



**Universidad Tecnológica ECOTEC**

**Título del trabajo:**

Estudio del desarrollo larval de dípteros en Manta para determinar el Intervalo de  
Tiempo Post Mortem

**Línea de Investigación:**

Gestión de las relaciones jurídicas

**Modalidad de titulación:**

Virtual

**Carrera/programa:**

Licenciatura en Criminalística

**Título a obtener:**

Licenciado/a en Criminalística

**Autores:**

Melannie Duchitanga Gutiérrez  
Riztho Rodríguez Chávez

**Tutor:**

Msc. Rosa Andrea Portero Ortiz

**Ciudad:**

Guayaquil

**Año:**

2024

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por brindarme sabiduría y fortaleza en cada paso de este camino, a mi familia por su apoyo incondicional y por impulsarme a seguir adelante y no rendirme. A mi fiel compañera Tita, por su cariño incondicional y presencia que alegró y calmó mis horas de estudio.

Y en especial a mi tutora y profesores, cuyos conocimientos y directrices han sido esenciales para la culminación de esta tesis.

**CERTIFICADO DE REVISIÓN FINAL****ANEXO No. 9****PROCESO DE TITULACIÓN  
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 06 de agosto de 2024

Magíster  
**Abg. Andrés Madero**  
Decano de la Facultad de Derecho y Gobernabilidad  
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación **TITULADO: ESTUDIO DEL DESARROLLO LARVAL DE DÍPTEROS EN MANTA PARA DETERMINAR EL INTERVALO DE TIEMPO POST MORTEM**, fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza a los estudiantes: **Melannie Duchitanga Gutiérrez / Riztho Rodríguez Chávez**, para que procedan con la presentación oral del mismo.

**ATENTAMENTE,****Firma**

**Mgtr Rosa Andrea Portero Ortiz**  
**Tutora**

## CERTIFICADO DE COINCIDENCIA DE PLAGIO



ANEXO No. 10

### PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación **TITULADO: ESTUDIO DEL DESARROLLO LARVAL DE DÍPTEROS EN MANTA PARA DETERMINAR EL INTERVALO DE TIEMPO POST MORTEM** elaborado por **MELANNIE DUCHITANGA GUTIÉRREZ / RIZTHO RODRÍGUEZ CHÁVEZ** fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del **2%** mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de  hojas del documento.

<https://app.compileio.net/v5/report/b556e60d4208df819e2f189e7059b5784618fe88&lo>

URCES



ATENTAMENTE,

Firma  
Mgtr. Rosa Andrea Portero Ortiz  
Tutora

## INDICE

I	<b>CAPITULO</b> .....	7
	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
	<b>1.1</b> <b>Objetivos:</b> .....	10
	<b>1.1.1</b> <b>Objetivo general:</b> .....	10
	<b>1.1.2</b> <b>Objetivos específicos:</b> .....	10
II	<b>CAPITULO</b> .....	11
	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	11
	<b>2.1</b> <b>Entomología</b> .....	12
	<b>2.2</b> <b>Insectos</b> .....	13
	<b>2.3</b> <b>Entomología forense:</b> .....	14
	<b>2.4</b> <b>Entomología forense en Ecuador:</b> .....	16
	<b>2.5</b> <b>Los dípteros:</b> .....	17
	2.5.1 <i>Familia Calliphoridae:</i> .....	18
	2.5.2 <i>Familia Sarcophagidae</i> .....	19
	2.5.3 <i>Familia Muscidae</i> .....	20
	2.5.4 <i>Ciclo de vida</i> .....	20
	<b>2.6</b> <b>Desarrollo larval de dípteros</b> .....	20
	<b>2.7</b> <b>Factores que afectan el desarrollo larval</b> .....	23
	<b>2.8</b> <b>Intervalo Post mortem (IPM)</b> .....	23
	2.8.1 <i>Ciclos de vida y curvas de crecimiento</i> .....	24
	2.8.2 <i>Composición Ecológica</i> .....	24
	2.8.3 <i>Cálculo de las Horas o Días y Grados acumulados</i> .....	25
	<b>2.9</b> <b>Fenómenos Cadavéricos:</b> .....	26
	2.9.1 <i>Fenómenos Mediáticos</i> .....	28
	Periodo Enfisematoso .....	28
	Periodo Colicuativo .....	28
	2.9.2 <i>Fenómenos Tardíos</i> .....	29
	Periodo de esqueletización .....	29
	<b>2.10</b> <b>Métodos de recolección y análisis de larvas de dípteros:</b> .....	30
III	<b>CAPITULO</b> .....	31
	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	31
	<b>3.1</b> <b>Enfoque de la Investigación</b> .....	32
	<b>3.2</b> <b>Alcance</b> .....	32
	<b>3.3</b> <b>Delimitación de la investigación</b> .....	33
	<b>3.4</b> <b>Población</b> .....	33

<b>3.5</b>	<b>Muestra de la Investigación</b> .....	34
<b>3.6</b>	<b>Materiales e Instrumentos</b> .....	34
<b>3.7</b>	<b>Método Empleado</b> .....	36
3.7.1	<i>Método Empírico</i> .....	36
<b>3.8</b>	<b>Procesamiento y análisis de la información</b> .....	37
<b>IV</b>	<b>CAPITULO</b> .....	39
	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	39
<b>4.1</b>	<b>Descripción general de la duración de los estadios larvales</b> .....	42
<b>4.2</b>	<b>Descripción General del tamaño de las larvas</b> .....	43
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	46
<b>VII</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47
<b>VIII</b>	<b>ANEXOS</b> .....	51

