

**Caracterización de las fases de descomposición y
diversidad de insectos necrófagos de pollos
(*Gallus gallus domesticus* Brisson) en ambientes
urbanos de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia**

**Stephanie Nicole Escalier Miranda
Olimpia Beatriz Iraheta Vásquez**

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano

Honduras

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

**Caracterización de las fases de descomposición y
diversidad de insectos necrófagos de pollos
(*Gallus gallus domesticus* Brisson) en ambientes
urbanos de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Stephanie Nicole Escalier Miranda
Olimpia Beatriz Iraheta Vásquez**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Caracterización de las fases de descomposición y diversidad de insectos necrófagos de pollos (*Gallus gallus domesticus* Brisson) en ambientes urbanos de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Presentado por:

Stephanie Nicole Escalier Miranda
Olimpia Beatriz Iraheta Vásquez

Aprobado:



Jesús Orozco (Nov 17, 2020 16:48 CST)

Jesús Orozco, Ph.D.
Asesor Principal



Rogel Castillo M.Sc.
Director Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria



Isidro Matamoros (Nov 18, 2020 15:50 CST)

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico

Caracterización de las fases de descomposición de pollos (*Gallus gallus domesticus* Brisson) en ambientes urbanos de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

**Stephanie Nicole Escalier Miranda
Olimpia Beatriz Iraheta Vásquez**

Resumen. El estudio del papel de los insectos en la descomposición de cadáveres es un área de investigación que provee datos importantes para diferentes áreas de la ciencia. Este proyecto determinó la diversidad de insectos por fases de descomposición de dos pollos producidos bajo prácticas de avicultura industrial, que posteriormente fueron expuestos a diferentes ambientes. Además de describir las características de descomposición de cada fase y su duración, se evaluaron parámetros de abundancia, diversidad y temperatura diariamente cada 12 horas. Los pollos se colocaron dentro de un recipiente plástico perforado en un ambiente urbano, uno se colocó bajo sombra y otro bajo sol. Ambos pollos tuvieron un tiempo de descomposición de 47 días con diferencias en las fases; el pollo bajo sombra tuvo dos días de fase fresca, cinco días de fase activa, dos días de fase avanzada y 38 días de fase seca; con mayor abundancia y diversidad en la fase activa, predominando el orden Diptera. Mientras que, el pollo bajo sol tuvo un día de fase fresca, nueve días de fase activa y 37 días de las fases avanzada-seca. Por su parte, presentó una mayor abundancia del orden Coleoptera durante la fase avanzada-seca y mayor diversidad de géneros durante la fase activa. Del total de géneros de insectos encontrados en ambos pollos, seis estuvieron exclusivamente en el pollo bajo sombra y tres en el pollo bajo sol.

Palabras clave: Cadáveres, importancia forense, insecto necrófago, temperatura.

Abstract. The role of insects in the decomposition of corpses provides important data for different fields of science. This project determined insect diversity on decomposition phases of two chicken produced by industrial aviculture means than later were exposed to different environments. Also, we described the characteristics of each decomposition phase and its length, abundance, diversity and temperature parameters were evaluated daily every 12 hours. Both chickens were placed in a perforated plastic bin in an urban environment, one placed under the shadow and other under sunlight. Both had a decomposition time of 47 days with differences within phases. The chicken placed under the shadow had a fresh phase of two days, an active phase of 5 days, an advance phase of two days and a dry phase of 38 days; with more abundance and diversity during the active phase and dominance from the order Diptera. Meanwhile the chicken placed under the sunlight had a fresh phase of one day, an active phase of nine days and a combined advanced-dry phase of 37 days. This one showed higher abundance of insects in the order Coleoptera during the advance-dry phase and higher diversity of insect genres during the active phase. Of the total insect genres found in both chickens, six were only found in the chicken placed under the shadow and three only on the chicken placed under the sunlight.

Key words: Corpses, forensic importance, necrophagous insects, temperatures.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Índice General.....	iv
Índice de Figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	26
5. RECOMENDACIONES.....	27
6. LITERATURA CITADA.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Área de estudio y metodología de muestreo. (A) Ubicación del experimento bajo sombra; (B) ubicación del experimento bajo sol; (C) mapa del sitio de estudio, la vivienda se encuentra enmarcada de un color amarillo para su visualización.	4
2. Duración de las fases de descomposición de dos pollos en zona urbana de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.	6
3. Abundancia de insectos y precipitación durante los días de descomposición de dos pollos en diferentes ambientes en área urbana de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.....	7
4. Abundancia de insectos en dos pollos durante el tiempo de descomposición en área urbana en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.....	8
5. Diversidad de familias y géneros en el pollo en descomposición bajo sombra representados en porcentajes. 1) Género Chrysomya, 43.2%. 2) Género Cochliomyia, 4.1%. 3) Género Lucilia, 0.7%. 4) Género Necrobia, 16.7%. 5) Género Dermestes, 16.3% 6) Género Hypocaccus, 2%. 7) Género Hydrotaea, 4.4%. 8) Género Musca, 3.4%. 9) Género Phaonia, 0.3%. 10) Género Megaselia, 3.1%. 11) Género Piophilina, 3.1%. 12) Género Sarcodexia, 1%. 13) Género Belonuchus, 0.3%. 14) Género Hermetia, 0.3%.....	9
6. Diversidad de familias y géneros en el pollo en descomposición bajo sol representados en porcentajes. 1) Género Chrysomya, 20.2%. 2) Género Cochliomyia, 12.3%. 3) Género Necrobia, 24.5%. 4) Género Dermestes, 28.8%. 5) Género Hydrotaea, 0.3%. 6) Género Musca, 1.1%. 7) Género Stomoxys, 1.7%. 8) Género Piophilina, 6.6%. 9) Género Peckia, 0.3%. 10) Género Sarcodexia, 2.8%. 11) Género Tricharaea, 0.6%.....	9
7. Variación de temperaturas entre el pollo bajo sombra y el medio ambiente a lo largo de los días de descomposición.	10
8. Duración de las fases de descomposición del pollo bajo sombra. Fase fresca: dos días; fase activa: cinco días; fase avanzada: dos días; fase seca: 38 días.	11
9. Diversidad y abundancia de géneros encontrados en la fase fresca del pollo bajo sombra.	11
10. Características principales del género Chrysomya. (A) Palpos clavados; (B) calípteros con setas densas y largas; (C) ámpulas setosas.....	12
11. Características de la fase fresca en un pollo bajo sombra. (A) Estado del pollo durante la fase fresca; (B) cambio de coloración de las extremidades; (C) cuello necrosado del pollo; en el extremo superior de esta foto se observa el termómetro.	13
12. Caracterización de la fase activa en el pollo bajo sombra. (A) Inicio de la fase activa; (B) expulsión de secreciones y extremidades necrosadas; (C) colonización de masas de larvas en la cloaca y pata derecha; (D) presencia de burbujas en las secreción encontrada por el tórax.....	13
13. Diversidad de familias colectadas durante la fase activa del pollo bajo sombra.	14
14. Diversidad encontrada en la fase avanzada del pollo bajo sombra.	15
15. Características del género Hydrotaea. (A) Tiene un color metálico negro, azul o verde; gena con o sin una diferenciada seta curva; coxa sin setulas en el ápice marginal posterior; (B) anepimeron sin setulas.....	16

16. Características de la fase avanzada en el pollo bajo sombra. (A) Apariencia del pollo después de la precipitación; (B) escasa presencia de larvas en el pollo; (C) larvas emigrando del pollo dirigiéndose a la jaula.	17
17. Características de la fase seca en el pollo bajo sombra. (A) Inicio de la fase seca desde el día 10 al 47 de descomposición; (B) estado del pollo durante la precipitación; (C) estado del pollo día después la precipitación; (D) masa de huevos en el pecho del pollo; (E) pupas encontradas dentro del recipiente; (F) estado del pollo en el último día de descomposición.	17
18. Entomofauna encontrada en la fase seca del pollo bajo sombra.	18
19. Caracterización del género <i>Necrobia</i> . (A) Se diferencia por poseer ojos grandes; palpos maxilares y labiales con segmentos terminales estrechos apicalmente; (B) su antena cuenta con 11 segmentos, los últimos tres segmentos forman un bastón.	19
20. Característica del género <i>Dermestes</i> . (A) Ausencia de ocelos, ojos compuestos presentes; (B) la superficie dorsal cubierta con pelos largos o cortos, la procoxa larga y continua hasta el ápice.	19
21. Características del género <i>Hypocaccus</i> . Resalta por sus dientes distintivos en la tibia frontal; su élitro no cuenta con una depresión longitudinal; (A) tiene estrías distintivas en el borde de los élitros; (B) tiene los ojos separados por un borde.	20
22. Comparación de temperaturas entre el pollo bajo sol y el promedio ambiental.	20
23. Duración de las fases de descomposición del pollo bajo sol. Fase fresca un día; fase activa nueve días; fase avanzada-seca 37 días.	21
24. Características del pollo bajo sol en la fase activa de descomposición. (A) Pollo en los primeros días de la fase secretando grasas y sangre; (B) exposición de la carne al día 4 de descomposición; (C) último día del pollo en fase activa.	22
25. Diversidad de géneros arribados en la fase de descomposición activa del pollo bajo sol.	22
26. Características del género <i>Cochliomyia</i> . Sobresale de otros calliphoridaes por presentar (A) palpos filiformes; (B) tiene tres franjas negras longitudinales en el tórax; (C) presenta el calípter blancuzco.	23
27. Características del género <i>Stomoxys</i> . (A) Palpo más pequeño que la mitad del largo de la proboscis, su proboscis es normalmente alargado fuertemente esclerotizado teniendo su labio reducido también por tener su prosterno; (B) anepimeron setuloso.	23
28. Entomofauna encontrada en el pollo bajo sol en la fase avanzada-seca.	25
29. Características de descomposición del pollo bajo sol en fase avanzada-seca. (A) Apariencia del pollo después de la precipitación, presencia de escarabajos en el pollo señalados en círculos; (B) extremidades inferiores necrosadas; (C) extremidades tornándose de color marrón a excepción del tórax; (D) estado del pollo en el último día de observación.	25

1.INTRODUCCIÓN

La muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones fisicoquímicas, que hacen de este cuerpo sin vida, un ecosistema dinámico al que están asociados una serie de organismos que van apareciendo según el estado de descomposición de un cadáver; la biodiversidad de estos proporciona una amplia gama de bienes y servicios en el ecosistema en el que habitan, donde uno de ellos es la descomposición de materia orgánica vegetal y animal (Falcón 2002). Dentro de la última mencionada, la descomposición de cadáveres es debida a la acción de los insectos.

Los insectos son uno de los grupos animales más importantes por su papel como descomponedores, dependiendo de la fase de descomposición una gran variedad de insectos se sienten atraídos a los distintos aromas que segrega el cuerpo a medida que se descompone (Ioan *et al.* 2017).

Las ciencias forenses usan la entomología como base para la intervención de los insectos sobre un cadáver, resultando beneficiosa para el descubrimiento de evidencias criminalísticas como el intervalo *post mortem* (Mohr y Tomberlin 2014), lugar (dónde) (Dekeirsschieter *et al.* 2011) o condición de muerte de un cadáver o carroña (Wang 2016). La riqueza y abundancia de los insectos necrófagos o descomponedores en la carroña, así como la duración de las fases de descomposición, varían de acuerdo con factores bióticos (tamaño y tipo de cadáver) y abióticos (temperatura, humedad relativa, geografía, ecosistema, época del año, condiciones climáticas y edafológicas) e inclusive por la variabilidad genética en la población de insectos (Tomberlin *et al.* 2011; Mona *et al.* 2019).

El proceso de degradación de la materia orgánica es muy complejo y está influenciado por numerosos factores que están interrelacionados, siendo la temperatura el factor principal en el nivel de descomposición de un cadáver, cuando se evalúa el efecto de la temperatura también hay que tener en cuenta el efecto de la exposición al sol (Falcón 2002). Uno de los efectos más obvios de la luz del sol es el calor, esperando que, los cuerpos encontrados en directa exposición al sol estén más templados, la temperatura aumente rápidamente y la descomposición sea más rápida; estos cuerpos perderán biomasa más rápido que los cuerpos en la sombra y tendrán los sucesivos estados de la descomposición más rápidamente (Arnaldos *et al.* 2010).

El grado de humedad ambiental también afecta el desarrollo de la descomposición de un cuerpo, para que se produzca, el cuerpo sufre una deshidratación intensa y tienen que combinarse distintos factores como sequedad intensa y la existencia de una corriente de aire circulante (Galante y García 1997). Dependiendo del proceso de descomposición, hay una variación en la entomofauna debido a la conformación de sus atributos externos e internos, su tamaño y su cobertura corpórea (Kyerematen *et al.* 2012). El pelo y las glándulas mamarias de los mamíferos, las plumas y el pico de las aves ejemplifican tales atributos.

La descomposición de un cadáver consiste en dos procesos: la autólisis y la putrefacción; la autólisis comprende un fenómeno de actividad intracelular enzimática incontrolada y la putrefacción es la consecuencia del efecto de una población de organismos sobre el pollo (micro y macroorganismos, como los insectos) (Rich *et al.* 2005). Durante la descomposición se presenta

una gran diversidad de artrópodos, pero no todos tienen importancia forense (Torrez y Zimman 2006). Los insectos encontrados en cadáveres se dividen en cinco grupos: los necrófagos: que usualmente colonizan el cuerpo muerto en los primeros días y presentan la mayor importancia para predecir el tiempo de muerte; necrófilos: los cuales se alimentan de los necrófagos; omnívoros: que se alimentan del cuerpo y la fauna asociada; oportunistas y los insectos incidentales: que utilizan el cuerpo como refugio; los necrófagos, necrófilos y omnívoros son los más utilizados en la entomología forense por tener un efecto directo sobre el tiempo de descomposición del cadáver (Pancorbo *et al.* 2006).

