microhábitat en particular, se puede determinar el tiempo transcurrido de muerte y las condiciones a las que estuvo expuesto el cadáver durante su hallazgo; tal como se

DUAZARY

evidenció en los resultados de este experimento y en los estudios previos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Fiscalía General de la Nación (FGN) y al grupo del Cuerpo de Investigación Criminal (CTI) de la Unidad de Reacción Inmediata-Actos Urgentes (URI) de la ciudad de Santa Marta, por abrirnos sus puertas y permitirnos hacer parte de su equipo de trabajo; al Batallón José María Córdoba de Santa Marta por proveernos el acceso y el acompañamiento al lugar de estudio y a Carlos Villa de León por su ayuda en la elaboración de las figuras.

DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTOS DE INTERESES

Este estudio no presentó conflicto de interés con ninguna parte involucrada. Este trabajo fue autofinanciado.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Primer autor: metodología, recolección de información, escritura.

Segundo autor: metodología, recolección de información, escritura.

Tercer autor: diseño metodológico y elaboración final del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez LA. Contrabando, narcomenudeo y explotación sexual en Pereira Colombia. Revista Mexicana de Sociología. 2017; 79(3): 459-486. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032017000300459.

2. Restrepo J. Cincuenta años de Criminalidad registrados por la Policía Nacional. Revista de Criminalidad. 2008; 50(1): 26-36. Disponible en: https://www.policia.gov.co/sites/default/files/Cincuenta.html

3. Buvinic M, Morrison A, Orlando MB. Violencia, crimen y desarrollo social en América Latina y el Caribe. Papeles de Población. Toluca. 2005;11(43): 167-214. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405742520050001000 08&lng=es&nrm=iso

4. Díaz LH, Causado E. La insostenibilidad del desarrollo urbano: el caso de Santa Marta-Colombia. Clío América. 2007; 1(1):64-100. Disponible en: http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/340/306.

5. Peña JA, Bustos SR, Verdín GO. Fenómenos cadavéricos y el tanatocronodiagnóstico. Gaceta Internacional de Ciencias Forenses. 2019; (31): 10-37. Disponible en: https://www.uv.es/gicf/3R1_Pen%CC%83a_GICF_31.pdf.

6. Lloveras LL, Rissech C, Rosado-Méndez, N. Tafonomía Forense. 2016. En Sanabria-Medina, C. (Ed.), 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. Bogotá D.C: Colombia: Forensic Publisher®; 2016. pp. 453-523. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/310454877_Tafonomia_Forense.

7. Simmons T, Adlam RE, Moffatt C. Debugging Decomposition Data - Comparative Taphonomic Studies and the Influence of Insects and Carcass Size on Decomposition Rate. Journal of Forensic Science. 2010; 55(1): 8–13. Doi: https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01206.x

8. Pachar JV. Cambios postmortem y data de la muerte en ambientes tropicales. Medicina Legal de Costa Rica. 2013; 30(2): 51-57. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152013000200007.

9. Betancourt-Gallegos O, Cofre-González X, Romero-Mieres M, Álvarez-Duarte E, Lizama-López C, Ortloff-Trautmann, AR. Hongos desarrollados sobre piel de cadáveres de cerdos, en ecosistemas boscosos y pradera de la IX región, Centro-Sur de

DUAZARY

Chile. Revista Científica. 2017; 27(4): 235-240. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95953011006

10. Demo C, Cansi ER, Kosmann C, Pujol-Luz JR. Vultures and others scavenger vertebrates associated with man-sized pig carcasses: a perspective in Forensic Taphonomy. Zoología. 2013; 30(5): 574–576. Doi: https://doi.org/10.1590/S1984-46702013000500010

11. Ramos-Pastrana Y, Velásquez-Valencia A, Wolff M. Preliminary study of insects associated to indoor body decay in Colombia. Revista Brasileira de Entomología. 2014; 58(4): 326-332. Doi: https://doi.org/10.1590/s0085-56262014005000006

12. Wolff M, Nihei SS, De Carvalho CJ. Catalogue of Diptera of Colombia. Zootaxa. 2016; 4122(1): 8-14. Doi: https://doi.org/10.11646/zootaxa.4122.1.1