I **CAPITULO**

**INTRODUCCIÓN**

La Entomología forense surgió en Francia en 1886, cuando los medios de justicia solicitaban ayuda de los expertos para poder determinar el momento de fallecimiento de personas cuyos restos habían sido escondidos y posteriormente descubiertos por las autoridades policiales. Ayón (2019) señala que los insectos son atraídos de manera específica y en una secuencia definida según las etapas de descomposición del cuerpo. A partir de 1920, se iniciaron investigaciones sobre este tema tanto en Europa y Estados Unidos sobre la descripción de la fauna cadavérica y la lista de especies. Desde 1950 comienza un nuevo avance, la investigación de los diferentes tipos de insectos y las etapas que se presentan durante el proceso de descomposición en cadáveres. Lo cual impulsó el desarrollo de la Entomología forense en Latinoamérica.

Desde la criminalística de campo, la entomología forense consiste en el estudio total de insectos vivos o muertos presentes en el cadáver, brinda información como el intervalo post mortem, utiliza la obtención de ADN humano para una posible identificación del cadáver, si el occiso ha estado bajo los efectos de algún tóxico o veneno y si el cuerpo ha sido trasladado de un lugar a otro (Lozano, 2022).

La Entomología Forense en Ecuador ha ido evolucionando y buscando mejoras junto con los Institutos de Educación Superior, la cual han desarrollado diferentes proyectos de investigación en principales zonas del país, ya sea recolectando información de las especies de dípteros que se presentan y estableciendo periodos de tiempo bajos ciertos parámetros; sin embargo, no se han desarrollado estudios suficientes en todo el país para que la Entomología Forense sea utilizada como una herramienta necesaria en la justicia a pesar del alto índice delictivo que presenta el país.

Pese a esto, la problemática de esta Investigación se centra en el desarrollo de la aplicación de la Entomología Forense como herramienta útil para establecer el intervalo de tiempo post mortem en muestras recolectadas de la ciudad de Manta. De acuerdo con Merino (2020), existe una deficiencia en el estudio del desarrollo de dípteros para poder identificar el estadio larval mediante el análisis taxonómico, tomando factores importantes como



determinar el tiempo de vida de la larva y relacionar las condiciones climáticas y geográficas con el tiempo que lleva fallecido el cadáver.

Existen estudios realizados sobre desarrollo larval de dípteros en Ecuador, tales como un desarrollo larval de Entomofauna de importancia forense, en un bosque seco de la costa ecuatoriana de las cuales, se encontraron 240 individuos de dípteros, en la cual la familia que más se presentó fue la Calliphoridae con 121 larvas, seguido de la familia Sarcophagidae y la familia Muscidae (Merino, 2022). Teniendo como resultado la presencia de al menos 7 diferentes especies de dípteros que pudieron ser utilizados para determinar el intervalo de tiempo post mortem y si un cuerpo ha sido trasladado de un lugar a otro.

Sin embargo, aún hacen falta algunas investigaciones contundentes sobre la aplicación y el desarrollo de la entomología forense en Ecuador y cómo influyen las condiciones climáticas en el desarrollo larval de dípteros usados como medio para la estimación del intervalo de tiempo post mortem, debido a que en el país cada provincia tiene climas diferentes, en el cual el desarrollo larval de cada insecto va a ser diferente dependiendo del lugar en se encuentre el cadáver.

Por lo tanto, el presente proyecto de investigación dispone de todos los recursos económicos, humanos y de la fiabilidad de las fuentes de información necesarias para llevar a cabo y cumplir con el objetivo principal, el cual tendrá un impacto positivo, aportando información y convirtiéndose en una parte fundamental en el análisis de escenas de crimen.

## **1.1 Objetivos:**

### **1.1.1 Objetivo general:**

- Determinar el intervalo de tiempo post mortem a través del estudio del desarrollo larval de dípteros en la ciudad de Manta.

### **1.1.2 Objetivos específicos:**

- Designar una carnada en un ambiente controlado para atraer los dípteros necrófagos.
- Realizar una toma de muestras de dípteros y sus larvas, registrando simultáneamente las condiciones ambientales.
- Identificar las especies de dípteros recolectados, controlando el tiempo del desarrollo larval para relacionarlos con el intervalo de tiempo post mortem.

**II CAPITULO**

**MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Entomología

Es la rama científica dedicada al análisis de los organismos clasificados como insectos, abarcando aspectos como su clasificación, organización sistemática, proceso evolutivo, interacciones ecológicas y patrones de comportamiento. Este término deriva de las raíces griegas “*entomos*” (insectos) y “*logos*” (ciencia), la cual se refiere al estudio científico de insectos.

Esta ciencia conforma una rama dentro de la Biología, la cual se enfoca en la clase Insecta conformada por un grupo de animales notablemente exitosos en términos evolutivos, ya que surgieron hace aproximadamente 400 millones de años, siendo testigos de eventos cruciales como la aparición de los vertebrados, la extinción de los dinosaurios, el surgimiento de los mamíferos y la evolución humana (Pérez, 2020).

