

# UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias

Escuela Profesional de Biología - Microbiología

Entomofauna presente en la descomposición post mortem  
de *Sus scrofa* “cerdo” durante el verano en la  
provincia de Tacna, 2019.

TESIS

Presentada por:

Bach. Iyesed Cinthya Bomeica Esquiagola Choque

Para optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGO MICROBIÓLOGO**

TACNA – PERÚ

2022

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°372

En la ciudad de Tacna, a través de la plataforma Google Meet, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; siendo las 17:30 horas del día 23 de agosto del 2022. Estando presente el jurado calificador nominado por Resolución de Facultad N° 10299- 2022-FACI-UN/JBG, conformado por los siguientes docentes:

MSc. Luis Lloja Lozano  
Dr. Pablo Juan Franco León  
MSc. Angela Choque Miranda

Presidente  
Secretario  
Miembro

Acto seguido, se dio lectura a la resolución correspondiente, y del mismo modo se dio lectura al Artículo 22 del reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

A continuación, el Presidente del Jurado instó a la (el) Bachiller: a Iyesed Cinthya Bomeica Esquiagola Choque, a exponer la tesis: Entomofauna presente en la descomposición post mortem de *Sus scrofa* "cerdo" durante el verano en la provincia de Tacna, 2019.

Siendo las 19.05 horas, el tesista concluye su exposición, luego se procedió a la formulación de las preguntas por parte de los miembros del jurado calificador. Terminado el proceso, se invitó a que los miembros del jurado emitan su calificación de acuerdo a reglamento. El promedio de calificación dio el siguiente resultado: Aprobado (por unanimidad), con el calificativo de ... MUY BUENO (nota 17) de acuerdo al reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

Siendo las 19.15 horas, se dio por concluido el acto de sustentación de la tesis firmando los señores miembros del jurado calificador, en señal de conformidad.

  
MSc. Luis Lloja Lozano  
Presidente

  
MSc. Angela Choque Miranda  
Miembro

  
Dr. Pablo Juan Franco León  
Secretario

## **DEDICATORIA**

A mi madre, por convertirse en un modelo a emular, mejor amiga, y por ser quien me alentó de cerca y de lejos en todo este periodo académico. Gratitud infinita para ella por creer en mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Arnol Esquiagola y Bertha Choque, por su motivación constante e incondicional, lo cual permitió que alcance mis metas académicas. Gratitud infinita a ellos por la confianza depositada en mí, en este periodo de estudios.

Al Blgo. Víctor Carbajal Zegarra, por el asesoramiento durante la realización de esta investigación. Así también, por la paciencia y gran apoyo que me brindo desde mi etapa universitaria.

Al Dr. Erik Yabar Landa, por permitir utilizar el Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, lugar donde compartí conocimientos y experiencias con mucha deferencia, con un gran equipo profesional integrado por: Jorge, Javier, Araseli y Edgar.

A Mercedes y Ángel Rivera, familia que me acogió durante mi estadía en la ciudad del Cusco, durante el periodo de realización de la presente tesis.

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo analizar la entomofauna presente en la descomposición post mortem de *Sus scrofa* “cerdo” durante el verano en la provincia de Tacna. El experimento se llevó a cabo en el Bioterio de la Facultad de Ciencias de la UNJBG. Se realizaron evaluaciones diarias de la entomofauna, de 9:00 a 13:00 hrs, desde enero hasta marzo del 2019. También se tomaron los registros de temperatura y humedad relativa. Los especímenes colectados fueron llevados al Laboratorio de Entomología de la UNSAAC del Cusco, para montaje, fotografía e identificación de especies.

Se colectaron y registraron 7587 especímenes durante los 65 días que duró el proceso de descomposición, con temperatura máxima 28.5 °C, temperatura mínima 18.1 °C y humedad relativa 74.4%. Luego de la identificación sistemática de los especímenes, se categorizaron en: 3 Ordenes, 13 familias y 29 especies, siendo el Orden Diptera (92.29%) el que presentó mayor abundancia registrando 15 especies de las familias Calliphoridae, Muscidae, Phoridae, Piophilidae, Tephritidae, le sigue el Orden Coleoptera (5.4%) con 10 especies distribuidas en las familias Carabidae, Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Tenebrionidae, y el Orden Hymenoptera (2.31%) con 4 especies de las familias Chalcididae, Vespidae y Scelionidae.

Los dípteros *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macelaria* y *Musca domestica* fueron especies dominantes durante la fase fresco, hinchado, descomposición activa y avanzada. Por otro lado, la fase de restos esqueléticos es dominada por el coleóptero *Dermestes maculatus* seguido por *Ammophorus peruvianus*. Se determinó también que el califórico *C. albiceps*, al ser primer colonizador y especie predominante, tiene mucho potencial para ser utilizado como indicador de Intervalo Post Mortem en nuestra región.

Palabras clave: Entomología forense, sucesión entomológica, entomofauna, Coleoptera, Diptera.

## ABSTRACT

This study had the objective of analyzing the entomofauna present in the post mortem decomposition of *Sus scrofa* "pig" during the summer in the province of Tacna. The experiment was carried out in the Biotherium of the Faculty of Sciences of the UNJBG. Daily entomofauna evaluations were carried out from 9 am to 1 pm, from January to March 2019. Temperature and relative humidity records were also taken. The collected specimens were taken to the Entomology Laboratory of the UNSAAC in Cusco, for mounting, photography and species identification.

A total of 7587 specimens were collected and registered during the 65 days of the decomposition process, with Maximum temperature: 28.5 °C, Minimum temperature: 18.1 °C and RH: 74.4%. 3 Orders, 13 families and 29 species were identified, the Order Diptera (92.29%) was the most abundant with 15 species of the families Calliphoridae, Muscidae, Phoridae, Piophilidae, Tephritidae, then the Order Coleoptera (5.4%) with 10 species distributed in the families of Carabidae, Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Tenebrionidae, and the Order Hymenoptera (2.31%) with 4 species of the families Chalcididae, Vespidae and Scelionidae.

The diptera *Chrysomyia albiceps*, *Cochliomyia macelaria* and *Musca domestica* were dominant species during the fresh, swollen, active and advanced decomposition phase; on the other hand, the skeletal remains phase was dominated by the coleopteran *Dermestes maculatus* and *Ammophorus peruvianus*. Also, the calliphorid *C. albiceps*, was the first colonizer and predominant species, therefore it has a great potential to be used as an indicator of Post Mortem Interval in our region.

Key words: Forensic entomology, entomological succession, entomofauna, Coleoptera, Diptera.

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	OBJETIVOS .....	3
2.1.	Objetivo General.....	3
2.2.	Objetivos Específicos.....	3
3.	MARCO TEÓRICO.....	4
3.1.	Entomología Forense .....	4
3.2.	Sucesión Entomológica.....	5
3.3.	Categorías Ecológicas.....	5
3.4.	Fases de Descomposición.....	6
3.5.	Factores que Influyen en el Desarrollo de la Descomposición.....	8
3.6.	Antecedentes .....	9
4.	METODOLOGÍA.....	11
4.1.	Localización del material de estudio.....	11
4.2.	Fase de campo.....	12
4.2.1.	Construcción de Jaula de Exclusión .....	12
4.2.2.	Procedimiento de Sacrificio de Muestra de Estudio <i>Sus scrofa</i> “cerdo”.....	13
4.2.3.	Datos Meteorológicos.....	13
4.2.4.	Colecta de Entomofauna.....	14
4.3.	Fase de laboratorio .....	15
4.3.1.	Crianza de Huevos y Larvas.....	15
4.3.2.	Montaje.....	15

4.3.3.	Fotografía .....	16
4.3.4.	Identificación.....	17
4.4.	Análisis de datos .....	17
4.4.1.	Descripción de la Etomofauna en el Proceso de Descomposición de <i>Sus scrofa</i> .....	17
4.4.2.	Comparaciones de Diversidad Taxonómica en la Sucesión Cadavérica de <i>Sus scrofa</i> .....	18
4.4.3.	Asociaciones entre Fases de Descomposición. ....	19
5.	RESULTADOS.....	20
6.	DISCUSIÓN .....	38
7.	CONCLUSIONES .....	43
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	44
	ANEXO 1.....	53
	ANEXO 2.....	58
	ANEXO 3.....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b> <i>Abundancias de las Especies Registradas en cada Fase de Descomposición.....</i>	20
<b>Cuadro 2</b> <i>Lista de Especies y Códigos Asignados de la Entomofauna Registrada en el Proceso de Descomposición.....</i>	21
<b>Cuadro 3</b> <i>Índices de Recambio de Especies en las Fases de Descomposición.....</i>	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Mapa de la Localización del Material de Estudio</i> .....	12
<b>Figura 2</b> <i>Porcentaje de Riqueza por Orden Taxonómico de la Entomofauna</i> .....	22
<b>Figura 3</b> <i>Abundancia relativa de las Familias en el Orden Diptera</i> .....	23
<b>Figura 4</b> <i>Abundancia relativa de las Familias en el Orden Coleoptera</i> .....	23
<b>Figura 5</b> <i>Abundancia relativa de las Familias en el Orden Hymenoptera</i> .....	24
<b>Figura 6</b> <i>Duración en Días de las Fases de Descomposición</i> .....	25
<b>Figura 7</b> <i>Fluctuación de la Temperatura Máxima, Temperatura Mínima y Humedad Relativa</i> .....	26
<b>Figura 8</b> <i>Curvas Rango - Abundancia de las 5 Fases de descomposición</i> .....	27
<b>Figura 9</b> <i>Curva Rango - Abundancia de Especies para la Fase Fresco</i> .....	28
<b>Figura 10</b> <i>Curva Rango - Abundancia de Especies para la Fase Hinchado</i> .....	29
<b>Figura 11</b> <i>Curva Rango - Abundancia de Especies para la Fase descomposición Activa</i> .....	30
<b>Figura 12</b> <i>Curva Rango - Abundancia de Especies para la Fase descomposición Avanzada</i> .....	31
<b>Figura 13</b> <i>Curva Rango Abundancia de Especies para la Fase Restos Esqueléticos</i> .....	32
<b>Figura 14</b> <i>Curvas de Interpolación-Extrapolación para Diversidad de Especies en Función de la Cobertura de Muestreo</i> .....	34
<b>Figura 15</b> <i>Curvas de Interpolación-Extrapolación para el Número Efectivo de Especies en Función a los Días de Evaluación mediante la Serie de Números de Hill</i> .....	35

<b>Figura 16</b> <i>Serie de Números de Hill para las Fases de Descomposición.....</i>	36
<b>Figura 17</b> <i>Análisis de Agrupamiento de las Fases de Descomposición usando el Índice de Bray - Curtis, para las Abundancias Absolutas de la Entomofauna.....</i>	37

## 1. INTRODUCCIÓN

Tras la muerte se producen una serie de procesos fisicoquímicos que hacen a un cadáver un ecosistema temporal propicio para la llegada de insectos, pues estos a través de sensores olfativos propios de su evolución, pueden detectar incluso a grandes distancias las sustancias atrayentes que se liberan momentos después de la muerte. (Rivers y Dahlem, 2014)

La entomología forense pertenece a la ciencias médicas y legales, es una herramienta actual que interpreta la información brindada por los insectos obtenidos de una escena del crimen, para obtener conclusiones que permitan esclarecer casos de interés criminalístico (Castillo, 2002; Nuñez et al., 2016 y Yusseff, 2006). Una de sus principales aplicaciones es la determinación del IPM (Intervalo Post Mortem), que se basa en el cálculo del tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo de un cadáver, el cual sigue dos métodos: el análisis de los ciclos biológicos de las especies relacionadas y la sucesión entomológica (Byrd y Tomberlin, 2020)

La sucesión entomológica se basa en la aparición y sustitución de especies a lo largo del proceso de descomposición, son los hábitos propios de cada insecto lo que determina su presencia en alguna fase (L. M. L. Carvalho et al., 2000). Estos hábitos pueden ser necrófagos, parasitarios, depredadores y oportunistas, como resultado de esto, se observa una dinámica entre los insectos relacionados. (Wolff et al., 2001)

La diversidad y el desarrollo del proceso de descomposición, está fuertemente ligado a las condiciones climatológicas y geográficas propias de un lugar, principalmente temperatura, humedad, y altitud. (Mohr y Tomberlin, 2014)

En Perú, diversos autores mencionan a los principales insectos de importancia forense, los pertenecientes a los Ordenes Diptera, Coleoptera e Hymenoptera, (Iannacone, 2003; Oré, 2017; Peceros, 2011; Pizango, J. y Cachi, 2018; Villanueva y Seclen, 2015) lo que corrobora la información de otras investigaciones internacionales, pero a pesar de coincidir en los órdenes ya mencionados, existen diferencias respecto a la composición de la Entomofauna, variación de ciclos biológicos y la determinación de las especies principales en la descomposición, esto se debe significativamente a las características de cada lugar en el que se realizó el estudio. Por esta razón, no se podrían tomar conclusiones de insectos encontrados en un lugar en función a un estudio realizado en otro, pues conllevaría a errores.

Por este motivo, resulta fundamental estudiar la entomofauna propia de un lugar y debido a que en nuestra región aún no se cuentan con estudios relacionados a esto, se plantea analizar la entomofauna presente en la descomposición post mortem de *Sus scrofa* “cerdo” durante el verano en la provincia de Tacna, 2019.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

- Analizar la entomofauna presente en la descomposición post mortem de *Sus scrofa* “cerdo” durante el verano en la provincia de Tacna, 2019.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las especies presentes en la descomposición post mortem de *Sus scrofa* “cerdo”.
- Identificar las fases de descomposición y su duración en la descomposición post mortem de *Sus scrofa* “cerdo”.
- Determinar las especies de importancia forense en la descomposición post mortem de *Sus scrofa* “cerdo” durante el verano en la provincia de Tacna.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Entomología Forense

Se define como el estudio de los insectos y otros artrópodos recogidos en cadáveres de una escena del crimen, como herramientas, para esclarecer incógnitas de investigación criminalística (Byrd y Castner, 2009; Catts y Haskell, 1997; Smith, 1986)

Esta ciencia utiliza los conocimientos de la Entomología y las ciencias médicas para determinar el tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo del cadáver, lo que se denomina Intervalo Post mortem (IPM). (Murrugarra, 2016; Nuñez, 2012 y Turchetto et al., 2001)

Para hallar el IPM, la entomología forense utiliza dos métodos, dependiendo de los restos encontrados, el primero se basa en la estimación de la edad de las larvas necrófagas, el cual se usa en las primeras fases de descomposición y el segundo es la sucesión de insectos, empleados en fases de descomposición avanzada. (Magaña, 2001; Oliveira, J. y Mello, 2004)

Otra de sus aplicaciones es la Entomotoxicología, la cual usa a los insectos para determinar la presencia de drogas y toxinas, en ausencia de muestras de sangre, orina u otros órganos internos (Coyle, 2018). Así también, se encarga de estudiar el efecto de sustancias tóxicas sobre el desarrollo de especies utilizadas para la determinación del Intervalo Post Mortem (IPM). (Calle, 2009)

### 3.2. Sucesión Entomológica

La sucesión ecológica es una secuencia de cambios progresivos que se producen en una comunidad ecológica, desde su inicio y a lo largo del tiempo. Al producirse la muerte, los artrópodos son usualmente los primeros en llegar a un cadáver y colonizarlo (Iannacone, 2003), principalmente porque sirve de fuente de alimento y lugar para la oviposición. En este contexto, la sucesión entomológica, se refiere a los insectos que se desarrollan después del momento de la muerte hasta la reducción esquelética de un cadáver.

