

Artículo original

Entomofauna de interés forense asociada a la descomposición de *Sus scrofa domesticus* (Cerdo doméstico) en la Amazonía peruana

[Entomofauna from the peruvian Amazon with forensic interest associated with the decomposition of the domestic pig *Sus scrofa domesticus*]

Jenny Pizango-Pérez¹, Francisca Milagros Cachi-Rios¹, Arturo Acosta-Díaz¹,
Ricardo Zárate-Gómez², Elizabeth Gines-Carrillo³

1. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Facultad de Ciencias Biológicas (FCB). Jr. Pebas quinta cuadra sin número, Iquitos, Perú. Correos electrónicos: jenzpizper@hotmail.com (J. Pizango-Pérez* Autora para correspondencia), franciscamilagros94@gmail.com (F. M. Cachi-Rios), arturo.acosta.235@gmail.com (A. Acosta-Díaz).
2. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Coordinación de Investigación en Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente (PROTERRA). Av. Quiñones km 2,5, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú. Correo electrónico: rzarate@iiap.gob.pe (R. Zárate-Gómez).
3. Instituto de medicina legal y ciencias forenses. Unidad de Toxicología y Química legal (UNTOQUIL). Jr. Cangallo 818, Cercado de Lima, Perú. Correo electrónico: e.ginescarrillo@gmail.com (E. Gines-Carrillo).

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo conocer la composición de la entomofauna de interés forense, determinar la riqueza y abundancia relativa según las etapas de descomposición y describir la sucesión de la entomofauna de interés forense acorde a las etapas de descomposición de *Sus scrofa domesticus* expuestos al sol y sombra. El trabajo se realizó de febrero a marzo del 2017. Se identificaron 5 etapas de descomposición: fresco, hinchado, colicuativo, avanzado y esqueletización. Registrándose un total de 5064 insectos, distribuidos en 2 Órdenes (Diptera y Coleoptera), 14 Familias, 18 especies y 5 morfotipos. Diptera fue el más abundante en ambas condiciones con 95,52 % (sombra) y 88,49% (sol). Se identificaron las siguientes especies: *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria*, *Hemilucilia* sp. (Diptera: Calliphoridae), *Fannia canicularis*, *Fannia scalaris* (Diptera: Fanniidae), *Musca domestica*, Morfotipo I (Diptera: Muscidae), *Megaselia scalaris*, Morfotipo I (Diptera: Phoridae), *Sarcophaga* sp., Morfotipo I (Diptera: Sarcophagidae), *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae), *Euspilotus* sp., e *Hister* sp., (Coleoptera: Histeridae), *Canthon subhyalinus*, *Eurysternus* sp., *Oxelytrum cayennensis* (Coleoptera: Silphidae), *Polynonchus* sp. (Coleoptera: Trogidae). La entomofauna de interés forense registradas en este estudio pueden ser empleadas para la estimación del intervalo *post mortem*.

Palabras clave: Fauna cadavérica, Insectos, Necrófagos, *Post mortem*.

Abstract

The objective of this study is to further our understanding of the dynamics of invertebrate decomposers of forensic interest. Our goal was to determine the relative abundance, species richness and the succession of invertebrate fauna according to distinct stages of decomposition of the domestic pig (*Sus scrofa domesticus*). The study was performed in March of 2017 in two distinct environments. One subject was exposed in tree provided shade and the second subject was in deteriorated terrain exposed to solar radiation. We identified five stages of decomposition: fresh, bloated, active decay, advanced decay and skeletonization. A total of 5,064 invertebrates were registered, belonging to the two Orders (Diptera and Coleoptera) comprising of 14 families, 18 species and 5 morphotypes. Diptera was the most abundant in both environments with 95,52% abundance in shade and 88,49% abundance in sunshine. The following species were identified: *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria*, *Hemilucilia* sp. (Diptera: Calliphoridae), *Fannia canicularis*, *Fannia scalaris* (Diptera: Fanniidae), *Musca domestica*, Morphotype I (Diptera: Muscidae), *Megaselia scalaris*, Morphotype I (Diptera: Phoridae), *Sarcophaga* sp., Morphotype I (Diptera: Sarcophagidae), *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae), *Euspilotus* sp., and *Hister* sp., (Coleoptera: Histeridae), *Canthon subhyalinus*, *Eurysternus* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae), *Oxelytrum cayennensis* (Coleoptera: Silphidae), *Polynonchus* sp. (Coleoptera: Trogidae). The invertebrate composition of forensic interest recorded in this study can be used to plot a *post-mortem* time frame with relative accuracy.

Keywords: Cadaverous fauna, insects, ghouls, *Post mortem*.

INTRODUCCIÓN

La entomofauna, es el grupo más grande y diverso en relación a los demás animales por su capacidad de volar y características morfofisiológicas pues ocupan casi todos los nichos ecológicos encontrándose hasta en los lugares recónditos (Barnes, 1969). Las que actúan en cuerpos descompuestos, son estudiadas por la Entomología Forense, encargada de interpretar la información que suministran los insectos como testigos indirectos, teniendo en cuenta la sucesionalidad en el área con que ésta se presenta (Catts y Haskell, 1990; Byrd y Castner, 2000; Wolf *et al.*, 2001). Estos estudios trascendieron en el siglo XIII en China, pero hace más de tres décadas que las evidencias en entomofauna vienen siendo utilizadas de forma constante en el ámbito médico legal (Catts y Haskell, 1990; Goff, 1993; Iannacone, 2000; Benecke, 2001; Infante, 2003; Gines *et al.*, 2015). Al combinar los conocimientos de Entomología y Medicina legal, éstas ayudan a esclarecer casos incógnitos como intervalo *post mortem* (IPM mín), traslados de cuerpos, asesinatos y/o suicidios, detección de abuso en infantes, negligencia en el cuidado de niños, enfermos y ancianos, ya que los parámetros médicos legales se usan para estimar el IPM cuando el descubrimiento de un cuerpo ocurre luego de 72 horas de su muerte (Wolf *et al.*, 2001; Benecke 2001). En distintos países del mundo, se realizan estudios sobre Entomología Forense y lo emplean para esclarecimiento de hechos delictivos. En Perú, existen estudios principalmente realizados en zonas costeras, lo que dificulta comparar estos resultados con las zonas de la sierra y selva, por ser zonas con climas y hábitats diferentes.

Se destaca los estudios realizados por Iannacone (2000), Infante (2003), Gines *et al.* (2015). Hasta la fecha, en la región amazónica, no se había realizado estudios entomológicos con fines forenses a pesar del incremento de muertes y asesinatos que se suscitan año tras año y que son objeto de investigación criminal. Este estudio tuvo como objetivo principal: conocer

la composición de la entomofauna de interés forense asociada a la descomposición de *S. scrofa domesticus* Linnaeus 1758 expuestos al sol y sombra, en la Amazonía peruana.

