



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

**Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un
remanente de bosque seco de guayaquil, ecuador**

AUTORA: Jenny Marissa Barreno Pérez

TUTORA: Andrea Narváez García, Ph.D.

GUAYAQUIL, MARZO, 2021



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE BIÓLOGA**

Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de
bosque seco de guayaquil, ecuador

AUTORA:

Jenny Marissa Barreno Pérez

TUTORA:

Andrea Narváez García, Ph.D.

GUAYAQUIL, MARZO, 2021



ANEXO XI. – FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco de Guayaquil, Ecuador		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Jenny Marissa Barreno Pérez		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Andrea Elizabeth Narváez García		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ciencias Naturales		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Biología		
GRADO OBTENIDO:	Bióloga		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Marzo, 2021	No. DE PÁGINAS:	57
ÁREAS TEMÁTICAS:	Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sucesión cadavérica, Etapas de descomposición, Calliphoridae, Nitidulidae, Piophilidae / Cadaveric succession, Stages of decomposition, Calliphoridae, Nitidulidae, Piophilidae.		
RESUMEN (150-250 palabras): En Ecuador la mayor parte de estudios forenses se han hecho en zonas de clima templado y biomodelos pequeños, es por eso que este trabajo pretende entender la entomofauna relacionada a la sucesión cadavérica de un remanente de bosque de Guayaquil. Con ese objetivo se usaron cerdos como biomodelo para estudiar el proceso de descomposición y la entomofauna relacionada al mismo. Los cebos tardaron aproximadamente 20 días en llegar a la última etapa de descomposición; tiempo en el que se capturaron 12 especies de dípteros y 20 de coleópteros, donde la especie más abundante fue <i>Chrysomya albiceps</i> . Además, se registró por primera vez en el país dos especies en relación con carroña: <i>Piophila casei</i> y una especie de escarabajo de la familia Nitidulidae, insectos de interés mencionados en otros trabajos de entomología forense.			
ABSTRACT In Ecuador most of the forensic studies have been done in temperate climate zones and small biomodels, that is why this work aims to understand the entomofauna related to the cadaveric succession of a remnant of dry forest in Guayaquil. With this objective, pigs were used as a biomodel to study the decomposition process and the entomofauna related to it. The baits took approximately 20 days to reach the last stage of decomposition; time in which 12 species of Diptera and 20 of Coleoptera were captured, where the most abundant species was <i>Chrysomya albiceps</i> . In addition, two species related to carrion were registered for the first time in the country: <i>Piophila casei</i> and a species of beetle from the Nitidulidae family, insects of interest mentioned in other forensic entomology studies.			
ADJUNTO PDF:	SI	X	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0987409402		E-mail: jenny.barrenop@ug.edu.ec



CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Universidad de Guayaquil
	Teléfono: (04) 3080777 - 3080758
	E-mail: info@fccnngye.com



**ANEXO XII. – DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES
ACADÉMICOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA
OBRA CON FINES ACADÉMICOS**

Yo, Jenny Marissa Barreno Pérez con C.I. No. 0924369572, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco de Guayaquil, Ecuador son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible para el uso no comercial a favor de la Universidad de Guayaquil.

Jenny Marissa Barreno Pérez

C.I. No. 0924369572



ANEXO VII. – CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado Andrea Elizabeth Narváez García, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por Jenny Marissa Barreno Pérez, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Bióloga.

Se informa que el trabajo de titulación: Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco de Guayaquil, Ecuador, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 0% de coincidencia.

URKUND

URKUND

Document Information

Analyzed document Barreno urkund.docx (D97663427)
Submitted 3/8/2021 10:48:00 PM
Submitted by Andrea narvaez
Submitter email andrea.narvaezg@ug.edu.ec
Similarity 0%
Analysis address andrea.narvaezg.ug@analysis.arkund.com

Entire Document

Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco de Guayaquil, Ecuador
Resumen
En Ecuador la mayor parte de estudios forenses se han hecho en zonas de clima templado y biomodelos pequeños, es por eso que este trabajo pretende entender la entomofauna relacionada a la sucesión cadavérica de un remanente de bosque de Guayaquil. Con ese objetivo se usaron organismos de cerdo como biomodelo con el que se estudió el proceso de descomposición y la entomofauna relacionada al mismo. Los cebos tardaron aproximadamente 20 días en llegar a la última etapa de descomposición; tiempo en el que se capturaron 32 especies de coleópteros y dípteros, entre los que se resalta a *Chrysomya albiceps*, especie más abundante del estudio. Además, se registró por primera vez en el país dos especies en relación con carroña: *Prophila casei* y una especie de escarabajo de la familia Nitidulidae, insectos de interés mencionados en otros trabajos de entomología forense.
Palabras claves: Sucesión cadavérica, etapas de descomposición, Calliphoridae, Nitidulidae, Piophilidae

ANDREA ELIZABETH
NARVAEZ GARCIA

Digitally signed by ANDREA
ELIZABETH NARVAEZ GARCIA
Date: 2021.05.12 09:31:06
-05'00'

Andrea Elizabeth Narváez García, PhD.
C.I.: 1720145844
FECHA: 12 de marzo 2021



ANEXO VI. – CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES CARRERA DE BIOLOGÍA

Guayaquil, 12 de marzo de 2021

Sra. Dialhy Coello, Mgs.

**DIRECTORA(e) DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -**

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco de Guayaquil, Ecuador de la estudiante Jenny Marissa Barreno Pérez, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado del porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante Jenny Marissa Barreno Pérez está apta para continuar el proceso de revisión final.

Atentamente,

ANDREA
ELIZABETH
NARVAEZ GARCIA

Digitally signed by ANDREA
ELIZABETH NARVAEZ GARCIA
Date: 2021.05.12 09:31:22
-05'00'

Andrea Elizabeth Narváez García, Ph.D.
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 1720145844
FECHA: 12 de marzo de 2021



ANEXO VIII. – INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, 19 de marzo 2021

Sra. Dialhy Coello, Mgs.
DIRECTORA(e) DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco de Guayaquil, Ecuador de la estudiante Jenny Marissa Barreno Pérez. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 15 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 10 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante Jenny Marissa Barreno Pérez está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
JAIME ANTONIO
SALAS ZAMBRANO

MSc. Jaime Antonio Salas Zambrano
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. 0919730200
FECHA: 19 de marzo del 2021

DEDICATORIA

A mi madre, mi hermana y mi nana, tres mujeres que me han acompañado y enseñado durante toda mi vida, y que, en esta etapa de mi vida académica, han sabido escucharme hablarles sobre cientos de temas que me apasionaban, incluso cuando no compartían mi entusiasmo, ustedes me animaron.

Por su amor y cuidados, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mi mentora, Andrea Narváez, por despertar mi curiosidad e interés en la entomología desde el momento en que entraba en el aula de clases. Sin mencionar su vital ayuda y gran paciencia en la escritura de este estudio.

También fue importante la colaboración de las autoridades de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, por permitirme el uso de sus laboratorios. Así mismo, doy gracias al Laboratorio de Entomología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por abrirme las puertas y permitirme el uso de sus recursos, y a sus miembros, Álvaro Barragán M.Sc., Taryn Ghia M.Sc. y Washington Pruna Lcdo., quienes me ayudaron en la identificación taxonómica.

Debo agradecer a mis compañeros, quienes ayudaron en las distintas etapas de este estudio y durante otras facetas de la vida universitaria: Alejandro, Tony, Joe, Bajaanita, Benji, Génesis, Chonillo, Diego y Damar.

Así también le doy gracias a mi padre, Mario Barreno, quien impulsó el pensamiento crítico en mi formación académica e impulsó mi interés por diferentes ciencias.

Finalmente, gracias a Natalia Zapata, Jordan Medranda y Steven Peñafiel, personas sin las que no podría haber terminado este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS	4
2.1	Objetivo Específicos	4
3	ANTECEDENTES.....	5
4	MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1	Área de estudio.....	12
4.2	Preparación de la trampa	14
4.3	Fase de campo	15
4.4	Fase de laboratorio	17
4.5	Análisis y validación estadístico.....	18
5	Resultados.....	22
5.1	Composición entomológica.....	22
5.2	Etapas de descomposición	24
5.3	Factores ambientales	27
6	DISCUSIÓN.....	31
7	CONCLUSIONES	39
8	RECOMENDACIONES.....	40
9	REFERENCIAS.....	41
10	ANEXOS.....	52

Entomofauna forense utilizando cerdos como biomodelo, en un remanente de bosque seco de Guayaquil, Ecuador

Resumen

En Ecuador la mayor parte de estudios forenses se han hecho en zonas de clima templado y biomodelos pequeños, es por eso que este trabajo pretende entender la entomofauna relacionada a la sucesión cadavérica de un remanente de bosque seco en Guayaquil. Con ese objetivo se usaron cerdos como biomodelo para estudiar el proceso de descomposición y la entomofauna relacionada al mismo. Los cebos tardaron aproximadamente 20 días en llegar a la última etapa de descomposición; tiempo en el que se capturaron 12 especies de dípteros y 20 de coleópteros, donde la especie más abundante fue *Chrysomya albiceps*. Además, se registró por primera vez en el país dos especies en relación con carroña: *Piophilidae casei* y una especie de escarabajo de la familia Nitidulidae, insectos de interés mencionados en otros trabajos de entomología forense.

Palabras claves: Sucesión cadavérica, Etapas de descomposición, Calliphoridae, Nitidulidae, Piophilidae.

Forensic entomofauna using pigs as a biomodel, in a remnant of dry forest in Guayaquil, Ecuador

Abstract

In Ecuador most of the forensic studies have been done in temperate climate zones and small biomodels, that is why this work aims to understand the entomofauna related to the cadaveric succession of a remnant of dry forest in Guayaquil. With this objective, pigs were used as a biomodel to study the decomposition process and the entomofauna related to it. The baits took approximately 20 days to reach the last stage of decomposition; time in which 12 species of Diptera and 20 of Coleoptera were captured, where the most abundant species was *Chrysomya albiceps*. In addition, two species related to carrion were registered for the first time in the country: *Piophilidae casei* and a species of beetle from the Nitidulidae family, insects of interest mentioned in other forensic entomology studies.

Keywords: Cadaveric succession, Stages of decomposition, Calliphoridae, Nitidulidae, Piophilidae.

1 INTRODUCCIÓN

Los estudios de entomología forense son relevantes porque proveen herramientas para el esclarecimiento de crímenes violentos con víctimas mortales; estas permiten conocer datos importantes, como el intervalo post mortem (IPM) en función de datos asociados a diversidad y biología de insectos. El IPM estima el período de defunción de un cadáver, y se usa cuando el estado de descomposición es avanzado (más de 72 horas) por lo que es imposible determinarlo por otros medios (Gennard, 2012). Esta rama de investigación también permite determinar la procedencia del cuerpo utilizando los rangos de distribución de los insectos encontrados en los cadáveres, lo cual permite comprobar si el lugar donde se encontró la víctima corresponde a la escena del crimen (Amendt et al., 2011).

Para aplicar estas herramientas, se debe identificar a los grupos que participan en la sucesión cadavérica y el papel que desempeñan en el ecosistema y en el recurso que representan los cuerpos en descomposición; estos se dividen en varias categorías en relación a su ecología: necrófagos, predadores, omnívoros y adventista (Amendt et al., 2011; Rivers & Dahlem, 2014). Cada grupo está presente en mayor o menor proporción durante una o más de las cinco etapas de descomposición (fresco, hinchazón, descomposición activa, post-descomposición y esqueletización) observadas en un cuerpo. La duración de las fases de descomposición y las especies asociadas a cada una de ellas varían según el ecosistema y meteorología de cada sitio (Gennard, 2012).

En Latinoamérica, la aplicación de estudios entomológicos ha empezado a usarse ampliamente, especialmente en Colombia y Argentina, donde existen proyectos integrativos de entomólogos junto con el cuerpo forense, en los que se realizan pericias utilizando insectos como evidencia dentro de una corte (Torrez et al., 2006). En contraste, Ecuador no cuenta con las competencias necesarias en entomología forense para capacitar y formar especialistas (García-Ruilova & Donoso, 2015); como resultado, las autoridades, en algunos casos, emiten análisis incompletos durante el levantamiento del cuerpo,

resultado de la carencia de herramientas e instalaciones donde desarrollar estas pericias, y falta conocimiento en esta línea de investigación (Alston, 2011).

Estas insuficiencias por parte de las autoridades conllevan a problemas de seguridad pública. A pesar de que en Ecuador se reporta una disminución en la tasa homicidios en la última década, con 5.9 crímenes por cada 100 000 habitantes en 2016 (Banco Mundial, n.d.), existen grandes falencias en el esclarecimiento de estos casos; con una tasa de únicamente el 3% en casos de homicidio resueltos (Alston, 2011). Esta situación es especialmente preocupante en Guayaquil, ciudad densamente poblada, donde se reporta la mayor cantidad de homicidios del país.

Sin embargo, en el territorio nacional se han realizado esfuerzos por cubrir estas falencias. Desde el 2015, las instituciones públicas han tenido un mayor acercamiento con algunos centros de investigación, trabajando en conjunto en proyectos que integren a la entomología forense dentro de las herramientas que podrán usar los médicos forenses, fiscales y cuerpo policial para el esclarecimiento de casos (Barragán & Moreno, 2015; García-Ruilova & Donoso, 2015; Moreno & Barragán, 2015).

A partir de estos esfuerzos se han publicado algunos inventarios de entomofauna de interés forense a nivel nacional (Abad, 2020; Aguirre & Barragán, 2015; Salazar & Donoso, 2015), los que se han concentrado mayormente en la provincia de Pichincha, por lo que deben replicarse en todos los ecosistemas posibles a nivel nacional, ya que al enlistar los organismos ligados a una zona, se proporciona información sobre distribución de especies de interés o incluso especies exclusivas de una localidad (Tomberlin, 2012).

La mayor parte de los trabajos antes mencionados se han hecho usando cobayos o vísceras de pollo como biomodelo; no obstante en esta rama de las ciencias forenses existe una gran variedad de cebos, desde perros hasta restos de oso (Tomberlin, 2012). El cerdo doméstico *Sus scrofa domestica*, ha sido una de las opciones más replicadas por sus similitudes con el cuerpo humano en cuanto a cantidad de pelo corporal, dimensiones de la espalda, y procesos de descomposición; estas se reflejan en sucesiones cadavéricas semejantes (Wolff

et al., 2001). Por esta razón, el presente trabajo está dirigido al análisis de entomofauna relacionada a la sucesión cadavérica de *Sus scrofa domestica* en un remanente de bosque seco de un sector urbano de Guayaquil; de esta manera se espera continuar con la creación de bases de datos que permitan aplicar la entomología forense en Ecuador, tomando como referencia un biomodelo similar al ser humano.

2 OBJETIVOS

Analizar la entomofauna relacionada a la sucesión cadavérica de *Sus scrofa domestica* en un remanente de bosque seco de un sector urbano de Guayaquil.

2.1 Objetivo Específicos

- Estimar la abundancia y diversidad de los grupos de insectos que participan en la sucesión cadavérica.
- Establecer la duración e insectos participantes de cada etapa de descomposición cadavérica.
- Determinar la influencia de los factores ambientales sobre la actividad entomológica en un biomodelo grande, *Sus scrofa domestica*.