En ausencia de insectos descomponedores, la descomposición ocurre debido al proceso autolítico más la acción de los microorganismos internos a la carroña y los que la rodean (Carter y Tibbett 2006; Lewis 2011). De manera que, al presentarse los insectos la tasa de descomposición se acelera y la duración de las fases de descomposición se acortan (Arnaldos *et al.* 2010). Las cinco fases de descomposición de un cadáver son: la fase fresca, la fase de hinchamiento, la fase activa, la fase avanzada y la fase seca; en las cuales las especies de insectos de importancia forense están contenidos en las familias de dípteros como Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae y en pocos casos Ulidiidae y, en las familias de coleópteros como Dermestidae, Staphylinidae, Histeridae y Cleridae; la diversidad en cada familia varía de un lugar a otro, de las épocas del año y de los atributos del cadáver (Castillo 2002).

Si bien se encontraron investigaciones de la Universidad Mayor San Andrés, ubicada en La Paz, Bolivia acerca de la diversidad, distribución y ecología de la entomofauna forense (Calle 2009; Castillo 2013), dicha universidad se encuentra alejada de la zona de estudio siendo necesarios más estudios en la materia. Las investigaciones con respecto a cuál es la diversidad de los insectos descomponedores sobre pollos son escasas, por ejemplo, desde el 2005 al 2020, una búsqueda en Google académico y Mendeley sobre artículos relacionados en entomología forense en Bolivia arrojó cuatro investigaciones, de las cuales, ninguno hacía referencia a experimentos con aves.

Por otro lado, Honduras también presenta deficiencias en el conocimiento de la diversidad de insectos descomponedores, se conoce la importancia de la entomología forense y constantemente se realizan investigaciones de la entomofauna sucesional utilizando cadáveres en descomposición, pero los resultados de estos estudios no son publicados, esto se debe principalmente a que éstos son difíciles de interpretar debido a la falta de literatura, capacidad taxonómica, y especímenes de referencia que faciliten la identificación de los insectos encontrados (Montenegro Castro 2018).

Zamorano inició este tipo de investigaciones en el 2017, con la caracterización de la descomposición de un cerdo y sus insectos descomponedores en un pastizal (Montenegro Castro 2018) y en 2019 se realizó un estudio de insectos descomponedores asociados a carroñas de gallina y cerdo (Plex Sula 2019). Dado se planteó realizar este experimento para evaluar la sucesión de la diversidad de la entomofauna cadavérica en las diferentes etapas de la descomposición de un pollo eviscerado en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Por eso se tienen los siguientes objetivos:

- Detallar las características forenses de las fases de descomposición de dos pollos.
- Determinar la diversidad de insectos por fases de dos pollos en diferentes ambientes.
- Describir la importancia del medio ambiente en el que se descomponen los pollos.

2.MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

El experimento se realizó en la zona sureste, Av. San Aurelio, entre segundo y tercer anillo, en el Barrio petrolero sur, Santa Cruz; -17.802760°, -63.164467°. El sitio cuenta con una temperatura anual promedio de 23.9 °C y una precipitación de 1,251 mm.

Se adquirieron dos pollos de la industria avícola Sofía LTDA, la cual retira los pollos a los 35 días de edad, realizando un pesaje diario de los pollos para ofertar al matadero (Nihei y De Carvalho 2007). La empresa abastece a las tiendas locales directamente, de una de las cuales se consiguieron dichos pollos de 2 kg cada uno.

El siguiente procedimiento de manejo de faenado de pollos es descrito por Baldacchino *et al.* (2013): se aturde a los pollos en una tina con descarga eléctrica para luego pasar por unos discos que cortan los vasos del cuello para su desangrado. Una vez sin vida, se incorporan en un tanque de escaldado a 56 °C, temperatura suficiente para aflojar las plumas, luego ingresan a máquinas de desplumado y pasan a la sala de evisceración, la cual trabaja automáticamente con máquinas ya programadas. Después de la clasificación de las vísceras, una máquina hace una revisión final en el interior de la cavidad abdominal y, como último paso, se realiza un lavado interno y externo para después pasar por los tanques de lavado, enfriado y desinfección.

Para ambos pollos se descarta la fase de hinchamiento dado que pasaron por procesos de faenado industrial. La fase de hinchamiento se caracteriza porque las bacterias anaerobias presentes en el intestino y otras partes del cuerpo comienzan a digerir los tejidos, dicho proceso metabólico da lugar a la producción de gases que provocan una ligera inflación del cuerpo (Amendt *et al.* 2010).

Para efectos específicos de este diseño experimental, se denominará la fase fresca al primer estadio del pollo desde que sale del proceso de refrigeración hasta sus primeros indicios de pasar a fase activa.

Fases de campo

Se dio inicio al experimento el 18 de abril de 2020, se dio por finalizado este al momento de encontrar el cuerpo sin carne y con baja abundancia de larvas.

Para proteger ambos pollos, se usaron recipientes plásticos (62 × 45 × 33 cm) con huecos de 3 cm de diámetro con una distancia de 6 cm entre cada uno por todo el recipiente, para el ingreso y salida de los insectos.

Se colocaron los pollos en diferentes ambientes; el primer pollo, se colocó en el patio de una vivienda debajo de un árbol de aguacate (*Persea americana* Mill) y con una jaula extra hecha de madera, adicional al recipiente plástico, para evitar que animales locales (mascotas y animales silvestres) afectaran la muestra experimental. El otro pollo se colocó en una terraza en el tercer piso de la misma vivienda, a 6 metros de altura, y expuesta al sol (Figura 1).

Muestreo

Se inició la colecta de insectos desde el primer día que se expusieron los pollos a sus respectivos ambientes. Como herramienta de colecta, se armó una red entomológica a base de un mango de plástico de 80 cm de largo, alambres y una tela transparente tipo encaje de hoyos de 2 mm de diámetro.

Se realizó la captura de insectos que sobrevolaban y se posaban en el pollo haciendo jamazos durante 5 minutos dos veces al día (7 am y 7 pm) en ambos pollos, colectando los insectos atrapados introduciéndolos en un frasco con alcohol al 70%. También se observó diariamente la temperatura ambiente, el comportamiento de los insectos en las fases de descomposición y los cambios morfológicos como: coloración, aroma, textura, expulsión de fluidos, consistencia de ambos pollos y sus pesos.

Para ver la pérdida de masa que conlleva la descomposición, se pesaron los pollos tres veces: la primera toma de peso se realizó el primer día al establecimiento de los pollos a sus ambientes; la segunda toma se realizó el día 34 de descomposición y la última el día 47.

Los datos climáticos externos se obtuvieron de la base meteorológica del observatorio meteorológico del Trompillo, Santa Cruz de la Sierra (precipitación y temperatura), que se encuentra a 1.2 km de la vivienda donde se realizó el experimento. Se tomó la temperatura dentro de los recipientes de cada pollo, con la ayuda de termómetros ambientales de mercurio en la pared interna de los mismos, diariamente dos veces al día (7 am y 7 pm).

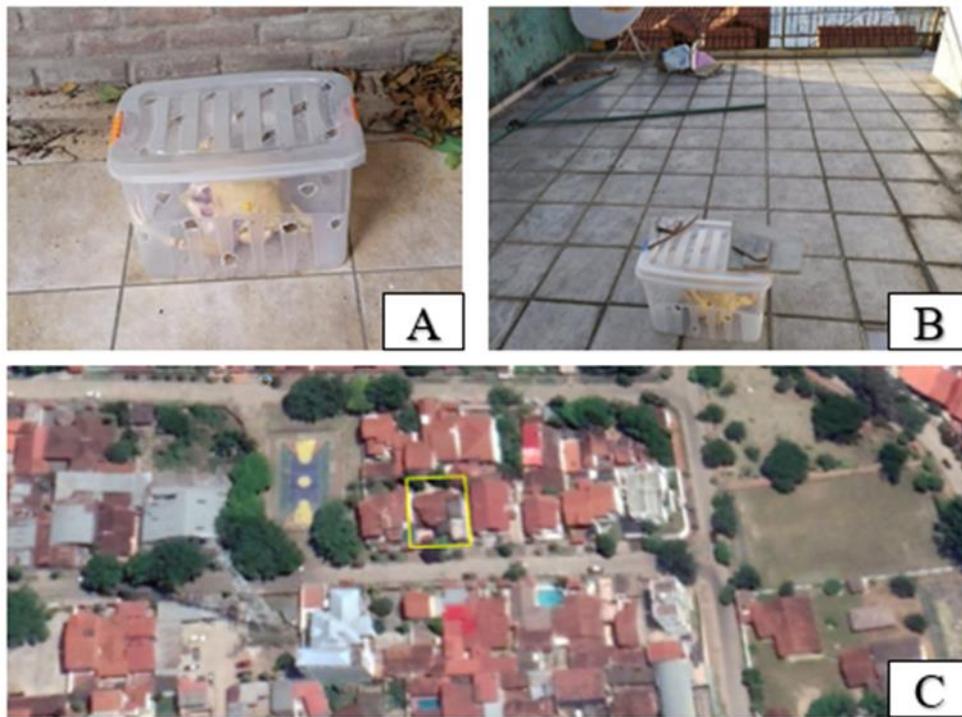


Figura 1. Área de estudio y metodología de muestreo. (A) Ubicación del experimento bajo sombra; (B) ubicación del experimento bajo sol; (C) mapa del sitio de estudio, la vivienda se encuentra enmarcada de un color amarillo para su visualización.

Identificación

Se montaron los insectos con alfileres a partir de jeringas hipodérmicas cortadas. Luego se identificaron los especímenes hasta género con un microscopio USB digital con resolución de 680 × 480, 5X zoom digital conectado a la computadora. Posteriormente, se realizó el etiquetado de cada individuo.

Para la identificación de las familias del orden Diptera se utilizó la clave de Buck *et al.* (2009). Los géneros de la familia Calliphoridae se identificaron mediante la clave dicotómica de Amat *et al.* (2008), comparándose con Ribeiro y De Carvalho (1998) y Whitworth (2010). La identificación de los géneros de la familia Sarcophagidae se realizó con la clave de Buenaventura *et al.* (2009). Los géneros de Muscidae fueron identificados con la clave de Carvalho *et al.* (2005) realizando comparaciones con otras descripciones adicionales de Nihei y De Carvalho (2007) y Buck *et al.* (2009).

Los escarabajos (Coleoptera) se identificaron utilizando la clave dicotómica de Schroeder *et al.* (2002). Los géneros de la familia Cleridae se clasificaron con la clave de Barr (1962). Se usó las descripciones de Beal (1959) para los géneros de la familia Dermestidae y para el género *Hypocaccus*, de la familia Histeridae, se identificó con la clave de Halstead (1963).

Los insectos incidentales fueron identificados solo hasta nivel de familia usando la clave de Triplehorn *et al.* (2005).

Gráficas y fotografías

Se realizó la toma de fotografías a los pollos diariamente a lo largo del periodo de descomposición, usando la cámara de 48 megapíxeles de un teléfono celular Xiaomi Redmi Note 7. Se crearon gráficas de abundancia de individuos por pollo y por fase de descomposición y se analizaron los datos usando estadística descriptiva, con el fin de resumir la información del análisis del comportamiento del pollo con la entomofauna.

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La descomposición de ambos pollos tuvo una duración de 47 días, de los cuales el pollo bajo sombra contó con: dos días de fase fresca, cinco días de fase activa, dos días de fase avanzada y 38 días de fase seca, mientras que, el pollo bajo sol contó con: un día de fase fresca, nueve días de fase activa y 37 días de fase avanzada-seca (Figura 2).

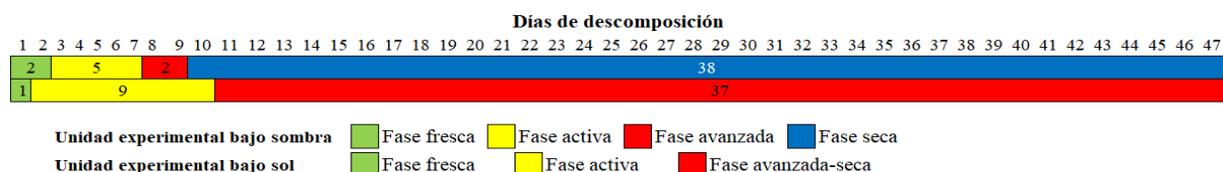


Figura 2. Duración de las fases de descomposición de dos pollos en zona urbana de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Se consideró la fase fresca desde el momento de la colocación de los pollos descritas en acápite de materiales y métodos, hasta la aparición de las primeras secreciones producto de la descomposición del pollo, en ambos casos, este fenómeno acompañó las primeras manifestaciones de la actividad entomológica. Para el caso del pollo bajo sombra se observó una duración de aproximadamente dos días (36 horas), mientras que en el pollo bajo sol la duración fue menor alcanzando las 24 horas (Figura 2).

La fase activa en el pollo bajo sombra tuvo cinco días de duración, a comparación del pollo bajo sol que tuvo nueve días. En esta fase, se consideró la aparición de secreciones producto de la descomposición hasta la degradación de los músculos, tejidos conjuntivos y lípidos.

Se consideró el inicio de la fase avanzada por la degradación notoria de la musculatura y tejidos conjuntivos del pollo y, por la presencia de secreciones que aumentan la humedad en los tejidos ya mencionados, lo cual ayuda a los insectos con el consumo del pollo. Es la ausencia de estos líquidos y características ya mencionadas, bien sea por el consumo de insectos o por condiciones ambientales imperantes, las que determinaran la finalización de esta fase.

La fase seca dio inicio cuando en el pollo ya no se encontraron tejidos blandos humectados, perdiendo la morfología inicial de una carroña de pollo culminando a los 47 días de observación. Se encontró una clara diferencia de esta fase entre los pollos, siendo que, en el pollo bajo sombra las fases avanzada y seca están marcadas por características visibles tanto morfológicamente como en la entomofauna, teniendo días específicos de observación para la descripción de estas fases; fase avanzada dos días y fase seca 38 días (Figura 2).

Por otro lado, el pollo bajo sol presentó ambas fases en conjunto (avanzada y seca) por tener características morfológicas visibles de ambas en distintas partes del pollo. Se supone esto debido a la deshidratación sufrida por el pollo a causa de las altas temperaturas que impidieron determinar la fase única en la que se encontró el pollo en este periodo. Adicionalmente, la precipitación

presente en los días de observación, volvieron a re-activar la abundancia de insectos gracias a la hidratación de los tejidos (Figura 3).