Por tal razón el presente estudio muestra la composición de la entomofauna de interés forense, su riqueza, abundancia relativa y la sucesionalidad en que éstas aparecen en cada etapa descrita.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en los terrenos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, ubicado en el Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto, Perú; a 45 minutos de la ciudad de Iquitos al margen derecho del río Nanay, teniendo dos zonas de muestreo separadas entre sí por 209 metros. La zona A (expuesta al sol), estuvo ubicado entre las coordenadas UTM 9574684N 0681361E a una altura de 140 msnm caracterizada como área muy intervenida dominada por especies herbáceas (Zárate y Mori, 2012), ver Figura 1, mientras que la zona B (expuesta en sombra), ubicado entre las coordenadas UTM 9574781N 0681142E a una altura de 115 msnm caracterizada como zona poca intervenida con árboles de 12 metros de altura (Zárate y Mori, 2012), ver Figura 1, la precipitación media anual está estimada en 3050 mm, teniendo 282,5 mm durante el tiempo de estudio, la temperatura en promedio fue de 32°C máxima y 23,1°C mínima y humedad relativa 92%.

El experimento se realizó durante los meses de febrero y marzo del 2017, empleando 2 especímenes de *S. scrofa domesticus* de 2 meses (lechones) con 11 kg y 78 cm de longitud total en promedio (hocico, anca) obtenidos del proyecto porcino de la Facultad de Agronomía de la UNAP, que fueron sacrificados dentro de dos jaulas con arma blanca (cuchillo) provocándoles una herida punzo cortante en el corazón. Se realizaron cuatro muestreos diarios (7:00 h, 12:00 h, 14:00 h y 18:00 h) durante 30 días.

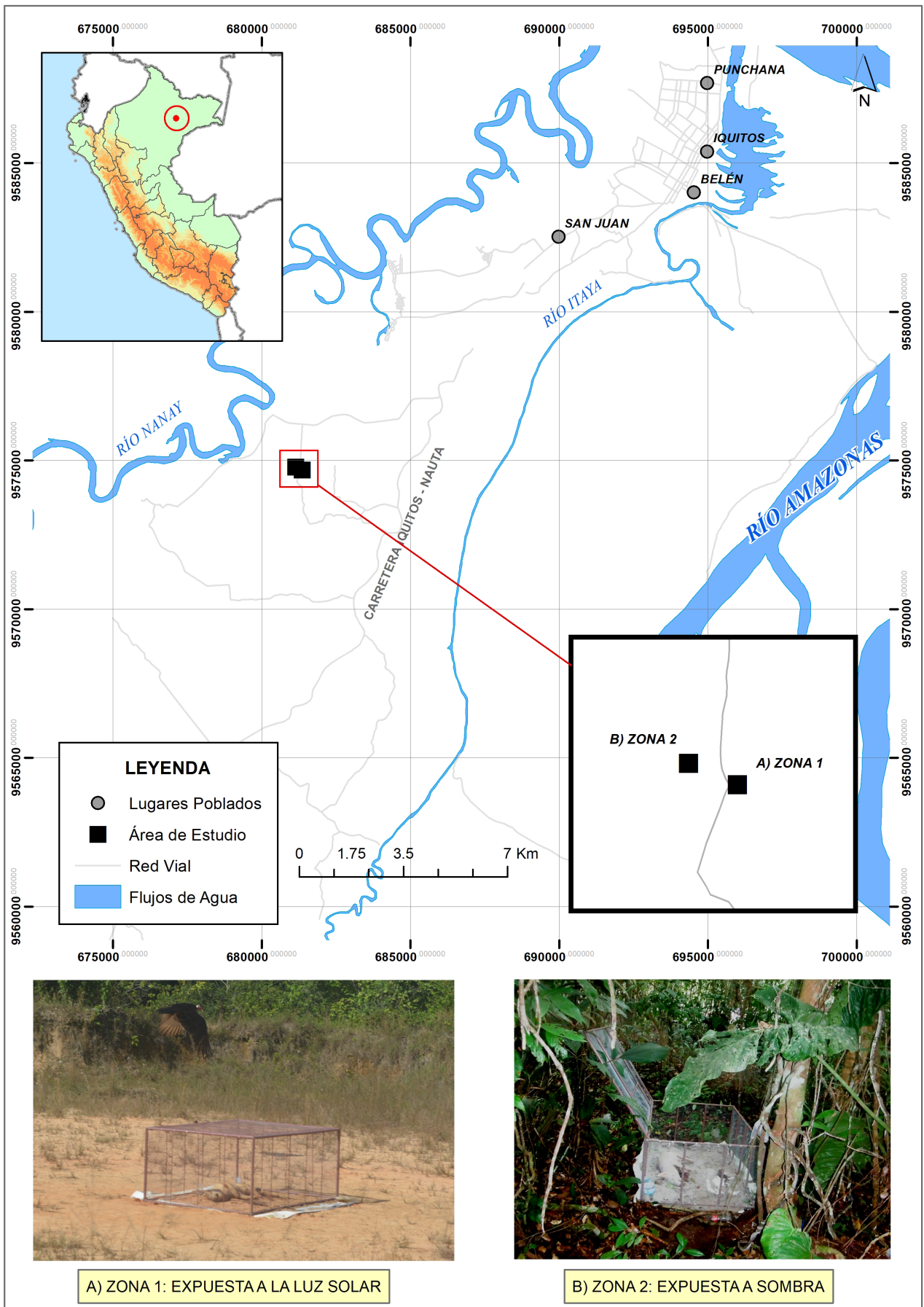


Figura 1. Ubicación de las zonas de estudio en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú. A. Expuesta al sol (Área deforestada) y B. expuesta en sombra (Áreas boscosas).

La colecta se realizó empleando redes entomológicas, pinzas y espátula. Se recolectaron las primeras muestras representativas de huevo y larva que se encontraban en las aberturas naturales de los cadáveres (boca, hocico, ojos, oídos, ano) y en la herida provocada por el arma blanca a partir de las 12 horas de iniciado el muestreo. Éstas se colocaron en cámaras *post* embrionarias con sustrato alimenticio (1 g de hígado crudo de pollo por espécimen) para obtener adultos e identificar las especies que colonizaron el cadáver.

Las larvas y pupas fueron colectadas con pinzas, y espátula, las larvas fueron sumergidas en agua caliente a 85°C por un tiempo de 3 minutos, luego fueron preservadas en viales de vidrio con alcohol de 70° y una gota de glicerina para evitar el endurecimiento. Los adultos se colectaron con una red entomológica, tanto pupas como adultos fueron sacrificados mediante alcohol de 70° y conservados en cajas entomológicas de panel no acristalada de 23 x 33 cm de tipo Smith.

Las muestras fueron rotuladas y depositadas en el Departamento de Ecología y Fauna de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNAP. Para el reconocimiento de los especímenes colectados, se emplearon manuales y claves taxonómicas para Diptera y Coleoptera (Borror y De long 1988), Géneros o Especies del Orden Diptera de la Familia Calliphoridae (Amat *et al.*, 2008; Dale, 1985); Muscidae (Carvalho *et al.*, 2002); Sarcophagidae (Carvalho *et al.*, 2008); Phoridae (Carvalho *et al.*, 2002) y del Orden Coleoptera Dermestidae (Almeida y Mise, 2009); Histeridae (Almeida y Mise, 2009); Scarabaeidae (Almeida y Mise, 2009), Trogidae (Almeida y Mise, 2009), Silphidae (Almeida y Mise, 2009). Para ello se empleó estereoscopios marca Leica modelo EZ4 de luz blanca, Cámara fotográfica Marca Sony Modelo DSC-W610.

