



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**Facultad de Ciencias Biológicas**



**“Entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782), de  
la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille,  
Ayacucho, Noviembre 2019 - Abril 2020”**

Línea de Investigación: Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:

**BACH. INFANTE HUAYTALLA, ULISES RODRIGO**

**Ica, Perú**

**2021**

**DEDICATORIA:**

A mis padres, Maximiliano y Rufina, por su apoyo incondicional en todo momento a lo largo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por todo el apoyo brindado, en especial a mis padres Maximiliano Infante y Rufina Huaytalla, por ayudarme a cumplir mis metas, y a mi hermana Jackeline, por estar a mi lado desde muy pequeño.

A mis asesores que hicieron posible este trabajo, el Dr. Juan Pisconte por brindarme apoyo en la elaboración de la metodología, análisis de datos y redacción del presente trabajo. A la Dra. Ynés Phun por su asesoramiento en la búsqueda de información, planteamiento de problemas, metodología, redacción y procesamiento de datos. Al Blgo. Allan Flores por su apoyo en los trámites y búsqueda de información para este trabajo.

A Ana Cotaquispe y Jeyson Torres, por ayudarme en la búsqueda y acondicionamiento de la muestra de trabajo.

A los Biólogos Cesar Infante, José Canales y Marco Villacorta por su apoyo constante en la identificación de especies de insectos y guiarme a través de la Biología Forense.

A la Bióloga Mariana Chani Posse y al Biólogo Fernando Hernan Aballay por brindarme su tiempo y ayuda en la identificación de algunas especies de coleópteros de la presente investigación.

Al equipo de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille, por brindarme el apoyo logístico, especialmente al Biólogo Santiago Paredes por permitirme la oportunidad de investigar en la Reserva, al Sr. Hernán Sosaya y al Sr. Reino Joyo por guiarme a través del área de estudio. A Juan López, Josué Flores, Frank Godoy y Marcelino Torres por ayudarme durante el muestreo de especies.

## ÍNDICE

	Página
INDICE DE TABLAS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	5
2.1. Ubicación de la zona de estudio	5
2.2. Población y muestra	5
2.3. Obtención y acondicionamiento del material de estudio	7
2.4. Colecta y procesamiento de la muestra	7
2.5. Determinación taxonómica de la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i>	8
2.6. Clasificación trófica de la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i>	10
2.7. Determinación de la sucesión entomológica del proceso de Descomposición de <i>Vicugna vicugna</i>	10
2.8. Procesamiento de la información	11
III. RESULTADOS	12
3.1. Composición taxonómica de la entomofauna cadavérica determinada en <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	12
3.2. Clasificación trófica de la entomofauna cadavérica determinada en <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	17
3.3. Sucesión entomológica asociada a las fases de descomposición de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	20
IV. DISCUSIÓN	23
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES	39
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
VIII. ANEXOS	38

## INDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Composición taxonómica de la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	13
Tabla 2	Familias y especies registradas en la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	14
Tabla 3	Familias del Orden Diptera registrados en la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	14
Tabla 4	Familias del Orden Coleoptera registrados en la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	14
Tabla 5	Composición trófica de la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	18
Tabla 6	Familias y especies en cada categoría trófica de la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	19
Tabla 7	Porcentaje de registro de las categorías tróficas de la entomofauna cadavérica presente en las etapas de descomposición de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	19
Tabla 8	Sucesión entomológica asociada a las fases de descomposición de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	21

## INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura I	Vista panorámica del área de estudio (A), Ubicación geográfica del área de estudio	6
Figura II	Acondicionamiento de la carcasa de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	7
Figura III	Flujograma del proceso de colecta y procesamiento de muestras	9
Figura IV	Porcentaje de familias y especies presentes en los órdenes de la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	15
Figura V	Porcentaje de registro de las especies de entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	16
Figura VI	Roles tróficos de la entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	19
Figura VII	Esfuerzo de muestreo de las especies de entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782)	22
Figura VIII	Porcentaje de especies de entomofauna cadavérica de <i>Vicugna vicugna</i> (Molina 1782) presentes en cada etapa de descomposición	22

## RESUMEN

La entomología forense brinda una herramienta para estimar el estado de descomposición de un cuerpo según la comunidad de insectos encontrados, teniendo aplicación legal y científica; sin embargo, la información sobre especies de importancia forense es escasa en el Perú. En ese contexto, se realizó esta investigación con la finalidad de determinar la composición de la entomofauna cadavérica, sus roles tróficos y sucesión entomológica asociada a las fases de descomposición del camélido *Vicugna vicugna* “vicuña” en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’ Achille, Ayacucho, ubicada a 3981 msnm. En condiciones ambientales, se expuso un cadáver de esta especie, protegida por una jaula de malla metálica; registrando la presencia secuencial de los insectos, los que se colectaron para su identificación taxonómica. Con el apoyo de las claves taxonómicas se logró determinar 42 especies agrupadas en 5 órdenes, siendo estos: Diptera (42.80%) y, Coleoptera (42.80%), seguidos de Lepidoptera (7.15%), Hymenoptera (4.75%) y Hemiptera (2.30%). El proceso de descomposición duró 72 días, identificando las siguientes etapas: Fresco (3 días), Hinchazón (7 días), Descomposición activa (14 días), Descomposición avanzada (31 días) y Restos (20 días). La mayor presencia de entomofauna cadavérica correspondió al orden Diptera al inicio del proceso y al orden Coleoptera en las etapas finales del proceso de descomposición. Se registró como rol trófico predominante a los necrófagos, y se identificó como especies de interés forense a: *Sarconesia splendida*, *Calliphora nigribasis*, *Sarconesia versicolor* (Calliphoridae), *Oxelytrum anticola* (Silphidae) y *Polynoncus peruanus* (Trogidae).

**Palabras Clave:** Entomología forense, *Vicugna vicugna*, descomposición, Coleoptera, Diptera.

## ABSTRACT

Forensic entomology provides a tool to estimate the state of decomposition of a body according to the community of insects found, having legal and scientific application; however, information on species of forensic importance is scarce in Peru. In this context, this research was carried out in order to determine the composition of the cadaveric entomofauna, its trophic roles and entomological succession associated with the decomposition phases of the camelid *Vicugna vicugna* “vicuña” in the Pampa Galeras Bárbara D 'Achille National Reserve, Ayacucho, located at 3981 meters above sea level. Under environmental conditions, a corpse of this species was exposed, protected by a metal mesh cage; recording the sequential presence of insects, which were collected for taxonomic identification. With the support of the taxonomic keys, it was possible to determine 42 species grouped in 5 orders, these being: Diptera (42.80%) and Coleoptera (42.80%), followed by Lepidoptera (7.15%), Hymenoptera (4.75%) and Hemiptera (2.30 %). The decomposition process lasted 72 days, identifying the following stages: Fresh (3 days), Bloated (7 days), Active decomposition (14 days), Advanced decomposition (31 days) and Remains (20 days). The highest presence of cadaveric entomofauna corresponded to the Diptera order at the beginning of the process and the Coleoptera order in the final stages of the decomposition process. Necrophagous were registered as the predominant trophic role, and the following species were identified as species of forensic interest: *Sarconesia splendida*, *Calliphora nigribasis*, *Sarconesia versicolor* (Calliphoridae), *Oxelytrum anticola* (Silphidae) and *Polynoncus peruanus* (Trogidae).

**Keywords:** Forensic entomology, *Vicugna vicugna*, decomposition, Coleoptera, Diptera.

## I. INTRODUCCIÓN

La clase Insecta agrupa una gran variedad de especies, siendo algunas importantes por lo beneficios al hombre, otras especies son vectores de enfermedades, parásitos de plantas, etc; asimismo, existe un grupo de especies que se presentan cuando aparecen restos en descomposición, en este contexto, la entomología forense es el área de la biología encargada de estudiar los insectos y otros artrópodos, que se encuentran asociados a un cadáver o proceso de descomposición (1, 2, 3). Está enfocada en el uso de evidencia entomológica en investigaciones criminales (4), además de permitir estimar el tiempo de muerte de un cuerpo en estado de descomposición (5).

Ocurrida la muerte de un espécimen, empieza el proceso de descomposición, en este contexto, en el proceso de descomposición de un cadáver intervienen principalmente los insectos, los cuales son de gran importancia en el proceso de degradación de materia orgánica, siendo estos organismos los primeros en llegar a un cuerpo sin vida y realizándolo en una secuencia predecible (6, 7). A estos organismos se les suele denominar insectos carroñeros, quienes intervienen directa e indirectamente en el proceso ecológico de degradación de un cuerpo (8).

Debido a que los insectos se encuentran entre los primeros y más numerosos organismos en llegar a un cadáver, su presencia es de gran importancia forense para obtener datos acerca del proceso de descomposición; esta entomofauna suele arribar a un cadáver en una secuencia determinada, la que puede ser utilizada para asociar las especies de entomofauna a las fases de descomposición de un cadáver (6), siendo los dípteros los primeros en llegar (9). Muchos de estos insectos tienen una interrelación directa con la descomposición de un cadáver, brindando información acerca del hábitat en el que se encuentran, sin embargo no todos los insectos presentes sobre un cadáver reflejan una información forense relevante (9, 10).

Los datos entomológicos brindan una importante información forense, principalmente en dos momentos: 1) en las fases tempranas de descomposición cadavérica se puede utilizar el tiempo de desarrollo de las especies colectadas en el cadáver; y 2) en las fases avanzadas de descomposición se puede utilizar los patrones de sucesión entomológica (9). Adicionalmente a ello se puede comparar la composición de entomofauna de la escena del crimen con una base de datos de artrópodos hallados en un biomodelo antes realizado en condiciones similares para fortalecer los datos observados en un cadáver humano (4, 11).

Una característica importante de la descomposición es la serie de cambios post-mortem que se observan en un individuo al fallecer, este proceso se lleva a cabo por una serie de cambios

físicos, químicos y biológicos propios de un cadáver; estos cambios pueden llegar a ser conservadores, tales como la momificación, saponificación y corificación; o destructores como el rigor mortis, desprendimiento de la piel y putrefacción (9, 10).

Diversos trabajos sobre entomofauna relacionada a la descomposición de cadáveres se han llevado a cabo en diferentes biomodelos animales por las distintas complicaciones para realizar estos estudios en humanos (12); siendo lo más utilizado el uso de la especie *Sus scrofa* “cerdo doméstico” por su gran parecido con la fisiología del ser humano (9). No obstante, los estudios realizados en otros animales no carecen de importancia, pudiendo mencionar algunos trabajos realizados en cobayas (13), lobos marinos (14), perros (15), ratas (16) e incluso en vísceras de vacas (5). Mientras que en camélidos sudamericanos se puede mencionar el estudio realizado por Aballay (17), utilizando una carcasa de llama en Argentina.

De este modo, a nivel internacional se conoce el trabajo de Payne (8), quien en Estados Unidos desarrolló uno de los primeros estudios en *Sus scrofa*, determinando a los órdenes Coleoptera y Diptera entre los más abundantes. Resaltando las familias Histeridae, Staphylinidae, Sarcophagidae, Calliphoridae y Muscidae; adicionalmente identificó a *Cochliomyia macellaria* como la primera especie en llegar a una carcasa en descomposición.

De igual manera, en Brasil, Ries y Blochtein (18) determinaron en “cerdos domésticos”, un periodo promedio de descomposición de 14 días, las especies más abundantes pertenecieron a las familias Scarabeidae (25%) y Calliphoridae (23%); además, establecieron un patrón sucesional de insectos, en el cual la presencia de *Lucilia eximia* fue característico de la etapa inicial y *Aphodiinae sp.* estuvo mayormente presente en las etapas finales.

En Venezuela, Nuñez et al (5) analizaron la presencia de especies de Dípteros utilizando hígado de ganado vacuno, registrando a las familias Piophilidae, Sarcophagidae, Phoridae, Muscidae y Calliphoridae, siendo esta última familia la más abundante; adicionalmente señalaron a *Lucilia cuprina* y *Chrysomya megacephala* como las especies más representativas.

Investigaciones desarrolladas con *Sus scrofa* en Uruguay como la de Castro et al (19) determinan que las primeras especies en colonizar carcasas en descomposición son los dípteros *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomya albiceps*; mientras que la especie característica de la última etapa de descomposición es el coleóptero *Dermestes maculatus*. Remedios-De León et al (20) estudiaron la entomofauna cadavérica estacional en esta misma especie, registran un mayor período de descomposición en invierno (76 días), mientras que en verano observaron una menor duración (35 días).

A nivel nacional se cuenta con el estudio llevado a cabo por Iannacone (21) en el Callao (Lima), quien registra la duración del proceso de descomposición de un cadáver de *Sus scrofa* en 84 días, determinando 8 especies con potencial forense: la especie más abundante es *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae), seguida de *Dermestes maculatus* (Dermestidae), *Saprinus aenus* (Histeridae) y *Necrobia rufipes* (Cleridae) siendo además especies de importancia.

En Lima, Murrugara (22) en un estudio estacional determina la sucesión cadavérica en 2 ejemplares de “cerdo doméstico” en el área protegida Pantanos de Villa, siendo el orden predominante Diptera, y las familias con mayor registro de especies e individuos son Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fannidae y Piophilidae; seguido del orden Coleoptera con individuos de las familias Histeridae, Dermestidae y Cleridae.

En Ica, Infante (23) registra la entomofauna asociada a cadáveres en descomposición de “cerdo doméstico” en 3 zonas geográficas distintas de la región, registrando 3 estados cadavéricos que variaron según la zona de trabajo; momificación, en zona de altas temperaturas; saponificación en zona con presencia de humedad; y corificación, en zona de poca humedad y fuertes vientos. Durante un tiempo aproximado de descomposición de 50 días, las especies predominantes fueron *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae) y *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae).