Analizando las gráficas de precipitación y abundancia (Figura 3), se concluyó que la precipitación incide de gran manera en el tiempo de la duración de las fases y en la abundancia de los insectos. Por ejemplo, en la fase activa de ambos pollos se encontró mayor abundancia de insectos, la cual disminuyó al momento de entrar a la fase avanzada. Así mismo, la presencia de humedad externa a los pollos debido a las precipitaciones demostró re-estimular la abundancia de insectos, de lo cual se concluye que tanto la temperatura como la humedad disponible en los tejidos son factores determinantes en la entomofauna. Esto se evidencia con la precipitación de 3.81 mm del día 8 de observación y el re-incremento de la abundancia de insectos en días posteriores (Figura 3).

Sin embargo, la precipitación afecta a los pollos de diferente manera, aumentando la abundancia en el pollo bajo sol gracias a la hidratación de los tejidos y mantiene o baja la abundancia en el pollo bajo sombra por la humedad ya presente dentro del recipiente.

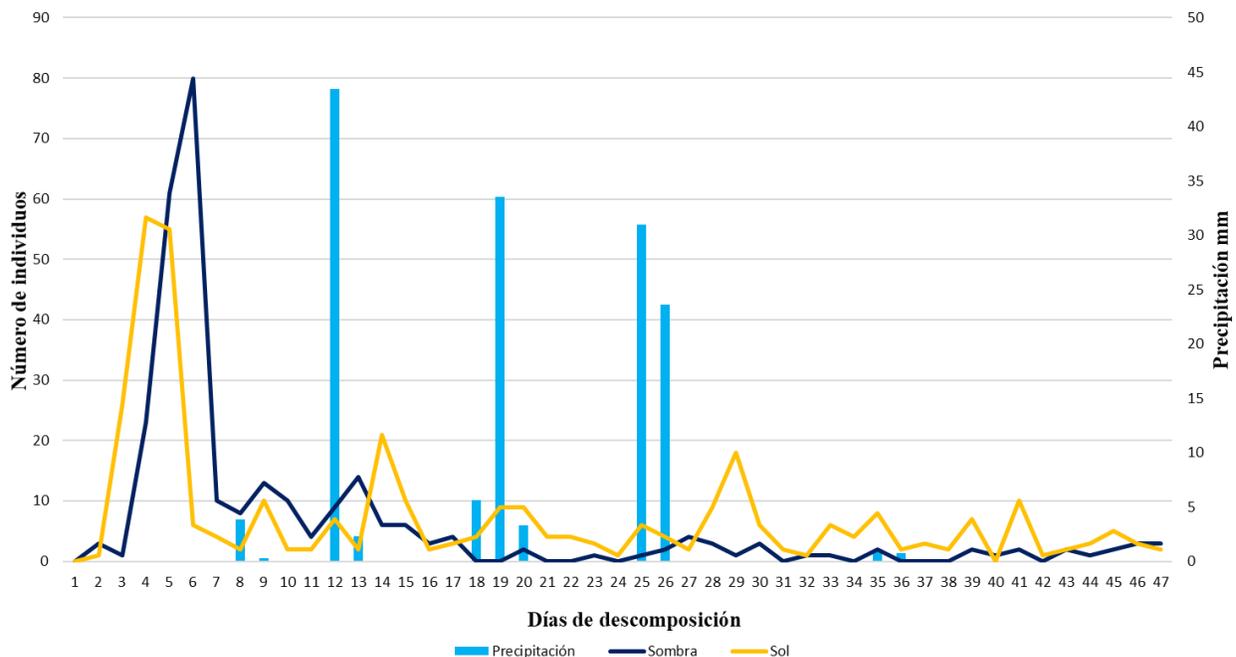


Figura 3. Abundancia de insectos y precipitación durante los días de descomposición de dos pollos en diferentes ambientes en área urbana de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Las fases con mayor abundancia de insectos para ambos tratamientos son la fase activa y la fase avanzada (Figura 4), lo que coincide con la literatura. No obstante, en una comparación a través de la misma gráfica se evidencia que la fase activa muestra mayor abundancia en el pollo bajo sombra que en el pollo bajo sol, contrariamente la fase avanzada-seca muestra mayor abundancia en el pollo bajo sol que en el pollo que está bajo sombra.

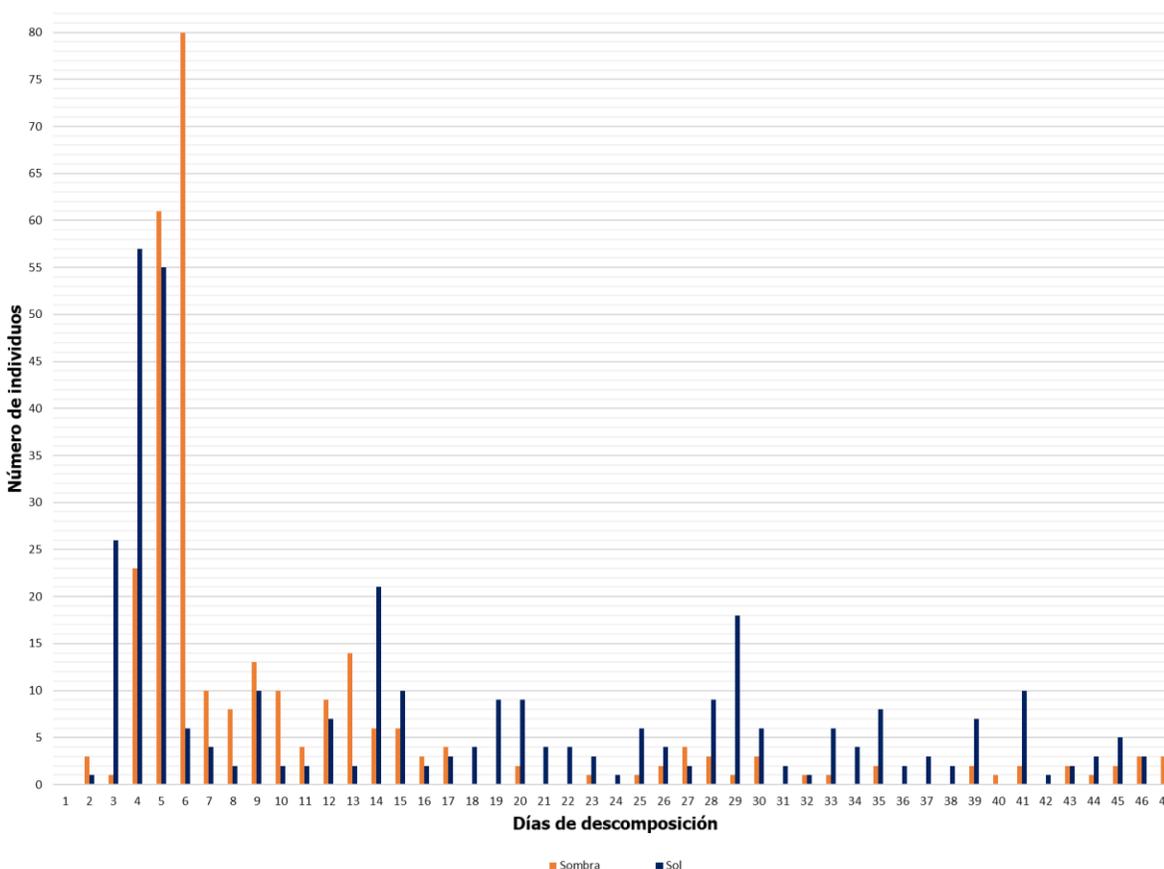
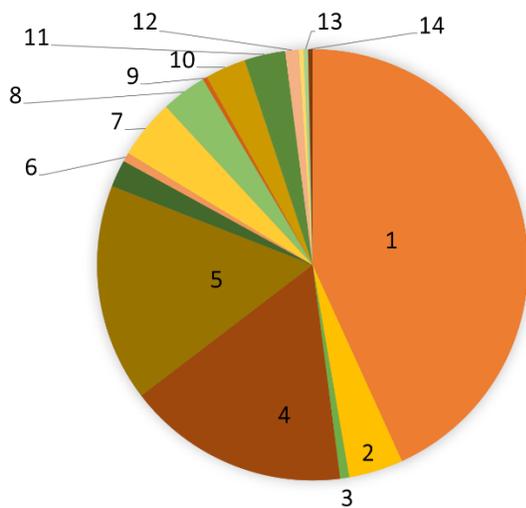


Figura 4. Abundancia de insectos en dos pollos durante el tiempo de descomposición en área urbana en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

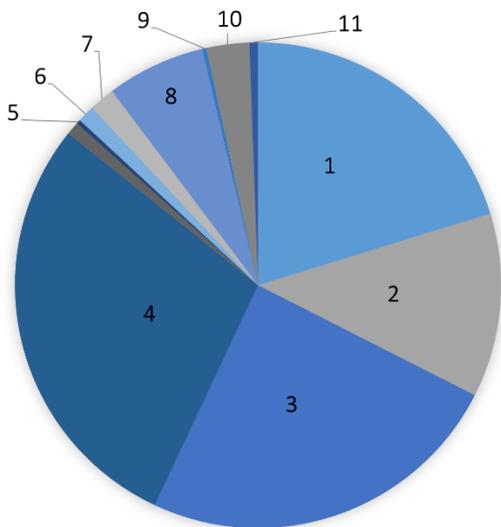
Además de la abundancia descrita, se destaca que el orden de mayor abundancia en el pollo bajo sombra es Diptera y su correspondiente de mayor abundancia en el pollo bajo sol es Coleoptera (Figuras 5 y 6). Asentados en la descripción de las fases de los pollos, donde se muestra que el pollo bajo sol presenta evidencias de deshidratación más rápida y mayor del tejido, se explica que el orden Coleoptera sea prevaleciente, dado a que cuenta con un aparato bucal masticador prefiriendo los tejidos secos para su alimentación y, de la misma manera se explicaría la predominancia del orden Diptera en un ambiente con mayor humedad, puesto a su preferencia de disponibilidad de humedad para su alimentación y desarrollo.

Se encontró gran diversidad de géneros entre ambos pollos, donde solo se encontraron ocho géneros presentes en ambos ambientes. En el pollo expuesto en sombra se encontraron 14 géneros de los cuales seis no incidieron en el pollo expuesto al sol (Figura 5). Entre estos géneros se encuentran; *Phaonia* (Diptera: Muscidae), *Hermetia* (Diptera: Stratiomyidae), *Lucilia* (Diptera: Sarcophagidae), *Megaselia* (Diptera: Phoridae), *Belonuchus* (Coleoptera: Staphylinidae) e *Hypocaccus* (Coleoptera: Histeridae).



Unidad experimental bajo sombra		
Familia	Genero	Número de individuos
Calliphoridae	Chrysomya	127
	Cochliomyia	12
	Lucilia	2
Cleridae	Necrobia	49
Dermestidae	Dermestes	48
Formicidae		6
Histeridae	Hypocaccus	2
Muscidae	Hydrotaea	13
	Musca	10
	Phaonia	1
Phoridae	Megaselia	9
Piophilidae	Piophila	9
Sarcophagidae	Sarcodexia	3
Staphilinidae		1
Staphylinidae	Belonuchus	1
Stratiomyidae	Hermetia	1

Figura 5. Diversidad de familias y géneros en el pollo en descomposición bajo sombra representados en porcentajes. 1) Género Chrysomya, 43.2%. 2) Género Cochliomyia, 4.1%. 3) Género Lucilia, 0.7%. 4) Género Necrobia, 16.7%. 5) Género Dermestes, 16.3%. 6) Género Hypocaccus, 2%. 7) Género Hydrotaea, 4.4%. 8) Género Musca, 3.4%. 9) Género Phaonia, 0.3%. 10) Género Megaselia, 3.1%. 11) Género Piophila, 3.1%. 12) Género Sarcodexia, 1%. 13) Género Belonuchus, 0.3%. 14) Género Hermetia, 0.3%.



Unidad experimental bajo sol		
Familia	Genero	Número de individuos
Calliphoridae	Chrysomya	71
	Cochliomyia	43
Cleridae	Necrobia	86
Dermestidae	Dermestes	101
Formicidae		3
Muscidae	Hydrotaea	1
	Musca	4
Piophilidae	Stomoxys	6
	Piophila	23
Sarcophagidae	Peckia	1
	Sarcodexia	10
	Tricharaea	2

Figura 6. Diversidad de familias y géneros en el pollo en descomposición bajo sol representados en porcentajes. 1) Género Chrysomya, 20.2%. 2) Género Cochliomyia, 12.3%. 3) Género Necrobia, 24.5%. 4) Género Dermestes, 28.8%. 5) Género Hydrotaea, 0.3%. 6) Género Musca, 1.1%. 7) Género Stomoxys, 1.7%. 8) Género Piophila, 6.6%. 9) Género Peckia, 0.3%. 10) Género Sarcodexia, 2.8%. 11) Género Tricharaea, 0.6%.

Por otro lado, en el pollo bajo sol, se encontraron 11 géneros en total (Figura 6), siendo tres de éstos únicos en este ambiente; *Peckia* (Diptera: Sarcophagidae), *Stomoxys* (Díptera: Muscidae) y

Tricharaea (Diptera: Sarcophagidae). La diferencia en la aparición de las especies en el pollo se puede definir por los diferentes ecosistemas, localización geográfica, área geográfica y la extensión del estudio (Anderson y VanLaerhoven 1995; Nihei y De Carvalho 2007).

Para discusión de la pérdida de masa por la descomposición se realizaron tres tomas de peso a los pollos; los cuales contaron con una diferencia de peso desde la segunda toma de datos de 224.53 g, demostrando una mayor pérdida de masa el pollo bajo sombra. Para la última toma de datos, el pollo bajo sombra aumentó 74.18 g, mientras que el pollo expuesto al sol disminuyó 48.99 g, teniendo un peso final de 361.75 g y 463.11 g respectivamente. El pollo bajo sombra tuvo una pérdida total de 1,638.25 g, mientras que el pollo bajo sol perdió 1,536.89 g.