Los datos de campo se sistematizaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2016. En valores de tendencia central y dispersión, así mismo se utilizó la media aritmética (\bar{X}) y la desviación estándar (DS). También se utilizó gráficos de barras, índices de diversidad de orden cero (0D), y orden 1 (1D) (12,13), estimadores no

paramétricos: (ACE), (ICE), Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap (14,13). Para análisis de similaridad se empleó Jaccard y Morisita-Horn.

RESULTADOS

Riqueza y abundancia de entomofauna de interés forense

Se registró un total de 5064 insectos, distribuidos en 2 Órdenes (Diptera y Coleoptera), 14 Familias, 18 especies y 5 morfotipos (Tabla 1). En *S. scrofa domesticus* expuesto a la sombra se colectaron 2186 individuos distribuidos en 2 Órdenes, 14 Familias, 18 especies y 4 morfotipos; mientras que en *S. scrofa domesticus* expuesto al sol se colectaron 2878 individuos, distribuidos en 2 Órdenes, 9 Familias, 12 especies y 3 morfotipos. El ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto en sol tardó 29 días en llegar a la última etapa de descomposición mientras que el ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto a la sombra sólo tardó 22 días.

Diptera es el Orden con mayor abundancia relativa, tanto en *S. scrofa domesticus* expuesto al sol (88,49%), como a sombra (95,52%), mientras que las Familias con mayor abundancia relativa en condiciones de sol fueron: Muscidae (63%) e Histeridae (11%); y en condiciones de sombra fueron: Calliphoridae (32%), Muscidae (28,3%) y Fanniidae (27,4%). La abundancia relativa de las especies de importancia forense de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol es *M. domestica* (59,56%) y *Euspilotus* sp. (11,01%); mientras que en el ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto a sombra fueron: *M. domestica* (28,27%), *F. canicularis* (18,39%) y *C. macellaria* (15,51%), ver Tabla 1. La diversidad del ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto a la sombra (0D=22 especies y 1D=9 Especies efectivas) es 1,8 veces más diverso que ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol (0D=15 especies y 1D=5 Especies efectivas). Mediante el análisis de estimadores no paramétricos (Tabla 3) se obtuvo una estimación de $15 \pm 0,1$ especies de entomofauna de interés forense potencialmente presentes en el ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol; de las cuales

se ha registrado el total de las posibles especies que se pueden registrar, mientras que en condiciones de sombra, se obtuvo una estimación de $24 \pm 1,5$ especies de entomofauna de interés forense potencialmente presentes; de las cuales se ha registrado 22 especies, lo cual indica que en futuros estudios se podría obtener de 2 a 3 posibles nuevos registros de interés forense en el ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto a la sombra.

Los ejemplares de *S. scrofa domesticus* expuestos al sol y sombra comparten en común un total de 14 especies, registrando una baja similaridad considerando tanto la presencia de especies (Índice de Jaccard= 0,458) como la abundancia relativa (Índice de Morisita-Horn= 0,05); lo cual indica que la entomofauna es relativamente similar en ambos lugares de exposición (según índice de Jaccard) a muy diferente en ambos lugares de exposición (según índice de Morisita-Horn).

En la Figura 2 se presentan las principales especies de entomofauna de interés forense, registrados en los ejemplares de *S. scrofa domesticus* expuestos al sol y a la sombra.

Sucesión de la entomofauna de interés forense

La sucesión de la entomofauna de interés forense se determinó de forma cualitativa (presencia y ausencia) de cada una de las especies registradas, tanto en el ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol (Tabla 4), como al ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto a la sombra (Tabla 5).

El Orden Diptera toma mayor importancia en las primeras etapas de descomposición, luego su abundancia decrece en las etapas de descomposición avanzada y esqueletización, mientras que Coleoptera, inicia su aparición desde la etapa hinchado con una baja abundancia relativa y en las posteriores etapas es donde empieza a tomar la mayor importancia en el proceso de sucesión (Figura 3).

De acuerdo a la dinámica sucesional, la Familia Muscidae (Diptera) es la que presenta la mayor

abundancia relativa en las cuatro primeras etapas de descomposición, y en la última etapa es la Familia Histeridae (Coleoptera) en condición de sol, mientras que en condición de sombra la Familia Muscidae, Calliphoridae y Fanniidae presentan mayor abundancia relativa en las primeras cuatro etapas de descomposición, e Histeridae (Coleoptera) lo presenta en la última etapa (Figura 3).

Sucesión por etapas de descomposición de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol y sombra.

En el proceso de sucesión de la entomofauna de interés forense en *S. scrofa domesticus* se distinguen cuatro categorías: 1) Aquellos insectos que desarrollan su ciclo completo en el animal y se distinguen e identifican todos sus instars, 2) Aquellos insectos que pueden desarrollar su ciclo completo pero no se diferencian sus instars iniciales y solo se identificó su instar final (pupa), 3) Aquellos insectos que depositan sus huevos pero no se identifica sus demás instars (posiblemente víctimas de la depredación) y 4) Aquellos insectos que solo se registran en instar adulto. En el presente estudio, se identificaron las cuatro categorías, tanto en el ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol (Figura 1A), como al ejemplar de *S. scrofa domesticus* expuesto a la sombra (Figura 1B). A continuación se describen los acontecimientos ocurridos en cada etapa de descomposición:

Fresco: empezó inmediatamente después de ser sacrificados los especímenes y duró 8 horas aproximadas en las dos condiciones (sol y sombra), finalizó cuando se hizo visible la hinchazón abdominal. En esta etapa de descomposición la temperatura corporal descendió (*algor mortis*) igualándose a la temperatura del ambiente (entre 28,2 y 29,5°C, humedad relativa entre 74 y 82% en sol y 26,3 y 27,6°C, humedad relativa entre 79 y 82% en sombra). Pese a no percibirse olor fétido, los primeros colonizadores llegaron atraídos por el olor de la sangre producto de la herida letal causada al animal, dentro de estos colonizadores se identificaron a: *M. domestica*, *M. scalaris* y *Sarcophagidae* (morfotipo 1) (Orden: Diptera); este día no hubo larvificación ni ovoposición en condición de sol, mientras que

Tabla 1. Riqueza de entomofauna de interés forense asociadas al proceso de descomposición de *S. scrofa domesticus* en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Id	Orden	Familia	Nombre científico	Figura
1	Coleoptera	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	2 (1)
2		Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp.	2 (2)
3			<i>Hister</i> sp.	2 (3)
4		Scarabaeidae	<i>Canthon subhyalinus</i>	2 (6)
5			<i>Eurysternus</i> sp.	2 (5)
6	Diptera	Silphidae	<i>Oxelytrum cayennensis</i>	2 (4)
7		Trogidae	<i>Polynonchus</i> sp.	2 (7)
8		Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	2 (8)
9			<i>Chrysomya megacephala</i>	2 (9)
10			<i>Cochliomyia macellaria</i>	2 (12)
11			<i>Hemilucilia</i> sp.	2 (10)
12			<i>Lucilia sericata</i>	2 (11)
13		Fanniidae	<i>Fannia canicularis</i>	
14			<i>Fannia scalaris</i>	
15		Muscidae	<i>Musca domestica</i>	
16			Morfotipo 1	
17		Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>	
18		Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	
19	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.	2 (13)	
20		Morfotipo 1		
21	Sepsidae	Morfotipo 1		
22	Sphaeroceridae	Morfotipo 1		
23	Syrphidae	Morfotipo 1	2 (14)	