3 ANTECEDENTES

Los estudios en entomología forense han aumentado significativamente en las últimas décadas, reportando una mayor producción de literatura en América desde 2001, trabajos que se han concentrado en Estados Unidos y Brasil (Tomberlin & Benbow, 2015). No obstante en otros países de Latinoamérica, como Colombia, México y Argentina, está surgiendo interés en este campo como consecuencia de la formación de asociaciones dedicadas a fomentar la disciplina (Rodríguez et al., 2015).

La relación entre insectos y la sucesión cadavérica se ha evidenciado, en la región, desde la nota científica de Roquette-Pinto (1908) quien observó la participación de la clase Insecta como parte de la fauna cadavérica en restos humanos en Río de Janeiro (Brasil). Posteriormente, Lüderwaldt (1911) complementó esas observaciones incluyendo información del orden Coleoptera, publicando el primer catálogo de escarabajos necrófagos relacionados a carroña en Sao Paulo (Brasil).

A partir de Lüderwaldt, los investigadores se concentraron en el estudio de Diptera y Coleoptera, órdenes que representan el 60% de las especies que intervienen durante la sucesión cadavérica (De Souza & Linhares, 1997). Solo en Sudamérica, se reportan 677 especies de dípteros y 577 coleópteros con importancia forense, concentrando la mayor diversidad en los bosques húmedos tropicales y montanos, siendo estos los ecosistemas más estudiados (Paz, 2020). Esto forma un contraste con lo que se conoce del bosque seco estacional del neotrópico, ecosistema poco estudiado y seriamente amenazado que se extiende por algunos países de Latinoamérica.

Aunque en Ecuador solo el 10% de los estudios que evalúan la biodiversidad del bosque seco incluyen a los invertebrados (Escribano-Ávila, 2016), existen ciertas zonas del neotrópico donde la biodiversidad entomológica del bosque seco sí ha sido explorada. Por ejemplo, en dos trabajos realizados en Campinas, ciudad dentro del “Cerrado” de Brasil, ecorregión que abarca los bosques secos de Caatinga y Brasil Central, los autores destacan la importancia forense de varias especies de díptera y coleóptera, al observar el gran número de visitantes que

lograron alimentarse, reproducirse y ovopositar en los cerdos usados como biomodelo (Carvalho et al., 2000; De Souza & Linhares, 1997). Así por ejemplo, los autores reportan cuatro especies de califóridos: *Chrysomya albiceps*, *C. putoria*, *C. megacephala* y *Hemilucilia segmentaria*; un sarcófago: *Pattonella intermutans*, y dos coleópteros: *Dermestes maculatus* (Dermestidae) y *Necrobia rufipes* (Cleridae). Además, el primer autor complementó su muestreo colectando insectos en la morgue del Instituto de Medicina Legal de Campinas, donde observó las mismas especies en restos humanos.

Existen otras investigaciones en América Latina que usan restos humanos como biomodelo; una de ellas fue hecha en el Institución de Medicina Legal de Cali (Colombia), donde, además de las especies mencionadas anteriormente, se reportó la mosca *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae) y el escarabajo *Oxelytrum dissicolle* (Silphidae) (Barreto et al., 2002). En Ciudad de Panamá, un estudio similar trabajó con insectos levantados en las escenas del crimen, donde se resaltan los sarcófagos *Peckia* y *Ravinia* (Bermúdez & Pachar, 2010). En ambos trabajos, los autores notaron una baja abundancia y diversidad en comparación a otros biomodelos; ellos explican que la inexperiencia de los peritos forenses juega un papel importante, dado que, al desconocer la metodología adecuada para la toma de muestras, no recolectan los organismos en sus diferentes estadios, o en otros casos, las pupas y larvas son manipuladas incorrectamente, lo que altera y hasta interrumpe su desarrollo larval, dificultando su identificación.

Conocer a detalle la biología de las especies relacionadas a la descomposición cadavérica es lo que permite a los investigadores aplicar dichas observaciones en el campo forense, objetivo que se ha logrado con algunas especies de dípteros. En la bibliografía revisada de algunos países del neotrópico (Brasil, Ecuador y Colombia), se señala que *C. albiceps* es una de las especie que destaca por el gran número de individuos que colonizan los biomodelos mencionados (Abad, 2020; Arbeláez & Narváez, 2019; Carvalho et al., 2000; De Souza & Linhares, 1997; Ramos-Pastrana & Wolff, 2017); por esa razón, el conocimiento del ciclo de vida de esta especie ha sido usado para calcular el IPM. Así por ejemplo, Ramos-Pastaza & Wolff (2017) colectaron pupas de *C.*

albiceps en la escena del crimen, en Florencia (Colombia), tres días después del levantamiento del cuerpo, parte de la muestra fue diseccionada para conocer el desarrollo intra-pupal y con las pupas restantes se observó el tiempo de eclosión; con esta información, incluyendo los datos meteorológicos, se estableció la fecha del primer evento de ovoposición, lo que indica que la actividad entomológica empezó nueve días antes de encontrar el cuerpo, calculando un IPM de 229 horas.

Oliveira-Costa & Mello-Patiu (2004) aplicaron la misma metodología para estimar el IPM con *C. megacephala* y *C. macellaria* en tres sitios de Río de Janeiro (zona urbana, rural y boscosa). Mientras que Kosmann et al. (2011) usaron una metodología diferente con *C. albiceps* y *H. segmentaria* en un área rural del “Cerrado” de Brasil, donde no se consideró la meteorología del sitio, obteniendo estimaciones muy cercanas, estudiando las dos especies independientemente. Los autores resaltan una mayor abundancia de las especies nativas, *C. macellaria* y *H. segmentaria*, en las zonas menos impactadas, en contraste a las pertenecientes a *Chrysomya*, género que dominó en zonas urbanas. Estas observaciones concuerdan con estudios previos (Andrade et al., 2002; Faria et al., 1999; Flores et al., 2018) que señalan que este grupo fue introducido recientemente a América, adaptándose fácilmente a la región, en especial en zonas urbanas; incluso, se han reportado eventos de depredación hacia *C. macellaria*, de las tres especies más comunes, *C. albiceps*, *C. megacephala* y *C. rufifacies*. Esta relación inversa entre *Chrysomya* y las especies nativas podría ser aprovechada como un indicador de eventos de traslado de víctimas en casos de crímenes violentos.

Otro grupo que también puede proporcionar información acerca de las víctimas en investigaciones forenses es el orden Coleoptera, cuya presencia es más notoria cuando la actividad de díptera ha disminuido durante las últimas etapas de descomposición (Almeida & Mise, 2009); por lo tanto, la evaluación de este orden es útil en cuerpos altamente descompuestos donde no es posible obtener muestras de dípteros (Zanetti et al., 2015). Tres familias de coleópteros son mayormente citadas (Dermestidae, Cleridae y Silphidae); pero además existen otro grupos de interés forense con hábitos necrófagos y predadores.

La importancia de este grupo llevó a recopilar información de todas las familias necrófagas de Brasil en un *checklist* que aborda estudios desde 1908 a 2014, donde se contabilizaron 345 especies en 16 familias. Entre estas se destaca Scarabaeidae con 158 registros, seguido de Staphylinidae e Histeridae con 84 y 36 respectivamente. Sin embargo, los autores aclaran que no todas las familias listadas están necesariamente relacionadas a entomología forense (Almeida et al., 2015). Zanetti et al., (2015) complementan esta información con sus observaciones de los roles tróficos de escarabajos carroñeros en procesos de descomposición de cerdos durante diferentes estaciones anuales. Los autores señalan la dominancia de Staphylinidae en las etapas más tempranas de descomposición, junto a Dermestidae, durante el invierno, mientras que los omnívoros tuvieron mayor dominancia en la descomposición avanzada y esqueletización (en verano).

En Ecuador, la investigación en esta rama aplicada es relativamente nueva, por lo que los mayores esfuerzos están enfocados en la caracterización de la diversidad de especies que pueden tener relevancia forense. Esta línea de trabajo empezó con el primer catálogo de Salazar & Donoso (2015), que compila 581 especies de Insecta en el territorio nacional, incluyendo Galápagos, la región más estudiada, seguida de Pichincha. A partir de esta publicación se desarrollaron otros proyectos de entomología forense en varias zonas del país, incluyendo las provincias de Pichincha, St. Domingo de los Tsáchilas, Napo, Orellana y Guayas, los cuales cubren diferentes biorregiones y ecosistemas, localidades donde se espera que la composición entomológica sea específica y relevante a cada sitio.

Uno de los proyectos realizados en el país, fue dirigido a comparar las poblaciones de díptera y coleóptera en tres poblados de Pichincha y St. Domingo de los Tsáchilas (Quito, Nayón y Otongachi), localidades con ecosistemas diferentes, donde se encuentran bosques nublados, piemontanos y bosques húmedos respectivamente. En total se encontraron 23 especies de dípteros y 18 especies coleópteros asociados a carroña. Los autores concluyen que la mayor diversidad corresponde a Otongachi, localidad en bosque húmedo, caracterizada

por mayores temperaturas respecto a las previamente mencionadas (Aguirre & Barragán, 2015).

También destacan investigaciones donde comparan sitios con distintos grados de perturbación. Así por ejemplo, Torres (2016) estudió el índice de sinantropía de Calliphoridae en tres ambientes del bosque nublado de Quito (silvestre, rural y urbano). La autora reporta dos moscas, *Roraimomusca roraima* y *Lucilia purpurascens*, como especies de distribución exclusiva del área silvestre; mientras que *Calliphora vicina* y *Cochliomyia hominivorax* son reconocidos como dípteros comunes de zonas urbanas y rurales respectivamente. Por otro lado, se destaca a *Calliphora vicina* como especie exclusiva de zonas urbanas. Torres señaló que no se encontraron diferencias significativas en la diversidad dentro de estas tres zonas; sin embargo, se observó una pérdida de diversidad y aumento de dominancia al acercarse a los ambientes antrópicos.

En un trabajo similar, Hidalgo (2015) hizo un análisis de similitud en tres zonas con distinto nivel de disturbio (bosque, carretera y antrópica) en el bosque húmedo tropical de la Estación Científica Yasuní (Orellana); la autora determina diferencias en la composición de Calyptratae (Diptera) y en tiempos de descomposición de cobayos. La autora destacó la velocidad de descomposición en el área boscosa, donde el cobayo alcanzó la etapa de esqueletización en cuatro días, mientras que en zona urbana este proceso tardó nueve. Por otro lado, la familia Sarcophagidae fue dominante en los sitios con mayor perturbación, con *Tapacura* sp1. como especie representativa, mientras que Calliphoridae fue quien predominó dentro del bosque con *Hemilucilia semidiaphana*.

Napo es otra provincia de la región amazónica donde se han estudiado diferentes grupos de interés forense. Aquí se comparó la comunidad de moscas en gradientes altitudes entre 500 msnm (bosque monzónico) hasta los 4 100 msnm (zona de páramo). Usando el índice de similitud de Bray Curtis, la autora resaltó la disminución de la riqueza al aumentar la altitud; la zona de páramo fue la de menor diversidad y abundancia con sólo dos individuos registrados, mientras que

la familia Sarcophagidae tuvo mayor presencia en la zonas de menor altitud (Domínguez, 2017).

Si bien, los datos obtenidos en de estas localidades ecuatorianas corresponden a climas templados, bosques piemontano y húmedos tropicales, sus resultados no se pueden extrapolar a otras ciudades en la región costa del país, por sus características ambientales, composición florística y faunística, las cuales son completamente diferentes. Por esta razón, el primer acercamiento a la entomología forense en Guayaquil (Guayas) fue de gran importancia. Arbeláez & Narváez (2019) presentan un inventario de dípteros de interés de una zona urbana y un área de bosque seco en esta ciudad; donde se reconocieron 29 especies pertenecientes a cuatro familias. El estudio indica que la zona con mayor abundancia fue la urbana, con las especies *C. albiceps* y *Musca doméstica* siendo dominantes, mientras que se reconoce a *Mesembrinella bellardiana* como especie exclusiva del bosque.

Si bien, los estudios mencionados realizados en Ecuador son de gran relevancia por su contribución al inventario de especies de importancia forense, estos fueron hechos con biomodelos pequeños como cobayos domésticos y viseras de pollo, modelos en los que el tiempo de descomposición difiere mucho del humano. El único trabajo encontrado que usó a *S. scrofa domestica* fue hecho en los bosques montanos del valle de Tumbaco (Pichincha), en una zona urbanizada, donde se registró que el cebo entró en fase de descomposición avanzada a los 14 días, etapa en la que se registró exclusivamente a *O. discicolle* y *D. maculatus* (Soto et al., 2012). Es importante recalcar que una investigación realizada en conjunto con el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses permitió la publicación de un *checklist* a partir de restos humanos encontrados en Quito, en los que se identificó cinco especies de interés: *S. magellanica*, *C. albiceps*, *C. verena*, *Peckia* sp. y *O. discicolle*, insectos que se habían registrado previamente en otras investigaciones usando diferentes tipos de cebos. Esta colaboración fue un avance en dirección a una mayor participación de entomólogos en estudios forenses, quienes representan una oportunidad para ayudar a las otras ramas de este campo.

La información encontrada en el país y territorios aledaños con ecosistemas similares indica que la composición de entomológica es similar, donde incluso se comparten algunas especies. En países vecinos se investiga cómo reaccionan esas mismas especies bajo diferentes condiciones del cebo, por ejemplo, enterrado, vestido, en una habitación cerrada, etc. Para lograr que la investigación en Ecuador llegue a comparaciones en condiciones específicas, se debe ampliar las áreas de investigación, incluyendo ecosistemas de la región costera, como el bosque seco y sus relictos dentro de la zona urbana de Guayaquil.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El trabajo se realizó en el campus Mapasingue de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil (Figura 1), ubicado en la parroquia Tarqui del cantón Guayaquil, sitio que cuenta con cerca de 40 ha de un remanente de bosque fuertemente intervenido, creciendo en medio de una zona urbanizada. La vegetación del campus se ajusta a la descrita para los bosques secos deciduos del Pacífico Ecuatorial, donde se registra una baja diversidad vegetal, compuesta por herbáceas y contando con solo nueve especies arbóreas, ocho de ellas nativas, siendo *Tecoma castaneifolia* y *Muntingia calabura* las más comunes. Ambiente que se ve severamente alterado debido a ocasionales incendios forestales dentro del campus (Guato, 2020).

En este sitio se establecieron dos períodos de muestreo durante el 2019, el primero se llevó a cabo del 1 al 24 de julio y el segundo del 7 de noviembre al 5 de diciembre. Cada período de muestreo contó con dos réplicas simultáneas en puntos separados por 75 y 110 m (P1: UTM 17S 620568E - 9762537S, P2: UTM 17S 620677E - 9762511S y P3: UTM 17S 620526E – 9762597S) (Figura 1), distancia mayor al margen de 50 m como mencionan otros autores para garantizar la independencia de las unidades experimentales, y minimizando la probabilidad de contaminación cruzada (Tomberlin & Benbow, 2015).