Es de notar que el pollo bajo sombra presentó un incremento de peso entre la segunda y la tercera medición, explicamos esto por la ocurrencia de precipitación a finales del día del segundo pesaje y todo el día siguiente que en conjunto alcanzaron 1.78 mm. Atribuimos a que este fenómeno, rehidrato el tejido cadavérico y estando éste bajo sombra tardo en deshidratarse naturalmente a grado que, 13 días después aún tenían 74.18 g de agua ganadas.

Pollo bajo sombra

Se observó que el pollo bajo sombra se mantuvo casi constantemente en una temperatura con diferencia de 6 °C menor que la del promedio exterior (Figura 7).

La fase de hinchamiento se encuentra descartada en este experimento gracias a la ausencia de vísceras y presencia de múltiples cavidades causada por el faeneo, siendo sus fases de descomposición y de duración en el pollo las siguientes; fase fresca, fase activa, fase avanzada y fase seca (Figura 8).

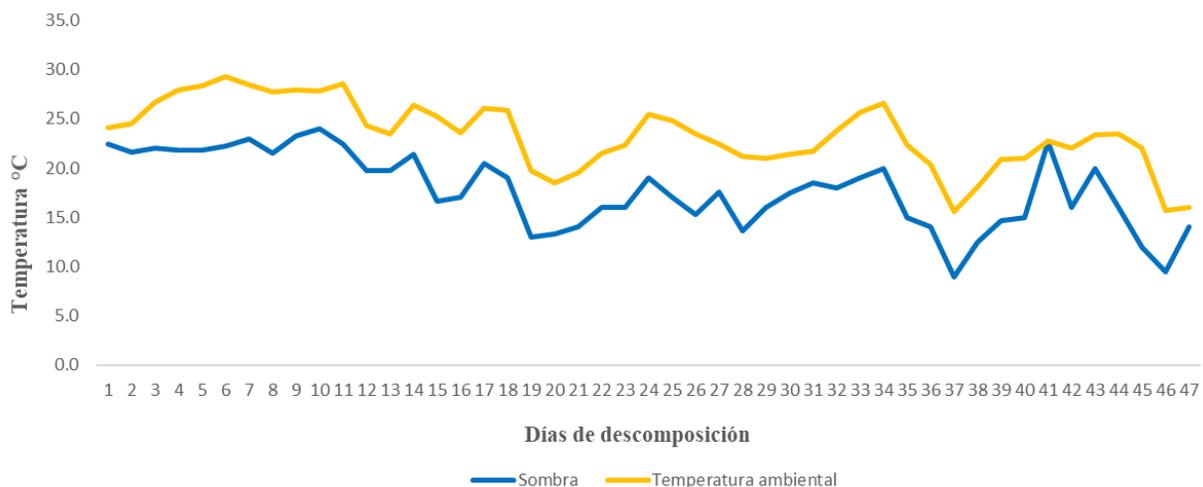


Figura 7. Variación de temperaturas entre el pollo bajo sombra y el medio ambiente a lo largo de los días de descomposición.

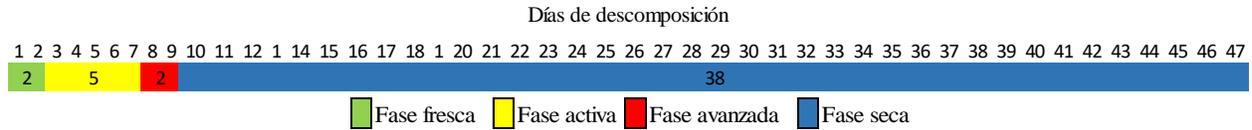


Figure 8. Duración de las fases de descomposición del pollo bajo sombra. Fase fresca: dos días; fase activa: cinco días; fase avanzada: dos días; fase seca: 38 días.

Fase fresca

Se determinó la fase fresca con la salvedad descrita en materiales y métodos, desde el momento de exposición del pollo al medio ambiente el 18 de abril a las 7:00 am. Se caracterizó por el cambio de color blanco amarillento a rosado de las piernas y del cuello del pollo. También, por el estado de rigidez de las extremidades y por el cuello necrosado culminando a las 36 horas cuando inició la expulsión de secreciones desde el abdomen. Durante este tiempo se observó la escasa presencia de tres familias de dípteros: Calliphoridae, Sarcophagidae y Phoridae (Figura 9).

Los dípteros de las familias Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae normalmente son las primeras en ser atraídas por los olores desprendidos por el cuerpo, ya que los compuestos volátiles (sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, nitrógeno y metano) se emiten al ambiente e influyen en la llegada de los insectos (Ioan *et al.* 2017). Los especímenes colectados en esta fase pertenecieron al género *Megaselia*, *Chrysomya* y *Sarcodexia*.

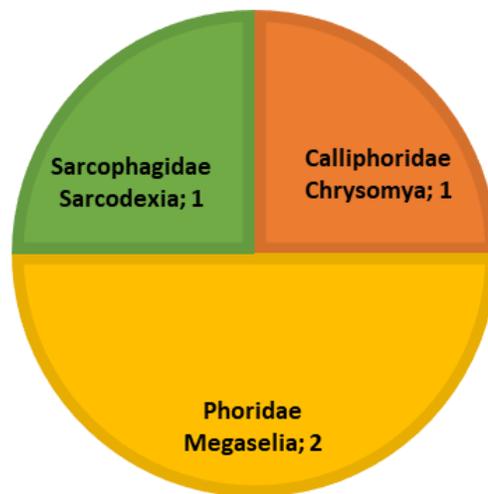


Figura 9. Diversidad y abundancia de géneros encontrados en la fase fresca del pollo bajo sombra.

El género *Megaselia* contiene más de 1,500 especies que se distribuyen por casi todo el mundo; este comprende especies omnívoras, parasitas, y de importancia forense para determinar el intervalo de muerte de algún individuo (Bostock 2015).

La familia Calliphoridae comprende más de 1,000 especies y 150 géneros mundialmente. Estos son los primeros en colonizar cadáveres a minutos u horas después de su deceso (Amendt *et al.* 2011), encontrándose en todos los estados de descomposición cadavérica. Varios de esos géneros

están correlacionados positivamente con la abundancia y diversidad encontrada en este experimento.

El género *Chrysomya* (Figura 10) es originario de África y Asia y fue introducido en América a través de Costa Rica y Brasil (Amat 2009). Éste habita tanto en zonas urbanas como boscosas (Evenhuis 1989) y cuenta con 126 especies reconocidas, de las cuales 12 son restringidas y originarias del Viejo Mundo (Amat *et al.* 2008). Las especies *Chrysomya albiceps* (Schroeder *et al.* 2002), *Chrysomya megacephala* (Bostock 2015) y *Chrysomya putoria* (Schroeder *et al.* 2002) fueron descubiertas por primera vez en el sudeste de Brasil en 1978 y terminaron esparciéndose por todo Sudamérica (Guimarães *et al.* 1978).

En Zamorano, según datos no publicados por Plex Sula (2019), la especie más común del género *Chrysomya* asociado con la descomposición de cadáveres de pollos es *Chrysomya rufifacies*, la cual fue capturada en la fase activa y avanzada pudiendo ser indicadora de estas dos fases.



Figura 10. Características principales del género *Chrysomya*. (A) Palpos clavados; (B) calípteros con setas densas y largas; (C) ámpulas setosas.

Fase activa

A comparación de la fase fresca (Figura 11), la fase activa del pollo duró 5 días, desde el día dos de observación en la tarde hasta el día siete en la mañana. Inició cuando el pollo empezó a expulsar secreciones por el agujero eviscerado del abdomen y hubo presencia de larvas internas; gradualmente en el transcurso de los cinco días que duró la fase, mientras hubo descomposición del tejido se observó el desarrollo y colonización paralelo de las larvas. Dicha descomposición tuvo inicio en los orificios causados por el faenado.

Progresivamente, entre el tercer y cuarto día de observación, las secreciones tomaron lugar en toda la parte baja del pollo y se expandieron por todo el recipiente. También hubo cambio en la coloración del pecho y las extremidades se necrosaron (Figura 12). A finales del cuarto día se observó una gran masa de larvas inmaduras que se movían por todo el pollo interna y externamente alimentándose y movilizándose con las secreciones expulsadas por el mismo cadáver recorriendo el recipiente.

En la segunda observación del quinto día se encontró una formación de espuma (por expulsión de gases de descomposición) en el área del cuello y del tórax (Figura 12). En esta parte del pollo, se

vio una gran masa de larvas que se encontraban alimentando de las secreciones como también de la extremidad inferior derecha.

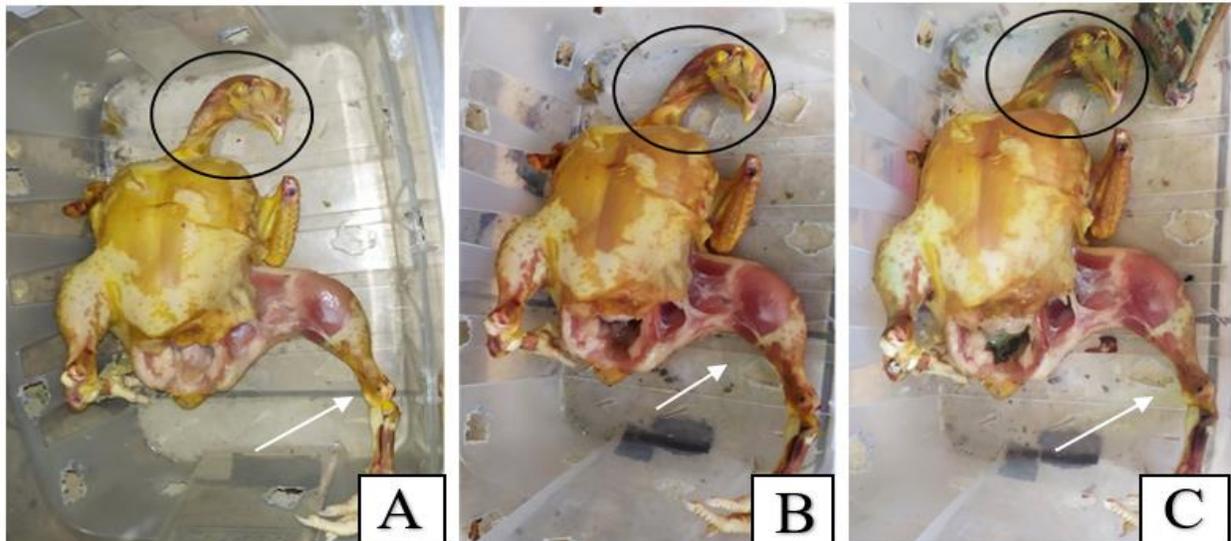


Figura 11. Características de la fase fresca en un pollo bajo sombra. (A) Estado del pollo durante la fase fresca; (B) cambio de coloración de las extremidades; (C) cuello necrosado del pollo; en el extremo superior de esta foto se observa el termómetro.

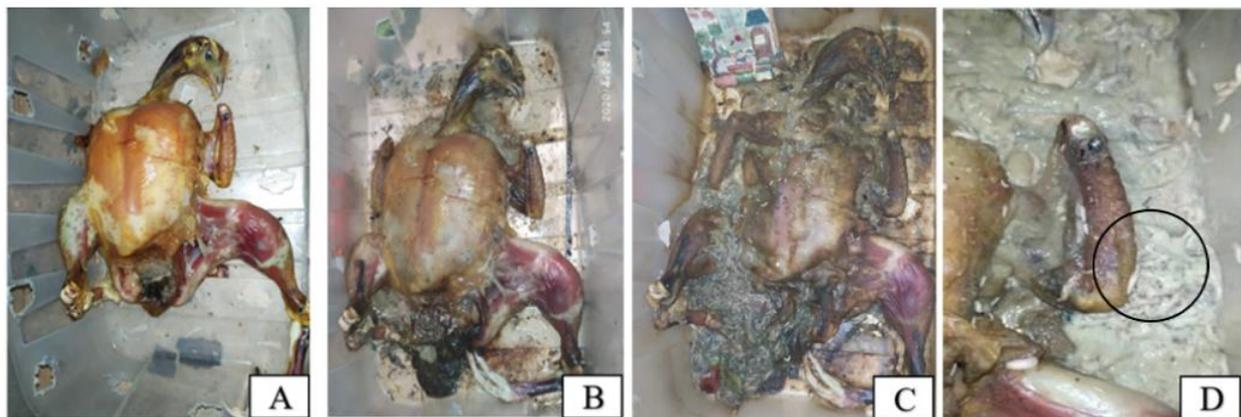


Figura 12. Caracterización de la fase activa en el pollo bajo sombra. (A) Inicio de la fase activa; (B) expulsión de secreciones y extremidades necrosadas; (C) colonización de masas de larvas en la cloaca y pata derecha; (D) presencia de burbujas en las secreción encontrada por el tórax.

Para el séptimo día de descomposición se encontraron larvas saliendo del recipiente en busca de un lugar seco para empupar. Se realizó la captura de algunas larvas que estaban saliendo del recipiente y se las colocó en frascos con un poco de tierra y hojarasca (emulando el medio cercano) para que puedan empupar y luego ser identificadas al género al que pertenecen. Eclosionando los adultos se los identificó perteneciendo al género *Chrysomya* de la familia Calliphoridae.

Se capturaron 182 insectos en esta fase, la cual, estuvo marcada por la presencia de la familia Calliphoridae con una captura de 131 individuos, representando el 71.98% de los insectos colectados durante esta fase (Figura 13). De ese 71.98%, un 90% corresponde al género *Chrysomya*, un 9% a *Cochliomyia* y el 1% a *Lucilia*.

El otro 24.18% del total es representado por las familias Muscidae, Dermestidae y Piophilidae, dejando el otro 3.84% con una representatividad del 1.1% o menor en cada una de las siguientes familias Sarcophagidae, Phoridae, Histeridae, Formicidae y Cleridae.