Tabla 2. Riqueza y Abundancia relativa de la entomofauna de interés forense asociadas al proceso de descomposición de *S. scrofa domesticus* en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Clasificación Taxonómica				Lugar de Exposición		Total General
Orden	Familia	Especie	Autor	Sol	Sombra	
	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	De Geer, 1774	0,00	0,05	0,02
	Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp.	Lewis, 1907	11,01	1,51	6,91
		<i>Hister</i> sp.		0,00	0,73	0,32
	Scarabaeidae	<i>Canthon subhyalinus</i>	Harold, 1867	0,28	1,78	0,93
		<i>Eurysternus</i> sp.	Dalman, 1824	0,00	0,23	0,10
	Silphidae	<i>Oxelytrum cayennensis</i>	Sturn, 1826	0,00	0,05	0,02
	Trogidae	<i>Polynonchus</i> sp.	Burmeister, 1847	0,24	0,18	0,22
	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	Wiedemann, 1819	2,50	7,37	4,60
		<i>Lucilia sericata</i>	Meigen, 1826	2,29	6,59	4,15
		<i>Chrysomya megacephala</i>	Fabricius, 1794	0,45	1,28	0,81
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	Fabricius, 1775	2,36	15,51	8,04
		<i>Hemilucilia</i> sp.	Fabricius, 1805	0,00	1,28	0,55
	Fanniidae	<i>Fannia canicularis</i>	Linnaeus, 1761	1,56	18,39	8,83
	Fannia scalaris	<i>Fabricius, 1794</i>	2,22	8,97	5,13	
Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	Fabricius, 1758	59,56	28,27	46,05
		morfotipo 1		3,41	0,00	1,94
	Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>	Loew, 1866	6,71	3,39	5,27
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	Linnaeus, 1758	0,00	0,14	0,06
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.	Meigen, 1826	3,86	2,74	3,38
		morfotipo 1		2,88	1,33	2,21
	Sepsidae	morfotipo 1		0,66	0,09	0,41
	Sphaeroceridae	morfotipo 1		0,00	0,09	0,04
	Syrphidae	morfotipo 1		0,00	0,05	0,02
Total general				100%	100%	100%

Tabla 3. Principales Estimadores no paramétricos, para estimación de riqueza de entomofauna de interés forense presentes en las etapas de descomposición de *S. scrofa domesticus* en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Estimadores	Valores (X ± SD)	
	Luz solar	Sombra
N (Días de muestreo)	29	22
Riqueza Observada (Sobs)	15	22
Abundance based coverage estimator (ACE)	15 ± 0	25,09 ± 1,16
Incidence based coverage estimator (ICE)	15 ± 0	25,87 ± 0,01
Chao 1	15 ± 0	24 ± 1,82
Chao 2	15 ± 0,01	25,86 ± 4
Jackknife 1	15 ± 0,1	26,82 ± 2,23
Jackknife 2	14,1 ± 0,92	29,59 ± 1,33
Bootstrap	15,19 ± 0,07	24,69 ± 0,64
Singletons	0	3
Doubletons	0	2
Uniques	0	4
Duplicates	1	1

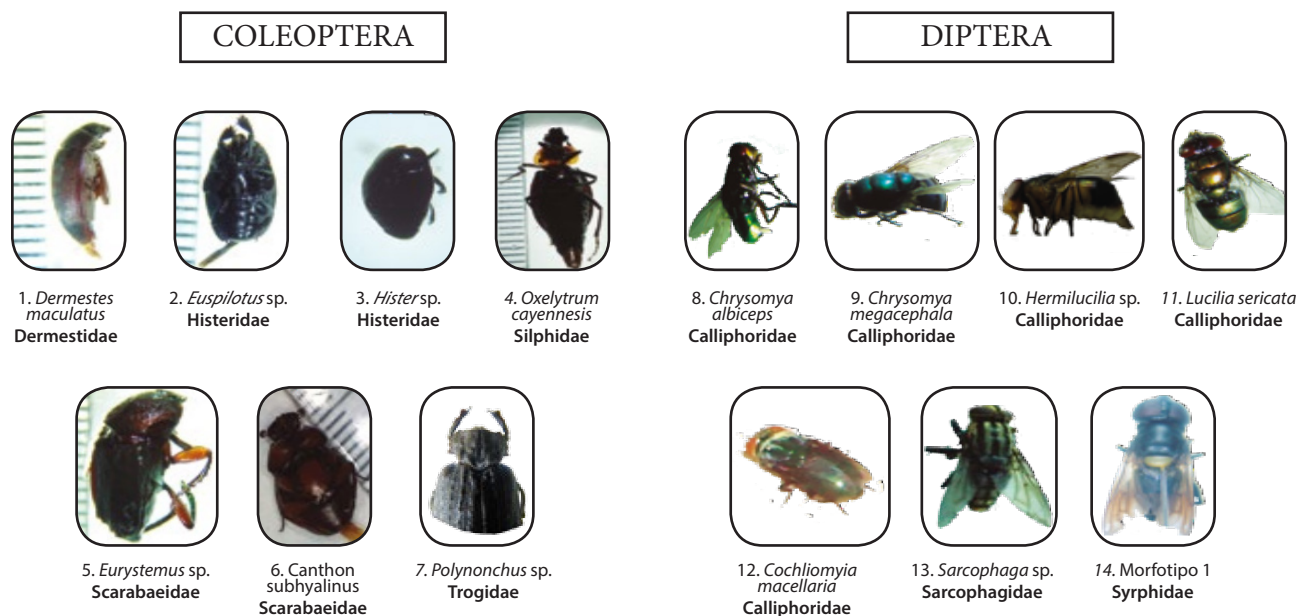


Figura 2. Especies de interés forense asociada a la descomposición de *Sus scrofa domesticus* "cerdo doméstico" en las dos zonas de estudio (sol y sombra) de la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Tabla 4. Matriz de sucesión de la entomofauna de interés forense asociada al proceso de descomposición de *Sus scrofa domesticus* expuesto al sol en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Familia	Especie	Días																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x																	
	<i>Lucilia sericata</i>			x	x	x	x				x	x																		
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	sp. 1		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>		x	x	x			x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x									
Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>			x	x	x	x																							
	<i>Cochliomyia megacephala</i>								x	x									x	x	x									
Fanniidae	<i>Fannia canicularis</i>								x	x	x	x				x		x	x		x	x	x							
	<i>Fannia scalaris</i>								x	x	x								x	x	x									
Muscidae	<i>Musca domestica</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	sp. 1			x				x	x		x								x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sepsidae	sp. 1			x				x			x								x	x	x	x								
Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp.			x	x	x			x	x	x				x	x														
Scarabaeidae	<i>Canthon subhyalinus</i>					x																								
Trogidae	<i>Polynonchus</i> sp.																													

