

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA DE POSGRADO



SUCESIÓN DE ARTROPOFAUNA DE INTERÉS FORENSE ASOCIADA A LAS FASES DE PUTREFACCIÓN CADAVERÍCAS DE CERDO (*Sus scrofa* L., 1758) EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO – PERÚ 2020

Línea de investigación: Gestión Sanitaria

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN SALUD PÚBLICA Y
GESTIÓN SANITARIA**

TESISTA: Jorge Luis Torres Saavedra

ASESORA: Dra. María del Carmen Villavicencio Guardia

HUÁNUCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi amada esposa Russella Tucto Alejandro, a quien admiro por ser correcta y bondadosa, por ser ella misma ni más ni menos, por brindarme su amor y apoyo incondicional en todo momento, por su incesante sacrificio y comprensión, por ser mi fortaleza para cumplir con todas mis metas.

A mi adorado hijo Jorge Víctor Torres Tucto, a quien siempre tengo presente en mi mente y en mi corazón, por ser mi orgullo y mi fortaleza, por su amor y su traviesa ternura que le dan sentido y razón a mi vida.

A la memoria de mis queridos padres Maruja Saavedra Aguilar de Torres y Jorge Horacio Torres Espejo, a ellos les debo todo lo que soy, especialmente a mi madre le debo todos mis éxitos en esta vida, gracias a su infinito amor, sus enseñanzas y sus sacrificios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitirme vivir y disfrutar a mi familia cada día.

A la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, por brindarme la oportunidad de forjarme en sus aulas.

A la Dra. María del Carmen Villavicencio Guardia, por su asesoramiento metodológico y estadístico en el desarrollo de la tesis.

A mi hermano Méd. Vet. Enrique Fernando Torres Saavedra, quien emitió los certificados de salud animal de las muestras y por su apoyo en el estudio.

Al Blgo. Jorge Seclén Cárdenas, por compartir su experiencia y conocimientos en el campo forense y por su colaboración en el desarrollo del experimento.

A mis suegros Víctor Tucto Trinidad y Delia Alejandro Cayetano, por brindarme todo su apoyo y facilidades para conseguir los materiales del presente trabajo.

A la memoria de mis padres, por sus consejos y enseñanzas, que aunque no podrán estar presentes siempre estarán en mis pensamientos y en mi corazón.

Un agradecimiento muy especial a mi esposa e hijo, quienes son las personas más importantes en mi vida, pues son mi orgullo y mi gran motivación, porque siempre me estuvieron apoyando y acompañando a realizar mis muestreos diarios y colectas de insectos para hacer posible el presente estudio.

Con satisfacción por el esfuerzo y tiempo dedicado a este trabajo, compartiendo mis experiencias en el área forense como Médico Legista y mis conocimientos sobre entomología forense, utilizando claves taxonómicas de identificación de insectos, logré determinar las especies de artropofauna de interés forense.

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar si las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción.

METODOLOGÍA: Estudio prospectivo, longitudinal, analítico y experimental. El diseño de la investigación fue experimental con posprueba únicamente y grupo control. Los instrumentos utilizados fueron la guía de observación de campo, ficha de recolección de datos entomológicos y etiquetas de identificación de muestras entomológicas. La elección de los dos cerdos fue por muestreo probabilístico aleatorio simple, luego un cerdo elegido al azar fue cubierto con prendas de vestir (experimental) y el otro sin prendas de vestir (control). Para el análisis estadístico se utilizó programa Excel XP y se emplearon índices faunísticos para determinar la diversidad ecológica de la artropofauna.

RESULTADOS: Se encontraron diferencias significativas en el tiempo de duración de las fases de putrefacción en los cadáveres de cerdos, pues la fase esquelética en el cerdo experimental se alcanza a los 32 días post mortem y en el cerdo control a los 43 días post mortem. También se observaron diferencias en los patrones de sucesión de insectos en los cadáveres de cerdos, pues los dípteros Sarcophagidae en el cerdo experimental llegaron durante la fase enfisematosa y en el cerdo control durante la fase de descomposición activa. El Índice de Shannon para la artropofauna de interés forense en el cerdo experimental fue de 3.11 respecto al del cerdo control que fue de 2.86, lo que demuestra una alta diversidad de especies en el cerdo experimental, asimismo, los Índices de Simpson y de diversidad de Simpson muestran una mayor diversidad de especies en el cerdo experimental.

CONCLUSIONES: En el presente experimento se demostró que las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) afectaron los patrones de sucesión de insectos y los tiempos de duración de las fases de putrefacción, aceptando la hipótesis de investigación.

PALABRAS CLAVE: Sucesión de artropofauna, putrefacción cadavérica.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To determine whether the garments in the pig carcass (*Sus scrofa* L., 1758) affect the patterns of arthropofauna succession of forensic interest and the duration of the rotting phases.

METHODOLOGY: Prospective, longitudinal, analytical and experimental study. The research design was experimental with only post-test and control group. The instruments used were the field observation guide, the entomological data collection sheet and identification labels for entomological samples. The choice of the two pigs was by simple random probability sampling, then one pig chosen at random was covered with clothing (experimental) and the other without clothing (control). For the statistical analysis Excel XP program was used and faunistic indices were used to determine the ecological diversity of the arthropofauna.

RESULTS: Significant differences were found in the duration of the putrefaction phases in the carcasses of pigs, since the skeletal phase in the experimental pig is reached at 32 days post mortem and in the control pig at 43 days post mortem. Differences in insect succession patterns were also observed in pig carcasses, since the Sarcophagidae dipterans in the experimental pig arrived during the emphysematous phase and in the control pig during the active decomposition phase. The Shannon Index for arthropofauna of forensic interest in the experimental pig was 3.11 compared to that of the control pig, which was 2.86, which shows a high diversity of species in the experimental pig, likewise, the Simpson Indexes and the diversity of Simpson show a greater diversity of species in the experimental pig.

CONCLUSIONS: In the present experiment, it was demonstrated that the garments in the pig carcass (*Sus scrofa* L., 1758) affected the insect succession patterns and the duration of the putrefaction phases, accepting the research hypothesis.

KEY WORDS: Succession of arthropofauna, cadaverous putrefaction.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN		xv
CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN		1
1.1	Fundamentación del problema	2
1.2	Justificación	7
1.3	Importancia o propósito	8
1.4	Limitaciones	9
1.5	Formulación del problema	9
	1.5.1 Problema general	9
	1.5.2 Problemas específicos	10
1.6	Formulación de los objetivos	10
	1.6.1 Objetivo general	10
	1.6.2 Objetivos específicos	10
1.7	Formulación de las hipótesis	11
	1.7.1 Hipótesis de investigación (Hi)	11
	1.7.2 Hipótesis nula (Ho)	11
1.8	Variables	11
	1.8.1 Variable independiente (V.I)	11
	1.8.2 Variables dependientes (V.D)	11
	1.8.3 Variables intervinientes (V.INT)	11
1.9	Operacionalización de variables	12
1.10	Definición de términos operacionales	18
	1.10.1 Prendas de vestir	18
	1.10.2 Patrones de Sucesión de artropofauna de interés forense	18
	1.10.3 Tiempo de duración de las fases de putrefacción	19
	1.10.4 Composición de artropofauna de interés forense	20
	1.10.5 Categoría ecológica	21

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Antecedentes	24
2.1.1 Historia	24
2.1.2 Investigaciones relacionadas a sucesión de artropofauna	25
2.1.3 Otros estudios relacionados a entomofauna cadavérica	29
2.2 Bases teóricas	30
2.3 Bases conceptuales	32
2.3.1 Sucesión de artropofauna de interés forense	32
- Primera cuadrilla	36
- Segunda cuadrilla	36
- Tercera cuadrilla	36
- Cuarta cuadrilla	37
- Quinta cuadrilla	37
- Sexta cuadrilla	37
- Séptima cuadrilla	37
- Octava cuadrilla	37
2.3.2 Fases de la putrefacción cadavérica	38
- El período cromático	38
- El período enfisematoso	38
- La fase colicuativa	39
- Período de reducción esquelética	40
- Estado fresco	41
- Estado hinchado (fase enfisematosa)	41
- Estado de putrefacción (fase colicuativa)	41
- Estado de putrefacción tardía	42
- Estado de esqueletización	42
2.3.3 Artropofauna de interés forense	43
- Orden Díptera	43
- Orden Coleóptera	44
- Orden Himenóptera	45

- Orden Collembola	45
- Orden Hemíptera	45
- Orden Blattaria	46
- Orden Lepidóptera	46
- Orden Acari	46
- Orden Araneae	47
2.3.4 Categorías ecológicas de artropofauna cadavérica	47
- Especies necrófagas	48
- Especies parásitas de necrófagos	48
- Especies omnívoras	49
- Especies accidentales	49
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	50
3.1 Ámbito	51
3.2 Población muestral	52
3.3 Nivel y tipo de estudio	53
3.3.1 Nivel del estudio	53
3.3.2 Tipo de estudio	53
3.4 Diseño de investigación	54
3.5 Técnicas e instrumentos	55
3.5.1 Técnicas	55
3.5.2 Instrumentos	55
3.6 Procedimiento	56
3.7 Aspectos éticos	60
3.8 Plan de tabulación	60
3.9 Análisis de datos	60
- Índice de Simpson (D)	61
- Índice de diversidad de Simpson	61
- Índice de Shannon (H')	61

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1 Análisis descriptivo	63
4.1.1 Duración de las fases de putrefacción cadavérica	63
4.1.2 Sucesión de artropofauna de interés forense	65
4.1.3 Abundancia de artropofauna de interés forense	69
4.1.4 Categoría ecológica asociada a las fases de putrefacción	75
4.1.5 Composición de la artropofauna de interés forense	78
4.2 Análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis	84
4.2.1 Índices faunísticos para la artropofauna del cerdo G1	84
4.2.2 Índices faunísticos para la artropofauna del cerdo G2	85
4.3 Discusión de resultados	90
4.4 Aporte de la investigación	94
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	104
NOTA BIOGRÁFICA	148

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de consistencia	105
ANEXO 02. Certificado de salud animal cerdo experimental (G1)	107
ANEXO 03. Certificado de salud animal cerdo control (G2)	108
ANEXO 04. Guía de observación en campo	109
ANEXO 05. Ficha de recojo de muestras entomológicas en campo	113
ANEXO 06. Etiquetas de identificación de insectos	114
ANEXO 07. Clave Dicotómica de identificación de fauna sarcosaprófaga	115
ANEXO 08. Validación del instrumento juicio de experto 1	118
ANEXO 09. Validación del instrumento juicio de experto 2	119
ANEXO 10. Validación del instrumento juicio de experto 3	120
ANEXO 11. Validación del instrumento juicio de experto 4	121
ANEXO 12. Validación del instrumento juicio de experto 5	122
ANEXO 13. Fases de putrefacción cadavérica cerdo experimental	123
ANEXO 14. Fases de putrefacción cadavérica cerdo control	124
ANEXO 15. Principales artrópodos en ambas carcasas (G1 y G2)	125
ANEXO 16. Fotografías de todo el proceso experimental	137

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Duración de las fases de putrefacción cerdo G1	63
Gráfico 2. Duración de las fases de putrefacción cerdo G2	64
Gráfico 3. Abundancia del orden Díptera cerdo G1	70
Gráfico 4. Abundancia del orden Coleóptera cerdo G1	71
Gráfico 5. Abundancia del orden Himenóptera cerdo G1	71
Gráfico 6. Abundancia del orden Díptera cerdo G2	73
Gráfico 7. Abundancia del orden Coleóptera cerdo G2	74
Gráfico 8. Abundancia del orden Himenóptera cerdo G2	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Sucesión de artropofauna de interés forense cerdo G1	65
Cuadro 2. Sucesión de artropofauna de interés forense cerdo G2	67
Cuadro 3. Abundancia de artropofauna de interés forense cerdo G1	69
Cuadro 4. Abundancia de artropofauna de interés forense cerdo G2	72
Cuadro 5. Composición de la artropofauna de interés forense cerdo G1	78
Cuadro 6. Composición de la artropofauna de interés forense cerdo G2	81

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Índices faunísticos para las especies de artropofauna	87
TABLA 2. Índices faunísticos para las especies de dípteros	87
TABLA 3. Índices faunísticos para las especies de Calliphoridae y Sarcophagidae	88
TABLA 4. Índices faunísticos para las especies de coleópteros	88
TABLA 5. Índices faunísticos para las especies de Cleridae, Dermestidae e Histeridae	89
TABLA 6. Índices faunísticos para las especies de lepidópteros	89
TABLA 7. Índices faunísticos para las especies del orden Araneae	89

INTRODUCCIÓN

La entomología forense es una disciplina científica que se encarga del estudio de los insectos de interés forense (principalmente dípteros y coleópteros) que se asocian con el proceso de putrefacción cadavérica; pues utiliza la entomología (ciencia biológica) conjuntamente con la medicina legal (ciencia médica) para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte (Intervalo Post Mortem, IPM), con la finalidad de esclarecer muchos casos de muertes de carácter médico legal.

La sucesión de insectos en el cadáver ocurre teniendo en cuenta la fase de putrefacción en que se encuentra el cuerpo, siendo los dípteros Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae los primeros en colonizar el cadáver durante las fases iniciales de la descomposición, seguido de los coleópteros Cleridae, Dermestidae e Histeridae en las fases tardías de la descomposición.

En el campo de la criminalística todo investigador siempre se hace tres preguntas básicas: ¿Dónde ocurrió la muerte? (LUGAR DE LA MUERTE), ¿Cuánto es el tiempo aproximado de muerte? (DATA DE LA MUERTE), y ¿Cómo ocurrió la muerte? (CAUSA DE MUERTE); siendo que la entomología aporta información a las dos primeras preguntas (LUGAR y DATA) y la medicina legal a la tercera pregunta (CAUSA), aportándose información acerca de las circunstancias en que se produjo la muerte, si un cuerpo fue trasladado o no de un lugar a otro, cuánto tiempo llevaba en el lugar donde se encontró el cadáver y/o si fue colocado recientemente en el lugar antes del hallazgo y si el cuerpo ha estado expuesto a un medio líquido y/o a sustancias tóxicas que impiden o retardan la colonización de las primeras oleadas de insectos.

Los resultados obtenidos en el presente experimento serán de mucha utilidad a las dependencias dedicadas a la investigación de hechos delictivos y criminales como son el Departamento de Investigación Criminalística de Huánuco (DEPINCRI-HCO), el Poder Judicial de Huánuco (PJ-HCO), el Ministerio Público

de Huánuco (MP-HCO) y profesionales afines a las ciencias forenses, pues en la región Huánuco se registra un alto índice de muertes violentas, por lo que es necesario tener una forma innovadora para el avance científico y analítico de los casos de cadáveres encontrados en diferentes fases de putrefacción cadavérica.

Por la tanto, la presente investigación tuvo como objetivo principal: Determinar si las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción; y, como objetivos específicos: Analizar la sucesión de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758), Estimar el tiempo de duración de las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758), Identificar la composición de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758). Establecer la categoría ecológica predominante asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758).

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del problema

La entomología es una rama de las ciencias biológicas que estudia a los insectos, animales invertebrados que pertenecen al Phylum Arthropoda (patas articuladas) y se caracterizan por presentar el cuerpo dividido en tres segmentos que son cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza llevan un par de antenas y, en el tórax, por el lado inferior o ventral tres pares de patas (carácter primordial del que deriva el nombre hexápoda) y en el dorso del tórax pueden llevar uno o dos pares de alas e incluso pueden estar ausentes.

La entomología forense es una disciplina científica que se encarga del estudio de los diferentes artrópodos, en especial la entomofauna cadavérica (insectos de interés forense) que se asocian con el proceso de descomposición de un cuerpo, interpretando la información que brindan los insectos como testigos mudos (indirectos) de un deceso.

Esta ciencia biológica (Entomología) es utilizada conjuntamente con las ciencias médicas (Medicina Legal) para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte (Intervalo Post Mortem, IPM), a fin de esclarecer muchos casos de muertes de carácter médico legal (principalmente casos de homicidios); y así poder confirmar o refutar la coartada de un sospechoso.

Según Catts & Goff ⁽¹⁾ y Magaña ⁽²⁾, esta ciencia puede ser utilizada para vincular al sospechoso con la escena del crimen o a su presencia anterior en el lugar de los hechos, relacionando la actividad de llegada de los insectos con los grupos que se encuentran en un área determinada.

La entomología forense aporta mucha información en la resolución de casos criminales, y su aplicación nos permite determinar el lugar donde ocurrieron los hechos y/o traslado de lugar debido a las especies propias de cada área geográfica; estimar el IPM a través de la sucesión de insectos y/o el desarrollo larvario de especies dípteras, según la fase de descomposición cadavérica; utilizar la entomotoxicología en casos en que el cadáver esté en avanzado proceso de descomposición, no encontrándose muestras idóneas de sangre,

orina, bilis, etc; identificar genéticamente a las personas, puesto que la quitina de insectos es indestructible, reportándose casos en que se han encontrado pupas de la época del cuaternario; identificar el maltrato y negligencia en niños y ancianos, en donde los insectos pueden poblar inmediatamente una lesión del cuerpo, aun estando vivo y/o en estado de agonía; seguir las rutas del narcotráfico, por las especies geográficas de cada zona; conocer sobre los accidentes de tránsito terrestre y/o aéreo, determinando la dirección del vehículo y la velocidad del mismo; determinar la época del año en que ha ocurrido la muerte; identificar la fase o estado físico de descomposición en que se encuentra el cuerpo; y, dar fiabilidad y apoyo a otros medios de datación forense.

Diversos estudios refieren que el objetivo principal de la entomología forense es identificar los diferentes tipos de artrópodos asociados a un cadáver para lo cual se deben analizar los datos entomológicos para poder interpretar los individuos insectiles que contribuyen a la determinación del tiempo, causa, manera y lugar de la muerte. ^(3,4,5)

La muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones físico químicas asociadas a una pérdida de la temperatura del cuerpo, la cual se equilibra con el medio ambiente en veinticuatro horas y que convierten al cuerpo en un micro hábitat temporal (ecosistema dinámico) que alberga muchos microorganismos, principalmente la artropofauna de interés forense, de los cuáles los insectos son los más numerosos y éstos se van sucediendo en el tiempo dependiendo de las fases de descomposición cadavérica.

Los insectos son artrópodos que tienen la capacidad de regulación de la temperatura corporal muy limitada, por lo que el crecimiento de los mismos depende en gran medida de la temperatura ambiente, a mayor temperatura se observa un desarrollo más rápido y si la temperatura decrece, la velocidad de crecimiento también disminuye. Las moscas son insectos dípteros de gran interés médico forense, llegan al cuerpo al ser atraídas por la sangre, se alimentan de ésta y utilizan el cadáver para ovipositar.

Las primeras oleadas de insectos llegan al cadáver atraídos por el olor de los gases desprendidos en el proceso de la degradación de los principios inmediatos (glúcidos, lípidos y próticos), gases como el amoníaco (NH₃), ácido sulfúrico (SH₂), nitrógeno libre (N₂) y anhídrido carbónico (CO₂).

Los insectos son los principales artrópodos en descubrir un cadáver en especial los dípteros que poseen quimiorreceptores muy desarrollados llamados receptores olfativos que detectan las sustancias químicas emanadas del cadáver (cadaverina y putrescina) a kilómetros de distancia, colonizando el cuerpo inmediatamente tras el deceso, frecuentemente en intervalos de minutos. Los insectos son los primeros organismos en llegar a un cuerpo en descomposición. ⁽¹⁾

Los huevos de la familia Calliphoridae y las larvas de la familia Sarcophagidae de los dípteros son depositados en los orificios naturales del cuerpo, principalmente en la cabeza (ojos, nariz, boca, orejas) y región urogenital; las posibles heridas incisas o contusas, son también lugares de atracción primaria para la oviposición y/o larviposición. Siendo importante señalar que mientras los sarcófágidos pupan entre la ropa o en los pliegues del cuerpo y aprovechan los orificios naturales para sus puestas, los califóridos se entierran para realizar la pupación y prefieren hacer sus propios orificios.

Existen innumerables referencias de la temprana llegada de los dípteros al cuerpo una vez acaecida la muerte; también existe referencias sobre la presencia de puestas en cuerpos aún con vida, bien por la existencia de heridas abiertas o por procesos inflamatorios purulentos. ⁽⁶⁾

Son pocas las especies de insectos que participan directamente en la descomposición de un cadáver, siendo los órdenes Díptera y Coleóptera los principales grupos de insectos de mayor interés forense ⁽⁷⁾; dentro del cual, las familias más importantes son Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Phoridae (Díptera), y Dermestidae, Cleridae e Histeridae (Coleóptera). Los califóridos suelen mostrar predilección por carroña animal de gran tamaño y los sarcófágidos por carroña de pequeño tamaño.

La sucesión de artropofauna en el cadáver ocurre teniendo en cuenta las fases de descomposición, siendo los dípteros (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae, Faniidae) los primeros insectos en llegar a colonizar el cuerpo en las fases iniciales de la putrefacción, seguido de los coleópteros (Dermestidae, Staphylinidae, Histeridae, Trogidae) en las fases tardías de la putrefacción; y en la fase de reducción esquelética se encuentran los lepidópteros (Pyralidae, Tineidae) y otros artrópodos (principalmente los ácaros).

Para Carvalho et al. ⁽⁸⁾, esto ocurre en determinada secuencia, produciéndose una adición o sustitución de especies. Infante ⁽⁹⁾, señala que las numerosas larvas de mosca y otros insectos observados y recogidos en el lugar donde se encuentra el cadáver lo hacen de acuerdo a las etapas de descomposición del mismo. Debido a la naturaleza de los crímenes, un cuerpo puede estar dispuesto en lugares no ortodoxos, esta circunstancia hace que el patrón de sucesión y descomposición se vea alterado. El olor que emana el cuerpo cambia a medida que el cuerpo se descompone, siendo más atractivo para algunas especies, a la vez menos atractiva para otras.

El tiempo de duración de las fases de descomposición cadavérica y la secuencia de colonización de insectos pueden variar dependiendo de muchos factores como la temperatura, humedad, precipitación, geografía (superficie sobre la que reposa el cuerpo, pH del suelo, vegetación, arbolado, desniveles del terreno), acceso de la artropofauna al cuerpo (cadáveres expuestos a la intemperie, enterrados, semisepultos, sumergidos), existencia en el cuerpo de lesiones (heridas, traumas, mutilaciones), actividad de vertebrados carroñeros, tamaño y peso del cuerpo, vestiduras (presencia de prendas de vestir) y/o ausencia de prendas de vestir, impregnación de sustancias repugnatorias (arsénico, plomo, formol).

La descomposición cadavérica en general se caracteriza por la destrucción de los tejidos mediante procesos de autólisis y descomposición microbiana. En cadáveres humanos la putrefacción evoluciona en cuatro fases bien caracterizadas: fase cromática o colorativa, fase enfisematosa, fase

colicuativa o de licuefacción y fase de reducción esquelética. En la actualidad se ha adoptado por convención, que en un cadáver animal intacto, pueden observarse cinco fases en la descomposición asimilables a las fases de la putrefacción de cadáveres humanos (fresca, enfisematosa, descomposición activa, descomposición avanzada y esquelética).

Existen cinco fases que caracterizan al proceso de descomposición y son fácilmente identificables en el cadáver: estado fresco, hinchado (enfisematoso), de putrefacción (colicuativa), descomposición tardía y esqueletización ⁽¹⁰⁾. Es importante considerar que en condiciones ideales, tiempo cálido y caluroso, se necesitan solamente de dos a cuatro semanas para que un cuerpo quede reducido a restos esqueléticos.

El uso de los insectos en las investigaciones se remonta al siglo XIII, pero como ciencia la entomología forense comenzó en Europa, en el siglo XIX, por aportes de investigadores como Bergeret, Brouardiel, Yovanovitch y Mégnin; desde entonces el análisis de la entomofauna como evidencia criminal ha adquirido cada vez mayor reconocimiento.

A nivel mundial los estudios sobre entomología forense son muy amplios, siendo utilizada esta disciplina como herramienta legal desde mediados del siglo XX, con grandes avances en Alemania, Canadá, Estados Unidos, España, Francia, Italia y Tailandia.

A nivel sudamericano, el desarrollo de esta ciencia se ha incrementado a partir del siglo XXI, con aplicación en casos humanos; permitiendo en la actualidad tener un conocimiento más amplio y exacto de la entomofauna asociada a cuerpos en descomposición; tal es el caso que la Dra. Oliva fue llamada a un juicio para determinar el tiempo que el cadáver del soldado Carrasco había perecido. También se tiene como principales los aportes de Centeno ⁽¹¹⁾, Camacho ⁽¹²⁾, Buenaventura et al. ⁽¹³⁾, Salazar ⁽¹⁴⁾ y otros investigadores que han realizado diversos experimentos sobre la sucesión de artropofauna de interés forense utilizando la especie porcina como biomodelo animal.

A nivel nacional los trabajos aún son escasos sobre entomología forense, y faltan investigaciones que enriquezcan y fortalezcan esta disciplina. Siendo más importantes los aportes realizados por Núñez ⁽¹⁵⁾, Iannacone ⁽¹⁶⁾, Morón ⁽¹⁷⁾, Infante ⁽⁹⁾, Peceros ⁽¹⁸⁾, y Gines et al. ⁽¹⁹⁾

A nivel de la región Huánuco, a la fecha no existen estudios ni investigaciones documentadas en lo que respecta a la utilización de la entomofauna cadavérica en la resolución de hechos delictivos de interés criminalístico. Por eso, con el propósito de aportar en esta temática, la investigación analizará si las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense durante las fases de putrefacción, utilizándose como biomodelo animal el cerdo doméstico, ya que su anatomía fisiológica es muy similar a la del humano y su flora bacteriana es semejante en especial durante el proceso de descomposición.

La finalidad de este estudio es contribuir al conocimiento e identificación de la artropofauna cadavérica de interés forense, lo cual prestará invaluable ayuda a los administradores de la justicia dando mayores luces a la investigación penal, puesto que en los casos de homicidios, la mayoría de veces el cadáver es posteriormente ocultado tratando de desaparecer el cuerpo del delito; por lo que su hallazgo constituye un problema para los peritos de criminalística, quienes deben recrear las circunstancias, causas y tiempo del deceso.

Se espera que la entomología forense se desarrolle en el Perú, especialmente en la región Huánuco, al igual que en otros lugares, como una herramienta legal con técnicas que permitan que los resultados de las pruebas obtenidas por esta ciencia tengan valor probatorio dentro de los procesos legales.

1.2 Justificación

Los estudios e investigaciones en el área de la entomología forense con las que cuenta el país, son muy escasas y limitadas; por lo que este trabajo servirá a todas las dependencias dedicadas a la investigación de hechos delictivos y criminales como son el Departamento de Investigación

Criminalística de Huánuco (DEPINCRI-HCO), el Poder Judicial de Huánuco (PJ-HCO), el Ministerio Público de Huánuco (MP-HCO) y profesionales afines a las ciencias forenses, brindándoles datos confiables de la artropofauna de interés forense propia de la región Huánuco presente en las distintas fases de la putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758); asimismo se determinará otros parámetros que permitan ofrecer una base de conocimientos sobre los que la entomología forense huanuqueña pueda desarrollarse.

En la región Huánuco, se registra un alto índice de muertes violentas, por lo que es necesario tener una forma innovadora para el avance científico y analítico de los casos de cadáveres encontrados en diferentes fases de putrefacción cadavérica; pues existen casos de homicidios en que la víctima es trasladada o asesinada en lugares remotos, lo que retrasa su hallazgo, siendo necesaria la entomología forense para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte.

La investigación aportará información sobre la sucesión de artropofauna de interés forense en las diferentes fases de putrefacción cadavérica en cerdo, así como la determinación de la categoría ecológica predominante y duración de las fases de descomposición; lo cual servirá para crear nuevas hipótesis para futuros estudios y así poder realizar una adecuada clasificación sistemática de la artropofauna cadavérica hasta el nivel de especies.

Esta investigación permitirá que en el futuro se desarrollen más proyectos de investigación relacionados a dicha área, considerando, los diversos tipos de muerte, los diferentes pisos ecológicos y las múltiples variaciones microclimáticas halladas en la región Huánuco, a fin de no extrapolar datos.

1.3 Importancia o propósito

La investigación permitirá estimar el intervalo post mortem (IPM) con el propósito de calcular de una manera más exacta el tiempo de muerte (DATA) y el área geográfica donde se produjo la muerte (LUGAR); que conjuntamente

con la necropsia que determina cómo se produjo la muerte (CAUSA DE MUERTE); aportaríamos gran información a los administradores de justicia y al personal de criminalística, brindándoles múltiples pistas y respondiendo a las tres preguntas básicas que todo investigador se hace: ¿Dónde ocurrió la muerte? (LUGAR DE LA MUERTE); ¿Cuánto es el tiempo aproximado de muerte? (DATA DE LA MUERTE); y ¿Cómo ocurrió la muerte? (CAUSA DE MUERTE).

Asimismo se aportaría información acerca de las circunstancias en que se produjo la muerte, si un cuerpo fue trasladado o no de un lugar a otro y cuánto tiempo llevaba en el lugar donde se encontró el cadáver y/o si fue colocado recientemente en el lugar antes del hallazgo del mismo. Además permitirá saber si el cuerpo ha estado expuesto a un medio líquido y/o a sustancias tóxicas que impiden o retardan la colonización de las primeras oleadas de insectos.

1.4 Limitaciones

En la investigación como en muchos otros estudios siempre se encuentra diversas dificultades, teniendo en el caso como principales limitaciones el aspecto económico y el área geográfica o terreno donde realizar el proyecto; sin embargo con el fin de poder desarrollar la investigación y aportar en esta temática forense; el experimento se autofinanciará, además se contará con un área de terreno donde se ubicará los cadáveres de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) hasta la fase esquelética de putrefacción, y respecto a los materiales de campo y laboratorio en su gran mayoría también serán autofinanciados.

1.5 Formulación del problema

1.5.1 Problema general

¿Las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción?

1.5.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la sucesión de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758)?
- ¿Cuál es el tiempo de duración de las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758)?
- ¿Cuál es la composición de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758)?
- ¿Cuál es la categoría ecológica predominante asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758)?

1.6 Formulación de los objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar si las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción.

1.6.2 Objetivos específicos

- Analizar la sucesión de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758).
- Estimar el tiempo de duración de las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758).
- Identificar la composición de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758).

- Establecer la categoría ecológica predominante asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758).

1.7 Formulación de las Hipótesis

1.7.1 Hipótesis de investigación (Hi)

Las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) si afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción.

1.7.2 Hipótesis nula (Ho)

Las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) no afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción.