De acuerdo con un estudio de Lozano (2019) su clasificación se divide como Entomología General que examina los insectos de manera integral, incluyendo su anatomía, fisiología, reproducción, desarrollo y taxonomía desde una perspectiva zoológica. La Entomología Agrícola que se centra en los insectos que afectan a cultivos y plantas que el hombre cultiva, desarrollando estrategias de control y estudiando plagas, parásitos y predadores. Así mismo la Entomología Económica que analiza los insectos desde un punto de vista económico, evaluando sus potenciales beneficios y perjuicios. La Entomología Médica que investiga los insectos que afectan directa o indirectamente a humanos y animales domésticos, ya sea como vectores de enfermedades o causantes de molestias.

Y la Entomología Forense: estudia la sucesión ecológica de artrópodos en cadáveres para determinar el momento del fallecimiento, siendo particularmente útil en casos de cadáveres con varios días, semanas o meses de antigüedad.

Por lo tanto, la Entomología es la ciencia que estudia los insectos y en todas sus clasificaciones, establece métodos para estudiar sus tipos, características, lo que los diferencia de las otras especies de insectos, etc.; y para esto es necesario conocer qué son

los insectos como tal y cuáles son esas características que los hacen tan particulares a la vez.

## **2.2 Insectos**

Son organismos invertebrados pertenecientes a los Artrópodos, se distinguen por su estructura corporal segmentada en tres partes principales: cabeza, tórax y abdomen, además de poseer un exoesqueleto. Esta clase se caracteriza por presentar un par de antenas, tres pares de patas y generalmente dos pares de alas, rasgos que los diferencian de otros grupos de artrópodos como los arácnidos y los ciempiés. De acuerdo con Lozano (2019), los insectos se originaron en algún lugar del mundo y se distribuyeron en todo el planeta, ya que si las condiciones lo permiten, emigran a otras regiones llegando a ser insectos autóctonos.

Los rasgos fundamentales de los insectos incluyen un exoesqueleto, alas, antenas y ojos, el exoesqueleto que actúa como una armadura externa, está compuesto principalmente por quitina que es un material resistente que recubre todo el cuerpo del insecto. Las alas varían según la especie: algunas las mantienen extendidas, otras pueden plegarlas para protección, y existe diversidad en cuanto a su número. Las moscas poseen un par de alas, mientras que las libélulas cuentan con dos pares, las antenas presentan una gran diferencia morfológica, pudiendo ser largas, delgadas, cortas o pilosas. Estas estructuras son multifuncionales, permitiendo a los insectos percibir su entorno a través del tacto, el olfato y el gusto, gracias a las terminaciones nerviosas que contienen (Pérez, 2020).

Por lo tanto, los insectos son organismos que desempeñan un papel importante en la Entomología y en los ecosistemas en general, y tanto su diversidad, funciones ecológicas, características, etc.; las hacen únicas al convertirse en sujetos de estudio y conservación de gran importancia.

### **2.3 Entomología forense:**

Es la ciencia que se enfoca en el análisis de los insectos vinculados al proceso de descomposición de cadáveres, la cual funciona como una herramienta importante para la ayuda a los órganos de justicia que permiten el esclarecimiento de incógnitas que rodean a los cuerpos sin vida que son encontrados en circunstancias particulares (Vanegas, 2019). Por lo tanto, esta disciplina se utiliza para determinar el intervalo post mortem transcurrido desde la muerte hasta que se descubre el cadáver, así como el inicio de la investigación pericial en donde todo debe ser tratado con mucha cautela, teniendo en cuenta los fenómenos cadavéricos.

Interpreta la información proporcionada por los insectos como testigos indirectos de un fallecimiento, pero antes de la investigación siempre se tiene presente los objetivos principales de la entomología forense y estos son: determinar el intervalo post mortem mediante la datación de la muerte a través de la fauna cadavérica, determinar el año que ha ocurrido la muerte y verificar si el deceso del cadáver fue en el lugar que se le encontró o si fue trasladado. Brindando información que relacione a un posible sospechoso con la escena del crimen (Vargas, 2022).

Existen técnicas diseñadas que son utilizadas por los especialistas que han desarrollado metodologías específicas para la obtención de información entomológica como evidencia, y estos datos pueden proporcionar información vital en casos de muerte y responder incógnitas del posible traslado de los restos del lugar del fallecimiento haciendo que estas técnicas se basen en el estudio de insectos, principalmente en las larvas de las moscas que permiten estimar el intervalo de tiempo post mortem. Los especialistas en la materia, aplican dos tipos para estudiar el desarrollo de los insectos, en los cuales son: "tasa de desarrollo" y "tasa de crecimiento"; la tasa de desarrollo es el tiempo que se requiere para que los insectos terminen de desarrollar la etapa de huevo y larva y la tasa de crecimiento, que es el aumento del peso de las larvas (Díaz, 2022).

En el país siempre se ha buscado el desarrollo de estas investigaciones entomológicas en asociación con los Institutos de Educación Superior y con la Fiscalía General del Estado. Sin embargo, ha resultado con poco éxito comparando con algunos países de América Latina en la cual, el avance y los estudios son mayores debido a que se necesitan diferentes tipos de métodos y el personal totalmente capacitado y materiales para cada tipo de escena. De acuerdo con Espinoza (2020) se han desarrollado investigaciones en algunas zonas del país y en los últimos años se han utilizado los marcadores tradicionales o métodos de tasa post mortem pero no se han podido desarrollar y los restos resultan irreconocibles.