En el norte del país, también se han realizado trabajos al respecto, en este sentido, Gines-Carrillo et al (24) indicaron un proceso de descomposición de 60 días para *Sus scrofa* en Lambayeque, mencionando a: *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya albiceps*, *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomya megacephala* (Calliphoridae), *Musca domestica* (Muscidae), Phoridae y Sarcophagidae como especies importantes para el orden Diptera; así también, dentro de los coleópteros determinaron a las especies: *Dermestes maculatus*, *Dermestes frischii* (Dermestidae), *Necrobia rufipes* (Cleridae) y morfotipos de *Euspilotus* (Histeridae) de importancia forense.

En Piura, Andrade et al (14) estudiaron la entomofauna cadavérica asociada a unas cobayas mediante diferentes tipos de muerte, tales como envenenamiento, arma blanca y paro cardiorrespiratorio; pese a ello no encontraron diferencias significativas entre las formas de muerte mencionadas, registraron 24 especies de insectos entre Diptera y Coleoptera.

De igual manera, en esta misma región, Saavedra et al (15) realizaron un estudio sobre Coleoptera asociados a cadáveres de fauna vertebrada marina a lo largo de una playa; trabajaron

en total sobre 7 cadáveres entre aves y mamíferos. Reportaron 16 especies pertenecientes a 7 familias del orden Coleoptera, siendo *Hypocaccus gaudens* (Histeridae) la especie más común.

En la región sur del país los estudios de este tipo son escasos, a nivel local se puede mencionar el trabajo realizado por Ore (25), quien llevó a cabo una evaluación de la entomofauna cadavérica de *Sus scrofa* en Ayacucho, con un periodo total de descomposición de 106 días, identificó 3 órdenes, 14 familias, y 14 especies; dentro de los cuales los individuos del orden Diptera representaron la mayoría (64%), con las especies *Chrysomya albiceps*, *Sarconesia chlorogaster* y *Lucilia sericata*; por otro lado el orden Coleoptera quedó representado por el 32% con las especies *Dermestes maculatus* y *Necrobia rufipes* como los de mayor predominancia, adicionalmente el orden Hymenoptera quedó representada con el 4%.

Se han realizado estudios asociados a la descomposición cadavérica en animales domésticos, por otro lado, se tiene poca información respecto a estudios similares en especies silvestres; asimismo, no se cuenta con suficiente información sobre estudios de entomofauna forense en ambientes de puna en nuestro país (23, 25). Es en este contexto que se propuso estudiar la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña”, un camélido sudamericano categorizado en Preocupación menor según la UICN, que se encuentra protegida en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille; esta área natural protegida alberga una gran cantidad de “vicuñas” (26), muchas de las cuales fallecen por causas naturales y en algunas ocasiones por causas antrópicas; por otro lado, no se tiene una base de datos sobre la entomofauna cadavérica presente en la descomposición de esta especie de camélido sudamericano. Ello puede tener una utilidad directa en la criminalística sobre casos de caza furtiva en esta especie protegida y, en relación a los seres humanos; el conocimiento derivado de la investigación con este biomodelo constituye una contribución a la biología forense asociada al fallecimiento en condiciones de puna. En este contexto, es importante conocer la entomofauna que se presenta durante el proceso de descomposición de esta especie para tener una información del tiempo de muerte y las posibles causas de fallecimiento, lo que puede ayudar a tomar medidas de conservación de la especie.

En la investigación se utilizó como biomodelo un ejemplar cadavérico de la especie *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña” de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille, Ayacucho, teniendo como objetivos: determinar la composición taxonómica de la entomofauna cadavérica, su clasificación trófica, y la sucesión entomológica asociada. Los resultados de la investigación permitirán contar con información acerca de los insectos de importancia forense presentes en cadáveres de camélidos sudamericanos; asimismo permitirá aumentar el conocimiento de especies necrófagas propias de la puna central del Perú.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1. Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el margen Norte de la Quebrada “Cupitay”, dentro del Distrito de Lucanas, Provincia Lucanas, Región Ayacucho; en las coordenadas geográficas: Lat.: -14.670038 y Long.: -74.403361, a una altitud de 3981 m.s.n.m (27). (Ver Figura 1). Durante el estudio realizado durante los meses de enero a junio del año 2020, se presentaron lluvias leves a intensas, especialmente a partir del mediodía; asimismo la temperatura promedio durante los meses de muestreo fue de 8 °C, en tanto que las precipitaciones mensuales fueron de 4.4 mm/m<sup>2</sup> mensuales en promedio, con vientos moderados (Datos proporcionados por la estación meteorológica del área natural protegida).

La zona se encuentra ubicada a 200 metros del puesto de control y vigilancia, se caracteriza por presentar un relieve irregular y pedregoso, con buena exposición al sol durante el día. El paisaje está dominado por pastizales de *Stipa ichu*, *Calamagrostis vicunarium*, y también se encuentran asociadas a otras plantas de tamaño pequeño y menos representativas como “Ccanlla”, “Pinco-pinco”. En la zona existe una continua perturbación de animales carroñeros como “zorros”, “caracaras” y “cóndores andinos” (26), los que se desplazan de manera frecuente por este lugar en búsqueda de alimento o refugio.

La “vicuña” es una especie protegida a nivel nacional y especialmente en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille, motivo por el cual fue necesario solicitar la autorización correspondiente, en este contexto, la jefatura del Área Natural Protegida emitió la Resolución Jefatural N° 026-2019-SERNANP-DGANP-RNPG-J (Anexo 1) autorizando la investigación con colecta de especímenes.

### 2.2. Población y muestra

La población estuvo representada por la comunidad de insectos presentes en el área de estudio, mientras que la muestra la conformaron los taxones de la entomofauna cadavérica colectada en el proceso de descomposición del cadáver de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña”.



Figura 1: Vista panorámica del área de estudio (A), Ubicación geográfica del área de estudio (B).

### 2.3. Obtención y acondicionamiento del material de estudio

En esta investigación se utilizó como biomodelo de estudio un cadáver fresco de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña”, cuya causa de muerte fue producida por un accidente vehicular, el cadáver correspondía a un ejemplar de 2 años de vida aproximadamente, sexo macho, con presencia de lesiones cortantes y profundas en la zona del abdomen debido al fuerte impacto vehicular, y con un peso cadavérico de 30 kg

Una vez hallado el ejemplar cadavérico, se procedió a trasladar la carcasa al lugar de trabajo, se procedió a protegerla colocándola dentro de una jaula de malla metálica de dimensiones: 150 cm de largo x 100cm de ancho x 50cm de alto y un espaciado de 1cm<sup>2</sup> de abertura, con el fin de evitar la acción de los carroñeros de la zona (Ver Figura 2).



Figura 2: Acondicionamiento de la carcasa de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

### 2.4. Colecta y procesamiento de la muestra

El procedimiento de muestreo y tratamiento de los ejemplares de la entomofauna cadavérica se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Inmediatamente después de acondicionar el biomodelo de estudio utilizado (Figura 2), se procedió a colectar los individuos de entomofauna cadavérica de forma diaria durante la primera semana de descomposición.

- Colecta; se utilizó red entomológica para coleccionar insectos que sobrevolaban la carcasa de *Vicugna vicugna* (Molina 1782), y pinzas entomológicas para ejemplares posados y/o desplazándose sobre ella.
  - Tiempo de muestreo; se estableció a las 10:00 am, debido a las condiciones meteorológicas de la zona de estudio que limitaron en gran medida la frecuencia de muestreo, el esfuerzo de muestreo realizado fue de 2 horas por día (Anexo 2).
  - Fijación; inmediatamente colectados, los insectos adultos fueron colocados en una cámara letal a base de acetato de etilo, debidamente rotulado. Luego de ello, las muestras fueron colocadas en envases con alcohol etílico al 70% para su conservación y posterior identificación (28).
  - Medida de parámetros ambientales; se consultaron los registros de temperatura y precipitación de la estación meteorológica del área protegida).
2. Posteriormente, se procedió a muestrear de forma interdiaria durante las posteriores cuatro semanas siguiendo el mismo procedimiento del punto anterior.
  3. Al término de la semana 4, se realizó una toma de muestra cada 5 días durante las posteriores semanas de descomposición (Ver figura 3).

Las muestras fueron agrupadas en base a las fases de descomposición observadas durante el proceso de descomposición (Anexo 3).

## **2.5. Determinación taxonómica de la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna***

Las muestras entomológicas fueron trasladadas al Área de Entomología del Laboratorio de Biología Forense perteneciente al Instituto de Medicina Legal Morgue Central de Lima para su identificación taxonómica (Anexos 4 y 5).

Se utilizaron las claves taxonómicas según el orden de insectos, así:

Para el orden Coleoptera: Almeida & Mise (29), Aballay et al (30-32), Scholtz (33), Peck & Anderson (34) y Klimaszewski & Maus (35).

En el Orden Diptera: Carvalho & Mello-Patiu (36), Dominguez & Aballay (37), Wendt & Carvalho (38), González-Mora et al (39), Greenberg & Szyska (40), Dear (41), Amat & Wolff (42), Amat (43) y Whitworth (44).

Para Hymenoptera: Rasmussen & Asenjo (45), Carrasco (46) y Menke & Fernández (47).

Para Hemiptera se consultó la guía de Zumbado & Azofeifa (48), y para el orden Lepidoptera: Duarte et al (49) y Pogue (50).

Para mejorar la identificación se consultaron trabajos acerca de la distribución y hábitos ecológicos de algunas especies:

Para: Coleoptera: Sikess & Chaboo (51), Newton (52), Ratcliffe et al (53) y Safenraiter et al (54).

Para Diptera; se consultaron los trabajos de Vasconcelos & Araujo (55), Flores & Dale (56), Mello-Patiu et al (57), Giraldo-Mendoza (58), Bustamante-Navarrete (59).

Para el orden Hymenoptera; se analizaron los reportes de Suarez et al (60), Juárez-Noe & González-Coronado (61), Martínez & Toretta (62), Barrera-Medina & Sepulveda-Osorio (63) y Horta et al (64).

Para Hemiptera se consultaron los estudios de diversidad realizados por Ortiz (65) y León-López & Ortiz (66).

Para el orden Lepidoptera; los estudios de distribución y diversidad de Lamas et al (67), Brown (68), Villalobos-Moreno et al (69), López & Cárdenas (70) y Vélez et al (71).

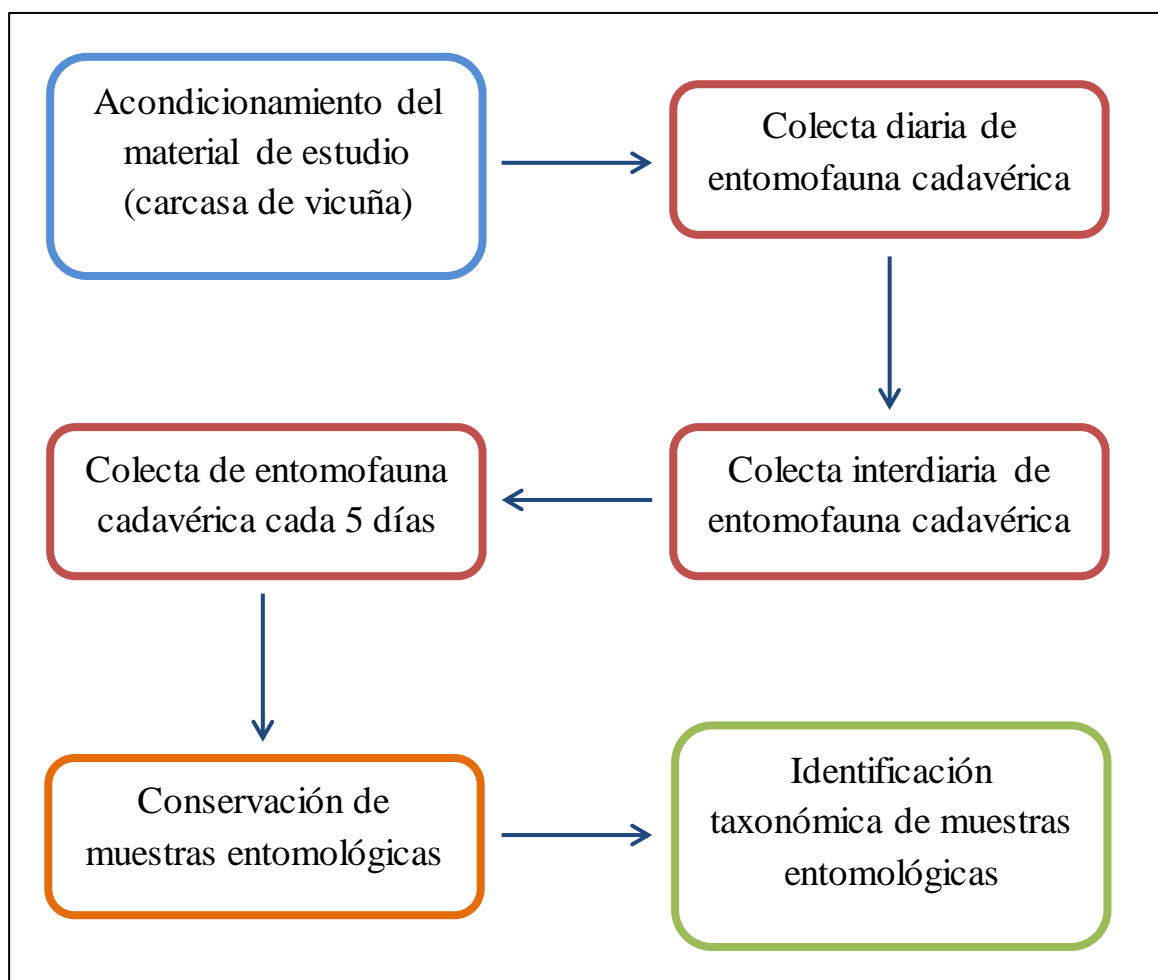


Figura 3: Flujograma del proceso de colecta y procesamiento de muestras.