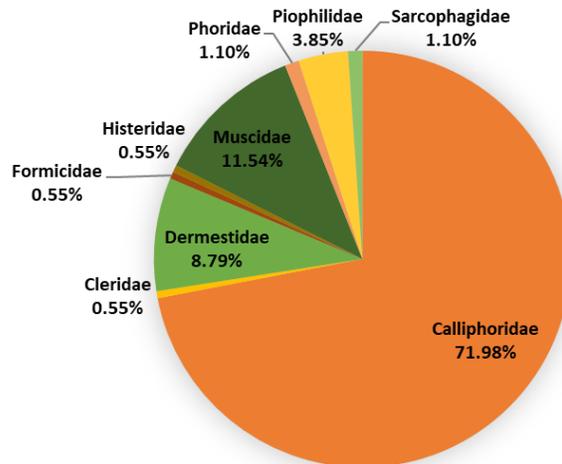


Figura 13. Diversidad de familias colectadas durante la fase activa del pollo bajo sombra.

Fase avanzada

Inició el octavo día de observación teniendo un aspecto deformado por la falta de tejidos consistentes y la desnaturalización del músculo. El cuello quedó sin poder diferenciarlo ya que las larvas movieron los huesos que lo conforman por la parte superior del pollo. También se notó un incremento en el olor a putrefacción durante toda esta fase, llamando la atención de más dípteros. Entre la última observación del séptimo día y la primera del octavo hubo una precipitación de 3.81 mm. En el octavo y noveno día se observó una sostenida disminución en el contenido de la carne del pecho, siendo los huesos del tórax más notorio y los del cuello semi descubiertos. Los huesos de la cabeza se encontraban sin mucha presencia de tejidos blandos, encontrando larvas por todo ese sector.

Para el noveno día de observación, se continuó el hallazgo de una gran cantidad de larvas arrastrándose en el piso lejos del pollo en búsqueda de un lugar seco para empupar. Éstas aparecían debajo de hojas o en las esquinas de la jaula de madera.

Las secreciones del pollo todavía se encontraban presentes y la cantidad de larvas claramente visibles fue disminuyendo conforme avanzó la fase, durante el primer día se encontraron larvas migrando para empupar y el segundo día una ausencia de larvas alimentándose del pollo. Esta fase tuvo una duración de dos días (Figura 8).

Se encontró 23 individuos en la fase avanzada, encontrando 5 familias en esta fase (Figura 14), de las cuales predomina con un 44% del total la familia Dermestidae, género *Dermestes*, seguidamente se encuentra la familia Cleridae con un 30% perteneciente al género *Necrobia*. La familia Muscidae representa un 13% dividiéndose en dos géneros encontrados; con un 9% está el género *Musca* y el 4% restante pertenece al género *Hydrotaea* (Figura 15). Prosigue la familia Piophilidae con un 9% representado por el género *Piophilila* y el 4% final pertenece a la familia Stratiomyidae género *Hermetia*.

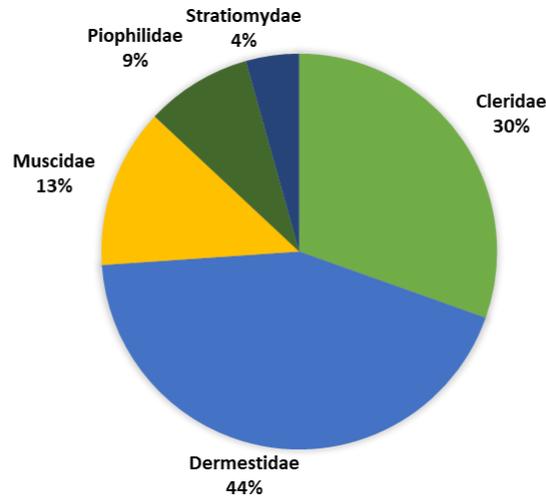


Figura 14. Diversidad encontrada en la fase avanzada del pollo bajo sombra.

La familia Muscidae contó con 84 géneros en el Neotrópico (De Carvalho *et al.* 2005), de los cuales 33 géneros de importancia forense se encuentran en Colombia (Pérez y Wolff 2011). Para que un género sea considerado de importancia forense, las especies de ese género deben tener hábitos alimenticios saprofágicos (Amézquita y Fagua 2017). Géneros como *Musca*, *Stomoxys*, e *Hydrotaea* normalmente se encuentran desde el inicio de las etapas de descomposición hasta el final de estas.

La presencia de *Musca domestica* a inicios de la descomposición es inusitado según Smith y Buckland (1988), sin embargo, el arribo de éstas puede estar presente en la etapa activa y avanzada de descomposición (Byrd y Castner 2010) tal como se encontró en este experimento.

El género *Hydrotaea* (Figura 15), está representado por una gran cantidad de especies alrededor del mundo; 55 especies en China enlistadas por (Fan 1992; Xue y Chao 1996), 34 especies neárticas (Evenhuis 1989) 15 especies neotropicales (De Carvalho *et al.* 2005), 25 especies orientales (Delfinado y Hardy 1977), 21 especies afrotropicales (Pont 1980), 7 especies australianas y de la Oceanía (Delfinado y Hardy 1977) y 49 especies paleárticas (Soós y Papp 1991).

Las especies *Hydrotaea aenescens* y *Musca domestica* arriban al cadáver desde la fase de hinchamiento hasta la fase seca. *H. aenescens* usualmente se encuentra en la descomposición activa, teniendo mayor actividad como lo demuestra el estudio de Campos-Granados *et al.* (2019). Por otro lado, la especie *Hydrotaea nubicosta* arriba en las primeras etapas de descomposición,

encontrando mayor abundancia en la etapa de hinchamiento según la investigación de Amézquita y Fagua (2017), quienes encontraron esta especie en todas las etapas de descomposición.

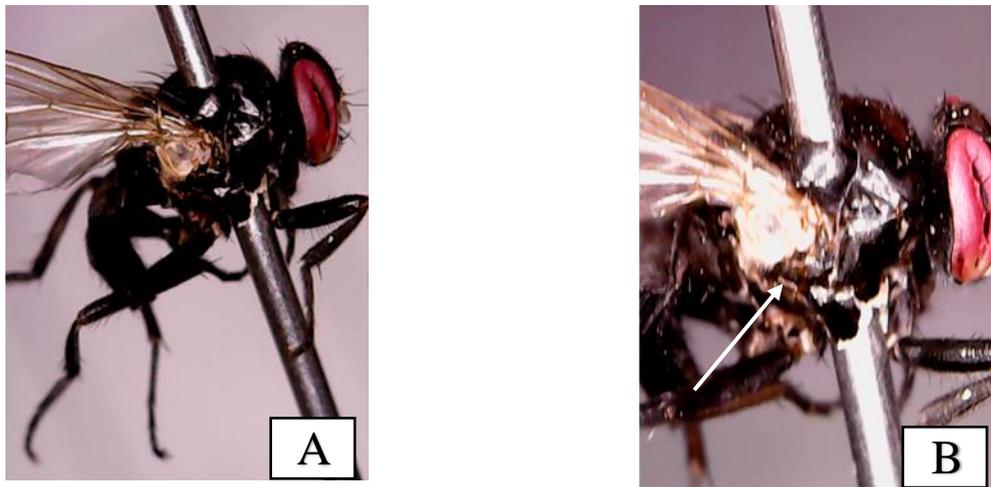


Figura 15. Características del género *Hydrotaea*. (A) Tiene un color metálico negro, azul o verde; gena con o sin una diferenciada seta curva; coxa sin setulas en el ápice marginal posterior; (B) anepimeron sin setulas.

Fase seca

Después de la fase avanzada (Figura 16), se consideró el inicio de la fase seca cuando gran parte de los tejidos musculares y epiteliales se encontraron altamente deshidratados, acompañan a esta condición física el no encontrar larvas de dípteros alrededor o en el pollo. Durante esta fase se observó una coloración oscura en el pollo empezando de las extremidades y de la cabeza.

La deshidratación de los tejidos propia de esta fase se mantuvo hasta que el doceavo día hubo una precipitación de 43.43 mm. Por la lluvia, el pollo tomó un color crema y se ablandaron los tejidos (Figura 17). A la segunda toma de muestra del mismo día, se encontró de nuevo presencia de larvas en el pollo y la presencia de estas disminuyó la presencia de tejidos en el tórax y parte del orificio abdominal.

Al día 13 de observación se encontraron pupas dentro de la jaula y cerca del pollo y, que la pata izquierda del pollo, misma que no se encontraba en contacto con el recipiente fue la que tomó más tiempo en descomponerse. Después de la coloración crema que tenía el pollo, cambió a tener un color marrón al igual que los primeros días de esta fase, con la diferencia que los huesos de tanto el tórax, como el abdomen y la pata derecha se encuentran expuestos. Las larvas colectadas durante la fase activa eclosionaron después de cinco días siendo todas del género *Chrysomya*.

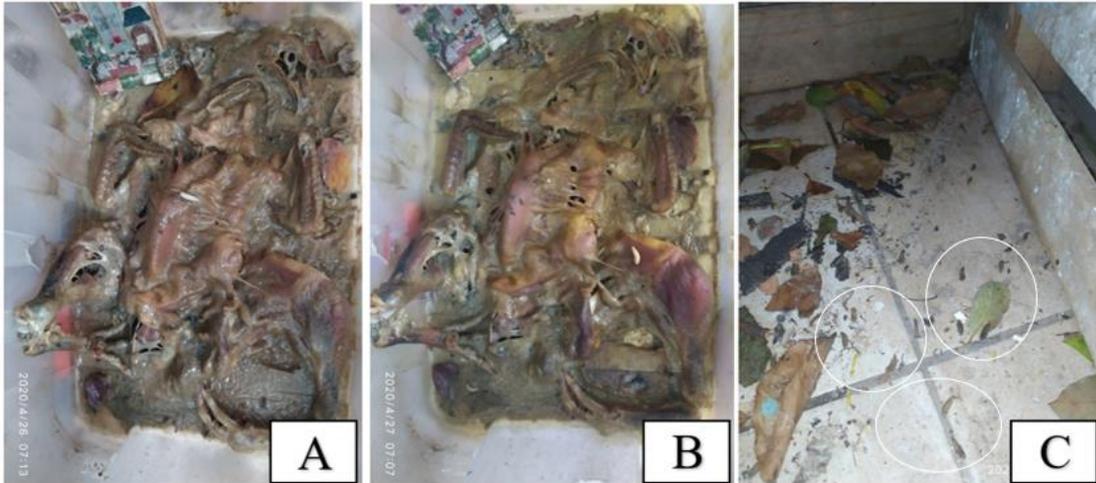


Figura 16. Características de la fase avanzada en el pollo bajo sombra. (A) Apariencia del pollo después de la precipitación; (B) escasa presencia de larvas en el pollo; (C) larvas emigrando del pollo dirigiéndose a la jaula.

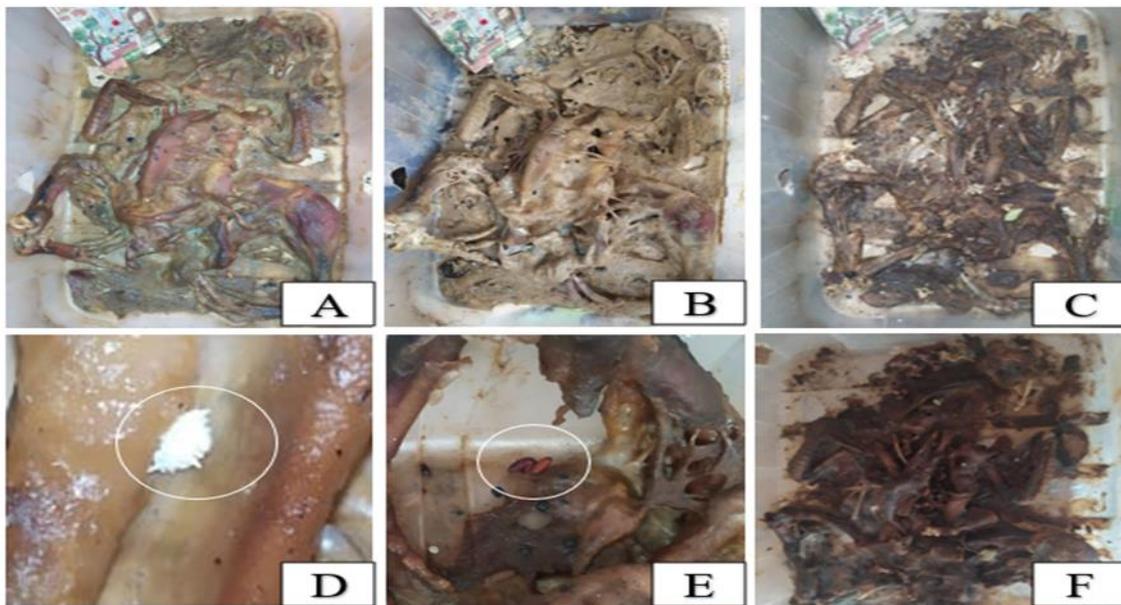


Figura 17. Características de la fase seca en el pollo bajo sombra. (A) Inicio de la fase seca desde el día 10 al 47 de descomposición; (B) estado del pollo durante la precipitación; (C) estado del pollo día después la precipitación; (D) masa de huevos en el pecho del pollo; (E) pupas encontradas dentro del recipiente; (F) estado del pollo en el último día de descomposición.

El día 14 de observación se encontró una masa de huevos en el pecho del pollo y no se encontraron otros insectos más que Coleoptera. Los cuales aparecen normalmente al final de la descomposición del pollo para consumir las pieles, carnes o huesos que quedaron en el lugar (Kulshrestha y Satpathy 2001). En el día 40 de observación, se notó la presencia de hongos en el pollo, creciendo desde debajo del recipiente hasta cubrir el pollo.

En esta fase se realizó la captura de 85 insectos donde predominaron la familia Cleridae y Dermestidae (Figura 18), con un 48 y 26% de los individuos. Seguidamente se encuentra la familia Calliphoridae con un 11%, y la familia Phoridae con un 6%, el otro 6% es representado por la familia Formicidae y el 3% restante se divide entre las familias Staphylinidae 2% e Histeridae 1%.