1.8 Variables

1.8.1 Variable independiente (V.I)

- Prendas de vestir.

1.8.2 Variables dependientes (V.D)

- Patrones de sucesión de artropofauna de interés forense.
- Tiempo de duración de las fases de putrefacción.

1.8.3 Variables intervinientes (V. INT)

- Composición de artropofauna de interés forense.
- Categoría ecológica.

1.9 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Prendas de vestir (V.I. cualitativa dicotómica)	Productos confeccionados con distintas clases de tejidos para cubrirse el cuerpo.	Ropa utilizada para cubrir el cuerpo.	Presencia	Cadáver de cerdo cubierto con ropa.
			Ausencia	Cadáver de cerdo sin ropa.
Patrones de sucesión de artropofauna de interés forense (V.D. cualitativa politómica nominal)	Aparición, desarrollo y reemplazamiento de unas especies o grupos de artrópodos por otros en el cadáver.	Orden en que aparecen los diferentes artrópodos en las fases de putrefacción cadavérica.	Dípteros	Poseen dos alas anteriores membranosas y las posteriores reducidas (halterios), comúnmente llamadas moscas y poseen quimiorreceptores muy desarrollados llamados receptores olfativos que detectan las sustancias químicas emanadas del cadáver (cadaverina y putrescina), siendo capaces de desplazarse grandes distancias para colonizar en el cadáver tan pronto como se produce el deceso y están presentes principalmente en las fases iniciales de la putrefacción.

				<p>Poseen piezas bucales de tipo masticador y las alas delanteras (primer par de alas) son duras, llamadas élitros que protegen al segundo par de alas que son membranosas, comúnmente llamados escarabajos y tienen diversos hábitos alimenticios, encontrándose presentes en el cadáver principalmente en las fases tardías de la putrefacción.</p>
			Lepidópteros	<p>Poseen dos pares de alas membranosas cubiertas de escamas y tienen una espiritrompa para alimentarse sólo de néctares, ya que las larvas (orugas) son las únicas que se alimentan del cadáver, comúnmente llamadas mariposas o polillas y colonizan el cadáver en la fase de restos esqueléticos.</p>

			Otros artrópodos	Llegan al cadáver en cualquier fase de la putrefacción de manera oportunista o accidental; siendo de importancia forense los ácaros, colémbolos, arañas, ciempiés, avispas, hormigas, tijeretas, entre otros.
Tiempo de duración de las fases de putrefacción (V.D. cualitativa politómica nominal)	Tiempo promedio medido en horas, días, meses o años que dura las fases de putrefacción, las cuáles se caracterizan por un conjunto de parámetros físico químicos propios de la descomposición cadavérica.	Tiempo que demora las etapas del proceso de putrefacción cadavérica, cada una con características particulares.	Fresca	De 0 a 24 horas (Presencia de sangre, fenómenos cadavéricos, ausencia de olor, aparecen primeros dípteros, mancha verdosa abdominal).
			Enfisematosa	De 2 a 10 días (Salida de fluidos por boca y nariz, hinchazón del abdomen, presencia de ampollas en piel, englobamiento de los ojos, huevos y larvas de dípteros).
			Descomposición activa	De 11 a 16 días (Pérdida de piezas dentarias, desprendimiento de pelaje, penetración de larvas al cuerpo, presencia de coleópteros necrófagos).

			Descomposición avanzada	De 17 a 42 días (Migración larval de dípteros, carne prácticamente consumida).
			Esqueletal	De 43 a más días (Presencia de entomofauna necrófaga, necrófila y depredadora, sólo quedan huesos y pelo).
Composición de artropofauna de interés forense (V.INT. cualitativa politómica nominal)	Artrópodos de importancia médico legal que se asocian o llegan a un cadáver en las diferentes fases de putrefacción y/o utilizan el cuerpo como un hábitat temporal.	Diversidad de artrópodos asociados al proceso de putrefacción cadavérica.	Clase insecta	Orden Díptera (familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae, Fanniidae, Stratiomyidae y Piophilidae).
				Orden Coleóptera (familias Dermestidae, Silphidae, Staphylinidae, Carabidae, Tenebrionidae, Trogidae, Histeridae y Cleridae).
				Orden Himenóptera (familias Formicidae, Vespidae y Scolitidae).
				Orden Lepidóptera (familias Pyralidae y Tineidae).

				Orden Dermáptera (familia Carcinophoridae).
				Orden Hemíptera (familia Pyrrhocoridae).
				Orden Psocóptera (familia Atropidae).
				Orden Collémbola (Colémbolos).
			Clase arachnida	Orden Araneae (familias Salticidae y Lycosidae).
				Orden Acarina (familia Acaridae).
				Orden Pseudoscorpionida (Pseudoescorpiones o falsos escorpiones).
			Clase diplopoda	Orden Polydesmida (Milpiés)
			Clase chilopoda	Orden Geophilomorpha (Ciempiés).
				Orden Scolopendromorpha (Escolopendras).
Categoría ecológica (V.INT. cualitativa politómica nominal)	Artropofauna que coloniza un cadáver de acuerdo al tiempo de llegada durante el proceso de putrefacción.	Artrópodos con hábitos alimenticios diversos que colonizan un cadáver.	Especies necrófagas	Se alimentan del cadáver (consumen materia en descomposición). Dípteros (familias Calliphoridae y Sarcophagidae), Coleópteros (familias Silphidae y Dermestidae).

			<p>Son depredadores y parásitos de los insectos necrófagos.</p> <p>Coleópteros (familias Silphidae, Staphylinidae e Histeridae), Dípteros (familias Calliphoridae y Stratiomyidae), Himenópteros parásitos (avispa de las familias Encyrtidae, Ichneumonidae).</p>
		<p>Especies necrófilas</p>	<p>Se alimentan tanto del cadáver como de los artrópodos asociados a las fases de putrefacción.</p> <p>Himenópteros (avispa de la familia Vespidae y hormiga de la familia Formicidae).</p>
		<p>Especies omnívoras</p>	<p>Utilizan el cadáver como una extensión de su hábitat normal o incidentalmente llegan al mismo.</p> <p>Colémbolos, arañas, ciempiés, milpiés, tijeretas, chinches, pseudoescorpiones, ácaros, entre otros.</p>
		<p>Especies oportunistas o accidentales</p>	

1.10 Definición de términos operacionales

1.10.1 Prendas de vestir

Ropa utilizada para cubrir el cuerpo.

- Presencia

Cadáver de cerdo cubierto con ropa.

- Ausencia

Cadáver de cerdo sin ropa.

1.10.2 Patrones de Sucesión de artropofauna de interés forense

Orden en que aparecen los diferentes artrópodos en las fases de putrefacción cadavérica.

- Dípteros

Poseen dos alas anteriores membranosas y las posteriores reducidas (halterios), comúnmente llamadas moscas y poseen quimiorreceptores muy desarrollados llamados receptores olfativos que detectan las sustancias químicas emanadas del cadáver (cadaverina y putrescina), siendo capaces de desplazarse grandes distancias para colonizar en el cadáver tan pronto como se produce el deceso y están presentes principalmente en las fases iniciales de la putrefacción.

- Coleópteros

Poseen piezas bucales de tipo masticador y las alas delanteras (primer par de alas) son duras, llamadas élitros que protegen al segundo par de alas que son membranosas, comúnmente llamados escarabajos y

tienen diversos hábitos alimenticios, encontrándose presentes en el cadáver principalmente en las fases tardías de la putrefacción.

- Lepidópteros

Poseen dos pares de alas membranosas cubiertas de escamas y tienen una espiritrompa para alimentarse sólo de néctares, ya que las larvas (orugas) son las únicas que se alimentan del cadáver, comúnmente llamadas mariposas o polillas y colonizan el cadáver en la fase de restos esqueléticos.

- Otros artrópodos

Llegan al cadáver en cualquier fase de la putrefacción de manera oportunista o accidental; siendo de importancia forense los ácaros, colémbolos, arañas, ciempiés, avispas, hormigas, tijeretas, entre otros.

1.10.3 Tiempo de duración de las fases de putrefacción

Tiempo que demora las etapas del proceso de descomposición cadavérica, cada una con características particulares.

- Fresca

De 0 a 24 horas (Presencia de sangre, fenómenos cadavéricos, ausencia de olor, aparecen primeros dípteros, mancha verdosa abdominal).

- Enfisematosa

De 2 a 10 días (Salida de fluidos por boca y nariz, hinchazón del abdomen, presencia de ampollas en piel, englobamiento de los ojos, huevos y larvas de dípteros).

- Descomposición activa

De 11 a 16 días (Pérdida de piezas dentarias, desprendimiento de pelaje, penetración de larvas al cuerpo, presencia de coleópteros necrófagos).

- Descomposición avanzada

De 17 a 42 días (Migración larval de dípteros, carne prácticamente consumida).

- Esqueletal

De 43 a más días (Presencia de entomofauna necrófaga, necrófila y depredadora, sólo quedan huesos y pelo).

1.10.4 Composición de artropofauna de interés forense

Diversidad de artrópodos asociados al proceso de putrefacción cadavérica.

- Clase insecta

Orden Díptera (familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae, Fanniidae, Stratiomyidae y Piophilidae); Orden Coleóptera (familias Dermestidae, Silphidae, Staphylinidae, Carabidae, Tenebrionidae, Trogidae, Histeridae y Cleridae); Orden Himenóptera (familias Formicidae, Vespidae y Scolitidae); Orden Lepidóptera (familias Pyralidae y Tineidae); Orden Dermáptera (familia Carcinophoridae); Orden Hemíptera (familia Pyrrhocoridae); Orden Psocóptera (familia Atropidae); Orden Collémbola (Colémbolos).

- Clase arachnida

Orden Araneae (familias Salticidae y Lycosidae); Orden Acarina (familia Acaridae); Orden Pseudoscorpionida (Pseudoescorpiones o falsos escorpiones).

- Clase diplopoda

Orden Polydesmida (Milpiés).

- Clase chilopoda

Orden Geophilomorpha (Ciempiés); Orden Scolopendromorpha (Escolopendras).

1.10.5 Categoría ecológica

Artrópodos con hábitos alimenticios diversos que colonizan un cadáver.

- Especies necrófagas

Se alimentan del cadáver (consumen materia en descomposición). Dípteros (familias Calliphoridae y Sarcophagidae), Coleópteros (familias Silphidae y Dermestidae).

- Especies necrófilas

Son depredadores y parásitos de los insectos necrófagos. Coleópteros (familias Silphidae, Staphylinidae e Histeridae), Dípteros (familias Calliphoridae y Stratiomyidae), Himenópteros parásitos (avispa de las familias Encyrtidae, Ichneumonidae).

- Especies omnívoras

Se alimentan tanto del cadáver como de los artrópodos asociados a las fases de putrefacción. Himenópteros (avispa de la familia Vespidae y hormigas de la familia Formicidae).

- Especies oportunistas o accidentales

Utilizan el cadáver como una extensión de su hábitat normal o incidentalmente llegan al mismo. Colémbolos, arañas, ciempiés, milpiés, tijeretas, chinches, pseudoescorpiones, ácaros, entre otros.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Historia

La 14ª lápida de la serie de Hurra-Hubulla es una lista sistemática de animales salvajes terrestres del tiempo de Hammurabi, de hace 3.600 años, basada a su vez en una lista sumeria aún más antigua. Se encuentra escrita en cuneiforme y es el primer libro de zoología que se conoce. Entre los 396 animales citados, 111 son insectos y 10 son moscas. La "mosca verde" (*Phaenicia*) y la "mosca azul" (*Calliphora*), muy comunes hoy en casos forenses, son mencionadas aquí por primera vez. ⁽²⁾

Desde tiempos muy antiguos, los insectos eran vistos como dioses y/o amuletos, como Baalzebuc, era conocido como "El Señor de las moscas", el escarabajo estercolero o pelotero, era conocido como "El Dios Jepri". La metamorfosis de las moscas ya era conocida en el antiguo Egipto, pues un papel encontrado en el interior de la boca de una momia contiene la siguiente inscripción: "Los gusanos no se volverán moscas dentro de ti" (Papiro Gized nº 18026: 4: 14).

El primer crimen resuelto por los insectos data del siglo XIII, escrito en el manual chino de medicina legal, en donde un campesino había sido degollado con una hoz, ante tal situación el General Zuang Ztú, mando llamar a todos los trabajadores para que colocaran sus hoces en frente de ellos, tal es la situación que los insectos (especialmente moscas), son atraídos por rastros invisibles de sangre a una sola hoz, delatando al asesino, por lo que dicho homicida confeso su crimen.

En 1850, Bergeret, estimó el intervalo post mortem de un recién nacido emparedado en una chimenea, sus conclusiones no fueron exactas, debido a que la entomología como ciencia aún se encontraba en auge.

Ya, en 1894, el médico veterinario y entomólogo francés Pierre Mégnin, clasificó a la entomofauna cadavérica en ocho cuadrillas conocidas como “cuadrillas de la muerte”, escribiendo su libro “Le Faune de Lvos Cadavers” (La fauna de los cadáveres). También se destacan los aportes del Dr. Brouardel, de la facultad de Medicina de París, y del Dr. Leclercq, de la universidad de Lieja, Bélgica. A partir de ese momento la trayectoria de la entomología forense ha venido en ascenso.

2.1.2 Investigaciones relacionadas a sucesión de artropofauna

Salazar⁽¹⁴⁾, en su investigación desarrollada en los predios aledaños a la Universidad del Atlántico al norte de la ciudad de Barranquilla – Colombia, tuvo como objetivo caracterizar la artropofauna asociada a la descomposición de dos cadáveres expuestos a dos condiciones climáticas (sol y sombra). Su trabajo fue experimental utilizando como biomodelo el cerdo blanco (*Sus scrofa*). En su conclusión más relevante señala que existe diferencia en la sucesión temporal de la artropofauna cadavérica en bosque seco tropical de acuerdo a la condición experimental (sol y sombra) a la que fue sometido el biomodelo. Asimismo indica que *Chrysomya albiceps* (Calliphoridae) fue la especie del orden Díptera más abundante, presentando mayor afinidad por la condición de sombra; mientras que *Necrobia rufipes* (Cleridae) fue la más abundante del orden Coleóptera, presentando más afinidad por la condición de sol.

Vargas⁽²⁰⁾, en su tesis desarrollada en la Vereda el Bambú, municipio de Rionegro, departamento de Santander – Colombia, tuvo como objetivo general determinar la sucesión de insectos de importancia legal como herramienta en la determinación del intervalo post mortem en la zona bioclimática bosque seco premontano (bs-PM). Su investigación fue experimental utilizando como modelo animal el cerdo blanco (*Sus scrofa*). En su trabajo concluye que la descomposición de los cerdos en bs-PM en el municipio de Rionegro, Santander se llevó a cabo en 22 días, lo cual es un período corto comparado con otros

estudios realizados en otros pisos bioclimáticos para Colombia y el resto del mundo, debido a las condiciones propias de temperatura de la región, que aceleran la descomposición, debido a su influencia, tanto en el desarrollo de los insectos presentes en la sucesión como en la deshidratación generada por las altas temperaturas del cadáver. Asimismo refiere que en la sucesión la especie marcadora para el estado fresco fue *C. albiceps* que fue la primera en llegar a los cuerpos a ovipositar, y dejó abundantes masas de huevos sobre él. Además indica que las especies *P. sericata* y *C. macellaria* fueron las especies marcadoras de la fase de hinchado.

Gines et al. ⁽¹⁹⁾, en su investigación desarrollada en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque – Perú, tuvo como objetivo describir las especies de interés forense asociada a restos cadavéricos de cerdos, su ciclo biológico, sucesión y relación con el proceso de descomposición. Dicha investigación fue experimental utilizando especímenes de cerdo (*Sus scrofa* L.) de corta edad (lechones). En su conclusión más relevante señalan que la entomofauna de interés forense presente en la descomposición cadavérica de cerdos (*Sus scrofa* L.), expuesta en condiciones de campo en Lambayeque, Perú; estuvo constituida por las especies *Chrysomya albiceps*, *C. megacephala*, *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae), *Musca domestica* (Muscidae), Sarcophagidae y Phoridae, pertenecientes al orden Díptera; *Dermestes maculatus*, *Dermestes frischii* (Dermestidae), *Necrobia rufipes* (Cleridae) e Histeridae (*Euspilotus* morfotipo 1, *Euspilotus* morfotipo 2 y *Euspilotus* morfotipo 3), para el orden Coleóptera. Además indican que en la sucesión de la entomofauna de interés forense y su relación con el proceso de descomposición, *M. domestica*, Sarcophagidae y *C. albiceps*, inician este proceso, siendo consideradas primeras especies colonizadoras; luego aparecen *C. macellaria* y *C. megacephala* (Díptera), que conjuntamente con *D. maculatus* y *N. rufipes* (Coleóptera), constituyen el segundo grupo de especies colonizadoras.

Guarín ⁽²¹⁾, en su tesis desarrollada en la Finca Alzamora del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico, tuvo como objetivo general conocer la distribución temporal, cuantitativa y cualitativa de insectos que participaron en la descomposición del cerdo bajo condiciones de sol, sombra parcial y sombra total. Este trabajo fue experimental utilizando como biomodelo animal al cerdo doméstico (*Sus domesticus*). En su trabajo concluye que se corroboró la existencia de insectos asociados a etapas específicas de la descomposición, lo que provee una herramienta para calcular el intervalo post mortem por medio de la sucesión de los mismos. También señala que las especies *C. rufifacies* y *C. macellaria* presentaron un patrón de transformación sobre los cuerpos en descomposición desde el estado fresco hasta el estado esquelético que permite determinar el intervalo post mortem.

Buenaventura et al. ⁽¹³⁾, en su investigación desarrollada en los espacios físicos del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Bogotá – Colombia, tuvo como objetivo presentar claves taxonómicas para identificar los géneros de Sarcophagidae de importancia forense, además de proporcionar información sobre la biología del grupo y su distribución local. Este trabajo de elaboración de claves taxonómicas se realizó utilizando 410 ejemplares de colecciones entomológicas de diferentes instituciones de Colombia. Entre sus conclusiones se señala que se encontraron 16 géneros atraídos por tejidos en descomposición de cerdos y humanos, vertebrados e invertebrados menores, con los que se aporta conocimiento taxonómico, biológico y geográfico nuevo sobre esta familia.

Rivera ⁽²²⁾, en su tesis desarrollada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna del municipio de Torreón Coahuila de Zaragoza – México, tuvo como objetivo general establecer una base de datos detallados de artrópodos necrófagos con énfasis en las formas inmaduras de larvas LIII de importancia forense para el área

semidesértica de Torreón Coahuila. Esta investigación fue experimental utilizando como modelos biológicos a puercos. La conclusión más relevante del trabajo señala que los géneros de *Chrysomya*, *Cochliomyia* y *Lucilia* fueron los géneros más abundantes, siendo recolectados de trampas de caída en mayor cantidad como larvas LIII desde la etapa de descomposición activa hasta la de restos secos.

Armani et al. ⁽²³⁾, en su investigación desarrollada en la ciudad de Trelew, provincia de Chubut – Argentina, tuvo como objetivo determinar la composición específica, abundancia y diversidad de la artropofauna en un cerdo doméstico del ambiente ribereño, característico de la región noreste de la provincia de Chubut, Argentina. Este trabajo fue experimental utilizando un modelo experimental porcino (*Sus scrofa*). Su conclusión más relevante aporta información de base sobre las características y duración de las distintas etapas del proceso de descomposición en un ambiente ribereño, lo que permitirá conocer en profundidad dicho proceso aportando información notable en casos forenses humanos en la zona de estudio. Asimismo se comprobó que la estacionalidad de *Calliphora vicina* en la provincia de Chubut, está marcada por su dominancia y no por su presencia.

Pizango y Cachi ⁽²⁴⁾, en su tesis desarrollada en el Fundo UNAP de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – Loreto, tuvo como objetivo conocer la composición y sucesión de la entomofauna de interés forense asociada a la descomposición de *Sus scrofa* expuestos al sol y sombra. Este trabajo fue experimental utilizándose dos ejemplares de cerdo doméstico (*Sus scrofa* L. 1758). Entre sus conclusiones señalan que la entomofauna de interés forense estuvo representada por 2 Órdenes, 14 Familias, 18 Especies y 5 Morfotipos; siendo Díptera más abundante en *Sus scrofa* expuesto al sol (88.49 %) y a sombra (95.52 %). Asimismo mencionan que las Familias Muscidae, Calliphoridae, Fanniidae, Sarcophagidae (Díptera), Histeridae y Scarabaeidae (Coleoptera) fueron las más abundantes.

Murrugarra ⁽²⁵⁾, en su tesis desarrollada en los Pantanos de Villa Chorrillos – Lima, tuvo como objetivo general determinar la sucesión de la artropofauna en cadáveres de cerdos, *Sus scrofa*, en los Pantanos de Villa, según su estacionalidad. Este trabajo fue de tipo experimental utilizando como biomodelos animales a los cerdos (*Sus scrofa*) de raza híbrida (Landrace x Large White). La conclusión más relevante de esta investigación señala que la sucesión de la artropofauna de los Pantanos de Villa en cadáveres de cerdos está influenciada significativamente por la estacionalidad. Asimismo indica que en la época I, las especies de dípteros colonizadores fueron *C. macellaria* y *Ch. albiceps*, presentes en los estados de descomposición hinchado hasta el esqueletal a diferencia de la época II donde aparecen *S. nudiseta*, *C. macellaria*, *Ch. albiceps* y *L. sericata* durante las cinco etapas de descomposición.

2.1.3 Otros estudios relacionados a entomofauna cadavérica

Castillo-Miralbes ⁽²⁶⁾, realizó estudios experimentales en campo, utilizando cerdos como modelos biológicos.

Yusseff ⁽²⁷⁾, describe que los primeros organismos en llegar a un cadáver son los dípteros necrófagos (Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae), luego los coleópteros necrófagos (Silphidae, Dermestidae y Scarabaeidae) y los depredadores (Syrphidae, Staphylinidae, Forficulidae, Histeridae, Carabidae, Vespidae y Cleridae), seguidos por dípteros saprófagos, parasitoides tales como himenópteros y algunos ácaros, colémbolos y hormigas.

Magaña ⁽²⁾, clasifica a los tipos de artrópodos que acuden a cuerpo en descomposición en especies necrófagas (Dípteros Calliphoridae y Sarcophagidae; y Coleópteros Silphidae y Dermestidae), necrófilas (Coleópteros Silphidae, Staphylinidae e Histeridae; Dípteros Calliphoridae y Stratiomyidae; e Himenópteros parásitos), omnívoras (avispas, hormigas) y accidentales (colémbolos, arañas, ciempiés).

Guarín ⁽²¹⁾, menciona que los dípteros más importantes en la descomposición cadavérica en cerdos son los califóridos *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomyia rufifacies*.

Calderón-Arguedas et al. ⁽²⁸⁾, describen que los cuerpos cursan por varias fases en su proceso de degradación. Estas son fase fresca (24 horas), la coagulativa (2 a 10 días), la descomposición activa (11 a 16 días), la descomposición avanzada (17 a 42 días) y finalmente la fase seca (luego de 43 días).

Entre los países de Sudamérica que han realizado investigación en este campo está Brasil, que posee investigaciones a nivel taxonómico de diferentes familias de dípteros ⁽²⁹⁾. En Argentina, los estudios están relacionados al área taxonómica de dípteros ⁽¹¹⁾. En Colombia se han realizado estudios taxonómicos de dípteros ⁽¹³⁾, trabajos de sucesión de la entomofauna cadavérica ⁽¹²⁾. En Chile, los estudios están relacionados a sistemática, morfología y fisiología de dípteros. ⁽³⁰⁾

En el Perú la información es escasa aunque se reporta algunas investigaciones relacionadas al área taxonómica de dípteros ⁽³¹⁾; sucesión de artropofauna ⁽¹⁶⁾; y biología y comportamiento de *Dermestes maculatus*. ⁽³²⁾

Iannacone ⁽¹⁶⁾, menciona que las moscas Calliphoridae son las primeras en colonizar un animal muerto y luego los escarabajos necrófagos (*Dermestidae*, *Silphidae*) y depredadores (*Histeridae* y *Cleridae*). Además, se ha presentado una tesis referente a diferentes aspectos de esta área de investigación. ⁽¹⁸⁾

2.2 Bases teóricas

El intervalo post mortem (IPM) es el tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo de los restos cadavéricos, o también el período de tiempo que ha estado un cuerpo expuesto al ambiente ⁽³³⁾; lo que equivale al

lapso de tiempo en que es descubierto un cadáver (días, semanas, meses o años), siendo los insectos la única evidencia confiable para estimar el tiempo de muerte.

El cálculo del intervalo post mortem es un gran problema al que tienen que enfrentarse los investigadores de las ciencias forenses; pues para la estimación del IPM es fundamental saber cuáles insectos se encuentran en la zona; por tal razón, el primer paso es identificar la entomofauna asociada a la descomposición cadavérica del lugar ⁽²⁷⁾.

Magaña ⁽²⁾, menciona que las primeras puestas ya pueden proveer información al investigador, pues la disección de los huevos y el análisis de su estado de desarrollo embrionario puede delimitar el tiempo desde la oviposición y con ello el tiempo de muerte.

Para realizar una correcta estimación del IPM mediante la entomología hay que considerar que cada caso es único y diferente ⁽²⁾. Existen dos métodos principales para determinar el IPM a través de la información provista por los insectos: a) IPM en etapas de descomposición inicial a través de los ciclos de desarrollo de dípteros; y b) IPM en etapas de descomposición avanzada a través de la sucesión de insectos. La estimación del IPM puede realizarse por el uso de ambos métodos por separado o conjuntamente dependiendo del tipo de restos. ⁽²⁾

La estimación del IPM a través de los ciclos de desarrollo de dípteros, se realiza de dos maneras: La primera es por isomegalendigramas donde solamente se considera el tamaño de la larva (longitud) y se compara su tamaño larval en relación con la temperatura y el tiempo; la segunda es por medición de los grados de temperatura acumulados en días u horas grado (Grados Día Acumulados o Grados Hora Acumulados), necesarios para alcanzar un estadio de desarrollo, teniendo en cuenta que este modelo lineal se aplica al rango de temperatura donde la misma es directamente proporcional al desarrollo del insecto. ⁽³⁴⁾

La estimación de IPM a través de la sucesión de insectos, se basa principalmente en estudios de sucesión a campo de los cuales se obtienen datos de la progresión de la artropofauna carroñera; lo que nos permite realizar una comparación de los ejemplares encontrados sobre restos humanos o animales al momento de muerte, con aquellos obtenidos bajo condiciones controladas a diferentes tiempos de un modelo animal. ⁽³⁵⁾

La estimación del intervalo post mortem basada en la sucesión de la artropofauna cadavérica requiere el conocimiento de las especies y la estimación de sus tiempos de desarrollo según las características biogeográficas del lugar donde se halla el cadáver. Yusseff ⁽²⁷⁾, señala que el medio ambiente es esencial cuando se va a estimar el IPM, dado que el desarrollo de cualquier insecto está influenciado por las condiciones ambientales y por el microclima.

La sucesión de artrópodos y otros organismos invertebrados depende tanto de las condiciones ambientales como de la composición de la fauna local; el poder determinar el efecto de estas dos variables y su relación con el proceso de sucesión cadavérica es uno de los principales objetivos al tratar de definir un intervalo post mortem. Según Oliva ⁽³⁶⁾, las diferentes localidades geográficas determinan tanto la composición de la fauna cadavérica como el comportamiento de las especies con dispersión geográfica amplia.

2.3 Bases conceptuales

2.3.1 Sucesión de artropofauna de interés forense

La sucesión ecológica comprende cambios graduales debidos a interacciones ecológicas entre diferentes organismos a lo largo del tiempo que provocan la sustitución de especies. Bornemissza ⁽³⁸⁾, indica que la comunidad descomponedora (sarcosaprófaga) de un cadáver atraviesa un proceso de sucesión ecológica; por lo tanto, los

insectos llegan en una secuencia determinada, produciendo una adición y/o sustitución de especies. A medida que la degradación de la materia orgánica agota ciertos recursos y convierte en disponibles a otros, los cambios que ocurren en la condición física del detrito favorecen a una especie y luego a otra.

Se ha sostenido que la descomposición cadavérica puede asimilarse a una sucesión heterotrófica, a partir de un recurso trófico y reproductivo, que se va modificando con el tiempo y que posee una serie de etapas de descomposición con una entomofauna asociada. ⁽⁵⁾

Un cuerpo en putrefacción es un sustrato (fuente de alimento) en rápido cambio en el que se van sucediendo diversas especies de insectos. La artropofauna encontrada en los cuerpos en descomposición es selectivamente atraída hacia ellos en momentos determinados, ya que muchos de estos insectos prefieren una etapa definida de la descomposición. Es posible que la actividad de una especie acondicione el sustrato para las que le siguen, de manera que se originan complejas y dinámicas comunidades de especies necrófagas, necrófilas, parasitoides, oportunistas o accidentales. ⁽³³⁾

La sucesión de artropofauna cadavérica se ve influenciada por circunstancias diversas (climatológicas, las estaciones del año, la geografía del lugar, la exposición a la radiación solar, la sinantropía, la latitud, el tipo de sustrato, la altitud, la ubicación y posición del cuerpo, el tamaño corporal, el tipo de muerte, las condiciones en que se halla el cuerpo, la competencia intra e interespecífica, la emigración, entre otras. ^(1, 2, 11, 26)

Magaña ⁽²⁾, menciona a los dípteros como los primeros colonizadores del cadáver, donde estos insectos cumplen una parte importante de su ciclo vital; constituyen la primera oleada de necrófagos, que aparece inmediatamente después de la muerte. Está representada por dípteros pertenecientes a las familias de Calliphoridae (*Calliphora vicina*) y muy

frecuentemente Sarcophagidae (*Sarcophaga carnaria*). Las hembras de estas familias suelen depositar sus huevos en los orificios naturales del cadáver tales como ojos, nariz y boca, así como en las posibles heridas que pudiese tener el cuerpo. La familia Sarcophagidae no pone huevos, sino que deposita larvas vivas. Los huevos son aproximadamente de 2 mm de longitud y poseen un corto período embrionario. El estadio de huevo suele durar entre 24 y 72 horas, siempre dependiendo de la especie. Las larvas son blancas, cónicas, ápodas y formadas por 12 segmentos; nacen y se introducen inmediatamente en el tejido subcutáneo. Lo licuan gracias a unas bacterias y enzimas y se alimentan por succión continuamente. Cuando las larvas han finalizado su crecimiento, cesan de alimentarse y bien en los pliegues del cuerpo, de la ropa o alejándose del cuerpo, se transforman en pupa. El crecimiento y la transformación en pupa varían dependiendo de la especie, las condiciones exteriores, la causa de la muerte y el tipo de alimentación.