El uso de insectos con fines forenses empezó a estudiarse a mediados del siglo XIX y en el año 1850 se realizó la primera datación del tiempo de muerte en un cadáver basándose en el desarrollo de las larvas de dípteros contenidas en el cuerpo (Vanegas, 2019). Ese fue uno de los primeros casos en los que la evidencia entomológica dio certeza y se usó como medio de justicia, llegando a la conclusión de que un cuerpo expuesto al aire libre sufre cambios más rápido dando paso a la clasificación de los distintos tipos de dípteros que aparecen en el cadáver a medida que se desarrolla el proceso de descomposición. De acuerdo con Merino (2020) los estudios sobre la entomología forense realizados en nuestro país han sido limitados, especialmente en lo referente a la determinación del tiempo de muerte mediante la evidencia entomológica y la cual existe una deficiencia en cuanto a las claves de desarrollo larval para la identificación de dípteros relacionados con la fauna cadavérica local.

Ya que dentro de la Entomología Forense existen muchas especies por estudiar dependiendo de su clasificación, y dentro de las ciencias forenses se las estudia como medio para determinar el intervalo de tiempo post mortem. De acuerdo con Elizondo (2019) la entomología forense es practicada alrededor de hace unos 800 años como una ciencia forense, la cual ha sido de suma importancia en investigaciones criminales, aportando información que pueda ayudar a la resolución de un caso, ya que en la investigación forense

los estudios entomológicos son las opciones consideradas con mayor precisión para poder establecer la estimación del tiempo de muerte pasadas las 72 horas del deceso.

Por lo tanto, se basa en el estudio de los dípteros como medio de apoyo en la investigaciones criminales, ya que los dípteros desempeñan un papel crucial en esta ciencia debido a su rápida colonización de cadáveres y su capacidad para proporcionar información relevante para la investigación a través de su ciclo de vida.

#### **2.4 Entomología forense en Ecuador:**

La entomología forense en Ecuador es un gran aliado para remediar muchos de los problemas del sistema judicial, ya que tiene tres tácticas para aportar, tales como el estudio de insectos y otros artrópodos que acuden a los cadáveres y que ayudan a estimar el intervalo post mortem; pueden revelar la forma o la ubicación de la muerte y; pueden valorar un caso de muerte súbita, detectar tóxicos y estupefacientes en el cuerpo, circunstancias post mortem (Donoso, 2019).

En el país siempre se ha buscado el desarrollo de estas investigaciones entomológicas en asociación con los Institutos de Educación Superior y con la Fiscalía General del Estado. Sin embargo, ha resultado con poco éxito comparando con algunos países de América Latina en la cual, el avance y los estudios son mayores debido a que se necesitan diferentes tipos de métodos y el personal totalmente capacitado y materiales para cada tipo de escena. De acuerdo con Espinoza (2020) se han desarrollado investigaciones en algunas zonas del país y en los últimos años se han utilizado los marcadores tradicionales o métodos de tasa post mortem pero no se han podido desarrollar y los restos resultan irreconocibles.

En el país siempre se ha buscado el desarrollo de estas investigaciones entomológicas en asociación con los Institutos de Educación Superior y con la Fiscalía General del Estado. Sin embargo, ha resultado con poco éxito comparando con algunos países de América Latina en la cual, el avance y los estudios son mayores debido a que se



necesitan diferentes tipos de métodos y el personal totalmente capacitado y materiales para cada tipo de escena. De acuerdo con Espinoza (2020) se han desarrollado investigaciones en algunas zonas del país y en los últimos años se han utilizado los marcadores tradicionales o métodos de tasa post mortem pero no se han podido desarrollar y los restos resultan irreconocibles.

Dado que en el Ecuador hace falta mucho trabajo para lograr un sistema legal que procese adecuadamente las evidencias entomológicas y que se usen para resolver crímenes, pero aún puede ser un paso importante para ayudar a fiscales, policías en su trabajo, etc.; ya que el uso continuo de técnicas entomológicas pueden ayudar al sistema judicial del Ecuador y serenar a muchas familias que desconocen los detalles de la muerte de sus seres queridos (Donoso, 2019).

Por lo tanto, la Entomología Forense en Ecuador ha demostrado su utilidad en la resolución de casos y ha brindado evidencias científicas en procesos judiciales a través del estudio de los dípteros, pero aun así es importante seguir promoviendo la investigación y el desarrollo de la entomología forense en el país.

Por lo tanto, se basa en el estudio de los dípteros como medio de apoyo en la investigaciones criminales, ya que los dípteros desempeñan un papel crucial en esta ciencia debido a su rápida colonización de cadáveres y su capacidad para proporcionar información relevante para la investigación a través de su ciclo de vida.

## **2.5 Los dípteros:**

Los dípteros pasan por un ciclo de vida que incluye etapas de huevo, larva, pupa, adulto y comprender este ciclo de vida es fundamental para estudiar el desarrollo larval de los dípteros y su relación con el intervalo de tiempo post mortem. De acuerdo con Chacón (2022) dentro de la entomología forense hay un especial interés en los dípteros de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Piophilidae, Scathophagidae, Sepsidae, Sphaeroceridae, Stratiomyidae, Phoridae y Psychodidae, debido a que se van a encontrar

asociados a cadáveres y dentro de este grupo, los dípteros califóridos, sarcófagidos y muscidae son los más comunes en la descomposición cadavérica.

