

Artículo Científico

Sucesión entomológica asociada a restos cadavéricos de *Sus scrofa* Linnaeus (Artiodactyla: Suidae) y su utilidad en la estimación del Intervalo Post Mortem en Lambayeque, Perú

Entomological succession associated with cadaverous remains of *Sus scrofa* Linnaeus (Artiodactyla: Suidae) and its usefulness in estimating the Post Mortem Interval in Lambayeque, Peru

Liliana J. Medina-Achón¹, Jorge E. Sosa-Neyra¹, Marco Villacorta-Ángulo²,
Cinthya Y. Santa Cruz-López^{3*} y Carmen Calderón-Arias⁴

¹Laboratorio Biomedic, Lambayeque, Perú.

²Instituto de Medicina Legal, Lima, Perú.

³Universidad Particular de Chiclayo, Lambayeque, Perú. E-mail: * cinthya_1990_9@hotmail.com

⁴Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

ZooBank: urn:lsid:zoobank.org:pub:99A702FB-2571-455C-BE7A-5308AE118F87

Resumen. Se identificó la entomofauna de interés forense y su utilidad para estimar el Intervalo Post Mortem (IPM), además de establecer la sucesión de la entomofauna, su relación con el proceso de descomposición y el papel de la vestimenta como factor que favorece la proliferación de la entomofauna asociada a carcasas de cerdo doméstico (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) vestido y no vestido. Se sacrificaron dos cerdos *in situ* (uno con vestimenta) que fueron colocados por separado en jaulas de exclusión. Se realizaron muestreos durante 60 días y se registró diariamente la temperatura y humedad ambiental. Los estados inmaduros (huevos, larvas y pupas) recolectados en los cadáveres, fueron separados en dos grupos; el primero fue sacrificado y, el segundo grupo fue conservado en cámaras de desarrollo post embrionario. Los adultos sacrificados fueron montados en alfileres entomológicos para su evaluación y determinación taxonómica. Se identificaron trece especies de insectos importantes para estimar el IPM pertenecientes a los órdenes Diptera: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Calliphoridae), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Calliphoridae), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Calliphoridae), *Synthesiomyia nudiseta* (van Der Wulp, 1883) (Muscidae), *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Muscidae), Sarcophagidae sp., *Euxesta* sp. (Ulidiidae), *Notogramma* sp. (Ulidiidae), *Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774) (Dermestidae), *Necrobia rufipes* (DeGeer, 1775) (Cleridae), *Euspilotus* sp. 1, sp. 2 y sp. 3 (Histeridae). Finalmente se demostró que la vestimenta favorece la proliferación del orden Diptera.

Palabras claves: Coleoptera, Diptera, entomología forense, Intervalo Post Mortem, sucesión de insectos.

Abstract. The entomofauna of forensic interest was identified and its utility to estimate the Post Mortem Interval (IPM), besides establishing the succession of the entomofauna, its relation with the decomposition process and the role of clothing as a factor that favors the proliferation of the associated entomofauna to pig carcasses (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) dressed and not dressed. Two pigs were sacrificed *in situ* (one with clothing) that were placed separately in exclusion

Recibido 25 Mayo 2018 / Aceptado 27 Noviembre 2018 / Publicado online 14 Diciembre 2018

Editor Responsable: José Mondaca E.

cages. Samples were taken for 60 days and the temperature and humidity were recorded daily. The immature stages (eggs, larvae and pupae) collected in the corpses were separated into two groups; the first was sacrificed and the second group was preserved in post embryonic development chambers. The adults obtained were mounted in entomological pins for their evaluation and taxonomic determination. Thirteen important insect species were identified to estimate the IPM belonging to the Diptera and Coleoptera orders: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Calliphoridae), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Calliphoridae), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Calliphoridae), *Synthesiomyia nudiseta* (van Der Wulp, 1883) (Muscidae), *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Muscidae), Sarcophagidae sp., *Euxesta* sp. (Ulidiidae), *Notogramma* sp. (Ulidiidae), *Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774) (Dermestidae), *Necrobia rufipes* (DeGeer, 1775) (Cleridae), *Euspilotus* sp. 1, sp. 2 and sp. 3 (Histeridae). Finally, it was shown that clothing favors the proliferation of the order Diptera.

Key words: Coleoptera, Diptera, forensic entomology, succession of insects, post mortem interval.

Introducción

La entomología forense es una disciplina científica dedicada al estudio de insectos y otros artrópodos relacionados con cadáveres, como herramienta para datar, estimar las causas y el lugar del deceso, cuyo objetivo principal es establecer el momento de la muerte mediante la estimación del Intervalo Post Mortem (Magaña 2001; Aballay *et al.* 2011). El IPM equivale al tiempo transcurrido entre la muerte y el descubrimiento del cadáver, o el período de tiempo que ha estado expuesto un cadáver al ambiente (De Pancorbo *et al.* 2006). Para este propósito la entomología forense utiliza principalmente dos métodos, dependiendo del tipo de restos encontrados; el ciclo de vida de las especies necrófagas, generalmente utilizado en los primeros estados del proceso de descomposición y los patrones de sucesión faunística, empleados en los estados avanzados de descomposición (Magaña 2001; Aballay *et al.* 2011).

El uso de los insectos para la investigación de los casos de homicidio se ha incrementado en los últimos años, la principal razón se debe a que los insectos son los primeros organismos en llegar a un cuerpo en proceso de descomposición. Esto ocurre en determinada secuencia, produciéndose una adición o sustitución de especies, siguiendo este patrón predecible el cual varía con el lugar y la época del año, y teniendo en cuenta el tiempo de desarrollo y los estadios larvales de los insectos, lo que resulta bastante útil para determinar con precisión el IPM (Turchetto *et al.* 2001).

Los estudios sobre entomofauna cadavérica y su sucesión, han llevado a los investigadores a emplear diferentes biomodelos no humanos, tales como: pollos, gatos, perros, ratones, zorros, sapos, conejos, entre otros; siendo el cerdo doméstico (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), el biomodelo no humano más utilizado (Smith 1986).

En el Perú se han realizado múltiples investigaciones para la estimación del IPM, tales como los aportes de Iannacone (2000), Morón (2002), Infante (2004), Zamora (2010), Peceros (2011), Gines-Carrillo y Alcántara (2015) que favorecieron el desarrollo de la entomología forense en el país; sin embargo la información sobre la estimación del IPM en carcasas de cerdos domésticos vestidos aún es escasa, a pesar de ser de gran importancia, debido a que asemeja a las condiciones imperantes en la mayoría de los casos de homicidio, suicidio o muerte natural. Considerando fundamentalmente que muchas larvas de moscas tienden a esconderse debajo de la ropa al momento de pupar. De manera que, es necesario establecer la fauna cadavérica propia de Lambayeque (Perú) con estas condiciones, ya que el tiempo de desarrollo larvario y las diferentes

especies que habitan en un cadáver también están asociadas a factores adicionales como prendas de vestir. Esta información sería una herramienta valiosa que aportaría evidencia en la resolución de casos forenses de la región e implementaría un banco de información que contribuiría al esclarecimiento de investigaciones policiales.

Por lo expuesto anteriormente, el presente estudio tiene como objetivos identificar la entomofauna de interés forense asociada a carcasas de cerdo vestido y no vestido y su utilidad en la estimación del Intervalo Post Mortem, además de establecer la sucesión de la entomofauna, la relación que tiene con el proceso de descomposición en las carcasas de cerdo y determinar si las prendas de vestir actúan como factor positivo o negativo para la proliferación de los insectos de interés forense.

Materiales y Métodos

La investigación de tipo descriptiva utilizó el diseño de una sola casilla (Stracuzzi y Pestana 2006). El experimento se realizó durante los meses de julio-octubre del 2014 en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" (UNPRG) de Lambayeque, Perú.

El material biológico estuvo conformado por dos lechones de cerdo (*Sus scrofa* Linnaeus) de corta edad, con pesos de 8,5 y 8,83 kg, la misma dieta y adquiridos de forma conjunta. Los cerdos fueron anestesiados con Ketamina (15 mg/kg) y Xilacina (1mg/kg) para evitar el sufrimiento durante la eutanasia, luego fueron sacrificados mediante una inyección intravenosa de sulfato de magnesio en solución sobresaturada para prevenir la aparición heridas traumáticas sangrantes que pudieran alterar las preferencias de oviposición de las especies de interés forense (Peceros 2011). Posteriormente, se procedió a cubrir con una polera y un pantalón de algodón solo al cerdo de 8,5 kg. Finalmente, ambos cerdos se colocaron por separado en jaulas de exclusión para impedir la perturbación de algunos vertebrados carroñeros, permitiendo el acceso de los insectos a las carcasas.