## 2.6. Clasificación trófica de la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna*

Una vez realizada la identificación taxonómica se procedió a la clasificación de especies por nivel trófico, para ello se utilizó la información descrita por Goff (10), en la cual señala 4 niveles tróficos:

**a) Necrófagos:** Aquellos que se alimentan directamente del cuerpo en descomposición, estos insectos son de utilidad para estimar el Intervalo Post Mortem (IPM) durante sus primeras fases. En esta categoría encontramos principalmente a las familias Calliphoridae y Sarcophagidae (Diptera), y a las familias Silphidae y Dermestidae (Coleoptera).

**b) Parasitoides y depredadores:** Entre este grupo tenemos a las especies que parasitan larvas de insectos inmaduros y depredadores de otros insectos que se encuentran a los alrededores. Se menciona a los Staphylinidae, Silphidae, Histeridae (Coleoptera) y a los Hymenoptera en esta categoría.

**c) Omnívoros:** Insectos que se alimentan del cuerpo en descomposición y de la fauna asociada, pueden representar un obstáculo para la fauna necrófaga cuando se encuentran en abundancia, retrasando el proceso de descomposición.

**d) Incidentales:** Dentro de esta categoría se mencionan aquellas especies que son descubiertas en el cuerpo en descomposición sin tener una relación ecológica directa. A pesar de ser poco mencionadas, los insectos en esta categoría pueden brindar información relevante acerca de la vegetación colindante o externa al cadáver.

## 2.7. Determinación de la sucesión entomológica del proceso de descomposición de *Vicugna vicugna*

Para la determinación de la sucesión entomológica se agrupó a los insectos registrados en cada una de las 5 fases de descomposición dadas por Goff (10); en base a esto se generó una matriz (Anexo 6), donde se señalan los insectos que se encuentran asociados a cada una de estas etapas, incluyendo la duración estimada de cada fase observada a agrupar los insectos colectados por cada día de muestreo, una vez determinada la duración de cada etapa de descomposición (Anexo 7).

Para estimar el inicio y progreso de cada etapa de descomposición, se realizaron observaciones graduales en base a los cambios físicos y biológicos que se observaron durante la descomposición (Anexo 8).

- 1. Fresco:** Se observa la presencia de livor mortis, desprendimiento de la piel, decoloración del abdomen; se hace notorio la invasión de insectos en las aberturas naturales del cadáver, así como también el inicio de la oviposición de dípteros.
- 2. Hinchazón:** Comienzo de un notorio hinchamiento en el abdomen, y un aumento de la temperatura dentro del cuerpo debido a la actividad metabólica de bacterias y larvas invasoras. También se nota un marcado escape de fluidos al exterior que altera el pH del suelo y de la vegetación colindante.
- 3. Descomposición activa:** Se aprecian rupturas de la piel, con un olor propio de la putrefacción debido al escape de gases internos; empieza a aumentar la cantidad de larvas de dípteros, los cuales consumen la carne restante del cuerpo. Se lleva a cabo un aumento de coleópteros y presencia de pupas de dípteros.
- 4. Descomposición avanzada:** Comienza a notarse la reducción esquelética, disminución notoria de dípteros y un aumento constante de derméstidos.
- 5. Restos:** La ausencia de tejidos es casi total, se notan únicamente huesos y cabellos; además, la presencia de insectos es muy baja. Al no presentar cambios mayores, la posibilidad de definir un final de esta fase resulta bastante complicado.

## **2.8. Procesamiento de la información**

Luego de obtener la matriz de datos, se procedió a realizar cuadros y gráficos de composición taxonómica para poder representar los resultados de cada objetivo planteado, para ello se utilizó el programa Microsoft Excel 2019 (Anexo 6) y el programa R Studio.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Composición taxonómica de la entomofauna cadavérica determinada en *Vicugna vicugna* (Molina 1782) en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille.

Del total de especímenes colectados en la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña”, se determinaron 42 especies en total, correspondientes a 24 familias, en 5 órdenes (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera y Lepidoptera) (Ver tabla 1 y 2).

El orden Coleoptera (42.80%) y Diptera (42.80%) están representados por 18 especies cada uno; seguido del orden Lepidoptera (7.10%) con 3 especies, Hymenoptera (4.70%) con 2 especies y Hemiptera (2.30%) con 1 especie (Ver Figura 4).

El orden Diptera estuvo compuesto por 8 familias: Anthomyiidae con una especie sin identificar; Calliphoridae con las especies *Calliphora nigribasis*, *Cochliomyia macellaria*, *Comptosomyiops arequipensis*, *Comptosomyiops melloi*, *Sarconesia splendida*, *Sarconesia versicolor* y *Sarconesia magellanica*; Fanniidae con 2 especies sin identificar; la familia Muscidae con la especie *Musca domestica*; Piophilidae con la especie *Piophila casei* y 1 especie sin identificar; Sarcophagidae con 2 especies sin identificar, Syrphidae con una especie sin identificar; y Tachinidae con 2 especies sin identificar (Ver Tabla 3).

Dentro del orden Coleoptera se registraron 10 familias: Anthicidae, y Carabidae con 1 especie sin identificar cada uno; Curculionidae con 3 especies sin identificar, Histeridae con 3 especies del género *Euspilotus*; Meloidae con la especie *Pseudomeloe sp* y una especie sin identificar; Scarabaeidae con la especie *Aphodius sp*; Silphidae con la especie *Oxelytrum anticola*; Staphylinidae con la especie *Creophilus maxilosus* y 2 especies del género *Aleochara*; Tenebrionidae con 2 especies sin identificar; y Trogidae con la especie *Polynoncus peruanus* (Ver Tabla 4).

El orden Hymenoptera estuvo compuesto por 2 familias: Sphecidae e Ichneumonidae con una especie sin identificar cada uno. Para el orden Lepidoptera se registraron 3 familias: Pieridae con una especie sin identificar; Nymphalidae con la especie *Vanessa sp*; y Lycaenidae con una especie sin identificar. En el orden Hemiptera solo se registró la familia Ceratocombidae con una especie sin identificar.

Tabla1: Composición taxonómica de la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
	Anthomyiidae	spNI
	Calliphoridae	<i>Calliphora nigribasis</i> Macquart 1851 <i>Cochliomyia macellaria</i> Fabricius 1775 <i>Compsomyiops arequipensis</i> Mello 1968 <i>Compsomyiops melloi</i> Dear 1985 <i>Sarconesia splendida</i> Townsend 1918 <i>Sarconesia versicolor</i> Bigot 1857 <i>Sarconesiopsis magellanica</i> Le Guillou 1842
Diptera	Fanniidae	<i>Fannia</i> spp(*)
	Muscidae	<i>Musca domestica</i> Linnaeus 1758
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i> Linnaeus 1758 spNI
	Sarcophagidae	spp (*)
	Syrphidae	spNI
	Tachinidae	spp (*)
	Anthicidae	spNI
	Carabidae	spNI
	Curculionidae	spp (**)
	Histeridae	<i>Euspilotus</i> spp (**)
Coleoptera	Meloidae	<i>Pseudomeloe</i> sp spNI
	Scarabaeidae	<i>Aphodius</i> sp Illiger 1798
	Silphidae	<i>Oxelytrum anticola</i> Guérin-Méneville 1855 <i>Creophilus maxillosus</i> Linnaeus 1758
	Staphylinidae	<i>Aleochara</i> spp (*)
	Tenebrionidae	spp (*)
	Trogidae	<i>Polynoncus peruanus</i> Erichson 1847
Hymenoptera	Sphecidae	spNI
	Ichneumonidae	spNI
Lepidoptera	Pieridae	spNI
	Nymphalidae	<i>Vanessa</i> sp
	Lycaenidae	spNI
Hemiptera	Ceratocombidae	spNI

spNI: No Identificada

\*: Incluye 2 especies

\*\* : Incluye 3 especies

Tabla 2: Familias y especies registradas en la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

<b>ORDEN</b>	<b>Nº DE FAMILIAS</b>	<b>Nº DE ESPECIES</b>
Coleoptera	10	18
Diptera	8	18
Lepidoptera	3	3
Hymenoptera	2	2
Hemiptera	1	1

Tabla 3: Familias del orden Diptera registrados en la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

<b>FAMILIA</b>	<b>Nº DE ESPECIES</b>
Calliphoridae	7
Fannidae	2
Piophilidae	2
Sarcophagidae	2
Tachinidae	2
Anthomyiidae	1
Muscidae	1
Syrphidae	1

Tabla 4: Familias del orden Coleoptera registrados en la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

<b>FAMILIA</b>	<b>Nº DE ESPECIES</b>
Curculionidae	3
Histeridae	3
Staphylinidae	3
Meloidae	2
Tenebrionidae	2
Anthicidae	1
Carabidae	1
Scarabaeidae	1
Silphidae	1
Trogidae	1

Las especies con mayor porcentaje de registros durante los muestreos fueron: *Sarconesia splendida* (Calliphoridae) con una presencia del 72.70 %, *Oxelytrum anticola* (Silphidae) y *Polynoncus peruanus* (Trogidae) con el 68.30%, *Compsomyiops arequipensis* (Calliphoridae) y *Aleochara spp* con un 50%; seguido de la mayoría de especies que oscilaron entre 36% a 4% de registros (Ver Figura 5).

Adicionalmente, se registran especies de importancia forense, las cuales fueron: *Sarconesia splendida*, *Calliphora nigrubasis*, *Sarconesia versicolor* (Calliphoridae) para el orden Diptera; *Oxelytrum anticola* (Silphidae), y *Polynoncus peruanus* (Trogidae) para el orden Coleoptera.

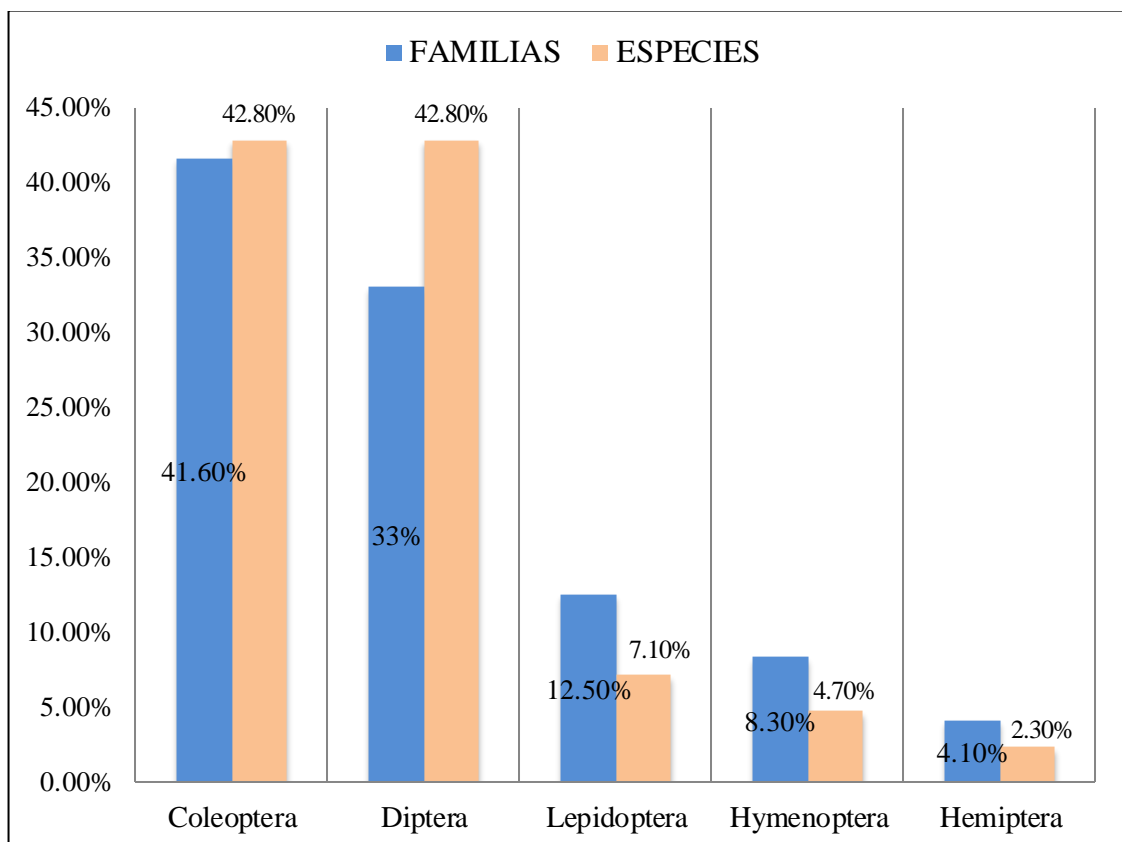


Figura 4: Porcentaje de familias y especies, según Orden, de la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