Una de las réplicas realizadas durante el primer período de muestreo fue interrumpido en los días 14 al 17 de Julio debido a remoción de la muestra a causa de problemas de seguridad, en consecuencia, no se recolectaron muestras. Posteriormente, el cebo fue trasladado a una zona de condiciones similares (P2': UTM 17S 620495E, 9762658S) a 235 m de la ubicación original (Figura 1), donde el cebo fue ubicado directamente sobre el suelo cubierto por una malla, con ocho pitfalls en un radio de 1 m a su alrededor, y remplazando la trampa Malaise por una Van Someren-Rydon (Figura 2). Además, se registraron múltiples incendios forestales dentro del campus durante el mes de julio, los cuales ocurrieron cerca de las zonas muestreadas.

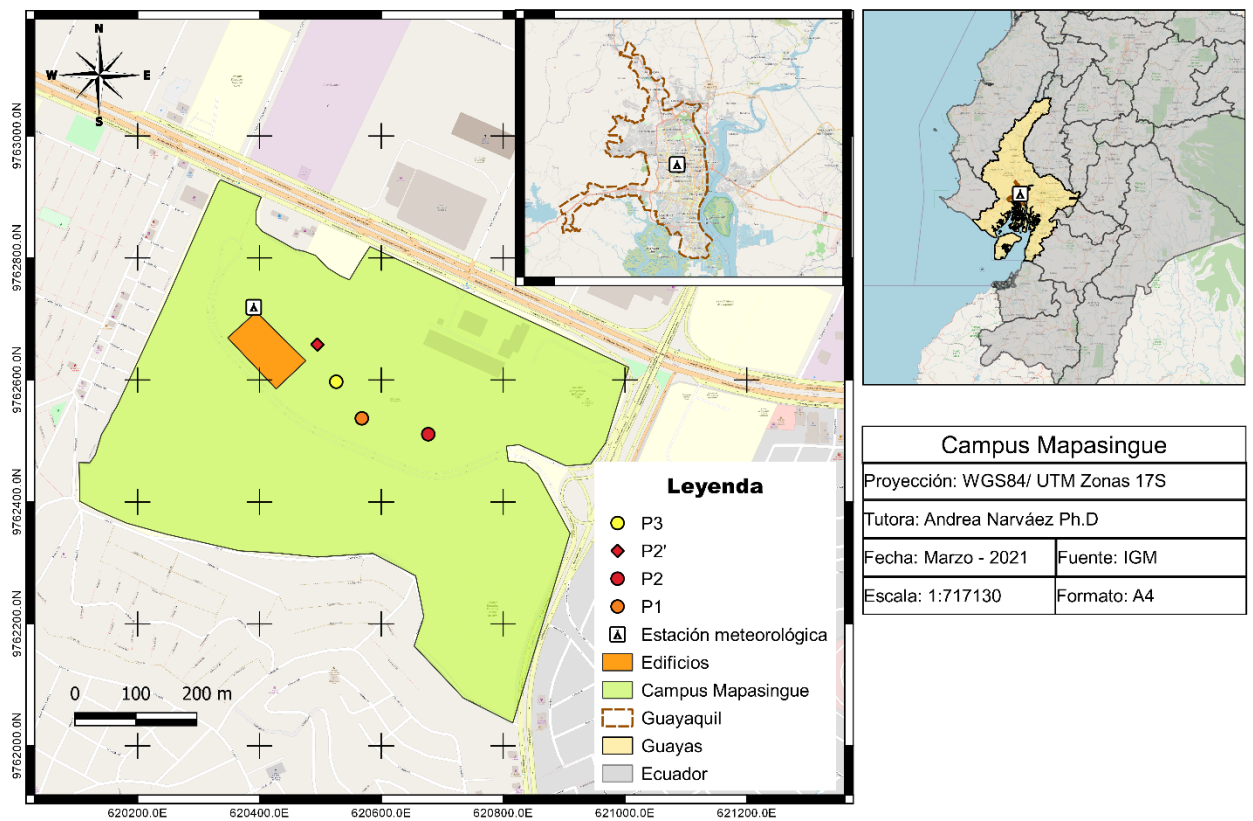


Figura 1. Sitios de muestreo en el Campus Mapasingue. Los tres puntos están representados por $\circ$, y la estación meteorológica, donde se tomaron los datos para esta investigación, está representada por $\triangle$ y $\blacklozenge$ simboliza P2'. QGIS 3.0 (QGIS, 2021).



Figura 2. Metodología modificada durante la segunda réplica de julio.

4.2 Preparación de la trampa

Se instaló una celda de exclusión en cada punto, cuyas características fueron adaptadas a partir del trabajo de Peceros (2011), cumpliendo la función de proteger al cebo de la intervención de vertebrados carroñeros, cuya acción podía comprometer la duración y composición de cada período de sucesión. La estructura principal fue un prisma rectangular (80 cm, 109 cm y 40 cm), hecho de varillas acero y recubierto con malla metálica electrosoldada, sostenido en cada arista basal por soportes de 10 cm que fueron enterrados para que la base de la celda quedara a nivel del suelo.

Cada sitio contó con tres métodos de recolecta, una bandeja colectora (1.5 cm, 50 cm y 30 cm) que se colocó directamente bajo el cebo con agua jabonosa para evitar el escape de los organismos, una trampa Malaise encima de la celda de exclusión, y colecta manual por medio de pinzas entomológicas para los individuos vivos que estaban sobre el cerdo. (Figura 3).

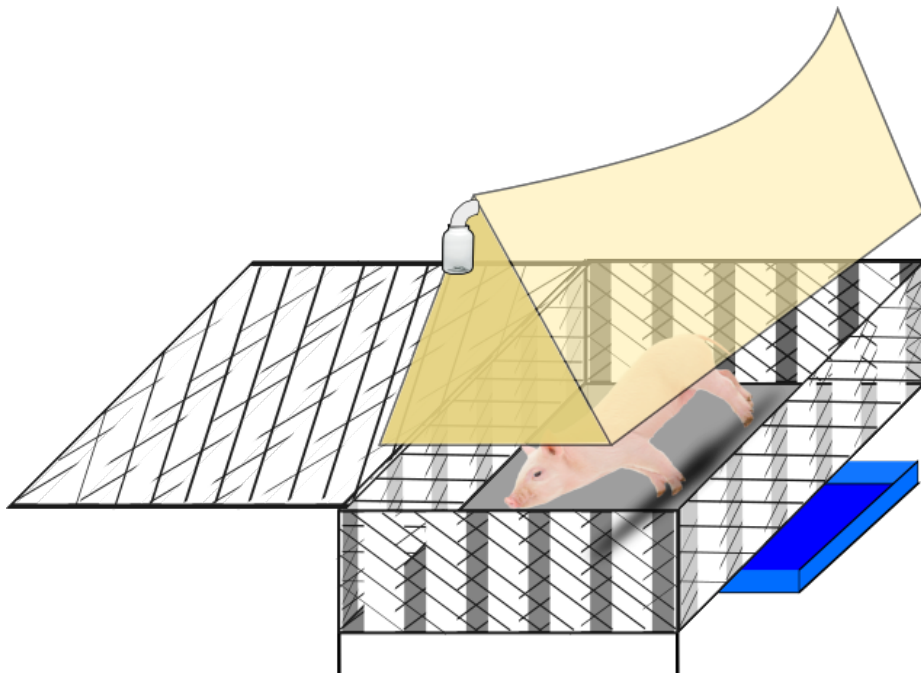


Figura 3. Esquema de la metodología de trampeo.

Se obtuvieron datos con frecuencia horaria de precipitación, humedad relativa y temperatura del aire a partir de la red de estaciones meteorológicas del INAMHI, usando la estación M1271 ubicada en el mismo campus.

Este trabajo se realizó bajo la autorización del Ministerio del Ambiente Ecuatoriano, entidad que otorgó el permiso de investigación 037-2018-IC-FLO/FAU-DPAG/MAE (Anexo 1).

4.3 Fase de campo

En cada celda se instaló como cebo a un individuo de *Sus scrofa domestica* de aproximadamente cuatro meses de edad y entre 9 a 11 kg. Los animales fueron sacrificados al momento de iniciar el ensayo por medio del método de asfixia, cubriendo canales respiratorios con plástico para evitar una muerte prolongada; se prefirió este procedimiento sobre otros métodos de eutanasia más usados (golpe contundente o dislocación cervical) por la dificultad que representaba practicarlos sobre un animal de gran tamaño, además de evitar laceraciones, puesto que los insectos debían usar las nueve aberturas naturales del cuerpo para acceder a los tejidos blandos. En caso de que la piel hubiera sido lacerada se expondrían músculos y tejidos por donde empezarían a colonizar el cebo, alterando el proceso de sucesión cadavérica (Haskell, 2004).

Los cebos fueron examinados cada 24 horas a las 12h00 para la toma de muestras de los tres métodos de trampeo explicados, remplazando el agua de la bandeja colectora, y el alcohol en la trampa Malaise, después de cada colecta. Adicionalmente, se hicieron observaciones de las características físicas de los cebos que diferenciaron las etapas de descomposición: fresco, hinchazón, descomposición activa, post-descomposición y esqueletización (Figura 4), siguiendo las descripciones del libro "*Forensic Entomology: An Introduction*" (Gennard, 2012). En base a lo detallado por esta autora se eligieron 11 criterios específicos para caracterizar las etapas, los que se explican, junto a sus valores cuantificativos, en la tabla 1.



Figura 4. Cebo (*Sus scrofa*) en sus diferentes etapas de descomposición: a) Fresco, b) Hinchazón, c) Descomposición activa, d) Post-descomposición y e) Esqueletización.

Tabla 1. Criterios descriptivos para identificar las fases de descomposición. Basados en Gennard, 2012

Criterios	Valoración		
	0	1	2
Olor	Ninguno	Ligero	Intenso
<i>Algor mortis</i>	El cebo mantiene su °C interna	El cebo no mantiene su °C interna	
Actividad entomológica (enjambres)	Ninguno	Ligero	Intenso
Hinchazón	Ninguno	Ligero	Intenso
Desprendimiento de la piel	No	Sí	
Liberación gases	No	Sí	
Agregación larval	Ninguna	Ligera	Intensa
Exposición del esqueleto	Ninguno	Ligero	Intenso
Licuefacción	Presencia de fluidos en bandeja colectora	Ausencia de fluidos en bandeja colectora	
Dsecación de tejidos	Tejidos retienen humedad	Dsecación del epitelio	Dsecación de tejidos internos
Presencia de coleópteros	0 individuos	1-4 individuos	5 o más individuos

4.4 Fase de laboratorio

Las muestras tomadas fueron preservadas en tubos Eppendorf con etanol al 75%, y posteriormente se etiquetaron de acuerdo con el día, trampa y sitio donde fueron recolectadas. Se realizó la identificación de los individuos hasta el nivel taxonómico más bajo posible usando claves dicotómicas de varios autores que trabajaron con coleópteros y dípteros de interés forense (Almeida & Mise, 2009; Arnett et al., 2002; Brown et al., 2010; De Carvalho & de Mello-Patiu, 2008; Grella et al., 2015; Pinto et al., 2011).

Las identificaciones se realizaron en el laboratorio de entomología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Quito), y en laboratorio de microscopía de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Es dentro de estas mismas instituciones donde los organismos colectados serán depositados, en el Museo de Zoología QCAZ y el Museo de Zoología MZUG.

Debido a dificultades con la identificación taxonómica de las moscas pertenecientes a la familia Sarcophagidae no fueron incluidas en los análisis del presente trabajo.

4.5 Análisis y validación estadístico

En el análisis de composición se estimó la diversidad específica durante las fases de la sucesión cadavérica en base a los organismos que se registraron durante los muestreos usando el índice de Simpson, que relaciona la riqueza y equidad en la muestra y estima la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones aleatorias (Bouza & Covarrubias, 2005). Este índice se calcula usando la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

Donde n es el número de total de individuos del mismo taxón y N es el número total de individuos registrados en el estudio.

La interpretación de este índice indica que mientras el valor de D es más cercano a 0 existe una mayor diversidad, en cambio cuando es 1 significa que existe solo una especie dominante en el sitio de muestreo.

También se usó el índice de equidad de Shannon-Wiener para medir la diversidad de los muestreos, este expresa la uniformidad de los datos, asumiendo que todas las especies están representadas en la muestra de forma aleatoria (Moreno, 2001; Ortiz-Burgos, 2016).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde p_i es la proporción de la abundancia de i especies, sobre la abundancia total de los individuos encontrados y S el número de especies registradas.

El resultado de H' puede tomar valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

También fue calculado la frecuencia relativa, que es el cociente entre abundancia específica y abundancia total expresado en porcentaje; valor que representa la significancia de la especie en la comunidad entomológica (Armitage & Colton, 2005).

En cuanto a la duración de las fases de descomposición, estas fueron determinadas mediante los criterios y valores mencionados en la tabla 1, la relevancia de estas observaciones fue cuantificada con un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) y un análisis de similitud no paramétrica, considerando una matriz de rangos de disimilitud (ANOSIM). El MDS crea una representación espacial agrupando los datos a partir de las disimilitudes del conjunto de variables, mientras que el ANOSIM permite definir la significancia estadística entre los grupos estudiados, en este caso los estados de descomposición definidos *a priori* (Lugo et al., 2013). Este último análisis se expresa mediante el valor de R , el cual oscila entre 0 y 1, mientras más cercano a la unidad, la diferencia entre los grupos es más marcada (Anderson & Walsh, 2013).

La distancia que se usó para medir la similitud y así definir estos grupos, fue el índice de Gower.

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N W_{ijk} S_{ijk}}{\sum_{k=1}^N W_{ijk}}$$

Donde W_{ijk} es el peso de la variable k entre las observaciones i y j , mientras que S_{ijk} es la distancia entre i y j en la variable k .

Este coeficiente de asociación fue preferido por su capacidad de trabajar con variables categóricas y numéricas. El índice indica que la similitud entre dos unidades de estudio para n variables es el promedio de las similitudes calculadas para todas las unidades de estudio (Hoven, 2016).

Por otro lado, la asociación de los grupos taxonómicos con las diferentes fases de descomposición fue representada considerando la abundancia de las especies observadas en cada fase. Para describir esta relación se usó una tabla de contingencia con el coeficiente V de Cramer (V), análisis que facilita la interpretación de estimaciones de asociación de variables nominales. Este índice varía de 0 a 1, considerándose que existe una fuerte asociación cuando V es más cercano a la unidad (Kearney, 2017).

Por último, la información obtenida a partir de estos análisis fue contrastada con los factores ambientales: precipitación, humedad y temperatura, esta última es

una variable de especial importancia en el desarrollo larval de los insectos, siendo una medida vital para determinar el IPM (Tomberlin & Benbow, 2015). Las variables fueron analizadas con un histograma y la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la distribución normal de los datos. Al encontrarse que los datos no tuvieron una distribución normal ($p < 0.001$), se compararon los promedios diarios de las variables ambientales entre ambos períodos de muestreo, usando el análisis no-paramétrico U de Mann-Whitney, que permite comparar dos muestras con respecto a su "tamaño general", basándose en clasificar las observaciones (ambas muestras combinadas) y luego comparar los rangos promedio en las dos muestras (Armitage & Colton, 2005), se considera que las muestras son diferentes cuando el valor de p es menor a 0.05.

Posteriormente, se aplicó una prueba de Shapiro-Wilk a los datos abundancia (número de individuos), y diversidad (número de especies) de los dos períodos de muestreo, pero tampoco presentaron una distribución normal ($p < 0.001$), por lo que se aplicaron análisis no paramétricos.