El cerdo vestido se ubicó a 06°42'22"S - 79°54'46"O y el cerdo no vestido a 06°42'26"S - 79°54'35"O. Ambas carcasas estuvieron expuestas al sol bajo las mismas condiciones ambientales y separadas entre sí por una distancia de 30 metros y a una altitud de 41 msnm.

Se realizaron dos muestreos diarios (11 am y 3 pm) durante 60 días, registrándose una temperatura ambiental media de 23,41 °C, con una temperatura máxima que alcanzó los 28 °C y una mínima de 21 °C. En el laboratorio la temperatura promedio fue de 19,65 °C, con una temperatura máxima registrada de 23 °C y mínima de 17 °C. La humedad ambiental relativa promedio fue 77,18%, con una humedad máxima registrada de 83% y mínima de 69%. La condición climática que predominó durante el desarrollo de la investigación fue la de cielo nublado (55% de días de muestreo) con vientos en promedio de 2,90 m/s, seguido de días soleados en un 38% y lluviosos en un 7% (datos proporcionados por la estación meteorológica de la UNPRG).

Los huevos de las especies colonizadoras encontradas en las carcasas de cerdo se recolectaron mediante el uso de pinzas y pinceles con cerdas finas. Se obtuvo una muestra representativa de la masa de huevos, la que fue dividida en dos grupos: el primero fue sacrificado y preservado en alcohol de 70° y, el segundo grupo fue conservado en micro frascos con papel de filtro húmedo para evitar que se deshidrataran durante su transporte al laboratorio, donde se acondicionaron en cámaras de desarrollo post embrionario con sustrato alimenticio para determinar el tiempo promedio de sus ciclos biológicos, el mismo procedimiento se realizó en el campo para la respectiva comparación (Peceros 2011).

Los estadios larvarios fueron recolectados con pinces, luego se procedió a separarlos en dos grupos: el primer grupo fue sacrificado con agua caliente a 80 °C y conservado en micro frascos con alcohol de 70°, el segundo fue transportado al laboratorio y acondicionado en cámaras de desarrollo post embrionario para su crianza. Las pupas de los dípteros fueron recolectadas desde el octavo día de iniciada la descomposición de las carcasas, colocándolas en cámaras de desarrollo post embrionario con arena fina (Peceros 2011).

Se realizó un monitoreo periódico del desarrollo de los insectos hasta la emergencia de los adultos, que posteriormente fueron sacrificados en cámaras letales y montados en alfileres entomológicos para su evaluación y determinación taxonómica.

Los insectos obtenidos durante el estudio, fueron conservados en medios líquidos y en seco para posteriores estudios. La identificación de los estadios inmaduros de dípteros y coleópteros se realizó utilizando las claves taxonómicas de Foote *et al.* (1991), Lawrence y Britton (1991), Kingsolver (1991), Oliva (2001) y Florez y Wolff (2009). Mientras que los adultos recolectados en campo y obtenidos de las crías se identificaron siguiendo las claves de Diptera, Calliphoridae: Amat *et al.* (2008), Dale y Prudot (1986), Colless *et al.* (1991). Muscidae: Colless *et al.* (1991), Carvalho y Mello-Patiu (2008), Carvalho *et al.* (2002). Sarcophagidae: Colless *et al.* (1991), Carvalho y Mello-Patiu (2008), Buenaventura *et al.* (2009). Ulidiidae: Carvalho y Mello-Patiu (2008). Coleoptera, Dermestidae: Lawrence y Britton (1991), Kingsolver (1991), Díaz *et al.* (2008). Cleridae e Histeridae: Lawrence y Britton (1991) y Almeida y Mise (2009).

Respecto, a los ciclos biológicos de las especies de interés forense que colonizaron las carcasas de cerdo, se obtuvieron sumando el tiempo promedio que tardaron los insectos en pasar de un estadio a otro, considerando las temperaturas en el campo y en el laboratorio. Los estados inmaduros se mantuvieron en cámaras de desarrollo post embrionario situadas muy cerca de los cadáveres para lograr condiciones ambientales similares a las condiciones sobre las carcasas de cerdo. Además, se estableció la sucesión de la entomofauna de interés forense mediante el registro de ausencia y presencia para cada una de las especies de insectos, durante 60 días consecutivos.

Por último, para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el programa STATISTIXL. Para interpretar los datos se empleó el Índice de Similitud de Jaccard entre las especies y los estados de descomposición, entre los que tenemos: Estado fresco, estado hinchado o enfisematoso, estado de descomposición activa, estado de descomposición avanzada y estado de esqueletización (Calabug y Villanueva 2004), teniendo en consideración los cambios físicos - químicos ocurridos en las carcasas de los cerdos. En base a los valores obtenidos del ISJ se elaboraron dendrogramas de similitud.

Resultados

Se identificó la entomofauna de interés forense asociada a las carcasas de cerdo vestido y no vestido, encontrando 13 especies de insectos útiles para estimar el Intervalo Post Mortem (Figs. 1-13), pertenecientes a los órdenes Diptera y Coleoptera. Se reconocieron cuatro familias del orden Diptera, entre las que destacan Calliphoridae con las especies *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) y *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775); Muscidae con *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) y *Synthesiomyia nudiseta* (van Der Wulp, 1883); Sarcophagidae sp.; Ulidiidae, con *Euxesta* sp. y *Notogramma* sp. En el orden Coleoptera se registraron tres familias: Dermestidae, con *Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774); Histeridae con *Euspilotus* sp.1, sp. 2, sp. 3 y Cleridae con *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775) (Tabla 1).

Tabla 1. Entomofauna de interés forense asociada a carcasas de cerdo vestido y no vestido en la UNPRG, Lambayeque, Perú. Julio-Octubre del 2014.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Insecta	Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya</i>	<i>albiceps</i> (Wiedemann)
			<i>Cochliomyia</i>	<i>megacephala</i> (Fabricius) <i>macellaria</i> (Fabricius)
		Muscidae	<i>Musca</i> <i>Synthesiomyia</i>	<i>domestica</i> (Linnaeus) <i>nudiseta</i> (van Der Wulp)
		Sarcophagidae	Indeterminado	sp.
		Ulidiidae	<i>Euxesta</i> <i>Notogramma</i>	sp. sp.
	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>maculatus</i> (DeGeer)	
	Coleoptera	Histeridae	<i>Euspilotus</i>	<i>Euspilotus</i> sp. 1 <i>Euspilotus</i> sp. 2 <i>Euspilotus</i> sp. 3
		Cleridae	<i>Necrobia</i>	<i>rufipes</i> (DeGeer)
	TOTAL	2	7	10

Chrysomya albiceps (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae) (Fig. 1)

Los adultos miden entre 10-12 mm de longitud, son de color verde metalizado, con reflejos dorado y bronce en el dorso del tórax y abdomen, bandas transversales y patas de color negro (Infante 2004). Las larvas son de forma cónica, con 12 segmentos y prolongaciones gruesas en la dermis similar a espinas; el aparato bucal presenta ganchos que son muy notorios y espiráculos de color café (Florez y Wolff 2009). Los estadios larvales prefieren sustratos alimenticios de origen animal en descomposición y son depredadoras de otras larvas de dípteros. Se le considera una especie de colonización primaria, debido a que se encontró en el cerdo vestido desde el primer al vigésimo segundo día de muestreo, ausentándose el undécimo, decimosexto y vigésimo día. En el cerdo no vestido se encontró desde el primer al vigésimo cuarto día, ausentándose el undécimo, decimosexto y del décimo noveno al vigésimo tercer día. El ciclo biológico en la carcasa de cerdo vestido y no vestido tuvo una duración de 14 días en campo, con una temperatura promedio de 23,3 °C, y en el laboratorio duro 21 días con una temperatura promedio de 19,7 °C. En ambas carcasas de cerdo estuvo presente desde el estado fresco al de descomposición avanzada.