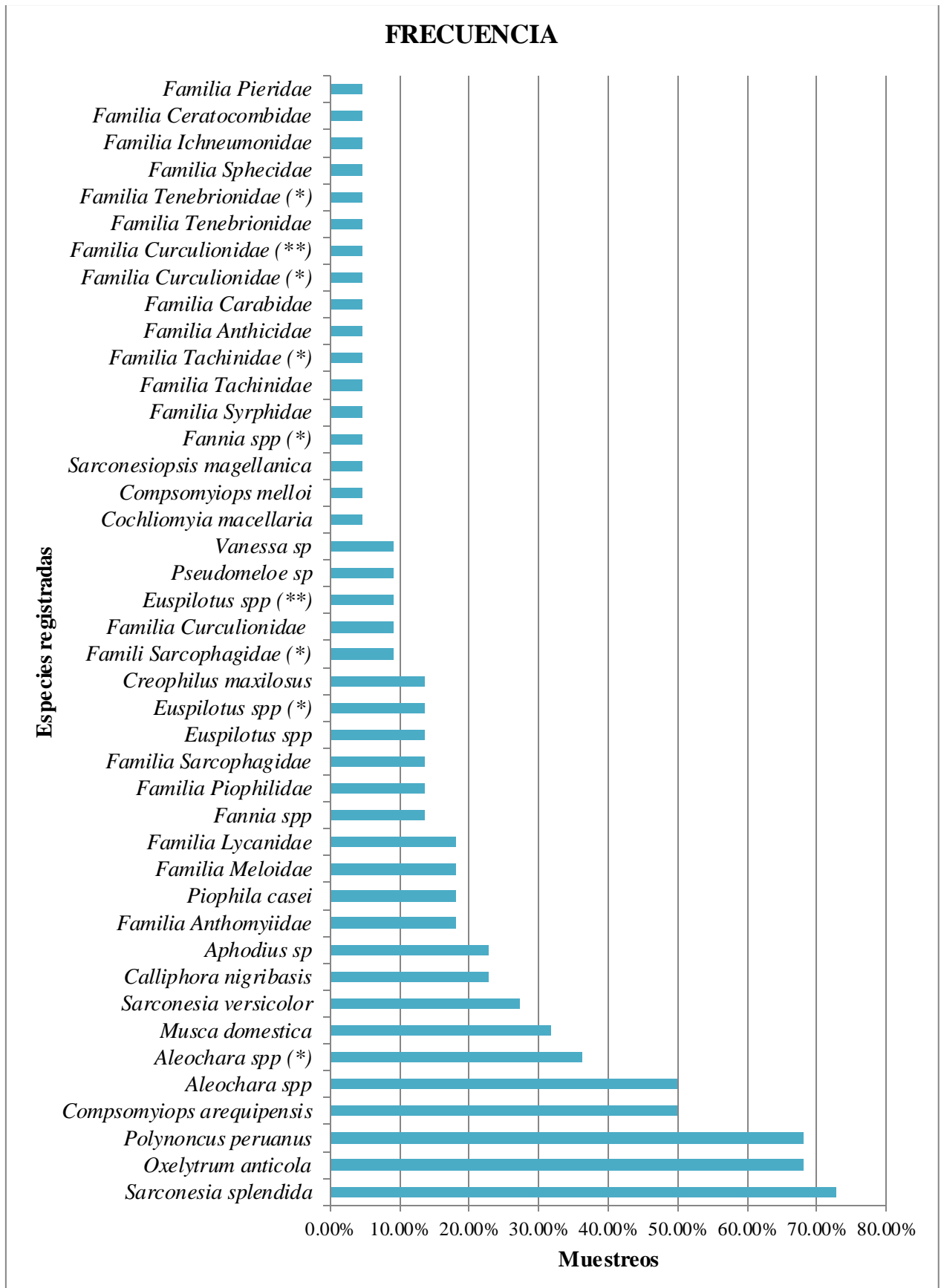


Figura 5: Porcentaje de registro de las especies de entomofauna cadavérica en *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

### **3.2. Clasificación trófica de la entomofauna cadavérica determinada en *Vicugna vicugna* (Molina 1782) en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille.**

Del registro total de la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña”, las especies se agruparon en 4 categorías tróficas: Necrófagos con 21 especies (50%), Incidentales con 8 especies (19.05%), Omnívoros con 7 especies (16.67%), y Parasitoides e depredadores con 6 especies (14.28%) (Ver Tabla 5, 6 y Figura 6).

Dentro de la categoría necrófagos, se registran especies pertenecientes únicamente a los órdenes Diptera (15 especies), y Coleóptera (6 especies); destacándose las familias Calliphoridae y Staphylinidae con la mayor cantidad de especies para los órdenes respectivos.

En la categoría incidentales, se registran los órdenes Coleoptera (4 especies), Hemiptera (1 especie), y Lepidoptera (3 especies); resaltando la presencia de lepidópteros durante las 3 primeras etapas de descomposición.

Para la categoría omnívoros, se registran los órdenes Diptera (3 especies), y Coleoptera (4 especies); se destaca la presencia de esta categoría trófica durante todo el proceso de descomposición, excepto en la última etapa denominada Restos.

La categoría parasitoides y depredadores estuvo representada únicamente por los órdenes Coleoptera (4 especies), e Hymenoptera (2 especies); destacando la familia Histeridae con 3 especies del género *Euspilotus* como depredadores, y la presencia de avispa parasitoides de las familias Ichneumonidae y Sphecidae.

Adicionalmente, es importante mencionar que, la categoría trófica de los necrófagos estuvo presente durante las 5 etapas de descomposición de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña”; y la categoría trófica de parasitoides y depredadores se registró únicamente durante la etapa de descomposición activa (Ver Tabla 7).

Tabla 5: Composición trófica de la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

CATEGORÍA TRÓFICA	ORDEN	TAXÓN
NECRÓFAGOS	Diptera	Familia Anthomyiidae
		<i>Calliphora nigribasis</i> Macquart 1851
		<i>Cochliomyia macellaria</i> Fabricius 1775
		<i>Compsomyiops arequipensis</i> Mello 1968
		<i>Compsomyiops melloi</i> Dear 1985
		<i>Sarconesia splendida</i> Townsend 1918
		<i>Sarconesia versicolor</i> Bigot 1857
		<i>Sarconesiopsis magellanica</i> Le Guillou 1842
		<i>Fannia</i> spp (*)
		<i>Musca domestica</i> Linnaeus 1758
<i>Piophilidae</i> Linnaeus 1758		
Familia Piophilidae		
Familia Sarcophagidae (*)		
Coleoptera	<i>Aphodius</i> sp Illiger 1798	
	<i>Oxelytrum anticola</i> Guérin-Méneville 1855	
	<i>Creophilus maxilosus</i> Linnaeus 1758	
	<i>Aleochara</i> spp (*) Gravenhorst 1802	
	<i>Polynoncus peruanus</i> Erichson 1847	
PARASITOIDES Y DEPREDADORES	Coleoptera	Familia Carabidae
		<i>Euspilotus</i> spp (**)
Hymenoptera	Familia Sphecidae	
	Familia Ichneumonidae	
OMNÍVOROS	Diptera	Familia Syrphidae
		Familia Tachinidae (*)
		Familia Anthicidae
Coleoptera	Familia Curculionidae (**)	
	INCIDENTALES	<i>Pseudomeloe</i> sp
Familia Meloidae		
Familia Tenebrionidae (*)		
Hemiptera		Familia Ceratocombidae
Lepidoptera	Familia Pieridae	
	<i>Vanessa</i> sp	
Familia Lycaenidae		

\*: Incluye 2 especies

\*\* : Incluye 3 especies

Tabla 6: Familias y especies en cada categoría trófica de la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille.

<b>ROL TRÓFICO</b>	<b>N° DE FAMILIAS</b>	<b>N° DE ESPECIES</b>
Necrófagos	10	21
Parasitoides y depredadores	4	6
Omnívoros	4	7
Incidentales	6	8

Tabla 7: Porcentaje de registro de las categorías tróficas de la entomofauna cadavérica presente en las etapas de descomposición de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille.

<b>ROL TRÓFICO</b>	<b>FRESCO</b>	<b>HINCHAZON</b>	<b>D. ACTIVA</b>	<b>D. AVANZADA</b>	<b>RESTOS</b>
NECRÓFAGOS	38.10%	28.57%	33.33%	38.10%	23.81%
PARASITOIDES Y DEPREDADORES	0.00%	0.00%	7.14%	0.00%	0.00%
OMNÍVOROS	4.76%	4.76%	7.14%	2.38%	0.00%
INCIDENTALES	2.38%	14.29%	11.90%	0.00%	0.00%

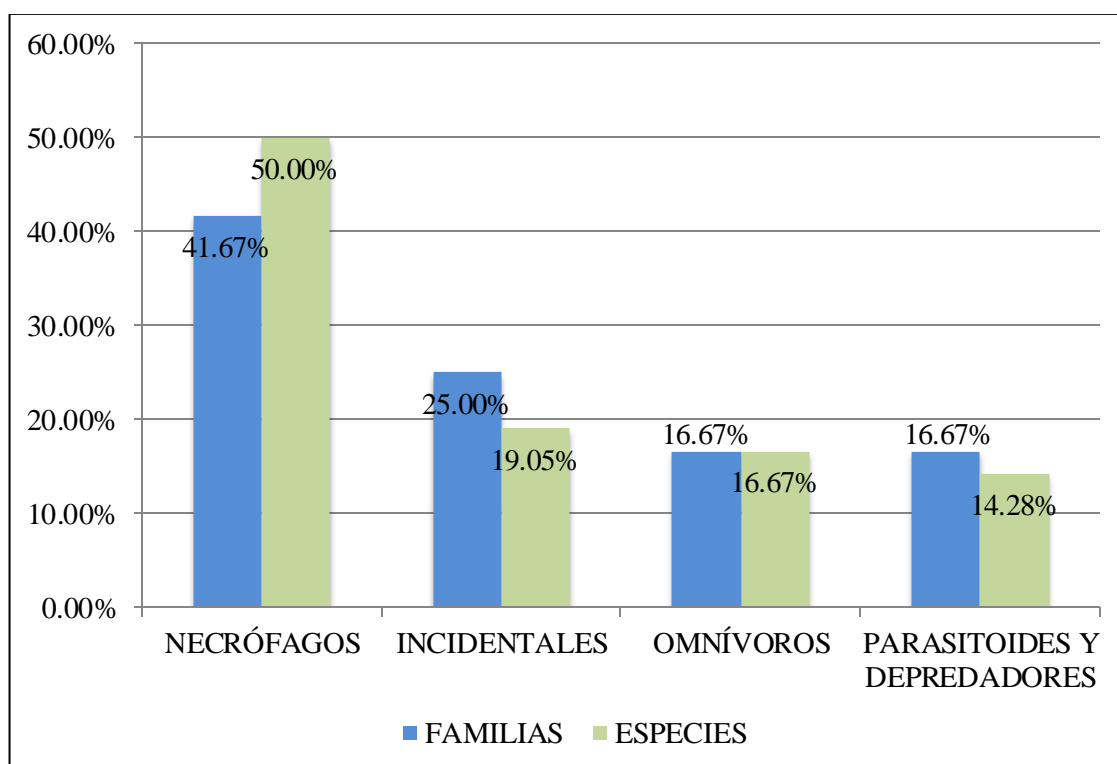


Figura 6: Roles tróficos de la entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille.

### **3.3. Sucesión entomológica asociada a las fases de descomposición en *Vicugna vicugna* (Molina 1782) en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille.**

La sucesión entomológica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña” (Ver Tabla 8) se registró en 22 muestreos de entomofauna cadavérica (Ver Figura 7); durante el cual, el proceso de descomposición abarcó 72 días, registrándose en 5 fases de descomposición (Ver Figura 8) distribuidas en:

- **Fresco - F - (3 días)**

En esta etapa, la composición fue de 19 especies; respecto a la sucesión entomológica, se observa a la mayoría de dípteros y una mínima cantidad de coleópteros en esta fase. La familia Calliphoridae (Diptera); Silphidae, Trogidae (Coleoptera); y Lycaenidae (Lepidoptera) aparecieron en el primer día de muestreo (Figura 36).

- **Hinchazón - H - (7 días)**

Se registraron 20 especies en esta etapa, destacando un aumento en la cantidad de especies del orden Coleoptera y una ligera disminución de especies en el orden Diptera; adicionalmente, se registran las 3 familias del orden Lepidoptera en esta fase (Figura 37).

- **Descomposición activa - DA - (14 días)**

Esta etapa registró 25 especies, siendo la fase con mayor presencia de insectos. Se destaca un equilibrio en la cantidad de especies del orden Diptera y Coleoptera; adicionalmente, sólo en esta etapa se registran las especies del Orden Hymenoptera y Hemiptera (Figura 38).

- **Descomposición avanzada - DZ - (31 días)**

En esta etapa se registraron 17 especies; el orden Coleoptera continúa con una marcada presencia de especies, mientras que el orden Diptera sufre una reducción en la cantidad de insectos registrados. No se observan especies del orden Hymenoptera, Hemiptera, o Lepidoptera (Figura 39).

- **Restos - R - (20 días)**

En esta última etapa de descomposición sólo se registran 10 especies, notándose una clara disminución en la cantidad de insectos. Dentro del orden Diptera sólo se observan las especies *Compsomyiops arequipensis* y *Sarconesia splendida* (Calliphoridae), mientras que en el orden Coleoptera aún se observan hasta 4 familias (Figura 40).