*Coleóptera*: las familias dentro de este grupo son Histeridae, Staphylinidae, Dermestidae, Cleridae, Scarabaeidae, Silphidae, Nitidulidae y Carabidae, que son comúnmente consideradas de importancia forense ya que todas presentan especies que tienen preferencia por las diferentes fuentes de alimento que se pueden encontrar en un cadáver. Se ubican en tres categorías: las necrófagas Dermestidae, las que son tanto necrófagas como depredador, las Silphidae y las depredadoras como las Staphylinidae (Barreto, 2020).

*Díptera*: las familias dentro de este grupo son Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Phoridae, Fanniidae y Piophilidae, pero en el campo forense son más conocidas las Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, ya que incluyen especies de gran importancia que no solo son las primeras que llegan al cadáver sino porque en su ciclo de vida permiten establecer las estimaciones del intervalo de tiempo post mortem (Barreto, 2020).

#### 2.5.1 Familia Calliphoridae:

Los califóridos son moscas que pertenecen a la familia Oestroidea y existen alrededor de unas 1000 especies descritas y están conformadas por cinco subfamilias agrupadas en 150 especies y muchas son fáciles de identificar debido al color metálico que presentan, aunque suelen ser opacas son animales robustos de 4 a 16 mm de longitud. Según Chacón (2022) presentan cabeza ancha, frente no prominente y vibrisa; antenas con arista plumosa o pubescente, tórax con hilera media de cerdas fuertes y pared postalar; alas con calipteros peludos dorsal o ventralmente; y abdomen del que emerge la genitalia.

Desde el punto de vista morfológico, las especies de califóridos serán muy similares entre sí, tanto en forma adulta como inmadura, las larvas son acéfalas con esqueleto oscuro y mandíbulas formadas por dos fuertes ganchos bucales entre los que pueden presentarse hendiduras en forma de branquias. Su cuerpo está dividido en 12 segmentos, muchos con

anillos de espinas pigmentadas total o parcialmente y algunas especies presentan placas laterales de espinas entre la región posterior llamadas áreas fusiformes.

Según Chacón (2022) tienen espiráculos posteriores situados en una cavidad, formados por un anillo externo cerrado con tres aberturas más o menos transversales en las larvas maduras y extremidad redondeada con diferentes procesos, generalmente cuatro en regiones ventral, lateral o dorsal.

### 2.5.2 *Familia Sarcophagidae*

También pertenecen a la familia Oestroidea con alrededor de 2600 especies distribuidas en tres subfamilias: Miltogramminae, Paramacronychiinae y Sarcophagidae, en la región neotropical se encuentra la familia Sarcophagidae que es la más rica en cuanto a diversidad morfológica y especies, a diferencia de las otras dos familias. De acuerdo con Chacón (2022) son moscas de gran tamaño y robustas, con colores no metálicos principalmente grisáceos y de cabeza casi tan ancha como el tórax, presentan antenas de 2 a 6 mm con aristas dorsales. El segmento antenal se encuentra en la parte superior, el tórax está dividido en tres partes con cubierta esclerotizada y 4 a 5 rayas grises distribuidas en forma paralela.

Tienen alas desarrolladas y las patas están divididas en 7 segmentos, con cubierta esclerotizada y pelillos alrededor, en el extremo de cada una poseen una uña y pulvilos que están encargados de producir una sustancia pegajosa compuesta por azúcares y aceites que le permiten adherirse a objetos y superficies sin dejarlos pegados completamente. El abdomen está dividido en cuatro segmentos, con cubierta esclerotizada, pelos, manchas grises y una coloración que varía según la incidencia de la luz. Las larvas de esta familia se caracterizan por llevar espiráculos posteriores con potentes ganchos maxilares.

### 2.5.3 *Familia Muscidae*

Pertenecen a la familia Muscidae que incluye especies de tamaño mediano con coloración oscura o grisácea, las larvas son cilíndricas con extremos posteriores truncados y levemente convexos, sin papilas y con placas elevadas, presentan mandíbulas débiles y ganchudas.

### 2.5.4 *Ciclo de vida*

El ciclo de vida comprende las fases de huevo, larva, pupa y adulto; en el estado de pupa se presenta una fase post alimentaria llamada prepupa que es donde la larva cesa de alimentarse y abandona el sustrato donde se encuentra y busca un sitio para empupar. Así, la ovoposición ocurre durante el día y consiste en que las hembras prefieren sitios oscuros, protegidos y húmedos para colocar sus huevos y posteriormente los huevos incuban en uno a tres días dependiendo de la especie y las condiciones ambientales (Barreto, 2020).

En conclusión, los dípteros son de gran relevancia en la entomología forense ya que permiten estimar el intervalo de tiempo post mortem de manera más precisa, además este conocimiento contribuye a la identificación de las especies dentro de las familias de dípteros y la importancia de destacar las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad que pueden influir en la duración de cada ciclo de vida de los dípteros.