Chrysomya megacephala (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) (Fig. 2)

Los adultos miden entre 4-16 mm de longitud, son de color azul metálico brillante en el tórax y abdomen, el macho tiene un marcado dimorfismo sexual en el diámetro ocular (ojos más grandes) en comparación con la hembra (ojos más pequeños) y de color rojo ladrillo. Las larvas son vermiformes, en su extremo posterior el espiráculo presenta un peritrema abierto muy pigmentado y botón imperceptible. Se le considera una especie de colonización secundaria, observándose en el cerdo vestido del segundo al décimo cuarto día de muestreo, ausentándose del undécimo al décimo tercer día. En el cerdo no vestido se observó del segundo al décimo cuarto día, ausentándose del décimo al décimo tercer día. El ciclo biológico en la carcasa de cerdo vestido y no vestido tuvo una duración de 17 días en campo con una temperatura promedio de 23,4 °C, y en laboratorio tuvo una duración de 21 días con una temperatura promedio de 19,7 °C. En ambas carcasas de cerdo estuvo presente desde el estado hinchado al de descomposición avanzada.

Cochlyomyia macellaria (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoridae) (Fig. 3)

Los adultos miden entre 5-10 mm de longitud, tienen el cuerpo de color verde oscuro metálico y tres bandas longitudinales de color verde oscuro o negro en el dorso del tórax, con ojos grandes cubriendo la mayor parte de la cabeza. Las larvas son de color crema, presentan en su extremo posterior espiráculos oblicuos rodeados por una corona de papilas cónicas y botón perceptible (Gines-Carrillo y Alcántara 2015). Esta especie se presenta en áreas calientes y húmedas, ya que no tolera el frío. Se le considera una especie de colonización secundaria, ya que se encontró en el cerdo vestido, del cuarto al décimo cuarto día de muestreo, ausentándose del undécimo al décimo tercer día. En el cerdo no vestido se encontró del tercer al décimo cuarto día, ausentándose del undécimo al décimo tercer día. El ciclo biológico en el campo para ambas carcasas tuvo una duración de 12 días con una temperatura promedio de 23,5 °C, y en laboratorio la carcasa del cerdo vestido duró 22 días con una temperatura promedio de 16,9 °C y la carcasa de cerdo no vestido duró 20 días, con una temperatura promedio de 16,5 °C. En ambas carcasas de cerdo estuvo presente desde el estado hinchado al de descomposición.

Familia Sarcophagidae (Diptera) (Fig. 4)

Los adultos miden entre 8-14 mm de longitud, son color gris con tres líneas longitudinales de color negro en el mesonoto, arista larga y plumosa en la parte basal. Las larvas poseen cuerpo cónico y los espiráculos posteriores están situados en una depresión (Disney 1994). La hembra posee viviparidad (depositan las larvas directamente sobre el cadáver, sin pasar por el estadio huevo). Se le considera una especie de colonización primaria, ya que se encontró en ambas carcasas del primer día de muestreo al décimo primer día de iniciada la descomposición avanzada, también se observó del décimo cuarto al vigésimo día, del vigésimo segundo al trigésimo día y del cuadragésimo al quincuagésimo segundo día. El ciclo biológico en el campo tuvo una duración de 23 días con una temperatura promedio de 23,6 °C en ambas carcasas, y en laboratorio, en la carcasa de cerdo vestido, el ciclo biológico tuvo una duración de 36 días, y en el cerdo no vestido duró 35 días; ambas crianzas con temperatura promedio de 20,6°C. Durante los muestreos realizados en esta investigación, solo se pudieron observar y registrar especímenes adultos de esta familia, cuya identificación taxonómica solo llegó a nivel de familia. En ambas carcasas de cerdo estuvo presente desde el estado fresco hasta el de esqueletización.

Musca domestica (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae) (Fig. 5)

Los adultos miden entre 5-8 mm de longitud, con todo el cuerpo recubierto de pelos, el abdomen es de color amarillo, el dorso del tórax de color gris con 4 líneas longitudinales de color negro y los ojos son de color rojo. Esta especie presenta dimorfismo sexual notorio (Dale 1985), las hembras son de mayor tamaño que los machos y con mayor espacio interocular. El color de las larvas varía entre blanco y amarillo, no presentan espinas, los espiráculos posteriores son visibles y el peritrema presenta una forma sinuosa. Es un insecto cosmopolita y antrópico, las hembras llegan mayormente al cadáver para alimentarse de los fluidos, ya que al contener proteínas los utilizan para la maduración de su sistema reproductor (Peceros 2011). Se observó la presencia de este insecto en el cerdo vestido del primer al vigésimo primer día, ausentándose sólo el undécimo día. En el cerdo no vestido se observó del cuarto al décimo noveno día, ausentándose sólo el undécimo día. El ciclo biológico no pudo determinarse debido a que no se observaron los estadios inmaduros. En ambas carcasas estuvo presente desde el estado hinchado al de descomposición avanzada.

Synthesiomia nudiseta (van Der Wulp, 1883) (Diptera: Muscidae) (Fig. 6)

Es considerado uno de los múscidos más grandes, con aproximadamente 8,5 mm de longitud. Los adultos son de color grisáceo, con cuatro líneas longitudinales de color negro en el mesonoto, poseen antenas, palpos y el segmento abdominal apical de color anaranjado. La larva es de forma cónica, presentando en su extremo posterior espiráculos en forma de un número 25. Los hábitos alimenticios están asociados al consumo de material vegetal y animal en descomposición, presentando preferencia por la carroña de cerdos. Es una especie de colonización secundaria, ya que se encontró en ambas carcasas del segundo al quinto día de muestreo, ausentándose sólo el tercer día. El ciclo biológico de ambas carcasas en campo tuvo una duración de 23 días con una temperatura promedio de 23,6°C, y en el laboratorio, en la carcasa de cerdo vestido el ciclo biológico duró 27 días, y en el cerdo no vestido duró 26 días, ambas crianzas se mantuvieron a una temperatura ambiental promedio de 21,6 °C. En ambas carcasas de cerdo estuvo presente en el estado hinchado.

Euxesta sp. (Diptera: Ulidiidae) (Fig. 7)

Los adultos miden entre 3,8-4,2 mm de longitud, las alas presentan cuatro bandas transversales de color marrón, con una celda anal de punta aguda. Esta especie es considerada oportunista, ya que se presenta sólo para alimentarse de los fluidos de materia orgánica en descomposición, encontrándose del primer al undécimo día de muestreo, ausentándose el tercer, sexto, séptimo y décimo día. En el cerdo no vestido se encontró del segundo al sexto día, ausentándose sólo el quinto día de muestreo. El ciclo biológico de ésta especie no se pudo determinar debido a que no se observaron los estadios inmaduros. En la carcasa de cerdo vestido se encontró desde el estado fresco al de descomposición avanzada, mientras que el cerdo no vestido se encontró desde el estado hinchado al de descomposición activa.

Notogramma sp. (Diptera: Ulidiidae) (Fig. 8)

Los adultos miden entre 4,1-4,7mm de longitud, a menudo se conocen como “moscas de alas manchadas”, junto a miembros de otras familias que tienen bandas o manchas en las alas. En el cerdo vestido, se observó como una especie oportunista, ya que se presentó solo para alimentarse de los fluidos nutritivos de la materia orgánica en descomposición, siendo observada del primer al sexto día de muestreo, ausentándose el cuarto y quinto día. En el cerdo no vestido se observó del segundo al sexto día, ausentándose sólo el quinto día de muestreo. Sólo se pudieron visualizar y registrar adultos durante los muestreos realizados en la presente investigación, por lo que no se logró determinar el ciclo biológico de la especie. En la carcasa de cerdo vestido se encontró del estado fresco al de descomposición activa, mientras que en el cerdo no vestido se observó del estado hinchado al de descomposición activa.

Dermestes maculatus (De Geer, 1774) (Coleoptera: Dermestidae) (Fig. 9)

Los adultos miden entre 5-11 mm de longitud, poseen antenas con ocho segmentos y élitros de color café cubiertos de pelos blancos, con pubescencia blanca y negra en el abdomen, ápice elitral aserrado con una espina terminal. Las larvas están cubiertas de setas, con la parte inferior de color marrón amarillento, en cambio la superficie dorsal es de color marrón oscuro con una línea amarilla central. Los adultos son caníbales de larvas y pupas. En el cerdo vestido, los adultos se encontraron del quinto al último día de expuesta

la carcasa, y en el cerdo no vestido, se observaron del cuarto al último día de muestreo. Las larvas presentes en ambas carcasas fueron recolectadas del décimo al último día de la investigación. En ambas carcasas estuvo presente del estado hinchado al de esqueletización.