Otros califóridos que también pueden aparecer en los cadáveres aunque con menos frecuencia que la *Calliphora vicina*, son los géneros *Lucilia* (*L. sericata* y *L. caesar*), y *Chrysomyia* (*Ch. albiceps*). Estos géneros son activos a partir de los 13°C y realizan sus puestas principalmente en los pliegues del cuerpo, eclosionando entre las 10 y las 52 horas de la puesta, el crecimiento de la larva dura entre 5 y 11 días y la pupación varía de forma importante ya que a unos 13°C dura entre 18 y 24 días mientras que a temperaturas de 31°C puede reducirse a entre 6 y 7 días. ⁽²⁾

Con la aparición del ácido butírico en el cadáver aparecen los primeros grupos de coleópteros derméstidos como *Dermestes maculatus*, *D. frischii* y *D. undulatus*, y el lepidóptero *Aglossa pinguinalis*. Son bastante comunes en cadáveres de aproximadamente un mes. Los adultos de Dermestidae emergen al principio de la primavera, abandonan su habitáculo de ninfa, se aparean y vuelan en busca de cadáveres o de restos de animales en descomposición. Las hembras

efectúan puestas durante varias semanas de entre 150 y 200 huevos en grupos de 2 a 10 en las fisuras de las materias nutricias. Estos huevos eclosionan según la temperatura entre 3 y 12 días después de la puesta. Las larvas presentan un cuerpo alargado y progresivamente afilado por detrás, marrón rojizo, erizado de pelos cortos y largos y seis patas móviles. Su ciclo vital dura entre 4 y 6 semanas. ⁽²⁾

Los coleópteros evolucionan sobre las grasas en fermentación al mismo tiempo que las orugas de una pequeña mariposa de género *Aglossa* (*A. pinguinalis*). Estos lepidópteros viven con mucha frecuencia en las cuevas, las bodegas, las plantas bajas deshabitadas o utilizadas como almacenes de alimentos. Revolotean al amanecer desde la mitad de junio hasta septiembre. Las hembras hacen la puesta en varias veces, en los productos de origen animal olvidados. El olor rancio de las grasas descompuestas las atrae poderosamente. Desaparecen en el cuerpo y se alimentan un mes largo, después salen y se transforman en crisálidas durante 20 días en un capullo formado de restos diversos. La temperatura provoca su eclosión si es suave o la retarda hasta la primavera siguiente en caso contrario. ⁽²⁾

Después de la fermentación butírica de las grasas aparece la fermentación caseica de los restos proteicos. En estos momentos, son atraídas las mismas moscas que pueden acudir al producirse la fermentación del queso o del proceso de secado del jamón: la especie más importante es *Piophilha casei*, con un ciclo vital de unos 30 días. También podemos encontrar otros grupos de dípteros como *Fannia scalaris*, *F. canicularis*, *F. incisurata*, así como drosófilidos, sépsidos y esferocéridos. Entre los coleópteros hace su aparición la especie (*Necrobia violacea*) con las mismas preferencias nutritivas que *Piophilha casei*; el ciclo vital dura aproximadamente entre 25 y 35 días. ⁽²⁾

El siguiente proceso en aparecer es la fermentación amoniacal, en este período van a visitar el cadáver los últimos grupos de moscas pertenecientes al género *Ophira* (*O. leucostoma*, *O. cadaverina* y *O.*

antrax) y el grupo de los fóridos (*Triphleba trinervis*, *T. hyalinata*, *T. opaca*, *Diploneura abdominalis*, *Prora aterrina*, etc). Estos grupos de moscas viven habitualmente en nidos de pájaros, madrigueras de pequeños mamíferos, habitáculos de insectos sociales, etc. Formando parte de esta escuadra encontramos a los coleópteros necrófagos por excelencia. Especies como *Necrophorus humator*, *N. vespilloides* y *N. vestigator*, *Necrodes littoralis* y *Silpha obscura*, son comunes en los cadáveres en avanzado estado de descomposición. Pertenecientes a la familia de los estafilínidos aparecen las especies *Coprophilus striatulus*, *Omalium rivulare* y *Creophilus maxillosus*; y entre los histéridos miembros de los géneros *Hister* (*H. bimaculatus*, *H. unicolor*, *H. ignobilis*) y *Saprinus* (*S. semipunctatus*, *S. depressus*, *S. semistriatus*).⁽²⁾

Capó et al.⁽³⁹⁾, hace referencia a Mégnin, quien identificó ocho grupos diferenciables, que se conocen como escuadras, escuadrillas, o simplemente cuadrillas. Las características de cada una de las cuadrillas se describen a continuación:

- Primera cuadrilla

Está formada por dípteros, moscas de las especies *Musca* y *Curtonevra*, en un primer momento y después por otras moscas, *Calliphora* y *Anthomia*. Ataca cadáveres frescos.

- Segunda cuadrilla

Actúa tan pronto como se hace sentir al aire libre el olor cadavérico. Sus componentes son moscas *Lucilia* y *Sarcophaga*.

- Tercera cuadrilla

Interviene de 3 a 6 meses después de la muerte, atraídas por la fermentación butírica. Coleóptero (*Dermestes*), lepidóptero (*Aglossa*).

- Cuarta cuadrilla

Es atraída por la fermentación caseica o albuminoidea y se compone de moscas (*Anthomia*, *Piophilidae*) y coleóptero (*Korynetes*).

- Quinta cuadrilla

La atrae la fermentación amoniacal. Se compone de dípteros de los géneros *Tyreophora*, *Lonchea*, *Ophyra* y *Phora*, de coleópteros de la familia de los sílfidos y de los géneros *Necrophorus*, *Silpha*, *Hister* y *Saprinus*.

- Sexta cuadrilla

Absorbe el resto de los humores líquidos dejados por las anteriores cuadrillas, con lo que se desecan y hasta momifican las partes orgánicas que aún resistían. Son todos acaríanos de los géneros *Uropoda*, *Trachinotus*, etc.

- Séptima cuadrilla

Aparece cuando ya sólo quedan restos momificados que no dan pábulo a los agentes fermentativos; los obreros de esta cuadrilla son los mismos que roen los vestidos, tapices, pieles, etc. Tenemos a los insectos coleópteros (*Dermestes*, *Attagenus*, *Anthrenus*) y lepidópteros (*Aglossa* y *Tineola*).

- Octava cuadrilla

La componen tan sólo unas pocas especies de insectos, entre los que destacan los pertenecientes a los géneros *Tenebrio* y *Ptinus*, que hacen desaparecer los restos que dejaron los demás.

2.3.2 Fases de la putrefacción cadavérica

La putrefacción consiste en un proceso de fermentación pútrida de origen bacteriano. Los gérmenes responsables se desarrollan en la materia orgánica cadavérica, produciendo enzimas que actúan selectivamente sobre los principios orgánicos (prótidos, lípidos, glúcidos), dando lugar a modificaciones profundas y nauseabundas del cadáver que conducen a su destrucción. Una vez terminado este proceso, sólo persisten las partes esqueléticas de naturaleza calcárea, los dientes, las uñas y los pelos, mientras que las partes blandas se reintegran al ciclo bioesférico. ⁽³⁷⁾

La descomposición cadavérica es un proceso continuo y en la naturaleza no se producen combinaciones discretas de parámetros físicos y asociaciones de artrópodos. ⁽¹⁰⁾

Gisbert et al. ⁽³⁷⁾, indican que la putrefacción evoluciona en el cadáver en cuatro fases o períodos bien caracterizados:

- El período cromático

Inicia con la aparición de la mancha verdosa, localizada inicialmente en la fosa iliaca derecha, pero que después se extiende a todo el cuerpo. Esta primera coloración verdosa se va oscureciendo progresivamente hasta asumir un tono pardo negruzco, a veces con un matiz rojizo por la hemólisis concomitante. Este período que se inicia de ordinario 24 horas después de la muerte, dura varios días, y a él se van añadiendo, poco a poco, los fenómenos propios de la segunda fase.

- El período enfisematoso

Se caracteriza por el desarrollo de gran cantidad de gases que abomban y desfiguran todas las partes del cadáver (enfisema putrefactivo). La infiltración gaseosa invade todo el tejido celular

subcutáneo; hincha la cabeza, en donde los ojos presentan un acusado exorbitismo y la lengua aparece proyectada al exterior de la boca; los genitales masculinos, por la capacidad de distensión del tegumento de esta región, llegan a adquirir volúmenes verdaderamente monstruosos; el tórax y el abdomen están distendidos, dando un sonido timpánico a la percusión. Hay otro fenómeno igualmente característico; la red venosa superficial se hace muy aparente en todas las regiones corporales; se debe a que la sangre es empujada hacia la periferia por la circulación post mortem, que se origina, por un lado, por la contracción del ventrículo izquierdo, consecuencia de la rigidez cadavérica, y, por otro, por la presión que los gases putrefactivos ejercen desde las cavidades esplácnicas. El resultado es que la red vascular superficial queda rellena de la sangre cadavérica y se marca a través de la piel en un color rojizo debido a la trasudación e inhibición de la hemoglobina. Este período tiene una duración de varios días, a veces hasta un par de semanas.

- La fase colicuativa

La epidermis se despega de la dermis por reblandecimiento, formándose ampollas de dimensiones variables, llenas de un líquido sanioso de color pardusco. La epidermis está bastante bien conservada y puede desprenderse fácilmente del plano subyacente por la simple presión de los dedos, formando colgajos. El aspecto de estos colgajos y de las zonas húmedas dérmicas que dejan al descubierto tienen el aspecto de una quemadura de segundo grado; debe evitarse confundirlos. Un líquido pardo se escurre por los orificios nasales. Los apéndices cutáneos (uñas, pelos) se desprenden. La licuefacción va instaurándose. Los gases se irán escapando y el cuerpo irá perdiendo el aspecto macrosómico que tuvo en el período anterior. En la cabeza los ojos se hundén, se aplastan las alas de la nariz, se desnuda el cráneo y, más tarde, se destruyen las partes blandas de la cara. El abdomen, que estuvo ampliamente distendido en el período enfisematoso, sufre soluciones de continuidad que dan lugar a una salida hacia el exterior

a los gases. Todos los órganos están reblandecidos y dejan escapar una serosidad sucia. La fase colicuativa dura varios meses, de 8 a 10 generalmente.

- Período de reducción esquelética

Paulatinamente, durante un período que oscila entre 2 y 3 años, hasta un máximo de 5, todas las partes blandas del cadáver irán desapareciendo a través de su licuefacción y transformación en putrilago. Los elementos más resistentes suelen ser el tejido fibroso, ligamentos y cartílagos, por lo cual el esqueleto permanece unido durante todo este período, aunque al final también llegan a destruirse estos elementos. En la cabeza resisten más tiempo las mejillas y orejas, hasta que llega un momento en que sólo quedan unos residuos en la región malar. La cabeza se desprende del tronco cuando desaparecen los elementos de unión, lo que tiene lugar al final de este período. El tórax, aunque tardíamente, se deprime, y se desinsertan las costillas y el esternón, que pueden llegar a separarse en sus distintas piezas. Los pulmones están sembrados de múltiples y desiguales vesículas pútridas y después se hunden en los canales raquídeo-costales, bañados en un líquido de trasudación, de color negruzco; los bronquios y la tráquea se reconocen durante mucho tiempo. El músculo cardíaco suele resistir considerablemente a la licuefacción. El abdomen se deprime y no tarda en excavarse, quedando su pared unida a la columna vertebral; más tarde queda reducido a residuos negruzcos que se fijan en las estructuras óseas vecinas. El aparato digestivo, en líneas generales, puede durar hasta más de 1 año y medio después de la muerte; el bazo se destruye muy rápidamente y algo menos el hígado, el riñón está protegido durante bastante tiempo por su celda grasa; en cuanto al útero es, sin duda, uno de los órganos más resistentes, lo que permite establecer el sexo de un cadáver, aunque hayan desaparecido por la putrefacción los órganos genitales externos. El cadáver llegará a su total esquelización después de 5 años.

Goff et al. ⁽¹⁰⁾, describe cinco etapas cadavéricas:

- Estado fresco

Este estado se inicia en el momento de la muerte y finaliza cuando la hinchazón del cadáver es evidente. Los primeros insectos en llegar al cuerpo son moscas de la familia Calliphoridae (moscardas) y Sarcophagidae (moscas de la carne). Las hembras adultas inspeccionan el cadáver, se alimentan con frecuencia de él y, según las especies, depositan huevos o larvas alrededor de las aberturas naturales. Éstas serán, en principio, las asociadas con la cabeza (ojos, nariz, boca y orejas) y región anogenital.

- Estado hinchado (fase enfisematosa)

Los gases producidos por la actividad metabólica de las bacterias anaerobias causan, en primer lugar, una ligera hinchazón del abdomen y, después, el cuerpo se hincha por completo. La temperatura interna se eleva en este estado por el efecto combinado de los procesos de descomposición bacteriana y la actividad metabólica de las larvas de dípteros. Los Calliphoridae son atraídos al cuerpo durante este estado. Según se va hinchando el cuerpo, los fluidos salen por las aberturas naturales y rezuman en el suelo. Estos fluidos, junto con los productos (amoníaco, etc.) derivados de la actividad metabólica de las larvas de dípteros, provocan una alcalinización del suelo subyacente al cadáver, y la fauna edáfica normal desaparece.

- Estado de putrefacción (fase colicuativa)

En esta fase se produce la rotura de la piel y de las vesículas permitiendo la salida de los gases, el cuerpo se deshinch. Las larvas de dípteros son los insectos predominantes, y forman grandes masas alimentándose. Mientras que algunas formas depredadoras, escarabajos, avispas y hormigas, que estaban presentes en el estado hinchado, al

final del estado de pudrición se observan tanto necrófagos como predadores en gran número. Hacia el final de este estado, la mayoría de los Calliphoridae y Sarcophagidae han completado su desarrollo y abandonan el cuerpo para pupar. Las larvas de dípteros habrán eliminado la mayoría de los tejidos blandos del cuerpo al final de este estadio.

- Estado de putrefacción tardía

Conforme los restos se van reduciendo a piel, cartílago y hueso, los dípteros dejan de ser las especies predominantes. A lo largo de este estadio, diversos coleópteros resultan ser los predominantes en hábitats xerofíticos y mesofíticos, y la diversidad de estos insectos aumenta. Con el incremento de la diversidad se produce, también, un aumento de parásitos y predadores de los escarabajos.

En hábitats húmedos (marismas, selvas tropicales, etc.) los coleópteros no son predominantes, sino que son reemplazados por otros insectos, principalmente dípteros y sus complejos predador/parásito.

- Estado de esqueletización

Este estado se alcanza cuando sólo quedan pelo y huesos. No aparecen insectos claramente asociados y se produce una vuelta gradual de la fauna edáfica normal en el suelo subyacente.

Un examen del suelo, en los primeros momentos de este estadio, muestra la presencia de diversos grupos de ácaros, lo que puede emplearse en la estimación del intervalo post mortem. No existe un momento final definido para este estadio, y las variaciones en la fauna edáfica pueden detectarse meses o incluso años después de la muerte, en función de las condiciones locales.

2.3.3 Artropofauna de interés forense

Cuando se estudian los cadáveres en descomposición, también es importante evaluar los insectos que se encuentran sobrevolando el área, al igual los que se encuentren sobre y bajo el cadáver. ⁽²¹⁾

Los artrópodos encontrados con mayor frecuencia en las fases de putrefacción cadavérica pertenecen a la Clase insecta y Clase arachnida.

Dentro de la Clase insecta, tenemos los principales órdenes: ⁽⁴⁰⁾

- Orden Díptera

Los dípteros son el grupo predominante de los insectos asociados con los estados de descomposición. El orden está subdividido en 2 subórdenes: Nematocera (moscas inferiores) y Brachycera. Las familias de Nematocera que se encuentran en los restos incluyen Tipulidae (moscas grulla), Trichoceridae (moscas grulla del invierno), Psychodidae (moscas polilla), Ceratopogonidae (pequeñas mordedoras), Chironomidae, Mycetophilidae (jején de hongos), Sciaridae (jején de hongos de alas oscuras), y Scatopsidae (mosca carroñera). En cuanto a Brachycera, durante los primeros estados de descomposición, larvas y adultos de estas moscas son predominantes en los restos. Dentro de las especies de mayor importancia se encuentran 3 familias: Calliphoridae (moscas sopladoras), Muscidae (moscas domésticas) y Sarcophagidae (moscas de la carne). Generalmente las moscas sopladoras depositan sus huevos, y las moscas de la carne sus larvas en áreas expuestas alrededor de los orificios naturales del cuerpo (ojos, nariz, orejas, boca, y en menor cantidad en el ano y genitales) o alrededor de las heridas. Las Muscidae se comportan de forma similar pero son las últimas en arribar.

Hay un número adicional de familias de moscas reportadas en los restos cadavéricos. La mayoría de grupos asociados con material en descomposición y su importancia en la determinación del intervalo post mortem es bien variada de acuerdo con cada caso. En hábitats húmedos, Phoridae (mosca negra jorobada), Piophilidae (mosca saltarina), Sepsidae (mosca carroñera oscura) y Sphaeroceridae (mosca pequeña del estiércol) pueden ser componentes conspicuos de la fauna asociada con los restos.

- Orden Coleóptera

Los coleópteros contienen muchos grupos de importancia en el estudio forense. Las formas predadoras, como los Staphylinidae, arriban en su mayoría pocas horas después de la muerte y su actividad en los restos se presenta hasta el estado de descomposición avanzada. Los escarábidos son principalmente especies carroñeras frecuentemente asociadas con estiércol y materia vegetal en descomposición. Los carábidos, o cucarrones del suelo, son predadores, tanto en adulto como en larva; y la mayoría se encuentra en los restos durante todos los estados de descomposición.

Otro grupo de predadores es la familia Histeridae, éstos arriban muy temprano en el proceso de descomposición y se alimentan principalmente de larvas. Los Silphidae (cucarrones de la carroña) son un grupo conspicuo en muchas áreas, arriban a los restos al comienzo del proceso de descomposición y permanecen como adultos y larvas hasta el estado de seco. Las características del estado de descomposición de seco, es que empiezan a arribar en su mayoría los cucarrones de la piel (Dermestidae). Estos cucarrones se alimentan principalmente de piel seca y tejidos de larvas y adultos. En adición, los derméstidos son comidos por especies de cucarrones cuadrados (Cleridae).

- Orden Himenóptera

Las hormigas son predadoras, pueden ser un factor muy importante en el proceso de descomposición retardando la descomposición por la disminución de la población de larvas. Las abejas y las avispas han sido observadas alimentándose directamente de los tejidos y los fluidos durante los primeros estados de descomposición. Las avispas, especialmente las Vespidae, son frecuentemente predadoras de adultos y larvas de moscas presentes en los restos. Existen varias familias de himenóptera observadas en los restos, las cuales parasitan las larvas y pupas de díptera, coleóptera, y otros insectos. Estas familias incluyen las Bethylidae, Braconidae, Chalcidae, Diapriidae, Encyrtidae, Evaniidae, Ichneumonidae, Pelecinidae, Proctotrupidae y Sclerogibbidae.

- Orden Collembola

Los colémbolos habitan principalmente lugares húmedos, de manera, que un cadáver y fundamentalmente sus fluidos proporcionan un hábitat temporal ideal. Especies asociadas con restos en descomposición no son muy específicas para estos hábitats, pero representan especies normalmente encontradas en alrededores del suelo y en hojarasca.

- Orden Hemíptera

Las especies de hemíptera asociadas con los restos son generalmente las asociadas con material vegetal o las formas predadoras. Las que se alimentan de plantas, reportadas para la carroña incluyen, Coreidae, Cydnidae, Lygaeidae y Miridae. Dos familias predadoras de Hemíptera son reportadas comúnmente en la carroña, las dos se alimentan de larvas: Reduviidae y Nabidae.

- Orden Blattaria

Las cucarachas son ampliamente distribuidas, son insectos omnívoros. Su asociación con los restos parece ser oportunista. Ellas se alimentan de tejidos y fluidos en descomposición. Aunque estas no se asocian con un período en particular en el proceso de descomposición, estas son poco comunes en la carroña fresca. La actividad de las cucarachas en la carroña es nocturna.

- Orden Lepidóptera

Los adultos de lepidóptera son frecuentemente atraídos por los restos descompuestos y se alimentan de fluidos en descomposición. En estudios realizados se observaron alimentándose sobre el cadáver; como las familias Geometridae, Hesperidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae, Sphingidae. Las familias Tineidae y Gelechiidae, se observaron en el suelo bajo el cadáver durante el estado de descomposición avanzada.

Dentro de la Clase arachnida, tenemos los principales órdenes: ⁽⁴⁰⁾

- Orden Acari

Los ácaros son un componente significativo de los artrópodos, se encuentran en el suelo bajo los restos durante el estado de descomposición avanzada. La mayoría de los ácaros son pequeños e inconspicuos. Algunos, como los Macrochelidae, se adhieren a las moscas para transportarse. Estas especies son carroñeras y se encuentran cerca de los restos en el proceso de descomposición y se alimentan de los huevos y pequeñas larvas de otros insectos. Otras familias de ácaros son formas que habitan el suelo, viven bajo los restos donde se alimentan de otros pequeños artrópodos y de sus huevos asociados con los restos, incluyen muchas formas depredadoras, como los Cunaxidae.

Otro grupo de ácaros se alimenta de hongos o detritus, incluyen los Acaridae y Winterschmidtidae. Éstos se alimentan en el suelo, bajo los restos y son comunes durante el estado de descomposición avanzada.

- Orden Araneae

Las arañas están asociadas con los restos en descomposición, como predadoras de otros artrópodos.

2.3.4 Categorías ecológicas de artropofauna cadavérica

Conjunto de especies de artrópodos (artropofauna de interés forense) que se encuentra asociada a las diferentes fases de putrefacción cadavérica, sin embargo, no todos los artrópodos que se hallan en el cadáver son exclusivos de los restos en descomposición, pues algunos artrópodos pueden vivir de forma facultativa en la carcasa y otros son absolutamente foráneos, hallándose en el cadáver en forma accidental.

Guarín ⁽²¹⁾, señala que la muerte produce una serie de cambios y transformaciones físico químicas que convierten el cuerpo sin vida en un ecosistema dinámico y único. A éste se le asocian una serie de organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas que se presentan dependiendo del estado de descomposición del cadáver.

Según Catts & Goff ⁽¹⁾, mencionan que los insectos más importantes son los necrófagos que se alimentan de la carroña y permiten establecer el tiempo de muerte, porque son los encargados de reducir el cadáver casi en su totalidad; entre estos están las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae (Díptera); Silphidae, Dermestidae, Scarabaeidae (Coleóptera) y Formicidae (Himenóptera).

Otros individuos que se encuentran frecuentemente son los depredadores y parasitoides de las especies necrófagas, quienes son, en orden de importancia, los segundos en la categoría forense y

pueden ser tan voraces como para eliminar las especies competitivas; por ejemplo las familias Syrphidae, Staphylinidae, Forficulidae, Gelastocoridae, Histeridae, Carabidae, Vespidae, Cleridae y Silphidae.

Los omnívoros se alimentan indiscriminadamente tanto del cadáver como de los otros insectos, poblaciones grandes de estas especies pueden retardar la tasa de descomposición del cadáver al disminuir las poblaciones necrófagas; por ejemplo las familias, Vespidae, Formicidae, Blattidae y algunos insectos del orden Coleóptera. Finalmente los incidentales, que usan el cadáver como una extensión de su hábitat y parte de su ambiente, estos organismos provienen de la vegetación circundante o del subsuelo. ⁽¹⁾

Los artrópodos necrófagos son la categoría ecológica más predominante en los procesos de sucesión faunística, pues están presentes en las diferentes fases de descomposición de un cuerpo alimentándose de los tejidos cadavéricos.

Magaña ⁽²⁾, clasifica a los tipos de artrópodos que acuden a un cuerpo en descomposición en cuatro categorías:

- Especies necrófagas

Son las que se alimentan del cuerpo en donde se incluyen a dípteros (Calliphoridae y Sarcophagidae) y coleópteros (Silphidae y Dermestidae).

- Especies parásitas de necrófagos

Este es el segundo grupo más significativo del cadáver, incluye coleópteros como (Silphidae, Staphylinidae e Histeridae), dípteros (Calliphoridae y Stratiomyidae) e himenópteros parásitos de las larvas y pupas de dípteros.

- Especies omnívoras

En este grupo se incluyen las avispas, hormigas y otros coleópteros que se alimentan tanto del cuerpo como de los artrópodos asociados.

- Especies accidentales

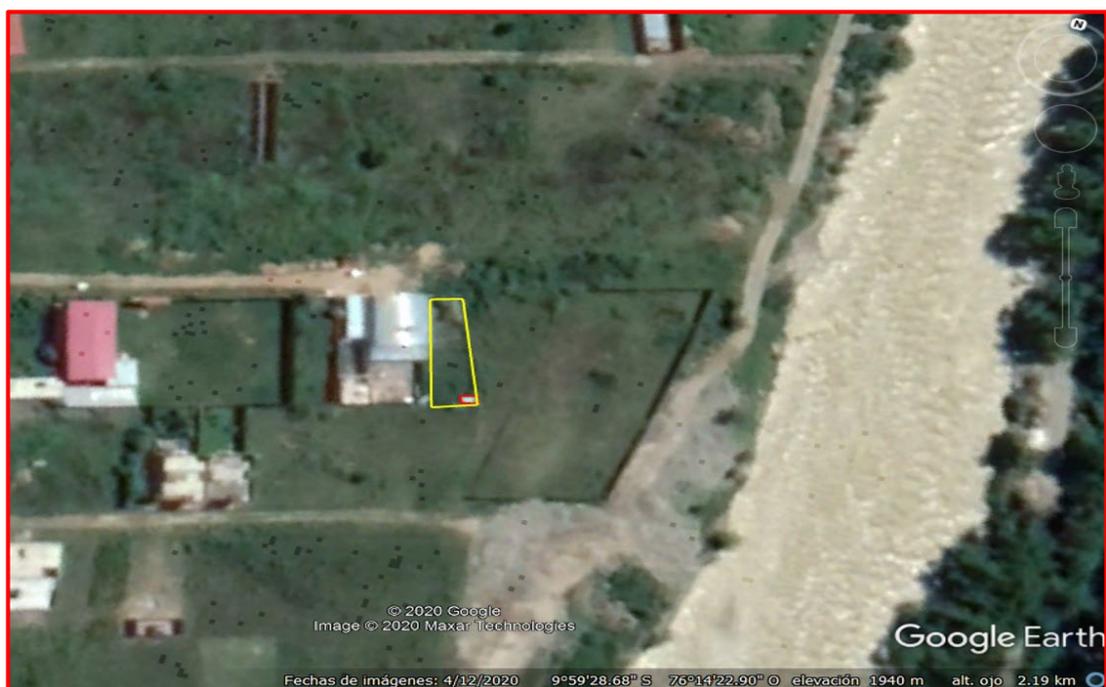
Son las especies que utilizan el cuerpo como una extensión de su hábitat normal, como por ejemplo collembola, arañas, ciempiés.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Ámbito

El área de estudio donde se realizó el trabajo de investigación (experimento) fue un terreno de 300 m² localizado en el Centro Poblado Menor de Yanag, distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, ubicado a 60 metros del margen izquierdo del río Huallaga y encontrándose a una altitud de 1940 m.s.n.m., latitud sur 9° 59' 28.68" S, longitud oeste 76° 14' 22.90" O; siendo importante mencionar que es un área urbano-rural poco poblada con abundante vegetación propia de la zona y poca perturbación de animales.



3.2 Población muestral

En la presente investigación se utilizó como biomodelo animal a dos cerdos domésticos (*Sus scrofa* L., 1758) sin patologías previas, con características similares de sexo, edad, raza, tamaño y peso que fue de aproximadamente 6 kg cada uno, con la finalidad de poder manipular la carcasa, obtener la mayor abundancia de entomofauna de interés forense para identificación y cumplir con los requisitos del experimento puro.

En la investigación la elección de los dos cerdos fue por muestreo probabilístico aleatorio simple; es decir de un conjunto de cerdos que tuvieron la misma probabilidad de ser seleccionados, sólo dos integraron la muestra (población muestral).



Existen antecedentes de diversas investigaciones que realizan los experimentos de entomología forense con sólo dos cerdos.

Catts & Goff ⁽¹⁾, mencionan a la especie porcina (*Sus scrofa*) como la más adecuada en el campo de la entomología forense para la realización de estudios comparativos, pues los resultados pueden ser extrapolados a la especie humana.

Centeno ⁽¹¹⁾, menciona que la agrupación de las vísceras así como la flora bacteriana de los cerdos es muy similar a la humana, observándose los mismos procesos de descomposición.

La especie porcina tiene patrones fisiológicos de descomposición parecidos a la especie humana; además es fácil obtener muestras por su bajo costo económico y su sacrificio no presenta problemas especiales de naturaleza ética en la sociedad.

3.3 Nivel y tipo de estudio

3.3.1 Nivel del estudio

Aplicativo y explicativo, porque busca aplicar los conocimientos adquiridos a la vez que se adquieren otros, llevando a la práctica, teorías generales, para poder explicar la cambiante realidad social; a su vez plantea mejorar o resolver el problema de investigación planteado.

3.3.2 Tipo de estudio

Según el tiempo de estudio es prospectivo; pues el estudio se inicia en un punto temporal concreto, y a partir de ahí se empiezan a recoger todos los datos, analizando cambios a través del tiempo.

Según la cantidad de medición de variables es longitudinal; pues se realizan dos o más mediciones de las mismas variables a los mismos sujetos del estudio.

Según el tipo de variables a estudiar es analítico; pues compara dos o más muestras o poblaciones.

Según participación del investigador es experimental; pues cumple con varios requisitos: Manipulación intencional de variables

independientes; Medición de variables dependientes; Control y validez; Dos o más grupos de comparación; Participantes asignados al azar o emparejados. ⁽⁴¹⁾

3.4 Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación fue experimental con posprueba únicamente y grupo control; pues un grupo recibió el tratamiento experimental (grupo experimental) y el otro no (grupo control), es decir la manipulación de la variable independiente alcanza sólo dos niveles: presencia y ausencia. Los sujetos se asignaron a los grupos de manera aleatoria. Cuando concluye la manipulación, a ambos grupos se les administra una medición sobre la variable dependiente en estudio. ⁽⁴¹⁾

Para el presente experimento, el diseño de investigación se diagrama de la siguiente forma:

RG ₁	X	O ₁
RG ₂	--	O ₂

Donde:

R : Asignación al azar o aleatoria.