Tabla 5. Matriz de sucesión de la entomofauna de interés forense asociada al proceso de descomposición de *Sus scrofa domesticus* expuesto al sombra en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Familia	Especie	Días																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22							
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>																													
Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp.							x	x	x	x	x	x	x	x	x														
	<i>Hister</i> sp.									x	x	x	x	x	x	x	x													
Scarabaeidae	<i>Canthon subhyalinus</i>					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x															
	<i>Eurysternus</i> sp.										x	x	x																	
Silphidae	<i>Oxelytrum cayennensis</i>																													
Trogidae	<i>Polynonchus</i> sp.																													
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>			x	x	x	x	x	x	x																				
	<i>Lucilia sericata</i>																													
	<i>Chrysomya megacephala</i>																													
	<i>Cochliomyia macellaria</i>																													
	<i>Hemilucilia</i> sp.																													
Fanniidae	<i>Fannia canicularis</i>																													
	<i>Fannia scalaris</i>																													
Muscidae	<i>Musca domestica</i>																													
Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>																													
Piophilidae	<i>Piophila casei</i>																													
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.																													
	Morfotipo 1																													
Sepsidae	Morfotipo 1																													
Sphaeroceridae	Morfotipo 1																													
Syrphidae	Morfotipo 1																													

en condición de sombra *Sarcophaga* sp. "moscarda de la carne" fue la primera especie que larvipuso en mucosa bucal y hocico del cadáver, *C. albiceps* "mosca verde" ovipuso en la parte posterior del pabellón de la oreja, en el vientre y pliegues inguinales (Figura 5A).

Hinchado: duró 3 días en las dos condiciones. Se caracterizó por el aspecto abombado y deforme del cadáver, los genitales y parpados adquirieron volúmenes prominentes, los fluidos salieron por las aberturas naturales (hocico y ano) acompañado de olor fétido producto de la descomposición, se notó el desprendimiento de piel, y una coloración verduzca o negruzca en la fosa iliaca derecha y ésta se fue extendiendo de forma progresiva a todo el cuerpo. El primer día de esta etapa larvipuso *Sarcophagidae* morfotipo 1 en la mucosa bucal, *C. albiceps* ovipuso en ojo y fosas nasales, en borde de la nuca, cerca de la herida y alrededor de las orejas; *L. sericata* "mosca verde botella" ovipuso en borde del cuello y alrededor de la herida en espécimen expuesto en sol, mientras que en condición de sombra *C. macellaria* "moscarda de la carne" ovipuso en los pliegues del muslo anterior derecho, pata posterior derecho, y *L. sericata* ovipuso en la cabeza y anca del cadáver, así mismo, se observó la presencia de *C. megacephala*, *Euspilotus* sp., *C. subhyalinus*, *F. canicularis* y *F. scalaris* (Figura 5B).

Activa o colicuativa: duró 4 días en las dos condiciones. Se observó desnudez de mandíbula y patas posteriores, tejidos licuados, la piel se desprendía con facilidad (en sol), desprendimiento de piel, desnudez de cráneo, cuerpo con aspecto acaramelado (en sombra) pezuñas desprendidas, Distensión abdominal por presencia de gases, reducción de masa corporal producto de la alimentación de las larvas de Diptera, hedor más intenso y presencia de masas larvales más abundantes al igual que los adultos (sol y sombra). En esta etapa se sigue observando la oviposición de la Familia Calliphoridae pero en menor proporción que en la etapa hinchada (Figura 5C).

Avanzada: duró 20 días en condición de sol y 13 días en sombra. Se caracterizó por leve olor pútrido, cadáver reducido a piel, cartílago y huesos desarticulados. Disminuyó la presencia de adultos de Diptera y aumentó Coleoptera (Familia Histeridae), no se observaron nuevas oviposiciones, no obstante se observaron pupas de la Familia Phoridae, Fanniidae, pre-pupa de Familia Calliphoridae y Sarcophagidae debajo del cadáver para iniciar su instar pupa para luego realizar su emergencia (Figura 5D).

Esqueletización: se caracterizó por una mayor deshidratación de los restos óseos, el cuerpo quedó reducido a huesos y cartílagos. Se observaron especímenes de *Euspilotus* sp., e *Hister* sp., presentes aún en los cadáveres (Figura 5E).

DISCUSIÓN

El tiempo de descomposición de los especímenes de *S. scrofa domesticus* tardó 29 días en sol y 22 días en sombra, en Colombia reportan de 10 a 37 días (Ayala y Torrez, 2011; Ramos y Wolf, 2001) e incluso hay algunos registros de mayor tiempo que superan los 150 días (Daza y Yusseff, 2003; Camacho, 2005). Esta diferencia de tiempo se debe principalmente a las diferentes variables climatológicas propias de cada zona, también influye el tamaño, peso y el tipo de muerte que presenten durante el estudio. Los cerdos pasaron por 5 etapas de descomposición: fresco, hinchado, activo o colicuativo, avanzado y esqueletización con diferencias en tiempo de descomposición en concordancia con otros estudios realizados en Perú (Gines et al., 2015; Peceros 2011), Colombia (Ayala y Torrez, 2011; Daza y Yusseff, 2003; Camacho 2005; Ramos et al., 2014), Uruguay (Castro, 2017) y España (García, 2004), mientras que otros estudios registran cuatro (Olaya, 2001) o seis (Payne, 1965; Castillo, 2004) etapas. Las etapas de descomposición se determinaron de acuerdo a los fenómenos cadavéricos observados en los cadáveres. (Calabuig, 2004; Early y Goff, 1986).