Esta información se correlacionó con las tres variables ambientales mediante el coeficiente de correlación de Spearman (R_s), este valor representa que tan fuerte es la relación entre dos grupos con variables pareadas, clasificando los datos en grupos (Michelson & Schofield, 2002). R_s puede tomar valores desde -1 a 1, cuando el resultado es más cercano a la unidad significa que existe una fuerte correlación, siendo directa cuando el valor es positivo o inversa cuando es negativo, en cambio, si el resultado es 0 no existe correlación (Armitage & Colton, 2005).

Finalmente, el análisis de estos datos se concentró en la abundancia y diversidad, al no encontrarse una relación clara entre los factores ambientales y la composición, pero sí una diferencia en la meteorología, se usó la prueba de U de Mann-Whitney para comparar la abundancia y diversidad entre períodos. Al observar que sí existieron diferencias en el número de especies e individuos entre ambos muestreos, se realizó un último análisis para detectar si esas diferencias se mantenían en una comparación menos general, cotejando la abundancia de cada especie mediante el Test de Wilcoxon, el cual trabaja bajo

los mismos criterios que U de Mann Whitney, con la diferencia que Wilcoxon está dirigido a datos pareados (Armitage & Colton, 2005). Todos los análisis mencionados anteriormente, fueron realizados usando el software estadístico PAST 4.0 (Hammer et al., 2020).

5 RESULTADOS

5.1 Composición entomológica

Se capturaron 3608 insectos, la trampa más eficaz fue la bandeja colectora que atrapó el 82% de la abundancia total, mayormente moscas; mientras que la colecta manual solo recabo el 8% de insectos, casi exclusivamente coleópteros.

Estos organismos pertenecen a 32 especies, las que corresponden a 12 familias de coleópteros y seis de dípteros, dos de los órdenes más importantes dentro de la sucesión cadavérica. La especie más abundante durante las dos épocas de muestreo fue *Chrysomya albiceps*, mosca califórica que representa el 41.98% de insectos reportados, seguida de una pequeña mosca de la familia Piophilidae, *Piophilidae casei* (23.51%), especie que fue abundante durante el segundo período de muestreo (836 individuos) mientras que en julio solo se encontraron 22 individuos. Los coleópteros más abundantes fueron Nitidulidae sp1. (12.91%) y *Dermestes maculatus* (3.84%), este último solo reportó cuatro individuos en julio. Las especies reportadas durante los dos muestreos están reflejadas en la tabla 2, junto con sus abundancias y frecuencia relativa (FR), las más importantes son descritas las figuras 5 y 6.

Tabla 2. Entomofauna reportada en los meses de julio, noviembre y diciembre del 2019.

Orden	Familia	Género	Especie	Jul	FR	Nov-Dic	FR	Total	FR
Coleoptera	Bostrichidae		sp1.			1	0.04%	1	0.03%
	Bruchidae	<i>Acanthoscelides</i>	sp1.			15	0.53%	15	0.41%
			sp2.			1	0.04%	1	0.03%
		<i>Megacerus</i>	sp1.	1	0.13%	29	1.02%	30	0.82%
	Cleridae	<i>Necrobia</i>	<i>N. rufipens</i>	17	2.15%	55	1.93%	72	1.97%
	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>D. maculatus</i>	4	0.51%	136	4.76%	140	3.84%
			sp1.	4	0.51%	97	3.40%	101	2.77%
	Elateridae	<i>Aeolus</i>	sp1.	7	0.88%			7	0.19%
	Histeridae	<i>Euspilotus</i>	sp1.	8	1.01%	11	0.39%	19	0.52%
	Nitidulidae		sp1.	130	16.41%	341	11.94%	471	12.91%
	Ptinidae	<i>Ptinus</i>	sp1.			11	0.39%	11	0.30%
	Scarabaeidae	<i>Canthon</i>	<i>C. delicatus</i>			1	0.04%	1	0.03%
		<i>Onthophagus</i>	sp1.	2	0.25%			2	0.05%
	Corylophidae		sp1.	3	0.38%	33	1.16%	36	0.99%
	Staphylinidae		sp1.			2	0.07%	2	0.05%
			sp2.	10	1.26%	5	0.18%	15	0.41%

Orden	Familia	Género	Especie	Jul	FR	Nov-Dic	FR	Total	FR
			sp3.	1	0.13%			1	0.03%
	Tenebrionidae	<i>Blaptinus</i>	sp1.	5	0.63%			5	0.14%
		<i>Tenebrio</i>	sp1.	4	0.51%	8	0.28%	12	0.33%
			sp2.			2	0.07%	2	0.05%
Diptera	Calliphoridae	<i>Chloroprocta</i>	<i>C. idioidea</i>	1	0.13%			1	0.03%
		<i>Chrysomya</i>	<i>C. albiceps</i>	507	64.02%	1025	35.88%	1532	41.98%
			<i>C. megacephala</i>	39	4.92%	58	2.03%	97	2.66%
		<i>Cochliomyia</i>	<i>C. macellaria</i>	7	0.88%	24	0.84%	31	0.85%
		<i>Lucilia</i>	<i>L. nigrofacialis</i>	1	0.13%			1	0.03%
	Muscidae	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>	6	0.76%	157	5.50%	163	4.47%
	Piophilidae	<i>Piophila</i>	<i>P. casei</i>	22	2.78%	836	29.26%	858	23.51%
	Stratiomyidae	<i>Hermetia</i>	<i>H. illucens</i>			1	0.04%	1	0.03%
	Tabanidae		sp1.	1	0.13%			1	0.03%
	Ulidiidae	<i>Euxesta</i>	sp1.	5	0.63%	5	0.18%	10	0.27%
			sp2.	7	0.9%	1	0.04%	8	0.22%
		<i>Notogramma</i>	sp1.			2	0.07%	2	0.05%
Total				792	100%	2857	100%	3608	100%

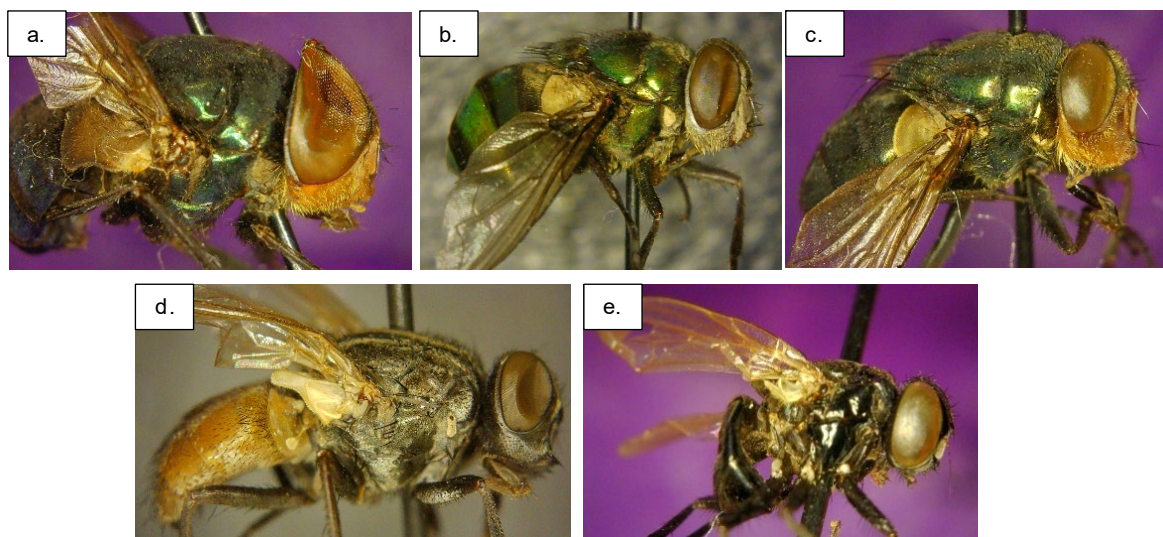


Figura 5. Adultos del orden Diptera: a) *Chrysomya megacephala*, b) *C. albiceps* y c) *Cochliomyia macellaria* (Calliphoridae), d) *Musca domestica* (Muscidae) y i) *Piophila casei* (Piophilidae).

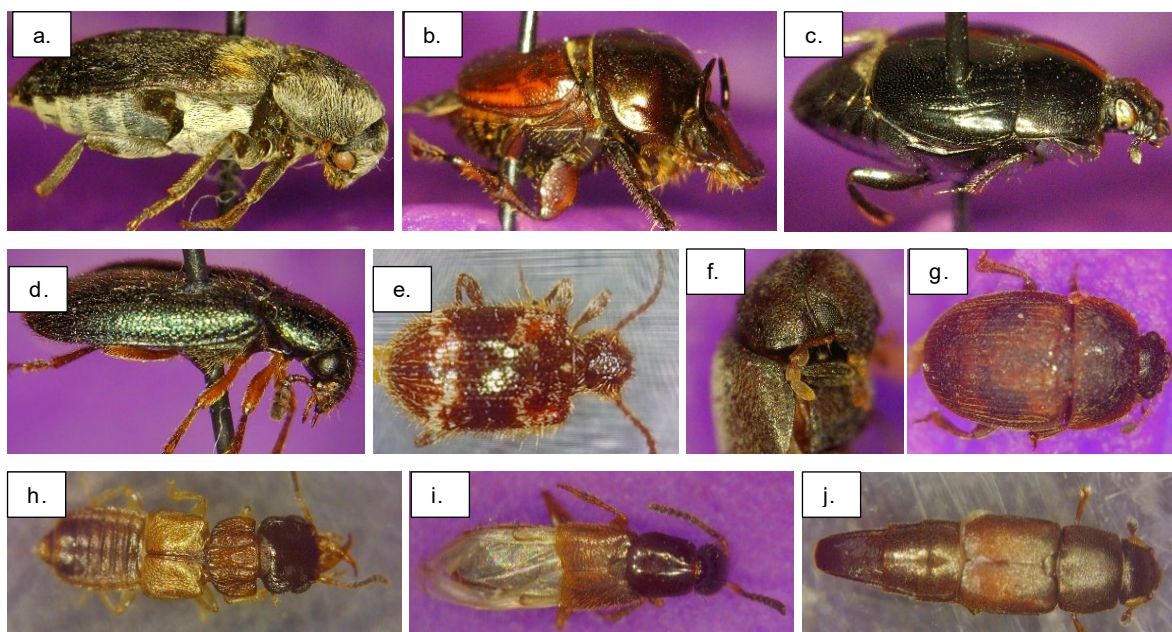


Figura 6. Adultos del orden Coleoptera: a) *Dermestes maculatus* (Dermestidae), b) *Onthophagus* sp1. (Scarabaeidae), c) *Euspilotus* (Histeridae), d) *Necrobia rufipens* (Cleridae), e) *Ptinus* sp1. (Ptinidae), f) Corylophidae sp1., g) Nitidulidae sp1., h) Staphylinidae sp1., i) sp2. y j) sp3.

Los análisis de diversidad detectaron diferencias entre los dos períodos de muestreo. El índice de Shannon expresó una diversidad inferior en las réplicas del primer muestreo, mientras que en el segundo fue ligeramente más diverso. Mientras que el de Simpson mostró baja dominancia y alta equidad, mayormente durante el segundo (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de los Índices de diversidad para los individuos colectados.

Índices	Primer período			Segundo período		
	Réplica 1	Réplica 2	Total	Réplica 3	Réplica 4	Total
Taxa	19	19	23	20	23	25
Individuos	556	236	792	1319	1538	2857
Simpson_1-D	0.5108	0.6569	0.5589	0.7084	0.7933	0.7638
Shannon_H	1.187	1.713	1.399	1.657	1.931	1.832

5.2 Etapas de descomposición

De acuerdo con el MDS, los criterios descriptivos justificaron una clara distinción en las características del cebo (Figura 7), inferencia respaldada por el ANOSIM ($R = 0.64$, $p < 0.001$), donde se expresa una mayor distancia entre las etapas de hinchazón y fresco versus post-descomposición y esqueletización. Además, se detecta solapamiento entre hinchazón y descomposición activa (Tabla 4).

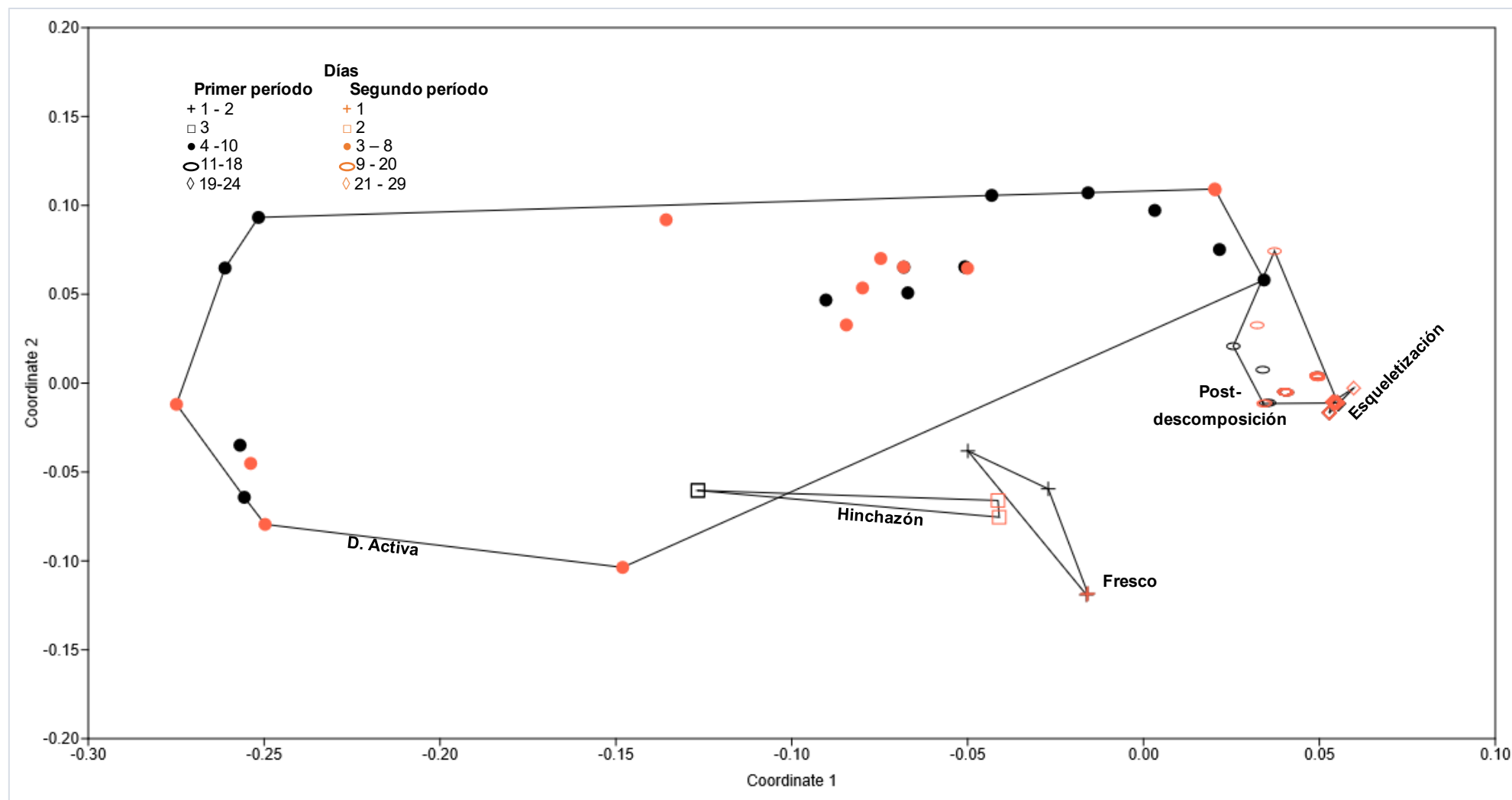


Figura 7. Análisis multidimensional Escalar (MDS) de las etapas de deposición con relación a las 11 categorías explicadas en las tabla 1. Cada símbolo representa una etapa y el número de días que permanece el cerdo en ella. El color representa el período de muestreo (negro: julio y naranja: nov-dic).