G₁ : Grupo experimental (Cerdo 1).

G₂ : Grupo control (Cerdo 2).

X : Condición experimental (Presencia de prendas de vestir).

-- : Ausencia de prendas de vestir.

O₁ : Observación 1 (afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción).

O₂ : Observación 2 (no afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción).

Si al término del presente estudio se obtiene O_1 diferente de O_2 , se acepta la hipótesis de investigación; pero si se obtiene O_1 igual a O_2 , se acepta la hipótesis nula.

3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

Todo el proceso de experimentación fue documentado debidamente a través de la perennización video-fotográfica.

Desde la instalación del experimento se observó a la primera especie colonizadora y con el paso del tiempo se observaron los cambios que presentan los cadáveres en las diferentes fases de la putrefacción cadavérica.

Durante todo el proceso experimental se obtuvo diferentes especies de artrópodos a través de la captura y recolección de especies vivas en diferentes fases (adultos, larvas, pupas, huevos) y la conservación de otras para identificación.

En diferentes momentos de la investigación se registraron datos del medio ambiente (temperatura y humedad) y se tomarán muestras de las larvas instar III de las diferentes regiones corporales de ambos cadáveres de cerdos, esto con la finalidad de estimar el intervalo post mortem.

3.5.2 Instrumentos

Para la documentación se contó con una cámara fotográfica para perennizar con video-fotografía todo el proceso experimental.

Para la observación fue necesario disponer de tiempo durante el primer día tras la muerte del biomodelo animal, pues para conocer la primera especie colonizadora se tuvo que observar la primera oviposición a efectos de recolectar las muestras inmediatamente y llevarlas al laboratorio de biología para que termine su desarrollo bajo condiciones similares al del cadáver (Guía de observación).

Para la captura, recolección y registro de muestras entomológicas se contó con un formulario para la toma de muestras en los cadáveres de cerdos (Ficha de recolección de datos entomológicos en campo) y con las etiquetas de identificación de especies.

Los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación están validados por cinco juicios de expertos.

3.6 Procedimiento

Se utilizó dos ambientes cerrados contiguos de 0.85 metros de largo, 0.70 metros de ancho y 1.25 metros de alto, construido las paredes de ladrillo de cemento y techo de calamina, con puertas de latón independientes accesibles que permitieron la manipulación de las carcasas y las sesiones de muestreo, reproduciendo una vivienda rústica donde el acceso para los insectos fue por un espacio reducido ubicado encima de las puertas.





Dichas estructuras permitieron que ciertos depredadores no alteren el material de trabajo, ni tampoco exista interferencia de los fenómenos naturales (radiación solar intensa, precipitación abundante, vientos fuertes, etc.).

El sacrificio de los dos cerdos domésticos (*Sus scrofa* L., 1758) se realizó en horas de la mañana del día 15 de febrero de 2020 a las 09:42 am y 09:43 am, con la finalidad de dar el mayor tiempo posible a los insectos para colonizar los cadáveres y utilizar el día completo para su observación y registro en la ficha de recolección de muestras entomológicas en campo.



Los cerdos fueron sacrificados con hoja de cuchillo con un corte profundo a nivel del cuello atravesando el corazón siendo su muerte rápida y sin sufrimiento del animal; luego un cerdo elegido al azar fue cubierto con prendas de vestir (Cerdo G1) y el otro sin prendas de vestir (Cerdo G2).



Los cadáveres de ambos cerdos (G1 y G2) fueron trasladados al lugar del experimento en bolsas plásticas para evitar el ingreso de insectos ajenos al estudio y se colocaron lateralmente sobre su lado izquierdo en el interior de un ambiente cerrado independiente para cada cadáver; el traslado fue de aproximadamente 20 minutos.



3.7 Aspectos éticos

La experimentación con animales tiene su fundamento en el hecho de considerar a otras especies animales como modelos en miniatura de los problemas humanos.

Se realizan experimentos con animales básicamente en tres campos: la docencia, la industria y la investigación.

En el presente caso se utilizó la especie porcina (*Sus scrofa* L. 1758) como biomodelo animal, lo que permitió obtener conocimientos científicos en el campo de la Medicina Legal, pues se investigó todo el proceso de putrefacción cadavérica y su relación con la entomofauna de interés forense que se va sucediendo en el cadáver en un orden determinado, aportando una valiosa información respecto a situaciones en que son hallados algunos cadáveres en la región Huánuco.

3.8 Tabulación

Se utilizó el Excel XP como programa base para el procesamiento y análisis estadístico de la información; en el caso de la investigación la variable independiente es cualitativa dicotómica, las variables dependientes son cualitativas politómicas y las variables intervinientes también son cualitativas politómicas.

3.9 Análisis de datos

Para el análisis estadístico se elaboraron tablas, cuadros y gráficos utilizando el programa Excel XP y se emplearon tres índices faunísticos para determinar la diversidad ecológica de las principales familias de insectos colectados en ambas carcasas.

- **Índice de Simpson (D):** Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a la misma especie.

$$\text{Se calcula: } D = \sum (n/N)^2$$

Donde “n” es el número de individuos de una especie y “N” es el número de individuos de todas las especies. El rango del índice oscila entre 0 y 1; cuanto mayor es el valor de D, menor es la diversidad.

- **Índice de diversidad de Simpson:** Representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a diferentes especies.

$$\text{Se calcula: } 1 - D$$

El rango del índice también oscila entre 0 y 1; pero en este caso cuanto mayor es el valor de D, mayor es la diversidad.

- **Índice de Shannon (H')**: Se usa para cuantificar la biodiversidad específica, tomando en cuenta la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de la especies.

$$\text{Se calcula: } H' = - \sum (n/N) \ln (n/N)$$

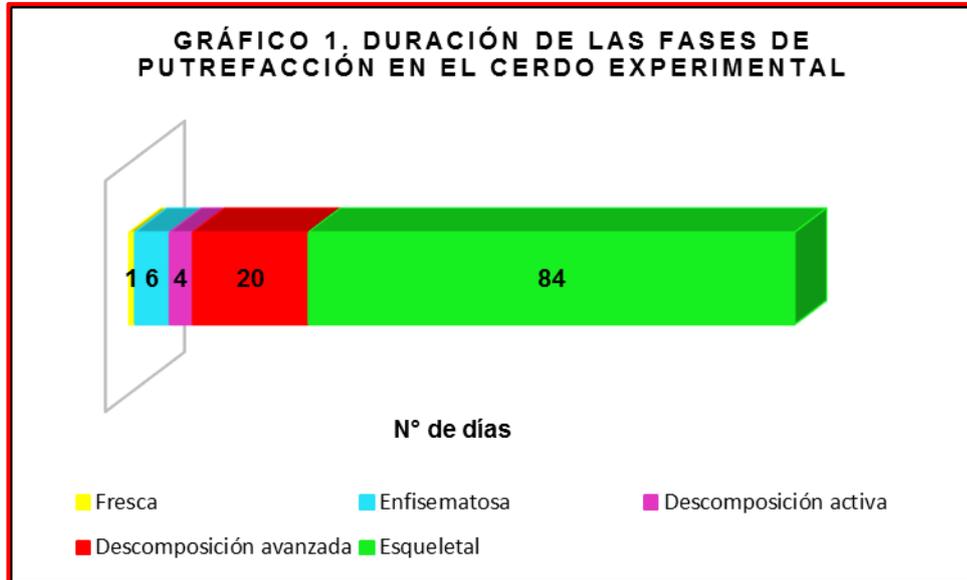
Donde “ln” es el logaritmo natural, “n” es el número de individuos de una especie y “N” es el número de individuos de todas las especies. El rango del índice oscila entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se considera baja diversidad y superiores a 3 se considera alta diversidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

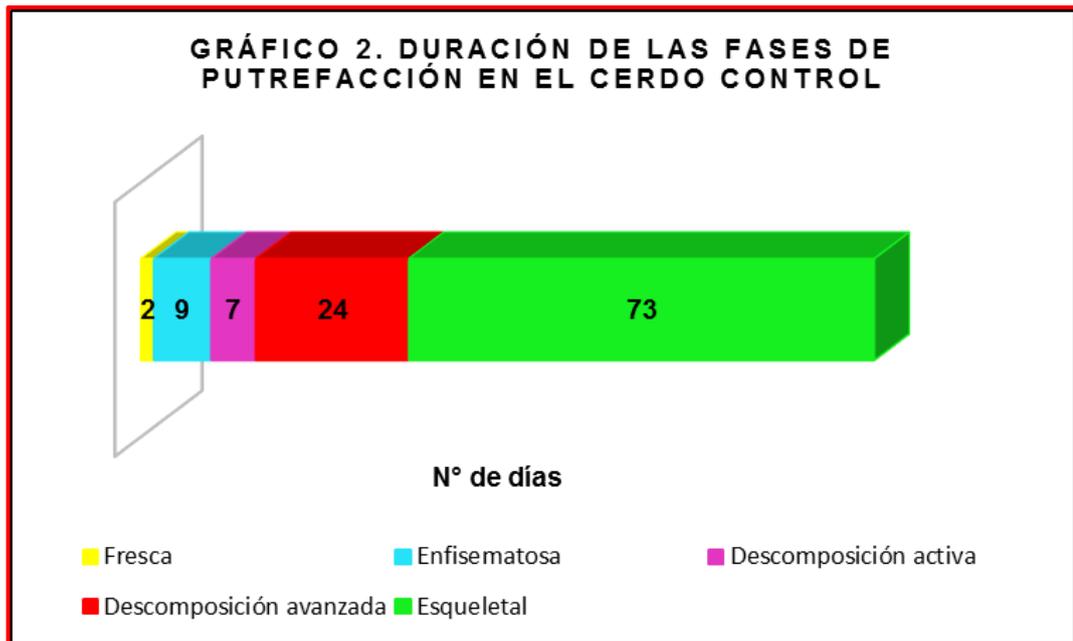
4.1 Análisis descriptivo

4.1.1 Duración de las fases de putrefacción cadavérica



En el Gráfico 1 se muestra la duración de las fases de putrefacción en el cerdo experimental o G1 (cadáver con prendas de vestir), donde se aprecia lo siguiente: (ver proceso de putrefacción en **ANEXO 13**)

- La fase fresca duró 1 día desde el 15 de febrero (fecha de instalación del cadáver) al 16 de febrero de 2020 (fecha del primer muestreo).
- La fase enfisematosa duró 6 días desde el 16 de febrero al 22 de febrero de 2020.
- La fase de descomposición activa duró 4 días desde el 22 de febrero al 26 de febrero de 2020.
- La fase de descomposición avanzada duró 20 días desde el 26 de febrero al 17 de marzo de 2020.
- La fase esquelética duró 84 días desde el 17 de marzo al 09 de junio de 2020 (fecha de último muestreo y término del experimento).



En el Gráfico 2 se muestra la duración de las fases de putrefacción en el cerdo control o G2 (cadáver sin prendas de vestir), donde se puede apreciar lo siguiente: (ver proceso de putrefacción en **ANEXO 14**)

- La fase fresca duró 2 días desde el 15 de febrero (fecha de instalación del cadáver) al 17 de febrero de 2020 (fecha del segundo muestreo).
- La fase enfisematosa duró 9 días desde el 17 de febrero al 26 de febrero de 2020.
- La fase de descomposición activa duró 7 días desde el 26 de febrero al 04 de marzo de 2020.
- La fase de descomposición avanzada duró 24 días desde el 04 de marzo al 28 de marzo de 2020.
- La fase esquelética duró 73 días desde el 28 de marzo al 09 de junio de 2020 (fecha de último muestreo y término del experimento).

Durante la fase de descomposición activa permanecen los dípteros Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Piophilidae y los coleópteros Dermestidae e Histeridae; apareciendo los coleópteros Cleridae, Staphilinidae, Trogidae, Elateridae y Scarabaeidae.

En la fase de descomposición avanzada permanecen los dípteros Calliphoridae y Sarcophagidae y los coleópteros Cleridae, Dermestidae, Staphilinidae, Histeridae, Trogidae, Elateridae y Scarabaeidae; reaparece los coleópteros Silphidae; apareciendo los coleópteros Tenebrionidae y Chrysomelidae; lepidópteros Tineidae; himenópteros Pteromalidae y Apidae; hemípteros Cydnidae; y otros artrópodos del Orden Araneae familia Salticidae.

Finalmente en la fase esquelética permanecen los dípteros Calliphoridae y Sarcophagidae; reaparece los dípteros Muscidae; apareciendo los dípteros Fanniidae, Syrphidae, Tipulidae y Dolichopodidae; permanecen los coleópteros Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Trogidae, Elateridae, Tenebrionidae, Scarabaeidae y Chrysomelidae; apareciendo los coleópteros Curculionidae, Carabidae, Melolonthidae y Coccinellidae; permanecen los lepidópteros Tineidae; apareciendo los lepidópteros Pyralidae; himenópteros Vespidae y Chrysididae; permanecen los hemípteros Cydnidae; apareciendo los hemípteros Pyrrhocoridae; homópteros Cercopidae; ortópteros Acrididae; reaparece los artrópodos del Orden Isópoda familia Porcellionidae; Orden Araneae familia Salticidae; apareciendo otros artrópodos del Orden Scolopendromorpha familia Scolopendridae y Orden Araneae familias Theridiidae y Araneidae.

La especie *Pseudomyrmex* sp. (Himenóptera: Formicidae) estuvo presente en todas las fases de putrefacción cadavérica alimentándose de las formas inmaduras (huevos, larvas y pupas) de dípteros y coleópteros, así como de imagos y del cadáver.

CUADRO 2. SUCESIÓN DE ARTRÓPOFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN EL CERDO CONTROL																																	
Orden	Familia	Fases de la putrefacción cadavérica																															
		Fr	Enfisematosa										Desc activa	Desc avanzada										Esqueletal									
		Febrero										Marzo										Abril			Mayo			Junio					
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	1	4	7	10	13	17	20	24	28	31	6	11	16	22	28	5	12	26	9	
Diptera	Calliphoridae	■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■						■						
	Sarcophagidae													■	■		■	■	■	■							■						
	Muscidae			■	■	■	■	■	■						■	■																	
	Fanniidae			■																													
	Phoridae									■																							
Coleóptera	Piophilidae									■								■															
	Cleridae												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Dermestidae							■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Silphidae						■																										
	Staphilinidae				■																												
	Histeridae				■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
	Trogidae																										■						
	Tenebrionidae																																■
	Curculionidae																																■
	Scarabaeidae																																■
	Geotrupidae																																■
	Carabidae																																■
	Melolonthidae																																■
Coccinellidae																																■	
Lepidóptera	Pyralidae					■								■																		■	
	Tineidae																															■	
Himenóptera	Vespidae																															■	
	Formicidae	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Pteromalidae			■																												■	
Hemiptera	Coreidae																															■	
	Lygaeidae																															■	
	Cydnidae																															■	
Ortóptera	Acrididae																															■	
Scolopendromorpha	Scolopendridae																															■	
Isópoda	Porcellionidae				■																											■	
Araneae	Salticidae				■																											■	
	Dysderidae																															■	

En el Cuadro 2 se muestra la sucesión de artropofauna de interés forense en el cerdo control, donde se puede apreciar que durante la fase fresca de putrefacción aparecen los dípteros Calliphoridae.

En la fase enfisematosa permanecen los dípteros Calliphoridae; apareciendo los dípteros Muscidae, Fanniidae, Phoridae y Piophilidae; coleópteros Cleridae, Dermestidae, Silphidae, Staphilinidae e Histeridae; Lepidópteros Pyralidae; Himenópteros Pteromalidae; y otros artrópodos del Orden Isópoda familia Porcellionidae y Orden Araneae familia Salticidae.

Durante la fase de descomposición activa permanecen los dípteros Calliphoridae y Muscidae; apareciendo los dípteros Sarcophagidae; permanecen los coleópteros Cleridae, Dermestidae e Histeridae; los lepidópteros Pyralidae; y los artrópodos del Orden Araneae familia Salticidae.

En la fase de descomposición avanzada permanecen los dípteros Calliphoridae y Sarcophagidae; reaparece los dípteros Piophilidae; permanecen los coleópteros Cleridae, Dermestidae e Histeridae; apareciendo los coleópteros Trogidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Geotrupidae y Melolonthidae; lepidópteros Tineidae; hemípteros Lygaeidae y Cydnidae; ortópteros Acrididae; reaparece artrópodos del Orden Isópoda familia Porcellionidae y permanecen artrópodos del Orden Araneae familia Salticidae.

Finalmente en la fase esquelética permanecen los dípteros Calliphoridae y Sarcophagidae; coleópteros Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Trogidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae y Melolonthidae; apareciendo los coleópteros Curculionidae, Carabidae y Coccinellidae; permanecen los lepidópteros Tineidae; reaparece los lepidópteros Pyralidae; apareciendo los himenópteros Vespidae, hemípteros Coreidae; permanecen los hemípteros Cydnidae; ortópteros Acrididae; artrópodos del Orden Isópoda familia Porcellionidae; Orden Araneae familia Salticidae; apareciendo otros artrópodos del Orden Scolopendromorpha familia Scolopendridae y Orden Araneae familia Dysderidae.

Los himenópteros de la familia Formicidae (hormigas del género *Pseudomyrmex* sp.) también estuvieron presentes en todas las fases de putrefacción cadavérica alimentándose de formas inmaduras (huevos, larvas y pupas) de dípteros y coleópteros; así como de imagos y del cadáver.

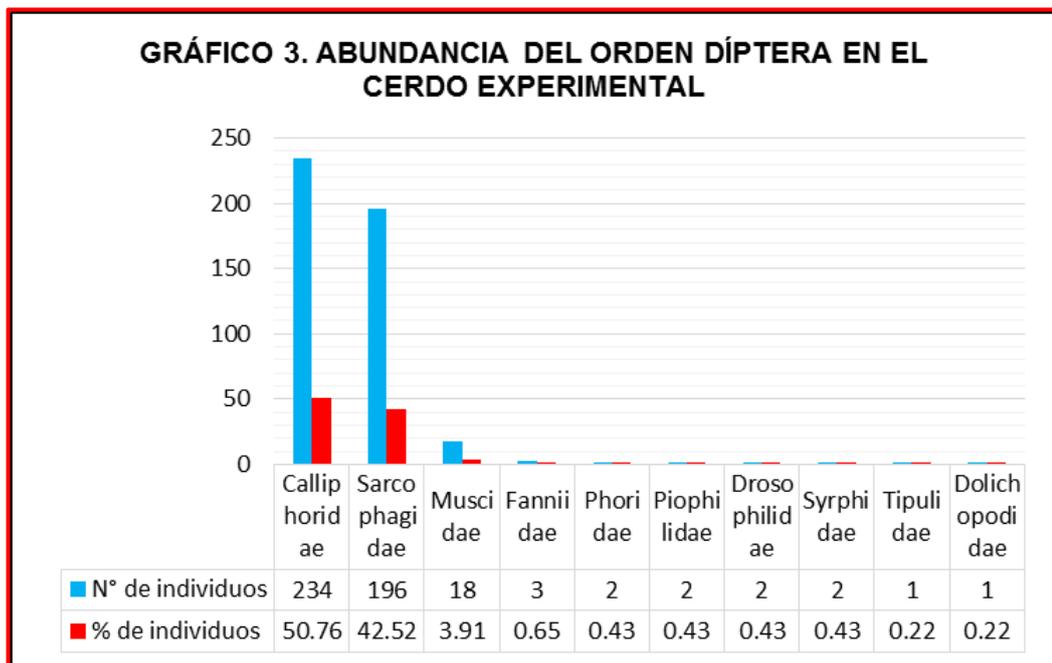
4.1.3 Abundancia de artropofauna de interés forense

CUADRO 3. ABUNDANCIA DE ARTROPOFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN EL CERDO EXPERIMENTAL					
Clase	Orden	Familia	N° de individuos	Total	
Insecta	Díptera	Calliphoridae	234	461	836
		Sarcophagidae	196		
		Muscidae	18		
		Fanniidae	3		
		Phoridae	2		
		Piophilidae	2		
		Drosophilidae	2		
		Syrphidae	2		
		Tipulidae	1		
		Dolichopodidae	1		
	Coleóptera	Cleridae	94	278	
		Dermestidae	80		
		Silphidae	3		
		Staphilinidae	5		
		Histeridae	37		
		Trogidae	5		
		Elateridae	6		
		Tenebrionidae	12		
		Curculionidae	2		
		Scarabaeidae	26		
		Carabidae	2		
		Chrysomelidae	4		
		Melolonthidae	1		
	Coccinellidae	1			
	Lepidóptera	Pyralidae	3	5	
		Tineidae	2		
	Himenóptera	Vespidae	4	86	
		Chrysididae	1		
		Formicidae	76		
		Pteromalidae	4		
		Apidae	1		
	Hemíptera	Pyrrhocoridae	2	4	
		Cydnidae	2		
	Homóptera	Cercopidae	1	1	
	Ortóptera	Acrididae	1	1	
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	2	2	2
Malacostraca	Isópoda	Porcellionidae	4	4	4
Arachnida	Araneae	Salticidae	5	7	7
		Theridiidae	1		
		Araneidae	1		
TOTAL				849	

En el Cuadro 3 se muestra la abundancia de artropofauna de interés forense en el cerdo experimental, donde se aprecia que se recolectó un total de 849 individuos del Phylum Artrópoda, de los cuáles la clase Insecta fue la más abundante con un total de 836 individuos (98.47%) distribuidos en 7 órdenes y 35 familias, seguido de la clase Arachnida

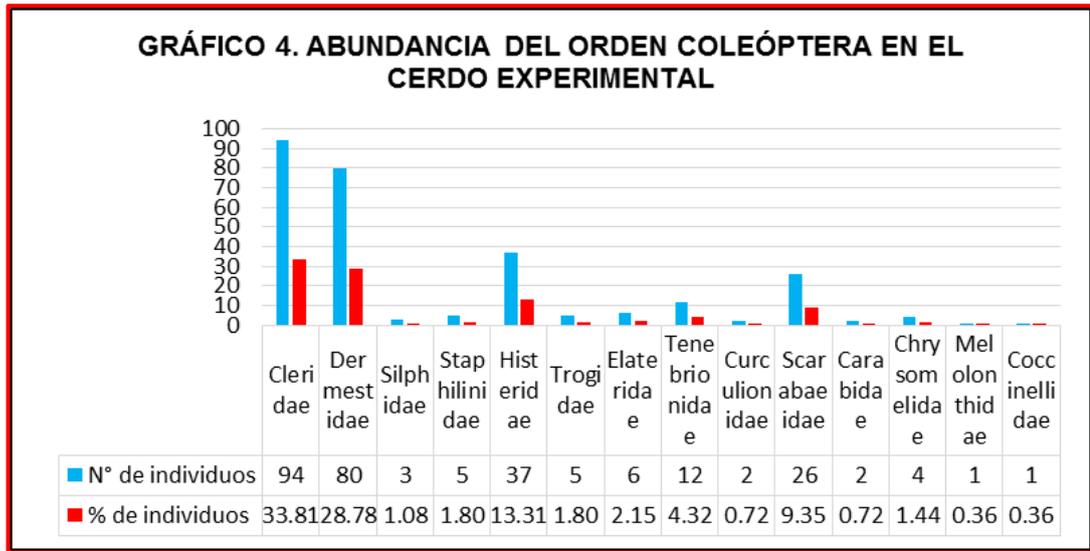
con un total de 7 individuos (0.82%) distribuidos en 1 orden (Araneae) y 3 familias (Salticidae, Theridiidae y Araneidae); la clase Malacostraca con un total de 4 individuos (0.47%) distribuidos en 1 orden (Isópoda) y 1 familia (Porcellionidae); y, la clase Chilopoda con un total de 2 individuos (0.24%) distribuidos en 1 orden (Scolopendromorpha) y 1 familia (Scolopendridae).

Dentro de la clase Insecta, el orden Díptera fue el más abundante con un total de 461 individuos (55.14%) distribuidos en 10 familias (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae, Piophilidae, Drosophilidae, Syrphidae, Tipulidae y Dolichopodidae); siendo la familia Calliphoridae la más numerosa con un total de 234 individuos (50.76%), seguido de la familia Sarcophagidae con un total de 196 individuos (42.52%); y, la familia Muscidae con un total de 18 individuos (3.91%); según se observa en el Gráfico 3.

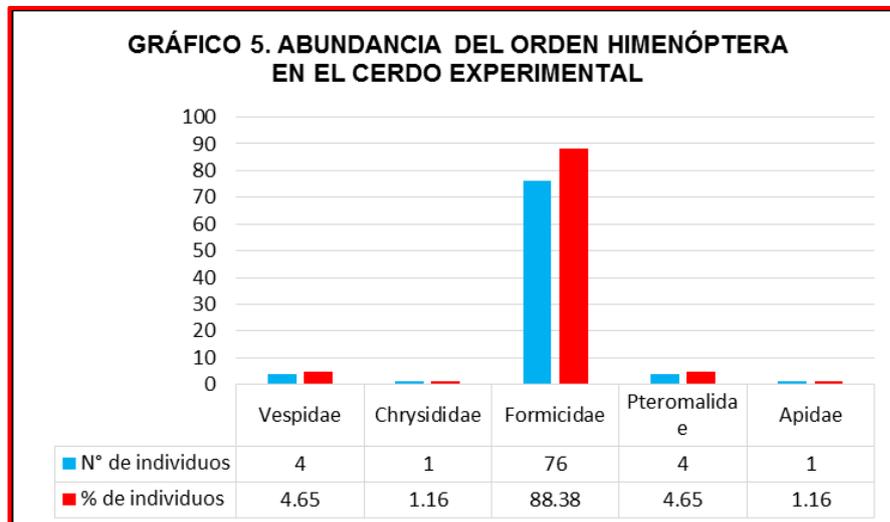


El orden Coleóptera estuvo conformado por un total de 278 individuos (33.25%) distribuidos en 14 familias (Cleridae, Dermestidae, Silphidae, Staphilinidae, Histeridae, Trogidae, Elateridae, Tenebrionidae, Curculionidae, Scarabaeidae, Carabidae, Chrysomelidae,

Melolonthidae y Coccinellidae); siendo la familia Cleridae la más abundante con un total de 94 individuos (33.81%), seguido de la familia Dermestidae con un total de 80 individuos (28.78%); y, la familia Histeridae con un total de 37 individuos (13.31%); según se observa en el Gráfico 4.



El orden Himenóptera estuvo conformado por un total de 86 individuos (10.29%) distribuidos en 5 familias (Vespidae, Chrysididae, Formicidae, Pteromalidae y Apidae); siendo la familia Formicidae la más abundante con un total de 76 individuos (88.38%), seguido de la familia Vespidae con un total de 4 individuos (4.65%); y la familia Pteromalidae con un total de 4 individuos (4.65%), según se observa en el Gráfico 5.

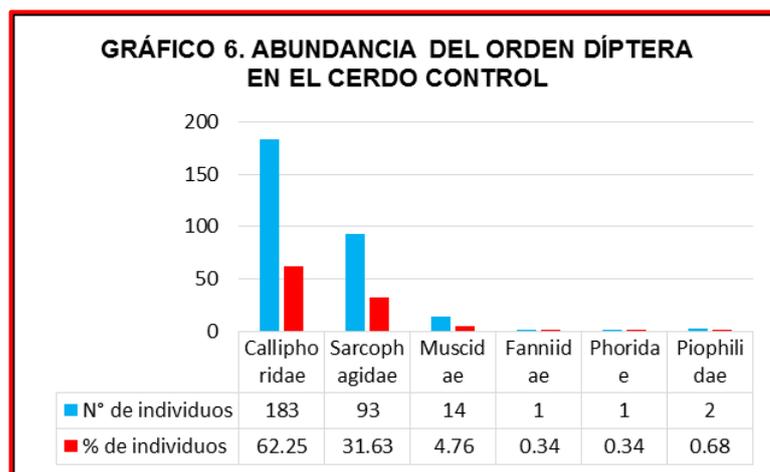


El orden Lepidóptera estuvo conformado por un total de 5 individuos (0.60%) distribuidos en 2 familias: La familia Pyralidae con un total de 3 individuos (60%) y la familia Tineidae con un total de 2 individuos (40%). El orden Hemíptera estuvo conformado por un total de 4 individuos (0.48%) distribuidos en 2 familias: La familia Pyrrhocoridae con un total de 2 individuos (50%) y la familia Cydnidae con un total de 2 individuos (50%). El orden Homóptera estuvo conformado por un total de 1 individuo (0.12%) distribuido en 1 familia (Cercopidae). El orden Ortóptera estuvo conformado por un total de 1 individuo (0.12%) distribuido en 1 familia (Acrididae).