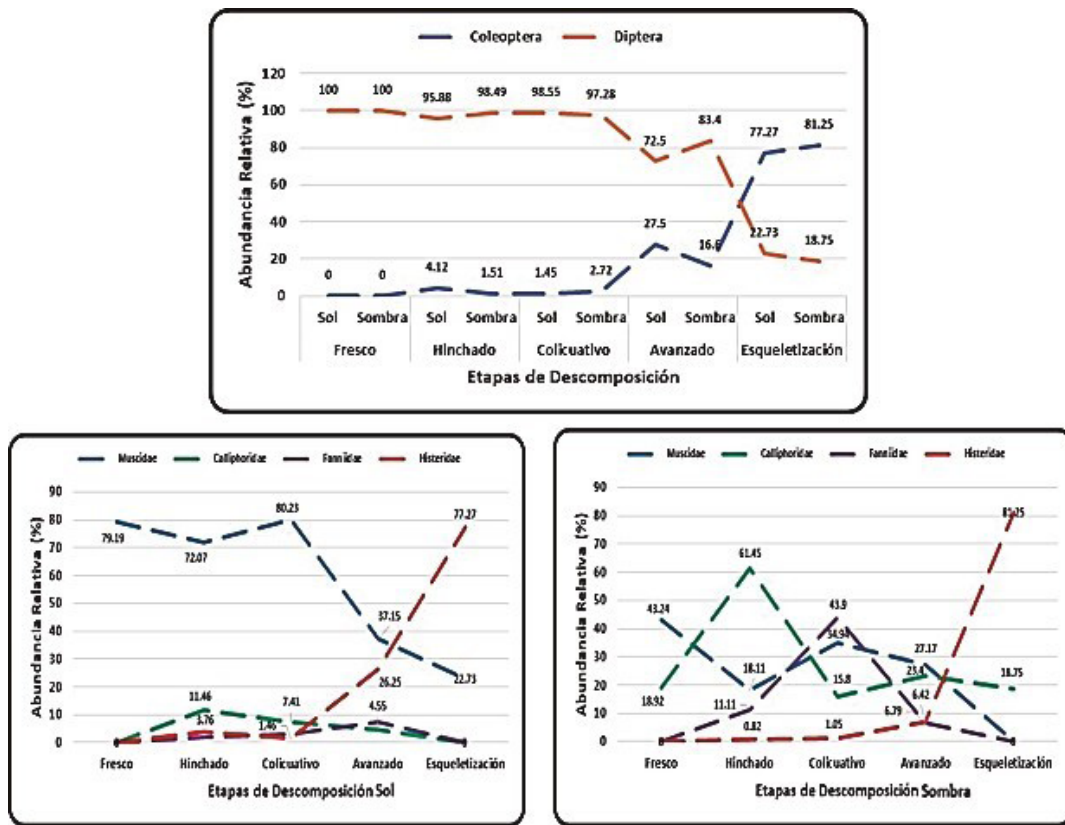


Figura 3. Dinámica sucesional de Orden y familias de interés forense durante la descomposición de *Sus scrofa domesticus* expuesto al sol y sombra en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Orden	Familia	Nombre Científico	Etapas de descomposición expuesta a luz solar				
			Fresco	Hinchado	Colicuativo	Avanzado	Esqueletización
Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>		H, L, PP, A	L, PP, A	PP, P, A	
	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>		H, L, A	L, A	L, PP, P, A	
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.	A	L, A	L, A	L, AE, P, A	
	Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>	A	A	A	P, A	
	Sarcophagidae	sp. 1		A	A	P, A	
	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>		H, A	A		
	Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>			A	A	
	Fanniidae	<i>Fannia canicularis</i>		A	A	A	
	Fanniidae	<i>Fannia scalaris</i>		A	A	A	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	A	A	A	A	A
Muscidae	sp. 1		A	A	A	A	
Sepsidae	sp. 1		A	A	A		
Coleoptera	Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp.		A	A	A	A
	Scarabaeidae	<i>Canthon subhyalinus</i>		A		A	
	Trogidae	<i>Polynonchus</i> sp.				A	

Figura 4. Proceso de sucesión de la entomofauna de interés forense asociada a las diferentes etapas de descomposición de *Sus scrofa domesticus* expuesta a luz solar y a sombra en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), Amazonía peruana.

Figura 4. (continuación)

Orden	Familia	Nombre Científico	Etapa de descomposición en sombra				
			Fresco	Hinchado	Colicuativo	Avanzado	Esqueletización
Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	H A	H L A	H L A	L PP P A	
	Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>		A		L PP P A	PP P A
	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>		H A	L A	L PP P A	
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.	L A	L A	L A	L PP P AE A	
	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	A	H A	L A	L PP P A	
	Fanniidae	<i>Fannia canicularis</i>		A	A	P A	
	Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>	A	A	A	P A	
	Sarcophagidae	sp. 1	A	A	A	P A	
	Calliphoridae	<i>Hemilucilia</i> sp.		A	H A		
	Fanniidae	<i>Fannia scalaris</i>		A	A	A	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	A	A	A	A	
	Piophilidae	<i>Piophilidae casei</i>			A	A	
	Sepsidae	sp. 1				A	
	Sphaeroceridae	sp. 1			A		
Syrphidae	sp. 1		A				
Coleoptera	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>			A		
	Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp.		A	A	A	A
	Histeridae	<i>Hister</i> sp.			A	A	A
	Scarabaeidae	<i>Canthon subhyalinus</i>		A	A	A	
	Scarabaeidae	<i>Eurysternus</i> sp.			A	A	
	Silphidae	<i>Oxelytrum cayennensis</i>			A		
	Trogidae	<i>Polynonchus</i> sp.			A	A	

Leyenda: H= Huevo, L= Larva, PP= Pre-pupa, P= Pupa, A= Adulto, AE= Adulto emergiendo de la pupa.