Euspilotus sp. 1 (Coleoptera: Histeridae) (Fig. 10)

Los adultos miden entre 4,4-5,8 mm de longitud, el cuerpo es de color negro brillante, muy convexo en vista lateral, los élitros son cortos y terminados en una forma cuadrada, dejando expuesto los dos últimos segmentos abdominales (Aballay *et al.* 2013).

Euspilotus sp. 2 (Coleoptera: Histeridae) (Fig. 11)

Los adultos miden entre 2,2-3,3 mm, el cuerpo es de color negro, los élitros poseen una mancha amarilla en cada uno de ellos. El pronoto es fina y escasamente punteado, con la superficie del disco brillante, y la superficie lateral longitudinal con puntuación gruesa y densa. Basalmente con dos hileras de grandes perforaciones (Aballay *et al.* 2013)

Euspilotus sp. 3 (Coleoptera: Histeridae) (Fig. 12)

Los adultos miden entre 3,4-4,5 mm de longitud, el cuerpo es de color negro con disco pronotal brillante y los élitros con puntuación dispersa (Aballay *et al.* 2013).

En el experimento con el cerdo vestido se encontraron desde el quinto al décimo octavo día y, en el cerdo no vestido, se registró la presencia de adultos desde el cuarto al vigésimo día de muestreo. Estos escarabajos se encuentran en cadáveres, desde el estado hinchado al estado de descomposición avanzada, los adultos y larvas se alimentan de huevos y larvas de otros insectos.

Necrobia rufipes (DeGeer, 1775) (Coleoptera: Cleridae) (Fig. 13).

Los adultos miden entre 3-7 mm de longitud, poseen élitros de color verde azulado metálico, base de las antenas y patas de color rojizo-anaranjado, ojos granulados y antenas con 11 segmentos. Son malos voladores y buenos corredores. Adultos y larvas depredan huevos y larvas de otras especies, siendo carroñeros durante la etapa esquelética. Las larvas son de color marrón brillante con patas rojizas. En el cerdo vestido, los adultos se observaron desde el sexto al último día de muestreo, ausentándose el décimo segundo, décimo sexto, décimo noveno, del vigésimo al vigésimo segundo y del vigésimo cuarto al vigésimo sexto día. Mientras que, en el cerdo no vestido se visualizaron desde el quinto al último día de muestreo, ausentándose el sexto, décimo octavo, décimo noveno y del vigésimo primero al vigésimo cuarto día de muestro. Los huevos de esta especie son transparentes y puestos en series de seis unidades, habitualmente se encuentran muy cerca de las patas de la carcasa de cerdo no vestido a una temperatura de 31 °C, y sobre los pliegues del pantalón de la carcasa de cerdo vestido a una temperatura de 34 °C. En la carcasa de cerdo vestido se encontró desde el estado de descomposición activa al de esqueletización, mientras que el cerdo no vestido del estado hinchado al de esqueletización.

Duración de los ciclos biológicos de las especies con interés forense en condiciones normales de campo y laboratorio en Lambayeque, Perú.

En condiciones de campo, el ciclo biológico del díptero *Cochliomyia macellaria*, tuvo una duración de 12 días, en *Chrysomya albiceps* fue de 14 días, y en *Chrysomya megacephala* fue de 17 días, mientras que en *Synthesiomia nudiseta* y la familia Sarcophagidae duró 23 días.



Figuras 1-13. 1. *Chrysomya albiceps*, 2. *Chrysomya megacephala*, 3. *Cochlyomyia macellaria*, 4. Sarcophagidae sp., 5. *Musca domestica*, 6. *Synthesiomysia nudiseta*, 7. *Euxesta* sp. 8. *Notogramma* sp. 9. *Dermestes maculatus*, 10. *Euspilotus* sp. 1, 11. *Euspilotus* sp. 2, 12. *Euspilotus* sp. 3, 13. *Necrobia rufipes*. Escala: 1 mm.

Al concluir los 60 días de la investigación, en los coleópteros *Dermestes maculatus* y *Necrobia rufipes*, no se logró encontrar el estado de pupa (Tabla 2).

Tabla 2. Cronología del desarrollo de la entomofauna de interés forense asociada a carcasa de cerdo vestido y no vestido en el Jardín Botánico de la UNPRG Lambayeque, Perú. Julio-Octubre del 2014.

Orden	Diptera					Coleoptera	
Especie /	<i>C. albiceps</i>	<i>C. megacephala</i>	<i>C. macellaria</i>	<i>S. nudiseta</i>	Sarcophagidae sp.	<i>D. maculatus</i>	<i>N. rufipes</i>
Estadio							
Huevo	1	1	1	1	0	----	1
Larva	8	10	7	13	10	Más de 53	Más de 47
Pupa	5	6	4	9	13	----	----
Tº desarrollo (Días)	14	17	12	23	23	Dato no registrado	Dato no registrado

En el laboratorio, la duración del ciclo biológico del orden Diptera fue diferente para ambas carcasas, ya que en el cerdo vestido se observó que el ciclo biológico de *Chrysomya albiceps* y *C. megacephala* duró 21 días, en *Cochliomyia macellaria* 22 días, en *Synthesiomyia nudiseta* demoró 27 días y en Sarcophagidae 36 días, siendo este último el de mayor duración (Tabla 3). Mientras que en el cerdo no vestido se observó que el ciclo biológico de *C. macellaria* tuvo una duración de 20 días, en *C. albiceps* y *C. megacephala* fue de 21 días, para *Synthesiomyia nudiseta* 26 días y en Sarcophagidae fue de 35 días (Tabla 4). Además se registró que el promedio de duración del ciclo biológico en las especies de interés forense fue mayor en el laboratorio, que en condiciones de campo, y en la carcasa de cerdo vestido respecto a la del cerdo no vestido.

Para la determinación de los ciclos biológicos de las especies de interés forense se consideró la relación existente entre la temperatura y la humedad relativa, por ser un factor importante en el ciclo biológico de las especies colonizadoras (Fig. 14).

Tabla 3. Cronología del desarrollo de la entomofauna de interés forense asociada a la carcasa de cerdo vestido en la UNPRG, Lambayeque, Perú. Julio-Octubre del 2014.

Orden	Diptera					Coleoptera	
Especie /	<i>C. albiceps</i>	<i>C. megacephala</i>	<i>C. macellaria</i>	<i>S. nudiseta</i>	Sarcophagidae sp.	<i>D. maculatus</i>	<i>N. rufipes</i>
Estadio							
Huevo	1	1	1	1	1	----	1
Larva	12	11	12	10	15	Más de 53	Más de 47
Pupa	8	9	9	16	21	----	----
Días de desarrollo	21	21	22	27	36	Dato no registrado	Dato no registrado

Tabla 4. Cronología del desarrollo de la entomofauna de interés forense asociada a carcasa de cerdo no vestido en el Laboratorio de Ecología de la U.N.P.R.G., Lambayeque, Julio-Octubre del 2014.

Orden	Diptera					Coleoptera		
	Especie /	<i>C. albiceps</i>	<i>C. megacephala</i>	<i>C. macellaria</i>	<i>S. nudiseta</i>	Sarcophagidae sp.	<i>D. maculatus</i>	<i>N. rufipes</i>
Estadio								
Huevo	1	1	1	1	0	----	1	
Larva	12	10	11	10	13	Más de 53	Más de 47	
Pupa	8	10	8	15	22	----	----	
Días de desarrollo	21	21	20	26	35	Dato no registrado	Dato no registrado	

Sucesión de la entomofauna cadavérica y su relación con el proceso de descomposición en carcasas de cerdo vestido y no vestido.