Tabla 8: Sucesión entomológica asociada a las fases de descomposición de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

ORDEN	TAXÓN	ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN				
		F	H	DA	DZ	R
Diptera	Familia Anthomyiidae					
	<i>Calliphora nigribasis</i> Macquart 1851					
	<i>Cochliomyia macellaria</i> Fabricius 1775					
	<i>Comptosyiops arequipensis</i> Mello 1968					
	<i>Comptosyiops melloi</i> Dear 1985					
	<i>Sarconesia splendida</i> Townsend 1918					
	<i>Sarconesia versicolor</i> Bigot 1857					
	<i>Sarconesiopsis magellanica</i> LeGuillou 1842					
	<i>Fannia</i> spp					
	<i>Fannia</i> spp (*)					
	<i>Musca domestica</i> Linnaeus 1758					
	<i>Piophilha casei</i> Linnaeus 1758					
	Familia Piophilidae					
	Familia Sarcophagidae					
	Familia Sarcophagidae (*)					
	Familia Syrphidae					
Familia Tachinidae						
Familia Tachinidae (*)						
Coleoptera	Familia Anthicidae					
	Familia Carabidae					
	Familia Curculionidae					
	Familia Curculionidae (*)					
	Familia Curculionidae (**)					
	<i>Euspilotus</i> spp					
	<i>Euspilotus</i> spp (*)					
	<i>Euspilotus</i> spp (**)					
	<i>Pseudomeloe</i> sp					
	Familia Meloidae					
	<i>Aphodius</i> sp Illiger 1798					
	<i>Oxelytrum anticola</i> Guérin-Méneville 1855					
	<i>Creophilus maxillosus</i> Linnaeus 1758					
	<i>Aleochara</i> spp Gravenhorst 1802					
<i>Aleochara</i> spp (*) Gravenhorst 1802						
Familia Tenebrionidae						
Familia Tenebrionidae (*)						
<i>Polynoncus peruanus</i> Erichson 1847						
Hymenoptera	Familia Sphecidae					
	Familia Ichneumonidae					
Hemiptera	Familia Ceratocombidae					
Lepidoptera	Familia Pieridae					
	<i>Vanessa</i> sp					
	Familia Lycaenidae					

F = Fresco, H = Hinchazón, DA = Descomposición activa, DZ = Descomposición avanzada, R = Restos  
 \* = Especie diferente 1, \*\* = Especie diferente 2

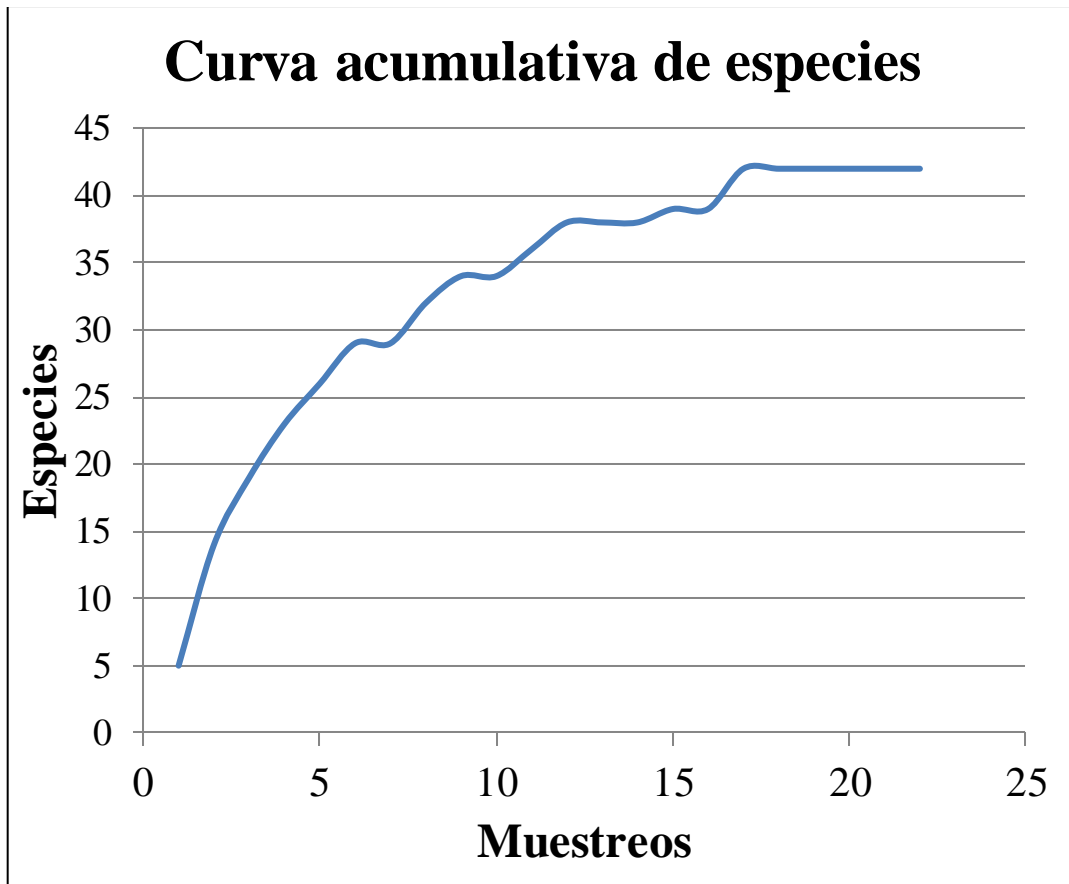


Figura 7: Esfuerzo de muestreo de las especies de entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).

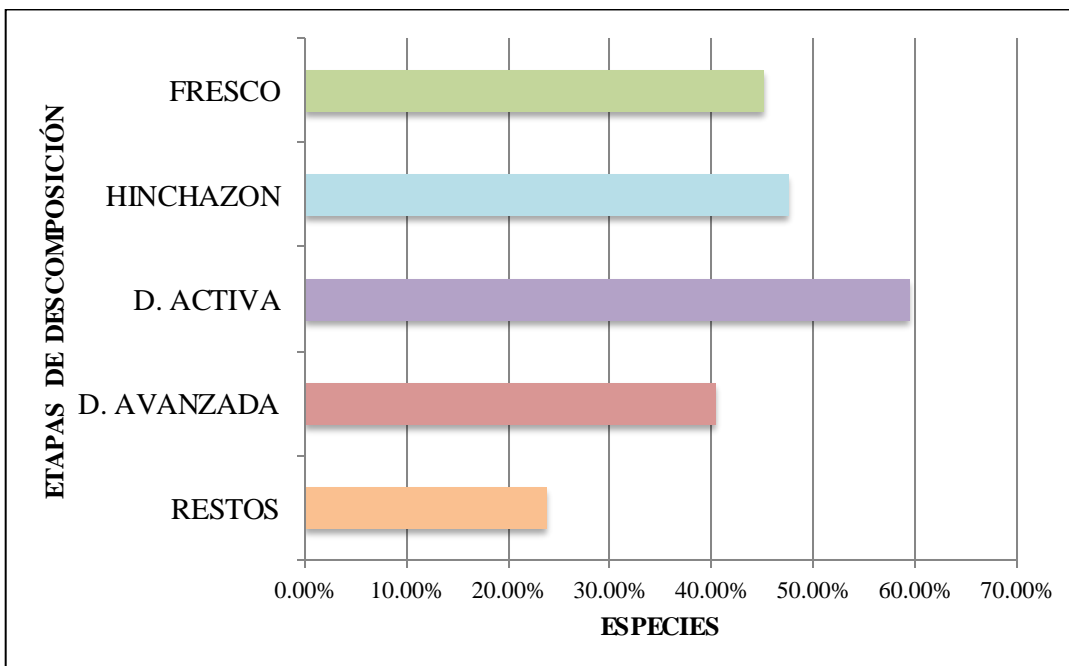


Figura 8: Porcentaje de especies de entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) presentes en cada etapa de descomposición.

#### IV. DISCUSIÓN

Para diferenciar las etapas de descomposición cadavérica se utilizó lo descrito por Goff (10), registrando 72 días para el periodo de descomposición de *Vicugna vicugna* “vicuña”, esta cantidad de tiempo puede observarse de forma similar en los trabajos de Iannacone (21), Gines-Carrillo (24). A diferencia de ello, Oré (25) registra 106 días, esto podría deberse a las diferentes condiciones ambientales de cada lugar y al conteo de días de la última etapa de descomposición, la cual dificulta definir un periodo de finalización.

El proceso completo de sucesión entomológica observada en la carcasa de *Vicugna vicugna* se puede describir empezando por la aparición de especies del orden Diptera, representados principalmente por especies de la familia Calliphoridae, junto con individuos del orden Coleoptera con las especies *Oxelytrum anticola* y *Polynoncus peruanus*. Seguido a ello, en la etapa Hinchazón se pueden observar especies del orden Diptera y un mayor aumento de especies del orden Coleoptera, encontrando un balance en la cantidad de especies entre estos órdenes en la etapa de Descomposición activa. Seguido a ello se observa una disminución de Diptera y un mayor aumento de Coleoptera durante la etapa de Descomposición avanzada. Finalmente, en la última etapa denominada Restos, la presencia de dípteros se reduce casi en su totalidad y se mantiene la presencia de especies del orden Coleoptera (Ver Tabla 8).

El total de especies registradas durante el proceso de descomposición de *Vicugna vicugna* se visualiza en la Tabla 1 y 2. Asimismo, en estudios realizados en “cerdo doméstico” como biomodelo, encuentran una menor cantidad de especies (21), estas diferencias estarían asociadas a las diferentes condiciones ambientales y especies encontradas.

Los órdenes Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera y Lepidoptera fueron identificados durante el periodo de estudio encontrando que la mayor cantidad de especies se encuentra distribuida entre los órdenes Diptera y Coleoptera (Ver Tabla 1), esto coincide con algunos trabajos en nuestro territorio en los que la mayor abundancia y diversidad se encuentra dentro de estos órdenes (21, 24) y también con estudios realizados en otros países (15, 16, 20). Estos hallazgos comprueban que los Diptera y Coleoptera son señalados como especies de gran importancia forense (9, 56, 57). La presencia de representantes del orden Hymenoptera se ha mencionado en algunos trabajos (3, 8, 18), además Goff (10) indica que las especies de este orden cumplen un rol parasitoide sobre las especies necrófagas y omnívoras que se presentan en la descomposición de un cadáver; algunos reportes también indican la presencia de ejemplares del orden Hemiptera y Lepidoptera durante el proceso de descomposición de un cadáver, sin atribuirle una importancia forense a estas especies.

El orden Diptera contó con 18 especies distribuidas en 8 familias (Ver Tabla 3), de las cuales la familia Calliphoridae presentó la mayor cantidad de especies; en relación a ello, esta familia ha sido señalada de interés forense en diversos trabajos (6, 8, 9, 10). La especie *Sarconesia splendida* estuvo presente durante todo el proceso de descomposición, lo que coincide con otros trabajos que señalan que esta especie se registra con mayor frecuencia (22, 25).

Se registraron algunas especies de importancia forense dentro la familia Calliphoridae, las cuales fueron *Cochliomyia macellaria*, *Comptosomyiops melloi*, *Sarconesia versicolor* y *Sarconesiopsis magellanica*; estas especies han sido señaladas como principales necrófagas en varios trabajos de descomposición cadavérica (5, 18, 22).

La familia Muscidae ha sido mencionada en otros trabajos similares de entomofauna cadavérica, en los cuales la indican como una familia de importancia sarcosaprófaga (9), en este trabajo solo se registró a *Musca domestica* dentro de esta familia, probablemente debido a la altitud de la zona de estudio. La familia Sarcophagidae también es mencionada en estudios sobre procesos de descomposición, siendo importante debido a que sus larvas consumen la mayoría de los tejidos presentes en un cadáver (56, 57); por otro lado esta familia no fue registrada en el trabajo de Iannaconne (21) donde menciona que su ausencia podría explicarse por la temporada en la que se hizo su estudio. Se registra también a la familia Fannidae y Piophilidae, ambas con especies necrófagas de importancia.

El orden Coleoptera presentó 18 especies distribuidas en 10 familias (Ver Tabla 4), siendo las familias Staphylinidae, Trogidae, Histeridae y Staphylinidae de mayor importancia forense, indicada como necrófilos diversos trabajos (2, 6, 8, 9, 29, 31).

*Oxelytrum anticola* (Coleoptera, Silphidae) fue registrada desde el inicio hasta el final del proceso de descomposición, siendo la segunda especie con mayor cantidad de registros durante el muestreo, esta especie es característica por sus hábitos necrófagos (34, 51, 58, 59), adicionalmente en nuestro país se le ha atribuido una distribución que coincide con el departamento de Ayacucho (58, 59). Asimismo la familia Silphidae ha sido particularmente relacionada con los procesos de descomposición debido a que muchas de sus especies poseen hábitos necrófagos (9, 26, 51, 58). Esta familia registró una especie en el estudio sobre descomposición cadavérica en un cerdo realizado por Oré (25) en Ayacucho, Perú; probablemente su presencia se atribuya a la distribución de esta especie.

De manera similar, *Polynoncus peruanus* (Coleoptera, Trogidae) fue registrada durante las 5 etapas de descomposición observadas (Ver Tabla 8), asimismo la presencia de esta familia fue identificada en estudios similares (25, 29, 33), explicando su presencia por la distribución y

hábitos de esta familia. Cabe resaltar que la ecología de esta familia ha sido relacionada principalmente con la descomposición de fibras capilares y restos de piel provenientes de carcasas en descomposición (33), en base a esto se podría explicar la alta presencia de esta especie en la carcasa de vicuña al contar con mucha fibra de la cual alimentarse; se plantea la idea de que esta familia pudiera estar presente incluso luego de muchos meses después de haber finalizado la etapa de restos.

La familia Staphylinidae estuvo presente con las especies del género *Aleochara* y *Creophilus maxilosus*, dentro de esta familia se mencionan especies con características sarcosaprófagas y depredadoras (29, 31, 52). Esta familia fue registrada en un área con similares condiciones ambientales (25). Las especies del género *Aleochara* han sido catalogadas como depredadoras de huevos y larvas de dípteros, tal como es mencionado en algunos trabajos citados por Klimaszewski (35), en base a ello se podría señalar que la constante presencia de estas especies pudo haber estado relacionada con el ciclo biológico de algunos dípteros necrófagos que participaron del proceso de descomposición. *Creophilus maxilosus* también fue observada en el trabajo realizado por Ore (25), pudiendo explicar su presencia debido a la distribución de esta especie, adicionalmente cabe mencionar que esta especie presenta características depredadoras y de importancia forense (29, 52). Otra familia que es mencionada en diversos trabajos de entomofauna forense (29, 30) viene a ser Histeridae, en este trabajo se registra únicamente el género *Euspilotus*. Se estima que la ausencia de otras especies de esta familia podría estar influenciada por la ubicación de la zona de estudio o el tipo de carcasa utilizada en el presente trabajo.