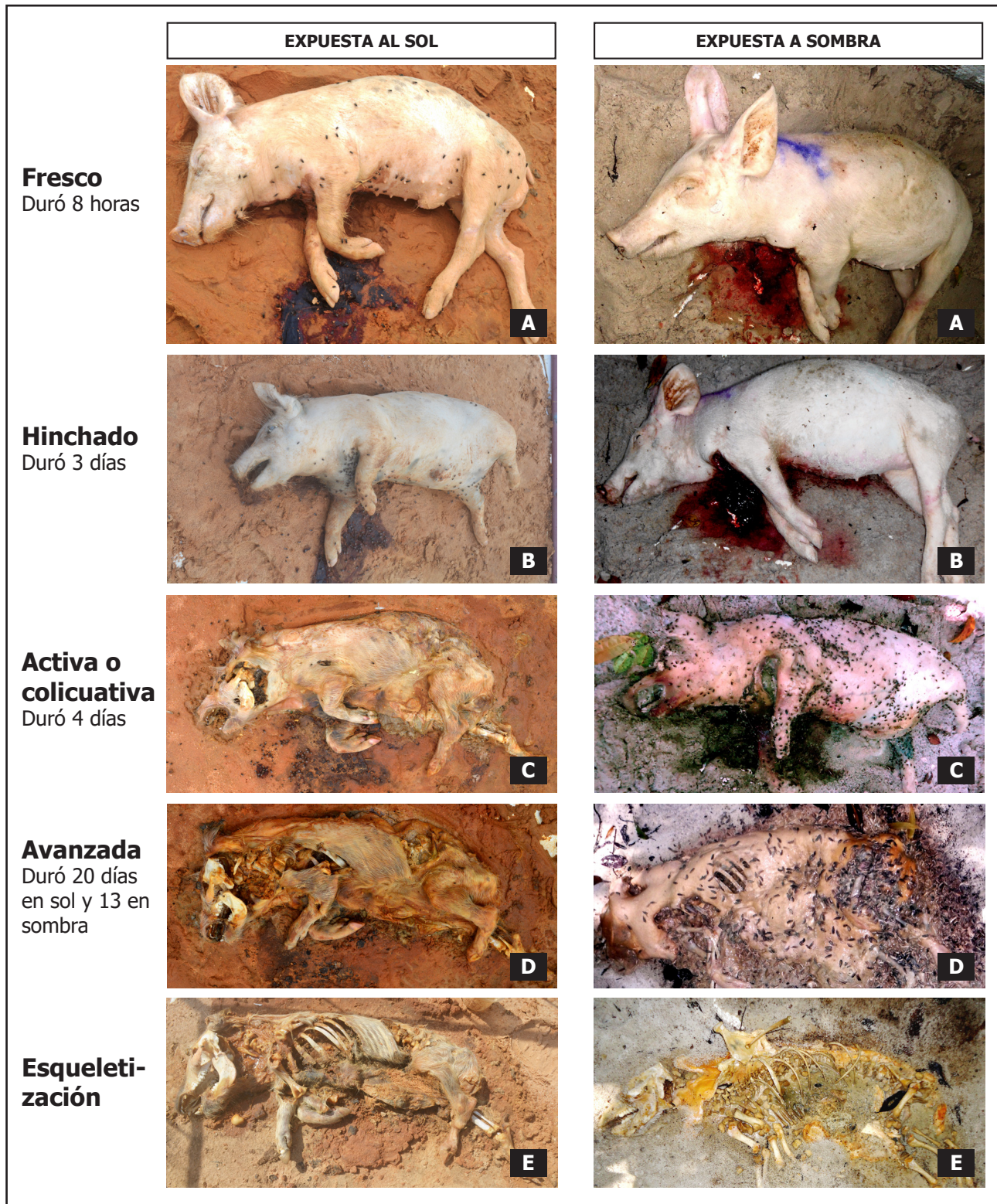


Figura 5. Etapas de descomposición de *Sus scrofa domesticus* "cerdo doméstico" en la Facultad de Ciencias Biológicas (UNAP), San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Leyenda: A: Fresco; B: Hinchado; C: Activo; D: Avanzado y E: Esqueletización.

El proceso de descomposición de la materia orgánica es muy complejo y está influenciado por numerosos factores interrelacionados como el acceso de la fauna al cuerpo, existencia de heridas, traumas o mutilaciones así como las características macroclimáticas y microclimáticas que juega un papel importante en el proceso de descomposición; donde zonas con vegetación (como el caso del ejemplar de *Sus scrofa domesticus* expuesto a la sombra) pueden proporcionar una elevada humedad relativa y protección contra la irradiación solar y lluvias; creando un medio favorable para que el desarrollo de las larvas se acelere y el tiempo de descomposición disminuya. Aunque los análisis de similaridad, tanto cualitativos y cuantitativos, reportan una similaridad moderada entre ambos estados de descomposición, la diversidad verdadera del ejemplar expuesto a la sombra es mayor al del expuesto al sol y también tendría influencia en el tiempo de descomposición. La temperatura es el factor principal en el nivel de descomposición de un cadáver (Ramos y Wolf, 2001).

La corta duración de cada uno de las etapas de descomposición estudio es el resultado de las altas temperaturas registradas en el periodo de estudio que acelerarían la descomposición (Alballay *et al.*, 2012; Castro, 2017). En el presente estudio se obtuvieron tiempos similares en las etapas de descomposición con respecto al realizado en Argentina (Alballay *et al.*, 2012); aunque la sucesión de las especies de insectos fue diferente y solo fueron semejantes las primeras Familias de Diptera en llegar al cuerpo (Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae). Se reconoce a los miembros de la Familia Calliphoridae como los primeros insectos en descubrir y colonizar restos humanos (Smith, 1986; Greenberg 1991; Goff, 1993; Byrd, J. y Castner, J. 2001; Castro, 2017; y de *S. scrofa domesticus* (García, 2004) pero en el presente estudio, aunque la Familia Calliphoridae hizo su aparición durante el estado fresco, no fue el primer grupo en descubrir el cadáver del cerdo (*S. scrofa domesticus*), siendo la Familia Muscidae, Phoridae y Sarcophagidae los primeros en descubrir el cadáver, tanto en lo ejemplares de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol como a la sombra.

La primera especie que larvipuso fue *Sarcophaga* sp. (Sarcophagidae) (en estado fresco de *S. scrofa domesticus* expuesto a sombra y Morfotipo 1 (Sarcophagidae) en estado hinchado de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol); mientras que especies de la Familia Calliphoridae *C. albiceps*, *C. macellaria* y *L. sericata* fueron las que ovipusieron después (en etapa fresco e hinchado de *S. scrofa domesticus* expuesto a sombra y etapa hinchado de *S. scrofa domesticus* expuesto al sol). En Colombia, se reporta la larviposición de Sarcophagidae desde la primera etapa de descomposición de *S. scrofa domesticus* expuesto a la sombra (Ayala y Torrez, 2011), en Carolina del sur y Hawaii, también reportan a la Familia Sarcophagidae como las primeras especies en arribar sobre carroña (Tulis y Goff, 1987; Salazar, 2008), seguido por especies de la Familia Calliphoridae. Catts y Haskell 1990; Salazar, 2008; Ayala y Torrez, 2011), lo cual se debe a que los Diptera emplean el cadáver para completar su ciclo vital y estos son considerados primera oleada de la muerte (principalmente Calliphoridae y Sarcophagidae) (Bermúdez, 2010). Se reporta la primera ovoposición de *C. albiceps* en zona de oreja, vientre, pliegues inguinales y larviposición de la *Sarcophaga* sp., en zona de boca y hocico en la etapa fresco del cerdo en sombra, coincidiendo con lo reportado en estudios realizados en Colombia donde reportan posturas de Diptera de aproximadamente 100 huevos cada una, en zonas de boca y heridas (impacto de bala) (Camacho, 2003). En España reportaron oviposición de Diptera sobre orificios nasales, ojos, y alrededores de las orejas, ano y pliegues inguinales (García, 2004); sin embargo, en Colombia, registraron poca actividad de Diptera en esta primera etapa de descomposición, no registrando ninguna actividad de oviposición de Calliphoridos ni larviposición de Sarcophagidos (Daza y Yusseff, 2003). Probablemente porque la causa de muerte que ellos practicaron (trauma craneo encefálico) no produjo derrame de fluidos ni heridas, los cuales producen olores que atraen a los insectos al cadáver. La condición de sol fue tipificada por la presencia: *M. domestica*, *Euspilotus* sp., *M. scalaris*, *Sarcophaga* sp., y Muscidae morfotipo 1; quienes aportaron el 84,54% a la abundancia

total de esta condición y la condición de sombra se caracterizó por las especies: *M. domestica*, *F. canicularis*, *C. macellaria*, *F. scalaris*, *C. albiceps* y *L. sericata*, quienes aportaron el 85,09% de la abundancia total. En Colombia, reportan también a las especies *C. albiceps* y *Lucilia* sp., para la condición de sombra (Payne, 1965; Salazar, 2012).

La especie *M. domestica* tiene permanencia total a través de todas las etapas de descomposición de *S. scrofa domestica*, tal vez por ser más eficaz en la explotación del recurso y en la evasión de predadores. Este mismo patrón se observa en otros estudios realizados en *S. scrofa domestica* en Lambayeque (Perú) (Gines et al., 2015) y Lima (Perú) (Peceros, 2011); así como estudios realizados en Colombia (Ramos et al., 2014). Otros estudios realizados en Uruguay (Castro, 2017) y España (Castillos, 2002) solo registran a esta especie durante las primeras etapas de descomposición (fresco y enfismatoso).