Descomposición cadavérica en carcasas de cerdo vestido. Los insectos que inician el proceso de sucesión en la carcasa de cerdo vestido son los dípteros, representados por la familia Sarcophagidae, *C. albiceps*, *Euxesta* sp., *Musca domestica* y *Notogramma* sp.; para luego observarse la presencia de los coleópteros *D. maculatus* y *N. rufipes*. El mayor porcentaje de permanencia en dípteros lo obtuvo la familia Sarcophagidae con un 65%, seguido de *Musca domestica* con 33%. En el orden Coleoptera, los que presentaron mayor porcentaje de permanencia fueron *D. maculatus* con 93,3% y *N. rufipes* con 85%. Respecto a los estados de descomposición se obtuvo la siguiente información:

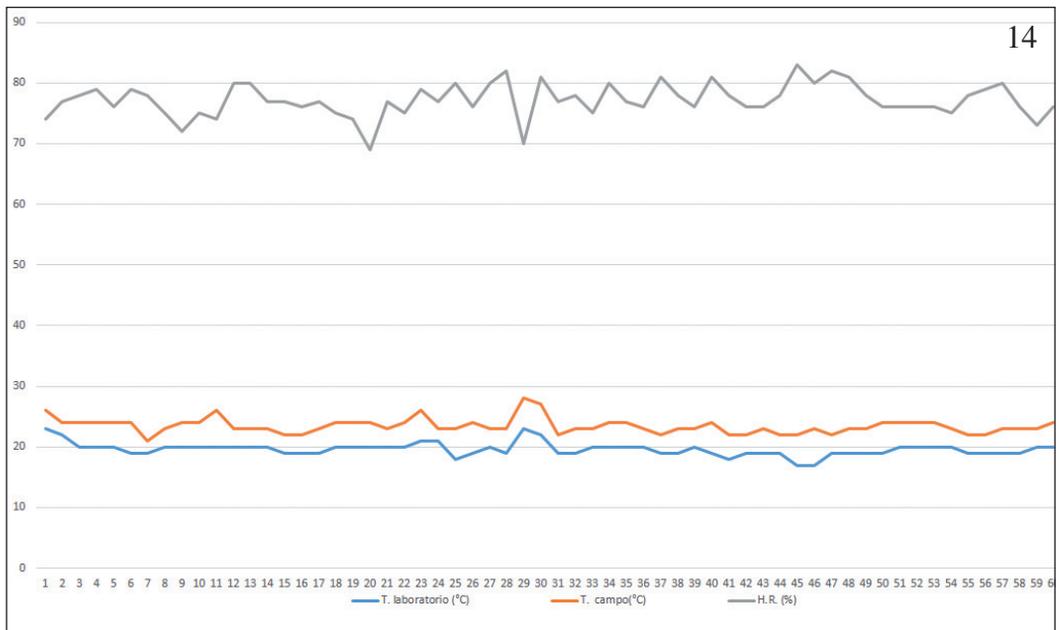


Figura 14. Temperaturas en laboratorio, campo y humedad relativa en la UNPRG, Lambayeque, Perú. Julio-Octubre 2014.

- a. **Estado fresco o cromático.** Ésta fase comprendió 10 horas desde el sacrificio de los cerdos hasta que comenzó a ser visible la hinchazón abdominal (8 de julio del 2014).
- b. **Estado hinchado o enfisematoso.** Ésta fase comprendió desde las 10 horas hasta el día 5 de sacrificado el cerdo (del 8 al 12 de julio del 2014).
- c. **Estado de descomposición activa o colicuativa.** Ésta fase comprendió desde el día 6 hasta el día 9 de sacrificado el cerdo (del 13 al 16 de julio del 2014).
- d. **Estado de descomposición avanzada.** Ésta fase comprendió desde el día 10 hasta el día 49 de sacrificado el cerdo (del 17 de julio al 26 de agosto del 2014).
- e. **Estado de esqueletización.** Ésta fase comprendió desde el día 50 hasta el día 60 de sacrificado el cerdo (del 27 de agosto al 5 de septiembre del 2014).

Descomposición cadavérica en carcasas de cerdo no vestido. En el cerdo no vestido, los insectos que inician el proceso de sucesión también son los dípteros representados por la familia Sarcophagidae y la especie *C. albiceps*, para luego observar la presencia de *D. maculatus* y *N. rufipes*. El mayor porcentaje de permanencia en dípteros lo obtuvo la familia Sarcophagidae con un 66,6% seguido de *C. albiceps* con 28,3%. En el orden Coleoptera, presentaron mayor porcentaje de permanencia *D. maculatus* con 95% y *N. rufipes* con 81,6%. Respecto a los estados de descomposición, se obtuvo la siguiente información:

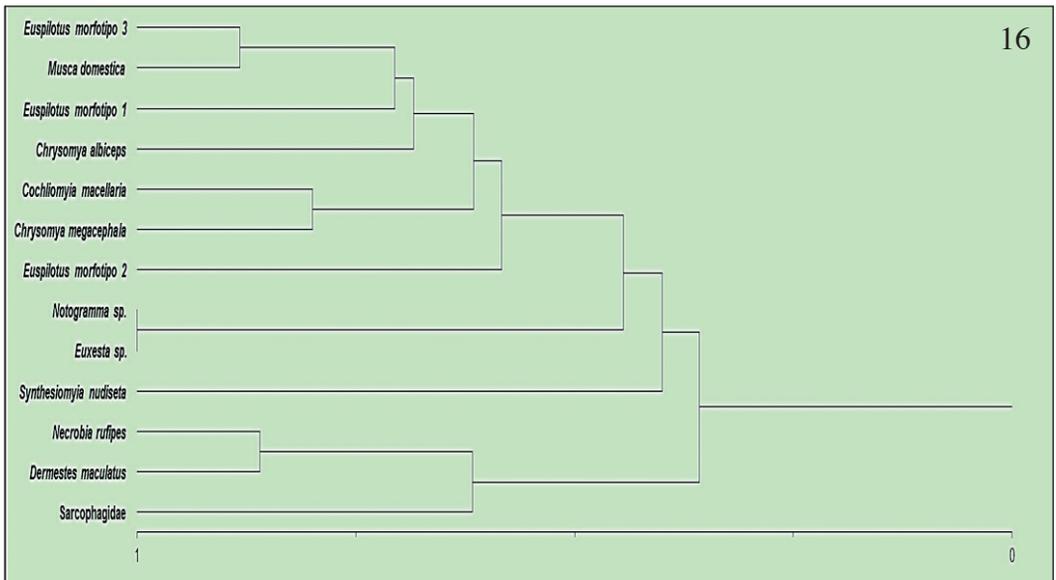
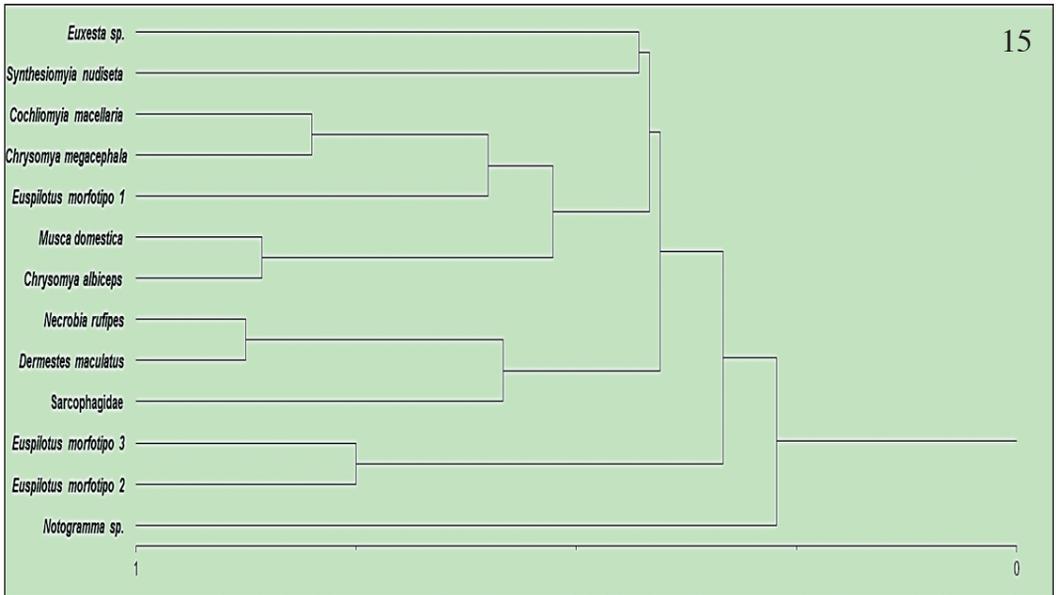
- a. **Estado fresco o cromático.** Ésta fase comprendió 11 horas desde el sacrificio del cerdo hasta que comenzó a ser visible la hinchazón abdominal (8 de julio del 2014).
- b. **Estado hinchado o enfisematoso.** Ésta fase comprendió desde pasadas las 11 horas hasta el día 6 de sacrificado el cerdo (del 8 hasta el 13 de julio del 2014).
- c. **Estado de descomposición activa o colicuativa.** Ésta fase comprendió desde el día 7 hasta el día 10 de sacrificado el cerdo (del 14 al 17 de julio del 2014).
- d. **Estado de descomposición avanzada.** Ésta fase comprendió desde el día 11 al día 51 de sacrificado el cerdo (desde el 18 de julio al 27 de agosto del 2014).
- e. **Estado de esqueletización.** Ésta fase comprendió del día 52 al día 60 de sacrificado el cerdo (desde el 28 de agosto al 5 de septiembre del 2014).