CUADRO 4. ABUNDANCIA DE ARTOPOFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN EL CERDO CONTROL					
Clase	Orden	Familia	N° de individuos	Total	
Insecta	Díptera	Calliphoridae	183	294	673
		Sarcophagidae	93		
		Muscidae	14		
		Fanniidae	1		
		Phoridae	1		
		Piophilidae	2		
	Coleóptera	Cleridae	69	249	
		Dermostidae	106		
		Silphidae	3		
		Staphilinidae	5		
		Histeridae	47		
		Trogidae	3		
		Tenebrionidae	2		
		Curculionidae	1		
		Scarabaeidae	8		
		Geotrupidae	1		
		Carabidae	1		
		Melolonthidae	2		
	Coccinellidae	1			
	Lepidóptera	Pyralidae	7	13	
		Tineidae	6		
	Himenóptera	Vespidae	1	109	
		Formicidae	105		
Pteromalidae		3			
Hemíptera	Coreidae	2	6		
	Lygaeidae	1			
	Cydnidae	3			
Ortóptera	Acrididae	2	2		
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	1	1	1
Malacostraca	Isópoda	Porcellionidae	7	7	7
Arachnida	Araneae	Salticidae	5	6	6
		Dysderidae	1		
TOTAL					687

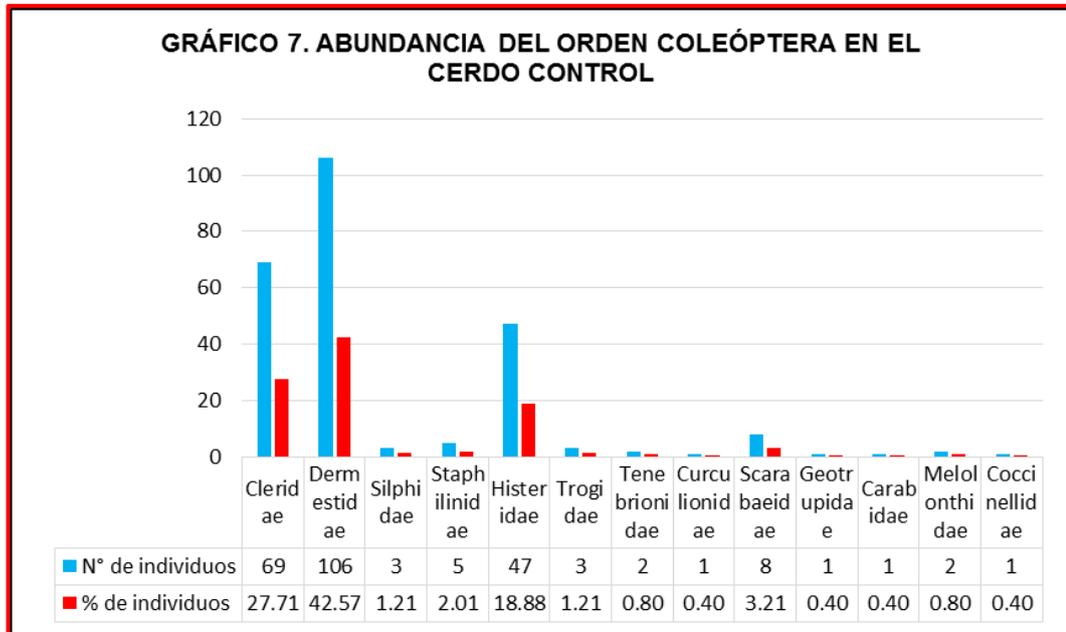
En el Cuadro 4 se muestra la abundancia de artropofauna de interés forense en el cerdo control, donde se aprecia que se recolectó un total de 687 individuos del Phylum Artrópoda, de los cuáles la clase Insecta fue la más abundante con un total de 673 individuos (97.96%) distribuidos en 6 órdenes y 28 familias, seguido de la clase Malacostraca con un total de 7 individuos (1.02%) distribuidos en 1 orden (Isópoda) y 1 familia (Porcellionidae); la clase Arachnida con un total de 6 individuos (0.87%) distribuidos en 1 orden (Araneae) y 2 familias (Salticidae y Dysderidae); y, la clase Chilopoda con un total de 1 individuo (0.15%) distribuido en 1 orden (Scolopendromorpha) y 1 familia (Scolopendridae).

Dentro de la clase Insecta, el orden Díptera fue el más abundante con un total de 294 individuos (43.68%) distribuidos en 6 familias (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae y Piophilidae); siendo la familia Calliphoridae la más numerosa con un total de 183 individuos (62.25%), seguido de la familia Sarcophagidae con un total de 93 individuos (31.63%); y, familia Muscidae con un total de 14 individuos (4.76%); según se observa en el Gráfico 6.

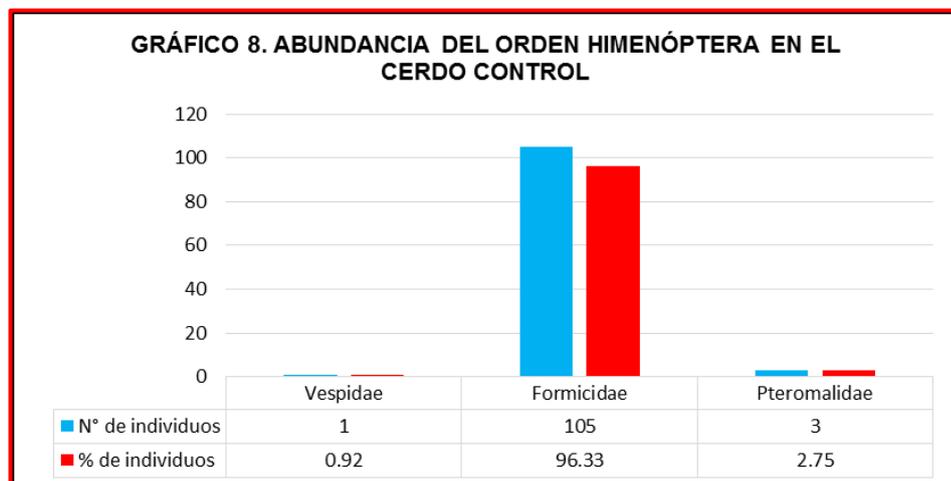


El orden Coleóptera estuvo conformado por un total de 249 individuos (37%) distribuidos en 13 familias (Cleridae, Dermestidae, Silphidae, Staphilinidae, Histeridae, Trogidae, Tenebrionidae, Curculionidae, Scarabaeidae, Geotrupidae, Carabidae, Melolonthidae y

Coccinellidae); siendo la familia Dermestidae la más abundante con un total de 106 individuos (42.57%), seguido de la familia Cleridae con un total de 69 individuos (27.71%); y, la familia Histeridae con un total de 47 individuos (18.88%); según se observa en el Gráfico 7.



El orden Himenóptera estuvo conformado por un total de 109 individuos (16.20%) distribuidos en 3 familias (Vespidae, Formicidae y Pteromalidae); siendo la familia Formicidae la más abundante con un total de 105 individuos (96.33%), seguido de la familia Pteromalidae con un total de 3 individuos (2.75%); y la familia Vespidae con un total de 1 individuo (0.92%); según se observa en el Gráfico 8.



El orden Lepidóptera estuvo conformado por un total de 13 individuos (1.93%) distribuidos en 2 familias: La familia Pyralidae con un total de 7 individuos (53.85%) y la familia Tineidae con un total de 6 individuos (46.15%). El orden Hemíptera estuvo conformado por un total de 6 individuos (0.89%) distribuidos en 3 familias: La familia Cydnidae con un total de 3 individuos (50%), la familia Coreidae con un total de 2 individuos (33.33%) y la familia Lygaeidae con un total de 1 individuo (16.67%). El orden Ortóptera estuvo conformado por un total de 2 individuos (0.30%) distribuidos en 1 familia (Acrididae).

4.1.4 Categoría ecológica asociada a las fases de putrefacción

En el cerdo experimental o G1 (cadáver con prendas de vestir) las categorías ecológicas presentes en las diversas fases de putrefacción cadavérica fueron:

- Fase fresca (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae y Muscidae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae. Especies omnívoras: Himenóptera Formicidae).
- Fase enfisematosa (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae, Piophilidae y Drosophilidae. Coleóptera Dermestidae y Silphidae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae. Coleóptera Silphidae e Histeridae. Especies omnívoras: Himenóptera Formicidae. Especies oportunistas o accidentales: Isópoda Porcellionidae).
- Fase de descomposición activa (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Piophilidae. Coleóptera Dermestidae, Trogidae, Elateridae y Scarabaeidae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae. Coleóptera Cleridae, Staphilinidae, Histeridae y Trogidae. Especies omnívoras: Coleóptera Cleridae. Himenóptera Formicidae).

- Fase de descomposición avanzada (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae y Sarcophagidae. Coleóptera Dermestidae, Silphidae, Trogidae, Elateridae y Scarabaeidae. Lepidóptera Tineidae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae. Coleóptera Cleridae, Staphilinidae, Histeridae y Trogidae. Himenóptera Pteromalidae. Especies omnívoras: Coleóptera Cleridae y Tenebrionidae. Himenóptera Formicidae. Especies oportunistas o accidentales: Coleóptera Chrysomelidae. Himenóptera Apidae. Hemíptera Cydnidae. Araneae Salticidae).

- Fase esquelética (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Fanniidae. Coleóptera Dermestidae, Trogidae, Elateridae y Scarabaeidae. Lepidóptera Pyralidae y Tineidae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae, Muscidae y Syrphidae. Coleóptera Cleridae, Histeridae, Trogidae y Carabidae. Especies omnívoras: Coleóptera Cleridae y Tenebrionidae. Himenóptera Vespidae, Chrysididae y Formicidae. Especies oportunistas o accidentales: Díptera Tipulidae y Dolichopodidae. Coleóptera Curculionidae, Chrysomelidae, Melolonthidae y Coccinellidae. Hemíptera Pyrrhocoridae y Cydnidae. Homóptera Cercopidae. Ortóptera Acrididae. Scolopendromorpha Scolopendridae. Isópoda Porcellionidae. Araneae Salticidae, Theridiidae y Araneidae).

En el cerdo control o G2 (cadáver sin prendas de vestir) las categorías ecológicas presentes en las diversas fases de putrefacción cadavérica fueron:

- Fase fresca (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae. Especies omnívoras: Himenóptera Formicidae).

- Fase enfisematosa (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae y Piophilidae. Coleóptera Dermestidae y Silphidae. Lepidóptera Pyralidae. Especies necrófilas: Díptera

Calliphoridae. Coleóptera Cleridae, Silphidae, Staphilinidae e Histeridae. Himenóptera Pteromalidae. Especies omnívoras: Coleóptera Cleridae. Himenóptera Formicidae. Especies oportunistas o accidentales: Isópoda Porcellionidae. Araneae Salticidae).

- Fase de descomposición activa (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae. Coleóptera Dermestidae. Lepidóptera Pyralidae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae. Coleóptera Cleridae e Histeridae. Especies omnívoras: Coleóptera Cleridae. Himenóptera Formicidae. Especies oportunistas o accidentales: Araneae Salticidae).
- Fase de descomposición avanzada (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae, Sarcophagidae y Piophilidae. Coleóptera Dermestidae, Trogidae, Scarabaeidae y Geotrupidae. Lepidóptera Tineidae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae. Coleóptera Cleridae, Histeridae y Trogidae. Especies omnívoras: Coleóptera Cleridae y Tenebrionidae. Himenóptera Formicidae. Especies oportunistas o accidentales: Coleóptera Melolonthidae. Hemíptera Lygaeidae y Cydnidae. Ortóptera Acrididae. Isópoda Porcellionidae. Araneae Salticidae).
- Fase esquelética (Especies necrófagas: Díptera Calliphoridae y Sarcophagidae. Coleóptera Dermestidae, Trogidae y Scarabaeidae. Lepidóptera Pyralidae y Tineidae. Especies necrófilas: Díptera Calliphoridae. Coleóptera Cleridae, Histeridae, Trogidae y Carabidae. Especies omnívoras: Coleóptera Cleridae y Tenebrionidae. Himenóptera Vespidae y Formicidae. Especies oportunistas o accidentales: Coleóptera Curculionidae, Melolonthidae y Coccinellidae. Hemíptera Coreidae y Cydnidae. Ortóptera Acrididae. Scolopendromorpha Scolopendridae. Isópoda Porcellionidae. Araneae Salticidae y Dysderidae).

4.1.5 Composición de la artropofauna de interés forense

CUADRO 5. COMPOSICIÓN DE LA ARTROPOFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN EL CERDO EXPERIMENTAL		FASES DE LA PUTREFACCIÓN CADAVERICA																												N° Ind				
		F Enfisematosa							D. Act							D. Avanzada							Esqueletal											
		Feb							Mar							Abr							May			Jun								
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	1	4	7	10	13	17	20	24	28	31	6	11	16	22	28	5	12	26	9		
ORDEN DÍPTERA																																		
	<i>Calliphora vomitoria</i>			1	2												1																4	
	<i>Chrysomya albiceps</i>	1	3	3	6	3	1	1			1		1	1	10	1				2	2	1	1										137	
	<i>Chrysomya rufifacies</i>			2	2																												4	
	<i>Cochliomyia macellaria</i>	4	2	4	5	6	1	1						3	22				1	1	2											52		
	<i>Cochliomyia hominivorax</i>		1	3	1										2							1										8		
	<i>Comptosomyops fulvicurva</i>							1		1																						2		
	<i>Lucilia cuprina</i>			2											1							1										4		
	<i>Lucilia sericata</i>	1	2	5	2								1	6								1					1	1				18		
	<i>Roraimomusca roraima</i>																									1	1					2		
	<i>Calliphoridae</i> spp.			1											2																	3		
	<i>Oxysarcodexia terminalis</i>				4									4	24											2						34		
	<i>Sarcodexia</i> sp.				1							3	2	3	1	4						1		22								37		
	<i>Sarcophaga camaria</i>				2						6	2	5											16	2							33		
	<i>Trichareea</i> sp.		1	9									5	40		1	1	1					28									86		
	<i>Sarcophagidae</i> spp.									1				5																		6		
	<i>Limnophora brevihirta</i>			1				1																								2		
	<i>Musca domestica</i>	1	1	2	2			2	1															2								11		
	<i>Ophyra aenescens</i>																			2		1										3		
	<i>Muscidae</i> spp.			1																					1							2		
	<i>Fanniidae</i> <i>Fannia canicularis</i>																				1		2									3		
	<i>Phoridae</i> <i>Megaselia scalaris</i>						2																										2	
	<i>Piophilidae</i> <i>Piophila casei</i>		1					1																									2	
	<i>Drosophilidae</i> <i>Drosophila melanogaster</i>			2																													2	
	<i>Syrphidae</i> <i>Sirphus</i> sp.																						1				1						2	
	<i>Tipulidae</i> <i>Nephrotoma</i> sp.																							1									1	
	<i>Dolichopodidae</i> <i>Condylostylus</i> sp.																										1						1	
ORDEN COLEÓPTERA																																		
	<i>Cleridae</i> <i>Necrobia ruficollis</i>								1	6	1	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	3	4	3	4	4	40		
	<i>Necrobia rufipes</i>					1	1	3	2	3	3	2	4	2	1	2	1	4	1	4	1	1	1	2	1	3	8	4				54		
	<i>Dermestidae</i> <i>Dermestes maculatus</i>			1	2	2	3	1	4	4	5	3	4	1	4	5	4	6	1	13	14						3					80		
	<i>Silphidae</i> <i>Oxelytrum discicolle</i>		1	1										1																			3	
	<i>Staphilinidae</i> <i>Creophilus maxillosus</i>						1				1																						2	
	<i>Staphilinidae</i> spp.						3																										3	
	<i>Histeridae</i> <i>Euspilotes nigrita</i>				1			5	3	2	5	1	4	3	3							1	1							1		30		
	<i>Histeridae</i> spp.				1						1	2			2							1											7	
	<i>Trogidae</i> <i>Omorgus suberosus</i>						1								1			1	1	1													5	
	<i>Elateridae</i> <i>Conoderus</i> sp.							1									1										1	2					6	
	<i>Tenebrionidae</i> <i>Scotobius andrassyi</i>																							1									1	
	<i>Tenebrionidae</i> <i>Tenebrio obscurus</i>													1			1				1		2										5	
	<i>Tenebrionidae</i> spp.																										1	1	4				6	
	<i>Curculionidae</i> <i>Compsus</i> sp.																							1									1	
	<i>Curculionidae</i> spp.																										1						1	
	<i>Scarabaeidae</i> <i>Ataenius</i> sp.										1	1		1	2			3	1	1	3					4	8	1				26		
	<i>Carabidae</i> <i>Amara aulica</i>																													1	1		2	
	<i>Chrysomelidae</i> <i>Diabrotica viridula</i>																					1	1										2	
	<i>Chrysomelidae</i> <i>Phaedon confinis</i>													1							1												2	
	<i>Melolonthidae</i> <i>Phyllophaga</i> sp.																													1			1	
	<i>Coccinellidae</i> <i>Neda</i> sp.																																1	
ORDEN LEPIDÓPTERA																																		
	<i>Pyrilidae</i> <i>Aglossa pinguinalis</i>																											3				3		
	<i>Tineidae</i> <i>Tineola bisselliella</i>															1												1					2	
ORDEN HIMENÓPTERA																																		
	<i>Vespididae</i> <i>Polistes canadensis</i>																																2	
	<i>Vespididae</i> spp.																						1				1						2	
	<i>Chrysididae</i> <i>Chrysis</i> sp.																																1	
	<i>Formicidae</i> <i>Pseudomyrmex</i> sp.	4	3	4	2	2	3	2	3	3	4	2	2	1	2	1	2	2	3	1	3	3	4	1	1	2	2	1	3	4	2	2	74	
	<i>Formicidae</i> spp.																																	2
	<i>Pteromalidae</i> <i>Nasonia</i> sp.														4																		4	
	<i>Apidae</i> <i>Bombus</i> sp.														1																		1	
ORDEN HEMIPTERA																																		
	<i>Pyrrhocoridae</i> <i>Pyrrhocoris apterus</i>																																2	
	<i>Cydnidae</i> <i>Amnestus</i> sp.																																2	
ORDEN HOMÓPTERA																																		
	<i>Cercopidae</i> <i>Cercopis</i> sp.																																1	
ORDEN ORTÓPTERA																																		
	<i>Acrididae</i> <i>Schistocerca</i> sp.																																1	
ORDEN SCOLOPENDROMORPHA																																		
	<i>Scolopendridae</i> <i>Scolopendra</i> sp.																																2	
ORDEN ISÓPODA																																		
	<i>Porcellionidae</i> <i>Porcellio</i> sp.			1																													4	
ORDEN ARANEAE																																		
	<i>Salticidae</i> <i>Frigga crocuta</i>																																2	
	<i>Salticidae</i> spp.																																	3
	<i>Theridiidae</i> <i>Latrodectus geometricus</i>																																	1
	<i>Araneidae</i> <i>Gasteracantha cancriformis</i>																																	1
TOTAL DE INDIVIDUOS																												849						

En el Cuadro 5 se muestra la composición de la artropofauna de interés forense en el cerdo experimental, donde se aprecia una gran diversidad de especies que arribaron al cadáver, siendo la especie *Cochliomyia macellaria* la primera en colonizar el cadáver G1.

Durante la fase fresca se recolectó:

- Díptera (*Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* y *Musca domestica*).
- Himenóptera (*Pseudomyrmex* sp.).

En la fase enfisematosa se recolectó:

- Díptera (*Calliphora vomitoria*, *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria*, *Cochliomyia hominivorax*, *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata*, *Calliphoridae* spp., *Oxysarcodexia terminalis*, *Sarcodexia* sp., *Sarcophaga carnaria*, *Tricharaea* sp., *Limnophora brevihirta*, *Musca domestica*, *Muscidae* spp., *Megaselia scalaris*, *Piophilina casei* y *Drosophila melanogaster*).
- Coleóptera (*Dermestes maculatus*, *Oxelytrum discicolle*, *Euspilotus nigrita* e *Histeridae* spp.).
- Himenóptera (*Pseudomyrmex* sp.).
- Isópoda (*Porcellio* sp.).

Durante la fase de descomposición activa se recolectó:

- Díptera (*Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria*, *Comptosomyiops fulvicrura*, *Sarcodexia* sp., *Sarcophaga carnaria*, *Sarcophagidae* spp., *Limnophora brevihirta*, *Musca domestica* y *Piophilina casei*).
- Coleóptera (*Necrobia ruficollis*, *Necrobia rufipes*, *Dermestes maculatus*, *Creophilus maxillosus*, *Staphilinidae* spp., *Euspilotus nigrita*, *Omorgus suberosus*, *Conoderus* sp. y *Ataenius* sp.).
- Himenóptera (*Pseudomyrmex* sp.).

En la fase de descomposición avanzada se recolectó:

- Díptera (*Calliphora vomitoria*, *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria*, *Cochliomyia hominivorax*; *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata*, *Calliphoridae* spp., *Oxysarcodexia terminalis*, *Sarcodexia* sp., *Sarcophaga carnaria*, *Tricharaea* sp. y *Sarcophagidae* spp.).
- Coleóptera (*Necrobia ruficollis*, *Necrobia rufipes*, *Dermestes maculatus*, *Oxelytrum discicolle*, *Creophilus maxillosus*, *Euspilotus nigrita*, *Histeridae* spp., *Omorgus suberosus*, *Conoderus* sp., *Tenebrio obscurus*, *Ataenius* sp. y *Phaedon confinis*).
- Lepidóptera (*Tineola bisselliella*).
- Himenóptera (*Pseudomyrmex* sp., *Nasonia* sp. y *Bombus* sp.).
- Hemíptera (*Amnestus* sp.).
- Araneae (*Salticidae* spp.).

Finalmente en la fase esquelética se recolectó:

- Díptera (*Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria*, *Cochliomyia hominivorax*, *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata*, *Roraimomusca roraima*, *Oxysarcodexia terminalis*, *Sarcodexia* sp., *Sarcophaga carnaria*, *Tricharaea* sp., *Musca domestica*, *Ophyra aenescens*, *Muscidae* spp., *Fannia canicularis*, *Syrphus* sp., *Nephrotoma* sp. y *Condyllostylus* sp.).
- Coleóptera (*Necrobia ruficollis*, *Necrobia rufipes*, *Dermestes maculatus*, *Euspilotus nigrita*, *Histeridae* spp., *Omorgus suberosus*, *Conoderus* sp., *Scotobius andrassyi*, *Tenebrio obscurus*, *Tenebrionidae* spp., *Compsus* sp., *Curculionidae* spp., *Ataenius* sp., *Amara aulica*, *Diabrotica viridula*, *Phaedon confinis*, *Phyllophaga* sp. y *Neda* sp.).
- Lepidóptera (*Aglossa pinguinalis* y *Tineola bisselliella*).
- Himenóptera (*Polistes canadensis*, *Vespidae* spp., *Chrysis* sp., *Pseudomyrmex* sp. y *Formicidae* spp.).
- Hemíptera (*Pyrrhocoris apterus* y *Amnestus* sp.).
- Homóptera (*Cercopis* sp.).

- Ortóptera (*Schistocerca* sp.).
- Scolopendromorpha (*Scolopendra* sp.).
- Isópoda (*Porcellio* sp.).
- Araneae (*Frigga crocuta*, *Salticidae* spp., *Latrodectus geometricus* y *Gasteracantha cancriformis*).

CUADRO 6. COMPOSICIÓN DE LA ARTROPOFAUNA DE INTERÉS FORENSE EN EL CERDO CONTROL		FASES DE LA PUTREFACCIÓN CADAVERICA																												N° Ind																												
		F														D. Act															D. Avanzada														Esqueletal													
		Enfismatosa														D. Act															D. Avanzada														Esqueletal													
		Feb							Mar							Abr							May								Jun																											
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	1	4	7	10	13	17	20	24	28	31	6	11	16	22	28	5	12	26	9																										
ORDEN DíPTERA																																																										
Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	1	8	12	2	3	4							1	3	10						6										4				54																						
	<i>Chrysomya megacephala</i>				3									2		1																				6																						
	<i>Cochliomyia macellaria</i>			3	2	6	2							3	1	1						4								2					24																							
	<i>Lucilia cuprina</i>	2		5	15	4	5	3						4	2	7						14							2						63																							
	<i>Lucilia sericata</i>			2	7	2	1							2	3	2						7							2						28																							
	<i>Sarcosia chlorogaster</i>					1	1									2																				4																						
	<i>Calliphoridae</i> spp.				1											1						1								1					4																							
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga camaria</i>													4	3	18	1												7						33																							
	<i>Tricharaea</i> sp.													4	7	32	3	2											5						53																							
	<i>Sarcophagidae</i> spp.														1	2													4						7																							
Muscidae	<i>Musca domestica</i>				5	1	2	1						1	1																				11																							
	<i>Muscidae</i> spp.					1			1					1																						3																						
Fanniidae	<i>Fannia canicularis</i>				1																														1																							
Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>								1																										1																							
Piophilidae	<i>Piophila casei</i>									1											1														2																							
ORDEN ColeóPTERA																																																										
Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>														1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	24																								
	<i>Necrobia ruficollis</i>													2	2	6	5	2	3	4	4	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	45																							
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>						2	3	5					4	3	9	3	8	6	9	5	2	4	3		3	35	1					1	106																								
Silphidae	<i>Oxelytrum discicollae</i>					3																													3																							
Staphilinidae	<i>Creophilus maxillosus</i>							2																											2																							
	<i>Aleochara</i> sp.				1			2																											3																							
Histeridae	<i>Euspilotus nigrita</i>				1	2	5	3	8	4	2	1	1	6	9										1	1			1					45																								
	<i>Histeridae</i> spp.																																		2																							
Trogidae	<i>Omorgus suberosus</i>																					2													3																							
Tenebrionidae	<i>Tenebrio obscurus</i>																																		2																							
Curculionidae	<i>Compus</i> sp.																																		1																							
Scarabaeidae	<i>Ataenius</i> sp.																																		8																							
Geotrupidae	<i>Geotrupes</i> sp.																																		1																							
Carabidae	<i>Amara aulica</i>																																		1																							
Melolonthidae	<i>Phyllophaga</i> sp.																																		2																							
Coccinellidae	<i>Cycloneda</i> sp.																																		1																							
ORDEN LepidóPTERA																																																										
Pyrilidae	<i>Aglossa pinguinalis</i>					1									1																			7																								
Tineidae	<i>Tineola bisselliella</i>																																		6																							
ORDEN HimenóPTERA																																																										
Vespidae	<i>Polistes canadensis</i>																																		1																							
Formicidae	<i>Pseudomyrmex</i> sp.	5	4	2	8	1	4	2	3	4	5	1	2	4	7	3	2	2	3	1	5	3	2	4	2	3	2	4	5	3	5	4		105																								
Pteromalidae	<i>Nasonia</i> sp.				3																														3																							
ORDEN HemíPTERA																																																										
Coreidae	<i>Acanthocephala</i> sp.																																		2																							
Lygaeidae	<i>Lygaeus</i> sp.																																		1																							
Cydnidae	<i>Amnestus</i> sp.																																		3																							
ORDEN OrtóPTERA																																																										
Acrididae	<i>Schistocerca</i> sp.																																		2																							
ORDEN Scolopendromorpha																																																										
Scolopendridae	<i>Scolopendra</i> sp.																																		1																							
ORDEN IsóPODA																																																										
Porcellionidae	<i>Porcellio</i> sp.				1																														7																							
ORDEN Araneae																																																										
Salticidae	<i>Phiale</i> sp.																																		1																							
	<i>Salticidae</i> spp.																																		4																							
Dysderidae	<i>Dysdera</i> sp.																																		1																							
TOTAL DE INDIVIDUOS																														687																												

En el Cuadro 6 se muestra la composición de la artropofauna de interés forense en el cerdo control, donde se aprecia menor diversidad de especies en comparación al cerdo experimental, siendo la especie *Lucilia cuprina* la primera en colonizar el cadáver G2.

Durante la fase fresca se recolectó:

- Díptera (*Chrysomya albiceps* y *Lucilia cuprina*).
- Himenóptera (*Pseudomyrmex* sp.).

En la fase enfisematosa se recolectó:

- Díptera (*Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata*, *Sarconesia chlorogaster*, *Calliphoridae* spp., *Musca domestica*, *Muscidae* spp., *Fannia canicularis*, *Megaselia scalaris* y *Piophilina casei*).
- Coleóptera (*Necrobia ruficollis*, *Dermestes maculatus*, *Oxelytrum discicolle*, *Creophilus maxillosus*, *Aleochara* sp. y *Euspilotus nigrita*).
- Lepidóptera (*Aglossa pinguinalis*).
- Himenóptera (*Pseudomyrmex* sp. y *Nasonia* sp.).
- Isópoda (*Porcellio* sp.).
- Araneae (*Salticidae* spp.).

Durante la fase de descomposición activa se recolectó:

- Díptera (*Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata*, *Calliphoridae* spp., *Sarcophaga carnaria*, *Tricharaea* sp., *Sarcophagidae* spp., *Musca domestica* y *Muscidae* spp.).
- Coleóptera (*Necrobia rufipes*, *Necrobia ruficollis*, *Dermestes maculatus* y *Euspilotus nigrita*).
- Lepidóptera (*Aglossa pinguinalis*).
- Himenóptera (*Pseudomyrmex* sp.).
- Araneae (*Salticidae* spp.).

En la fase de descomposición avanzada se recolectó:

- Díptera (*Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata*, *Sarconesia Chlorogaster*, *Calliphoridae* spp., *Sarcophaga carnaria*, *Tricharaea* sp., *Sarcophagidae* spp. y *Piophilina casei*).
- Coleóptera (*Necrobia rufipes*, *Necrobia ruficollis*, *Dermestes maculatus*, *Euspilotus nigrita*, *Histeridae* spp., *Omorgus suberosus*, *Tenebrio obscurus*, *Ataenius* sp., *Geotrupes* sp. y *Phyllophaga* sp.).
- Lepidóptera (*Tineola bisselliella*).
- Himenóptera (*Pseudomyrmex* sp.).
- Hemíptera (*Lygaeus* sp. y *Amnestus* sp.).
- Ortóptera (*Schistocerca* sp.).
- Isópoda (*Porcellio* sp.).
- Araneae (*Phiale* sp. y *Salticidae* spp.).

Finalmente en la fase esquelética se recolectó:

- Díptera (*Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata*, *Calliphoridae* spp., *Sarcophaga carnaria*, *Tricharaea* sp. y *Sarcophagidae* spp.).
- Coleóptera (*Necrobia rufipes*, *Necrobia ruficollis*, *Dermestes maculatus*, *Euspilotus nigrita*, *Histeridae* spp., *Omorgus suberosus*, *Tenebrio obscurus*, *Compsus* sp., *Ataenius* sp., *Amara aulica*, *Phyllophaga* sp. y *Cycloneda* sp.).
- Lepidóptera (*Aglossa pinguinalis* y *Tineola bisselliella*).
- Himenóptera (*Polistes canadensis* y *Pseudomyrmex* sp.).
- Hemíptera (*Acanthocephala* sp. y *Amnestus* sp.).
- Ortóptera (*Schistocerca* sp.).
- Scolopendromorpha (*Scolopendra* sp.).
- Isópoda (*Porcellio* sp.).
- Araneae (*Salticidae* spp. y *Dysdera* sp.).