Dentro de Coleoptera también se registraron las familias Anthicidae, Carabidae, Curculionidae, Meloidae, Tenebrionidae y Scarabaeidae. Cabe resaltar la ausencia de la familia Dermestidae y Cleridae, puesto que ha sido mencionada en diversos trabajos similares de descomposición cadavérica utilizando cerdos domésticos (19, 21, 24, 25), probablemente debido a que la investigación se desarrolló en una zona de gran altitud. En contraste, se registra la presencia de una especie del género *Aphodius*, el cual fue observado en reiteradas ocasiones cerca de las vísceras de la carcasa utilizada.

En cuanto al orden Hemiptera solo se registró un representante de la familia Ceratocombidae; asimismo el orden Lepidoptera ha sido poco observado en distintos estudios de descomposición cadavérica (3, 18), probablemente debido a que la mayoría de estas especies suelen alimentarse exclusivamente de néctar de flores, en esta investigación se registran las familias Pieridae, Nymphalidae y Lycaenidae.

Respecto a los roles tróficos observados durante el presente estudio, se menciona la categorización realizada por Goff (10) en la que agrupa 4 categorías: Necrófagos, Parasitoides y depredadores, Omnívoros e Incidentales. Como se observa en la Figura 7 la categoría necrófagos presentó la mayor cantidad de familias y de especies, lo cual coincide con la mayoría de trabajos realizados en descomposición cadavérica, en los cuales mencionan la importancia de esta categoría trófica en el proceso de descomposición. Asimismo, como se observa en la Figura 12, esta categoría fue la que más se observó durante las etapas de descomposición, presentando 16 especies en la fase fresco y de descomposición avanzada. Al respecto de las otras categorías tróficas cabe mencionar que únicamente en la etapa de descomposición activa se observaron especies que pudieron actuar como parasitoides y depredadores, mientras que los incidentales fueron observados desde el inicio de la descomposición.

En el estudio, los necrófagos estuvieron distribuidos entre los órdenes Diptera y Coleoptera. Dentro de los parasitoides cabe destacar la presencia del orden Hymenoptera con las familias Sphecidae e Ichneumonidae, las cuales han sido mencionadas como parasitoides de larvas de dípteros (9). Las especies omnívoras estuvieron presentes en baja cantidad, pero su presencia fue registrada en la mayoría de las etapas, a excepción de Restos. Cabe mencionar que en esta última etapa solo hubo presencia de especies necrófagas, en la categoría incidentales se registran especies de orden Coleoptera con especies de la familia Meloidae y Tenebrionidae, así como también a los órdenes Hemiptera con una especie de la familia Ceratocombidae y al orden Lepidoptera con las familias Pieridae, Nymphalidae y Lycaenidae; la presencia de estas especies podría ser debido a la diversidad biológica de la zona.

La etapa de Descomposición activa fue la que presentó mayor cantidad de especies junto con la etapa de Hinchazón, la etapa Restos fue la que presentó menor cantidad de especies (Ver Figura 7), esto podría explicarse debido a la disminución de recursos energéticos provenientes de la carcasa en descomposición. En tal sentido, también se aprecia un aumento en la cantidad de especies desde la etapa Fresco, teniendo su pico en la etapa de Descomposición activa y disminuyendo durante la etapa final de Restos; es así que en la etapa de Descomposición activa se logra observar diversas especies de los roles tróficos mencionados anteriormente.

Sobre la presencia de cada especie registrada durante las etapas de descomposición, se puede afirmar que existe una marcada presencia por las especies del orden Diptera al inicio del proceso; en efecto, los Diptera han sido indicados como un grupo de gran importancia forense y como los primeros colonizadores de un cuerpo en descomposición (1, 5, 9). Sumado a ello podemos mencionar que el orden Coleoptera tuvo una presencia menos notoria durante las

primeras etapas de descomposición, resaltando únicamente algunas especies que se registraron durante todas las fases del proceso. Ambos órdenes son mencionados en diversos trabajos (21, 22) como de gran importancia en sucesiones entomológicas; en nuestro caso no se observó una mayoritaria presencia por alguno de estos órdenes, sino más bien se pudo registrar una misma cantidad de especies para ambos, esto podría haber ocurrido debido al tipo de ambiente, condiciones climatológicas y diversidad del área silvestre donde se realizó el estudio.

## V. CONCLUSIONES

1. La entomofauna cadavérica colectada en la carcasa de *Vicugna vicugna* estuvo constituida en su mayoría por especímenes de los órdenes Diptera y Coleoptera, y en menor número por los órdenes Hymenoptera, Hemiptera y Lepidoptera.
2. Según el rol trófico, las especies más abundantes registradas se ubican en la categoría de necrófagos; seguidas de los incidentales, los omnívoros, y finalmente los parasitoides y depredadores.
3. La duración estimada del proceso de descomposición de *Vicugna vicugna* (Molina 1782) “vicuña” fue de 72 días, entre las etapas de Fresco, Hinchado, Descomposición activa, Descomposición avanzada y Restos, presentándose la mayor duración en la etapa de descomposición avanzada.
4. Las especies *Sarconesia splendida* y *Compsomyiops arequipensis* (Diptera: Calliphoridae), junto con *Oxelytrum anticola* (Coleoptera: Silphidae) y *Polynoncus peruanus* (Coleoptera: Trogidae) se registraron durante las 5 etapas de descomposición de la carcasa de *Vicugna vicugna* (Molina 1782).
5. Las primeras especies de importancia forense registradas sobre la carcasa en descomposición fueron *Calliphora nigribasis*, *Sarconesia splendida*, *Oxelytrum anticola* y *Polynoncus peruanus*; adicionalmente se observó una especie de la familia Lycaenidae (Lepidoptera) en el primer día de muestreo.
6. Se registraron especies de importancia forense dentro del orden Coleoptera pertenecientes a las familias Staphylinidae, Silphidae, Histeridae, Trogidae y Scarabaeidae.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar estudios de crianza de dípteros y coleópteros colectados en carcasas de “vicuña” en descomposición.
2. Realizar estudios de descomposición cadavérica en épocas donde haya menor presencia de precipitaciones.
3. De preferencia, muestrear al mediodía o en horas cercanas para aprovechar la iluminación solar y alta temperatura ambiental, y así propiciar el registro de insectos.
4. Comparar la sucesión entomológica de una carcasa de vicuña que no presente lesiones corporales y una con lesiones de sarna.
5. Utilizar un cerdo doméstico como biomodelo animal para comparar la entomofauna cadavérica presente en el proceso de descomposición en la misma zona y condiciones ambientales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson G, Vanlaerhoven S. Initial studies on insect succession on carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences* [Internet]. 1996; 41, 617-625.
2. Magaña C. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal. *Data de la Muerte. Bol. S.E.A.* [Internet]. 2001; 28: 49-57.
3. Ramos-Pastrana Y, Virguez-Díaz Y, Wolff M. Insects of Forensic importance associated to cadaveric decomposition in a rural area of the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. *Acta Amazonica.* [Internet]. 2018; 48: 126-136.
4. Tabor K, Brewster C, Fell R. Analysis of the successional patterns of insects on carrion in Southwest Virginia. *Journal of Medical Entomology* [Internet]. 2004; 41 (4): 785-795.
5. Nuñez J, Liria J, Tocci N. Dípteros de importancia forense en adyacencias de la morgue del Hospital Adolfo Prince Lara, Puerto Cabello, Edo. Carabobo-Venezuela. *Salus* [Internet]. 2016; 20(1): 22-26.
6. Smith K. *A manual of Forensic entomology.* Trustees of the British Museum (Nat. Hist.) and Cornell University Press. England; 1986.
7. Dillon L. *Insect succession on carrion in three biogeoclimatic zones of British Columbia.* [Master Thesis; Internet]. [Canadá]: Simon Fraser University; 1997.
8. Payne J. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology.* [Internet]. 1965; 46 (5).
9. Catts E, Goff M. Forensic entomology in criminal investigations. *Annu Rev Entomol* [Internet]. 1992; 37:253-72.
10. Goff M. Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Exp Appl Acarol* [Internet]. 2009; 49; 21-36.

11. Schoenly K, Goff M, Wells J, Lord W. Quantifying statistical uncertainty in succession-based entomological estimates of the postmortem interval in death scene investigations: a simulation study. *Am Entomol.* [Internet]. 1996; 42: 106-112.
12. Matuszewski S, Hall M, Moreau G, Schoenly K, Tarone A, Villet M. Pigs vs people: the use of pigs as analogues for humans in Forensic entomology and taphonomy research. *International Journal of Legal Medicine.* [Internet]. 2020; 134: 793-810.
13. Andrade K, Ruiz C, Córdova M. Estudio comparativo de insectos asociados a cadáveres de cobayas en dos formas de muerte en Castilla, Piura (Perú). *Cuad. Med. Forense* [Internet]. 2018; 24 (1-2): 6-13.
14. Saavedra D, Andrada K, Henser V, Córdova M. Coleópteros (Insecta: Coleoptera) asociados a cadáveres de vertebrados marino-costeros en la Playa Colán, Piura (Perú). *Folia Entomol. Mex.* [Internet]. 2019; 5 (1): 1-8.
15. Olaya L. Entomofauna sucesional en el cadáver de un cánido en condiciones de campo en la Universidad del Valle (Cali-Colombia). *Cuadernos de Medicina Forense.* [Internet]. 2001; 03.
16. Salazar J. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo – Venezuela. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* [Internet]. 2006; 23(1).
17. Aballay F, Fernández F, Mulieri P, Urquiza S. Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense en la puna de Catamarca, Argentina: la ovoviviparidad como ventaja en condiciones de extrema aridez. *Rev Soc Entomol Argent.* [Internet]. 2011; 70 (3-4):255-266.
18. Ries C, Blochtein B. Insect fauna associated with exposed pig carcasses in Southern Brazil. *Entomo Brasiliis* [Internet]. 2015; 8 (3): 180-188.
19. Castro M, Centeno N, González-Vainer P. An initial study of insect succession on pig carcasses in open pastures in the northwest of Uruguay. *Forensic Science International.* [Internet]. 2019; 302.
20. Remedios-De León M, Castro M, Morelli E. Artropodofauna cadavérica asociada a *Sus scrofa* L. en el sur de Uruguay. *Bol Soc Zool Uruguay (2da época).* [Internet]. 2019; 28(1): 21-28.

21. Iannaconne, J. Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callo, Perú. *Rev Brasil Zool.* [Internet]. 2003; 20 (1): 85-90.
22. Murrugara, V. Sucesión de artropofauna en cadáveres de cerdos (*Sus scrofa* L. 1758), en Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú. [Tesis de Título; Internet]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016.
23. Infante, C. Entomofauna asociada a restos cadavéricos de cerdos y su utilidad en la cronotanatognosis en la provincia de Ica, Octubre 2002-Marzo 2003. [Tesis de Título; Internet]. [Ica]: Universidad Nacional San Luis Gonzaga; 2003.
24. Gines-Carrillo, E., Alcántara-Mimbela, M., Calderón-Arias, C., Infante-Valdez, C., Villacorta-Angulo, M. Entomofauna de interés forense asociada a restos cadavéricos de cerdos (*Sus scrofa* L.), expuestos a condiciones de campo en Lambayeque – Perú. *Rev. Peru. Entomol.* 2015; 50 (1): 1-11.
25. Oré M. Entomofauna tanatológica en el proceso de descomposición del cadáver de *Sus scrofa* “cerdo”. Ayacucho 2016, 2017. [Tesis de Título; Internet]. [Ayacucho]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2017.
26. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). Plan Maestro de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille 2014-2019. Lima. Ministerio del Ambiente; 2014.
27. Google. Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille, Ayacucho. Google Maps. (s.f.).
28. Cruise A., Hatano E., Watson D., Schal C. Comparison of techniques for sampling adult necrophilous insects from pig carcasses. *Journal of Medical Entomology.* [Internet]. 2018; 55(4): 947-954.
29. Almeida L., Mise K. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. *Revista Brasileira de Entomologia.* [Internet]. 2009; 53(2): 227-244.
30. Aballay F., Arriagada G., Flores G., Centeno N. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. *Zookeys.* [Internet]. 2013; 261: 61-84.

31. Aballay F., Chani-Posse M., Ayón M., Maldonado M., Centeno N. An illustrated key to and diagnoses of the species of Staphylinidae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. *Zootaxa*. [Internet]. 2014; 3860(2): 101-124.
32. Aballay F, Flores G, Silvestro V, Zanetti N, Centeno N. An illustrated key to, and diagnoses of the species of Tenebrionidae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. *Annales Zoologici*. [Internet]. 2016; 66(4): 703-726.
33. Scholtz C. Revision of the Trogidae of South America (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Natural History*. [Internet]. 1990; 24: 1391-1456.
34. Peck S, Anderson R. Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae*. [Internet]. 1985; 21: 247-317.
35. Klimaszewski J, Maus C. Review of Bernhauer's types of *Aleochara* from South America (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae). *Zoological Studies*. [Internet]. 1999; 38(2): 207-221.
36. Carvalho C, Mello-Patiu C. key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*. [Internet]. 2008; 52(3): 390-406.
37. Domínguez M, Aballay F. An updated key to the species of *Fannia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Fannidae) of Southern America, and the description of a new species from Mendoza, Argentina. *Zootaxa*. [Internet]. 2014; 3795 (2): 152-160.
38. Wendt L, Carvalho C. Taxonomia de Fannidae (Diptera) do sul do Brasil - II: Novas especies e chave de identificacao de *Fannia* Robineau-Desvoidy. *Revista Brasileira de Entomologia*. [Internet]. 2009; 53(2): 171-206.
39. González-Mora D, Peris S, Mariluis J. Notas sobre la taxonomía y distribución del género *Compsomyiops* Twonson, 1918 (Diptera, Calliphoridae). *Bol R Soc Esp Hist Nat (Sec. Biol.)*. [Internet]. 1998; 94(1-2): 15-21.
40. Greenberg B, Szyska M. Immature Stages and Biology of Fifteen Species of Peruvian Calliphoridae (Diptera). *Annals of the Entomological Society of America*. [Internet]. 1984; 77(5): 488-517.