El Índice de Similaridad de Jaccard (ISJ) entre especies, evidenciado en el dendrograma de similaridad, muestra en el cerdo vestido una alta similaridad entre *N. rufipes* y *D. maculatus*, con un valor de 87,5%, ya que comparten similar porcentaje de ocurrencia durante los 60 días (Fig. 15). Además el índice de similaridad entre los estados fresco y enfisematoso y, entre el estado fresco y de descomposición activa presentaron una similaridad 91,7%, mientras que, en el cerdo no vestido el índice de similaridad de Jaccard fue del 100% entre *Euxesta* sp. y *Notogramma* sp. (Fig. 16). Además los estados de descomposición fresco y descomposición activa presentaron una similaridad de 91,7%.

Prendas de vestir como factor positivo o negativo para la proliferación de la entomofauna de interés forense en carcasas de cerdo vestido y no vestido.

Mediante observación directa se determinó, que las prendas de vestir actuaron como factor positivo y negativo para la proliferación de la entomofauna de interés forense, afectando la sucesión, la diversidad, la abundancia relativa de las especies y el tiempo en que se presentó cada etapa de descomposición.

En la carcasa de cerdo vestido se recolectaron 3.690 ejemplares adultos del orden Diptera (Fig. 17) y 326 del orden Coleoptera (Fig. 18), presentando esta carcasa la descomposición más rápida, ya que las prendas de vestir actuaron como factor positivo favoreciendo la colonización, ovoposición, el número y la diversidad de los dípteros necrófagos implicados en la sucesión, disminuyendo el tejido en descomposición y alterando el momento en que



Figuras 15-16. 15. Dendrograma de similaridad entre las especies de interés forense asociada a carcasa de cerdo vestido en el Jardín Botánico de la UNPRG, Lambayeque, Perú. Julio-Octubre 2014. 16. Dendrograma de similaridad entre las especies de interés forense asociada a carcasa de cerdo no vestido en el Jardín Botánico de la UNPRG, Lambayeque, Perú. Julio-Octubre 2014.

se presentaron las fases de descomposición. Para el orden Coleoptera, las prendas de vestir retrasaron la proliferación, actuando como un factor negativo, ya que la colonización de la carcasa ocurrió a partir del quinto día de iniciado el experimento.

En la carcasa de cerdo no vestido se recolectaron 2.606 ejemplares de adultos del orden Diptera (Fig. 17) y 429 del orden Coleoptera (Fig. 18), colonizando la carcasa a partir del cuarto día de producido el sacrificio. La descomposición fue más lenta en esta carcasa, alterando el tiempo en cada etapa de descomposición y con una menor recolección de ejemplares.

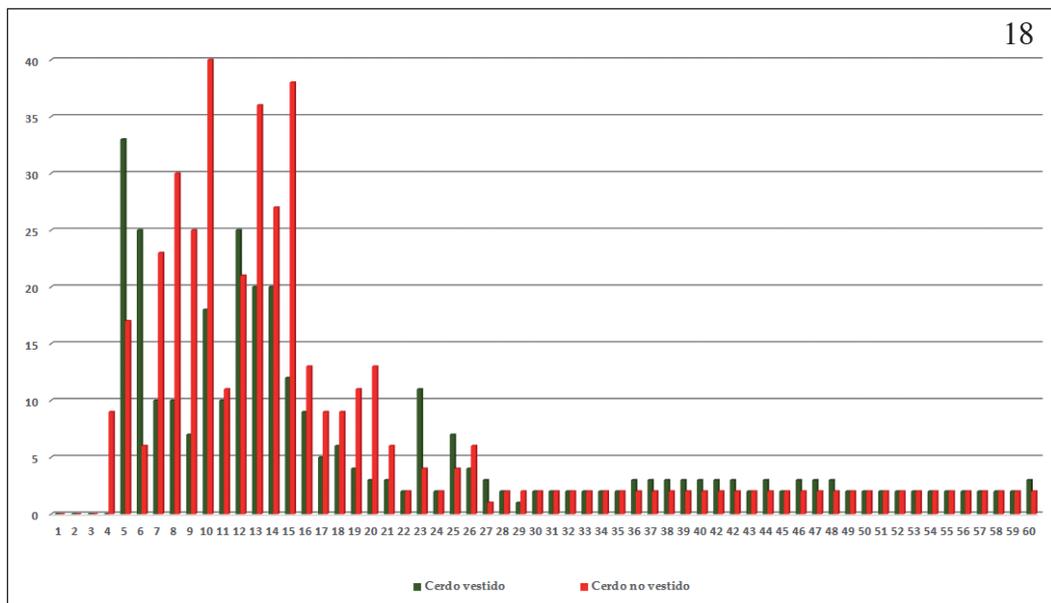
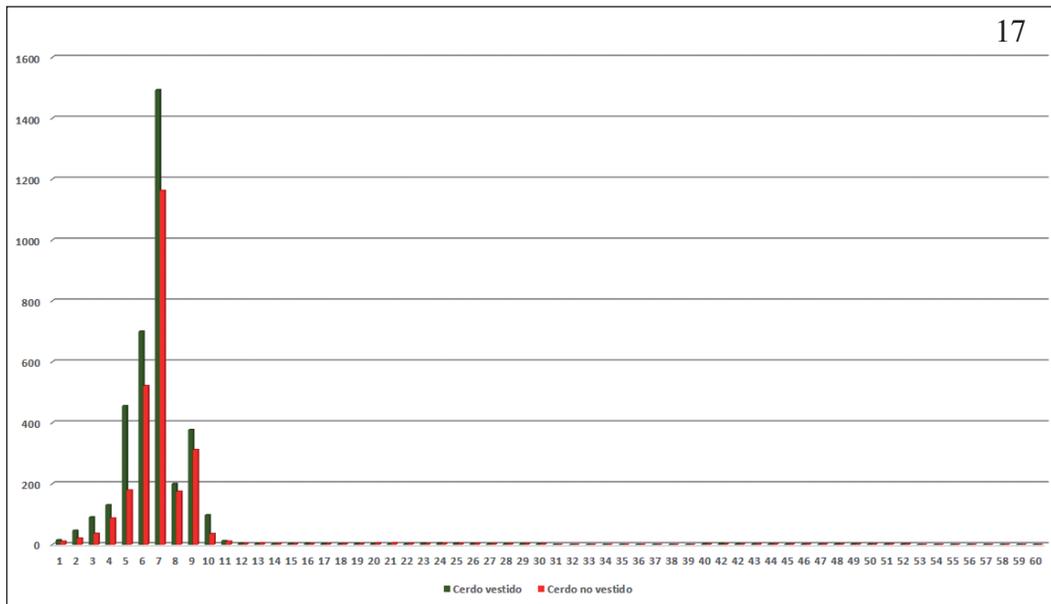


Figura 17-18. 17. Abundancia de adultos del orden Diptera recolectados en las carcasas de cerdo vestido y no vestido en el Jardín Botánico de la UNPRG, Lambayeque, Perú. Julio-Octubre 2014. 18. Abundancia de adultos del orden Coleoptera recolectados en las carcasas de cerdo vestido y no vestido en el Jardín Botánico de la UNPRG, Lambayeque, Perú. Julio-Octubre 2014.

Discusión

En esta investigación se determinó la entomofauna de interés forense asociada a carcasas de cerdo vestido y no vestido, identificando la presencia de 9 especies de dípteros y 4 especies de coleópteros, coincidiendo con algunas especies encontradas en las investigaciones de Iannacone (2000), Infante (2004), Peceros (2011) y Gines-Carrillo y Alcántara (2015).

Durante los 60 días de la evaluación, se observó que las familias de dípteros de importancia forense más abundantes fueron Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae, datos que son similares a los obtenidos por Battán-Horenstein *et al.* (2007), seguido de los coleópteros pertenecientes a las familias Dermestidae, Cleridae e Histeridae, coincidiendo con las especies encontradas por Gines-Carrillo y Alcántara (2015), teniendo en cuenta que las posturas de huevos y la aparición de las larvas no se realizaron de manera inmediata.