## 2.6 **Desarrollo larval de dípteros**

Los insectos son uno de los grupos más diversos y abundantes tanto en número de individuos como en especies, de acuerdo con Barreto (2020) tienen diversas formas de vida pudiendo ser predadores, parásitos, coprófagos o necrófagos, tal que para estos últimos, los cadáveres representan un fuente de energía y conforme la descomposición va avanzando atraen más grupos de insectos diferentes, convirtiéndose en la principal herramienta en la determinación del Intervalo Post Mortem. Utilizando a favor el corto ciclo de vida de los

insectos y sus distintas etapas de desarrollo, para determinar con precisión su edad y el tiempo transcurrido desde su llegada al cuerpo.

Esto requiere conocer la identificación y clasificación de las especies, así como los tiempos de desarrollo de las larvas de moscas que se alimentan del cadáver, teniendo en cuenta que la mayoría de los insectos son ovíparos y el desarrollo de los embriones se da fuera del cuerpo de la hembra existiendo especies vivíparas y ovíparas. Según Ortiz (2019) los insectos presentan metamorfosis, que es un proceso complejo hasta llegar a la etapa adulta y los principales insectos involucrados en el proceso de descomposición presentan metamorfosis completa entre ellos los Dípteros Muscoidea que son los necrófagos más frecuentes.

El grupo de Dípteros Muscoidea pasa por tres estadios larvales diferenciados por el desarrollo de sus espiráculos anteriores y posteriores. Una vez alcanzado el estadio larval, la larva deja de alimentarse y suele enterrarse en el suelo o esconderse en prendas de vestir para empupar (Barreto, 2020). La larva post alimentaria adquiere un color blanco crema y luego, el proceso de metamorfosis continúa transformando a la larva en pupa en la que se produce un estado de quiescencia sin movimientos pero con grandes cambios internos, hasta dar lugar al desarrollo de la fase adulta.

Los dípteros son insectos de gran importancia en entomología forense dado su asociación con la materia orgánica en descomposición. Según Ayón (2019) algunos pueden clasificarse como depredadores o parásitos de otros insectos, existen numerosas familias relacionadas con el proceso de descomposición y su utilidad para estimar el Intervalo Post Mortem, aunque esto puede variar entre un caso y otro. Asimismo, ciertas especies pueden servir de gran importancia médica al aportar en diversas fuentes nutricionales dependiendo de su fase de desarrollo.

La familia Calliphoridae incluye los dípteros necrófagos más importantes en el proceso de descomposición, ya que consumen gran parte del cadáver y suelen colonizarlo primero, los adultos presentan colores metálicos brillantes y se sienten atraídos por fuentes ricas en azúcares o proteínas, como la materia orgánica en descomposición (Ortiz, 2019).

Una de sus principales especies es la mosca, cuya metamorfosis consta de cuatro fases: la primera fase es donde el huevo da paso a una larva con intensa alimentación necrófaga; la segunda fase es durante una o dos semanas se desarrollan las características del adulto; la tercera fase es que en su hábitat coexisten con organismos de su misma especie según las condiciones ambientales y la cuarta fase es la adulta, en donde tienen preferencias omnívoras.

Los dípteros presentan características morfológicas y fisiológicas que les permiten desempeñar un importante papel en la estimación del tiempo transcurrido desde el deceso. Por ejemplo, su capacidad de detectar olores a kilómetros les permite ser las primeras en localizar un cadáver, su pequeño tamaño y habilidad para volar, les permite acceder casi a cualquier lugar y desplazarse rápidamente.

El análisis de los huevos ayuda a estimar el intervalo post mortem, pues su incubación dura uno a tres días dependiendo de la especie y condiciones ambientales (Ayón, 2019). Aunque las larvas crecen velozmente pasando por tres estadios, inicialmente se agrupan en grandes números y se mueven alrededor del cuerpo, promoviendo la diseminación de bacterias y enzimas para consumir los tejidos blandos. Finalmente, llegando a la conclusión de que a mayor temperatura y mayor humedad, el insecto se desarrollara más rápido.

Por lo tanto, el estudio del desarrollo larval de los dípteros ha proporcionado información importante para la estimación del intervalo post mortem en investigaciones forenses, ya que la identificación de especies y el efecto de la temperatura son aspectos que deben tenerse en cuenta para realizar estimaciones más precisas.

## **2.7 Factores que afectan el desarrollo larval**

Diversos factores pueden influir en el desarrollo larval de los dípteros, entre ellos los factores ambientales como la temperatura, la humedad, la disponibilidad de alimento y las especies de dípteros presentes en el cadáver; estos factores deben ser considerados al determinar el intervalo de tiempo post mortem. Según Mosquera (2020) la fauna asociada a cadáveres es muy diversa en especies de insectos, estos forman grupos que se asocian en la descomposición y este proceso es influenciado por factores ambientales como la vegetación, el pH del suelo y la estación del año, además de las circunstancias de la muerte.

Ecuador con su variedad de climas, resulta ideal para estudios de entomología forense, ya que su diversidad ambiental permite analizar como los cambios de temperatura afectan el desarrollo de larvas y la duración de las etapas de descomposición. Esto ayuda a estimar el intervalo entre la muerte y el descubrimiento del cuerpo (Mosquera, 2020).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos factores pueden variar dependiendo de la especie de dípteros y de las condiciones ambientales específicas, ya que es necesario realizar estudios detallados y tener en cuenta múltiples factores al estimar el intervalo de tiempo post mortem.