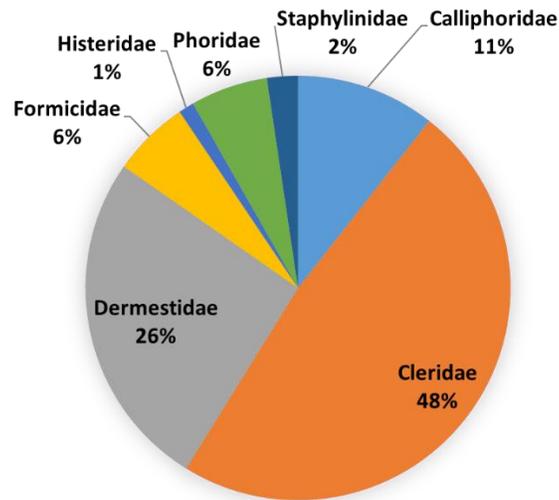


Figura 18. Entomofauna encontrada en la fase seca del pollo bajo sombra.

Las familias Cleridae y Dermestidae normalmente llegan al mismo tiempo al cadáver, lo cual encontramos en concordancia con la bibliografía consultada, ambos individuos ocurren normalmente en la fase seca, cuando el cadáver ya no tiene tejidos frescos, alimentándose de la piel y tejidos óseos (Hu *et al.* 2019).

En este experimento se encontraron ambos individuos desde la fase activa en ambos pollos y mayor presencia de estos en las fases avanzada-seca del pollo bajo sol, ya que los tejidos de este pollo se deshidrataron por la alta temperatura en la que estaba expuesto. El género *Necrobia* (Figura 19), es usualmente conocido como escarabajo de los huesos, gracias a la presencia de éstos en la última etapa de descomposición. Se distribuye alrededor del mundo y la importancia de investigación de éste es por su rol en el proceso de desintegración de cadáveres mediante su consumo (Burke y Chaboo 2015).

Estos escarabajos varían en tamaño desde 30 mm a menos de 5 mm; su coloración es llamativamente brillante a opaca casi negra; sus ojos varían de tamaño y pueden estar abultados lateralmente o no, emarginados leve o fuertemente; las antenas varían en forma y longitud y, los élitros normalmente cubren completamente su abdomen (Peracchi 1960).

Los dermestidos por lo general, son de un tamaño pequeño, teniendo 0.8 mm las especies más largas. Su forma es ovalada con pequeñas setas de color blanco o cafés alrededor del cuerpo (Figura 20).

La especie *Dermestes maculatus* DeGeer se alimenta de partes secas de animales, en su estado adulto tienen una gran importancia forense ayudando a estimar el tiempo *post mortem* en casos de suicidios y homicidios (Richardson y Goff 2001).

Los adultos de *D. maculatus* generalmente arriban entre el quinto y onceavo día después de la muerte del individuo (Richards y Goff 1997) y, durante toda la descomposición, *D. maculatus* es la especie predominante asociada con la carroña encontrando tanto adultos como larvas de esta especie (Early y Goff 1986; Evenhuis 1989).

Histeridae cf. *Hypocaccus* (Figura 21) cuenta con más de 70 especies presentes en todo el planeta (Mazur 1984). La mayoría de las especies son sabulícolas, que viven en las raíces de las plantas alimentándose de las larvas de dípteros presentes en sustancias en descomposición o cadáveres.

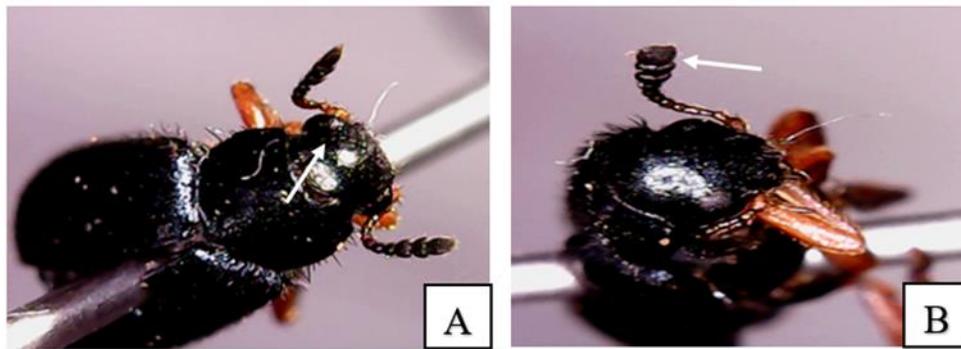


Figura 19. Caracterización del género *Necrobia*. (A) Se diferencia por poseer ojos grandes; palpos maxilares y labiales con segmentos terminales estrechos apicalmente; (B) su antena cuenta con 11 segmentos, los últimos tres segmentos forman un bastón.

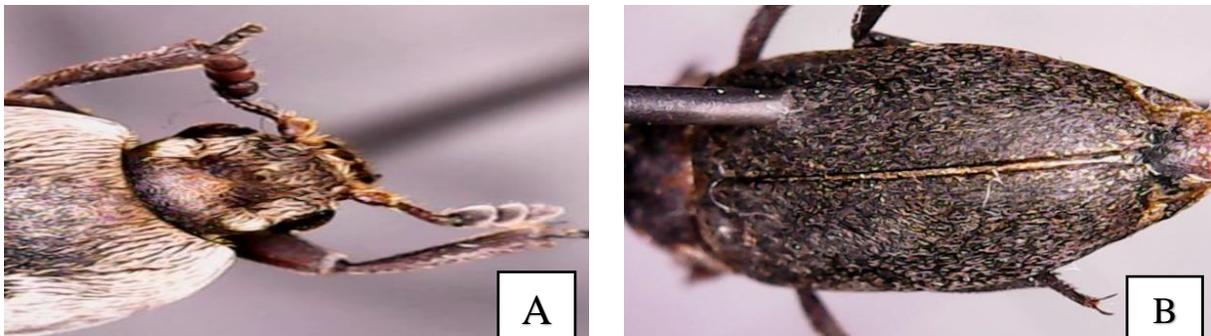


Figura 20. Característica del género *Dermestes*. (A) Ausencia de ocelos, ojos compuestos presentes; (B) la superficie dorsal cubierta con pelos largos o cortos, la procoxa larga y continua hasta el ápice.

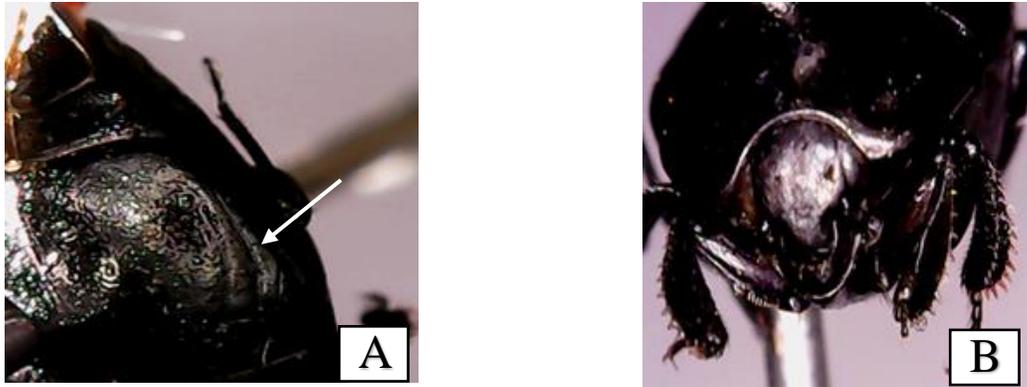


Figura 21. Características del género *Hypocaccus*. Resalta por sus dientes distintivos en la tibia frontal; su élitro no cuenta con una depresión longitudinal; (A) tiene estrías distintivas en el borde de los élitros; (B) tiene los ojos separados por un borde.

Pollo bajo sol

En este pollo se encontró diferencias entre la temperatura promedio externa y las registradas en el interior del recipiente (Figura 22) encontrando una diferencia de 3 °C menor a la temperatura promedio externa.

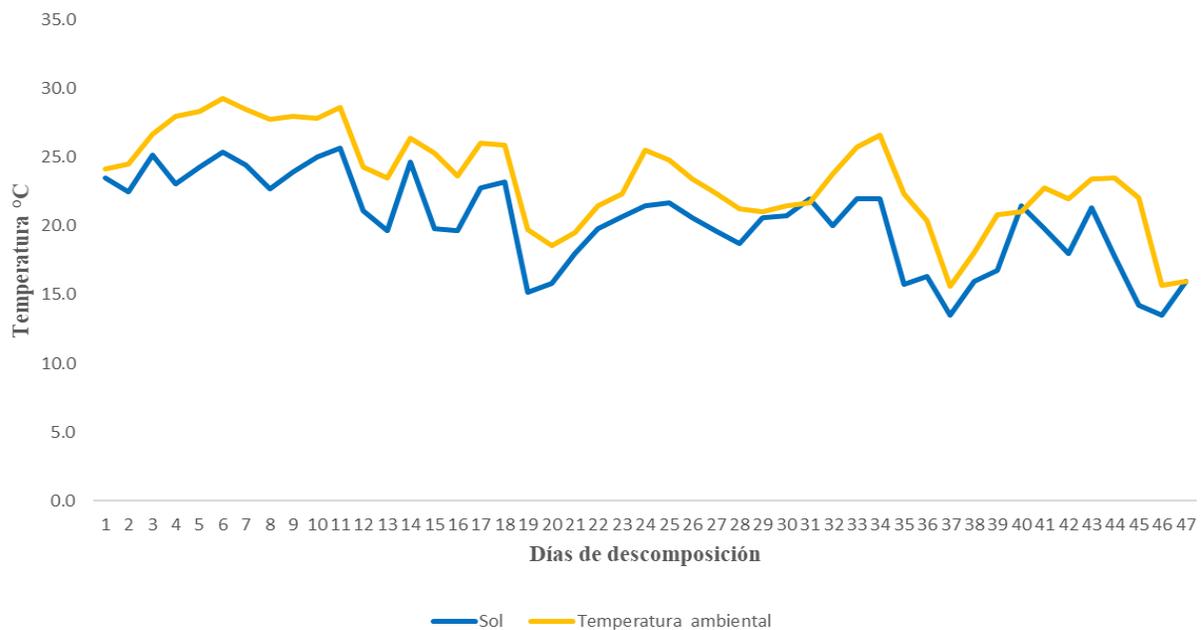


Figura 22. Comparación de temperaturas entre el pollo bajo sol y el promedio ambiental.

Durante el periodo de observación de los 47 días, se tomó registro de los pesos durante tres oportunidades: inició con 2 kg totales; a los 34 días tuvo un peso de 512.1 g y el último día tuvo 463.11 g registrando unas pérdidas equivalentes de 1,489 g y 48.99 g respectivamente.

La descomposición de este pollo contó con dos fases de descomposición marcadas y dos fases en conjunto, presentes en la Figura 23.



Figura 23. Duración de las fases de descomposición del pollo bajo sol. Fase fresca un día; fase activa nueve días; fase avanzada-seca 37 días.

Fase fresca

Se tomó en cuenta las consideraciones mencionadas en materiales y métodos de la fase fresca de este diseño experimental. Esta tuvo una duración de menos de 24 horas. Dando inicio al momento de exponer el pollo en la terraza y terminó cuando empezó a expulsar secreciones por el abdomen.

Durante esta fase no se encontraron insectos en ninguno de los dos momentos de observación diarios, mas se divisaron masas de pequeñas larvas por el abdomen al final del día.

Fase activa

Esta fase dio inicio al presentarse las primeras secreciones al principio del segundo día de observación y la aparición de las primeras evidencias de actividad de insectos. Las secreciones se mantuvieron en incremento durante esta fase de 9 días de duración, así mismo, se colectaron e identificaron los insectos capturados durante los dos momentos de observación de cada día.

Al tercer día de observación se encontraron larvas de gran tamaño por el cuello y la espalda. Seguidamente, en el segundo momento de observación se encontraron larvas más pequeñas por las patas y abdomen del pollo. Después, al cuarto día los huesos de las patas del pollo se encontraban semi expuestos, permitiendo observar cómo los insectos se alimentaron del pollo (Figura 24), y a su vez se encontró abundancia de moscas adultas en la articulación proximal de la extremidad superior izquierda ovipositando y alimentándose del pollo. En la segunda observación del mismo día se notó una gran masa de huevos y larvas en la misma área.

Al quinto día sus extremidades se encontraban necrosadas pero el tórax mantuvo su color blancuzco amarillento sin observar la presencia de larvas ni otra actividad de insectos notoria (Figura 24). La pierna derecha se encontraba con menor tejido blando que la izquierda. Al décimo día se observó un incremento del orificio abdominal y ya no se visualizaron otros insectos que no sean coleópteros considerando con esto, el fin de esta fase.

En esta fase, predominó la familia Calliphoridae con un 70% de los insectos capturados (Figura 25), el cual se divide en dos géneros; el género *Chrysomya* que representa un 43% del total de los califóridos y el género *Cochliomyia*, con una representación del 27%. Por otro lado, el 10% de las capturas pertenecen al género *Piophilina*. Seguidamente, están los coleópteros, con un 7% representado por el género *Dermestes* y un 4% por el género *Necrobia*. El resto se reparte en la familia de Muscidae 6%, representado por los géneros *Stomoxys* con un 4% y *Musca* e *Hydrotaea*

con 1% respectivamente. Sarcophagidae 2%, caracterizado por los géneros *Sarcodexia* y *Tricharaea* y finalmente por Formicidae 1%.