13. Salazar-Ortega JA, Amat E, Gomez-Piñerez LM. A check list of necrophagous flies (Diptera: Calyptratae) from urban area in Medellín, Colombia. Revista mexicana de biodiversidad. 2012; 83(2): 562-565. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532012000200029

14. Uribe-M N, Wolff M, de Carvalho CJ. Synanthropy and ecological aspects of Muscidae (Diptera) in a tropical dry forest ecosystem in Colombia. Revista Brasileira de Entomología. 2010; 54(3): 462-470. Doi: https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000300018

15. Segura NA, Usaquén W, Sánchez MC, Chuaire L, Bello F. Succession pattern of cadaverous entomofauna in a semi-rural area of Bogotá, Colombia. Forensic Science International. 2009; 187(1-3): 66-72. Doi: https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.02.018

16. Montoya AL, Sánchez JD, Wolff M. Sinantropia de Calliphoridae (Diptera) del Municipio La Pintada, Antioquia--Colombia. Revista Colombiana de Entomología. 2009; 35(1): 73-83. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012004882009000100014&script=sci_arttext&tlng=pt

17. Barrios M, Wolff M. Initial study of arthropods succession and pig carrion decomposition in two freshwater ecosystems in the Colombian Andes. Forensic Science International. 2011; 212(1-3): 164-172. Doi: https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.06.008

18. Pinilla YT, Segura NA, Bello FJ. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in Bogotá, Colombia. Neotropical Entomology. 2012; 41(3): 237-242. Doi: https://doi.org/10.1007/s13744-012-0036-x

19. Yepes-Gaurisas D, Sánchez-Rodríguez JD, Antunes de Mello-Patiu C, Wolff Echeverri M. Synanthropy of Sarcophagidae (Diptera) in La Pintada, Antioquia-Colombia. Revista de Biología Tropical. 2013; 61(3): 1275-1287. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442013000400022&script=sci_arttext

20. Amat E, Ramírez-Mora MA, Buenaventura E, Gómez-Piñerez LM. Variación temporal de la abundancia en familias de moscas carroñeras (Diptera, Calyptratae) en un valle andino antropizado de Colombia. Acta zoológica mexicana. 2013; 29(3): 463-472. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372013000300001

21. Sánchez-Restrepo AF, Fagua G. Successional analysis of Calliphoridae (Diptera) using domestic pig in grassland (Cogua, Cundinamarca, Colombia). Revista Colombiana de Entomología. 2014; 40(2): 190-197. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012004882014000200011&script=sci_arttext&tlng=pt

22. Ramos-Pastrana Y, Wolff M. Estimación del intervalo postmortem basada en *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) en un caso forense en la Amazonía Andina, Caquetá, Colombia. Acta Amazonica. 2017; 47(4): 369-374. Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672017000400369&script=sci_arttext

DUAZARY

23. Uribe-M N, Wolff M, de Carvalho CJ. Synanthropy and ecological aspects of Muscidae (Diptera) in a tropical dry forest ecosystem in Colombia. Revista Brasileira de Entomología. 2010; 54(3): 462-470. Doi: https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000300018

24. Santodomingo M, Santodomingo-Santodomingo A, Valverde C. Urban blow flies (Diptera: Calliphoridae) in four cities of the Colombian Caribbean coast. Intrópica. 2014; 84-91. Disponible en: http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/1443

25. Valverde-Castro C, Buenaventura E, Sánchez-Rodríguez JD, Wolff M. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae: Sarcophaginae) from the Colombian Guajira biogeographic province, an approach to their ecology and distribution. Zoología. 2017; 34. e12277. Doi: http://dx.doi.org/10.3897/zoologia.34.e12277

26. Buenaventura E, Valverde-Castro C, Wolff M. New carrion-visiting flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) from tropical dry forests of Colombia and their phylogenetic affinities. Acta Tropica. 2020; 105720. Doi: https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105720

27. Anderson G, VanLaerhoven S. Initial Studies on Insect Succession on Carrion in Southwestern British Columbia. Journal of Forensic Sciences. 1996; 41(4): 617-625. Doi: https://doi.org/10.1520/JFS13964J.