Asimismo, la llegada de insectos sigue una secuencia marcada, produciéndose una sustitución o adición de especies durante la descomposición (Carvalho et al., 2000), dando lugar a un micro hábitat dependiente de las condiciones ambientales del lugar como de la fauna local existente.

### 3.3. Categorías Ecológicas

Los cambios y transformaciones químicas producto del deceso de un individuo, sirven de guía para la llegada de insectos, dando lugar a una comunidad. Peceros (2011) cita a Leclercq (1978), quien propone una clasificación de insectos según su tipo de relación con el cadáver.

- **Especies Necrófagas.** Se alimentan directamente de cadáveres. Es la categoría más representativa para establecer el Intervalo Post Mortem. Diptera (Calliphoridae) y Coleoptera (Dermestidae) son los más relevantes.
- **Especies Necrófilas.** Se alimentan de los necrófagos. (Predadoras y parasitoides). Es la segunda categoría más importante. Están representados por Coleoptera (Cleridae, Histeridae, Staphylinidae, Silphidae), Diptera (Calliphoridae y Muscidae) e Hymenoptera (parasitan larvas y pupas de dípteros).

- **Especies Omnívoras.** Se alimentan del cadáver o de los necrófagos, pero no dependen de esos alimentos. Miembros de la familia Formicidae (hormigas), Vespidae (avispas) y escarabajos.
- **Especies Oportunistas.** Usan el cadáver como refugio. Pueden ser arañas, escorpiones y especies de la familia Acaridae, porque se alimentan de los hongos que crecen sobre la carcasa.

### 3.4.Fases de Descomposición

La descomposición es un proceso continuo caracterizado por cambios físicos y químicos, los cuales son únicos para cada individuo, esto quiere decir, que dos organismos no podrían descomponerse del mismo modo, pero los eventos involucrados son secuenciales y relativamente predecibles externamente. (Rivers y Dahlem, 2014)

A lo largo del tiempo se han descrito diversos modelos, pero para la mayoría de estudios de Entomología forense el más aceptado es el de Goff et al. (2004), quienes describen cinco estados o fases de descomposición:

- **Fresco**

Inicia en el momento de la muerte y continúa hasta que la hinchazón es detectable. Además, los signos cadavéricos son observables y dependen de factores ambientales como temperatura y humedad. Los momentos iniciales representan la fase de exposición para la colonización de insectos necrófagos.

- **Hinchado**

Indica un aumento en la actividad de la descomposición. Se producen gases por el metabolismo anaeróbico y la acumulación de estos, conducen a presiones internas elevadas, forzando a los líquidos a salir del cuerpo por las aberturas naturales (boca, ano, nariz). Los gases ricos en amonio producidos en esta fase son el principal atrayente químico para una gran variedad de insectos necrófagos, así también de los depredadores, los cuales se alimentan de los huevos y larvas de otros dípteros.

- **Descomposición Activa**

Estalla la piel, permitiendo la salida de gases y fluidos del cadáver, en este momento se percibe un fuerte olor producto de la descomposición. Esta etapa representa el pico de la colonización y fase de consumo respecto a los insectos necrófagos.

- **Descomposición Avanzada**

La desecación es muy evidente y el cadáver se reduce a cartílago y huesos, por consiguiente, la carne pierde valor nutricional. Los insectos necrófagos inician la fase de pupa, al mismo tiempo, aparecen algunos insectos depredadores y parasitoides aprovechándose la vulnerabilidad de sus presas o huéspedes.

- **Esqueletización**

Del cadáver solo quedan huesos, pelos y cartílago. No existe ningún valor nutricional para un insecto, por lo tanto, su actividad se reduce. La descomposición se hace más lenta y el olor es leve o nulo.

### **3.5. Factores que Influyen en el Desarrollo de la Descomposición**

Durante mucho tiempo la sucesión entomológica en un cuerpo ha sido reconocida como un excelente método para estimar el tiempo transcurrido desde la muerte. Sin embargo, hay muchos parámetros diversos que afectan el tiempo y la composición de las especies involucradas.

La colonización de insectos depende de muchos factores, pero uno de los más importantes es la región geográfica o zona biogeoclimática en la que se encuentra el cuerpo, pues definen el hábitat, la vegetación, el tipo de suelo y las condiciones meteorológicas del lugar. Por consiguiente, esto impacta en el proceso de descomposición, las especies involucradas y su disponibilidad en cada estación. (Byrd y Castner, 2009)

La temperatura y la humedad son factores extrínsecos que influyen en el proceso de descomposición, así también, en la presencia y actividad de las especies (Catts y Haskell, 1997). Los insectos despliegan un papel normal de actividad dentro de los 5°C y 28°C - 32°C. Entran en letargo dentro de 1°C a 4°C, pero se recuperan al aumentar la temperatura y si es menor a 0°C, se produce la muerte. Sucede lo contrario cuando la temperatura supera el nivel óptimo, los insectos se desenvuelven de manera desordenada y mueren cuando alcanza un valor extremo (Murrugarra, 2016). Sin embargo, cada especie se desarrolla en un intervalo más específico dentro de los niveles óptimos.

La descomposición también puede verse modificada en cuerpos enterrados, semiseptados, exposición a la luz, en ambientes cerrados o expuestos, etc.

### 3.6. Antecedentes

En el Perú, sin duda el primer trabajo de índole forense fue realizado por Iannacone (2003) quien estudió la artropofauna en un cadáver de cerdo en Callao, Lima; indicando que *Cochliomyia macellaria* se encuentra mayormente en las primeras etapas de descomposición y *Dermestes maculatus* en la etapa esquelética, considerando que son las dos especies con mayor potencial para uso forense en Callao.

En la provincia de Huarochiri, Peceros (2011) estudió la sucesión de insectos en cadáveres de cerdo con y sin prendas de vestir expuestas al ambiente natural, donde determinó que la ropa influyó en la descomposición, la riqueza específica y la abundancia relativa de cada especie en ambas carcasas.

En el norte, Villanueva y Seclen (2016), empleó cadáveres de cerdos ahorcados en una vivienda. Medina et al., (2018) realizó el estudio de sucesión entomológica y su relación con el proceso de descomposición, así también, demostró que la vestimenta favorece la proliferación de la entomofauna en cerdos.

Murrugarra, (2016) estudió la artropofauna y la relación con las condiciones ambientales en dos épocas, corroborando que la sucesión se ve influenciada significativamente por la estacionalidad.

En Arequipa Coyla (2018) evaluó el efecto de la cocaína y diazepam en el tiempo de desarrollo y crecimiento de *Sarcophaga sp*; así también, Yauri (2018) evaluó la fluctuación poblacional de dípteros sarcosaprófagos encontrando que la variación de temperatura y humedad relativa del lugar de estudio están directamente relacionadas con la abundancia de las poblaciones de las especies encontradas.

En Ayacucho, Oré (2017) expuso un cadáver de *Sus scrofa* “cerdo” en condiciones ambientales para conocer los insectos asociados al proceso de descomposición; los cuales estuvieron distribuidos en 3 órdenes, 14 familias, 13 géneros y 14 especies. Concluyendo en que las especies de mayor importancia forense en dípteros fueron *Lucilia sericata*, *Chrysomya albiceps* y *Sarconesia chlorogaster*; en coleópteros, *Dermestes maculatus* y *Necrobia rufipes*.

En Iquitos, Pizango y Cachi (2018) analizaron la composición y sucesión de la entomofauna en un cerdo expuesto al sol y sombra, encontrando que la condición de sombra presenta mayor abundancia y riqueza de especies; además que, el orden Diptera y Coleoptera fueron predominantes en la descomposición y las especies *Sarcophaga sp* y *Chrysomya albiceps* las primeras colonizadoras.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Localización del Material de Estudio

La muestra biológica fue llevada hasta el Bioterio de la Escuela Académico Profesional de Biología - Microbiología, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Se encuentra ubicado en el distrito de Tacna, provincia de Tacna, departamento de Tacna. Con coordenadas  $18^{\circ}1'27.8''S$  y  $70^{\circ}15'6.2''O$ , a una altitud de 562 m.s.n.m.

Área de aproximadamente 24 m<sup>2</sup> cercada por concreto, presenta poca perturbación de fauna y flora representada únicamente por un árbol de *Eucalyptus globulus* "eucalipto". Tacna se encuentra ubicada al sur del Perú, pertenece a la región neotropical y ecoregión del desierto costero del Pacífico. La cadena montañosa de la Cordillera Occidental atraviesa geográficamente al departamento, razón por la que se divide en dos tercios de terreno costero y una tercera parte de sierra.

Según el SENAHMI, el departamento de Tacna presenta 8 tipos de clima, en el distrito de Tacna predomina el clima árido y templado. En julio, la temperatura máxima y mínima oscila entre 21 °C y 10 °C, en el mes de febrero entre 29 °C y 17 °C respectivamente. Las lluvias son muy escasas, se registra una precipitación anual de 34mm.

## Figura 1

*Mapa de la Localización del Material de Estudio.*



*Nota.* Imagen satelital obtenida del programa Google Earth.

### 4.2.Fase de Campo

#### 4.2.1. Construcción de Jaula de Exclusión

Peceros (2011) en su investigación sobre cerdos “vestidos” y “no vestidos” utilizó una jaula de exclusión, la cual sirve para evitar la perturbación de otros animales, la cual será utilizada en este experimento; consta de las siguientes partes:

- **Cobertura Externa.** Malla de acero de 110cm de largo, 70cm de ancho y 40cm de altura; y de 3mm de abertura para proteger las carcasas de cerdo.

- **Bandeja.** Estructura de plástico de 100cm de largo, 60cm de ancho y 5cm de altura; la cual se cubrió con una capa de arena fina (aproximadamente 3cm de altura) para que los estadíos inmaduros pudieran entrar en fase de pupa.
- **Parrilla.** Estructura de acero de 95cm de largo, 55cm de ancho y 10cm de altura; donde se colocará a las carcasas de “cerdo”.
- **Estaca.** 04 estructuras de 30cm de largo para fijar la cobertura externa de la jaula al suelo.

#### ***4.2.2. Procedimiento de Sacrificio de Muestra de Estudio Sus scrofa “cerdo”***

El cerdo empleado para la investigación pesaba 10 kg y tenía 2 meses de edad. La muerte biológica cumplió con los principios y parámetros de Bioética. El sacrificio por asfixia, se realizó a las 10:00 am del día con la finalidad de observar mayor tiempo a los primeros insectos colonizadores del cadáver.

Se realizó un lavado con detergente, el cual hidrata y descompone la materia adherida a la piel. La desinfección se realizó con hipoclorito de sodio, y posterior enjuague con agua corriente para remover los restos de detergente e hipoclorito de sodio.

#### ***4.2.3. Datos Meteorológicos***

Se tomaron los registros diarios de temperatura y humedad relativa ambiental de la estación meteorológica Jorge Basadre del SENAHMI (Latitud: 18°1'36.8", longitud: 70°15'5.5" y altitud 538 m.s.n.m.), la cual registra datos meteorológicos en la provincia Tacna y distrito Tacna, por tanto, comprende al sitio donde se llevó a cabo el experimento.

#### **4.2.4. Colecta de Entomofauna**

- **Colecta de Estadíos Adultos.** Durante las primeras horas después del sacrificio de los cerdos, se colectó los insectos adultos que volaban cerca o posados sobre la muestra de estudio, mediante la utilización de redes entomológicas.  
Posteriormente, los muestreos se realizaron de 9:00 am a 13:00 pm hasta que la carcasa sea consumida por los insectos.  
Se utilizó una trampa de caída adecuada al experimento, esta constaba de una bandeja con agua corriente y detergente, con el fin de romper la tensión superficial y capturar a los insectos que se posaran en el cadáver en lugares de difícil acceso para la captura. Al inicio de cada evaluación se recogía la bandeja y se recolectaba manualmente con pinzas entomológicas a los individuos capturados. Al concluir la recolección, se cambiaba la solución de agua y detergente, y se colocaba nuevamente bajo la jaula de exclusión. De esta manera se pudo evaluar a los insectos que no se lograban capturar dentro del periodo diario de evaluación.
- **Colecta de Estadíos Inmaduros.** Con el fin de corroborar la identificación de los individuos adultos se colectó una muestra de la masa de huevos, larvas y pupas de las aberturas naturales (ojos, boca, nariz, orejas), usando pinceles y pinzas entomológicas. Se dividió en dos grupos: el primer grupo se sumergió en agua a 90 - 95 °C por 5 minutos y luego fueron conservadas en etanol 70%; el segundo grupo fue llevado a laboratorio en cámaras de desarrollo postembrionario,

### **4.3.Fase de Laboratorio**

#### **4.3.1. Crianza de Huevos y Larvas**

La crianza de huevos y larvas se llevó a cabo en el Bioterio de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna. Se usaron cámaras de desarrollo postembrionario, para que los individuos completaran su desarrollo hasta alcanzar la fase de adulto. Se conservarán en este medio cada uno de los estados de desarrollo del Orden Diptera (huevo, larva, pupa y adulto).

Las cámaras de desarrollo postembrionario constaron de un depósito de polipropileno de 1 Lt., en el interior se colocó: 3 cm de arena fina e hígado (250mg) como sustrato alimenticio. Las cámaras se cubrieron con una tela de tul, para evitar el escape de las larvas y permitir la oxigenación de la cámara.

Se realizó un monitoreo periódico del desarrollo de los insectos hasta la emergencia del adulto. Los dípteros adultos se trasladaron a una cámara letal de acetato de etilo, para posterior montaje y corroboración con los insectos adultos colectados con redes entomológicas y trampa.

#### **4.3.2. Montaje**

El procedimiento se realizó en el laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

- **Estadíos Inmaduros.** Los especímenes conservados en etanol 70% se colocaron en baño termostático hasta que se suavicen y aclaren las larvas. Para deshidratar se pasaron por sucesión de alcoholes; etanol al 70% por 10 minutos, etanol 96% por 10 minutos, xilol 30 segundos y enjuague con agua destilada.

Mediante la observación en el estereoscopio se separó el esqueleto cefaloraquídeo y espiráculos. Se colocaron en láminas porta objetos con una gota de xilol y se dejó secar. Para el montaje se agregó una gota de bálsamo de Canadá y colocó un cubre objetos.