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Claus Rasmussen, Blgo. Yardani Ramos Pastrana, Blgo. Luis Alberto Figueroa Reynoso, Elizabeth Gines Carrillo, Nelson Medina Del Capiro y César Asunción Soplapuco Sarmiento por su invaluable apoyo en la identificación y sugerencias oportunas en la elaboración de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alballay, F.; Murúa A.; Acosta, J.; Centeno, N. 2012. Sucesión de carrion fauna in the arid region of San Juan province, Argentina: its forensic relevance. *Neotropical Entomol*, 41 (1), 27–31.

Almeida, L.; Mise, K. 2009. Diagnosis and Keys of the main families and species of South American Coleopteros of forensic importance. *Rev Bras Entomol*, 53 (2), 227–244.

Amat, E.; Vélez, M.; Wolf, M. 2008. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de Calífóridos (Dipteros: Calliphoridae) de Colombia. *Rev Cal*, 30 (1), 231–244.

Ayala, C.; Torrez, M. 2011. Determinación taxonómica de los insectos colectados en un cadáver de cerdo (*Sus scrofa*) sacrificado con arma blanca y ubicado en suspensión completa (ahorcamiento) en la vereda el triunfo Municipio Del Carmen de Apicala Departamento del Tolima. Bogotá.

Barnes, R. 1969. Zoología de los invertebrados. México, 2da Edición.

Benecke, M. 2001. A Brief History of Forensic Entomology, *Forensic Science International*, British Museum (Natural History) and Cornell. London. University Press, 120: 2-14.

Bermúdez, L. 2010. Manual de Entomología Forense. Guayaquil – Ecuador, 104 p.

Borror, D.; De Long, D. 1988. Estudio Dos Insectos. Editora Edgard Blucher. Ltda, 597.

Byrd, J. H. y Castner, J. L (eds.) 2000. Entomological evidence: the utility of arthropods in legal investigation. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington DC., 418 págs.

Byrd, J.; Castner, J. 2001. Forensic Entomology the Utility of Arthropod in Legal Investigations. CRC Press LLC. U.S.A. 418 p.

Calabuig, J.; Villanueva, C. 2004. Medicina Legal y Toxicología. 6ta edición. Barcelona España.

Camacho, G. 2003. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclos de vida de las primeras especies colonizadoras, utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa*) en la sabana de Bogotá. Tesis. Licenciada en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia, 148 p.

Camacho, G. 2005. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo banco (*Sus scrofa*) en Bogotá. *Rev Colomb Entomol*, 31(2), 189–197.

Carvalho, C.; Moura, M.; Ribeiro, P. 2002. Chave para adultos de dipteros (Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) asociados ao ambiente humano no Brasil. *Rev Bras Entomol*, 46 (2), 107– 114.

Carvalho. C.; Mello-Patiu, C. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Dipteros in South America. *Rev Bras Entomol*, 52 (3), 390–406.

Castillos, M. 2002. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (Es-

- paña). Monografías Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Castillos, M. 2004. Especies de Coleoptera de las Familias Staphylinidae e Histeridae presentes en carroña de cerdos, en la comarca de la Litera (Huesca). Lucas Mallada, 11, 81–91.
- Castro, M. 2017. Sucesión de entomofauna cadavérica en un ambiente de campo natural, utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa* L.). Tesis de maestría. PEDECI-BA Biología, opción Zoología. Universidad de la república de Uruguay, 93 p.
- Catts, E.; Haskell, NH. 1990. Entomology and Death: A Procedural Guide. Joyce's Print Shop. Clemson, South Carolina, 183 p.
- Dale, W. 1985. Identidad de las moscas Calliphoridae en la costa central del Perú. Rev Per Entomol, 28: 63 – 70.
- Daza, MM.; Yusseff. 2003. Caracterización de la entomofauna asociada a la descomposición cadavérica empleando como biomodelo cerdo *Sus scrofa* en el Municipio de Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Early, M. y Goff, L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, and USA. J Med Entomol, 23 (5), 520-531.
- Greenberg, B. 1991. Flies as forensic indicators. J Med Entomol, 28 (5), 564–577.
- Goff, M. 1993. Festín de Pruebas Insectos al Servicio Forense. Informe Científico Patología Forense. Nº 4. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Publicado en las Memorias del Taller de la Academia de Ciencias Forenses, Reunión Anual de la AAFS. Boston, Massachussets. Feb. 28- 34.
- García, A. 2004. Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. Boln. S.E.A.N, 34 (1), 263–269.
- Gines, E.; Alcántara, M.; Calderón, C.; Infante, C.; Villacorta, M. 2015. Entomofauna de interés forense asociada a restos cadavéricos de cerdos (*Sus scrofa*), expuestos a condiciones de campo en Lambayeque – Perú. Rev Perú Entomol, 50, 1–11.
- Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. Ecology, 88 (10), 2427– 2439.
- Lopes, L. Linhares, A. 2001. Seasonality of Insect Succession and Pig Carcass Decomposition in a Natural Forest area in Southeastern Brazil. J. Forensic Sci, 46 (3), 604–608.
- Lujan, M. 2014. Sucesión de entomofauna cadavérica en cuerpos de *Sus scrofa*, "cerdo doméstico" en un ambiente de bosque. Uruguay.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Moreno, C.E.; Barragán, F.; Pineda, E.; Pavón, NP. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Rev Mex Biodiver en, 82 (4), 1249–1261.
- Olaya, L. 2001. Entomofauna sucesional en el cadáver de un cánido condiciones de campo en la Universidad del Valle (Cali, Colombia). Cuadernos de Medicina Forense Nº 23. Colombia, 14 p.
- Payne, A. A.; Summer, carrion. 1965. Study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus Ecology. Ecological Society of America, 46 (5), 592–602.
- Peceros, F. 2011. Sucesión entomológica asociada a procesos de descomposición de carcasas de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) en la provincia de Huarochirí. Tesis de grado. Zoología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú, 146 p.
- Ramos, PY.; Wolf M. 2001. Entomofauna cadavérica asociada a cerdos expuestos al sol y sombra, en el Piedemonte Amazónico Colombiano. Colombia. Universidad de la Amazonia. Momentos de Ciencia, 8, 45–54.
- Ramos, PY.; Velasquez-Valencia, A.; Wolf, M. 2014. Preliminary study of insects associated to indoor body decay in Colombia. Rev Bras Entomol, 58 (4), 326–332.
- Salazar, J. 2008. Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. Universitas Scientiarum, 13 (1), 21–32.
- Salazar, J. 2012. Sucesión de la artropofauna cadavérica adulta asociada a la descomposición de *Sus scrofa* en bosque seco tropical. Rev. Ciencias Básicas Bol, 13 (1), 27–34.
- Smith, K. A. 1986. manual of forensic entomology. Department of entomology British mu-

- seum (Natural History) and Cornell University Press. London, 205 p.
- Tulis, K.; Goff, M. 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'AHU Island Hawaii. *J Med Entomol*, 24 (1), 332–339.
- Wolf, M.; Uribe, Alejandro.; Ortiz, Adriana. y Duque, Patricia. A 2001. Preliminary study of forensic entomology in Medellin, Colombia. En: *Forensic Sci Inter*, 120, 53–59.
- Zárate, R. Mori, T. 2012. Micro zonificación ecológica y económica para el desarrollo sostenible del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta, Convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos, Perú, s.n.