Tabla 4. Análisis Pairwise expresando las diferencias estadísticas entre los grupos de estudio de acuerdo con las categorías explicadas.

Valores de <i>R</i>					
	Fresco	Hinchazón	D. activa	Post-D	Esqueletización
Fresco		0.7421	0.3369	0.9383	0.9981
Hinchazón	0.7421		0.154	0.9802	1
D. activa	0.3369	0.154		0.6997	0.6964
Post-D	0.9383	0.9802	0.6997		0.5575
Esqueletización	0.9981	1	0.6964	0.5575	
Valor <i>p</i> , significancia secuencial de Bonferroni					
	Fresco	Hinchazón	D. activa	Post-D	Esqueletización
Fresco		0.0053	0.0046	0.0001	0.0001
Hinchazón	0.0053		0.1112	0.0001	0.0003
D. activa	0.0046	0.1112		0.0001	0.0001
Post-D	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001
Esqueletización	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	

Se pudo detectar diferencias en la duración de las etapas de ambos muestreos, las más destacadas fueron: el tiempo que le tomó a los cerdos para llegar a la fase de esqueletización, tardando dos días más en el segundo período con relación al primero. Además, la fase de post-descomposición duró cuatro días más en los cerdos analizados durante el primer muestreo (Tabla 5).

Tabla 5. Duración de las etapas de descomposición del biomodelo *Sus scrofa domestica* durante los muestreos.

Etapas de descomposición	Fechas		Duración (días)	
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
Fresco	1 - 2 Jul	7 Nov	2	1
Hinchazón	3 Jul	8 Nov	1	1
D. activa	4 -10 Jul	9 - 14 Nov	7	6
Post-D.	11-18 Jul	15 - 26 Nov	8*	12
Esqueletización	19-24 Jul	27 - 5 Dic	6	9

* Este valor se considera incierto debido a la pérdida de datos explicada en la metodología

Se detecta una fuerte asociación entre las abundancias y las etapas de descomposición, ($V = 0.52$, $X^2 = 3998.8$, $p < 0.001$). En la Figura 3a se aprecia que *C. albiceps*, a pesar de ser una especie presente durante casi todo el proceso, tuvo mayor abundancia durante la descomposición activa, misma etapa donde *M. domestica* reporta la mayor cantidad de individuos (Figura 3b). Respecto a los escarabajos, *N. rufipens*, *D. maculatus* y *Dermestes* sp1. fueron casi exclusivos de las últimas etapas de descomposición (Figura 3b).

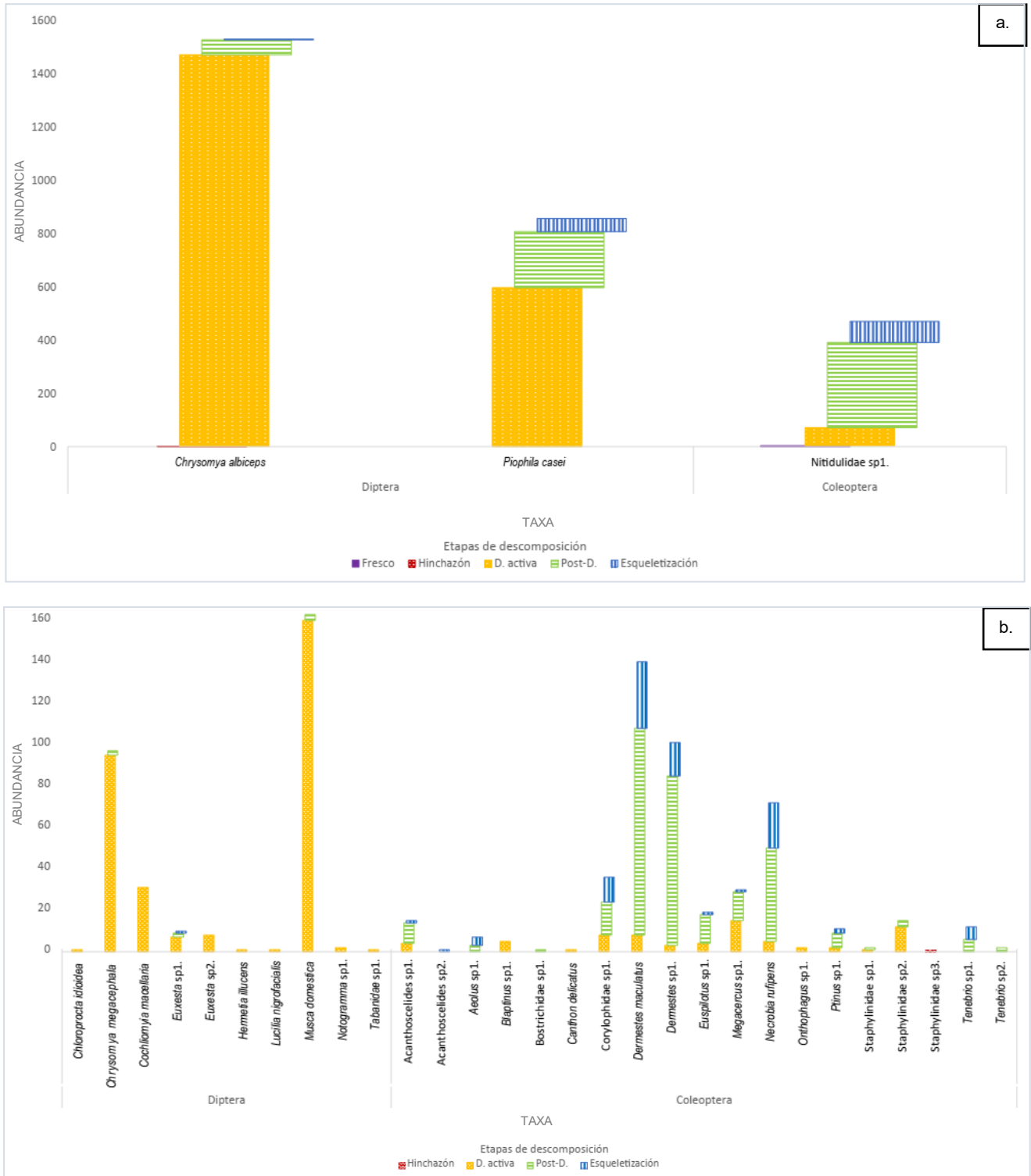


Figura 3. Grupos taxonómicos y abundancias reportadas durante la sucesión cadavérica: a) Especies dominantes, b) Otras especies presentes.

5.3 Factores ambientales

Se destaca diferencias altamente significativas de la precipitación diaria obtenida de la estación meteorológica del campus Mapasingue entre los dos períodos de

muestreo ($U = 0$, $p < 0.001$, $N = 53$); dado que se cuantifican constantes garúas (entre 0.4 a 1 mm) durante el mes de Julio 2019, a diferencia de los meses noviembre y diciembre, donde no se reportaron precipitaciones. De igual manera, se encontraron diferencias altamente significativas respecto a la temperatura del aire ($U = 158$, $p < 0.001$, $N = 53$), reportando un aumento de temperatura en el segundo período de muestreo ($\bar{X} = 26.13^{\circ}\text{C}$) con respecto al primero ($\bar{X} = 25.35^{\circ}\text{C}$), y a la humedad relativa ($U = 183.5$, $p = 0.003$, $N = 53$), dado que se observa un ligero aumento durante el primer muestreo (Figura 4).

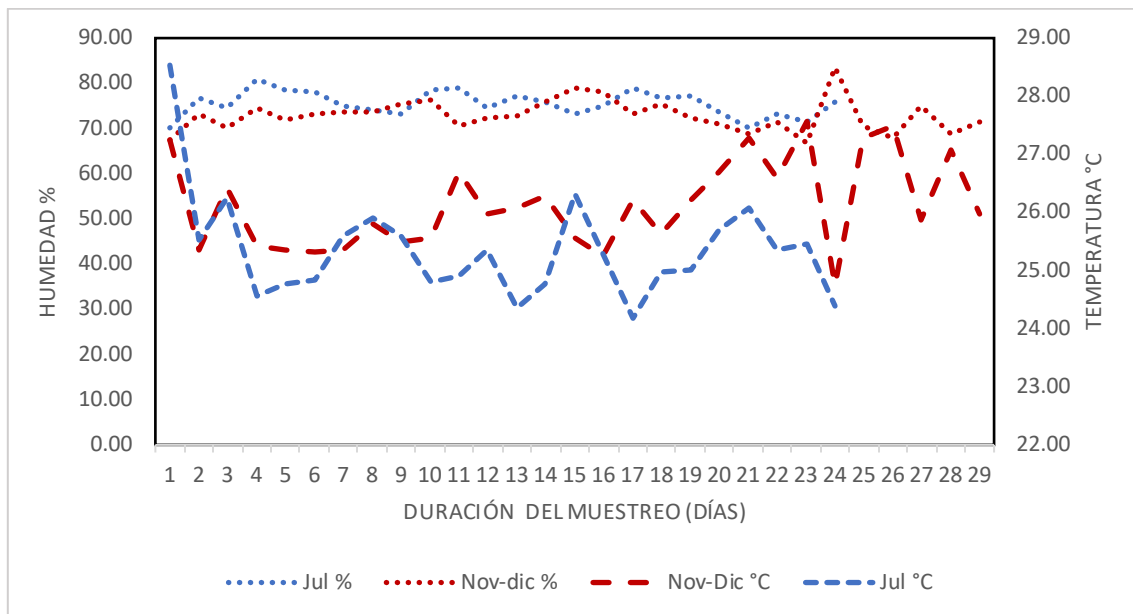


Figura 4. Variación de temperatura y humedad durante los períodos de muestreo de 2019.

La correlación de Spearman de la abundancia y diversidad con las variables ambientales mostró que no existe una relación significativa. Se obtuvieron valores considerables de R_s en las correlaciones entre diversidad del primer muestreo con temperatura y humedad ($R_s = -0.41$ y $R_s = 0.42$ respectivamente); no obstante, el valor de p de ambos casos es superior a 0.05, lo que hace que la correlación no tenga validez estadística (Tabla 5).

Tabla 5. Correlación de Sperman entra las variables ambientales, abundancias y diversidades de insectos.

Variable meteorológica	Julio		Noviembre - Diciembre	
	Abundancia	Diversidad	Abundancia	Diversidad
mm.	$R_s = -0.17$	$R_s = -0.12$	$R_s = -0.02$	$R_s = 0.08$
	$p = 0.46$	$p = 0.61$	$p = 0.91$	$p = 0.70$
°C	$R_s = -0.34$	$R_s = -0.41$	$R_s = -0.36$	$R_s = -0.25$
	$p = 0.12$	$p = 0.055$	$p = 0.07$	$p = 0.20$
%	$R_s = 0.38$	$R_s = 0.42$	$R_s = 0.12$	$R_s = 0.20$
	$p = 0.08$	$p = 0.051$	$p = 0.53$	$p = 0.33$

Se observó que existe una diferencia significativa en la abundancia del primer muestreo con respecto a la abundancia del segundo ($U = 138$, $p = 0.001$, $N = 49$), ocurriendo lo mismo con la diversidad ($U = 127$, $p < 0.001$, $N = 49$). Así mismo, la comparación del número de individuos por especie entre muestreos mostró diferencias significativas ($W = 113$, $p = 0.003$, $N = 16$). En el siguiente gráfico (Figura 5) se representan estas diferencias de composición respecto a la variación de temperatura diaria: donde se observa la mayor abundancia (Figura 5a) del primer período en el quinto día de muestreo (26.26 °C), mientras que en el segundo fue en el día dos (25.23 °C). En el mismo gráfico se muestra la diversidad (Figura 5b), encontrando en primer muestreo un mayor número de especies en el cuarto día (24.55 °C), y en el primer día del segundo (28.53 °C).

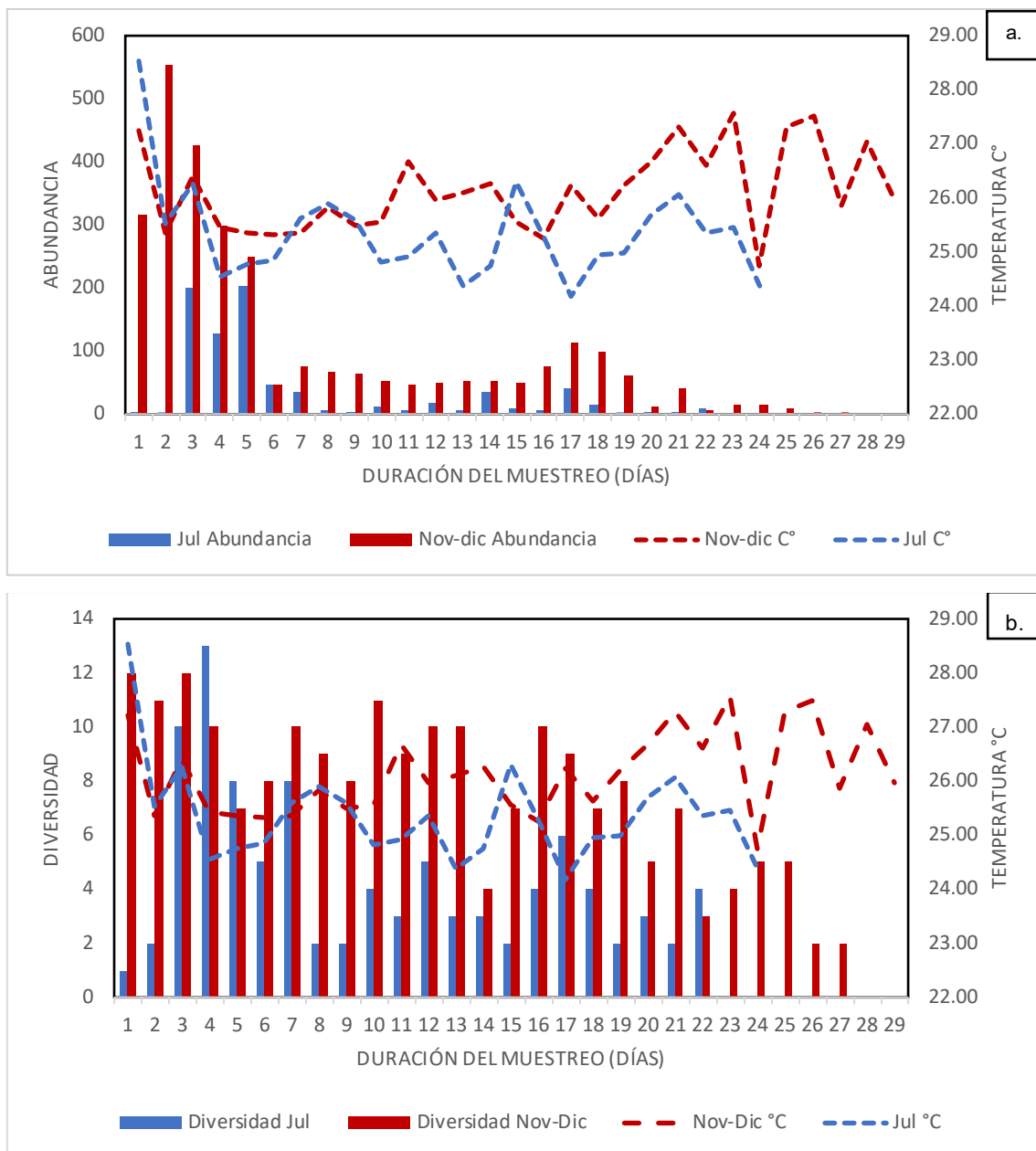


Figura 5. Relación diaria entre composición entomológica y variación de temperatura durante el período de muestreo: a) Abundancia, b) Diversidad.