- **Estadios adultos.** Las muestras colectadas fueron limpiadas delicadamente con alcohol para no dañar las estructuras del insecto. Se empleó el montaje en seco con alfileres N 0,1 y 2, los insectos más pequeños fueron montados utilizando puntillas de cartulina. Se utilizó la gradilla entomológica para ajustar a la medida estandarizada.

Se colocaron en un tablero de Tecnopor para adecuar a la posición anatómica correspondiente a cada Orden taxonómico. Una vez secos, se separó por morfotipos y se etiquetaron consignando los datos de lugar, fecha, coordenadas y nombre del colector.

Posteriormente se colocaron dentro de una caja entomológica de madera, colocando en su interior naftalina para evitar el deterioro e infestación de otros insectos. Los especímenes de este estudio fueron depositados en la Colección Entomológica del Laboratorio de Entomología de la Universidad San Antonio Abad del Cusco.

#### **4.3.3. Fotografía**

Se utilizó un microscopio estereoscopio marca Novel NSZ - 608T con cámara Truchrome II y microscopio estereoscopio Discovery V20 utilizando la cámara AxioCam ICc5, las cuales fueron conectadas a una computadora portátil a través del programa ISCapture y TCapture. Se tomaron fotografías seriadas ajustando el objetivo sin cambiar de posición al insecto, de fondo se colocaron cartulinas de colores para

contrastar con el color y resaltar las estructuras en vista dorsal, lateral y frontal. Las fotografías obtenidas fueron combinadas usando el programa Helicon Focus v.7 con su respectiva escala.

También se utilizó una cámara profesional Canon EOS 5D Mark III, acoplado trípode, reflectores de luz, riel y lente macro de 65mm. Se programó para tomas automáticas y seriadas, de igual manera las fotos se apilaron con el programa Helicon Focus v.7. De esta manera se obtuvo macrofotografías de los insectos colectados.

#### **4.3.4. Identificación**

La identificación de las diferentes especies de interés forense colectadas sobre los cadáveres de cerdo se utilizarán claves taxonómicas y se corroborará con especialistas en identificación taxonómica, siendo éstas las siguientes:

Orden Diptera: Amat et al. (2008), Dale y Prudot (1987), Pamplona y Souto (1989) Carvalho y Patiu (2008), Carvalho et al. (2002) y Buenaventura et al. (2009).

Orden Coleoptera: Díaz et al. (2008), Almeida y Mise (2009).

Estadios Inmaduros de Dipteros y Coleopteros: Oliva, (2002), Wolff y Florez, (2009).

### **4.4. Análisis de Datos**

#### **4.4.1. Descripción de la Entomofauna en el Proceso de Descomposición de *Sus scrofa***

Se elaboraron curvas de rango-abundancia para cada fase de descomposición para identificar a especies más importantes y visualizar la distribución de abundancias a lo largo de la sucesión cadavérica.

Asimismo, con el paquete *codyn* (Hallett et al., 2016) del programa R (R Core Team, 2021), se calcularon las siguientes métricas para cada fase de descomposición:

- **Turnover** ( ). Se calculó el reemplazo o recambio de especies entre fases sucesivas de descomposición.
- **RAC\_change**( ). Se calculó cuatro métricas ligadas a los cambios de riqueza y abundancia entre las comunidades cadavéricas a lo largo del tiempo: (i) cambio de equidad (*evenness\_change*), considerando la varianza de la abundancia de las especies (Evar); (ii) cambio de rango (*rank\_change*), calculado como el valor absoluto de la diferencia de rangos dividido entre el número total de especies únicas para cada intervalo de tiempo; (iii) la ganancia de especies (*gains*) y (iv) la pérdida de especies (*losses*).
- 

#### **4.4.2. Comparaciones de Diversidad Taxonómica en la Sucesión Cadavérica de *Sus scrofa***

Se calcularon curvas de interpolación-extrapolación para el número de efectivo de especies mediante la serie de números de Hill. Utilizando el paquete *iNEXT* (Hsieh et al., 2016) del programa R (R Core Team, 2021) se estimó la diversidad de especies para  $q=0$  (especies raras o número de especies),  $q=1$  (especies comunes o exponencial del índice de entropía de Shannon) y  $q=2$  (especies dominantes o recíproco del índice de dominancia de Simpson), considerando a los días de evaluación como esfuerzo de muestreo, con el fin de comparar la diversidad taxonómica entre fases de descomposición.

Cabe resaltar que se excluyó de este análisis a la fase de descomposición “Fresco” pues, dada la naturaleza del inicio de la sucesión cadavérica, solo se evaluó en una oportunidad. Se incluyeron intervalos de confianza para las estimaciones de diversidad considerando un bootstrap de 100 réplicas.

#### 4.4.3. Asociaciones entre Fases de Descomposición

Se identificaron agrupaciones entre las fases de descomposición mediante un análisis de conglomerados. Para ello se calculó una matriz de disimilaridad a partir de las abundancias absolutas de las especies utilizando el índice de Bray-Curtis, con la función *vegdist()* del paquete *vegan* (Oksanen et al., 2020)

Luego, se hallaron los grupos o conglomerados a partir de dichas disimilaridades con un agrupamiento aglomerativo, empleando la función *agnes()* del paquete *cluster* (Maechler et al., 2021), mediante el método de agrupamiento pareado no ponderado con media aritmética (UPGMA).

A un nivel de disimilaridad de 0.5 se identificaron 3 grupos, los cuales se visualizaron a través de un dendrograma utilizando las opciones gráficas disponibles en la función *fviz\_dend()* del paquete *factoextra* (Kassambara y Mundt, 2020). Todos los análisis se realizaron en el programa R (R Core Team, 2021).

## 5. RESULTADOS

Se colectaron un total de 7587 individuos durante todo el proceso de descomposición. Se identificaron 03 Órdenes, 13 familias y 29 especies, distribuidos en Orden Diptera con 05 familias y 15 especies identificadas, el Orden Coleoptera con 05 familias y 10 especies, el Orden Hymenoptera con 03 familias y 04 especies (Cuadro 1 y 2).

### Cuadro 1

#### *Abundancias de las Especies Registradas en cada Fase de Descomposición*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	F	H	DAc	DAv	RE	TOTAL
Coleoptera	Carabidae	<i>Mimodromius bicolor</i>	0	0	0	5	2	7
Coleoptera	Carabidae	<i>Omopheres scabripennis</i>	0	0	1	4	1	6
Coleoptera	Carabidae	<i>Notiobia peruviana</i>	0	0	0	1	0	1
Coleoptera	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	0	0	4	42	5	51
Coleoptera	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>	0	1	35	28	14	78
Coleoptera	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	0	1	61	111	41	214
Coleoptera	Histeridae	<i>Saprinus caerulescens</i>	0	1	2	9	0	12
Coleoptera	Histeridae	<i>Saprinus spp</i>	0	0	1	2	0	3
Coleoptera	Histeridae	<i>Euspilotus decoratus</i>	0	0	7	5	6	18
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Ammophorus peruvianus</i>	0	0	0	2	18	20
Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomyia albiceps</i>	4	1214	1724	812	0	3754
Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	0	18	30	8	0	56
Diptera	Calliphoridae	<i>Cochliomya macelaria</i>	2	753	708	188	1	1652
Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	1	203	659	173	0	1036
Diptera	Muscidae	<i>Ophyra solitaria</i>	0	42	68	21	6	137
Diptera	Muscidae	<i>Ophyra capensis</i>	0	22	9	11	1	43
Diptera	Muscidae	<i>Ophyra chalcogaster</i>	0	2	2	1	0	5
Diptera	Muscidae	<i>Ophyra aenescens</i>	0	16	12	2	1	31
Diptera	Muscidae	<i>Muscidae sp</i>	0	4	40	17	0	61
Diptera	Sarcophagidae	<i>Sarcophagidae spp 1</i>	1	7	0	0	0	8
Diptera	Sarcophagidae	<i>Sarcophagidae spp 2</i>	0	3	0	0	0	3
Diptera	Phoridae	<i>Phoridae sp</i>	0	0	9	4	0	13
Diptera	Phoridae	<i>Megaselia scalaris</i>	0	0	24	16	0	40
Diptera	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	0	6	94	53	1	154
Diptera	Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	0	0	7	2	0	9
Hymenoptera	Chalcididae	<i>Brachymeria sp 1</i>	0	2	5	7	0	14
Hymenoptera	Chalcididae	<i>Brachymeria sp 2</i>	0	2	2	6	0	10
Hymenoptera	Vespidae	<i>Stenonartonia sp</i>	0	0	0	2	0	2
Hymenoptera	Scelionidae	<i>Telenomus sp</i>	0	0	70	79	0	149
<b>TOTAL</b>			<b>8</b>	<b>2297</b>	<b>3574</b>	<b>1611</b>	<b>97</b>	<b>7587</b>

*Nota.* Las fases fueron abreviadas de la siguiente manera F: Fresco, H: Hinchado DAc: Descomposición activa, DAv: Descomposición avanzada, RE: Restos esqueléticos.

**Cuadro 2**

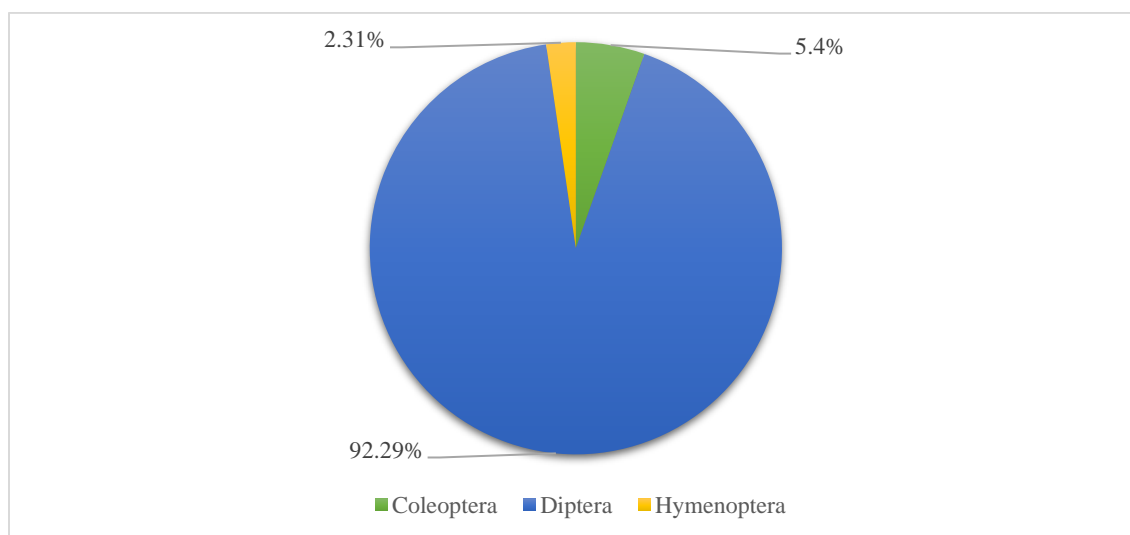
*Lista de Especies y Códigos Asignados de la Entomofauna Registrada en el Proceso de Descomposición.*

<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>CÓDIGO</b>	
		<i>Mimodromius bicolor</i>	Mb	
	Carabidae	<i>Omopheres scabripennis</i>	Os	
		<i>Notiobia peruviana</i>	Np	
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	Nr	
Coleoptera	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>	Df	
		<i>Dermestes maculatus</i>	Dm	
		<i>Saprinus caerulescens</i>	Sc	
	Histeridae	<i>Saprinus spp</i>	Sa	
		<i>Euspilotus decoratus</i>	Ed	
	Tenebrionidae	<i>Ammophorus peruvianus</i>	Ap	
		<i>Chrysomyia albiceps</i>	Ca	
	Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	Ls
			<i>Cochliomya macelaria</i>	Cm
			<i>Musca domestica</i>	Md
Muscidae		<i>Ophyra solitaria</i>	Ops	
		<i>Ophyra capensis</i>	Opc	
		<i>Ophyra chalcogaster</i>	Opch	
		<i>Ophyra aenescens</i>	Opa	
		<i>Sarcophagidae spp 1</i>	Sar1	
		<i>Sarcophagidae spp 2</i>	Sar2	
		<i>Muscidae sp</i>	Mu1	
		Phoridae	<i>Phoridae sp</i>	Ph
			<i>Megaselia scalaris</i>	Ms
		Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	Pc
Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	Cc		
Hymenoptera	Chalcididae	<i>Brachymeria sp 1</i>	Br1	
		<i>Brachymeria sp 2</i>	Br2	
	Vespidae	<i>Stenonartonia sp</i>	St	
	Scelionidae	<i>Telenomus sp</i>	Te	

De acuerdo a las colectas realizadas el orden Diptera (92.29%) es el orden que predomina en todo el proceso de descomposición, le sigue el Orden Coleoptera (5.4%) , y el Orden Hymenoptera (2.31%). (Figura 2)

## Figura 2

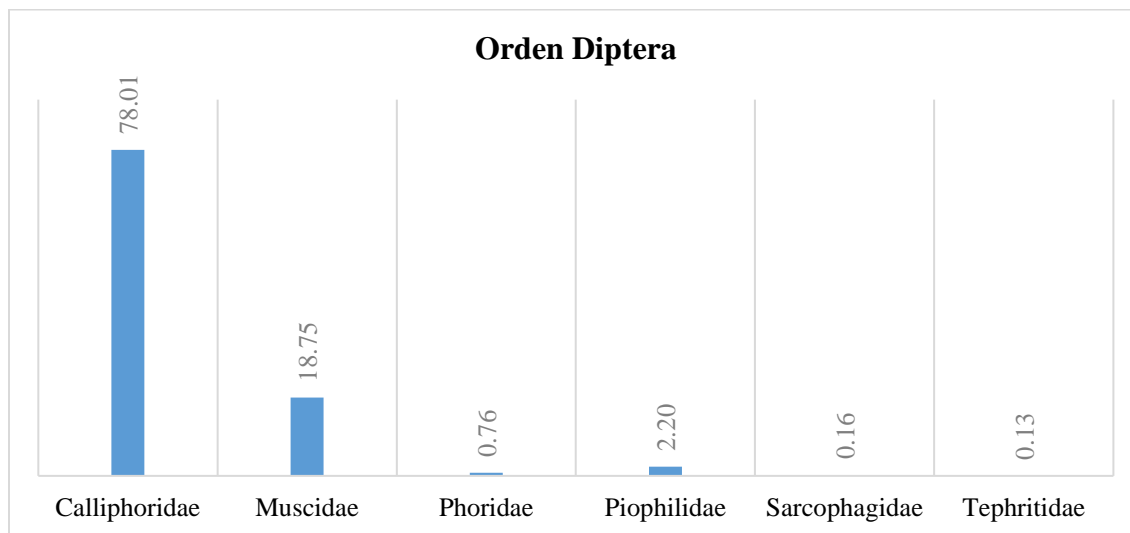
*Porcentaje de Riqueza por Orden Taxonómico de la Entomofauna*