41. Dear J. A revision of the New World Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira de Zoologia*. [Internet]. 1985; 3(3): 109-169.
42. Amat E, Vélez M, Wolff M. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de Califóridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia*. [Internet]. 2008; 30(1): 231-244.
43. Amat E. Contribución al conocimiento de las Chrysomyinae y Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. [Internet]. 2009; 80: 693-708.
44. Whitworth T, Rognes K. Identification of Neotropical blow flies of the genus *Calliphora* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae) with the description of a new species. *Zootaxa*. [Internet]. 2012; 3209: 1-27.
45. Rasmussen C, Asenjo A. A checklist to the wasps of Peru (Hymenoptera, Aculeata). *ZooKeys*. [Internet]. 2009; 15: 1-78.
46. Carrasco F. Catálogo de la Familia Ichneumonidae peruanos. *Revista Peruana de Entomología*. [Internet]. 1972; 15(2): 324-332.
47. Menke A, Fernández F. Claves ilustradas para las subfamilias, tribus y géneros de esfécidos neotropicales (Apoidea: Sphecidae). *Revista de Biología Tropical*. [Internet]. 1996; 44(2).
48. Zumbado M, Azofeifa D. Insectos de importancia agrícola: Guía básica de entomología Costa Rica y Centroamérica. [Internet]. 1ra Ed. Costa Rica: Heredia. 2018. pp.204.
49. Duarte M, Marconato G, Specht A, Casagrande M. Lepidoptera. En: Albertino J. et al. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. [Internet]. 1ra Ed. Brasil: Holo. 2012. pp. 625-682.
50. Pogue M. Biodiversity of Lepidoptera. En: Footitt R, Adler P. *Insect biodiversity: Science and Society*. [Internet]. 1st Ed. United Kingdom: Wiley-Blackwell. 2009. pp. 325-355.

51. Sikess D, Chaboo C. Beetles (Coleoptera) of Peru: A survey of the Families. Silphidae. Journal of the Kansas Entomological Society. [Internet]. 2015; 88(2): 184-185.
52. Newton A. Beetles (Coleoptera) of Peru: A survey of the Families. Staphylinidae Latreille, 1802. Journal of the Kansas Entomological Society. [Internet]. 2015; 88(2): 283-304.
53. Ratcliffe B et al. Beetles (Coleoptera) of Peru: A survey of the Families. Scarabaeoidea. Journal of the Kansas Entomological Society. [Internet]. 2015; 88(2): 184-185.
54. Safenraiter M, Campos-Soldini M, Fernández E, Del Rio M. Escarabajos vesicantes Sudamericanos (Coleoptera: Meloidae). Aportes al estado del conocimiento del género andino *Pseudomeloe* Fairmaire y Germain. Idesia. [Internet]. 2019; 37(1): 101-113.
55. Vasconcelos S, Araujo M. Necrophagous species of Diptera and Coleoptera in northeastern Brazil: state of the art and challenges for the Forensic Entomologist. Revista Brasileira de Entomologia. [Internet]. 2012; 56(1): 7-14.
56. Flores V, Dale W. Un estudio sobre la ecología de las moscas Sarcophagidae en la costa central peruana. Rev. Per. Ent. [Internet]. 1996; 38: 13-17.
57. Mello-Patiu C, Mariluis J, Silva K, Patitucci L, Mulieri P. Sarcophagidae. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. [Internet]. 2014; 4: 476:490.
58. Giraldo-Mendoza A. Nuevos registros de Silphidae (Coleoptera) para Perú, con comentarios sobre su ecología y distribución. Archivos Entomológicos. [Internet]. 2016; 16: 139-150.
59. Bustamante-Navarrete A, Oroz-Ramos A, Yábar-Landa E, Marquina-Montesinos E, Elme-Tumpay A. Contribución al conocimiento de los escarabajos de la familia Silphidae (Coleoptera) en el Perú. Archivos Entomológicos. [Internet]. 2017; 17: 135-143.
60. Suarez R, Cerdeña J, Zumarán G, Alvarado M. Avispas parasitoides Ophioninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) del departamento de Arequipa, Perú. Revista peruana de biología. [Internet]. 2021; 28(2).

61. Juárez-Noe G, González-Coronado U. Listado de himenópteros (Insecta: Hymenoptera) de la Región Piura, Perú. *Folia Entomológica Mexicana*. [Internet]. 2018; 4(2): 48-65.
62. Martínez J, Torretta J. Nuevos registros de *Messatoporus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) de la Argentina, con comentarios sobre su biología. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. [Internet]. 2015; 74(3-4): 213-216.
63. Barrera-Medina R, Sepúlveda-Osorio J. Primer reporte de *Sceliphron caementarium* (Drury, 1773) (Hymenoptera: Sphecidae) para Chile. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. [Internet]. 2014; 55: 295-297.
64. Horta J, Pinson O, Barrientos L, Correa A. Sphecidae y Crabronidae (Hymenoptera) de algunos municipios del Centro y Sur de Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. [Internet]. 2007; 23(3): 35-48.
65. Ortiz M. Biodiversidad afidológica (Homóptera: Aphididae) en las áreas cultivadas de la Cuenca Baja del Río Lurín. *Biotempo*. [Internet]. 1998; 3: 53-56.
66. León-López S, Ortiz M. Aphididae (Hemiptera) de *Rosa sp*, procedentes de Lima-Perú. *Revista de Ciencias*. [Internet]. 2014; 10:9-17.
67. Lamas G, Grados J, Valencia G. Las mariposas de Machu Picchu, Cuzco, Perú: Un inventario preliminar (Lepidoptera: Rhopalocera). *Revista Peruana de Entomología*. [Internet]. 1999; 41: 1-8.
68. Brown K. Geographical patterns of evolution in Neotropical Lepidoptera: Systematics and derivation of known and new Heliconiini (Nymphalidae: Nymphalinae). *J. Ent.* [Internet]. 1975; 44(3): 201-242.
69. Villalobos-Moreno A, Cepeda-Olave N, Salazar-Escobar J, Agudelo-Martínez J. Butterflies of the family Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) of the Frio river basin, northeastern Andes of Santander, Colombia. *Revista Chilena de Entomología*. [Internet]. (2020); 46(3): 533-543.
70. López C, Cárdenas R. Composición faunística de las comunidades de mariposas diurnas de un bosque subandino tropical, Colombia (Lepidoptera: Rhopalocera) Parte I. *Boletín Científico: Centro de Museos, Museo de Historia Natural*. [Internet]. 2002; 6(1): 45-71.

71. Vélez D, Gallego-Ropero M, Riascos Y. Diversidad de mariposas diurnas (Insecta: Lepidóptera) de un bosque subandino, Cajibío, Cauca. Boletín Científico: Centro de Museos, Museo de Historia Natural. [Internet]. 2015; 19(1): 263-285.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1. Permiso de Investigación en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D' Achille



#### RESOLUCIÓN JEFATURAL DE LA RESERVA NACIONAL PAMPA GALERAS BÁRBARA D'ACHILLE N° 026-2019-SERNANP-DGANP-RNPG-J

Nasca, 30 de diciembre de 2019

#### VISTO:

El Informe Técnico N° 038-2019-SERNANP-DGANP-RNPG, de fecha 30 de diciembre de 2019, elaborado por el biólogo, Santiago Paredes Guerrero, especialista de la Reserva Nacional Pampa Galeras-Bárbara D' Achille y tomando en cuenta la normatividad vigente.

#### CONSIDERANDO:

Que, el artículo 68° de la Constitución Política del Perú establece que es obligación del Estado promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas;

Que, según lo previsto en los incisos g) e i) del artículo 2° de la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, unos de sus principales objetivos de protección es servir de sustento y proporcionar medios y oportunidades para el desarrollo de la investigación científica;

Que, el artículo 8° de la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, establece en sus incisos b) y c) que el Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA (Hoy SERNANP) tiene entre otras funciones proponer la normatividad requerida para la gestión y desarrollo de las Áreas Naturales Protegidas y aprobar las normas administrativas y desarrollo de estas;

Que, en concordancia con ello, en el artículo 29° de la precitada Ley, se establece que el Estado reconoce la importancia de las Áreas Naturales Protegidas para el desarrollo de la investigación científica básica y aplicada, siempre que no afecte los objetivos de conservación, se respete la zonificación y las condiciones establecidas en el Plan Maestro;

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprobó la creación del Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado - SERNANP como organismo técnico especializado del Ministerio del Ambiente, constituyéndose en el ente rector del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado –SINANPE y en su autoridad técnica normativa;

Que, en este mismo sentido, el Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, aprobado mediante Decreto Supremo N° 016-2009-MINAM, señala que la investigación científica es considerada como uno de los objetivos de creación de las Áreas Naturales Protegidas, y como una actividad inherente al SINANPE y su gestión, no contando dicha actividad con restricción alguna en la medida que cumpla la normatividad, y no se contraponga con los objetivos de creación del Área Natural Protegida en cuestión, y sus instrumentos de planificación;

Que, es importante señalar que mediante Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, de fecha 23 de setiembre de 2015, se declara de interés nacional el desarrollo de investigaciones científicas en las áreas naturales protegidas de administración nacional determinándose su gratuidad, así como los procedimientos de aprobación automática y evaluación previa para su otorgamiento;

Que, en el artículo 4° del mencionado Decreto Supremo, se prevé cinco supuestos en los que la autorización de investigación requiere de evaluación previa: a) Ingreso a ámbitos de acceso restringido, **b) La colecta o extracción de muestras biológicas**, c) Se prevea la alteración del entorno o instalación de infraestructura en el caso de áreas naturales protegidas de administración



nacional, **d) El uso de equipo o infraestructura perteneciente a las ANP de administración nacional, e) Investigación en predios privados;**

Que, mediante Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP, de fecha 23 de diciembre del 2015, se aprueba la "Disposiciones complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación", donde se precisan las normas y lineamientos que regulan las investigaciones realizadas al interior de las Áreas Naturales protegidas de administración nacional;

Que, en el artículo 23° de la precitada norma, establece que la jefatura del área natural protegida efectuará la evaluación del plan de investigación, la cual deberá constar en un informe que servirá de sustento para la autorización correspondiente, teniendo en cuenta los supuestos que menciona el artículo 4° del Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM;

Que, mediante solicitud presentada el día 11 de febrero del 2019, el señor Ulises Rodrigo Infante Huaytalla, identificado con DNI 74201671, egresado de Biología de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, solicita autorización para realizar la investigación en el ANP con colecta de muestra biológica titulada: "**Entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782), de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille, Ayacucho, Noviembre 2019 – Abril 2020**", por el periodo de seis (06) meses;

Que, se debe señalar que el número de coletas deben ser lo **razonablemente proporcional para cumplir estrictamente con los objetivos de investigación**, evitando impactar sobre las poblaciones de las especies de fauna silvestre legalmente protegidas y que son los objetivos de conservación del plan maestro 2014-2019 del ANP;

Que, a través del Informe del visto, la Jefatura de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille evalúa la solicitud presentada, concluyendo que el expediente cumple con los requisitos establecidos en el artículo 18° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, que el Plan de Investigación se encuentra conforme al criterios establecido en el artículo 23° de la Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP;

En uso de las atribuciones conferidas por el numeral 2.1 del artículo 2° del Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, el artículo 14° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, aprobadas por Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP, y el artículo 27° del Reglamento de Organización y Funciones del SERNANP, aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2008-MINAM.

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Autorizar el desarrollo de la investigación científica con colecta de muestra biológica, titulado "**Entomofauna cadavérica de *Vicugna vicugna* (Molina 1782), de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille, Ayacucho, Noviembre 2019 – Abril 2020**", a favor del señor Ulises Rodrigo Infante Huaytalla, a ser realizada en el área de aprovechamiento directo (AD) conforme a la zonificación establecida en el Plan Maestro de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille, por el periodo de seis (06) meses, contando a partir de la fecha de emisión de la presente Resolución.

**Artículo 2°.-** Autorizar el ingreso al Área Natural Protegida, al siguiente personal responsable de la investigación:

NOMBRES / APELLIDOS	N° DNI	NACIONALIDAD	ESPECIALIDAD
ULISES RODRIGO INFANTE HUAYTALLA	74201671	PERUANA	BIOLOGIA



**Artículo 3°.-** Los integrantes del equipo de investigación son responsables de conocer y cumplir las disposiciones contenidas en la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 038-2001-AG, modificado por Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, así como en la Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP. Asimismo, los investigadores deberán cumplir con las normas que la Jefatura y su personal dispongan durante el desarrollo de la investigación.,

**Artículo 4°.-** En caso fortuito o de fuerza mayor, la Jefatura del Área Natural Protegida se encontrará facultada para adoptar las medidas que resulten pertinentes para hacer frente a la situación generada, las mismas que podrán implicar una modificación de los alcances de la Autorización de ingreso para investigación científica otorgada a través de la presente Resolución.

**Artículo 5°.-** El señor Ulises Rodrigo Infante Huaytalla, autorizado en el artículo 1° y 2° de la presente Resolución, en su calidad de investigador principal se compromete a:

- a. Presentar copia de la presente autorización al personal del ANP que lo solicite.
- b. No extraer muestras biológicas, diferentes a las autorizadas.
- c. Comunicar al SERNANP cualquier descubrimiento nuevo para la ciencia, debiendo entregar una copia del depósito del holotipo del nuevo taxa en una institución científica nacional.
- d. Gestionar los permisos de exportación ante la autoridad competente, cuando se requiera enviar al extranjero parte del material biológico colectado.
- e. Entregar una vez publicado los resultados de la investigación, una copia digital de la publicación al SERNANP y autorizar su registro en la biblioteca digital del SERNANP.
- f. Entregar a la jefatura del ANP un informe final de la investigación

El incumplimiento injustificado de estos compromisos producirá el ingreso del investigador en la lista de investigadores inhabilitados para próximas autorizaciones emitidas por el SERNANP.