Los primeros insectos necrófagos atraídos por el aroma a putrefacción fueron los de la familia Sarcophagidae, visualizándose a diez minutos de producido el sacrificio de ambos cerdos, seguidos de la especie *C. albiceps*. A los treinta minutos se observó la presencia de *Euxesta* sp. y *Musca domestica*; dos horas después se evidenció a *Notogramma* sp., datos que coinciden con los hallados por Castillo-Mirálbes (2001), quien reporta que algunos sarcófagidos se comportan como moscas primarias en primavera, acudiendo al cadáver junto con Calliphoridae. Sin embargo, difieren con lo reportado por Tantawi *et al.* (1996), quienes mencionaron que son las primeras moscas en ser atraídas por la carroña en zonas con altas temperaturas y en regiones tropicales. Por otro lado, Camacho (2005) cita a los callifóridos como primeras especies colonizadoras. Esto se debería probablemente a las distintas condiciones ambientales con las que trabajaron los investigadores antes mencionados.

Respecto a los coleópteros, se encontró a la familia Dermestidae, presentes en carcasas de cerdo vestido y no vestido con mayor incidencia durante la fase de descomposición avanzada; sin embargo su presencia se hizo evidente desde etapas tempranas (enfisematosa). Estos resultados se asemejan a los reportados por Iannacone (2000), Castillo-Mirálbes (2001), pero difirieron de los presentados por Beranger (1990), Marvález-Cardozo *et al.* (2005), quienes registraron la aparición de esta familia en los estados cercanos a la sequedad. Cabe destacar que, *D. maculatus* es la principal consumidora de los restos de piel y estroma seco de los tejidos que quedan en la etapa de descomposición avanzada (Castillo-Mirálbes 2001). Así también, se encontró a *N. rufipes*, un coleóptero presente en ambas carcasas desde las etapas enfisematosa y de descomposición activa, coincidiendo con lo reportado por Garcés *et al.* (2004) y Guarín (2005). Además se recolectaron tres especies de *Euspilotus* (Histeridae) en ambas carcasas desde la etapa enfisematosa. Estas especies indeterminadas también fueron reportadas por Gines-Carrillo y Alcántara (2015).

Los ciclos biológicos de las especies de interés forense son útiles para estimar el Intervalo Post Mortem, considerando el tiempo que un insecto tarda en pasar de un estadio a otro (Yusseff 2009). Esto ha sido comprobado en diversos estudios sobre casos forenses, tal como el trabajo realizado por Kosmann *et al.* (2011), quienes mencionan que el ciclo biológico de *C. albiceps* y *Hemilucilia segmentaria* puede emplearse para determinar el IPM en un caso de homicidio. En el presente estudio, se evaluaron los ciclos biológicos en campo y laboratorio, encontrando que existen diferencias significativas en el tiempo de emergencia de adultos. Se observó que los dípteros criados en campo tuvieron un ciclo biológico más acelerado, que los criados en condiciones de laboratorio, lo que podría deberse, a que el crecimiento se ve influenciado por la temperatura, ya que de ella dependen las reacciones bioquímicas que determinan las bases del desarrollo (Higley y Haskell 2010). Además, Segura (2008) mencionó que la temperatura y humedad relativa ejercen un efecto mayor, influyendo sobre el nivel de respuesta a actividades tales como: alimentación, dispersión, ovoposición, larviposición y en el ciclo biológico. Es así, que se registró que especies como *C. albiceps* en campo, pasaron del estado huevo a adulto en catorce días con una temperatura promedio de 23,3 °C y, en laboratorio, demoraron veintidós días a una temperatura promedio de 19,7 °C. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Gines-Carrillo y Alcántara (2015), quienes reportaron que *C. albiceps* presentó en el campo un ciclo de diez días a 33,9 °C, y en el laboratorio, dieciocho días a 24,7 °C.

En la sucesión de la entomofauna sobre las carcasas de cerdo vestido y no vestido, se reportó la presencia de dípteros, seguidos por la aparición de coleópteros, lo que concuerda con lo encontrado por Carvalho *et al.* (2002) e Infante (2004). Además dicha sucesión guarda relación con reportes en cadáveres humanos (Magaña y Hernández 2000). Cabe destacar que, la duración de cada estado de descomposición fue mayor en el cerdo no vestido, coincidiendo en ambas carcasas, que el estado de descomposición más prolongado fue el de descomposición avanzada (duración aproximada de 40 días). La mayoría de las especies de importancia forense recolectadas durante la sucesión de carcasas de cerdo vestido y no vestido presentaron hábitos necrófagos, unos pocos fueron depredadores y otros oportunistas.

Por otra parte, se observó que las prendas de vestir sí actuaron como factor positivo para la proliferación de la entomofauna de interés forense correspondientes al orden Diptera, debido a que las carcasas fueron colonizadas por las mismas especies de insectos, pero la vestimenta agregada a una carcasa, ocasionó diferencias en la cantidad de ejemplares de las especies recolectadas y en la duración de las etapas de descomposición, siendo está más rápida en la carcasa de cerdo vestido, considerando que ambos cadáveres tuvieron pesos y tamaños similares, estando expuestos a las mismas condiciones de temperatura, humedad, régimen de lluvias, etc. Estos resultados difieren de los encontrados por Peceros (2011), quien reportó que la descomposición fue más rápida en la carcasa de cerdo no vestido, lo que podría deberse a que dicha investigación se realizó en época de verano con altas temperaturas, favoreciendo la descomposición de la carcasa. Para el orden Coleoptera, la vestimenta actuó como un factor negativo, coincidiendo con Voss *et al.* (2011), debido a que las prendas de vestir retrasaron la colonización de los coleópteros, que se registraron en la carcasa de cerdo vestido a partir del quinto día de sacrificio, a diferencia de la carcasa de cerdo no vestido, en donde se observaron desde el cuarto día.

Finalmente, al concluir los 60 días del estudio y la etapa de esqueletización del cadáver, las jaulas que contenían las carcasas de cerdo vestido y no vestido, se dejaron por un mes más para su observación. El área del jardín botánico en donde se colocaron las jaulas de exclusión, tenía mayor cobertura vegetal cercana, en comparación con el área de trabajo utilizada por Gines-Carrillo y Alcántara (2015), condición que en esta investigación favoreció el refugio de insectos oportunistas. Los ejemplares de las especies obtenidas en esta investigación, pasan a conformar la segunda colección de insectos de interés forense que sirvieron de referencia para la estimación del Intervalo Post Mortem en la ciudad de Lambayeque, proporcionando elementos para el desarrollo y difusión de la entomología forense en el Perú.

Conclusiones

La entomofauna de interés forense presente en la descomposición cadavérica de carcasas de cerdo vestido y no vestido, expuestas a condiciones de campo y de laboratorio en Lambayeque, estuvo conformada por los dípteros *Chrysomya albiceps*, *C. megacephala* y *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae), *Synthesiomyia nudiseta*, *Musca domestica* (Muscidae), *Euxesta* sp., *Notogramma* sp. (Ulidiidae) y la familia Sarcophagidae, además de los coleópteros *Dermestes maculatus* (Dermestidae), *Necrobia rufipes* (Cleridae) y *Euspilotus* sp.1, sp. 2 y sp. 3 (Histeridae).

Se registraron tres nuevos dípteros con interés forense para la Región de Lambayeque: *Synthesiomyia nudiseta* (Muscidae), *Euxesta* sp. y *Notogramma* sp. (Ulidiidae).

Se estableció la sucesión de la entomofauna de interés forense y su relación con el proceso de descomposición en carcasas de cerdo vestido y no vestido, siendo los adultos de la familia Sarcophagidae y *C. albiceps* (Calliphoridae) los que inician el proceso de descomposición como insectos colonizadores primarios. Posteriormente, se encontraron los dípteros oportunistas *Musca domestica*, *S. nudiseta* (Muscidae), *Euxesta* sp. y *Notogramma* sp. (Ulidiidae), *C. megacephala* y *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae) son consideradas especies

colonizadoras secundarias junto con los coleópteros *D. maculatus* (Dermestidae), *N. rufipes* (Cleridae) y *Euspilotus* sp.1, sp. 2 y sp. 3 (Histeridae).

Se estableció que existe similaridad de presencia entre los dípteros *M. domestica* y *C. albiceps*, y entre los coleópteros *N. rufipes* y *D. maculatus*, en la carcasa de cerdo vestido, y una alta similaridad entre *Euxesta* sp. y *Notogramma* sp., *M. domestica* y *Euspilotus* sp. 3 en la carcasa de cerdo no vestido.