4.2 Análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis

4.2.1 Índices faunísticos para las especies de artropofauna recolectadas en el cadáver del cerdo experimental (G1)

Aplicando el Índice de Simpson se tiene: $D = \sum (n/N)^2$

$$\begin{aligned}
 D = & [(4/849)^2 + (137/849)^2 + (4/849)^2 + (52/849)^2 + (8/849)^2 + (2/849)^2 \\
 & + (4/849)^2 + (18/849)^2 + (2/849)^2 + (3/849)^2 + (34/849)^2 + (37/849)^2 + \\
 & (33/849)^2 + (86/849)^2 + (6/849)^2 + (2/849)^2 + (11/849)^2 + (3/849)^2 + \\
 & (2/849)^2 + (3/849)^2 + (2/849)^2 + (2/849)^2 + (2/849)^2 + (2/849)^2 + (1/849)^2 \\
 & + (1/849)^2 + (40/849)^2 + (54/849)^2 + (80/849)^2 + (3/849)^2 + (2/849)^2 + \\
 & (3/849)^2 + (30/849)^2 + (7/849)^2 + (5/849)^2 + (6/849)^2 + (1/849)^2 + \\
 & (5/849)^2 + (6/849)^2 + (1/849)^2 + (1/849)^2 + (26/849)^2 + (2/849)^2 + \\
 & (2/849)^2 + (2/849)^2 + (1/849)^2 + (1/849)^2 + (3/849)^2 + (2/849)^2 + (2/849)^2 \\
 & + (2/849)^2 + (1/849)^2 + (74/849)^2 + (2/849)^2 + (4/849)^2 + (1/849)^2 + \\
 & (2/849)^2 + (2/849)^2 + (1/849)^2 + (1/849)^2 + (2/849)^2 + (4/849)^2 + (2/849)^2 \\
 & + (3/849)^2 + (1/849)^2 + (1/849)^2] \longrightarrow \boxed{D = 0.07}
 \end{aligned}$$

Aplicando el Índice de diversidad de Simpson se tiene: $1 - D$

$$1 - D = 1 - 0.07 \longrightarrow \boxed{1 - D = 0.93}$$

Aplicando el Índice de Shannon se tiene: $H' = - \sum (n/N) \ln (n/N)$

$$\begin{aligned}
 H' = & - \{ [(4/849) * \ln (4/849)] + [(137/849) * \ln (137/849)] + [(4/849) * \ln \\
 & (4/849)] + [(52/849) * \ln (52/849)] + [(8/849) * \ln (8/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(4/849) * \ln (4/849)] + [(18/849) * \ln (18/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(3/849) * \ln (3/849)] + [(34/849) * \ln (34/849)] + [(37/849) * \ln \\
 & (37/849)] + [(33/849) * \ln (33/849)] + [(86/849) * \ln (86/849)] + [(6/849) \\
 & * \ln (6/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(11/849) * \ln (11/849)] + [(3/849) \\
 & * \ln (3/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(3/849) * \ln (3/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(40/849) * \ln
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & (40/849)] + [(54/849) * \ln (54/849)] + [(80/849) * \ln (80/849)] + [(3/849) \\
 & * \ln (3/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(3/849) * \ln (3/849)] + [(30/849) * \\
 & \ln (30/849)] + [(7/849) * \ln (7/849)] + [(5/849) * \ln (5/849)] + [(6/849) * \ln \\
 & (6/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(5/849) * \ln (5/849)] + [(6/849) * \ln \\
 & (6/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(26/849) * \ln \\
 & (26/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(3/849) * \ln \\
 & (3/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(74/849) * \ln (74/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(4/849) * \ln (4/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(1/849) * \ln \\
 & (1/849)] + [(2/849) * \ln (2/849)] + [(4/849) * \ln (4/849)] + [(2/849) * \ln \\
 & (2/849)] + [(3/849) * \ln (3/849)] + [(1/849) * \ln (1/849)] + [(1/849) * \ln \\
 & (1/849)] \} \quad \Rightarrow \quad \boxed{H' = 3.11}
 \end{aligned}$$

4.2.2 Índices faunísticos para las especies de artropofauna recolectadas en el cadáver del cerdo control (G2)

Aplicando el Índice de Simpson se tiene: $D = \sum (n/N)^2$

$$\begin{aligned}
 D = & [(54/687)^2 + (6/687)^2 + (24/687)^2 + (63/687)^2 + (28/687)^2 + (4/687)^2 \\
 & + (4/687)^2 + (33/687)^2 + (53/687)^2 + (7/687)^2 + (11/687)^2 + (3/687)^2 + \\
 & (1/687)^2 + (1/687)^2 + (2/687)^2 + (24/687)^2 + (45/687)^2 + (106/687)^2 + \\
 & (3/687)^2 + (2/687)^2 + (3/687)^2 + (45/687)^2 + (2/687)^2 + (3/687)^2 + \\
 & (2/687)^2 + (1/687)^2 + (8/687)^2 + (1/687)^2 + (1/687)^2 + (2/687)^2 + (1/687)^2 \\
 & + (7/687)^2 + (6/687)^2 + (1/687)^2 + (105/687)^2 + (3/687)^2 + (2/687)^2 + \\
 & (1/687)^2 + (3/687)^2 + (2/687)^2 + (1/687)^2 + (7/687)^2 + (1/687)^2 + (4/687)^2 \\
 & + (1/687)^2] \quad \Rightarrow \quad \boxed{D = 0.08}
 \end{aligned}$$

Aplicando el Índice de diversidad de Simpson se tiene: $1 - D$

$$1 - D = 1 - 0.08 \quad \Rightarrow \quad \boxed{1 - D = 0.92}$$

Aplicando el Índice de Shannon se tiene: $H' = - \sum (n/N) \ln (n/N)$

$$H' = - \{[(54/687) * \ln (54/687)] + [(6/687) * \ln (6/687)] + [(24/687) * \ln (24/687)] + [(63/687) * \ln (63/687)] + [(28/687) * \ln (28/687)] + [(4/687) * \ln (4/687)] + [(4/687) * \ln (4/687)] + [(33/687) * \ln (33/687)] + [(53/687) * \ln (53/687)] + [(7/687) * \ln (7/687)] + [(11/687) * \ln (11/687)] + [(3/687) * \ln (3/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(2/687) * \ln (2/687)] + [(24/687) * \ln (24/687)] + [(45/687) * \ln (45/687)] + [(106/687) * \ln (106/687)] + [(3/687) * \ln (3/687)] + [(2/687) * \ln (2/687)] + [(3/687) * \ln (3/687)] + [(45/687) * \ln (45/687)] + [(2/687) * \ln (2/687)] + [(3/687) * \ln (3/687)] + [(2/687) * \ln (2/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(8/687) * \ln (8/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(2/687) * \ln (2/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(7/687) * \ln (7/687)] + [(6/687) * \ln (6/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(105/687) * \ln (105/687)] + [(3/687) * \ln (3/687)] + [(2/687) * \ln (2/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(3/687) * \ln (3/687)] + [(2/687) * \ln (2/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(7/687) * \ln (7/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)] + [(4/687) * \ln (4/687)] + [(1/687) * \ln (1/687)]\}$$


H' = 2.86

En la presente investigación se emplearon tres índices faunísticos para determinar la diversidad de especies de interés forense presentes en ambas carcasas de cerdos, encontrándose los siguientes valores:

- Índices para las especies de artropofauna (véase principales artrópodos en **ANEXO 15**): El Índice de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.07 y 0.08 respectivamente. El Índice de diversidad de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.93 y 0.92 respectivamente. El Índice de Shannon para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 3.11 y 2.86 respectivamente; observándose una alta diversidad de especies en el cerdo experimental pues su Índice de Shannon es superior a 3, mientras que el valor en el cerdo control está dentro del rango normal; según se observa en la Tabla 1.

TABLA 1. Índices faunísticos para las especies de artropofauna

Índices	Cerdo experimental	Cerdo control
Índice de Simpson	0.07	0.08
Índice de diversidad de Simpson	0.93	0.92
Índice de Shannon	3.11	2.86

Fuente: Ficha de recojo de muestras entomológicas / Cuadros 5 y 6 (composición de artropofauna)

- Índices para las especies de dípteros: El Índice de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.16 y 0.14 respectivamente. El Índice de diversidad de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.84 y 0.86 respectivamente. El Índice de Shannon para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 2.28 y 2.15 respectivamente; hallándose ambos valores dentro del rango normal; según se observa en la Tabla 2.

TABLA 2. Índices faunísticos para las especies de dípteros

Índices	Cerdo experimental	Cerdo control
Índice de Simpson	0.16	0.14
Índice de diversidad de Simpson	0.84	0.86
Índice de Shannon	2.28	2.15

Fuente: Ficha de recojo de muestras entomológicas / Cuadros 5 y 6 (composición de artropofauna)

- Índices para las especies de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae (Díptera): El Índice de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.18 y 0.16 respectivamente. El Índice de diversidad de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.82 y 0.84 respectivamente. El Índice de Shannon para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 2.03 y 1.97 respectivamente; observándose una baja diversidad de especies en el cerdo control pues su Índice de Shannon es inferior a 2, mientras que en el cerdo experimental está dentro del rango normal; según se observa en la Tabla 3.

TABLA 3. Índices faunísticos para las especies de Calliphoridae y Sarcophagidae

Índices	Cerdo experimental	Cerdo control
Índice de Simpson	0.18	0.16
Índice de diversidad de Simpson	0.82	0.84
Índice de Shannon	2.03	1.97

Fuente: Ficha de recojo de muestras entomológicas / Cuadros 5 y 6 (composición de artropofauna)

- Índices para las especies de coleópteros: El Índice de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.16 y 0.26 respectivamente. El Índice de diversidad de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.84 y 0.74 respectivamente. El Índice de Shannon para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 2.16 y 1.72 respectivamente; observándose una baja diversidad de especies en el cerdo control pues su Índice de Shannon es inferior a 2, mientras que en el cerdo experimental está dentro del rango normal; según se observa en la Tabla 4.

TABLA 4. Índices faunísticos para las especies de coleópteros

Índices	Cerdo experimental	Cerdo control
Índice de Simpson	0.16	0.26
Índice de diversidad de Simpson	0.84	0.74
Índice de Shannon	2.16	1.72

Fuente: Ficha de recojo de muestras entomológicas / Cuadros 5 y 6 (composición de artropofauna)

- Índices para las especies de las familias Cleridae, Dermestidae e Histeridae (Coleóptera): El Índice de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.27 y 0.32 respectivamente. El Índice de diversidad de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.73 y 0.68 respectivamente. El Índice de Shannon para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 1.42 y 1.28 respectivamente; encontrándose ambos valores por debajo del rango normal, pero siendo mayor la diversidad en el cerdo experimental; según se observa en la Tabla 5.

TABLA 5. Índices faunísticos para las especies de Cleridae, Dermestidae e Histeridae

Índices	Cerdo experimental	Cerdo control
Índice de Simpson	0.27	0.32
Índice de diversidad de Simpson	0.73	0.68
Índice de Shannon	1.42	1.28

Fuente: Ficha de recojo de muestras entomológicas / Cuadros 5 y 6 (composición de artropofauna)

- Índices para las especies de lepidópteros: El Índice de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.52 y 0.50 respectivamente. El Índice de diversidad de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.48 y 0.50 respectivamente. El Índice de Shannon para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.67 y 0.69 respectivamente; encontrándose ambos valores muy por debajo del rango normal; según se observa en la Tabla 6.

TABLA 6. Índices faunísticos para las especies de lepidópteros

Índices	Cerdo experimental	Cerdo control
Índice de Simpson	0.52	0.50
Índice de diversidad de Simpson	0.48	0.50
Índice de Shannon	0.67	0.69

Fuente: Ficha de recojo de muestras entomológicas / Cuadros 5 y 6 (composición de artropofauna)

- Índices para las especies del orden Araneae: El Índice de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.31 y 0.50 respectivamente. El Índice de diversidad de Simpson para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 0.69 y 0.50 respectivamente. El Índice de Shannon para el “cerdo experimental” y “cerdo control” fue 1.28 y 0.87 respectivamente; hallándose ambos valores por debajo del rango normal, pero es mayor la diversidad en el cerdo experimental; según se observa en la Tabla 7.

TABLA 7. Índices faunísticos para las especies del orden Araneae

Índices	Cerdo experimental	Cerdo control
Índice de Simpson	0.31	0.50
Índice de diversidad de Simpson	0.69	0.50
Índice de Shannon	1.28	0.87

Fuente: Ficha de recojo de muestras entomológicas / Cuadros 5 y 6 (composición de artropofauna)

4.3 Discusión de resultados

En la presente investigación se encontraron diferencias significativas en el tiempo de duración de las fases de putrefacción en los cadáveres de cerdos experimental y control (con y sin prendas de vestir respectivamente). La fase de descomposición activa en el cerdo experimental inicia a los 8 días post mortem y tiene una duración de 4 días, en comparación a la fase de putrefacción activa en el cerdo control que inicia a los 12 días post mortem y tiene una duración de 7 días. Además el cadáver del cerdo experimental alcanzó la fase esquelética a los 32 días post mortem (aproximadamente un mes), en comparación al cadáver del cerdo control que alcanzó la fase esquelética a los 43 días post mortem (aproximadamente un mes y medio). Por tanto se puede señalar que las prendas de vestir afectaron los tiempos de duración de las fases de putrefacción, coincidiendo con Arnaldos ⁽⁶⁾ quien menciona que las vestiduras se impregnan y se saturan de los fluidos emanados del cuerpo procedentes de la descomposición, lo que provee de más lugares para la ovoposición que un cuerpo desnudo y que como resultado hay puestas más abundantes con lo que se acelera la descomposición; también coincidiendo con Peceros ⁽¹⁸⁾ quien encuentra que las prendas de vestir actuaron como un factor que afectó el proceso de descomposición en las carcasas de cerdo; y, a la vez concordando con Centeno ⁽¹¹⁾ quien encuentra diferencias en el tiempo en que se suceden las fases de la descomposición en carcasas con y sin cobertura.

Durante el experimento también se observaron diferencias en los patrones de sucesión de insectos en los cadáveres de cerdos experimental y control (con y sin prendas de vestir respectivamente). Los dípteros Muscidae y Sarcophagidae arriban al cadáver del cerdo experimental durante la fase fresca y enfisematosa respectivamente; y, en el cerdo control arriban al cadáver durante la fase enfisematosa y de descomposición activa respectivamente. Asimismo, durante la fase enfisematosa y de descomposición activa llegan en forma secuencial al cadáver del cerdo experimental los coleópteros Silphidae, Histeridae, Dermestidae, Cleridae, Staphilinidae, Trogidae, Elateridae y Scarabaeidae; y, en el cerdo control

llegan en forma secuencial los coleópteros Staphilinidae, Histeridae, Silphidae, Dermestidae y Cleridae. Además los lepidópteros Pyralidae arriban al cadáver del cerdo experimental durante la fase de descomposición avanzada; y, en el cerdo control arriban desde la fase fresca. Por tanto se puede decir que las prendas de vestir afectaron los patrones de sucesión de insectos, concordando con Arnaldos ⁽⁶⁾ quien menciona que las vestiduras al incrementar la temperatura y humedad de los restos favorecen la colonización aumentando el número y diversidad de insectos implicados en la sucesión.

La artropofauna en el cadáver del cerdo experimental (con prendas de vestir) estuvo compuesta por 849 individuos (distribuidos en 10 órdenes, 40 familias y 62 géneros) y en el cadáver del cerdo control (sin prendas de vestir) estuvo conformada por 687 individuos (distribuidos en 9 órdenes, 32 familias y 42 géneros); coincidiendo en parte con Pizango y Cachi ⁽²⁴⁾ quien señala que la entomofauna de interés forense estuvo representada por 2 Órdenes, 14 Familias, 18 Especies y 5 Morfotipos.

Del total de artropofauna hallada en los cadáveres de los cerdos experimental y control, los insectos representan el mayor porcentaje (98.47% y 97.96% respectivamente), siendo los órdenes Díptera (Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae) y Coleóptera (Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Silphidae, Staphilinidae, Scarabaeidae y Trogidae) los de mayor interés forense; concordando con Oliva ⁽⁷⁾ que reporta a los órdenes Díptera y Coleóptera como los principales grupos de insectos, siendo las familias más importantes: Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae y Phoridae (Díptera), y Dermestidae, Cleridae e Histeridae (Coleóptera); y, coincidiendo además con Infante ⁽⁹⁾, Iannacone ⁽¹⁶⁾, Peceros ⁽¹⁸⁾ y Gines et al. ⁽¹⁹⁾

El primer díptero en colonizar el cadáver del cerdo experimental fue la especie *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae) y el primero en colonizar el cadáver del cerdo control fue la especie *Lucilia cuprina* (Calliphoridae), contrastando con Vargas ⁽²⁰⁾ quien reporta que la especie marcadora para el estado fresco fue *Chrysomya albiceps* y que fue la primera en llegar a los cuerpos a ovipositar.

Dentro de los dípteros califóridos, las especies *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia cuprina* estuvieron presentes en casi todas las fases de putrefacción cadavérica de ambos cerdos, coincidiendo con Guarín ⁽²¹⁾ quien reporta que dichas especies permiten determinar un rango más estrecho de intervalo post mortem; concordando también con Rivera ⁽²²⁾ quien señala que dichas especies son los géneros más abundantes.

La especie *Chrysomya albiceps* fue la más abundante en el cerdo experimental, coincidiendo con Salazar ⁽¹⁴⁾ y Gines et al. ⁽¹⁹⁾; en comparación al cerdo control donde la especie *Lucilia cuprina* fue la más abundante. La especie *Cochliomyia macellaria* fue la más abundante en la fase enfisematosa de la putrefacción cadavérica en el cerdo experimental, concordando con Vargas ⁽²⁰⁾; en comparación al cerdo control donde la especie *Lucilia cuprina* también fue la más abundante durante la fase enfisematosa.

Entre los dípteros sarcófagidos, en el experimento se recolectaron 5 géneros en las diversas fases de putrefacción cadavérica, coincidiendo en parte con Buenaventura ⁽¹³⁾ quien reportó y describió a 16 géneros de interés forense que son atraídos por tejidos en descomposición.

Dentro de los coleópteros, la especie *Dermestes maculatus* (Dermestidae) fue la más abundante en ambos cerdos, arribando al cadáver desde la fase enfisematosa de la putrefacción y manteniéndose hasta la fase esquelética, concordando con Gines et al. ⁽¹⁹⁾ quien menciona que la familia Dermestidae hizo su aparición desde el estado hinchado o enfisematoso.

En el estudio se encontraron cuatro categorías ecológicas (necrófagas, necrófilas, omnívoras y accidentales) en los cadáveres de cerdos experimental y control, coincidiendo con Magaña ⁽²⁾ y Yusseff ⁽²⁷⁾ y difiriendo con Iannacone ⁽¹⁶⁾ quien sólo encuentra tres categorías ecológicas (necrófagos, predadores y omnívoros). Además se observaron las cinco fases de putrefacción cadavérica (fresca, enfisematosa, descomposición activa, descomposición avanzada y esquelética), coincidiendo con Goff et al. ⁽¹⁰⁾

La artropofauna de interés forense presenta Índices de Simpson similares con valores cercanos a cero (0.07 para el cerdo experimental y 0.08 para el cerdo control) e Índices de diversidad de Simpson similares con valores cercanos a uno (0.93 para el cerdo experimental y 0.92 para el cerdo control), lo que demuestra una ligera mayor diversidad de especies en el cerdo experimental; asimismo, presenta Índices de Shannon de 3.11 para el cerdo experimental y 2.86 para el cerdo control, lo que demuestra una alta diversidad de especies en el cerdo experimental; contrastando con los resultados obtenidos por Peceros ⁽¹⁸⁾.

Las especies del orden Díptera presenta Índices de Simpson similares con valores cercanos a cero (0.16 para el cerdo experimental y 0.14 para el cerdo control) e Índices de diversidad de Simpson similares con valores cercanos a uno (0.84 para el cerdo experimental y 0.86 para el cerdo control), lo que demuestra una ligera mayor diversidad de especies en el cerdo control; asimismo, presenta Índices de Shannon de 2.28 para el cerdo experimental y 2.15 para el cerdo control, lo que demuestra una ligera mayor diversidad de especies en el cerdo experimental. Las familias Calliphoridae y Sarcophagidae presentan Índices de Simpson similares con valores cercanos a cero (0.18 para el cerdo experimental y 0.16 para el cerdo control) e Índices de diversidad de Simpson similares con valores cercanos a uno (0.82 para el cerdo experimental y 0.84 para el cerdo control), lo que demuestra una ligera mayor diversidad de especies en el cerdo control; asimismo, presenta Índices de Shannon de 2.03 para el cerdo experimental y 1.97 para el cerdo control, lo que demuestra una baja diversidad de especies en el cerdo control; coincidiendo con los resultados obtenidos por Peceros ⁽¹⁸⁾.

Las especies del orden Coleóptera presenta Índices distantes con valores de 0.16 para el cerdo experimental y 0.26 para el cerdo control e Índices de diversidad de Simpson distantes con valores de 0.84 para el cerdo experimental y 0.74 para el cerdo control, lo que demuestra una mayor diversidad de especies en el cerdo experimental; asimismo, presenta Índices de Shannon de 2.16 para el cerdo experimental y 1.72 para el cerdo control, lo que demuestra una baja diversidad de especies en el cerdo control. Las

familias Cleridae, Dermestidae e Histeridae presenta Índices de Simpson distantes con valores de 0.27 para el cerdo experimental y 0.32 para el cerdo control e Índices de diversidad de Simpson distantes con valores de 0.73 para el cerdo experimental y 0.68 para el cerdo control, lo que demuestra una mayor diversidad de especies en el cerdo experimental; asimismo, presenta Índices de Shannon de 1.42 para el cerdo experimental y 1.28 para el cerdo control, lo que demuestra una mayor diversidad de especies en el cerdo experimental; contrastando con los resultados obtenidos por Peceros ⁽¹⁸⁾.

4.4 Aporte de la investigación

La entomología forense en nuestro país es una disciplina poco conocida, pero que en la actualidad en muchos países es utilizada como una herramienta básica para determinar la data o intervalo post mortem de un cadáver encontrando luego de días, meses o años; por lo que la presente investigación aporta información útil y necesaria no sólo en el campo de la Criminalística, sino también en el campo de la Salud Pública.

En el campo de la Criminalística el estudio sirve para conocer cómo influyen las vestiduras en los patrones de sucesión y tiempo de duración de las fases de putrefacción cadavérica, permitiendo realizar estimaciones más precisas del intervalo post mortem y al conocer la entomofauna propia de nuestra región Huánuco nos ayuda a establecer si un cadáver ha sido trasladado de un lugar a otro y entre otros parámetros que derivan de dicha disciplina científica.

En el campo de la Salud Pública; la investigación sirve para desarrollar proyectos basados en el uso de coleópteros de la familia Dermestidae, los cuáles se pueden criar en grandes cantidades y en pequeños contenedores para que sean utilizados como una herramienta para la limpieza de muestras zoológicas con fines científicos, debido a su alta capacidad para el consumo de carne y otros tejidos presentes en animales muertos.

CONCLUSIONES

En el presente experimento se demostró que las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) afectaron los patrones de sucesión de insectos y los tiempos de duración de las fases de putrefacción, aceptando la hipótesis de investigación.

La sucesión de insectos en el cerdo experimental estuvo representada por dípteros Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Piophilidae, Drosophilidae, Phoridae y Fanniidae; por coleópteros Silphidae, Dermestidae, Histeridae, Cleridae, Staphilinidae, Trogidae, Elateridae, Scarabaeidae, Tenebrionidae y Carabidae; y, por lepidópteros Tineidae y Pyralidae. En el cerdo control estuvo representada por dípteros Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Phoridae, Piophilidae y Sarcophagidae; por coleópteros Staphilinidae, Histeridae, Silphidae, Dermestidae, Cleridae, Trogidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae, Geotrupidae y Carabidae; y, por lepidópteros Pyralidae y Tineidae.

El proceso de descomposición cadavérica en los cerdos experimental y control demoró 115 días, donde los tiempos de duración de las fases de putrefacción para los cerdos experimental y control fue de 1 y 2 días respectivamente para la fase fresca; 6 y 9 días respectivamente para la fase enfisematosa; 4 y 7 días respectivamente para la fase de descomposición activa; 20 y 24 días respectivamente para la fase de descomposición avanzada; 84 y 73 días respectivamente para la fase esquelética.

Se recolectaron un total de 849 individuos en el cadáver del cerdo experimental (distribuidos en 10 órdenes, 40 familias y 62 géneros) y un total de 687 individuos en el cadáver del cerdo control (distribuidos en 9 órdenes, 32 familias y 42 géneros), siendo los órdenes Díptera (Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae) y Coleóptera (Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Silphidae, Staphilinidae, Scarabaeidae y Trogidae) los de mayor interés forense.

El primer díptero en colonizar el cadáver del cerdo experimental fue la especie *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae) y el primero en colonizar el cadáver del cerdo control fue la especie *Lucilia cuprina* (Calliphoridae).

Dentro de los dípteros califóridos, las especies *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia cuprina* estuvieron presentes en casi todas las fases de putrefacción cadavérica de ambos cerdos; siendo la especie *Chrysomya albiceps* la más abundante en el cerdo experimental y la especie *Lucilia cuprina* la más abundante en el cerdo control.

Dentro de los coleópteros, la especie *Dermestes maculatus* (Dermestidae) fue la más abundante en ambas carcasas de cerdos, llegando al cadáver desde la fase enfisematosa de la putrefacción y manteniéndose hasta la fase esquelética.

Se encontraron cuatro categorías ecológicas (necrófagas, necrófilas, omnívoras y accidentales) en ambas carcasas de cerdos, siendo las especies necrófagas la categoría ecológica predominante asociada a las cinco fases de putrefacción cadavérica (fresca, enfisematosa, descomposición activa, descomposición avanzada y esquelética).

Los índices faunísticos empleados en el estudio (Índice de Simpson, Índice de diversidad de Simpson e Índice de Shannon) muestran una mayor diversidad de especies de artropofauna de interés forense en el cerdo experimental.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

Es necesario realizar más estudios sobre sucesión de entomofauna de interés forense en carcasas de cerdos con diferentes causas de muerte como por ejemplo en cadáveres sumergidos, ahorcados, enterrados, intoxicados, con lesiones por proyectil de arma de fuego, etc.; donde los tiempos de descomposición cadavérica varían y la sucesión de insectos es específica para cada caso en particular.

Es pertinente realizar investigaciones relacionadas a descomposición cadavérica y sucesión de entomofauna cadavérica en distintas áreas topográficas de la región Huánuco y en diversos pisos ecológicos del país, pues la putrefacción cadavérica y los insectos son diferentes a temperaturas extremas (frío, templado, caluroso), esto a fin de no extrapolar datos.

Es importante realizar réplicas que nos permitan corroborar los datos obtenidos en el presente trabajo, a fin de aportar información valiosa en el área de investigación forense.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Catts E. & Goff L. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*, 1992; 37:253-272.
2. Magaña C. La Entomología forense y su aplicación a la medicina legal: Data de la muerte. *Aracnet*, 2001; 7(28):49-57.
3. Anderson G. The use of insects to determine time of decapitation: A case study from British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*, 1997; 42:947-950.
4. Benecke M. Six forensic entomology cases: Description and commentary. *Journal of Forensic Sciences*, 1998; 43:795-805.
5. Campobasso P., Di Vella G. e Introna F. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, 2001; 120:18-27.
6. Arnaldos M. Estudio de la fauna sarcosaprófaga en la región de Murcia: Su aplicación a la Medicina Legal [Tesis doctoral]. España: Universidad de Murcia; 2000.
7. Oliva A. Insectos de interés forense de Buenos Aires (Argentina), primera lista ilustrada y datos bionómicos. *Revista el Museo Argentino de Ciencias naturales "Bernardino Rivadavia"*, 1997; 7(2):13-59.
8. Carvalho L., Thyssen P., Linhares A. y Palhares F. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 2000; 92(1):135-138.

9. Infante C. Entomofauna asociada a restos cadavéricos de cerdo y su utilidad en la cronotanatodiagnosic en la provincia de Ica, octubre 2002 – marzo 2003 [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica; 2003.
10. Goff M., García D., Arnaldos I., Lozano E. y Luna A. *Entomología cadavérica: fundamentos y aplicación. Referencia a la entomología española*. En: Gisbert J. y Villanueva E. Medicina Legal y Toxicología. 6° Edición, Ed. Masson, Barcelona España; 2004. pp. 253-262.
11. Centeno N. Experimentos de campo sobre sucesión de fauna cadavérica. En simposio de entomología forense. Resúmenes del V Congreso Argentino de Entomología, 2002; 1:67-69.
12. Camacho G. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Díptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogotá. Revista Colombiana de Entomología, 2005; 31:189-197.
13. Buenaventura E., Camacho G. García A. y Wolff M. Sarcophagidae (Díptera) de importancia forense en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. Revista Colombiana de Entomología, 2009; 35(2):189-196.
14. Salazar J. Sucesión de la artropofauna cadavérica adulta asociada a la descomposición de *Sus scrofa* en bosque seco tropical. Revista Ciencias Básicas Bolivarianas, 2012; 13:27-34.
15. Nuñez J. La cronotanatodiagnosic o data de muerte; su importancia en Medicina Legal [Tesis para obtener el grado de Bachiller en Medicina]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 1957.

16. Iannacone J. Artropofauna de importancia forense asociada a un cadáver de cerdo en Ventanilla – Callao, Perú. *Revista Brasileira de Zoología*, 2003; 20:85-90.
17. Morón F. Identificación de Dípteros necrófagos asociados a hígado humano expuestos en condiciones de campo. Informe N° 1. Reporte del servicio de Biología Forense del Instituto de Medicina Legal de Ica. Ministerio Público del Perú; 2002.
18. Peceros F. Sucesión entomológica asociada a procesos de descomposición de carcasas de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) en la provincia de Huarochirí, Lima [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2011.
19. Gines E., Alcántara M., Calderón C., Infante C. y Villacorta M. 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*, 2015; 50(1):1-11.
20. Vargas A. Patrón sucesional de insectos asociados a cadáveres de cerdos blancos (*Sus scrofa*) expuestos en bosque seco premontano (bs-PM) [Tesis para optar el título de Biólogo]. Colombia: Universidad Nacional de Santander; 2005.
21. Guarín E. Insectos de importancia forense asociados a la descomposición cadavérica del cerdo *Sus domesticus*, expuesto a sol, sombra total y sombra parcial, en Mayagüez, Puerto Rico [Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias en Biología]. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico; 2005.
22. Rivera J. Abundancia estacional de formas inmaduras (larvas LIII) de la familia Calliphoridae (Diptera: Calliphoridae) sobre carroña de puerco en un área semidesértica de Coahuila [Tesis para optar el título

- de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 2013.
23. Armani A., Dahinten S. y Centeno N. Artropodofauna cadavérica asociada a cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en un ambiente ribereño en Chubut, Argentina. Revista Colombiana de Entomología, 2017; 43(2):262-267.
24. Pizango J. y Cachi F. Entomofauna de interés forense asociada a la descomposición de *Sus scrofa* L. 1758 “cerdo doméstico” expuestos al sol y sombra en Iquitos – Perú [Tesis para optar el título profesional de Biólogo]. Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2018.
25. Murrugarra V. Sucesión de artropofauna en cadáveres de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758), en Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú [Tesis para optar el grado académico de Magíster en Zoología con mención en Ecología y Consevación]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016.
26. Castillo-Miralbés M. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España) Zaragoza. Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 2002; 6:94.
27. Yusseff S. Entomología forense: Los insectos en la escena del crimen. Revista Luna Azul, 2006; 23:42-49.
28. Calderón-Arguedas O., Troyo A. y Solano M. Cuantificación de formas larvales de *Synthesiomyia nudiseta* (Díptera: Muscidae) como un criterio en el análisis del intervalo post mortem. Parasitología Latinoamericana, 2005c; 60:138-143.
29. Oliveira-Costa J., Oliveira R. y Bastos C. Díptera Calliphoridae de importancia forense no municipio do Ríó de Janeiro. Revista Electrónica Novo Enfoque, 2013; 16(16):41-52.