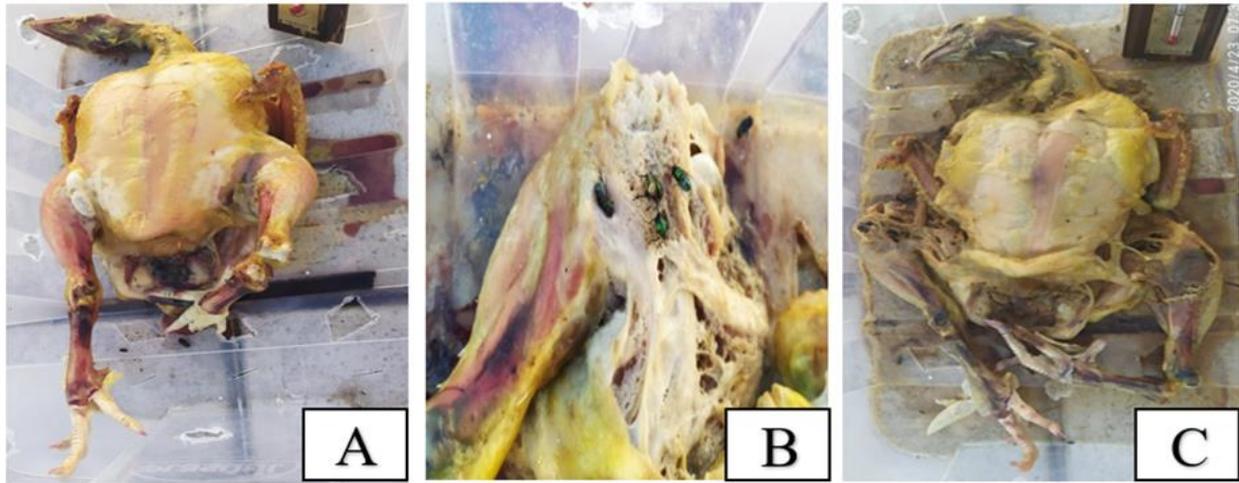


Figura 24. Características del pollo bajo sol en la fase activa de descomposición. (A) Pollo en los primeros días de la fase secretando grasas y sangre; (B) exposición de la carne al día 4 de descomposición; (C) último día del pollo en fase activa.

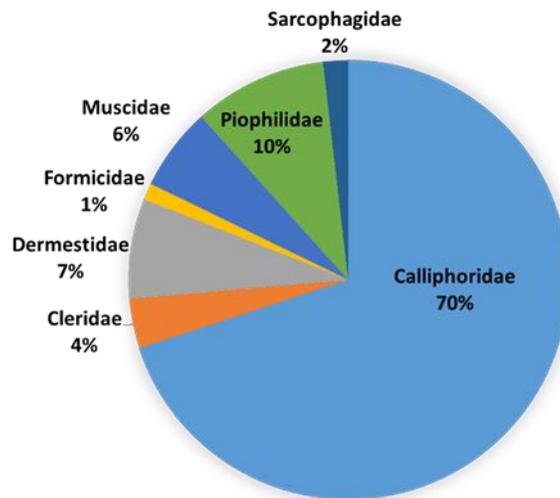


Figura 25. Diversidad de géneros arribados en la fase de descomposición activa del pollo bajo sol.

En la etapa adulta, las especies de género *Cochliomyia* (Figura 26) pueden diferenciarse según la coloración metálica, que va de azul claro a verde y con las tres franjas longitudinales siempre presentes en el tórax (Hall 2008).

Una de las especies más importantes de este género es la especie *Cochliomyia macellaria*, ya que, es una de las principales especies que ayudan a estimar el intervalo *post mortem*, debido a que son los primeros insectos en localizar y colonizar el cadáver; demostrando ser una valiosa herramienta forense porque su ocurrencia en los restos de descomposición ha sido bien definida (Byrd 1998).



Figura 24. Características del género *Cochliomyia*. Sobresale de otros calliphoridaes por presentar (A) palpos filiformes; (B) tiene tres franjas negras longitudinales en el tórax; (C) presenta el calípter blancuzco.

Las moscas del género *Stomoxys* (Figura 27) son hematófagas, conocidas como ectoparásito de mamíferos gracias a que se alimentan de la sangre de humanos y animales (Changbunjong *et al.* 2016). Las moscas adultas hospedan microorganismos patógenos asociados con más de 65 enfermedades de humanos y animales (Greenberg 1965; Greenberg *et al.* 1970) convirtiéndolas en una plaga irritante de gran importancia tanto para el ganado como para la vida silvestre (Mazur 1984).

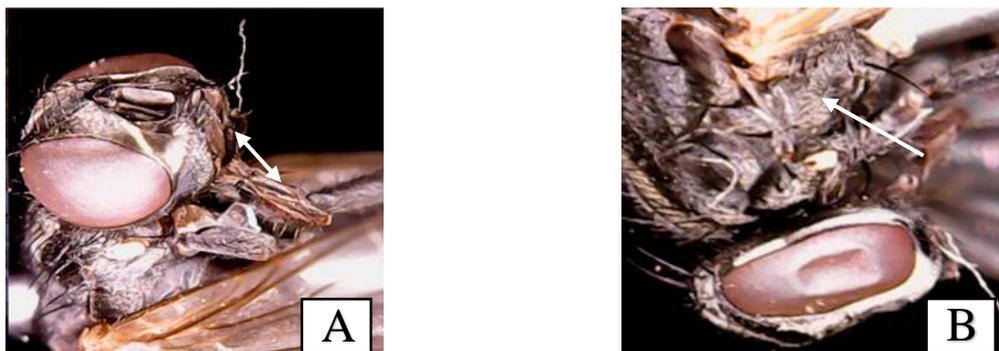


Figura 25. Características del género *Stomoxys*. (A) Palpo más pequeño que la mitad del largo de la proboscis, su proboscis es normalmente alargado fuertemente esclerotizado teniendo su labio reducido también por tener su prosterno; (B) anepimeron setuloso.

Fase avanzada-seca

Para el caso del pollo bajo sol, se encontró que las características de las fases se dan parcialmente y solo en algunas áreas del pollo; extremidades inferiores, extremidades superiores, parte dorsal principalmente. A la vez, se observó que áreas de mayor proporción muscular sufrieron un proceso de putrefacción diferenciado, el tórax, el cuello y cabeza mantuvieron su morfología muscular y conjuntiva.

Las áreas en descomposición avanzada; extremidades inferiores y algo de las superiores, mantuvieron su estado de descomposición por muy corto tiempo y al perder la humedad de los tejidos entraron en fase seca. Estas características compartidas en el pollo bajo sol, nos llevan a denominar esta fase como activa-seca.

Se considera el inicio de la fase avanzada cuando hubo degradación de la musculatura de las extremidades inferiores y la parte dorsal del cuello. La morfología de las partes del pollo se reduce a cartílago y hueso (Amendt *et al.* 2010). Sin embargo, la parte del tórax y extremidades superiores no se observaban con algún cambio notorio. Considerando el final de esta fase cuando la disponibilidad de líquidos en el pollo es mínima y se mantienen solo huesos y cuero secos, por lo que se da inicio a la fase seca.

El día 11 de observación solo se encontró presencia de coleópteros (Figura 28), como se esperaba en una fase seca, pero para el día 12 se registró una precipitación de 43.43 mm, lo que reactivó las actividades de larvas y dípteros, facilitando que algunas larvas de dípteros se alimenten del pollo. El aparato bucal de las larvas de dípteros está hecho para alimentarse de materias suaves (Schroeder *et al.* 2002), por ende, la precipitación re-hidrató los tejidos del pollo aumentando su humedad para su debido desarrollo.

Al día 13 de observación, se notó menor tejido blando en la pierna derecha y cuello del pollo, sin embargo, el pecho se mantuvo con su misma textura (Figura 29). Al día 14, hubo cambio de coloración en las extremidades bajas, tornándose a un color marrón y se encontraron dípteros de la familia Sarcophagidae y Muscidae y las familias de coleópteros Cleridae y Dermestidae.

Del día 15 al día 23 se notó la ausencia de dípteros a excepción de la familia Piophilidae, manteniéndose la presencia de coleópteros anteriormente mencionados. Al día 23 se encontraron larvas de coleópteros debajo del recipiente y se visualizó que el pollo contaba con pequeños túneles en el pecho, cuello y espalda que les servían a los escarabajos para movilizarse y esconderse.

En este período se realizó la colecta de 188 insectos, donde predominaron la familia Dermestidae y Cleridae representando el 48.6 y 44.2% de la captura total. Seguidas por un 3.9% de la familia Piophilidae, 2.2% de la familia Sarcophagidae, dividiéndose en 1.7% representado por el género *Sarcodexia* y un 0.6% por el género *Peckia*, el 1% restante se divide entre las familias Muscidae y Formicidae.

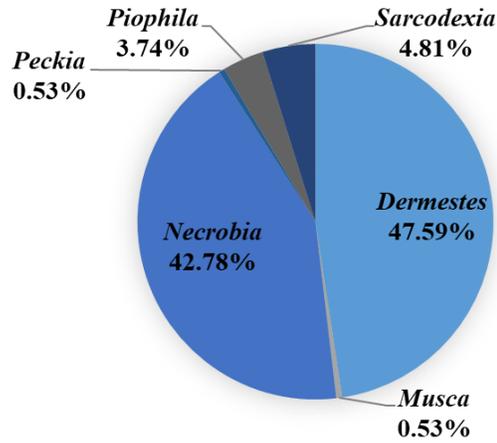


Figura 26. Entomofauna encontrada en el pollo bajo sol en la fase avanzada-seca.

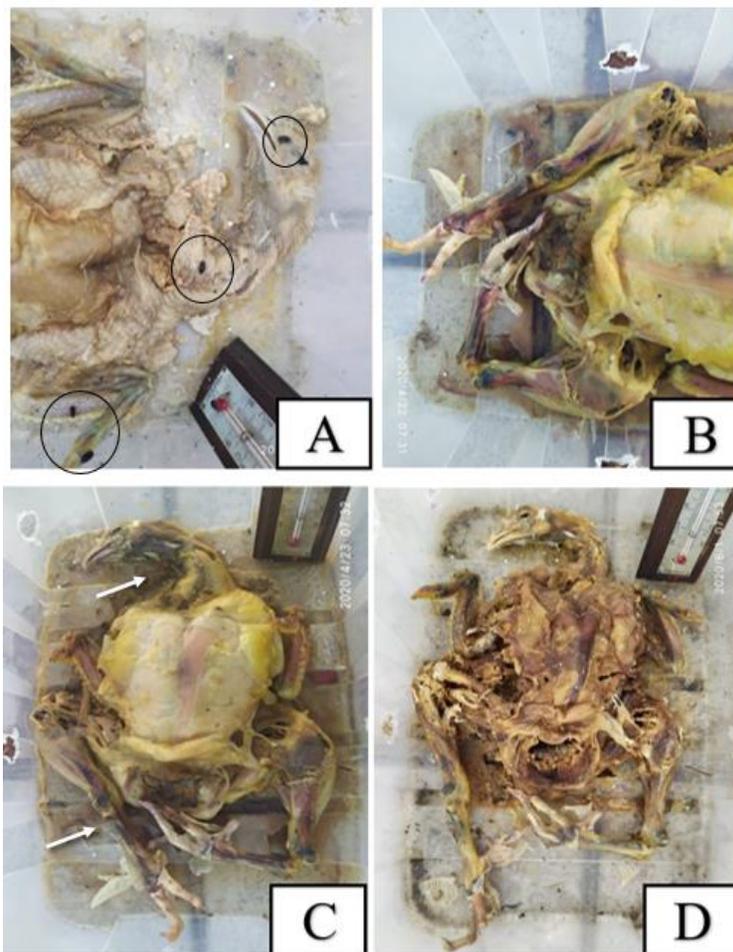


Figure 27. Características de descomposición del pollo bajo sol en fase avanzada-seca. (A) Apariencia del pollo después de la precipitación, presencia de escarabajos en el pollo señalados en círculos; (B) extremidades inferiores necrosadas; (C) extremidades tornándose de color marrón a excepción del tórax; (D) estado del pollo en el último día de observación.

4.CONCLUSIONES

- La descomposición de ambos pollos tuvo un tiempo de duración de 47 días, en los cuales la duración de las fases dependió del microclima de cada pollo.
- Se encontraron 17 géneros en ambos pollos, de los cuales 14 se presentaron en el pollo bajo sombra y 11 en el pollo bajo sol. Se observó ocho géneros en común en ambos pollos, siendo seis géneros exclusivos en el pollo bajo sombra y tres géneros exclusivos en el pollo bajo sol.
- El microclima circundante de cada pollo influye en la deshidratación del cadáver, causando cambios en la entomofauna, el cual favorece más a los insectos que se alimentan de tejidos secos como los coleópteros.

5.RECOMENDACIONES

- Realizar el experimento en una zona rural.
- Replicar el experimento con diferentes tipos de jaulas.
- Evaluar la influencia que tiene la humedad en la descomposición.
- Replicar el experimento con cadáveres enteros para la observación de todas las fases.
- Tomar datos de precipitación de una base meteorológica más cercana o con un pluviómetro.
- Hacer más investigaciones acerca la entomología forense en distintos lugares de Bolivia, ya que se espera que la entomofauna difiera.

6.LITERATURA CITADA

- Amat E, Vélez MC, Wolff M. 2008. Illustrated key for identification to genera and species of blowflies (Diptera : Calliphoridae) of Colombia. *Caldasia*. [Consultado el 30 de jul de 2020]; 30(1):231–244.
https://www.researchgate.net/publication/279765910_Illustrated_key_for_identification_to_genera_and_species_of_blowflies_Diptera_Calliphoridae_of_Colombia.
- Amat E. 2009. Contribución al conocimiento de las Chrysomyinae y Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. [Consultado el 30 de jul de 2020]; 80(1):693-708. DOI: 10.22201/ib.20078706e.2009.003.166.
- Amézquita GSL, Fagua GG. 2017. Evaluación de trampas Schoenly Modificadas y el muestreo tradicional en la captura de múscidos (Diptera: Muscidae) en el proceso de descomposición del cerdo doméstico [Tesis doctoral]. Cogua, Cundinamarca, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Amendt J, Goff ML, Campobasso CP, Grassberger M. 2010. Current concepts in forensic entomology. *Springer science+business media*. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 48(2):1-363. DOI 10.1007/978-1-4020-9684-6.
- Amendt J, Richards CS, Campobasso CP, Zehner R, Hall MJR. 2011. Forensic entomology: applications and limitations. *Springer science+business media*. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 7(1):379-392. DOI: 10.1007/s12024-010-9209-2.
- Anderson G, VanLaerhoven S. 1995. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *J Forensic Sci*. [Consultado el 30 de jul de 2020]; 41(4):617-625. DOI: 10.1520/J FS13964J.
- Arnaldos MI, Garcia MD, Presa JJ. 2010. Sucesión faunística sarcosaprófaga [Tesis doctoral]. México: Universidad de Murcia. 38p.
- Baldacchino F, Muenworn V, Desquesnes M, Desoli F, Charoenviriyaphap T, Duvallet G. 2013. Transmission of pathogens by *Stomoxys* flies (Diptera: Muscidae): A review. *EDP sciences*. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 1(1):20-26. DOI: 10.1051/parasite/2013026.
- Barr WF. 1962. A key to the genera and a classification of the North American Cleridae (Coleoptera). En: Barr WF. *The coleopterist bulletin*. North America: The coleopterists society. p.121-127.
- Beal RSJr. 1959. A key to the Nearctic genera of Dermestidae. En: Beal RSJr. *The Coleopterists bulletin*. North America: The coleopterist society. p.99-101.
- Bostock E. 2015. *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae), a fly of forensic interest: advances in chronobiology and biology [Doctoral thesis]. University of Huddersfield repository-United States of America. 249p.
- Buck M, Woodley NE, Borkent A, Wood DM, Pape T, Vockeroth JR, Michelsen V, Marshall SA. 2009. Key to Diptera families - adults. En: Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA. *Manual of Central American Diptera*. Ottawa: NRC Research Press. P.95-144.
- Buenaventura RE, Camacho CG, Garcia Ga, Wolff EM. 2009. Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. *Rev Colomb Entomol*. [Consultado el 30 de jul de 2020]; 35(2):189-196. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n2/v35n2a14.pdf>.