En el Orden Diptera, las familias Calliphoridae (78.01%) con las especies *Chrysomya albiceps*, *Cochliomya macelaria* y *Lucilia sericata* y Muscidae (18.75%) fueron las más abundantes, también se identificaron las familias Piophilidae (2.20%), Phoridae (0.76%), Sarcophagidae (0.16%) y Tephritidae (0.13%). (Figura 3)

**Figura 3**

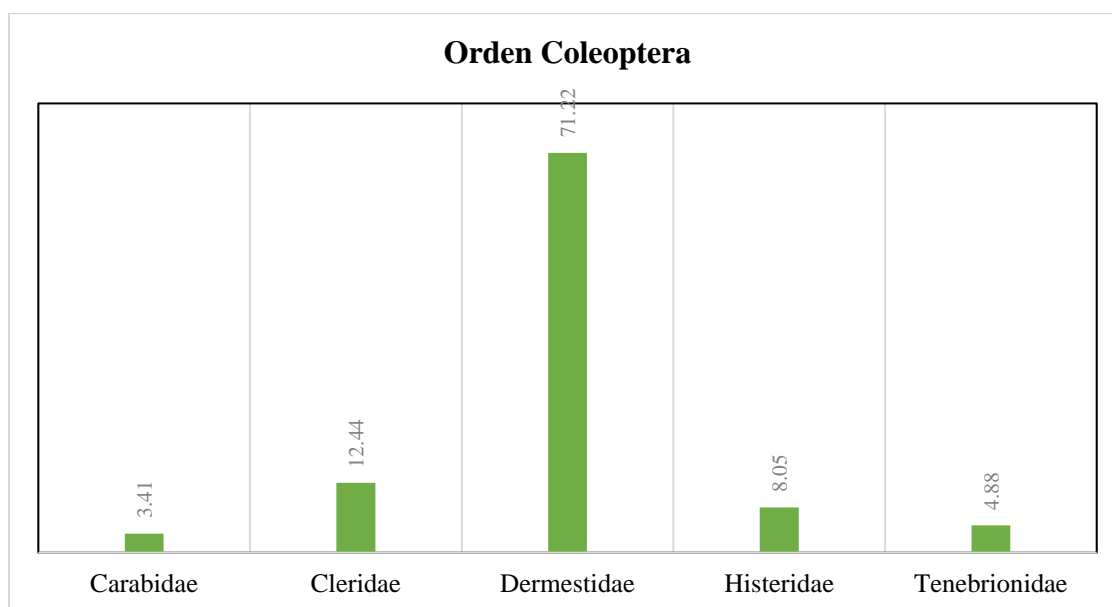
*Abundancia relativa de las Familias en el Orden Diptera*



En el Orden Coleoptera, la familia más abundante es Dermestidae (71.22%) con las especies *Dermestes maculatus* y *Dermestes frischii*, se registraron también individuos de la familia Cleridae (12.44%), Histeridae (8.55%), Tenebrionidae (4.88%) Carabidae (3.41 %). (Figura 4)

**Figura 4**

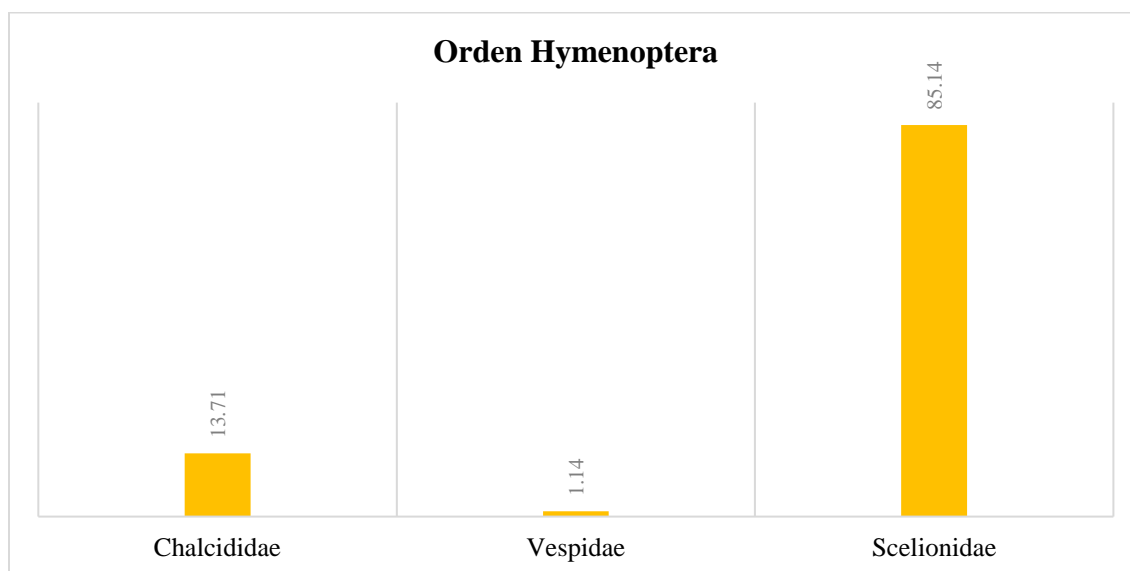
*Abundancia relativa de las Familias en el Orden Coleoptera*



En el Orden Hymenoptera, la familia más representativa fue Scelionidae (85.14%) con la especie *Telenomus sp*, así mismo la familia Chalcididae (13.71%) Vespidae (1.14%). (Figura 5)

### Figura 5

*Abundancia relativa de las Familias en el Orden Hymenoptera*



## Fases de Descomposición

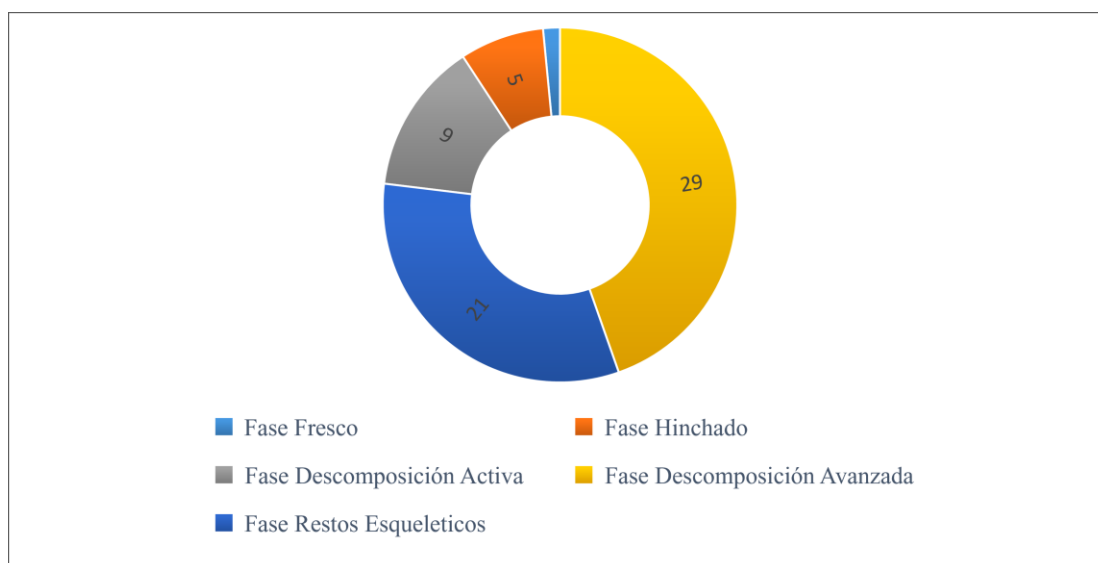
El sacrificio y proceso de descomposición comenzó el 22 enero y concluyó el 26 de marzo, tuvo una duración de 65 días y requirió 31 evaluaciones para la evaluación de todas las fases de descomposición.

Se reconoció las 5 fases de descomposición (Figura 6):

- **Fase Fresco.** del 22 al 23 de enero al con 1 día duración y 1 evaluación.
- **Fase Hinchado.** del 22 de enero al 26 de enero con 5 días de duración y 5 evaluaciones.
- **Fase Descomposición Activa.** del 27 de enero al 4 de febrero con 9 días de duración y 8 evaluaciones.
- **Fase Descomposición Avanzada.** del 5 de febrero al 5 de marzo con 29 días de duración y 14 días de evaluación.
- **Fase Restos Esqueléticos.** del 6 al 26 de marzo con 21 días de duración y 3 evaluaciones.

**Figura 6**

*Duración en días de las Fases de descomposición*

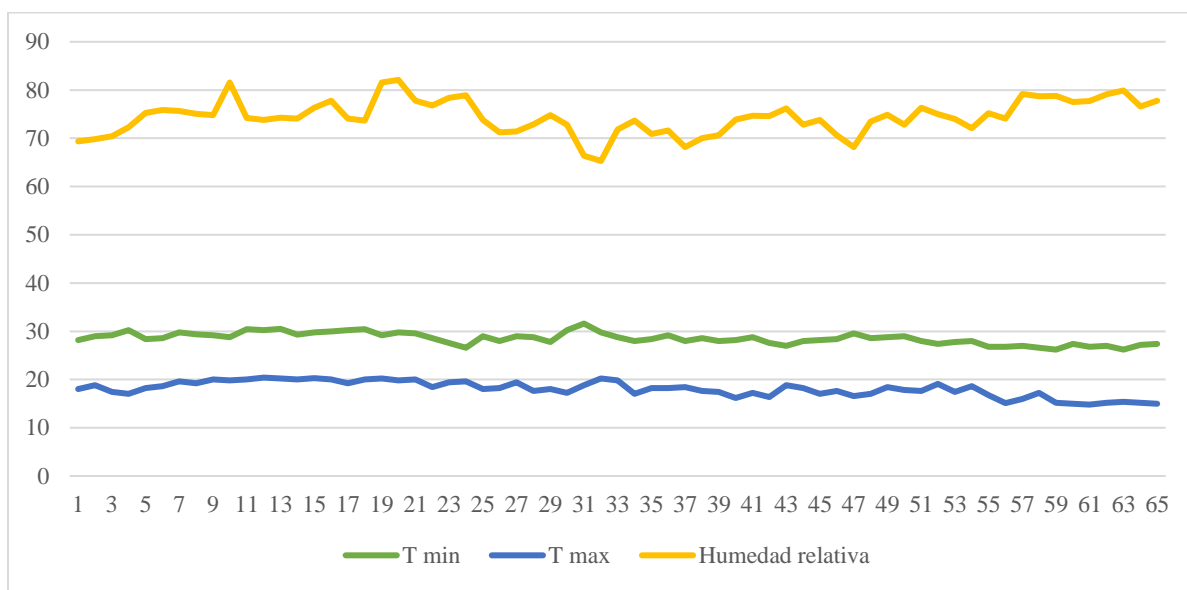


### Fluctuación de Temperatura y Humedad relativa en el Proceso de Descomposición

Durante el periodo de evaluación la temperatura máxima registrada fue 28.5 °C, temperatura mínima 18.1 °C y humedad relativa del aire 74.4% tomados de la estación meteorológica Jorge Basadre del Senahmi. (Figura 7)

**Figura 7**

*Fluctuación de la Temperatura Máxima, Temperatura Mínima y Humedad Relativa*



*Nota.* Tmin: Temperatura mínima Tmax: Temperatura máxima

### Análisis de la Entomofauna en el Proceso de Descomposición de *Sus scrofa* “cerdo”

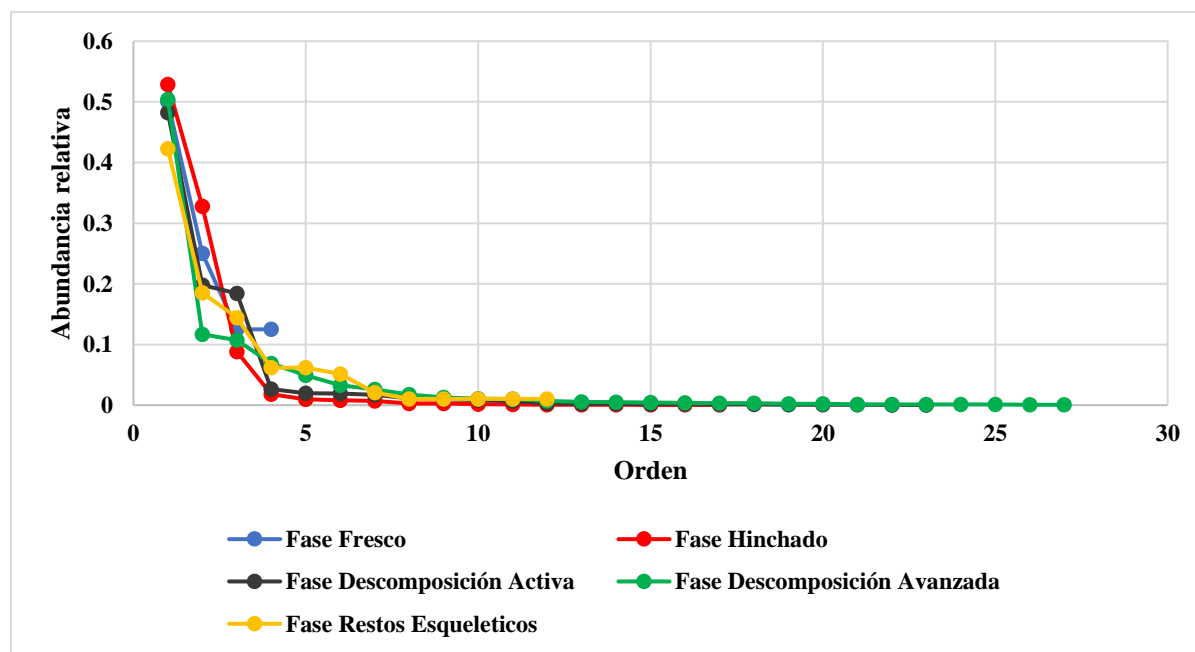
Las especies *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macelaria* y *Musca domestica* dominan en la Fase fresco, hinchado, descomposición activa y descomposición avanzada, en contraste de la fase de restos esqueléticos que es dominada por el coleóptero *Dermestes maculatus* seguido por *Ammophorus peruvianus*.

*Chrysomya albiceps* domina en 3 fases de descomposición (fresco, hinchado, descomposición activa y descomposición avanzada), siendo la especie más importante del ensamblaje.