6 DISCUSIÓN

El presente estudio representa el trabajo más integrado de entomología forense de la región costa del Ecuador, ya que recoge información de los dos órdenes más estudiados de esta rama, Coleoptera y Diptera, usando un biomodelo de mayor tamaño.

El biomodelo seleccionado (*Sus scrofa*) atrajo una gran diversidad de organismos adicionales, en especial formícidos y véspidos, miembros del orden Hymenoptera. Estas familias son consideradas depredadoras de la entomofauna saprófaga, y se conoce que aprovechan las agregaciones larvales de moscas durante la descomposición activa (Rivers & Dahlem, 2014). Inclusive, se ha descrito como algunas especies de hormigas son capaces de causar lesiones post-mortem, que son posteriormente aprovechadas como sitios de ovoposición para otros insectos (Meyer et al., 2020), lo que a su vez acelera el proceso de colonización. No obstante, los himenópteros no fueron considerados dentro del actual trabajo debido al exorbitante número de organismos que se encontró durante los muestreos. Aun así, se pudo observar la acción de otros participantes en la sucesión cadavérica, proceso que contó con las características oleadas de insectos descritas en por Gennard, (2012).

Se sabe que los dípteros son los primeros colonizadores y principales descomponedores durante este proceso de sucesión (Rivers & Dahlem, 2014). Este patrón es claramente evidenciado por *Piophilidae casei*, *Musca domestica* y las cinco especies de califóridos mencionadas en los resultados. Mientras tanto, los coleópteros, al igual que lo reportado por la literatura (Gennard, 2012), prefirieron las etapas posteriores de descomposición, cuando los tejidos blandos ya habían sido asimilados.

La bibliografía relacionada a entomofauna de interés forense en Ecuador señala una alta diversidad de insectos saprófagos, incluso dentro de ciudades densamente pobladas. Uno de los trabajos con el ecosistema más parecido al descrito en el Campus Mapasingue es el *checklist* de dípteros de Arbeláez & Narváez (2019), hecho en diferentes puntos de la ciudad de Guayaquil (zona

urbana y Bosque Protector Cerro Blanco); donde reportan que la familia más abundante y diversa fue Calliphoridae con 12 especies; dato similar a lo mencionado en este escrito, donde los califóridos representan el 70% de los individuos encontrados, sin embargo, aquí solo se reportan cinco especies. Palomeque (2019) estudió a los coleópteros del mismo bosque usando cobayos como biomodelo, donde el género *Dermestes* fue el más abundante. En esta misma localidad, Albán (en preparación) estudió la comunidad de Scarabaeidae, y menciona 19 especies relacionadas a la carroña, destacando a *Canthon delicatus* como especie dominante; la cual también es reportada en este trabajo.

Es necesario resaltar que estos tres trabajos se hicieron dentro y en las cercanías de una área protegida de 6078 ha (Cun, 2012), que encierra un ecosistema mejor conservado que el Campus Mapasingue, lo que explica una mayor cantidad de recursos para la comunidad de insectos, factor que permite la ocurrencia de un mayor número de especies.

En un contexto geográfico más amplio, se observa que en otras partes del neotrópico también destaca Calliphoridae, en especial las especies *Hemilucilia semidaphana*, *H. segmentaria*, *Lucilia eximia* y *Cochliomyia macellaria*, moscas endémicas de Sudamérica (Thyssen & Linhares, 2007; Vasconcelos & Salgado, 2014); en el actual estudio se registran únicamente, unos pocos organismos de *C. macellaria*. La ausencia de otras especies endémicas, o de distribución restringida, probablemente se debe a la presión que ejerce el género *Chrysomya* como depredador de otras larvas, además de otros daños ocasionados por este género. Por ejemplo, Flores et al. (2018) observaron que los fluidos de *Chrysomya* afectan el desarrollo larval de *C. macellaria*; algo similar se ocurre con *L. eximia*, donde el comportamiento de las hembras grávidas es afectado por la presencia de *Chrysomya albiceps*; en consecuencia, las hembras de *L. eximia* prefieren buscar otro lugar para ovopositar donde el desarrollo de sus huevos no se vea amenazado por este depredador (Spindola et al., 2016).

Fue precisamente *C. albiceps* la dominante en este estudio, concordando con otros trabajos realizados en Ecuador, usando diferentes biomodelos en una variedad de ecosistemas: cobayos en una zona urbana y un bosque seco de

Guayaquil (Arbeláez & Narváez, 2019), vísceras de varios vertebrados en distintos puntos de Quito (Torres, 2016) y diferentes pisos altitudinales de la provincia de Napo (Domínguez, 2017). Similar también a lo descrito en otras ciudades de Sudamérica donde se analizaron restos humanos, Ciudad de Panamá (Bermúdez & Pachar, 2010) y Campinas (Brasil) (Carvalho et al., 2000). En base a estas observaciones, se sabe que *C. albiceps* está fuertemente relacionada a ambientes antrópicos debido a sus hábitos generalistas, por lo que podría usarse para calcular el IPM en casos de investigación forense dentro de la ciudad de Guayaquil, ya que representa una fuente de información constante y fiable para el investigador.

Entre otras moscas de interés está *P. casei*, un díptero que no se había reportado en otros trabajos de entomología forense del Ecuador, pero que se registra con gran abundancia en otras partes del neotrópico, como en Campinas (Brasil), sobre restos humanos (Carvalho et al., 2000; Vasconcelos & Araujo, 2012) y en cerdos dentro de una zona rural de Córdoba (Argentina) (Battán-Horenstein et al., 2012). Esta mosca es una especie cosmopolita y de gran interés en la industria alimenticia, puesto que es considerada plaga de productos cárnicos y lácteos, aunque también destaca en ciencias forenses, al ser atraída por los compuestos volátiles producidos post-defunción (Ragan, 2015).

Russo et al. (2006) reportan a *P. casei* mayormente durante las etapas avanzadas de descomposición, probablemente debido a una menor competencia por el recurso, algo con lo que concuerda Ragan (2015). La autora agrega que los piofílidos parecen presentar resistencia a climas fríos, lo que les permite explotar nichos menos saturados, no obstante, esto no representa una limitación en climas tropicales, puesto que se sabe que pueden cumplir su desarrollo normal en temperaturas que oscilan los 25°C.

En contraste a lo descrito por estos trabajos, en el Campus Mapasingue se reporta una mayor ocurrencia de adultos de *P. casei* (aproximadamente 70%) durante la etapa de descomposición activa, y casi todos durante el segundo muestreo cuando se reportan temperaturas mayores.

Aun así, existe un estudio donde se observan patrones parecidos al descrito, en una zona de pradera en Uruguay se realizó la misma metodología que la de esta investigación, se encontró la mayor abundancia de adultos de *P. casei* durante la descomposición activa, disminuyendo en los primeros días de la post-descomposición (Castro, 2017); esto también se vio con humanos en Malasia (Nazni et al., 2008), por lo que no se puede inferir un argumento consensuado en relación a la influencia de factores ambientales en la ocurrencia de esta especie, es por eso que los investigadores sospechan que deben existir otros aspectos que regulen la acción de esta familia.

En cuanto a la clara preferencia de *P. casei* por el clima seco y cálido del segundo muestreo, puede estar relacionado con factores comportamentales de Piophilidae. Las larvas de esta familia tienen la habilidad de saltar algunos centímetros en el aire al ser perturbadas (*leaping*) (Castro, 2017; Martín-Vega, 2011; Ragan, 2015); comportamiento que fue analizado por Bonduriansky (2002), quien observó que esta reacción responde al sonido de las gotas de lluvia, estimulando el *leaping*, lo que en consecuencia hace que se alejen del cebo (carne descompuesta), siendo ahuyentadas de un sustrato óptimo para su desarrollo.

Respecto al orden Coleoptera, en este estudio se encontraron especies cosmopolitas, que se han relacionado con carroña de numerosos vertebrados, como *Necrobia rufipes* y *Dermestes maculatus*, escarabajos asociados a las últimas etapas de descomposición (Almeida et al., 2015; Gennard, 2012; Palomeque, 2019; Rivers & Dahlem, 2014; Wolff et al., 2001; Zanetti et al., 2015). Estas especies han sido usadas para determinar IPM (Hu et al., 2020), e incluso podrían ser de utilidad en casos de envenenamiento, como lo hicieron Zanetti et. (2016) quienes usaron larvas y adultos de *D. maculatus* para detectar rastros de fluoxetina, un antidepresivo, a partir de muestra colectadas de cerdos tratados con esta sustancia.

El escarabajo más abundante en este estudio fue una especie de la familia Nitidulidae, grupo que se ha encontrado en cadáveres de varios vertebrados, incluyendo humanos en América, Asia y Europa (Zanetti et al., 2013), cobrando

importancia en el neotrópico durante los últimos años (Battán-Horenstein et al., 2012; Ortloff et al., 2014; Wolff et al., 2001; Zanetti et al., 2013, 2015). Si bien no se logró identificar la especie, su importancia radica en que, a pesar de ser una familia mayormente fitófaga, se han descrito algunas especies saprófagas que pueden participar en la sucesión cadavérica. De hecho, investigadores del holártico estudian las condiciones óptimas para el desarrollo de *Omosita colon* (Wang et al., 2020), nitidúlido necrófago ampliamente distribuido en la región, que usualmente aparece en las última etapas de descomposición (Hernández, 2018), este escarabajo euritermo puede desarrollarse en temperaturas de 16 a 31°C, su gran adaptabilidad hace que Wang y asociados creen que puede usarse para determinar el IPM en esta zona.

Otro aspecto notorio de coleóptera fue la baja diversidad en los muestreos, en especial la ausencia de la familia Silphidae, así como la baja ocurrencia de Histeridae, Staphylinidae y Scarabaeidae, grupos de relevancia forense en diferentes ecosistemas de Latinoamérica (Almeida & Mise, 2009), Norteamérica (Byrd & Castner, 2010), Asia (Bala & Singh, 2015; Cai et al., 2011), Australia (Farrell, 2015) y Europa (Gennard, 2012). La ausencia de estos grupos puede deberse a las elevadas temperaturas registradas durante los muestreos; además de la energía térmica producida por las agregaciones larvales, agrupaciones que se forman sobre el cuerpo en descomposición que pueden elevar la temperatura del cebo hasta 40 °C (Auberson et al., 2019), factor que genera un cambio drástico en el ecosistema del cadáver.

Estas temperaturas extremas impiden el desarrollo de los coleópteros que intentan aprovechar el recurso, la tasa de supervivencia de huevos y larvas disminuye cuando existen cambios drásticos de temperatura. Por ejemplo, la viabilidad de los huevos de *Euspilotus* (Histeridae) cae a 10% en temperaturas de 30 °C, mientras que a 35 °C no eclosionan (Caneparo et al., 2017). En otro caso, los juveniles de *Creophilus* (Staphylinidae) tienen una mayor tasa de mortalidad en temperaturas cercanas a 32.5 °C (Wang et al., 2016). Lo mismo ocurre con *D. maculatus*, donde la mortalidad de las larvas es de 36.5% a 30 °C

(Richardson & Goff, 2001), mientras que en *N. rufipens*, la mortalidad es de 65% en temperaturas de 28°C y a 39°C puede alcanzar el 100% (Hu et al., 2020).

Otro fenómeno observado fue el aumento de individuos durante el período sin precipitaciones y de mayor temperatura. Sin embargo, múltiples autores afirman que la incidencia de lluvias favorece la reproducción de dípteros. Faria et al. (2013) compararon la composición durante la estación húmeda y seca, encontrando preferencia hacia la época húmeda; esto es similar a lo observado por Navarro et al. (2011) con coleópteros.

No obstante, Rosa et al. (2011) concuerdan con lo descrito en este trabajo, los autores compararon la estación seca y lluviosa en el Cerrado (Brasil), encontrando 161116 dípteros y coleópteros, donde la mayoría prefirió la época seca. Los autores sostienen que esto ocurre porque la baja pluviosidad promueve una deshidratación más rápida del cebo, restringiendo la colonización de los grupos que prefieren los estadios tempranos; además, al existir pocos recursos durante la época seca, la presencia de un cuerpo en descomposición representa una fuente de alimento atractiva, factor que justifica la agregación de un alto número de individuos.

Adicionalmente, es necesario recalcar que los incendios forestales registrados dentro del campus, durante el primer muestreo, debieron representar un factor decisivo que afectó negativamente la comunidad de insectos en este período. Además, la interrupción de toma de datos en uno de los ensayos durante este mismo muestreo representó una pérdida de información de cuatro días, periodo en que no se tomaron muestras; aun así, el cambio de metodología no se consideró relevante, debido a que ocurrió durante las últimas etapas de descomposición, cuando los insectos de interés forense con mayor relevancia son coleópteros (Gennard, 2012; Rivers & Dahlem, 2014), los mismos que eran mayormente colectados usando pinzas entomológicas.

En cuanto a los tiempos de descomposición del cebo elegido, los períodos fueron más largos que en la mayor parte de trabajos hechos en Ecuador; debido a que los cebos mayormente usados son de pequeño tamaño, en consecuencia, tardan

menos tiempo en descomponerse. Además, también debe considerarse la variación de temperatura, puesto que la descomposición toma más tiempo en temperaturas bajas, debido a que se ralentiza la actividad de entomológica (Rivers & Dahlem, 2014).

Al analizar diferentes estudios hechos con el mismo cebo (cobayos) en distintos ecosistemas del país, se puede observar este patrón. En zonas antropogénicas del bosque tropical en Yasuní los cebos tardaron 10 días en llegar a la esqueletización (Hidalgo, 2015); el clima templado de Quito hizo que tardaran 26 días (Saúl, 2014); mientras que en las altas temperaturas de Guayaquil tomó 12 días llegar a esta etapa (Arbeláez, 2019).