## **2.8 Intervalo Post mortem (IPM)**

La determinación del intervalo de tiempo post mortem se refiere al lapso de tiempo transcurrido desde la muerte de un individuo hasta el instante en que es hallado el cadáver, determinar este intervalo es crucial para establecer la secuencia de eventos y proporcionar evidencia científica (Pastrana, 2022). Así, una de las principales funciones del entomólogo forense en una investigación criminal es la determinación del Intervalo de Tiempo Postmortem.

En todas las investigaciones de homicidios o fallecimientos por accidentes se debe llevar a cabo la estimación del intervalo de tiempo post mortem la cual es esencial para la reconstrucción de los hechos, al involucrar a un sospechoso y al establecer la credibilidad de las declaraciones en un testimonio (Pastrana, 2022). Esta estimación es igualmente valiosa en distintos casos, incluso cuando la muerte es natural, accidental o en un suicidio.

Los métodos para determinar el tiempo de muerte se basan en la observación externa, la temperatura corporal y un análisis detallado del estado de descomposición del cuerpo, realizándose de tres maneras: la primera es la determinación de los ciclos de vida y tasas de desarrollo de las especies que actúan en la descomposición; la segunda es el estudio de la composición de insectos de importancia médico legal mediante un estudio previo y la tercera es el cálculo de las horas o días y grados acumulados (Ayón, 2019). Estos métodos se pueden utilizar por separado o en forma conjunta, dependiendo del estado de descomposición que es hallado el cadáver.

#### 2.8.1 Ciclos de vida y curvas de crecimiento

El análisis del ciclo vital de las especies de dípteros hallados en el cadáver, realizado en laboratorio y considerando las temperaturas, permite generar curvas de crecimiento, estas curvas muestran como varía la tasa de desarrollo de cada especie según las condiciones térmicas. Este método se enfoca en estudiar el crecimiento de una especie específica de dípteros y como resultado se puede estimar la edad de una larva al relacionar su tamaño con el punto correspondiente en la curva de crecimiento (Pastrana, 2022).

#### 2.8.2 Composición Ecológica

Algunas especies de insectos siguen características asociadas a la descomposición de cuerpos principalmente la de los mamíferos, ya que una agrupación de distintas especies aparecen en los distintos estados de descomposición del cuerpo. En animales pequeños, varios coleópteros inician los procesos de sucesión y en los cuerpos de animales grandes, la



mayoría de estados son dominados por varios individuos del Orden Díptera principalmente por la Familia Calliphoridae, pero los últimos estados de la descomposición son dominados por el Orden Coleóptera, principalmente por la familia Dermestidae. Haciendo que la duración de estos estados de descomposición dependan en gran parte de las condiciones ambientales que afectan el proceso de degradación (Pastrana, 2022).

### 2.8.3 Cálculo de las Horas o Días y Grados acumulados

Existen varias formas de realizar estos cálculos, la más usada es la de convertir las temperaturas y los tiempos en horas grados acumulados, multiplicando el tiempo por la temperatura medida en grados y dado que el tiempo necesario para el desarrollo disminuye a medida que la temperatura aumenta, el número total necesario a desarrollar en cualquier fase determinada permanezca constante a fin de calcular el tiempo necesario para alcanzar una fase dada y dividir por la temperatura (Ayón, 2019).

Este método relaciona los datos del desarrollo de especies criadas en condiciones de laboratorio con las condiciones ambientales en que esa misma especie estaría expuesta en el cadáver. Este concepto fue utilizado por la entomología agrícola, para analizar en cuál ciclo de vida de un insecto provocaría daños para así utilizar insecticidas en el momento oportuno.

Los dípteros suelen aparecer en los cadáveres poco después de la muerte, iniciando un proceso biológico que permite determinar sus tiempos en desarrollo, esto facilita la estimación del intervalo post mortem (Ortiz, 2019). Existen dos enfoques para usar datos entomológicos en la estimación de este intervalo: la primera es en las etapas iniciales de descomposición, se estudian los diferentes estados de descomposición del cadáver para calcular el tiempo desde la colonización inicial, si se identifica el estadio más antiguo de desarrollo de insectos en el cuerpo y se determina la edad (en horas o en días), es posible establecer cuando el cadáver fue expuesto por primera vez a la actividad de los insectos.

Con el paso de un periodo prolongado, los restos cadavéricos permiten establecer una secuencia temporal, lo cual también proporciona una estimación del tiempo transcurrido desde la muerte. Por lo tanto, es crucial comprender los elementos que pueden afectar tanto la descomposición como la colonización del cuerpo por los insectos, este conocimiento es fundamental para determinar con precisión el intervalo post mortem.

Por lo tanto, en Ecuador el intervalo de tiempo post mortem (IPM) es importante en el desarrollo de investigaciones para la clasificación e identificación de los insectos de cada zona, debido a que el medio ambiente es esencial cuando se va estimar el intervalo de tiempo post mortem, dado que el desarrollo de cualquier tipo de fauna varía dependiendo por las condiciones ambientales y el microclima. De acuerdo con Bustos (2022), los elementos ambientales más relevantes a considerar son: temperatura, humedad relativa, pluviosidad, irradiación solar y nubosidad. Adicionalmente, es importante tomar en cuenta aspectos del entorno como: tipo de vegetación, follaje y cobertura del terreno.