Según la longitud de la curva, la fase descomposición avanzada es la fase que presenta mayor número de especies y la fase fresco menor número de especies. De acuerdo a la pendiente de la curva, la fase con mayor equidad es la fase fresco pues presenta menor curvatura respecto a las demás a pesar de ser la más corta, por otro lado, en la fase hinchado hay grandes diferencias de abundancias. (Figura 8)

### Figura 8

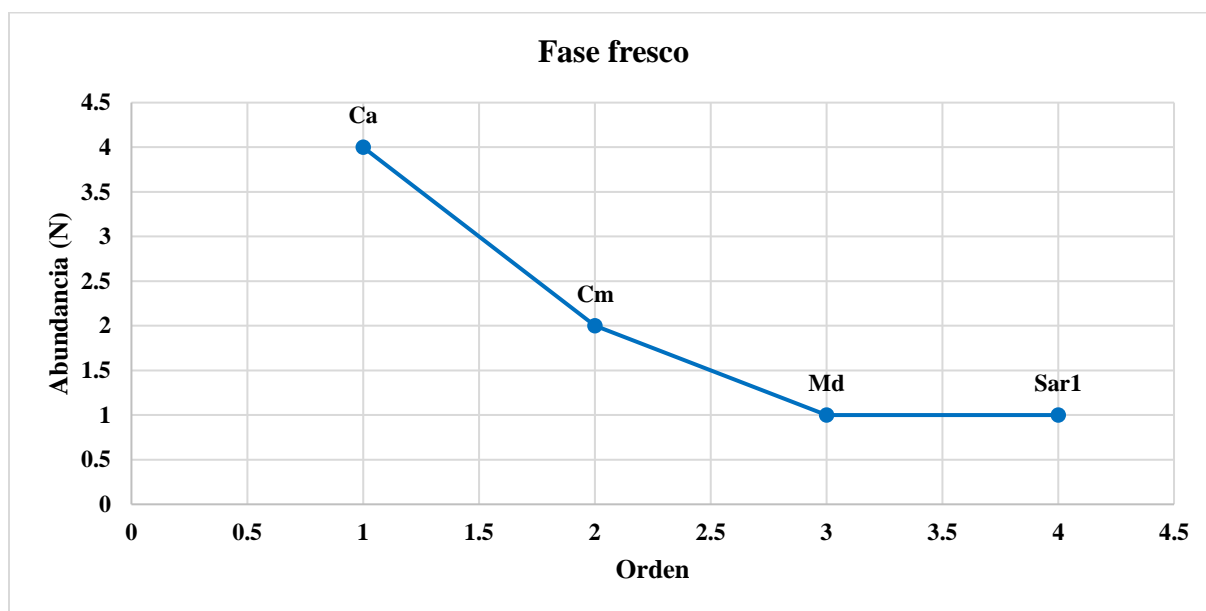
*Curvas Rango - Abundancia de las 5 Fases de Descomposición*



En la Fase Fresco se colectaron 8 individuos y se identificaron 4 especies del Orden Diptera. La especie dominante fue *Chrysomya albiceps* y las menos dominantes fueron *Cochliomyia macelaria*, *Sarcophagidae spp1*, *Sarcophagidae spp2*. (Figura 9)

**Figura 9**

*Curva Rango - Abundancia de Especies para la Fase Fresco*

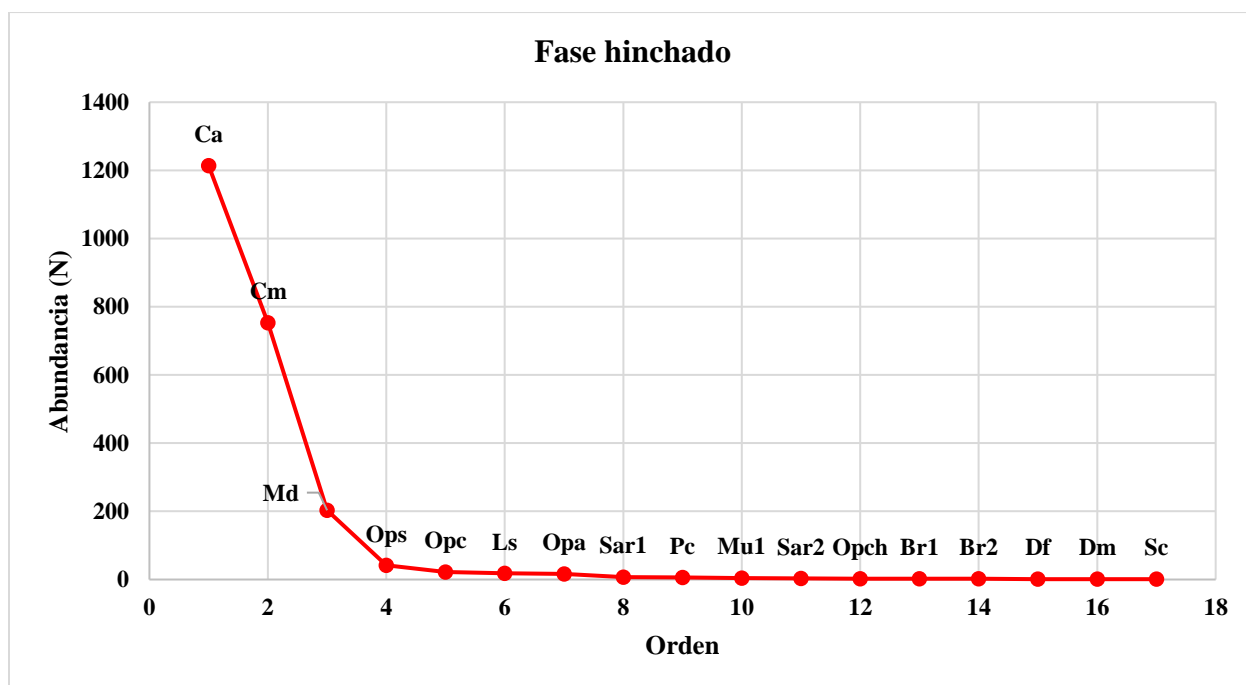


*Nota.* Los códigos asignados a las especies se describen en el Cuadro 2.

En la Fase Hinchado se colectaron 2297 individuos y se identificaron 17 especies del Orden Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Las especies dominantes fueron *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macelaria* y *Musca domestica*, las menos dominantes fueron *Ceratitis capitata* y *Brachymeria sp 1*. (Figura 10)

**Figura 10**

*Curva Rango - Abundancia de Especies para la Fase Hinchado*

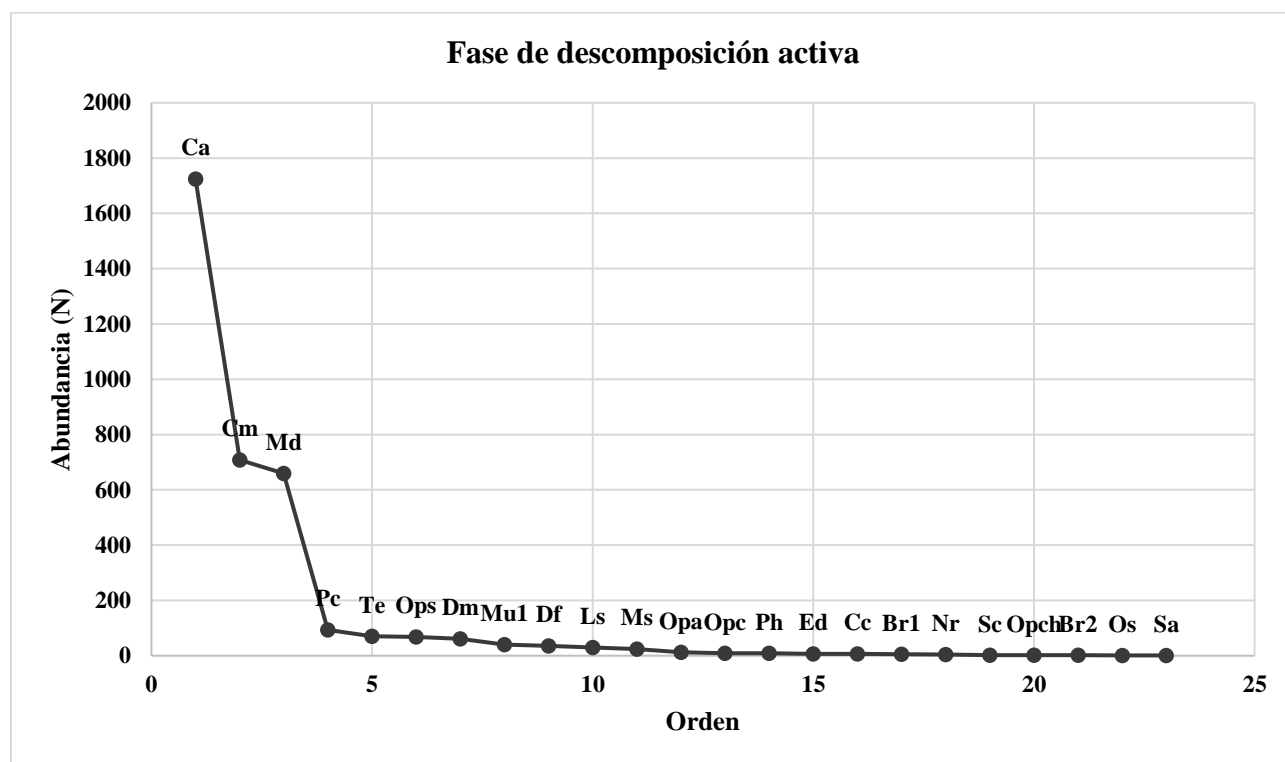


*Nota.* Los códigos asignados a las especies se describen en el Cuadro 2.

En la Fase Descomposición activa se colectaron 3574 individuos y se identificaron 23 especies del Orden Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Las especies dominantes fueron *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macelaria*, *Musca domestica*, las menos dominantes fueron *Omophres scabripennis* y *Saprinus spp.* (Figura 11)

**Figura 11**

*Curva Rango - Abundancia de Especies para la Fase Descomposición Activa*

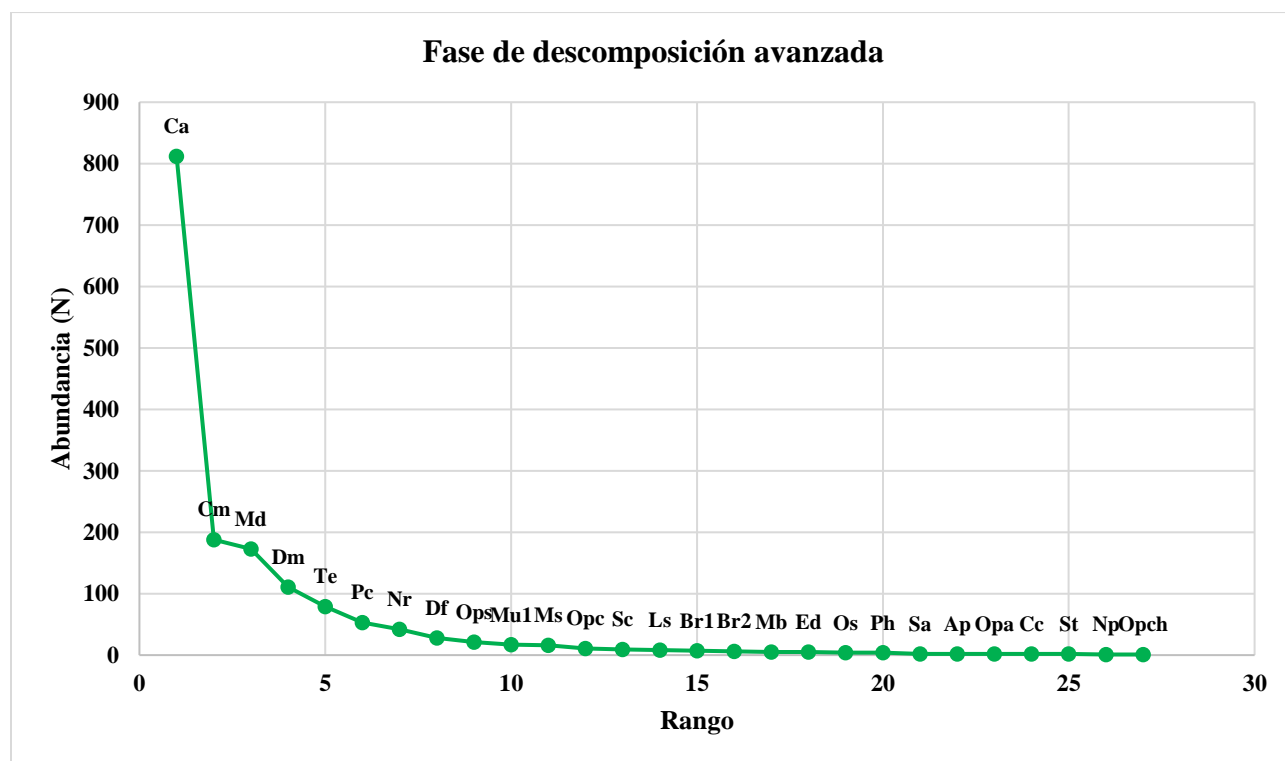


*Nota.* Los códigos asignados a las especies se describen en el Cuadro 2.

En la Fase Descomposición avanzada se colectaron 1611 individuos y se identificaron 27 especies del Orden Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. La especie dominantes fueron *Chrysomya albiceps*, las menos dominantes fueron *Notiobia peruviana* y *Ophyra chalcogaster*. (Figura 12)

**Figura 12**

*Curva Rango - Abundancia de Especies para la Fase Descomposición Avanzada*

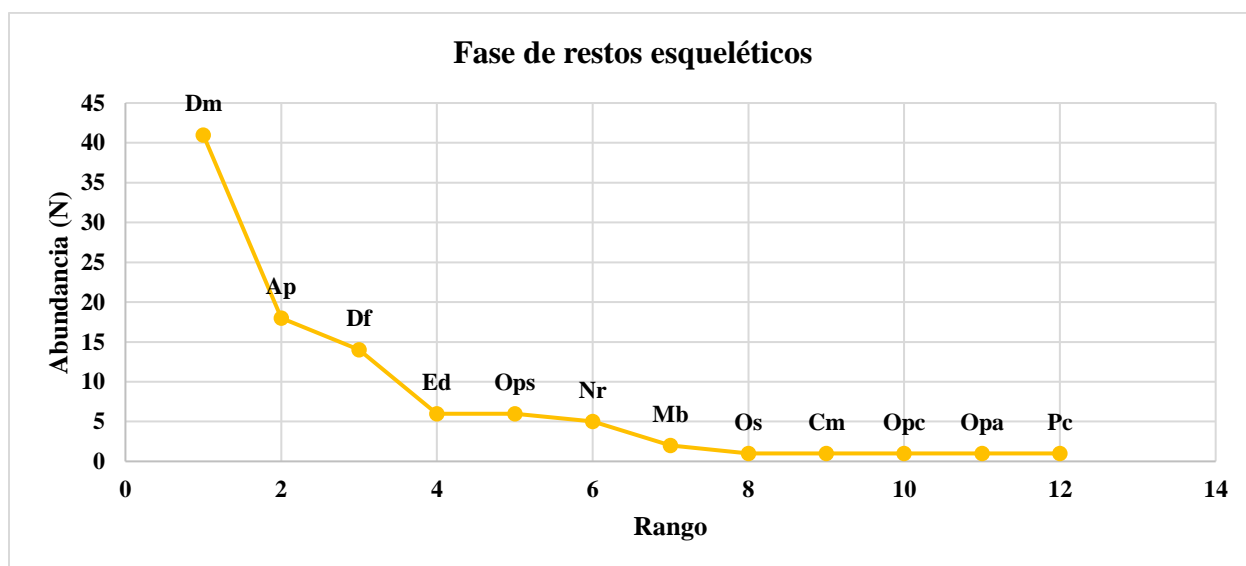


*Nota.* Los códigos asignados a las especies se describen en el Cuadro 2.