30. Ortloff-Trautmann A., Jara A., Albornoz S., Silva R., Riquelme M. y Peña P. Primer reporte en Chile de *Chrysomya albiceps* (Díptera: Calliphoridae) en evidencia entomológica forense. Archivos de Medicina Veterinaria, 2013; 45:83-89.
31. Dale W. & Prudot E. Apuntes sobre biología de las moscas Calliphoridae en la costa central peruana. Revista Peruana de Entomología, 1987; 29:105-111.
32. Díaz W., Anteparra M. y Hermann A. Dermestidae (Coleóptera) en el Perú y nuevos registros. Revista Peruana de Biología, 2008; 15(1):15-20.
33. Pancorbo M., Ramos R., Saloña M., Sánchez P. Entomología molecular forense. Ciencia Forense, 2006; 6:107-130.
34. Ames C. & Turner B. Low temperatura episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. Medical and Veterinary Entomology, 2003; 17: 178-186.
35. Schoenly K., Goff M., Well J. & Lord W. Quantifying statistical uncertainty in succession based entomological estimates of the postmortem interval in death scene investigation: a simulation study. American Entomologist, 1996; 42: 106-112.
36. Oliva A. Insects of forensic significance in Argentina. Forensic Science International, 2001; 120:145-154.
37. Gisbert J., Villanueva E. y Gisbert M. *Fenómenos cadavéricos. Putrefacción*. En: Gisbert J. y Villanueva E. Medicina Legal y Toxicología. 6º Edición, Ed. Masson, Barcelona España; 2004. pp. 208-213.

38. Bornemissza G. An Analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. *Australian Journal of Zoology*, 1957; 5:1-12.
39. Capó A., Peinado V., Mateos J. y Anadón J. Entomofauna cadavérica establecida al aire libre. *Revista Medicina Vlear*, 2004; 19(2):29-38.
40. Daza M. y Yusseff S. Caracterización de la entomofauna asociada a la descomposición cadavérica empleando como biomodelo cerdo (*Sus scrofa*) en el municipio de Tunja [Trabajo de grado para optar al título de Biólogo]. Colombia: Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia; 2003.
41. Hernández R. *Concepción o elección del diseño de investigación*. En: Hernández Sampieri R. *Metodología de la investigación*. 6° Edición, Ed. McGraw-Hill, México D.F.; 2014. pp. 126-169.

ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>General ¿Las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758) afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración las fases de putrefacción?</p> <p>Específicos - ¿Cuál es la sucesión de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758)? - ¿Cuál es el tiempo de duración de las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (<i>Sus</i></p>	<p>General Analizar si las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758) afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción.</p> <p>Específicos - Determinar la sucesión de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758). - Estimar el tiempo de duración de</p>	<p>Hi Las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758) si afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción.</p> <p>Ho Las prendas de vestir en el cadáver de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758) no afectan los patrones de sucesión de artropofauna de interés forense y el tiempo de duración de las fases de putrefacción.</p>	<p>Independiente Prendas de vestir.</p> <p>Dependientes - Patrones de sucesión de artropofauna de interés forense. - Tiempo de duración de las fases de putrefacción.</p> <p>Intervinientes - Composición de artropofauna de interés forense. - Categoría ecológica.</p> <p>Población muestral Dos cerdos (<i>Sus scrofa</i> L., 1758), sin patologías previas, con características similares de sexo, edad, raza, tamaño y peso. La elección fue por muestreo probabilístico aleatorio simple.</p>	<p>Nivel de estudio Aplicativo y explicativo.</p> <p>Tipo de estudio Prospectivo, longitudinal, analítico y experimental.</p> <p>Diseño de la investigación Experimental con posprueba únicamente y grupo control.</p> <p>Técnicas - Perennización. - Observación - Captura, recolección y registro de muestras entomológicas.</p> <p>Instrumentos - Cámara fotográfica. - Red entomológica. - Guía de observación de campo.</p>

<p><i>scrofa</i> L., 1758)?</p> <p>- ¿Cuál es la composición de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758)?</p> <p>- ¿Cuál es la categoría ecológica predominante asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758)?</p>	<p>las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758).</p> <p>- Identificar la composición de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758).</p> <p>- Establecer la categoría ecológica predominant e asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (<i>Sus scrofa</i> L., 1758).</p>			<p>- Ficha de recolección de datos entomológicos.</p> <p>- Etiquetas de identificación.</p> <p>Análisis de datos</p> <p>Para el análisis estadístico se elaboraron tablas y gráficos utilizando el programa Excel XP y se emplearon índices faunísticos para determinar la diversidad ecológica de las principales familias de insectos colectados en ambas carcasas.</p>
---	--	--	--	--

ANEXO 02. Certificado de salud animal Cerdo experimental (G1)**CERTIFICADO DE SALUD ANIMAL**

El que suscribe, Certifica haber examinado clínicamente al animal que a continuación se reseña:

- Especie : *Porcina (Sus scrofa L., 1758)*
- Raza : Criolla
- Sexo : Macho
- Edad : 1 mes y medio aproximadamente
- Señas particulares : Manto y cara de color oscuros; hocico, papada y terminación de los miembros anteriores y posteriores de color blanco.
- Peso : 6.50 kg
- Talla : 33 cm
- Temperatura : 39 °C
- Frecuencia cardíaca : 80 lpm
- Frecuencia respiratoria : 19 rpm

Al examen físico el animal se encuentra en condiciones óptimas y a la auscultación presenta constantes fisiológicas normales, temperatura normal, frecuencia cardíaca y respiratoria normal, mucosas rosadas, grado de hidratación óptima y peso en muy buen estado nutricional.

Habiendo comprobado para el momento del examen, estar libre de enfermedades infecto-contagiosas y/o parasitarias y no presentar heridas recientes ni en proceso de cicatrización.

Se expide el presente Certificado a petición de la parte interesada, para los efectos de realizar un trabajo de investigación forense.

Huánuco, 15 de febrero de 2020.


.....
Enrique Fernando Torres Saavedra
DFer MÉDICO VETERINARIO
CMVP. 9502

Médico Veterinario

ANEXO 03. Certificado de salud animal Cerdo control (G2)**CERTIFICADO DE SALUD ANIMAL**

El que suscribe, Certifica haber examinado clínicamente al animal que a continuación se reseña:

- Especie : Porcina (*Sus scrofa* L., 1758)
- Raza : Criolla
- Sexo : Macho
- Edad : 1 mes y medio aproximadamente
- Señas particulares : Manto y cara de color oscuros; hocico, papada y terminación de los miembros anteriores de color blanco.
- Peso : 6.00 kg
- Talla : 32 cm
- Temperatura : 38.8 °C
- Frecuencia cardíaca : 85 lpm
- Frecuencia respiratoria : 19 rpm

Al examen físico el animal se encuentra en condiciones óptimas y a la auscultación presenta constantes fisiológicas normales, temperatura normal, frecuencia cardíaca y respiratoria normal, mucosas rosadas, grado de hidratación óptima y peso en muy buen estado nutricional.

Habiendo comprobado para el momento del examen, estar libre de enfermedades infecto-contagiosas y/o parasitarias y no presentar heridas recientes ni en proceso de cicatrización.

Se expide el presente Certificado a petición de la parte interesada, para los efectos de realizar un trabajo de investigación forense.

Huánuco, 15 de febrero de 2020.


.....
Enrique Fernando Torres Saavedra
D: Fer MÉDICO VETERINARIO
CMVP. 9502

Médico Veterinario

ANEXO 05. Ficha de recojo de muestras entomológicas en campo

Fecha y hora de recolección:			
Cerdo: Experimental o G1 () Control o G2 ()			
Recolector:			
	Muestras recolectadas	Cantidad	Observaciones
Huevos	Dípteros		
	Coleópteros		
	Lepidópteros		
	Otros artrópodos		
Larvas	Dípteros		
	Coleópteros		
	Lepidópteros		
	Otros artrópodos		
Adultos	Dípteros		
	Coleópteros		
	Lepidópteros		
	Himenópteros		
	Hemípteros		
	Ortópteros		
	Blatoideos		
	Dermápteros		
	Otros artrópodos		

ANEXO 06. Etiquetas de identificación de insectos

- Para la especie colonizadora del cerdo experimental (G1)

Etiqueta de localidad

Perú, Huánuco,
Pillco Marca, Yanag,
1940 msnm, 16 Feb 2020,
Torres-Saavedra, J.L.

Etiqueta de determinación

O. Díptera
F. Calliphoridae
Cochliomyia macellaria
Det: Torres-Saavedra, J.L.

- Para la especie colonizadora del cerdo control (G2)

Etiqueta de localidad

Perú, Huánuco,
Pillco Marca, Yanag,
1940 msnm, 16 Feb 2020,
Torres-Saavedra, J.L.

Etiqueta de determinación

O. Díptera
F. Calliphoridae
Lucilia cuprina
Det: Torres-Saavedra, J.L.

ANEXO 07. Clave Dicotómica de identificación de fauna sarcosaprófaga

1. - Ejemplares de forma agusanada (vermiforme) **2. Larvas de Dípteros**
 - Ejemplares de forma no agusanada **4. Artrópodos adultos**
2. - Aspecto del cuerpo liso. Espiráculos posteriores de color muy negro y hendiduras respiratorias posteriores sinuosas **Familia *Muscidae***
 - Aspecto del cuerpo rugoso, con anillos de pequeñas espinas a lo largo del cuerpo..... **3**
3. - Espiráculos posteriores encerrados en una cavidad y hendiduras respiratorias rectas con disposición casi vertical **Familia *Sarcophagidae***
 - Espiráculos posteriores no en una cavidad y hendiduras respiratorias rectas con disposición casi horizontal.....**Familia *Calliphoridae***
4. - Posee 3 pares de patas **5. Clase *Insecta***
 - Posee más de 3 pares de patas **19**
- 5. CLASE *INSECTA***
- Posee un estrechamiento entre tórax y abdomen **6. Orden *Hymenoptera***
 - No posee ese estrechamiento entre tórax y abdomen **8**
- 6. Orden *Hymenoptera***
- Cuerpo recubierto de pelo. Color anaranjado..... **Familia *Apidae*** (abejas)
 - Cuerpo no recubierto de pelo **7**
7. - Color llamativo (amarillo y negro) **Familia *Vespidae*** (avispas)
 - Colores no llamativos (marrones o negros) y frecuentemente sin alas.....**Familia *Formicidae*** (hormigas)
8. - Final del abdomen en forma de pinza..... **O. *Dermaptera. F. *Forficulidae**** (tijeretas)
 - Final del abdomen sin forma de pinza **9**

9. - Alas coloreadas con escamas **Orden *Lepidóptera*** (mariposas)
 - Alas sin escamas **10**
10. - Un par de alas membranosas (blandas) **11. Orden *Díptera*** (moscas)
 - Dos pares de alas más o menos duras, pudiendo ser opacas **15**
- 11. Orden *Díptera***
 - Color metalizado verde o azul **Familia *Calliphoridae***
 - Color no metalizado **12**
12. - Bandas longitudinales en el tórax..... **13**
 - Tórax sin bandas **14**
13. - Abdomen ajedrezado (cuadros blancos y negros) **F. *Sarcophagidae***
 - Abdomen acaramelado **Familia *Muscidae***
14. - Tórax marrón **Familia *Phoridae***
 - Tórax negro **Familia *Piophilidae***
15. - Posee antenas muy largas (> 2cm) **Orden *Blattaria*** (cucarachas)
 - Antenas cortas **16. Orden *Coleóptera*** (escarabajos)
- 16. Orden *Coleóptera***
 - Élitros muy cortos **Familia *Staphylinidae***
 - Élitros cubriendo, al menos, casi todo el abdomen **17**
17. - Forma ovalada **18**
 - Forma redonda, color negro brillante **Familia *Histeridae***
18. - Negruzcos, color blanco ventralmente **Familia *Dermestidae***
 - Color metalizado **Familia *Cleridae***
19. - Posee 4 pares de patas **20. Clase *Arachnida***
 - Posee 7 pares de patas **21. Clase *Malacostraca***

20. CLASE ARACHNIDA

- Posee dos grandes apéndices en la cabeza en forma de pinza. Morfología parecida a un escorpión **Orden *Pseudoscorpionida***
- No posee esos apéndices **Orden *Araneae*** (arañas)

21. CLASE MALACOSTRACA

- Tórax dividido en 7 segmentos **O. *Isopoda*** (cochinillas de humedad)

ANEXO 08. Validación del instrumento juicio de experto 1

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto: Jorge Seclen Cardenas Especialidad: Biologo Forense y Microbiologo

"Calificar con A, B, C o D cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad"

CATEGORIAS	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD	
FRESCA	Presencia de Sangre	A	A	A	A.	
	Fenómenos Cadavéricos	A	A	A	A.	
	Ocurrencia de olor.	A	B.	B	B.	
	Aparición de fímites dípteros	A	A	A	A.	
	Mancha Verdosa en Abdomen	A	B	B	B.	
	Sedimento de Fluidos por boca y nariz	A	B	B	B.	
	Minchagón del Abdomen	A	A	A	A.	
	Presencia de ampollas en la piel	A	A	A	A.	
	Englobamiento de los ojos	A	A	B.	B.	
	Presencia de larvas y larvas dípteros	A	A	A	A.	
ENFISEMATOSA	Dípteros (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae).	A	A	A	A.	
	Coleopteros (Dermestidae, histenidae).	A	A	B	B.	
	Lepidopteros (Tineidae y Pyralidae).	A.	A	B	C.	
	otros (Acaros, Colémbolos).	A	A	C	B.	
	Necrofagos	A	A	A	A.	
	Necrófobo	A	A	A	A.	
	Omnívoros	A	A	B	B.	
	Oportunistas o Accidentales.	A	A	B	B.	

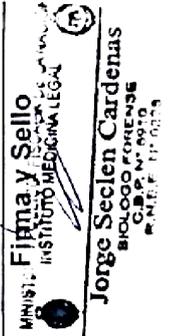
¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (X) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado:

SI (X)

NO ()



ANEXO 09. Validación del instrumento juicio de experto 2

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto: DANIEL MAGNO HUALLULLU GAGO Especialidad: MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA LEGAL

"Calificar con A, B, C o D cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad"

CATEGORÍAS	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
FASES DE PUTREFACCION CADAVERICA DE CERVO	FRESCA	A	B	A	C
	ENFISEMATOSA	B	A	B	B
	DESCOMPOSICION ACTIVA	B	B	B	C
	DESCOMPOSICION AVANZADA	A	A	C	B
	ESQUELETICA	B	C	B	B
	DEPTEROS	A	A	A	A
SUCESSION ARTRÓPODOS FAUNA DE INTERES FORENSE	CULEPTEROS	A	B	B	B
	LEPIDOPTEROS	B	B	B	B
	HEMÍPTEROS	A	A	B	B
	OTROS ARTRÓPODOS	B	B	B	C
	ESPECIES MECROFOGAS	B	D	B	B
	ESPECIES MECROFILAS	A	B	C	B
CATEGORÍA ECOLOGICA	ESPECIES OMNIVORAS	B	B	A	B
	ESPECIES OPORTUNISTAS	B	B	B	A
	ESPECIES ACCIDENTALES	C	C	C	C
	FRESCA	A	D	A	B
	ENFISEMATOSA	B	A	B	B
	DESCOMPOSICION ACTIVA	B	D	B	C
TIEMPO DE DURACION DE LAS FASES DE PUTREFACCION CADAVERICA DE CERVO	DESCOMPOSICION AVANZADA	A	A	C	B
	ESQUELETICA	B	B	B	B

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (X) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado:

SI (X) NO ()

MINISTERIO PÚBLICO ESCUELA DE LA NACIÓN

Instituto de Medicina Legal



Firma: Daniel Magno Huallullu Gago

Medico Legista

C.M.P. 24220 R.N.E. 12846

ANEXO 10. Validación del instrumento juicio de experto 3

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

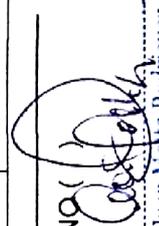
Nombre del experto: JUAN MOTTA RODRIGUEZ Especialidad: MÉDICO PATÓLOGO - MÉDICO LEGISTA

"Calificar con A, B, C o D cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad"

CATEGORÍAS	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
FASES AFORA Y ENTOMOLOGÍA	Fenómeno cadavérico	A	A	A	A
	Aparición primera de diptero	A	A	A	A
	Mancha verdosa alidhen	A	A	B	B
	Hinchazón del abdomen	A	A	A	A
DESCOMPOSICIÓN ACTIVA, AVANZADA Y ESQUELETAL	Presencia Huevos y larvas de diptero.	A	A	A	A
	Píndulos de ojos dentados	A	A	A	A
	Presencia de coleópteros porcupinos	B	B	A	A
	Migración larval de diptero	A	A	A	A
	Entansfura musta	B	B	A	A
	Solo quedan hueso y pelo.	A	A	B	B
	Callosidades	A	A	A	A
	Sonchillegidos	A	B	B	B
SUCESIÓN DE AFLOPOFRONS FORENSE	Musculobos	B	A	A	B
	Dermestidos	A	A	A	A
	Ostron antropóphos	A	B	B	A
	Necróptos	A	A	A	A
CATEGORÍA ECOLOGÍA	Neuróptos	A	A	A	A
	Quilópodos	A	A	A	A
	Artrópodos	A	B	B	A
	Accidentalos	A	B	B	A

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (X) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? NO

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI (X) NO ()


 Dr. Juan Motta Rodríguez
 Firma y Sello
 No. 9327

ANEXO 11. Validación del instrumento juicio de experto 4

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto: Miguel Ángel Rorato López Dávila Especialidad: Medico Cirujano

"Calificar con A, B, C o D cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia, suficiencia y claridad"

CATEGORIAS	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
FASES DE PUTREFACCIÓN	Fase fresca	A	A	A	A
	Fase avanzada	A	A	A	A
	Descomposición activa	A	A	A	A
	Descomposición avanzada	A	A	A	A
	Esquifal	A	A	A	A
SUCECIÓN DE ANTONOMORFIA CADAVÉRICA	Dipteros	A	A	A	A
	Coleopteros	A	A	A	B
	Lepidopteros	B	A	A	B
	Órds	B	B	B	B
CATEGORÍA ECOLÓGICAS	Especies necrófilas	A	A	A	A
	Especies necrofílicas	A	B	A	B
	Especies carnívoras	A	A	B	C
	Especies omnívoras	B	B	A	C
TIEMPO DURACIÓN FASES	Fase	A	A	A	A
	Avanzada	A	A	B	B
	Descomposición activa	B	A	A	B
	Descomposición avanzada	A	B	B	B
	Esquifal	B	B	B	C

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (X) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado: SI (X) NO ()

[Firma]
Firma y Sello
 MÉDICO - CIRUJANO
 C.M.P. 58020

ANEXO 12. Validación del instrumento juicio de experto 5

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto: Maritza D. Camones Rivera Especialidad: Medico Veterinario

"Calificar con A, B, C o D cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad"

CATEGORIAS	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
Fases de putrefacción cadavérica.	Fresca (solo se medirá los primeros días)	A	A	A	A
	Enfisematosa	A	A	A	A
	Descomposición activa y avanzada	A	A	A	A
	Esquelética	A	A	A	A
Subsesión de artofauna de interés forense	Dipteros, coleópteros, lepidópteros, himenópteros, hemípteros, etc (colocar los más comunes de la zona de estudio)	A	A	A	B
Categoría Ecológica	Especies necrófagas	A	A	A	A
	Especies necrófilas	A	A	A	A
	Especies omnívoras	A	A	A	A
	Especies oportunistas y/o accidentales	B	B	B	B
Tiempo de duración de las fases de putrefacción	Fresca	A	A	A	A
	Enfisematosa	A	A	A	A
	Descomposición activa y avanzada	A	A	A	A
	Esquelética	A	A	A	A

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (X) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta?

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado:

SI (X) NO ()



MARITZA DALCAMONES RIVERA
MEDICO VETERINARIO

Firma y Sello:

ANEXO 13. Fases de putrefacción cadavérica cerdo experimental

Fotos: 1. Fase fresca. 2. Fase enfisematosa. 3. Fase de descomposición activa. 4. Fase de descomposición avanzada. 5. Fase esquelética.

ANEXO 14. Fases de putrefacción cadavérica cerdo control

Fotos: 1. Fase fresca. 2. Fase enfisematosa. 3. Fase de descomposición activa. 4. Fase de descomposición avanzada. 5. Fase esquelética.

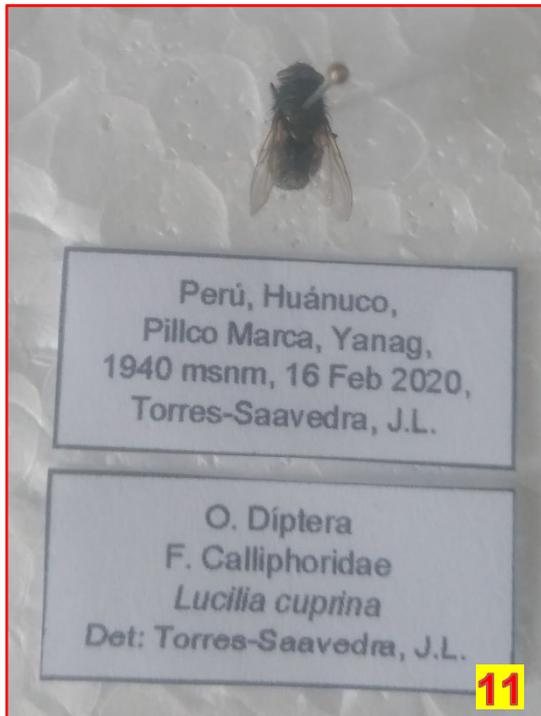
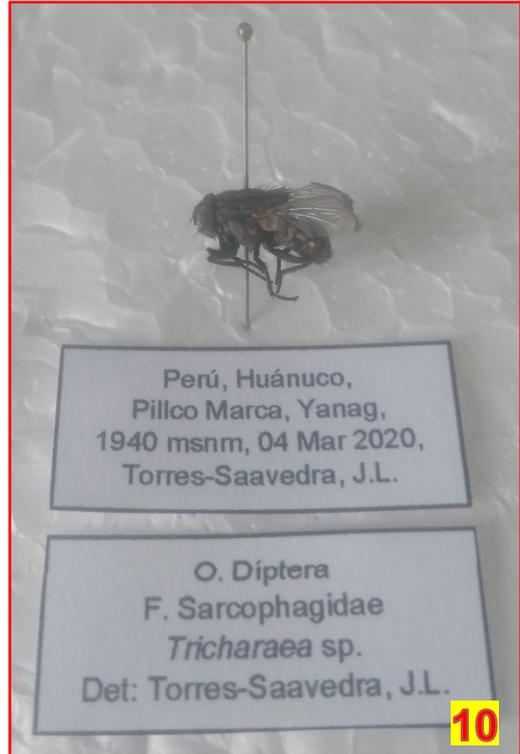
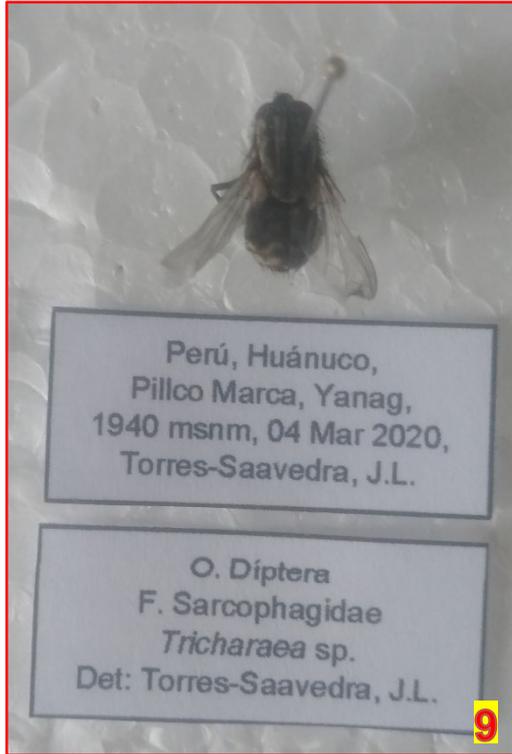
ANEXO 15. Principales artrópodos en ambas carcasas (G1 y G2)



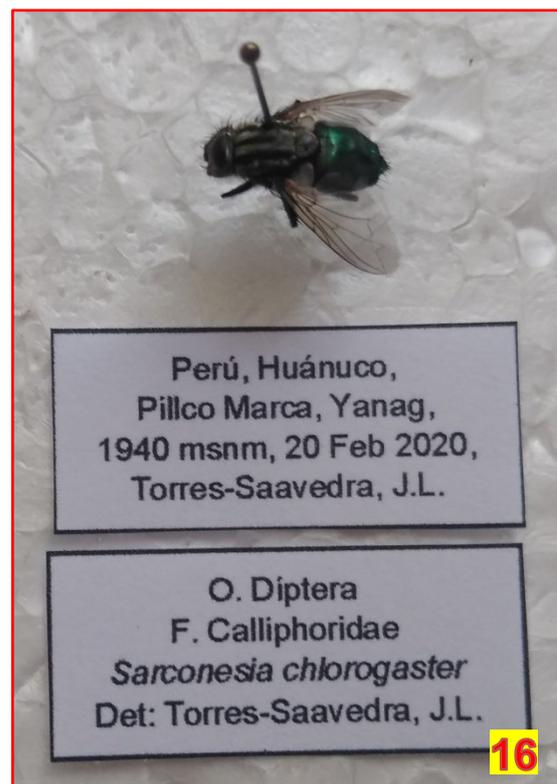
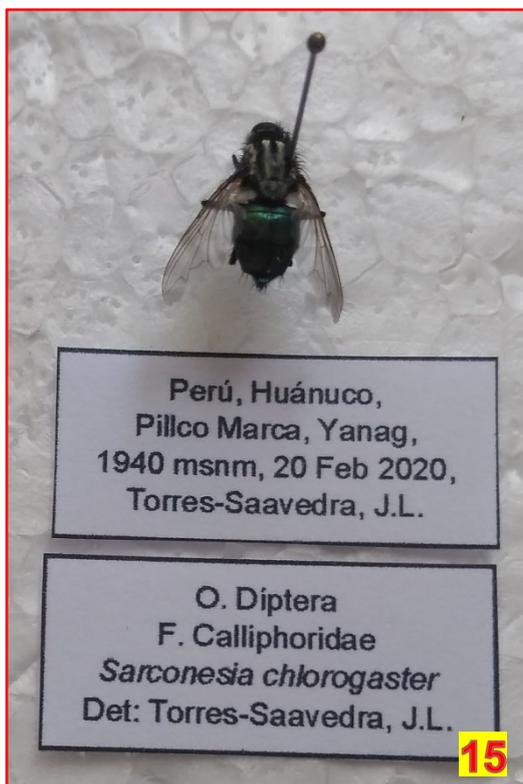
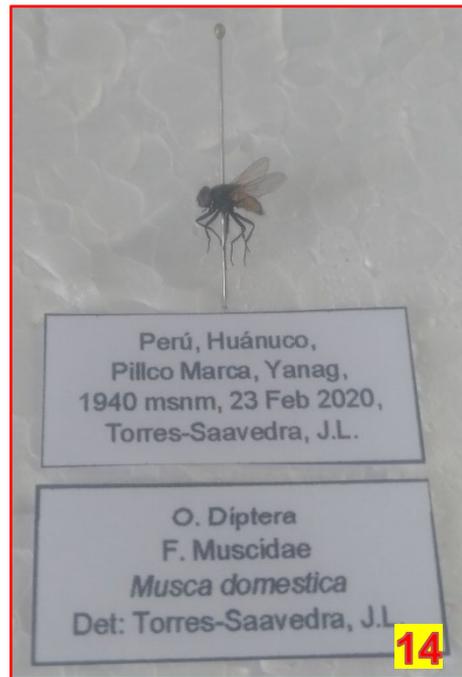
Fotos díptera: 1. Y 2. Vista superior y lateral de *Chrysomya albiceps*. **3. Y 4.** Vista superior y lateral de *Sarcophaga carniaria*.