**Artículo 6°.-** La autorización a la que se refiere el Artículo 1° caducará automáticamente al vencer el plazo concedido, por el incumplimiento injustificado de los compromisos adquiridos o por cualquier daño al patrimonio natural, sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles o penales que pudieran originarse.

**Artículo 7°.-** El SERNANP se abstiene de toda responsabilidad por los accidentes o daños que puedan sufrir los integrantes del equipo de investigación durante el desarrollo del proyecto de investigación científica.

**Artículo 8°.-** Regístrese la presente Resolución en el Módulo de Seguimiento a las autorizaciones de investigación del SERNANP, en el archivo de autorizaciones de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D'Achille y publíquese en la página web institucional: [www.sernanp.gob.pe](http://www.sernanp.gob.pe)



Regístrese y Comuníquese



**Blgo. Allan Reinhard Flores Ramos**  
Jefe  
Reserva Nacional Pampa Galeras-BA  
CBP. 6996

**ANEXO 2.** Esquema de colecta de datos de campo

FICHA DE MUESTREO	
DIA:	HORA:
ESPECIES COLECTADAS	CAMBIOS FÍSICOS
1	1
2	2
3	3
4	4
...	...

Elaboración propia.

**ANEXO 3.** Insectos observados en la carcasa de *Vicugna vicugna*

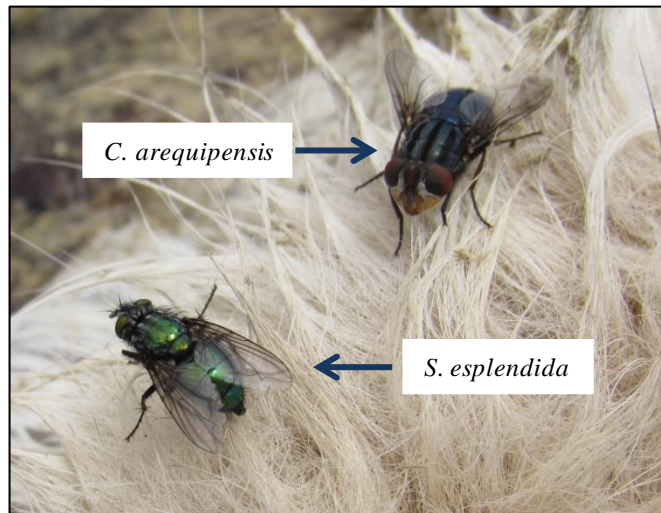


Figura 9. Individuos de *Compsomyiops arequipensis* (der.) y *Sarconesia splendida* (izq.) en los primeros días de descomposición



Figura 10. Individuo de *Sarconesia splendida* ingresando en la fosa nasal de la carcasa



Figura 11. Incremento en la cantidad de insectos sobre la carcasa de vicuña



Figura 12. Individuo de *C. arequipensis* posado sobre la carcasa de vicuña



Figura 13. Individuo de *Oxelytrum anticola* posado sobre la carcasa de vicuña



Figura 14. Individuos de *S. splendida* posados sobre la carcasa de vicuña

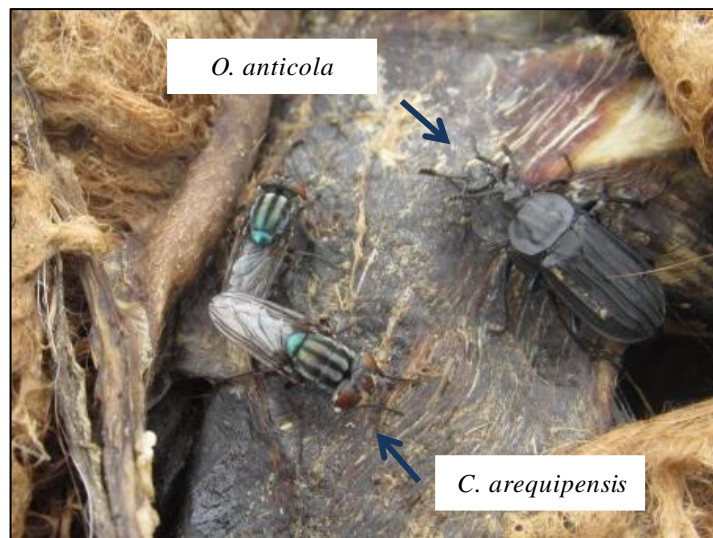


Figura 15. Individuos de *C. arequipensis* (izq.) y de *O. anticola* (der.) sobre la carcasa de vicuña



Figura 16. Individuo de *Curculionidae sp1* sobre la carcasa de vicuña



Figura 17. Individuo de *Aleochara sp1* sobre la carcasa de vicuña



Figura 18. Individuo de *Polynoncus peruanus* alimentándose de la fibra de vicuña



Figura 19. Individuo de *O. anticola* depredando una larva de díptero



Figura 20. Masa de larvas de dípteros debajo del tejido de la carcasa de vicuña

ANEXO 4. Entomofauna de interés forense presente en la carcasa de *Vicugna vicugna*

DIPTERA



Figura 21. *Calliphora nigribasis* Macquart 1851 (Calliphoridae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).

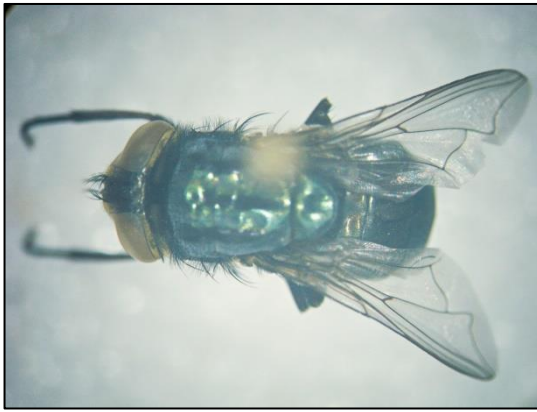


Figura 22. *Cochliomyia macellaria* Fabricius 1775 (Calliphoridae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 23. *Compsomyiops arequipensis* Mello 1968 (Calliphoridae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 24. *Compsomyiops melloi* Dear 1985 (Calliphoridae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 25. *Sarconesia splendida* Townsend 1918 (Calliphoridae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 26. *Sarconesia versicolor* Bigot 1857 (Calliphoridae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 27. *Musca domestica* Linnaeus 1758 (Muscidae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 28. Sarcophagidae – Especie 1 (Sarcophagidae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).

## COLEOPTERA

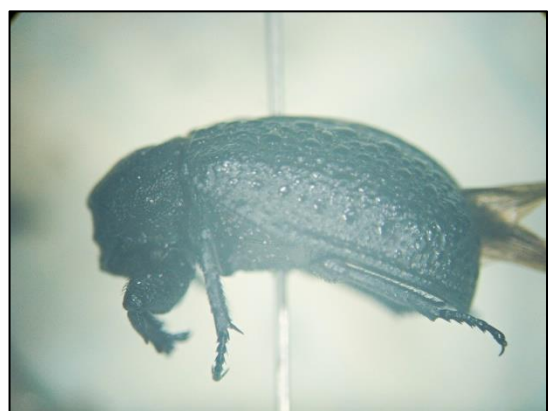


Figura 29. *Polynoncus peruanus* Erichson 1847 (Trogidae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 30. *Oxelytrum anticola* Guérin-Ménéville 1855 (Silphidae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 31. *Creophilus maxilosus* Linnaeus 1758 (Staphylinidae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 32. *Aleochara sp1* Gravenhorst 1802 (Staphylinidae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).

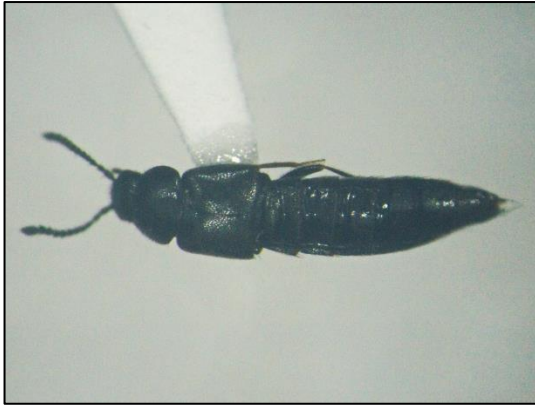


Figura 33. *Aleochara sp2* Gravenhorst 1802 (Staphylinidae) – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 34. *Aphodius sp* Illiger 1798, Morfotipo 1 – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).



Figura 35. *Euspilotus*, Morfotipo 1 – Vista dorsal (izquierda) y Vista lateral (derecha).

**ANEXO 5.** Constancia de identificación de especies emitida por el Jefe del Área de Entomología Forense del Instituto de Medicina Legal Morgue Central de Lima.

**CONSTANCIA**

El que suscribe, Blgo. Marco Antonio Villacorta Angulo, Biólogo del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Morgue Central de Lima, hace contar que, a solicitud del Sr. Infante Huaytalla, Ulises Rodrigo, se han revisado los especímenes (insectos) traídos al Área de Biología Forense del Instituto de Medicina Legal identificando a nivel de Orden, Familia, Género y especie tal como a continuación se indica:

**ORDEN HEMIPTERA:**

1. Familia Ceratocombidae (Fieber, 1861)
  - a. Especie 1

**ORDEN COLEOPTERA:**

2. *Oxelytrum anticola* (Guérin-Méneville, 1855)
3. *Creophylus maxillosus* (Linnaeus, 1758)
4. *Euspilotus sp* (Lewis, 1907)
  - a. Morfotipo 1
  - b. Morfotipo 2
  - c. Morfotipo 3
5. Familia Carabidae (Latreille, 1802)
6. Familia Silphidae (Latreille, 1807)
7. Familia Staphylinidae (Lameere, 1900)
8. Familia Histeridae (Gyllenhal, 1808)
9. Familia Scarabaeidae (Latreille, 1802)
10. Familia Trogidae (MacLeay, 1819)
11. Familia Tenebrionidae (Latreille, 1802)
  - a. Especie 1
  - b. Especie 2
12. Familia Meloidae (Gyllenhaal, 1810)
13. Familia Anthicidae (Latreille, 1819)
14. Familia Curculionidae (2 especies) (Latreille, 1802)
  - a. Especie 1
  - b. Especie 2
15. Familia Curculionidae – Sub Familia Scolytinae (Latreille, 1804)

ORDEN DIPTERA:

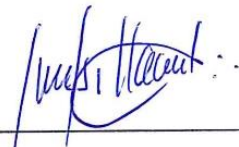
16. *Piophilidae casei* (Linnaeus, 1758)
17. *Musca domestica* (Linnaeus, 1758)
18. *Fannia* sp. (Robineau-Desvoidy, 1830)
  - a. Morfotipo 1
  - b. Morfotipo 2
19. *Calliphora nigribasis* (Macquart, 1851)
20. *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775)
21. *Comptosomyiops melloi* (Dear, 1985)
22. *Comptosomyiops arequipensis* (Mello, 1968)
23. *Sarconesiopsis magellanica* (Le Guillou, 1842)
24. *Sarconesia splendida* (Townsend, 1918)
25. *Sarconesia versicolor* (Bigot, 1857)
26. Familia Syrphidae (Latreille, 1802)
27. Familia Piophilidae (Macquart, 1835)
  - a. Especie 1
28. Familia Anthomyiidae (Robineau-Desvoidy, 1830)
29. Familia Muscidae (Latreille, 1802)
30. Familia Fanniidae (Townsend, 1935)
31. Familia Calliphoridae (Brauer & Bergenstamm, 1889)
32. Familia Sarcophagidae (Macquart, 1835) (2 especies)
  - a. Especie 1
  - b. Especie 2
33. Familia Tachinidae (2 especies) (Robineau-Desvoidy, 1830)
  - a. Especie 1
  - b. Especie 2

ORDEN HYMENOPTERA:

34. Familia Ichneumonidae (Latreille, 1802)
35. Familia Sphecidae ((Latreille, 1802))

Se expide la siguiente constancia para los fines que estime conveniente.

Lima, 01 de Julio del 2021.

  
MARCO A. VILLACORTA ANGULO  
BIÓLOGO  
C.B.P. 2964  
DNI: 25707443

**ANEXO 6.** Esquema de matriz de datos

ETAPAS DE DESCOMPOSICIÓN	FRESCO	HINCHAZON	DESC. ACTIVA	DESC. AVANZADA	RESTOS
FECHA					
DÍAS					
ESPECIES / MUESTREO					
1					
2					
3					
4					
...					
<i>n especies</i>					

Elaboración propia.

**ANEXO 7.** Etapas de descomposición observados en *Vicugna vicugna* (Molina 1782)



Figura 36. Carcasa en etapa Fresco - F - .



Figura 37. Carcasa en etapa Hinchazón - H - .



Figura 38. Carcasa en Descomposición activa - DA - .



Figura 39. Carcasa en Descomposición avanzada - DZ - .



Figura 40. Carcasa en Restos - R - .

**ANEXO 8.** Cambios físicos observados durante la descomposición de *Vicugna vicugna*



Figura 41. Carcasa con vísceras expuestas (Fresco)



Figura 42. Endurecimiento muscular (Hinchazón)



Figura 43. Degradación del tejido ocular (Descomposición activa)



Figura 44. Oscurecimiento del tejido muscular (Descomposición activa)



Figura 45. Hundimiento de la fosa ocular (Descomposición activa)



Figura 46. Reducción de tejidos (Descomposición activa)



Figura 47. Degradación de piel y cascos (Descomposición activa)



Figura 48. Reducción de tejidos (Descomposición avanzada)



Figura 49. Inicios de esqueletización (Descomposición avanzada y restos)



Figura 50. Endurecimiento muscular (Descomposición avanzada)



Figura 51. Desprendimiento de cascos (Descomposición avanzada y restos)



Figura 52. Reducción esquelética (Restos)