Las prendas de vestir actúan como factor positivo para la proliferación de dípteros de interés forense en la carcasa de cerdo vestido y como factor negativo para los coleópteros, retrasando la colonización y la sucesión.

La identificación de las especies de insectos con interés forense, sus ciclos biológicos, la sucesión y la determinación de las prendas de vestir como factor positivo o negativo evaluados en la presente trabajo de investigación, pueden ser empleados como herramienta para la estimación del Intervalo Post Mortem en la Región de Lambayeque, Perú.

Literatura Citada

- Aballay, F., Fernández, F., Mulieri, P. y Urquiza, S. (2011)** Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense en la puna de Catamarca, Argentina: la ovoviviparidad como ventajas en condiciones de extrema aridez. *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina*, 70: 255-266.
- Aballay, F., Arriagada, G., Flores, G. y Centeno, N. (2013)** An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. *Zookeys*, 261: 61-84.
- Almeida, L. y Mise, K. (2009)** Diagnosis and Keys of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(2): 227-244.
- Amat, E., Vélez, M. y Wolff, M. (2008)** Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de Califoridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia*, 30(1): 231-244.
- Battán-Horenstein, M.A., Linhares, X., Rosso, B. y García, D. (2007)** Species composition and seasonal succession of saprophagous calliphorids (Insect: Diptera) in a rural area of Córdoba, Argentina. *Biological Research*, 40: 163-171.
- Beranger, P. (1990)** Les insectes dans l' enquête policière. Boubée. París, Francia. 56 pp.
- Buenaventura, E., Camacho, G., García, A. y Wolff, M. (2009)** Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(2): 189-196.
- Calabug, J. y Villanueva, C. (2004)** Medicina Legal y Toxicología. Editorial Masson. Barcelona, España. 100 pp.
- Camacho, G. (2005)** Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogotá. *Revista Colombiana de Entomología*, 31(2): 189-197.
- Carvalho, C.J. y Mello-Patiu, C. (2008)** Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3): 390-406.
- Carvalho, C.J., Moura, M.O. y Ribeiro, P.B. (2002)** Clave para adultos de dípteros (Muscidae: Fanniidae: Anthomyiidae) asociados al ambiente humano en Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 46: 107-114.
- Castillo-Miralbés, M. (2001)** Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera-Huesca, España. *Graelisia*, 57(1): 85-90.
- Colless, D., Mcalpine, D., Naumann, P., Carne, J.F., Lawrence, E.S., Nielsen, J.P., Spradberry, R.W., Taylor, M.J. y Whitten, M.J. (1991)** The insects of Australia. Cornell University Press. New York, EE.UU.
- Dale, W. (1985)** Identidad de las moscas Calliphoridae (Diptera) en la costa central del Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 28: 63-70.

- Dale, W. y Prudot, E. (1986) Apuntes sobre biología de la mosca Calliphoridae (Diptera) en la costa central del Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 29: 105-111.
- De Pancorbo, M., Ramos, R., Saloña, M. y Sanchez, P. (2006) Entomología molecular forense. *Ciencia Forense*, 8: 107-130.
- Díaz, W., Anteparra, M. y Hermann, A. (2008) Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: Revisión y nuevos registros. *Revista Peruana de Biología*, 15(1): 15-20.
- Disney, R. (1994) Scuttle Flies: The Phoridae. Chapman & Hall. Londres, Inglaterra. 467 pp.
- Flores, L. (2009) Sucesión de entomofauna cadavérica utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa* L.) (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Chapingo, Montecillo, México.
- Florez, E. y Wolff, M. (2009) Descripción y clave de los estadios inmaduros de las principales especies de Calliphoridae (Diptera) de importancia forense en Colombia. *Neotropical Entomology*, 38(3): 418-429.
- Foot, B.A., Thompson, F.C., Dahlem, G.A., Dennis, D.S., Stasny, T.A. y Teskey, H.J. (1991) Diptera. *En: Stehr, F.W. Immature Insects*. Kendall/Hunt Publishing. Dubuque, EE.UU. 873 pp.
- Garcés, P., Bermudes, S. y Quintero, G. (2004) Determinación de la entomofauna asociada a carcasas de cerdos domésticos vestidos (*Sus scrofa* L.), en el puerto de vacamonte, Provincia de Panamá. *Tecnociencia*, 6: 59-74.
- Gines-Carrillo, E., Alcántara, M.A., Calderón-Arias, C., Infante-Valdez, C. y Villacorta-Angulo, M. (2015) Entomofauna de interés forense asociada a restos cadavéricos de cerdos (*Sus scrofa* L.), expuestos a condiciones de campo en Lambayeque - Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 50(1): 1-11.
- Guarín, E. (2005) Insectos de importancia forense asociados a la descomposición cadavérica del cerdo (*Sus domesticus*), expuesto a sol, sombra total y sombra parcial en Mayaguez, Puerto Rico (tesis de maestría). Universidad de Puerto Rico.
- Higley, G. y Haskell, N. (2010) Insect development and forensic entomology (ed. Byrd J.H. & Castner J.L.). CRC Press, Boca Raton. New York, EE.UU. 681 pp.
- Iannacone, J. (2000) Artrópoda de importancia forense asociada a un cadáver de cerdo en Ventanilla - Calla, Perú. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1): 85-89.
- Infante, C. (2004) Entomofauna asociada a restos cadavéricos de cerdo y su utilidad en la cronotanatognosis en la provincia de Ica (tesis pregrado). Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Perú.
- Kingsolver, J. (1991) *Dermestid beetles* (Dermestidae: Coleoptera). Insect and mite pests in food. *An illustrated keys*, 1: 115-135.
- Kosmann, C., Patricio, M., Franco, T. y Pujol, J. (2011) *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(4): 621-623.
- Lawrence, J.F. y Britton, E.B. (1991) Coleoptera (Beetles). The insects of Australia: A textbook for students and research workers. Melbourne University Press. New York, EE.UU. 683 pp.
- Magaña, C. (2001) La entomofauna forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Aracnet*, 28: 49-57.
- Magaña, C. y Hernández, M. (2000) Aplicaciones de la entomología forense en las investigaciones médico-legales. *En: Actas y Trabajos del IX Congreso Ibérico de Entomología*, 2000, Zaragoza, España. Pp. 251-270.
- Marvaréz-Cardozo, M.G., Espina de Ferreira, A.I., Barrios-Ferrer, F.A. y Ferreira-Paz, J.L. (2005) La entomología forense y el neotrópico. *Cuadernos de Medicina Forense*, 11(39): 23-33.
- Morón, F. (2002) Identificación de Dípteros necrófagos asociados a hígado humano expuestos en condiciones de campo. Informe N° 1. Reporte del Servicio de Biología Forense (S.B.F.) del Instituto de Medicina Legal. Sede Departamental de Ica, Ministerio Público del Perú.

- Oliva, A. (2001)** Insects of forensic significance on Argentina. *Forensic Science International*, 120: 145-154.
- Peceros, F. (2011)** Sucesión entomológica asociada a procesos de descomposición de carcasas de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) en la provincia de Huarochirí, Lima (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Segura, A. (2008)** Estimación del intervalo post mortem mediante la sucesión de la entomofauna cadavérica en la localidad 1 de Bogotá D.C. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia.
- Smith, K.G. (1986)** A manual of forensic entomology. The trustees of the British Museum (Natural history). Cornell University Press. New York, EE.UU. 205 pp.
- Stracuzzi, S.P. y Pestana, F.M. (2006)** Metodología de la investigación cuantitativa. FEDUPEL. Caracas, Venezuela. 86 pp.
- Tantawi, T., El-Kady, E.M., Greenberg, B. y El-Ghaffar, H.A. (1996)** Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology*, 33(4): 566-580.
- Turchetto, M., Lafisca, S. y Costantini, G. (2001)** Postmortem interval (PMI) determined by study sarcophagus biocenoses: three cases from the province of Venice (Italy). *Forensic Science International*, 120: 28-31.
- Voss, S., Cook, D.F. y Dadour, I.R. (2011)** Descomposición and insect succession of clothed and unclothed carcasses in Western Australia. *Forensic Science International*, 211: 67-75.
- Yusseff, S. (2006)** Entomología forense: Los insectos en la escena del crimen. *Revista Luna Azul*, 23: 42-49.
- Zamora, L. (2010)** Artropofauna asociada a cadáveres de *Sus scrofa* (porcino) en la Provincia de Lambayeque durante el 2007. *Tzhocoen*, 2: 10-14.