- Burke A, Chaboo CS. 2015. Beetles (Coleoptera) of Peru: A Survey of the families. Cleridae Latreille, 1802. J Kansas entomol society. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 88(2):260–266. DOI: 10.2317/kent-88-02-260-266.1.
- Byrd JH. 1998. Secondary screwworm, *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (Insecta: Diptera: Calliphoridae) [Tesis de maestria]. Florida: University of Florida. 3p.
- Byrd JH, Castner JL. 2010. Insect forensic importance. En: Byrd, JH, Castner JL. Forensic entomol. New York: CRC Press LLC. p.1-418.
- Calle ML. 2009. Efecto en el ciclo vital de dipteros de importancia médico legal en cadáveres de *Cavia porcellus* (Conejo cuy) fallecidos por organofosforado y diazepam en la ciudad de Cochabamba Bolivia. [Tesis de maestria]. Cochabamba, Bolivia Universidad Mayor de San Andrés. 86p.
- Campos-Granados PC, Romero-Nápoles J, Equihua-Martínez A, Sánchez-Arroyo H, Carrillo-Flores AA, Reyes-Solís G. 2019. Materiales y métodos. Rev Chil entomol. [Consultado el 30 de jul de 2020]; 45(3):363–378. http://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/2019v453/CamposGranados_et_al_2019.pdf.
- Carter DO, Tibbett M. 2006. Microbial decomposition of skeletal muscle tissue (*Ovis aries*) in a sandy loam soil at different temperatures. Soil biol biochem. [Consultado el 30 de jul de 2020]; 1(1): 1139-1145. DOI: 10.1016/j.soilbio.2005.09.014.
- Castillo Miralbes M. 2002. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón [Monografías]. Sociedad Entomológica Aragonesa-España. 94p. [Consultado el 30 de jul de 2020]. <http://sea-entomologia.org/PDF/MSEA06.pdf>.
- Castillo VP. 2013. Caracterización de la entomofauna asociada a cadáveres de cerdo (*Sus scrofa*) fallecidos por lesiones producidas por heridas por arma blanca, en el municipio de Pucarani de la provincia los andes del departamento de La Paz, Bolivia, mayo a julio del 2013 [Tesis de maestría]. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 87p.
- Changbunjong T, Sumruayphol S, Weluwanarak T, Ruangsittichai J, Dujardin JP. 2016. Landmark and outline-based geometric morphometrics analysis of three *Stomoxys* flies (Diptera: Muscidae). Folia Parasitologica. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 63(1):1-9. DOI: 10.14411/fp.2016.037.
- De Carvalho CJB, Couri MS, Pont AC, Pamplona D, Lopes SM. 2005. A Catalogue of the Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region. Zootaxa. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 1(1): 869:1-282. DOI: 10.11646/zootaxa.860.1.1.
- Dekeirsschieter J, Verheggen JF, Haubruge E, Brostaux Y. 2011. Carrion beetles visiting pig carcasses during early spring in urban, forest and agricultural biotops of Western Europe. J insects sci. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 11(73):1-13. https://www.researchgate.net/publication/51595681_Carrion_Beetles_Visiting_Pig_Carcasses_during_Early_Spring_in_Urban_Forest_and_Agricultural_Biotopes_of_Western_Europe.
- Delfinado MD, Hardy DE. 1977. Catalog of the Diptera of the Oriental Region. 1a Ed. Minnesota (Estados Unidos de América): University Press of Hawaii; [Retrieved on Jul 30 of 2020] https://books.google.hn/books/about/A_Catalog_of_the_Diptera_of_the_Oriental.html?id=EzEgAQAAMAAJ&redir_esc=y.
- Early M, Goff ML. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O’ahu, Hawaiian Islands. J Med Entomol. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 23(5):520-531. DOI: 10.1093/jmedent/23.5 .520.
- Evenhuis NL. 1989. Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian regions. 1a Ed. Honolulu (Estados Unidos de América): Bishop Museum Special Publication; [Retrieved on Jul 30 of 2020]. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19901137976>.

- Falcón RL. 2002. Degradación del suelo causas, procesos, evaluación e investigación. 2da Ed. Mérida, Venezuela: Talleres Gráficos del CIDIAT. 267 p. ISBN: 9806483103.
- Fan ZD. 1992. Key to the common flies of China. 2a Ed. Beijing: Science Press.
- Galante E, García MAM. 1997. Detritívoros, coprófagos y necrófagos. Los artrópodos y el hombre. [Consultado el 30 de jul de 2020]; 20:57-64. http://seaentomologia.org/PDF/BOL ETIN_20/B20-003-057.pdf.
- Gonzalez A, Raisman J. 2007. Funcionamiento de un ecosistema. 1a Ed. Zaragoza (España): Acribia; [Consultado el 30 de jul de 2020]. <https://www.biologia.edu.ar/ecologiaFUNCIONAM%20UN%20ECO%20SISTEMA.htm>.
- Greenberg B. 1965. Flies and diseases. Scientific American. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 213(92):1-99. DOI: 10.1038/scientificamerican0765-92.
- Greenberg B, Kowalski JA, Klowden MJ. 1970. Factors affecting the transmission of *Salmonella* by flies: natural resistance to colonization and bacterial interference. Am soc microbiol. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 2(6):800–809. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC416094/>.
- Guimarães JH, Prado AP, Linhares AX. 1978. Tree newly introduced blowfly species in southern Brazil (Diptera, Calliphoridae). Rev Bras Entomol. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 22(2) 53-60. <https://www.scienceopen.com/document?vid=2da165b0-e2cf-4529-86f0-fbd361427114>.
- Hall MJR. 2008. New World Screwworm (*Cochliomyia Hominivorax*) and Old World Screwworm (*Chrysomya Bezziana*). En: Hall MJR. OIE Terrestrial manual. London (Inglaterra): Natural history museum. p. 1- 9.
- Halstead DGH. 1963. Handbooks for the identification of British insects: Coleoptera: Sphaeritidae and Histeridae v.4. 1a Ed. London (Inglaterra): Royal Entomological Society. 16 p. ISBN-10:0901546186.
- Hu G, Wang Y, Sun Y, Zhang Y, Wang M, Wang J. 2019. Development of *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) at Constant temperatures within its colony range in Yangtze river Delta region of China. J Med Entomol. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 56(5): 1215–1224. DOI:10.1093/jm e/tjz052.
- Ioan BG, Manea C, Hanganu B, Stratescu L, Solovastru L, Manoilescu I. 2017. The chemistry decomposition in human corpses. Rev Chimie. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 68(6):1450-1454. DOI: 10.373 58/RC.17.6.5672.
- Kulshrestha P, Satpathy DK. 2001. Use of beetles in forensic entomology. Forensic Sci Int. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 120(1-2):15–17. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073801004108>.
- Kyerematen R, Boateng B, Twumasi E. 2012. Insect diversity and succession pattern on different carrion types. J Res Biol. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 2(7):683-690. https://www.researchgate.net/publication/285503323_Insect_diversity_and_succession_pattern_on_different_carrion_types.
- Lewis AJ. 2011. The ecology of carrion decomposition: necrophagous invertebrate assembly and microbial community metabolic activity during decomposition of *Sus scrofa* carcasses in a temperate Mid-west forest [Master's Thesis]. University oh Ohio-Dayton. 70 p. [Retrieved on Jul 30 of 2020].
- Mazur S. 1984. A world Catalogue of Histeridae. 2da Ed. Polonia: Polish Taxonomical Society. 373p. ISBN: 9788390202587.

- Mohr RM, Tomberlin J. (2014). Development and validation of a new techniques for estimating a minimum postmortem interval using adult blow fly (Diptera: Calliphoridae) carcass attendance. *Int J Legal Med.* [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 129(4):851-859. DOI: 10.1007/s00414-014-1094-x.
- Mona S, Muhammad J, Noreen S, Ali S, Rakha A. 2019. Forensic entomology: a comprehensive review. *Adv in Life science.* [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 6(2):48-59. <https://www.alsjournal.com/621-19/>.
- Montenegro Castro VM. 2018. Entomofauna sucesional y caracterización de las fases de descomposición cadavérica en cerdo (*Sus scrofa domesticus* Erxleben) [Tesis de pregrado]. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 55p.
- Nihei S, De Carvalho CJ. 2007. Phylogeny and classification of Muscini (Diptera, Muscidae). *Zool J Linnean Society.* [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 149(4):493-532. DOI: 10.1111/j.1096-3642.2007.00252.x.
- Pancorbo MM, Ramos R, Saloña M, Sanchez P. 2006. Entomología molecular forense. *Ciencia forense.* [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 6:107-130. https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/26/57/7_Entomologiamolecular.pdf.
- Peracchi AL. 1960. Contribucao ao estudo dos Cléridas neotropicais (Coleoptera, Cleridae). *Revista Brasileira Biología.* [Consultado el 30 de jul de 2020]; 20(1):63–68. <http://r1.ufrrj.br/labmasto/publicacoes/02.pdf>.
- Pérez S, Wolff M. 2011. Muscidae (Insecta, Diptera) Importancia y diversidad para Colombia. *Boletín del museo entomológico Francisco Luís Gallego.* [Consultado el 30 de jul de 2020]. 3(2):1322. <https://ciencias.medellin.unal.edu.co/museos/entomologico/images/Boletin/201106/4.pdf>.
- Plex Sula AI. 2019. Insectos descomponedores asociados a carroñas de gallina y cerdo en Zamorano [Tesis de pregrado]. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 125p.
- Pont AC, Crosskey RW, Cogan BH, Freeman P, Smith KGV, Oldroyd H. 1980. *Catalogue of the Diptera of the Afrotropical Region.* 1a Ed. London: British Museum (Natural History). 1437 p. ISBN: 0565008218.
- Prado e Castro C, Cunha E, Serrano A, García MD. 2012. *Piophilidae*: First records on human corpses. *Forensic Sci Int.* [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 214(1-3):23-26. DOI: 10.1016/j.forsciint.2011.07.009.
- Ribeiro PB, De Carvalho CJB. 1998. Pictorial key to Calliphoridae genera (Diptera) in Southern Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.* [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 7(2):137-140. https://www.researchgate.net/publication/259465589_PICTORIAL_KEY_TO_CALLIPHORIDAE_GENERA_DIPTERA_IN_SOUTHERN_BRAZIL.
- Rich J, Dean D, Powers R. 2005. *Forensic medicine of the lower extremity.* 1a Ed. Canadá: Human Press Inc. 425p. ISBN 978-1-59259-897-7.
- Richards EN, Goff ML. 1997. Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii Islands, Hawaii. *J Med Entomol.* [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 34(3):328-339. Doi: 10.1093/jmedent/34.3.328.
- Richardson MS, Goff ML. 2001. Effects of temperature and intraspecific interaction on the development of *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae). *J Med Entomol*, 38, 347-351. <http://dx.doi.org/10.1603/0022-2585-38.3.347>.
- Schroeder H, Klotzbach H, Oesterhelweg L, Püschel K. 2002. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. *Forensic Sci Int.* [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 127(3):231–236. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(02\)00131-7](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(02)00131-7).

- Smith KGV, Buckland PC. 1988. A manual of forensic entomology. Am J Archlogy. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 92(2):205-287. DOI: 10.2307/505635.
- Soós A, Papp L. 1991. Catalogue of Palaearctic Diptera. Deutsche Entomologische Zeitschrift. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 39(1-3):57-215. <https://doi.org/10.1002/mmnd.19920390111>.
- Tomberlin JK, Bendow ME, Tarone AM, Mohr RM. 2011. Basic research in evolution and ecology enhances forensics. Trends Ecol Evol. [Retrieved on Jul 30 of 2020]: 26(2):53-55. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.12.001>.
- Torrez J, Zimman S. 2006. Entomología forense. Rev Hosp J.M. Ramos Mejía. [Consultado el 30 de jul de 2020]; 11(1):1-22. http://www.produccion-animal.com.ar/veterinaria_forense/35entomologia.pdf.
- Triplehorn C, Johnson N, Borror DJ. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7a Ed. Estados Unidos: Belmont, CA: Thompson Brooks/Cole. 888 p.
- Wan-Qi Xue, Ming-Fu W, Dan-Dan W. 2007. The genus *Hydrotaea* (Diptera: Muscidae) from China, with descriptions of three new species, Oriental Insects, 41:1, 273-291, DOI: 10.1080/00305316.2007.10417512.
- Wang YW. 2016. Insect succession on remains of human and animals in Shennzhen, China. Forensic Sci Int, 75-86. ISBN: 0030968356 9780030968358.
- Whitworth T. 2010. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of the West Indies and description of a new species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy. Zootaxa. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 2663(2663):1-35. DOI: 10.11646/zootaxa.2663.1.1.
- Xue WQ, Chao CM. 1996. Flies of China. Liaoning science and technology press, Shenyang. [Retrieved on Jul 30 of 2020]; 1(2000):882-911. <https://www.mapress.com/FoC/foc/html02/foc02d.html>.