En el único trabajo con cerdos como biomodelo (Quito), se reporta información incompleta donde no se considera la esqueletización, pero los autores mencionan que la etapa de post-descomposición tardó 35 días en terminar (Guamangallo & Ibujes, 2012). Mientras que en el presente trabajo el cebo tardó alrededor de 20 días en llegar a la esqueletización; período de tiempo similar a lo reportado por Ramos-Pastrana et al. (2018), quienes trabajaron en una zona rural de la Amazonía andina de Colombia, donde también se usaron cerdos de 9 kg; los investigadores mencionan que el tiempo promedio de descomposición fue de 22.7 días. Las condiciones ambientales de la localidad mencionada (27 °C y 85% de humedad) son similares a las de este estudio por lo que se justifica la similitud en tiempos de descomposición.

Aunque el tamaño del cebo usado representó gran biomasa y un mayor tiempo para el aprovechamiento de la entomofauna, la diversidad y abundancia de organismos que lo visitaron fue menor a la esperada. Las etapas iniciales de descomposición, fresco e hinchazón no duraron el tiempo suficiente como para lograr atraer una cantidad considerable de insectos, por lo que no se reportan indicadores para alguna de estas etapas; mientras que las especies *Musca domestica*, *C. albiceps*, *C. megacephala* y *C. macellaria* tuvieron gran presencia en la etapa de descomposición activa, siendo estas dos últimas, indicadoras exclusivas de esta etapa. En coleópteros, las especies más importantes, *D. maculatus*, *Dermestes* sp1., *N. rufipens*, *Euspilotus* sp1. y Nitidulidae sp1. no

mostraron alguna preferencia por post-descomposición o esqueletización, ya que la presencia de escarabajos entre estas etapas fue similar, hasta llegar a los últimos días de esqueletización, donde la presencia de insectos empezó a bajar drásticamente.

7 CONCLUSIONES

Se registraron 32 especies de insectos de interés forense, de estos las especies más importantes fueron *Chrysomya albiceps*, *Piophilidae casei* y Nitidulidae sp1., estas últimas dos corresponden a un nuevo registro de insectos relacionados a entomología forense para Ecuador y representan grupos importantes para esta rama aplicativa de la entomología.

Las cinco etapas de descomposición fueron visibles en los cebos, proceso que demoró en promedio 20 días en llegar al final de la esqueletización. La especie *Cochliomyia macellaria* fue exclusiva de la etapa de descomposición activa, mientras que *Necrobium rufipes* y el género *Dermestes* fueron apareciendo al final de esta etapa, para posteriormente desplazar a los dípteros y dominar en la post-descomposición, al final su presencia empezó a declinar en el inicio de la esqueletización.

El factor más determinante que influyó sobre la actividad entomológica fue la temperatura, aspecto que determina la disponibilidad de agua y otros recursos, así como la actividad entomológica, lo que se traduce en la ralentización o aceleración de la velocidad de descomposición.

8 RECOMENDACIONES

- Medir la pérdida de peso del cebo como una categoría descriptiva para diferenciar las etapas de descomposición, ya que algunos autores la consideran como una medición objetiva para distinguir las etapas de forma más rigurosa.
- Se aconseja registrar la temperatura a nivel del suelo, ya que este factor también afecta al proceso de descomposición del cebo.
- Se recomienda estudiar los cebos durante diferentes épocas del año, incluidos los períodos de transición entre la estación seca y húmeda.
- Es preferible identificar los organismos capturados a su nivel taxonómico más bajo, dado que, con información más específica, se pueden hacer interpretaciones más certeras en la composición entomológica.
- Integrar el análisis de los grupos que fueron omitidos en este trabajo: la familia Sarcophagidae (Diptera) y las familias Formicidae y Vespidae del orden Hymenoptera.

9 REFERENCIAS

- Abad, S. (2020). *Insects (Diptera and Coleoptera) Associated with Three Human Cadavers and a Preliminary Checklist of Diptera Around the Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses in Quito, Ecuador*. (Tesis de grado). Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay.
- Aguirre, S., & Barragán, A. (2015). Datos preliminares de la entomofauna cadavérica en la provincia de Pichincha, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 36(1), 65–70.
- Alban, A. *Descripción comunitaria de escarabajos peloteros del Bosque Protector Cerro Blanco, y su relevancia en ciencias aplicadas*. Manuscrito en preparación
- Almeida, L., Corrêa, R. C., & Grossi, P. C. (2015). Coleoptera species of forensic importance from Brazil: an updated list. *Revista Brasileira de Entomologia*, 59(4), 274–284. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2015.07.008>
- Almeida, L., & Mise, K. M. (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>
- Alston, P. (2011). Informe del Relator Especial sobre las ejecuciones extrajudiciales, sumarias o arbitrarias. *Consejo de Derechos Humanos*. <https://doi.org/10.18268/bsgm1908v4n1x1>
- Amendt, J., Richards, C. S., Campobasso, C. P., Zehner, R., & Hall, M. J. R. (2011). Forensic entomology: Applications and limitations. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 7(4), 379–392. <https://doi.org/10.1007/s12024-010-9209-2>
- Anderson, M. J., & Walsh, D. C. I. (2013). PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing? *Ecological Monographs*, 83(4), 557–574. <https://doi.org/10.1890/12-2010.1>
- Andrade, J. B. de, Rocha, F. A., Rodrigues, P., Rosa, G. S., Faria, L. D. B., Zuben, V., Rossi, M. N., & Godoy, W. A. C. (2002). Larval dispersal and

- predation in experimental populations of *Chrysomya albiceps* and *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 97, 1137–1140.
- Arbeláez, J. (2019). *Dipterofauna de importancia forense asociada a cadáveres de Cavia porcellus en dos sectores de la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil.
- Arbeláez, J., & Narváez, A. E. (2019). Lista preliminar de dípteros de importancia forense en Guayaquil. *Ciencia Digital*, 3(1.1), 108–117. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i1.1.363>
- Armitage, P., & Colton, T. (2005). *Encyclopedia of Biostatistics* (2da ed). John Wiley & Sons, Ltd.
- Arnett, R., Thomas, M., Skelley, P., & Frank, H. (2002). *American Beetles Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC.
- Aubernon, C., Hedouin, V., & Charabidze, D. (2019). The maggot, the ethologist and the forensic entomologist: Sociality and thermoregulation in necrophagous larvae. *Journal of Advanced Research*, 16, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2018.12.001>
- Bala, D., & Singh, N. (2015). Beetles and forensic entomology: A comprehensive review. *Journal of Entomological Research*, 39(4), 293-302. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2015.00036.5>
- Banco Mundial. (n.d.). *Homicidios intencionales (por cada 100.000 habitantes)*. Retrieved Junio 6, 2019, desde <https://datos.bancomundial.org/indicador/VC.IHR.PSRC.P5?end=2016&locations=EC&start=2001&view=chart>
- Barragán, A., & Moreno, E. (2015,). Breve historia de la colaboración entre la Fiscalía General del Estado y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 36, 35–41.
- Barreto, M., Burbano, M. E., & Barreto, P. (2002). Flies (Calliphoridae , Muscidae) and Beetles (Silphidae) from Human Cadavers in Cali , Colombia. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 97, 199–200.
- Battán-Horenstein, M., Rosso, B., & García, M. D. (2012). Seasonal structure

- and dynamics of sarcosaprophagous fauna on pig carrion in a rural area of Cordoba (Argentina): Their importance in forensic science. *Forensic Science International*, 217(1–3), 146–156.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.10.043>
- Bermúdez, & Pachar, J. (2010). Artrópodos asociados a cadáveres humanos en Ciudad de Panamá, Panamá. *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1), 86–89.
- Bonduriansky, R. (2002). Leaping behaviour and responses to moisture and sound in larvae of piophilid carrion flies. *The Canadian Entomologist*, 134(5), 647–656. <https://doi.org/DOI: 10.4039/Ent134647-5>
- Bouza, C., & Covarrubias, D. (2005). Estimación del índice de diversidad de simpson en *m* sitios de muestreo. *Revista Invesgacion Operacional*, 26(2), 187–197.
- Brown, B. V., Borkent, A., Cumming, J. M., Wood, D. M., Woodley, N. E., & Zumbado, M. (2010). Manual of Cenral American Diptera Volume 2. NRC Research Press.
- Byrd, J. H., & Castner, J. L. (2010). Forensic Entomology: The Utility of Arthropods. In *America* (Second, Vol. 1). CRC Press.
- Cai, J., Wen, J., Chang, Y., Meng, F., Guo, Y., Yang, L., & Liang, L. (2011). Identification of forensically significant beetles (Coleoptera: Staphylinoidae) based on COI gene in China. *Romanian Journal of Legal Medicine*, 19(3), 211–218. <https://doi.org/10.4323/rjlm.2011.211>
- Caneparo, M. F. C., Fischer, M. L., & Almeida, L. M. (2017). Effect of Temperature on the Life Cycle of *Euspilotus azureus* (Coleoptera: Histeridae), a Predator of Forensic Importance. *Florida Entomologist*, 100(4), 795–801. <https://doi.org/10.1653/024.100.0404>
- Carvalho, Thyssen, Linhares, & Palhares. (2000). A Checklist of Arthropods Associated with Pig Carrion and Human Corpses in Southeastern Brazil. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 95(1–2), 135–138.
<https://doi.org/10.1590/S0074-02762000000100023>
- Castro, M. (2017). *Sucesión de entomofauna cadavérica en un ambiente de campo natural, utilizando como biomodelo cerdo blanco (Sus scrofa L.)*

- (Tesis de maestría). Universidad de la República.
- Cun, E. P. (2012). *Evaluación De la Efectividad de Manejo del Bosque Protector Cerro Blanco (BPCB) como Estrategia en la Planificación y Gestión de la Reserva (Provincia del Guayas-Ecuador)*. (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil.
- De Carvalho, C., & de Mello-Patiu, C. (2008). Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3), 390–406. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262008000300012>
- De Souza, A. M., & Linhares, A. X. (1997). Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: Relative abundance and seasonality. *Medical and Veterinary Entomology*, 11(1), 8–12. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1997.tb00284.x>
- Domínguez, M. A. (2017). *Influencia de la altitud en la composición de comunidades de moscas necrófagas de importancia forense (Diptera: Calypttratae) en la provincia del Napo*. (Tesis de grado) .Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- Escribano-Ávila, G. (2016). El bosque seco neotropical de la provincia Ecuatoriana: un pequeño gran desconocido. *Ecosistemas*, 25(2), 1–4. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.01>
- Faria, L. S., Paseto, M. L., Franco, F. T., Perdigão, V. C., Capel, G., & Mendes, J. (2013). Insects Breeding in Pig Carrion in Two Environments of a Rural Area of the State of Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology*, 42(2), 216–222. <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0099-8>
- Faria, Orsi, L., Trinca, L. A., & Conde, W. A. (1999). Larval predation by *Chrysomya albiceps* on *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya putoria*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 90(2), 149–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1999.00433.x>
- Farrell, J. (2015). *Necrophagous insects in Queensland and their potential use as forensic indicators* [The University of Queensland]. <https://doi.org/10.14264/uql.2015.830>
- Flores, M., Crippen, T. L., Longnecker, M., & Tomberlin, J. K. (2018).

- Nonconsumptive Effects of Predatory *Chrysomya rufifacies* (Diptera : Calliphoridae) Larval Cues on Larval *Cochliomyia macellaria* (Diptera : Calliphoridae) Growth and Development. *Journal Of Medical Entomology*, 54(May 2017), 1167–1174. <https://doi.org/10.1093/jme/tjx104>
- García-Ruilova, A. B., & Donoso, D. A. (2015). Casos Sin Resolver Y La Entomología Forense En Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina Y Ciencias Biológicas*, 36(1), 59–63.
- Gennard, D. (2012). *Forensic Entomology: An Introduction* (Second). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-ec/Forensic+Entomology:+An+Introduction,+2nd+Edition-p-9780470689028#description-section>
- Grella, M. D., Savino, A. G., Paulo, D. F., Mendes, F. M., Azeredo-Espin, A. M. L., Queiroz, M. M. C., Thyssen, P. J., & Linhares, A. X. (2015). Phenotypic polymorphism of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) may lead to species misidentification. *Acta Tropica*, 141(Part A), 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.09.011>
- Guamangallo, M., & Ibujes, W. (2012). *Tanatocronodiagnóstico en Quito y el valle de Tumbaco de acuerdo a la fase evolutiva de la entomofauna en cerdos sus scrofa, en el período Julio – Agosto 2011*. (Tesis de Grado) Universidad Central del Ecuador.
- Guato, C. A. (2020). *Caracterización e importancia de la población arbórea presente en campus Mapasingue de la Universidad de Guayaquil, Ecuador* (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil.
- Hammer, Ø., David, Harper, T., & Ryan, P. (2020). *PAST: Paquete de programas de estadística paleontológica para enseñanza y análisis de datos*. (4.0). Palaentologia Electronica.
- Hernández, H. (2018). Primer registro de *Omosita colon* (Linnaeus) (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) recolectada en cadáveres de cabrito (*Capra aegagrus hircus* Linnaeus) en Buenavista, Saltillo Coahuila, México. *Insecta Mundi*, 141, 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.09.011>
- Hidalgo, R. (2015). *Influencia de tres zonas diferenciadas del Parque Nacional*

- Yasuní en la composición y diversidad del grupo Calyptratae (Diptera).*
(Tesis de Grado) Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9642>
- Hoven, J. van den. (2016). *Clustering with optimised weights for Gower's metric.* (Tesis de doctorado) Vrije Universiteit Amsterdam.
- Hu, G., Wang, M., Wang, Y., Tang, H., Chen, R., Zhang, Y., Zhao, Y., Jin, J., Wang, Y., Wu, M., & Wang, J. (2020). Development of *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775) (Coleoptera: Cleridae) under constant temperatures and its implication in forensic entomology. *Forensic Science International*, 311, 110275. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110275>
- Kearney, M. (2017). Cramér's V. In *The SAGE Encyclopedia of Communication Research Methods*. SAGE Publications, Inc.
<https://doi.org/10.4135/9781483381411.n107>
- Kosmann, C., Macedo, M. P., Barbosa, T. A. F., & Roberto, J. P. L. (2011). *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) and *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(4), 621–623. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262011000400022>
- Luederwaldt, G. (1911). *Os insectos necrophagos paulistas.*
- Lugo, D., Aguilar, V. H., Casotto, M., Laurentin, A., & Gómez, A. (2013). Aplicabilidad de estadística multivariada para estudios nutricionales: bioensayo con el gorgojo de arroz (*Sitophilus oryzae* L). *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 63(3), 232–239.
- Martín-Vega, D. (2011). Skipping clues: Forensic importance of the family Piophilidae (Diptera). *Forensic Science International*, 212(1–3), 1–5.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.06.016>
- Meyer, F., Monroe, M., Williams, H., & Goddard, J. (2020). *Solenopsis invicta* x *richteri* (Hymenoptera: Formicidae) necrophagous behavior causes post-mortem lesions in pigs which serve as oviposition sites for Diptera. *Forensic Science International: Reports*, 2, 100067.
<https://doi.org/10.1016/j.fsir.2020.100067>
- Michelson, S., & Schofield, T. (2002). *The Biostatistics Cookbook*. Kluwer

Academic Publishers.