28. Hernández J, Sánchez H. Biomas terrestres de Colombia. En: Halffter G. (Compilador), La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Volumen Especial, Acta Zoológica Mexicana, nueva serie. Xalapa, México, Instituto de Ecología, A.C., 1992. p. 153-173. Disponible en: https://www.rds.org.co/aa/img_upload/cd3189bd6b9a1ea1575134c54f92a42c/Diversidad_1. PDF.

29. Mendoza-C H. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. Caldasia. 1999; 21(1): 70-94. Disponible en: https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17503

30. Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA. Manual of Central American Diptera. Volume 1. Ottawa: NRC Research Press. 2019. 714p.

31. Wolff M, Uribe A, Ortiz A, Duque P. A preliminary study of forensic entomology in Medellin Colombia. Forensic sciences international. 2001; 120(1-2): 53-59. Doi: https://doi.org/10.1016/s0379-0738(01)00422-4.

32. Smith k. A Manual of forensic entomology. New York: The Trustees of the British Museum (Natural History) and Cornell University Press. 1986; 205 p. Disponible en: https://openlibrary.org/books/OL18256981M/A_manual_of_forensic_entomology.

33. Martínez E, Duque P, Wolf M. Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. Forensic Science International. 2007; (166): 182-189. Doi: https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.05.027

34. Perdomo E, Valverde C. 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 tropical. Santa Marta, Colombia, [Tesis de pregrado]. Universidad del Magdalena. 2008. 94p.

35. Salazar O. Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. Universitas Sciantarium Revista de la Facultad de Ciencias. 2008; 13(1): 21-32. Doi: https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/1452.

36. Armani A, Centeno N, Dahinten S. Primer estudio de artropodofauna cadavérica sobre modelos experimentales porcinos en el noreste de la provincia de Chubut, Argentina, Buenos Aires. 2015; 74(3-4): 123-132. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322043152004

37. Camacho G. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora,

DUAZARY

utilizando cerdo blanco (Sus scrofa) en Bogotá Colombia. Revista colombiana de Entomología. 2005; 31(2): 189-197 Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-04882005000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=es

38. Núñez J, Liria J. Sucesión de la entomofauna cadavérica a partir de un biomodelo con vísceras de res. Salus. 2014; 18(2): 35-39. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382014000200007

39.Ramos-Pastrana Y, Virgüez-Díaz Y, Wolff M. Insects of forensic importance associated to cadaveric decomposition in a rural area of the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. Acta Amazonica. 2018; 48(2): 126-136. Doi: https://doi.org/10.1590/1809-4392201701033

40. Mavárez M, Espina A, Barrios F, Ferreira J. La Entomología Forense y el Neotrópico. Cuaderno de Medicina Forense. 2005; 11(39): 23-33. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062005000100003

41. Ramos-Pastrana Y, Wolff M. Entomofauna Cadavérica asociada a cerdo expuestos al sol y sombra, en el Piedemonte Amazónico Colombia. Momentos de Ciencia. 2011; 8(1): 45-54. Disponible en: http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/momentos-de-ciencia/article/download/206/45-54.

42. Pérez S, Duque P, Wolff M. Successional behavior occurrence matrix of carrion-associated arthropods in the Urban Area of Medellin, Colombia Journal of Forensic Science. 2005; 50(2): 448–454. Doi: https://doi.org/10.1520/JFS2004046.

43. Battán H, Linhares A, Rosso B, García M. Decomposition and dipteran succession on pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance to Forensic Science. Medical and Veterinary Entomology. 2010; (24): 16-25. Doi: https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2009.00854.x

44. Kulshrestha P, Satpathy D. Use of beetles in forensic entomology. Forensic science international. 2001; 120: 15-7. Doi: https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00410-8

45. Bala D, Singh N. Beetles and forensic entomology: A comprehensive review. Journal of Entomological Research. 2015; 39(4): 293-302. Doi: http://dx.doi.org/10.5958/0974-4576.2015.00036.5.

DUAZARY