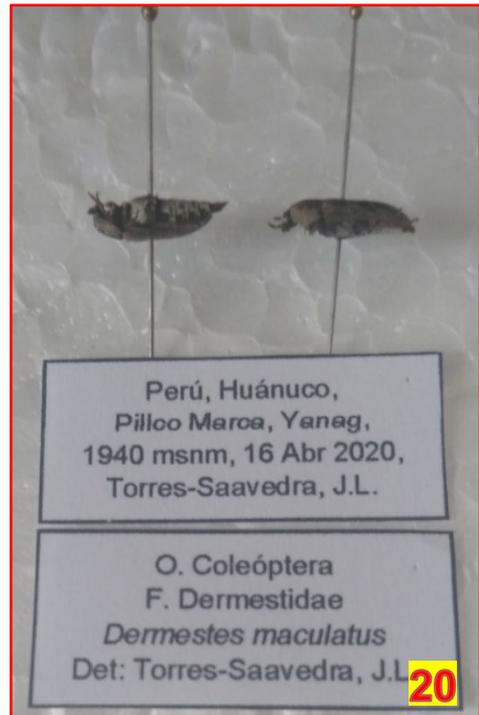
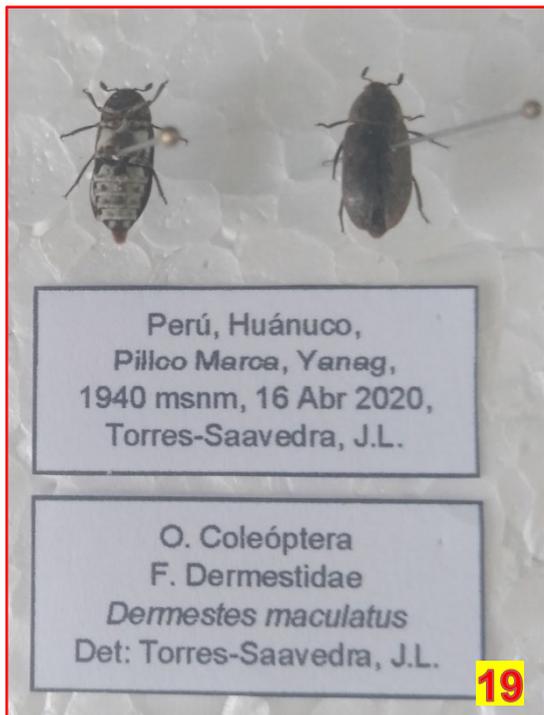
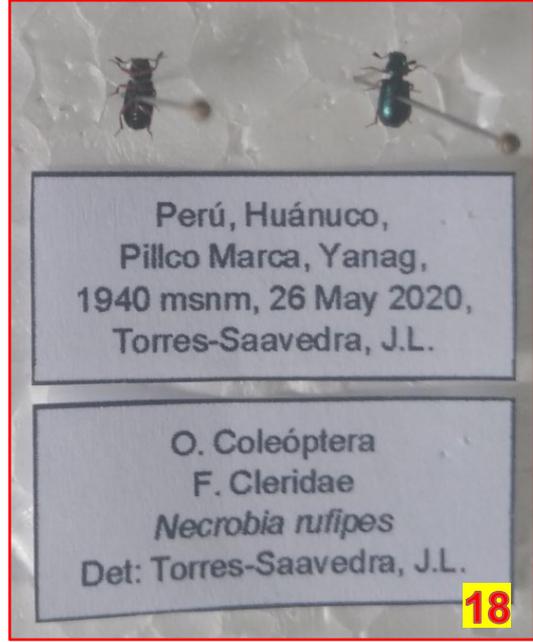
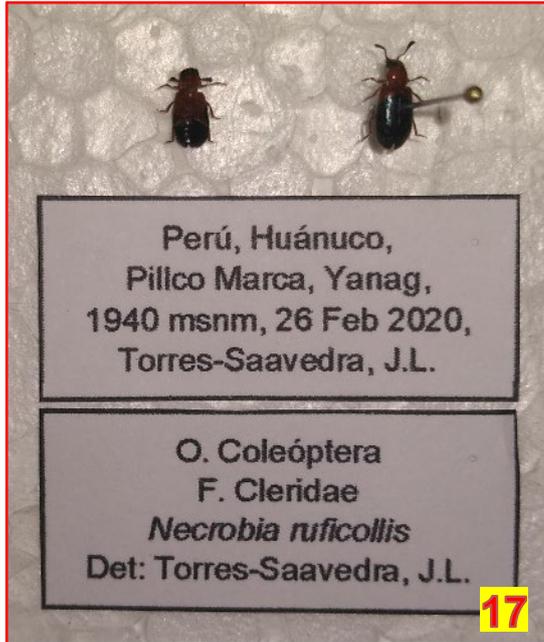
Fotos díptera: 5. Y 6. Vista superior y lateral de *Lucilia sericata*. **7. Y 8.** Vista superior y lateral de *Cochliomyia macellaria*.



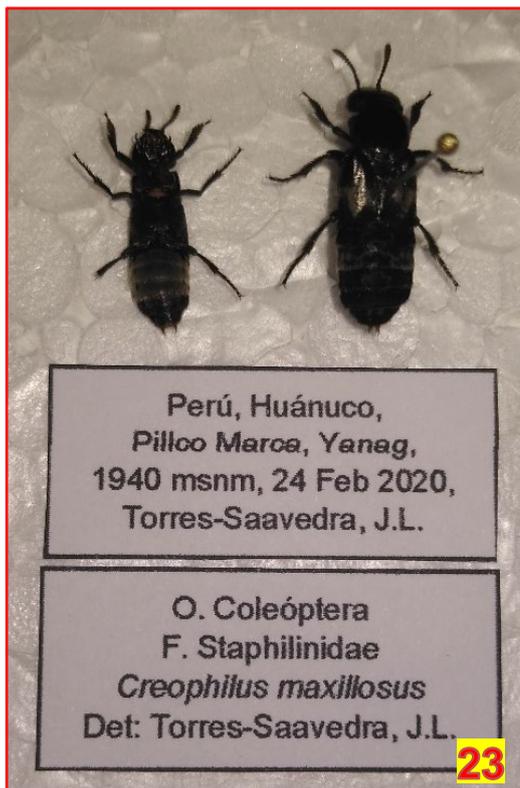
Fotos díptera: 9. Y 10. Vista superior y lateral de *Tricharaea* sp. **11. Y 12.** Vista superior y lateral de *Lucilia cuprina*.



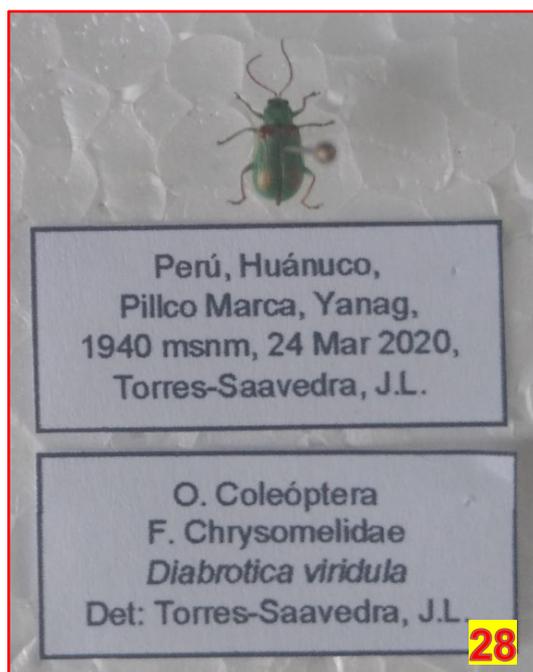
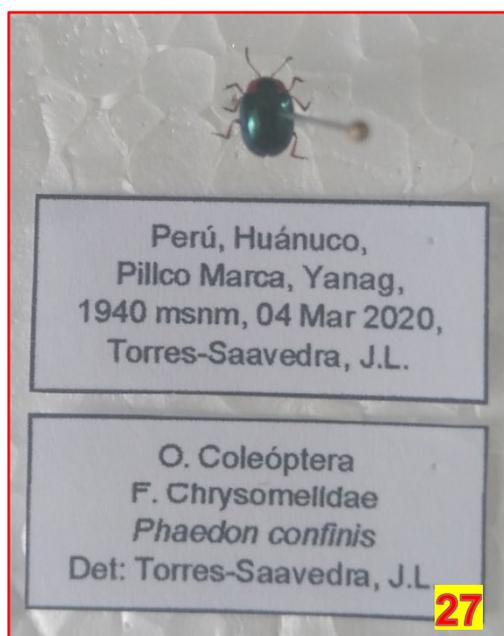
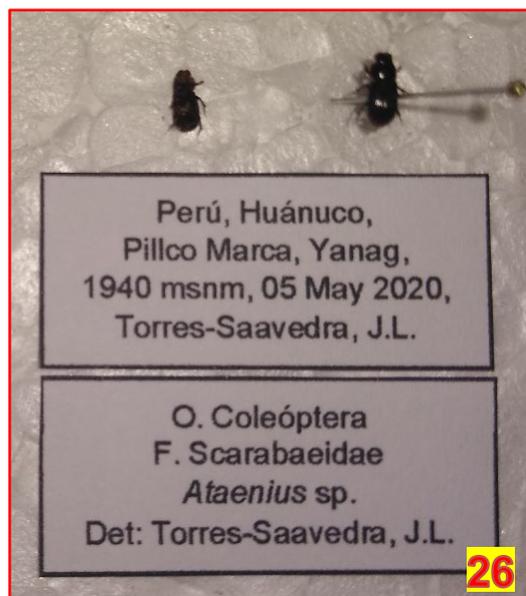
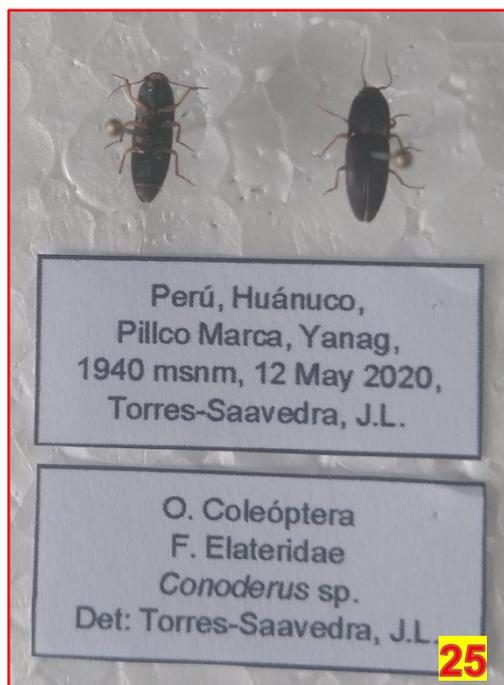
Fotos díptera: 13. Y 14. Vista superior y lateral de *Musca domestica*. **15. Y 16.** Vista superior y lateral superior de *Sarconesia chlorogaster*.



Fotos coleóptera: 17. *Necrobia ruficollis*. 18. *Necrobia rufipes*. 19. Y 20. Vista superior y lateral de *Dermestes maculatus*.



Fotos coleóptera: 21. *Oxelytrum discicolle*. 22. *Euspilotus nigrita*. 23. *Creophilus maxillosus*. 24. *Omorgus suberosus*.



Fotos coleóptera: 25. *Conoderus* sp. 26. *Ataenius* sp. 27. *Phaedon confinis*.
28. *Diabrotica viridula*.

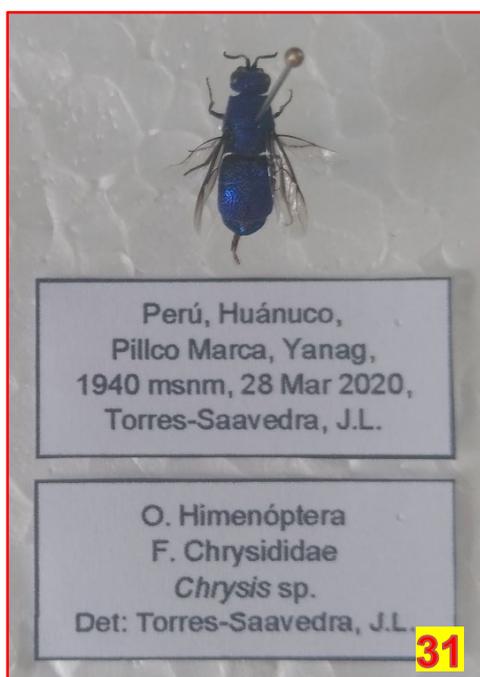
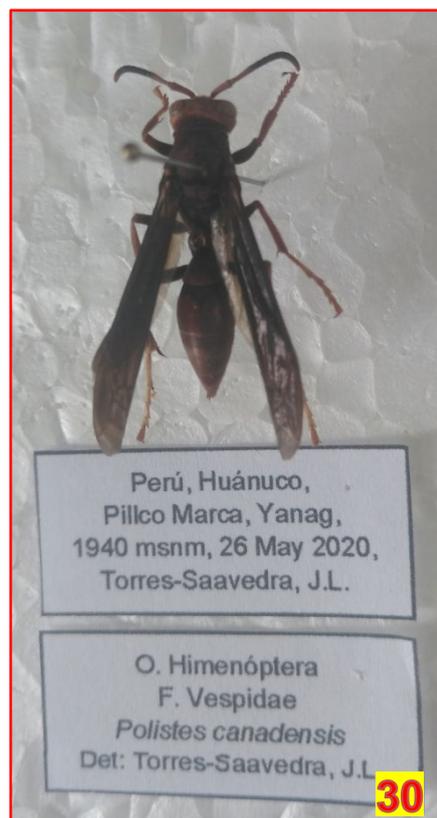
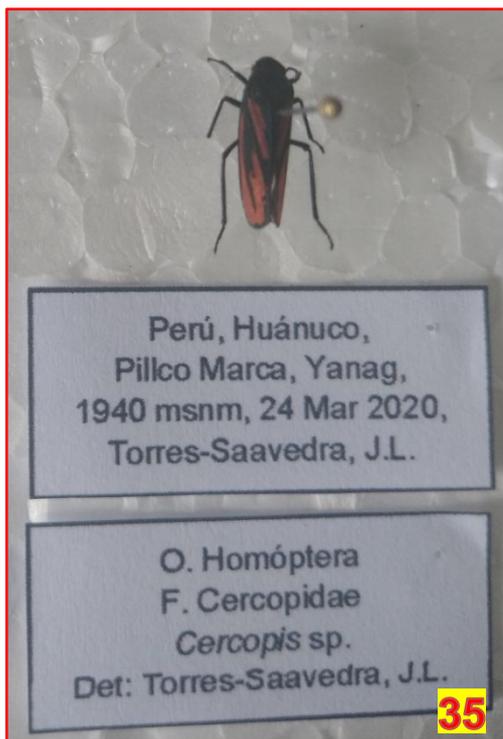
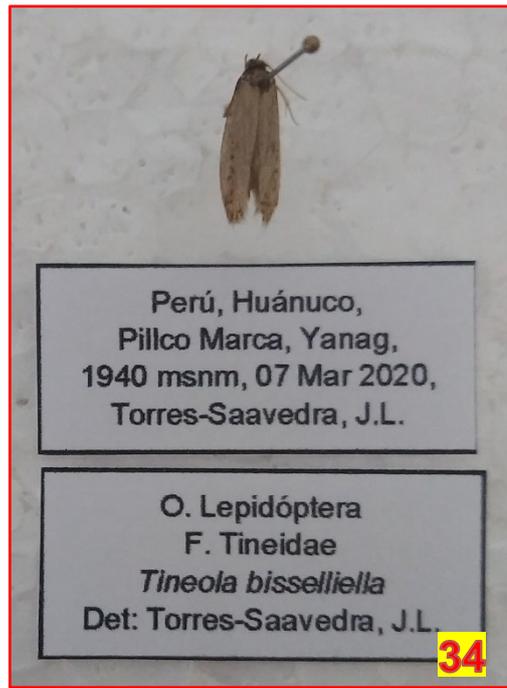
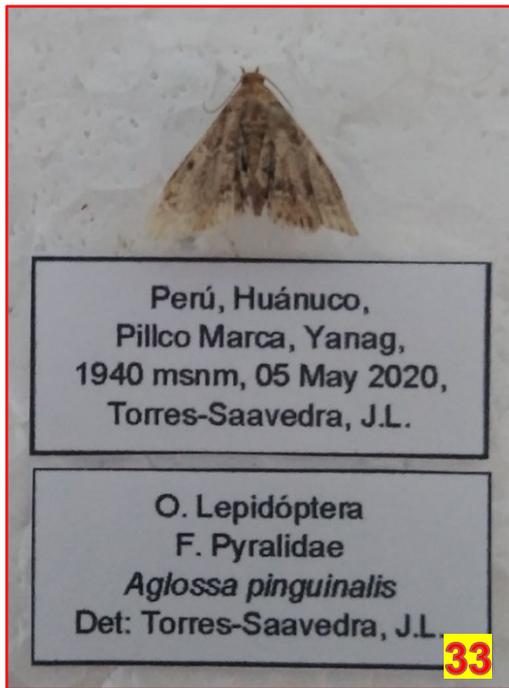


Foto coleóptera: 29. *Scotobius andrassyi*. Fotos himenóptera: 30. *Polistes canadensis*. 31. *Chrysis* sp. Foto díptera: 32. *Nephrotoma* sp.



Fotos lepidóptera: 33. *Aglossa pingualis*. 34. *Tineola bisselliella*. Foto homóptera: 35. *Cercopis* sp. Foto hemíptera: 36. *Acanthocephala* sp.

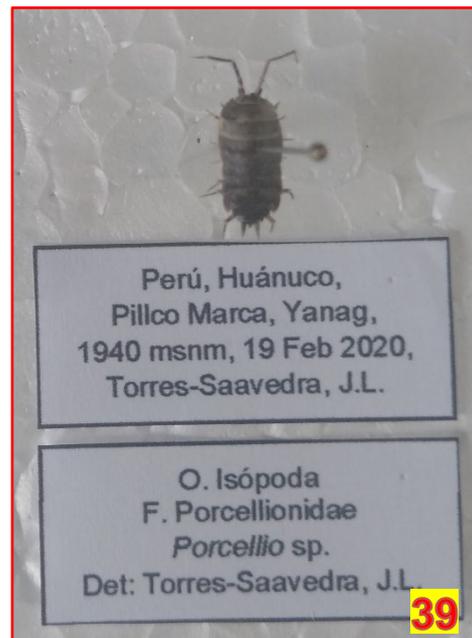
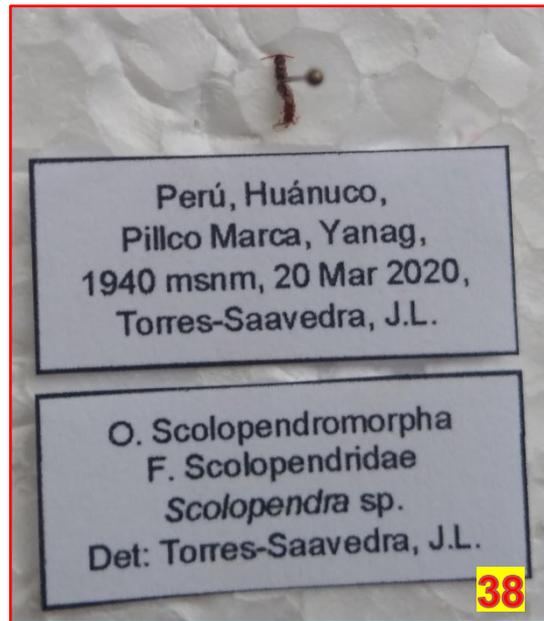
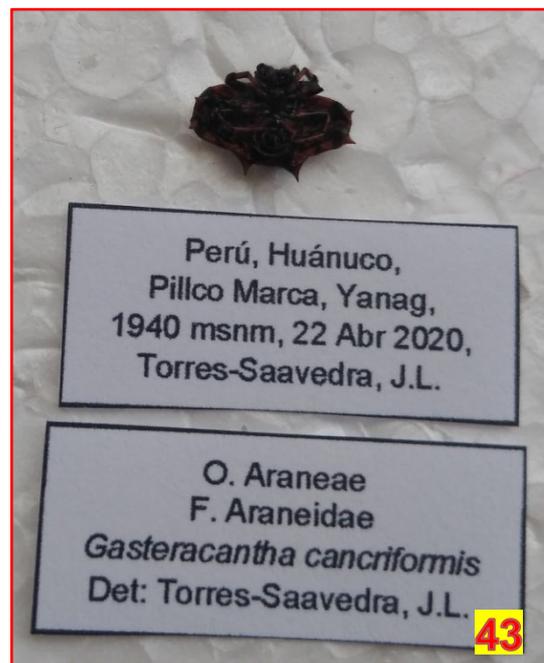
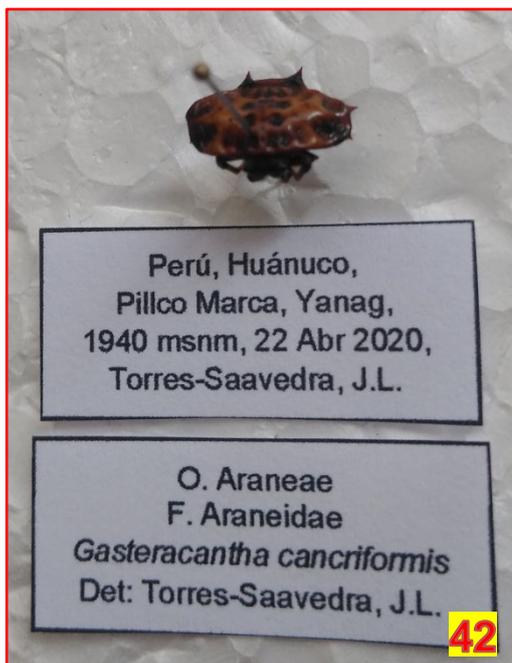
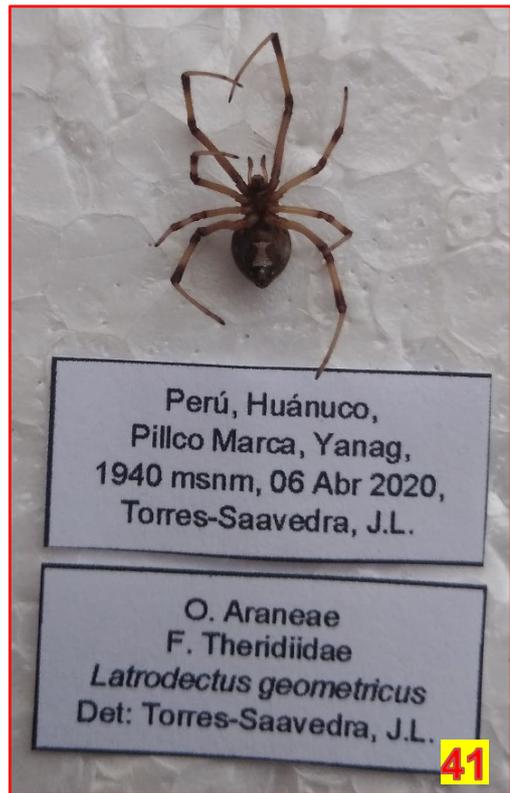


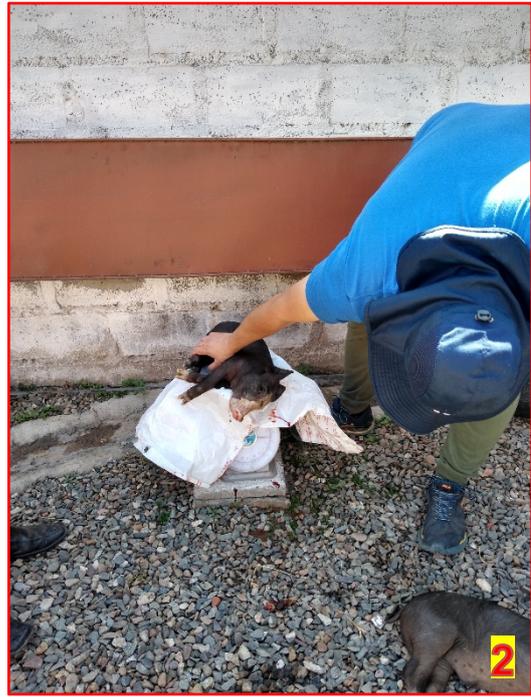
Foto ortóptera: 37. *Schistocerca* sp. Foto scolopendromorpha: 38. *Scolopendra* sp. Foto isópoda: 39. *Porcellio* sp.



Fotos Araneae: 40. Y 41. Vista superior e inferior de *Latrodectus geometricus*. 42. Y 43. Vista superior e inferior de *Gasteracantha cancriformis*.



Foto: 44. Montaje de artrópodos identificados para Colección entomológica.

ANEXO 16. Fotografías de todo el proceso experimental

Fotos: 1. Sacrificio de cerdos (15/02/2020). 2. Pesaje de cerdos. 3. Colocando prendas de vestir a un cadáver al azar (cerdo experimental o G1).



Fotos: 4. Recolección de artropofauna de interés forense en el primer muestreo (16/02/2020). **5. Y 6.** Presencia de gran cantidad de hormigas del género *Pseudomyrmex* sp. cerdos G2 y G1.



Fotos: 7. Presencia de dípteros cerdo G1. 8. Recolección de artropofauna muestreo N° 5 (20/02/2020) cerdo G2. 9. Presencia de coleóptero Silphidae (*Oxelytrum discicolle*) en trampa de caída cerdo G1.



Fotos: 10. Coleóptero Silphidae (*Oxelytrum discicolle*) sobre masa larvaria cerdo G2. **11.** Masa larvaria cerdo G1. **12.** Migración larval cerdo G1.



Fotos: 13. Migración larval y coleópteros Histeridae (*Euspilotus nigrita*) en trampa de caída cerdo G2. **14.** Pupación de dípteros cerdo G1. **15.** Recolección de entomofauna muestreo N° 15 (07/03/2020) cerdo G1.



Fotos: 16. Eclosión de pupas de dípteros (10/03/2020) cerdo G1. **17. Y 18.** Captura de dípteros con red entomológica cerdo G1. **19.** Captura de coleóptero Cleridae (*Necrobia rufipes*) cerdo G1.



Fotos: 20. Recolección de artropofauna muestreo N° 26 (22/04/2020). 21. Y 22. Fase esquelética último muestreo (09/06/2020) cerdos G2 y G1. 23. Vista panorámica del área experimental en el último muestreo (09/06/2020).



24



25



26



27



28



29

Fotos: 24. Estante con varias muestras entomológicas conservadas en alcohol a 70°. 25. Bloque en escalera de dos peldaños para montar insectos en alfileres. 26. Alfileres entomológicos. 27. Red entomológica. 28. Larvas de díptera alimentadas con hígado de pollo en un recipiente rodeado de arena para la pupación. 29. Eclósión de pupas de díptera en recipiente.



Fotos: 30. Y 31. Procedimiento de montaje de insectos. **32. Y 33.** Diversos órdenes de insectos y otros artrópodos montados con alfileres entomológicos para su posterior identificación.



Fotos: 34. Microscopio electrónico. 35. Microscopio digital. 36. Y 37. Coleóptero Histeridae visto al microscopio digital. 38. Y 39. Microfotografías de la cabeza y tórax de *Lucilia cuprina*. 40. Y 41. Microfotografías de la cabeza y tórax de *Cochliomyia macellaria*.



Foto: 42. Colección entomológica de los principales artrópodos de interés forense identificados por el mismo investigador (período experimental del 15 de febrero al 09 de junio de 2020).

NOTA BIOGRÁFICA



Jorge Luis Torres Saavedra: Nacido el 07 de mayo de 1982 en el distrito y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, es médico cirujano por la Universidad Nacional de Cajamarca. Profesor de Medicina Legal en las facultades de Derecho y Medicina Humana de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. Actualmente en el cargo de Médico Legista del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses sede Unidad Médico Legal II Huánuco y con conocimientos amplios en el área de Entomología Forense. Egresado de la Maestría en Salud Pública y Gestión Sanitaria de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. Autor del presente proyecto de investigación experimental titulado “Sucesión de artropofauna de interés forense asociada a las fases de putrefacción cadavérica de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) en el distrito de Pillco Marca, Huánuco – Perú 2020”.



DECLARACIÓN JURADA PARA LA AUTORIZACIÓN DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS VIRTUAL

Por medio de la presente, el que suscribe (nombres y apellidos) JORGE LUIS TORRES SAAVEDRA..... identificado (a) con DNI N° 41974795..... y Código de alumno N° 2018190608..... con domicilio en CPME YANAG ROSAVERO BO-KM6 PILLCO MARCA..... egresado de la Maestría/Doctorado de MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA Y GESTIÓN SANITARIA. Declaro bajo Juramento lo siguiente:

1. He sido informado de los procedimientos para la sustentación virtual para optar el grado de Maestro/Doctor de forma virtual que se encuentran en la página de la Escuela de Posgrado de la UNHEVAL, en el siguiente enlace: <http://www.epgunheval.edu.pe/informacion-para-estudiantes/sustentacion-virtual-tesis/>
2. He sido informado de la sustentación virtual y que el acto académico de sustentación será registrado y grabado en medio electrónico a través de la plataforma virtual **Microsoft Teams** y otorgo autorización para que mi imagen y voz se encuentren incorporadas en el archivo. Este archivo es de uso exclusivo para la universidad o a solicitud de las autoridades pertinentes para fines de registro del grado académico según corresponda.
3. La presente Declaración Jurada será parte de mi expediente de sustentación y será remitida por el correo electrónico proporcionado por la Universidad.

Huánuco, 09 de DICIEMBRE de 2020

Firma



Huella

Apellidos y nombres: TORRES SAAVEDRA JORGE LUIS.....



Huánuco - Perú

ESCUELA DE POSGRADO

Campus Universitario, Pabellón V "A" 2do. Piso - Cayhuayna
Teléfono 514760 - Pág. Web. www.posgrado.unheval.edu.pe



ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE MAESTRO

En la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado, siendo las **18:00h**, del día **lunes 28 DE DICIEMBRE DE 2020** ante los Jurados de Tesis constituido por los siguientes docentes:

Dr. Miguel Angel CHUQUIYURI TALENAS	Presidente
Dra. Ernestina ARIZA AVILA	Secretaria
Mg. Severo IGNACIO CARDENAS	Vocal

Asesora de tesis: Dra. María del Carmen VILLAVICENCIO GUARDIA (Resolución N° 01170-2019-UNHEVAL/EPG-D)

El aspirante al Grado de Maestro en Salud Pública y Gestión Sanitaria, Don Jorge Luis TORRES SAAVEDRA.

Procedió al acto de Defensa:

Con la exposición de la Tesis titulado: "**SUCESIÓN DE ARTROPOFAUNA DE INTERÉS FORENSE ASOCIADA A LAS FASES DE PUTREFACCIÓN CADAVERICAS DE CERDO (Sus scrofa L., 1758) EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO - PERÚ 2020**".

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante al Grado de Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- Dicción y dominio de escenario.

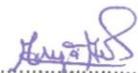
Así mismo, el Jurado plantea a la tesis **las observaciones** siguientes:

.....
.....

Obteniendo en consecuencia el Maestría la Nota de Dieciocho (18)
Equivalente a Muy bueno, por lo que se declara Aprobado
(Aprobado o desaprobado)

Los miembros del Jurado firman el presente **ACTA** en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 20:00 horas de 28 de diciembre de 2020.


PRESIDENTE
DNI N° 22520461


SECRETARIO
DNI N° 22493412


VOCAL
DNI N° 22642145

Leyenda:
19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno

(Resolución N° 01685-2020-UNHE/AL/EPG)



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



Obtención de grado - Anexo 03
**AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE POSGRADO –
 MAESTRÍA**

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL

Apellidos y nombres: **TORRES SAAVEDRA JORGE LUIS**
 DNI: **41974795** Correo electrónico: **amicidem1@hotmail.com**
 Teléfono de casa: **—** Celular: **910518183** Oficina: **—**

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

POSGRADO	
Maestría:	MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA Y GESTIÓN SANITARIA
Mención:	

Grado académico obtenido:

MAESTRO EN SALUD PÚBLICA Y GESTIÓN SANITARIA

Título de la tesis:

SUCESIÓN DE ARTRÓPOFAUNA DE INTERÉS FORENSE ASOCIADO A LAS FASES DE PUTREFACCIÓN CADAVÉRICA DE CERDO (Sus scrofa L., 1758) EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO - PERÚ 2020.

Tipo de acceso que autoriza el autor:

Marcar "X"	Categoría de acceso	Descripción de acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible el documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo.

Al elegir la opción "Público" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

() 1 año () 2 años () 3 años () 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: **15/FEB/2021**



 Firma del autor