- Moreno. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, E., & Barragán, A. (2015). Posicionamiento de entomología forense en el Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 36(1), 41–47.
- Navarro, L., Roman, K., Gomez, H., & Pérez, A. (2011). Variación estacional en escarabajos coprofagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 3(1), 102. <https://doi.org/10.24188/recia.v3.n1.2011.330>
- Nazni, W. A., Jeffery, J., Sa'diyah, I., Noorjuliana, W. M., Chen, C. D., Rohayu, S. A., Hafizam, A. H., & Lee, H. L. (2008). First report of maggots of family piophilidae recovered from human cadavers in Malaysia. *Tropical Biomedicine*, 25(2), 173–175.
- Oliveira-Costa, & Mello-Patiu. (2004). Application of forensic entomology to estimate the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Police Department in Brazil. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 5(1), 40–44.
- Ortiz-Burgos, S. (2016). *Shannon-Weaver Diversity Index* (pp. 572–573). https://doi.org/10.1007/978-94-017-8801-4_233
- Ortloff, A., Zanetti, N., Centeno, N., Silva, R., Bustamante, F., & Olave, Á. (2014). Ultramorphological characteristics of mature larvae of *Nitidula carnaria* (Schaller 1783) (Coleoptera: Nitidulidae), a beetle species of forensic importance. *Forensic Science International*, 239, e1–e9. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.03.010>
- Palomeque J. (2019). *Caracterización de la diversidad de coleópteros de importancia forense presentes en el Bosque Protector Cerro Blanco*. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil.
- Paz, S. (2020). *Comparación de las comunidades de entomofauna de importancia forense en relación a las ecorregiones del Ecuador*. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil.
- Peceros, F. (2011). *Sucesión entomológica asociada a procesos de*

- descomposición de carcasas de cerdo (Sus scrofa L., 1758) en la provincia de Huarochirí.* (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor De San Marcos.
- Pinto, K., Mello-patiu, C. A., & Carvalho, C. (2011). Pictorial identification key for species of Sarcophagidae (Diptera) of potential forensic importance in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(3), 333–347.
- QGIS (2021). QGIS Geographic Information System. QGIS Association.
<http://www.qgis.org>
- Ragan, E. (2015). *Piophilidae Distribution in Consideration of Forensic Applications Piophilidae Distribution in consideration of Forensic Applications.* (Tesis de Maestria) .University of Nebraska - Lincoln.
- Ramos-Pastrana, Y., & Wolff, M. (2017). Intervalo pós-morte estimado a partir de *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) em um caso forense na Amazônia Andina, Caquetá, Colômbia. *Acta Amazonica*, 47(4), 369–374.
<https://doi.org/10.1590/1809-4392201700392>
- Richardson, M. S., & Goff, M. L. (2001). Effects of Temperature and Intraspecific Interaction on the Development of *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Medical Entomology*, 38(3), 347–351. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.3.347>
- Rivers, D., & Dahlem, G. (2014). The Science of Forensic Entomology. CRC Press.
- Rodríguez, K. P., Quijas, S., Cupul, F. G., & Navarrete, J. L. (2015). Scientific literature on arthropods associated with corpses: an observational study. *Acta Universitaria*, 25(6), 20–29. <https://doi.org/10.15174/au.2015.824>
- Roquette-Pinto, E. (1908). Nota sobre a fauna cadavérica do Rio de Janeiro. *A Tribuna Médica*, 21(1–11), 413–417.
- Rosa, T. A., Babata, M. L. Y., de Souza, C. M., de Sousa, D., de Mello-Patiu, C. A., Vaz-de-Mello, F. Z., & Mendes, J. (2011). Arthropods associated with pig carrion in two vegetation profiles of Cerrado in the State of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(3), 424–434.
<https://doi.org/10.1590/S0085-56262011005000045>
- Russo, A., Cocuzza, G. E., Vasta, M. C., Simola, M., & Virone, G. (2006). Life

- Fertility Tables of *Piophilidae* L. (Diptera: Piophilidae) Reared at Five Different Temperatures. *Environmental Entomology*, 35(2), 194–200.
<https://doi.org/10.1603/0046-225X-35.2.194>
- Salazar, F., & Donoso, D. (2015). Catálogo de insectos con valor forense en el Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 36(1), 49–59.
- Saúl, A. (2014). *Línea base de insectos de importancia forense en diferentes zonas climáticas de Pichincha, Ecuador*. (Tesis de grado) .Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Soto, G., Guamangallo, M., & Ibujes, W. (2012). *Tanatocronodiagnóstico en Quito y el valle de Tumbaco de acuerdo a la fase evolutiva de la entomofauna en cerdos sus scrofa, en el período Julio – Agosto 2011*. (Tesis de grado). Universidad Central del Ecuador.
- Spindola, A. F., Zheng, L., Tomberlin, J. K., & Thyssen, P. J. (2016). Attraction and oviposition of *Lucilia eximia* (Diptera: Calliphoridae) to resources colonized by the invasive competitor *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology*, tjw170.
<https://doi.org/10.1093/jme/tjw170>
- Thyssen, P. J., & Linhares, A. X. (2007). First description of the immature stages of *Hemilucilia segmentaria* (Diptera: Calliphoridae). *Biological Research*, 40(3), 271–280. <https://doi.org/10.4067/S0716-97602007000400001>
- Tomberlin. (2012). Assessment of Decomposition Studies Indicates Need for Standardized and Repeatable Research Methods in Forensic Entomology. *Journal of Forensic Research*, 03(05). <https://doi.org/10.4172/2157-7145.1000147>
- Tomberlin, & Benbow, M. E. (2015). Forensic Entomology: International Dimensions and Frontiers. En J. K. Tomberlin & M. E. Benbow, *Forensic Science, 5th Edition*. CRC Press.
- Torres, A. K. (2016). *Diversidad de moscas de la familia Calliphoridae (Diptera, Oestroidea) en tres ambientes con diferentes grados de antropización en siete localidades adyacentes a la ciudad de Quito, Pichincha*. (Tesis de

- grado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- Torrez, J., Zimman, S., Rinaldi, C., & Cohen, R. (2006). Entomología Forense. *Revista Del Hospital J. M. Ramos Mejía*, *XI*(1), 1–22.
- Vasconcelos, S. D., & Araujo, M. C. S. (2012). Necrophagous species of diptera and coleoptera in Northeastern Brazil: State of the art and challenges for the forensic entomologist. *Revista Brasileira de Entomologia*, *56*(1), 7–14. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262012005000014>
- Vasconcelos, & Salgado, R. (2014). First Record of Six Calliphoridae (Diptera) Species in a Seasonally Dry Tropical Forest in Brazil: Evidence for the Establishment of Invasive Species. *Florida Entomologist*, *97*(2), 814–816. <https://doi.org/10.1896/054.097.0267>
- Wang, Wang, M., Hu, G., Xu, W., Wang, Y., & Wang, J. (2020). Temperature-dependent development of *Omosita colon* at constant temperature and its implication for PMImin estimation. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, *72*, 101946. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2020.101946>
- Wang, Y., Yang, J. B., Wang, J. F., Li, L. L., Wang, M., Yang, L. J., Tao, L. Y., Chu, J., & Hou, Y. D. (2016). Development of the Forensically Important Beetle *Creophilus maxillosus* (Coleoptera: Staphylinidae) at Constant Temperatures. *Journal of Medical Entomology*, *54*(2), 193. <https://doi.org/10.1093/jme/tjw193>
- Wolff, M., Uribe, A., Ortiz, A., & Duque, P. (2001). A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. *Forensic Science International*, *120*(1–2), 53–59. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00422-4](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00422-4)
- Zanetti, N., Ferrero, A. A., & Centeno, N. D. (2016). Determination of fluoxetine in *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae) by a spectrophotometric method. *Science and Justice*, *56*(6), 464–467. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2016.07.005>
- Zanetti, N., Visciarelli, E. C., & Centeno, N. D. (2015). Trophic roles of scavenger beetles in relation to decomposition stages and seasons. *Revista Brasileira de Entomologia*, *59*(2), 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2015.03.009>
- Zanetti, N., Visciarelli, E., & Centeno, N. (2013). Preliminary data on larval

morphology and life cycle of *Nitidula carmaria* (Coleoptera: Nitidulidae), a species of forensic interest. *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, 72(3–4), 195–198.

10 ANEXOS

Anexo 1 Permisos de investigación

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Oficio Nro. MAE-CGZ5-DPAG-2018-1911-O

Guayaquil, 03 de septiembre de 2018

Asunto: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, ANDREA NARVÁEZ, SOLICITA PERMISO DE INVESTIGACIÓN PROYECTO: DIPTEROFAUNA DE IMPORTANCIA FORENSE ASOCIADA A CADÁVERES DE CAVIA EN DOS SECTORES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Señorita
Andrea Elizabeth Narváez García
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Documento No. MAE-UAF-DPAG-2018-3256-E, ingresado en esta Cartera de Estado, donde solicita una Autorización de Investigación para el proyecto denominado: "Diptero fauna de importancia forense asociada a cadáveres de Cavia porcellus en dos sectores de la ciudad de Guayaquil"

Tengo a bien comunicar, que una vez analizada la información presentada y avalada por la Coordinación de Patrimonio Natural, se determina que el proyecto titulado "**Diptero fauna de importancia forense asociada a cadáveres de Cavia porcellus en dos sectores de la ciudad de Guayaquil**" cumple con los requisitos estipulado en el Art. 8 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria.

De la misma forma, se pone en su conocimiento el borrador de la Autorización de Investigación Nro. 037-2018-IC-FLO/FAU-DPAG/MAE.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Blga. Evelyn Alexandra Montalvan Santana
COORDINADORA GENERAL ZONA 5 - DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL GUAYAS

Referencias:
- MAE-UAF-DPAG-2018-3256-E

Anexos:
- andrea_narvaez_garcia20180801_16301514.pdf
- permiso_de_investigacion_037.pdf

Copia:
Señor Biólogo
Leonardo Enrique Alava Contreras
Administrador de Áreas Protegidas y Silvestres

Señor Biólogo
Jorge Alberto Peñaranda Cando
Administrador de Áreas Protegidas y Vida Silvestre

Señorita
Cristy Bethsabe Freire Lombeida

Dirección Provincial del Guayas • Código Postal: 090107 / Guayaquil - Ecuador • Teléfono: (593 4) 3729066
Dirección: Av. Francisco de Orellana y Paseo del Parque, Parque Samanes Bloque 3

to firmado electrónicamente por Quipux

1/2

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Oficio Nro. MAE-CGZ5-DPAG-2018-1911-O

Guayaquil, 03 de septiembre de 2018

Secretaría de la Dirección

la/jp



FIRMANTE Y CATEGORÍA DEL FIRMANTE
EVELYN ALEXANDRA
MONTALVAN SANTANA

Dirección Provincial del Guayas • Código Postal: 090107 / Guayaquil - Ecuador • Teléfono: (593 4) 3729066
Dirección: Av. Francisco de Orellana y Paseo del Parque, Parque Samanes Bloque 3

2/2

Oficio Nro. MAE-CGZ5-DPAG-2019-0089-O

Guayaquil, 14 de enero de 2019

Asunto: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, ANDREA NARVÁEZ, ANDREA NARVÁEZ GARCÍA, SOLICITA MODIFICAR TEMÁTICA A ENTOMOFAUNA DE IMPORTANCIA FORENSE

Señorita
Andrea Elizabeth Narváez García
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta a su oficio s/n de fecha 01 de noviembre de 2018, donde solicita la modificación de la Autorización de Investigación Nro. 037-2018-IC-FLO/FAU-DPAG/MAE de fecha 31 de agosto, denominada **Dipterofauna de Importancia Forense asociada a cadáveres de *Cavia porcellus* en dos sectores de la ciudad de Guayaquil.**

Una vez analizada su solicitud, se determinan los siguientes cambios dentro de la mencionada Autorización:

- 1.-) Se incorpora dentro de la Investigación al Sr. Jonathan Palomeque Tigse con número de cédula de identidad 0951377142, el mismo que empezará su trabajo de titulación, bajo la responsabilidad de la Dra. Andrea Narváez García, directora del proyecto.
- 2.-) Se incluye dentro del proyecto el grupo taxonómico Coleóptera, por lo que se modifica el nombre del proyecto quedando determinado de la siguiente forma: **Entomofauna de Importancia Forense Asociada a cadáveres de *Cavia porcellus* en dos sectores de la ciudad de Guayaquil.**

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Blga. Evelyn Alexandra Montalvan Santana
COORDINADORA GENERAL ZONA 5 - DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL GUAYAS

Referencias:
- MAE-UAF-DPAG-2018-4603-E

Anexos:
- andrea_narvaez20181029_09523157_1461.pdf



Oficio Nro. MAE-CGZ5-DPAG-2019-0089-O

Guayaquil, 14 de enero de 2019

Copia:

Señor Biólogo
Jorge Anello-Ortega Granda
Técnico de Biodiversidad

Señor Biólogo
Jorge Alberto Pefaranda Cando
Especialista en Patrimonio Natural 3 Encargado

jajp



(FIRMADO ELECTRONICAMENTE POR)
EVELYN ALEXANDRA
MONTALVAN SANTANA

Dirección Provincial del Guayas • Código Postal: 090107 / Guayaquil - Ecuador • Teléfono: (593 4) 3729066
Dirección: Av. Francisco de Orellana y Paseo del Parque, Parque Samanes Bloque 3

Oficio Nro. MAAE-DZ5-2021-1855-O

Guayaquil, 06 de mayo de 2021

Asunto: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, ANDREA NARVÁEZ GARCÍA, SOLICITA SE EXTIENDA EL PERMISO DE INVESTIGACIÓN PROYECTO: ENTOMOFAUNA DE IMPORTANCIA FORENSE ASOCIADA A CADÁVERES DE CAVIA

Andrea Elizabeth Narváez García
En su Despacho



Señora
Andrea Narváez García, Ph.D.
Docente Investigadora
Universidad De Guayaquil
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al documento Nro. MAE-UAF-DPAG-2019-1746-E donde solicita la ampliación de un año al permiso de investigación para el proyecto "Entomofauna de importancia forense asociada a cadáveres de *Cavia porcellus* en dos sectores de la ciudad de Guayaquil". Tengo a bien informar que una vez analizada la documentación presentada por usted y habiendo cumplido con lo estipulado en la Legislación Ambiental vigente, se emite la Autorización de la ampliación del permiso de investigación, la misma que tiene vigencia hasta el 16 de septiembre del 2020.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Ing. Isabel Cristina Tamariz
DIRECTORA ZONAL 5



Oficio Nro. MAAE-DZ5-2021-1855-O

Guayaquil, 06 de mayo de 2021

Referencias:

- MAE-UAF-DPAG-2019-1746-E

Anexos:

- universidad_de_guayaquil20190822_0618.pdf

Copia:

Señor Biólogo
Jorge Aurelio Ortega Granda
Especialista de Vida Silvestre Provincial

Señorita Bióloga
Dolores Alexandra Soto Vera
Especialista en Áreas Protegidas Provincial

khfn



firmado electrónicamente por:
ISABEL
CRISTINA
TAMARIZ MATA

Dirección: Av. Francisco de Orellana y Justino Cornejo
Código Postal: 090505 / Guayaquil - Ecuador • Teléfono: (593 - 4) 266-8522
www.mambiente.gob.ec



sembramos
futuro

Lenin



* Documento firmado electrónicamente por Copias

2/2