En la Fase Restos esqueléticos se colectaron 97 individuos y se identificaron 12 especies del Orden Diptera y Coleoptera. Las especies dominantes fueron *Dermestes maculatus* y *Ammophorus peruvianus*, las menos dominantes fueron *Ophyra aenescens* y *Piophila casei*. (Figura 13)

**Figura 13**

*Curva Rango Abundancia de Especies para la Fase Restos Esqueléticos*



*Nota.* Los códigos asignados a las especies se describen en el Cuadro 2.

El mayor recambio se presenta entre la fase fresco y la fase hinchado (0.76), siendo la etapa donde aparecen mayor número de especies. Entre la fase hinchado y descomposición activa continua el incremento de especies, pero hay una pérdida de riqueza de 0.08. Entre la fase descomposición activa y avanzada, hay un recambio de 0.15 debido al incremento de la riqueza, sin embargo, no disminuye. En este punto se alcanza la mayor riqueza en todo el proceso de descomposición. Entre la fase de descomposición avanzada y restos esquelético, ya no incrementa

la riqueza, por tanto, el recambio total representa la mayor pérdida (0.56) de especies en todo el proceso de descomposición. (Cuadro 3 )

### **Cuadro 3**

#### *Índices de Recambio de Especies en las Fases de Descomposición*

Fase	total	appearance	disappearance
1-2	0.76	0.76	0.00
2-3	0.40	0.32	0.08
3-4	0.15	0.15	0.00
4-5	0.56	0.00	0.56

*Nota.* 1: Fase Fresco    2: Fase Hinchado    3: Fase Descomposición activa  
4: Fase Descomposición avanzada    5: Fase Restos esqueléticos

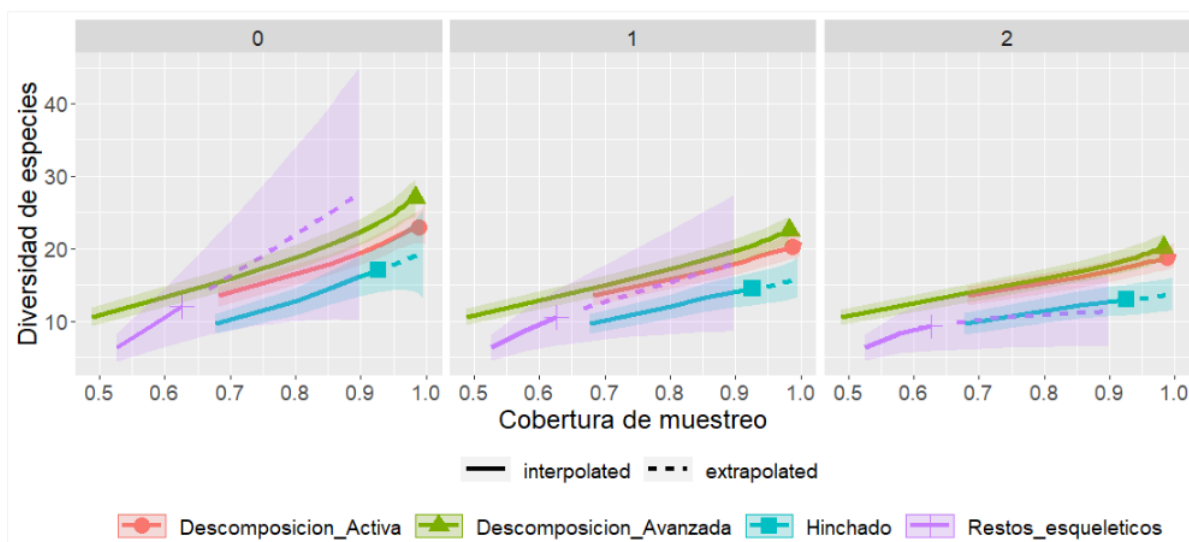
### **Comparaciones de Diversidad Taxonómica en la Sucesión Cadavérica de *Sus scrofa***

En cuanto a las comparaciones de diversidad taxonómica al extrapolar el esfuerzo de muestreo hasta los 14 días de evaluación es posible apreciar que no hay sobreposición entre los intervalos de confianza para las curvas de diversidad para los valores de  $q=0$  y  $q=1$ , de modo que, se afirma que no existen diferencias significativas de riqueza y diversidad de especies comunes entre las fases de descomposición. No obstante, se registran diferencias significativas en la diversidad de especies dominantes ( $q=2$ ) de las fases hinchado y descomposición activa frente a las fases de descomposición avanzada y de restos esqueléticos. Ello se debe a que las fases

Hinchado y descomposición activa están dominadas por 3 especies: *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macelaria* y *Musca domestica*. La eficiencia o completitud de muestreo fue del 90%.

### Figura 14

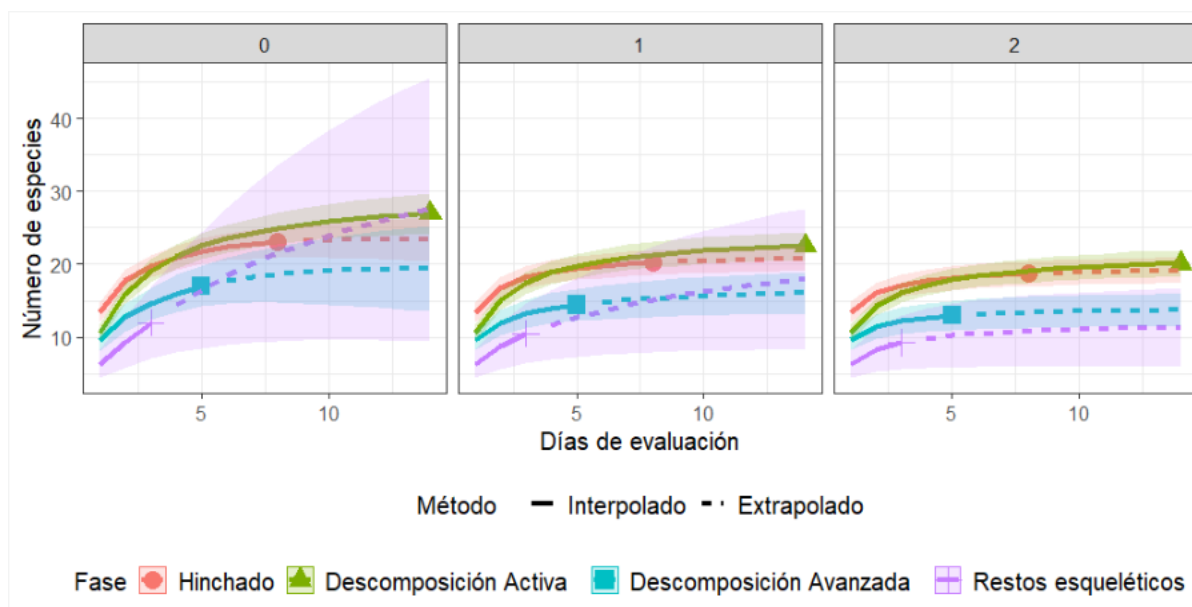
*Curvas de Interpolación-Extrapolación para Diversidad de Especies en Función de la Cobertura de Muestreo de Muestreo*



*Nota.* Donde: 0= Riqueza o número de especies, 1= Exponencial de la entropía de Shannon y 2= Inversa de la dominancia de Simpson. Intervalo de confianza al 95% y Bootstrap = 200.

**Figura 15**

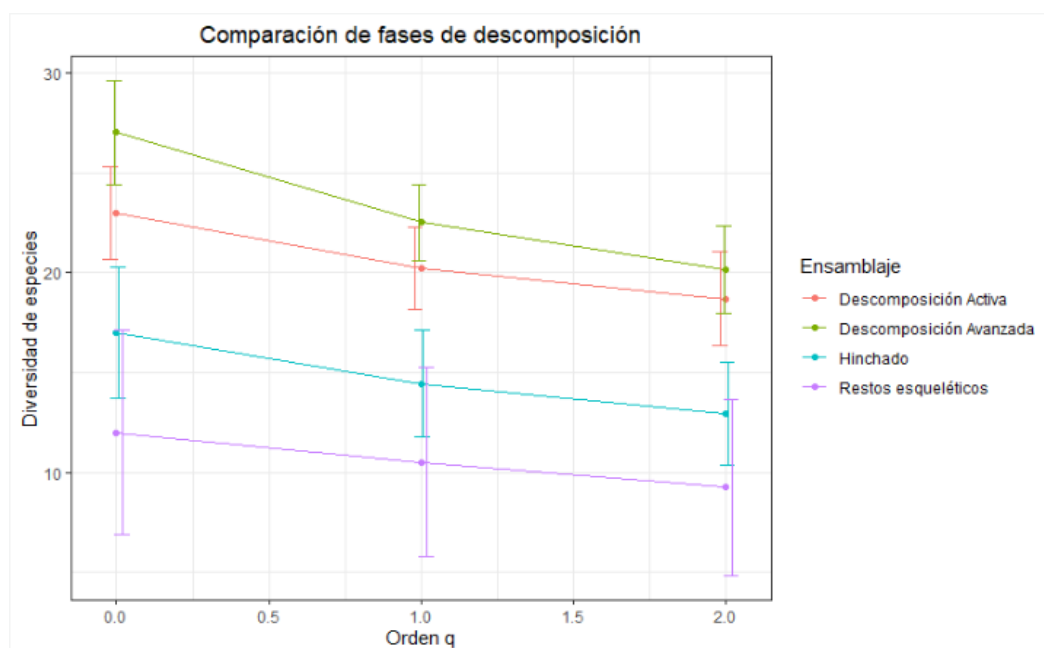
*Curvas de Interpolación-Extrapolación para el Número Efectivo de Especies en Función a los Días de Evaluación mediante la Serie de Números de Hill.*



*Nota.* Donde: 0= Riqueza o número de especies, 1= Exponencial de la entropía de Shannon y 2= Inversa de la dominancia de Simpson. Las líneas punteadas indican las riquezas extrapoladas hasta 14 días de evaluación, el área sombreada corresponde a los intervalos de confianza. Bootstrap= 100.

**Figura 16**

*Serie de Números de Hill para las Fases de Descomposición*



*Nota.* Donde: 0= Riqueza o número de especies, 1= Exponencial de la entropía de Shannon y 2= Inversa de la dominancia de Simpson.

### **Asociaciones entre Fases de descomposición**

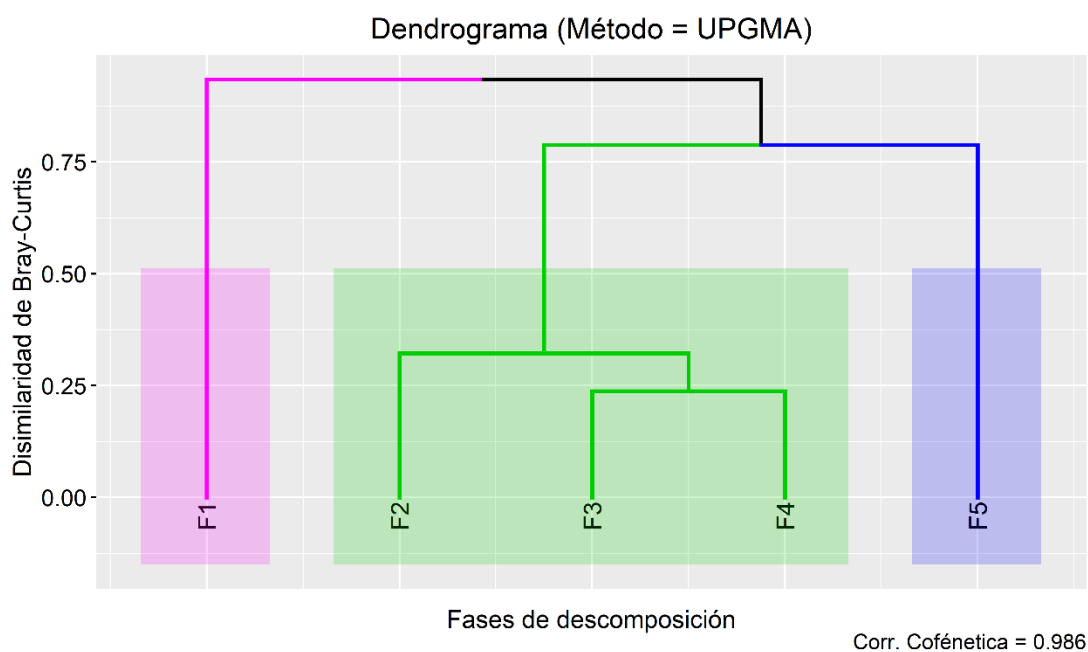
El mayor índice de disimilaridad se da entre la fase de descomposición activa y la fase fresco (95%). Entre la fase fresco y restos esqueléticos 94% de disimilaridad. Sin embargo, la fase hinchado frente a la fase de descomposición activa presenta 27% de disimilaridad. El menor índice de disimilaridad se presenta entre la fase de descomposición activa y descomposición avanzada (24%).

El punto de corte se traza a 0.5, así se identifican 3 grupos bien diferenciados. El primero formado únicamente por la fase fresco, seguido del grupo formado por las fases de descomposición: hinchado, descomposición activa y avanzada, y el tercero por fase restos esqueléticos.

Siendo la fase fresco y la fase de restos esqueléticos, las más distintas de todo el ensamblaje y de acuerdo a las abundancias de las especies, podemos decir que en la segunda agrupación se concentra la mayor dinámica y la parte central de la sucesión entomológica en el proceso de descomposición. (Figura 17)

### Figura 17

*Análisis de Agrupamiento de las Fases de Descomposición usando el Índice de Bray - Curtis, para las Abundancias Absolutas de la Entomofauna*



*Nota.* Punto de corte 0.5 y correlacion cofénetica= 0.986. Siendo F1: Fase fresco, F2: Fase hinchado, F3: Fase descomposición activa, F4: Fase descomposición avanzada, F5: Fase restos esqueléticos.

## 6. DISCUSIÓN

La Entomofauna del estudio está compuesta por 29 especies distribuidos en Orden Diptera con 5 familias y 15 especies identificadas, el Orden Coleoptera con 5 familias y 10 especies, el Orden Hymenoptera con 3 familias y 4 especies, coincidiendo con anteriores investigaciones, como la de Iannacone (2003), 8 especies en el Orden Diptera y Coleoptera. Peceros (2011), que reportó 34 especies en cerdo vestido y 27 especies en carcasa de cerdo no vestido pertenecientes a los Órdenes Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanura, Aranae, Scorpiones y Pseudoscorpínida. Villanueva y Seclen (2016), 8 especies del Orden Diptera y Coleoptera. Oré (2017), 20 especies del Orden Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Pizango y Pizango y Cachi (2018), 26 especies y 49 morfotipos distribuidos en Orden Diptera y Coleoptera. Medina et al. (2018), 13 especies pertenecientes al Orden Diptera y Coleoptera.

La sucesión entomológica comenzó con la aparición de *Chrysomya albiceps* en la fase fresco, así también arribaron al cadáver, *Cochliomya macelaria*, *Musca domestica*, *Muscidae spp 1*, siendo estas especies las primeras colonizadoras del cadáver. En base al índice de recambio de especies (Tabla 1 ), entre la fase fresco e hinchado, se obtuvo la mayor aparición de especies (0.76), pasando de 4 a 17 especies registradas, dentro de ellas se encuentran: del Orden Diptera *Lucilia sericata*, *Ophyra solitaria*, *Ophyra capensis*, *Ophyra chalcogaster*, *Ophyra aenescens*, *Muscidae spp 2*, *Muscidae spp 3*, *Piophilila casei*, del Orden Coleoptera *Dermestes frischii*, *Dermestes maculatus*, *Saprinus caerulescens*, y del Orden Hymenoptera *Brachymeria sp 1*, *Brachymeria sp 2*.

Para la fase de descomposición activa aparecieron las especies del Orden Coleoptera *Omophres scabripennis*, *Necrobia rufipes*, *Saprinus spp*, *Euspilotus decoratus*, del Orden Diptera *Phoridae sp*, *Megaselia scalaris* y *Ceratitidis capitata*. Del Orden Hymenoptera la especie *Telenomus sp*. Por otro lado, *Sarcophagidae spp1* y *Sarcophagidae spp 2*, ya no se registran en esta fase y en el resto del proceso de descomposición.

La fase de descomposición avanzada, presenta la mayor riqueza a lo largo del proceso de descomposición con 27 especies, aparecieron *Mimodromius bicolor*, *Notiobia peruviana*, *Ammophorus peruvianus* las cuales pertenecen al Orden Coleoptera y del Orden Hymenoptera la especie *Stenonartonia sp*, no se registraron nuevas especies del Orden Diptera.

Entre las dos últimas fases del proceso de descomposición, se presentan el mayor índice de desaparición de especies (0.56), así entonces en la fase de restos esqueléticos encontramos solo 12 especies, donde predomina el Orden Coleoptera con 7 especies *Mimodromius bicolor*, *Omophres scabripennis*, *Necrobia rufipes*, *Dermestes frischii*, *Euspilotus decoratus*, *Ammophorus peruvianus* y *Dermestes maculatus*, siendo esta última la más resaltante en esta fase de descomposición. Del Orden Diptera se registraron 5 especies *Cochliomya macelaria*, *Ophyra solitaria* *Ophyra capensis*, *Ophyra aenescens* y *Piophila casei*.

Durante la evaluación se determinó que el Orden Diptera (92.29%) fue el más abundante. Fueron 3 las especies dominantes en las fases fresco, hinchado, descomposición activa y avanzada.

*Chrysomya albiceps*, *Cochliomya macelaria* de la familia Calliphoridae y *Musca domestica* de la familia Muscidae.

A lo largo del proceso de descomposición *Chrysomya albiceps*, es el primer colonizador y la especie más dominante en las fases fresco, hinchado, descomposición activa y avanzada. Esto corrobora la información de Peceros (2011), Villanueva y Seclen (2016), pero difiere con otros estudios como el de Iannacone (2003) , quien concluye que *Cochliomya macelaria* es el díptero de mayor importancia, en el trabajo realizado por Oré (2017) considera a *Musca domestica*, Pizango y Cachi (2018) en Iquitos, menciona a *C. albiceps* como primer colonizador y ovopositor pero que *M. domestica* se mantiene a lo largo de todas las etapas de descomposición.

*C. albiceps*, es un díptero hemisinantrópico de origen africano, se reportó inicialmente en Brasil en 1970, luego en Argentina, Paraguay, Perú, Colombia y hace algunos años en Chile. (Ortloff et al., 2013; Ramos - Pastrana y Wolff, 2017). Su capacidad depredadora facultativa y comportamiento agresivo de las larvas instar III frente a los estadios inmaduros de otras especies (Nuñez y Liria, 2014) sería la razón de la colonización en las primeras fases y su dominancia a lo largo de la descomposición, aun cuando hay actividad de otras especies con potencial de indicadores forenses.

Por otro lado, *Cochliomya macelaria*, presentó mayor abundancia en la fase hinchado, y para la fase de descomposición activa y avanzada los valores de abundancia se redujeron significativamente. Probablemente *Chrysomya albiceps*, por su hábito predatorio facultativo frente a larvas de otros dípteros, tuvo un considerable efecto en la reducción de la población y desplazamiento de estas otras especies.

Barreto et al. (2002), sostiene que en un inicio existe un nivel de asociación entre las larvas de *C. albiceps* como *C. macelaria*, pero que al acabarse el alimento del sustrato las larvas de *C. albiceps* atacan a las larvas de *C. macelaria* en consecuencia estas son depredadas, ingeridas o escapan hacia otros lugares para la pupación.

*Musca domestica*, presentó mayor abundancia en la fase de descomposición activa, pertenece a la familia Muscidae, una de la más diversas familias de los Dípteros y de mayor distribución mundial, debido a sus características morfológicas y ecológicas. Arriba al cadáver en las primeras fases de manera significativa cuando existen restos de estiércol o intestinos expuestos, y ya que en el experimento no se propiciaron heridas y tampoco heces, no se registra en las primeras fases de descomposición.

Cada periodo de descomposición atrae de forma selectiva cierto grupo de especies, las especies de la familia Sarcophagidae *Sarcophagidae spp 1* y *Sarcophagidae spp 2*, en este estudio se presentan solo en la fase hinchado. Este grupo de insectos tiene una gran variedad de hábitos, se comportan como necrófagos, coprófagos, depredadores y parasitoides (Buenaventura et al., 2009), su presencia en cadáveres se debe principalmente a su hábito necrófago y ha sido registrado en la mayoría de investigaciones realizadas en Perú. Esta información podría ser muy relevante a la hora de estimar el IPM. Sin embargo, aun cuando se conoce su selectividad en ciertas etapas de descomposición, no se registran los suficientes estudios sobre identificación, crecimiento, desarrollo, biología y distribución, lo que dificulta y podría llevar a datos erróneos al momento de

emplearlos en la práctica forense. (Aballay et al., 2011; Byrd & Castner, 2009; Camacho, 2005; Yauri, 2018)

Es importante mencionar que las condiciones ambientales y la localización geográfica del sitio del que se desea conocer la composición de la entomofauna, influyen en el desarrollo de la misma y son relevantes para la correcta interpretación de datos forenses recogidos (Mohr y Tomberlin, 2014).

En el presente estudio, la temperatura máxima registrada fue 28.5 °C, temperatura mínima 18.1 °C y humedad relativa del aire 74.4%, altitud 562 m.s.n.m. Adicionalmente, durante el periodo de evaluación no se registraron variaciones de la temperatura, humedad o fenómenos climatológicos adversos que produjeran cambios en el aspecto del cadáver de *Sus scrofa*, por lo que estas variables funcionaron favorablemente para el desarrollo de las fases de descomposición.

## 7. CONCLUSIONES

- Se colectaron un total de 7587 individuos durante todo el proceso de descomposición. Se identificaron 3 Órdenes, 13 familias y 29 especies, distribuidos en Orden Diptera con 5 familias y 15 especies identificadas, el Orden Coleoptera con 5 familias y 10 especies, el Orden Hymenoptera con 3 familias y 4 especies.
- De acuerdo a las colectas realizadas el orden Diptera (92.29%) es el orden que predomina en todo el proceso de descomposición, le sigue el Orden Coleoptera (5.4%) , y el Orden Hymenoptera (2.31%).
- Las especies *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macelaria* y *Musca domestica* dominan en la fase fresco, hinchado, descomposición activa y descomposición avanzada, en contraste de la fase de restos esqueléticos que es dominada por el coleóptero *Dermestes maculatus* seguido por *Ammophorus peruvianus*.
- El proceso de descomposición tuvo una duración de 65 días y requirió 31 evaluaciones para la evaluación de las 5 fases de descomposición.
- Se determinó también que el califórido *C. albiceps*, al ser primer colonizador y especie predominante a lo largo del proceso de descomposición, tiene mucho potencial para ser utilizado como indicador de Intervalo Post Mortem en nuestra región.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aballay, F., Fernández, F., Mulieri, P., y Urquiza, S. (2011). Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense en la puna de Catamarca, Argentina: la ovoviviparidad como ventaja en condiciones de extrema aridez. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 70(3-4), 255-266. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-56802011000200009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802011000200009&lng=es&tlng=es).
- Almeida, L., y Mise, K. (2009). Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(2), 227-244. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000200006>
- Amat, E., Vélez, M. C., y Wolff, M. (2008). Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de Califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia*, 30(1), 231-244. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-52322008000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322008000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Barreto, M., Burbano, M., y Barreto, P. (2002). Flies (Calliphoridae , Muscidae) and Beetles (Silphidae) from Human Cadavers in Cali , Colombia. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 97(1), 137-138. <https://www.scielo.br/j/mioc/a/BwYnsqQCrwffS9qTX9K9xYx/?lang=en>
- Buenaventura, E., Camacho, G., García, A., y Wolff, M. (2009). Sarcophagidae (Diptera) de

importancia forense en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución.

*Revista Colombiana de Entomología*, 35(2), 189-196.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882009000200014](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882009000200014)

Byrd, J., y Castner, J. (2009). *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. (2da ed). CRC Press.

Byrd, J., y Tomberlin, J. (2020). *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. (3ra ed). CRC Press.

Calle, M. (2009). *Efecto en el ciclo vital de dípteros de importancia médico legal en cadáveres de cavia porcellus (conejo cuy) fallecidos por organofosforado y diazepam en la ciudad de Cochabamba Bolivia, mayo a junio del 2009* [Tesis de posgrado, Universidad Mayor de San Andres]. Repositorio Institucional UMSA. <http://hdl.handle.net/123456789/3854>

Camacho, G. (2005). Sucesion de la entomofauna cadaverica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogota. *Revista Colombiana de Entomología*, 31(2), 189-197. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-71382014000200007&lng=es&tlng=es..](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382014000200007&lng=es&tlng=es..)

Carvalho, C., Moura, M., y Ribeiro, P. (2002). Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 46(2), 107-144.

<https://doi.org/10.1590/s0085-56262002000200001>

Carvalho, C., y Patiu, C. (2008). Key to the adults of the most common forensic species of Carvalho Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3), 390-406.

<https://doi.org/10.1590/S0085-56262008000300012>

Carvalho, L., Thyssen, P, Linhares, A., y Palhares, F. (2000). A Checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95(1), 135-138. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762000000100023>

Castillo, M. (2002). Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). *Monografías S.E.A. Sociedad Entomológica Aragonesa*, 6. <http://sea-entomologia.org/PDF/MSEA06.pdf>

Catts, E. y Haskell, H. (1997). *Entomology and Death: A procedural Guide*. Joyce's. Print Shop.

Coyla, A. (2018). *Ubicación taxonómica, ciclo biológico y efecto de diazepam y benzoilmetilecgonina en Sarcophaga sp. (Meigen, 1826). Arequipa 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional de la UNSA. <https://doi.org/http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5842>

Dale, W. E., y Prudot, E. A. (1987). Apuntes sobre biología de las moscas Calliphoridae en la costa central peruana. *Revista Peruana de Entomología*, 29(1), 105-111. <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/862>

- Díaz, W., Anteparra, M., y Hermann, A. (2008). Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: revisión y nuevos registros. *Revista Peruana de Entomología*, 15(1), 15-20. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332008000100003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000100003&lng=es&tlng=es)
- Goff, M.; Garcia, M.; Arnaldos, M.; Lozano, E., y Luna, A. (2004). *Entomologia cadaverica: Fundamentos y aplicaciones. Referencia de la entomologia española. Medicina legal y toxicología*. (6ta ed). Masson.
- Hallett, L., Jones, S., Macdonald, A., Jones, M., Flynn, D., Ripplinger, J., Slaughter, P., Gries, C., y Collins, S. (2016). codyn : An R package of community dynamics metrics CODYN : An R package of community dynamics metrics. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(10), 1146-1151. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12569>
- Hsieh, T., Ma, K., y Chao, A. (2016). iNEXT : an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity ( Hill numbers ). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Iannacone, J. (2003). Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1), 85-90. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000100010>

Kassambara, A. y Mundt, F. (2020). *'factoextra': Extract and visualize the results of multivariate data analyses. R package version 1.0.7.* <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/factoextra.pdf>.

Leclercq, M. (1978). *Entomologie et Médecine Légale. Datation de la mort.* Masson.

Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A., Hubert, M., Hornik, K., Studer, M., & Roudier, P. (2021). *Package 'cluster'. Finding Groups in Data': Cluster Analysis Extended.* <https://cran.r-project.org/web/packages/cluster/cluster.pdf>.

Magaña, C. (2001). La Entomología Forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Revista Aracnet*, 7(28), 49-57. <http://entomologia.rediris.es/aracnet/7/06forense/index.htm>

Medina, L., Sosa, J., Villacorta, M., Santa Cruz, C., y Calderón, C. (2018). Sucesión entomológica asociada a restos cadavéricos de *Sus scrofa* Linnaeus (Artiodactyla: Suidae) y su utilidad en la estimación del Intervalo Post Mortem en Lambayeque, Perú. *Revista Chilena de Entomología*, 44(4), 443-461.

Mohr, R., y Tomberlin, J. (2014). Environmental factors affecting early carcass attendance by four species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) in Texas. *Journal of Medical Entomology*, 1(3), 702. <https://doi.org/doi: 10.1603/me13149>

Murrugarra, V. (2016). *Sucesión de artropofauna en cadáveres de cerdos (Sus scrofa L., 1758), en Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5693>

Núñez, J (2012). *Entomología forense en Venezuela*. Editorial Livrosca.

Núñez, J., y Liria, J. (2014). Sucesión de la entomofauna cadavérica a partir de un biomodelo con vísceras de res. *Salus*, 18(2), 35-39. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-71382014000200007&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382014000200007&lng=es&tlng=es).

Núñez, J., Liria, J., y Tocci, N. (2016). Dípteros de importancia forense en adyacencias de la morgue del Hospital Adolfo Prince Lara, Puerto Cabello, Edo. Carabobo-Venezuela. *Salus*, 20(1), 22-26. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-71382016000100005&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382016000100005&lng=es&tlng=es)

Núñez, J. (2012). *Entomología forense en Venezuela*. Editorial Livrosca.

Oksanen, J., Blanchet, F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., Hara, R., Simpson, G., Solymos, P., Stevens, M., y Szoecs, E. (2020). *Package 'vegan'*. 1(7), 1-43. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>.

- Oliva, A. (2002). Diptera (Insecta) de importancia forense o causantes de miasis: Claves artificiales para estadios preimaginales. *Red Argentina de Estudio de Artrópodos Vectores de Enfermedades Humanas*, 2(1), 51-60.  
<https://www.mundosano.org/download/bibliografia/Monografia 2.pdf>
- Oliveira, J. y Mello, P. (2004). Application of Forensic Entomology to estimate of the postmortem. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 5(1), 5(1), 40-44.  
<https://www.researchgate.net/publication/228720334%0AApplication>
- Oré, M. (2017). *Entomofauna tanatológica en el proceso de descomposición del cadáver de Sus scrofa "cerdo". Ayacucho 2016,2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH.  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2335>
- Ortloff, A., Jara, A., Albornoz, S., Silva, R., Riquelme, M., y Peña, P. (2013). Primer reporte en Chile de *Chrysomya albiceps* (Diptera : Calliphoridae) en evidencia entomológica forense First report in Chile of *Chrysomya albiceps* (Diptera : Calliphoridae) in forensic entomological evidence. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 45(1), 83-89.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2013000100014&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2013000100014&script=sci_abstract)
- Pamplona, D., y Souto, M. (1989). Revisão das espécies neotropicais de *Ophyra* Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera, Muscidae, Azelinae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84(4),

419-429. <https://www.scielo.br/j/mioc/a/89xb6gNccJ6fXxDhJnCyQ3F/?lang=pt#>

Peceros, F. (2011). *Sucesión entomológica asociada a procesos de descomposición de carcasas de cerdo (Sus scrofa L., 1758) en la provincia de Huarochirí* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1400>

Pizango, J. y Cachi, F. (2018). *Entomofauna de interés forense asociada a la descomposición de Sus scrofa L. 1758 «cerdo doméstico» expuestos al sol y sombra en Iquitos – Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5852>

Ramos - Pastrana, Y., y Wolff, M. (2017). Postmortem interval estimation based on *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) in a forensic case in the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. *Acta Amazonica*, 47(4), 369-374. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201700392>

R. Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>.

Rivers, D., y Dahlem, G. (2014). *The Science of Forensic Entomology* (1a ed). Wiley-Blackwell.

Smith, K. (1986). *A manual of forensic entomology*. University Printing House.

Turchetto, M., Lafisca, S., y Costantini, G. (2001). Postmortem interval (PMI) determined by study sarcophagous biocenoses : three cases from the province of Venice ( Italy ). *Forensic Science*

*International*, 120(1), 28-31. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00412-1](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00412-1)

Villanueva, D., y Seclen, C. (2016). *Entomofauna forense y su utilidad en la estimación del intervalo postmortem en cadáveres ahorcados de cerdos (Sus scrofa L.) Chiclayo- Perú, Mayo- Octubre 2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/457>

Wolff, M., y Florez, E. (2009). Descripción y Clave de los Estadios Inmaduros de las Principales Especies de Calliphoridae ( Diptera ) de Importancia Forense en Colombia. *Neotropical Entomology*, 38(3), 418-429. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000300019>

Wolff, M., Uribe, A., Ortiz, A., y Duque, P. (2001). A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International*, 120, 53-59. [https://doi.org/10.1016/s0379-0738\(01\)00422-4](https://doi.org/10.1016/s0379-0738(01)00422-4)

Yauri, M. (2018). *Fluctuación poblacional de dípteros sarcosaprófagos en los Distritos de Sachaca y Polobaya de la Provincia de Arequipa, mayo –agosto, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7762>

Yusseff, S. (2006). Entomología forense: los insectos en la escena del crimen. *Revista Luna Azul*, 23, 42-49. <https://www.researchgate.net/publication/28296320>

## ANEXO 1

**Figura 1.1**

*Instalación del Material de Estudio y Evaluaciones*



**Figura 1.2**

*Fase Fresco de Descomposición*

**Figura 1.3**

*Fase Hinchado de Descomposición*



**Figura 1.4**

*Fase Descomposición Activa*

**Figura 1.5**

*Fase Descomposición Avanzada*



**Figura 1.6**

*Fase Restos Esqueléticos*

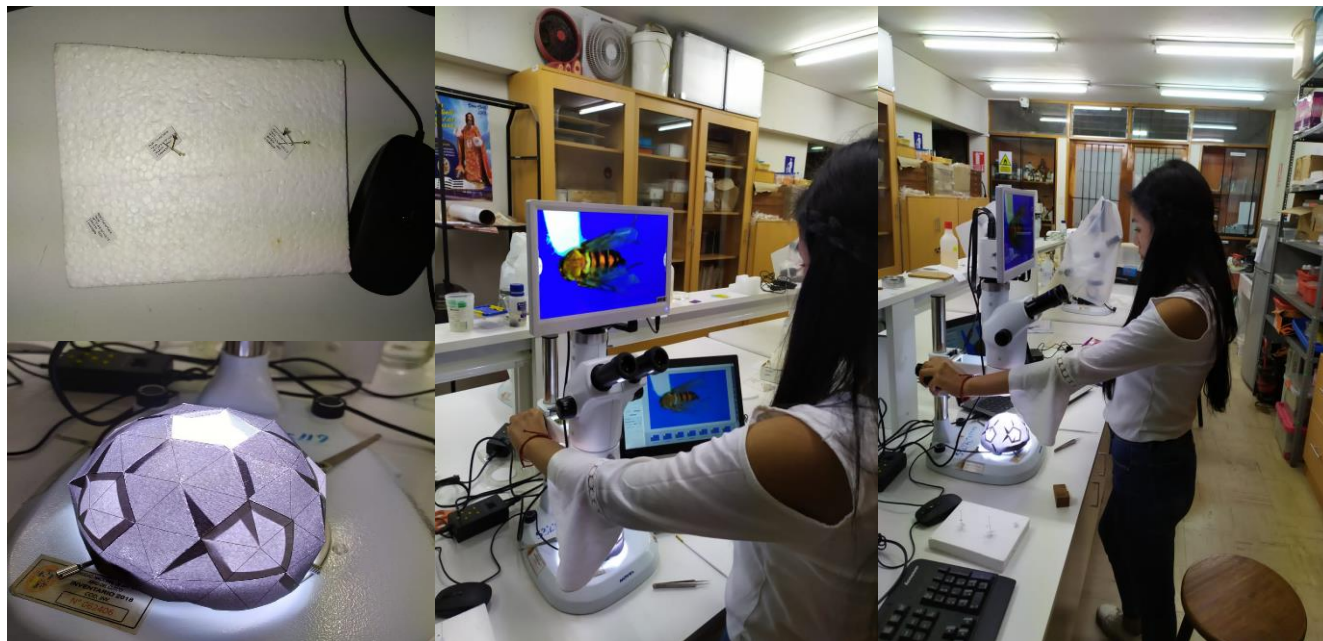
**Figura 1.7**

*Acondicionamiento de las Cámaras de desarrollo post embrionario*

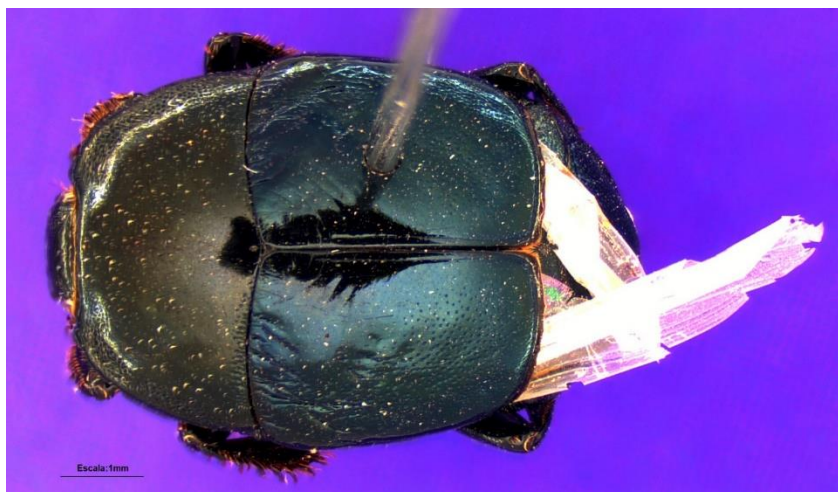


**Figura 1.8**

*Fase de Laboratorio: Montaje, Etiquetado, Fotografía e Identificación*



## ANEXO 2

**Figura 2.1***Vista Dorsal de Euspilotus decoratus***Figura 2.2***Vista Dorsal de Saprinus caeruleus*

**Figura 2.3**

*Vista Dorsal de Saprinus spp.*

**Figura 2.4**

*Vista Dorsal de Mimodromius bicolor.*



**Figura 2.5**

*Vista Dorsal de Omopheres scabripennis*

**Figura 2.6**

*Vista Dorsal de Necrobia rufipes*



**Figura 2.7**

*Vista Dorsal de Dermestes maculatus*

**Figura 2.8**

*Vista Dorsal de Dermestes frischii*



**Figura 2.9**

*Vista Dorsal de Ammophorus peruvianus*

**Figura 2.10**

*Vista Lateral de Phoridae sp*



**Figura 2. 11**

*Vista Lateral de Megaselia scalaris*

**Figura 2.12**

*Vista Lateral de Chrysomya albiceps*



**Figura 2. 13**

*Vista Lateral de Lucilia sericata*

**Figura 2. 14**

*Vista Lateral de Cochliomya macelaria*



**Figura 2.15**

*Vista Lateral de Musca domestica*

**Figura 2.16**

*Vista Lateral de Ophyra solitaria*

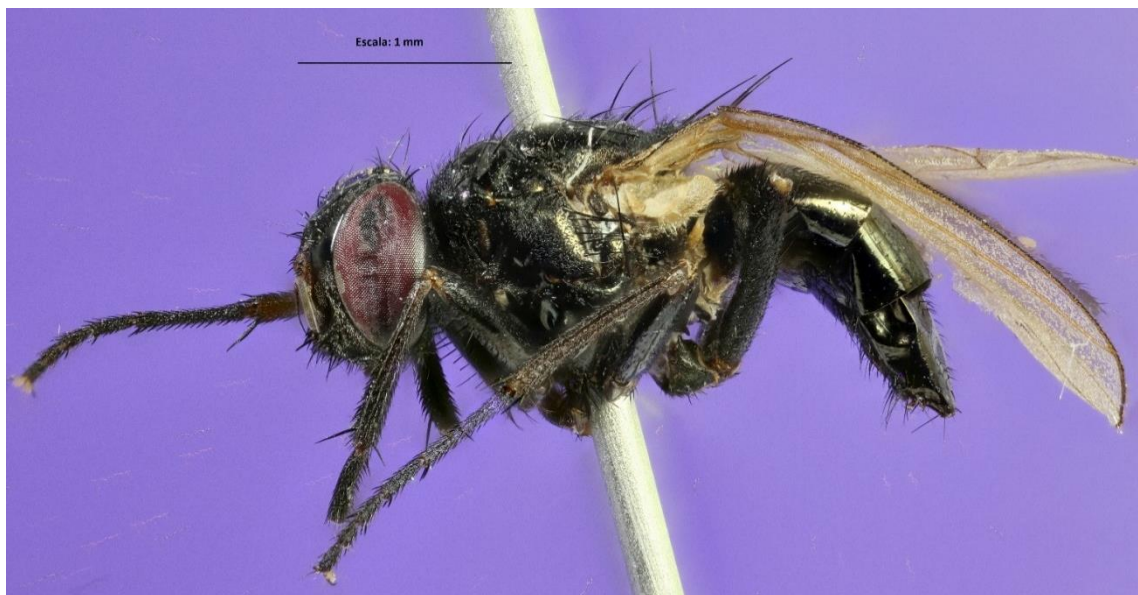


**Figura 2. 17**

*Vista Lateral de Ophyra capensis*

**Figura 2. 18**

*Vista Lateral de Ophyra chalcogaster*



**Figura 2.19**

*Vista Lateral de Ophyra aenescens*

**Figura 2.20**

*Vista Lateral de Piophila casei*



**Figura 2.21**

*Vista Lateral de Muscidae sp*

**Figura 2.22**

*Vista Lateral de Sarcophagidae spp 1*



**Figura 2.23**

*Vista Lateral de Sarcophagidae spp 2*

**Figura 2.24.**

*Vista Dorsal de Stenonartonia sp*



**Figura 2.25**

*Vista Lateral de Telenomus sp*

**Figura 2.26**

*Vista Lateral de Brachymeria sp 1*



**Figura 2.**

*Vista Lateral de Brachymeria sp 2*



## ANEXO 3

Cusco, 19 de Agosto, 2022

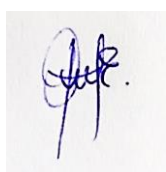
El que suscribe, Dr. Erick Yábar Landa, responsable del Laboratorio de Entomología, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, hace constar que el material que se encuentra en la tabla adjunta ha sido identificado en el Laboratorio de Entomología mencionado.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CÓDIGO	
Coleoptera	Carabidae	Mimodromius bicolor	Mb	
		Omopheres scabripennis	Os	
		Notiobia peruviana	Np	
	Cleridae	Necrobia rufipes	Nr	
		Dermestidae	Dermestes frischii	Df
	Dermestes maculatus		Dm	
	Histeridae	Saprinus caeruleus	Sc	
		Saprinus spp	Sa	
		Euspilotus decoratus	Ed	
	Diptera	Tenebrionidae	Ammophorus peruvianus	Ap
		Calliphoridae	Chrysomya albiceps	Ca
			Lucilia sericata	Ls
		Muscidae	Cochliomya macellaria	Cm
Musca domestica			Md	
Ophyra solitaria			Ops	
Ophyra capensis			Opc	
Ophyra chalcogaster			Opch	
Ophyra aenescens			Opa	
Sarcophagidae			spp 1	Sar1
Sarcophagidae		spp 2	Sar2	
Muscidae		sp	Mu1	
Phoridae		Phoridae sp	Ph	
	Megaselia scalaris	Ms		
Piophilidae	Piophila casei	Pc		
Tephritidae	Ceratitis capitata	Cc		
Hymenoptera	Chalcididae	Brachymeria sp 1	Br1	
		Brachymeria sp 2	Br2	
	Vespidae	Stenomartonia sp	St	
Scelionidae	Telenomus sp	Te		

Se expide la presente constancia a petición verbal de la interesada para los fines que viera por conveniente.



Dr. Erick Yábar Landa

A square image containing a handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and appears to be 'Iyesed'.

**TESISTA**

Bach. Iyesed Cinthya Bomeica

Esquiagola Choque

A square image containing a handwritten signature in blue ink. The signature is more elaborate and appears to be 'Victor Carbajal Zegarra'.

**ASESOR**

Blgo. Victor Carbajal Zegarra