## **2.9 Fenómenos Cadavéricos:**

La descomposición es un proceso continuo y constante que implica la degradación de los tejidos corporales, este proceso se caracteriza por dos fenómenos principales: autólisis que es la destrucción de los tejidos por enzimas del cuerpo y la descomposición por microorganismos que es la acción de bacterias y hongos sobre los tejidos. Según Infante (2020), la progresión de estos procesos varía dependiendo de factores ambientales como: clima, ubicación del cuerpo y nivel de humedad. Pero para facilitar su estudio, los entomólogos forenses dividen el proceso en etapas basándose en los cambios físicos y morfológicos que experimenta el cadáver.

Los fenómenos se dan por la presencia de:

Deshidratación	Está fuertemente vinculado a la temperatura ambiental, se intensifica y ocurre más rápidamente en condiciones de calor, buena ventilación y presencia de corrientes de aire.
Livideces	Estas marcas aparecen en ciertas áreas del cuerpo como resultado de la concentración de sangre debido a la fuerza gravitacional.
Rigidez cadavérica	Se trata de una condición en la que el cuerpo se endurece debido a la rigidez y contracción de los músculos.
Enfriamiento Cadavérico	Descenso de la temperatura corporal.

**Nota:** Cuadro de los fenómenos cadavéricos. Elaboración propia (2024).

### 2.9.1 Fenómenos Mediáticos

Es un proceso que conduce a la desaparición de las partes blandas del cuerpo por acción de la entomofauna carroñera, hongos y hay algunos periodos:

<p>Periodo Cromático</p>	<p>La piel experimenta alteraciones, inicialmente muestra una tonalidad pálida, en la zona abdominal aparece una distintiva mancha verdosa, la coloración general es entre tonos verdes y azulados. Las bacterias presentes en el intestino inician un proceso de proliferación, extendiéndose por todo el cuerpo y como resultado, la superficie de la piel adquiere una coloración que puede variar entre tonos rojizos, violáceos o verdosos.</p>
<p>Periodo Enfisematoso</p>	<p>Ciertos microorganismos bacterianos, capaces de generar gas se multiplican. Estos gases resultantes se concentran en los espacios internos del cuerpo y como consecuencia de esta acumulación gaseosa, el organismo adquiere una apariencia hinchada.</p>
<p>Periodo Colicuativo</p>	<p>El cabello, el vello corporal y las uñas se separan del cuerpo, los gases que se han acumulado empiezan a escapar y simultáneamente, se inicia un proceso de transformación en que las estructuras blandas</p>

	del cuerpo comienzan a degradarse, dejando expuesto el sistema esquelético.
--	-----------------------------------------------------------------------------

**Nota:** Cuadro de los fenómenos mediáticos. Elaboración propia (2024).

### 2.9.2 Fenómenos Tardíos

Se le considera como una evolución natural que culmina con la total descomposición del cuerpo y hay algunos periodos:

Periodo Reductivo	Desaparecen los restos viscerales que aún conforman la masa amorfa negruzca, denominada putrúlogo.
Periodo de esqueletización	Los ligamentos y las articulaciones se van deteriorando hasta desaparecer.
Periodo de Descalcificación y Pulverización esquelética	Se genera la pérdida ósea, la cual posteriormente se produce la desintegración.

**Nota:** Cuadro de los fenómenos tardíos. Elaboración propia (2024).

### **2.10 Métodos de recolección y análisis de larvas de dípteros:**

Existen diferentes métodos para recolectar y analizar las larvas de dípteros presentes en un cadáver, estos métodos incluyen la observación directa, la recolección de larvas y la identificación de especies mediante técnicas de entomología forense.

Es crucial manejar las evidencias entomológicas con el debido cuidado, tanto en el sitio del suceso como durante el examen post mortem, estas muestras deben ser recolectadas, procesadas, almacenadas y preservadas siguiendo protocolos adecuados y en conformidad con las normativas legales vigentes (García, 2020).

Muñoz & Mendoza (2022), explican que la disciplina de la entomología forense se dedica a interpretar la información proporcionada por los insectos, los cuales actúan como testigos indirectos del fallecimiento. Esta rama científica puede aportar datos significativos en diversas situaciones, incluyendo investigaciones de homicidios, casos de personas desaparecidas, siniestros viales, catástrofes naturales y suicidios.

**III CAPITULO**

**MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Enfoque de la Investigación**

El enfoque cuantitativo se caracteriza por emplear la recopilación de datos con el propósito de verificar hipótesis, este enfoque se basa en mediciones numéricas y utiliza herramientas estadísticas para procesar la información, la cual se expresa en números. Esto permite examinar un tema o un objeto de investigación centrándose en aquellos aspectos que pueden ser cuantificados y medidos (Etece, 2024).

Por lo tanto, se va a realizar una recolección de muestras, se medirá cada una y se hará una tabla comparando las medidas, basándose en la medición numérica precisa y estadístico de datos sobre el desarrollo larval, se examinarán diversas variables cuantificables tales como el tamaño de las larvas, la duración de cada estadio de desarrollo y las condiciones ambientales de temperatura.

Estableciendo una relación entre el desarrollo larval y el intervalo post mortem, utilizando instrumentos estandarizados para la recolección de datos que permitirá obtener resultados fundamentales para su aplicación en el campo de la entomología forense.

### **3.2 Alcance**

El alcance exploratorio se enfoca en obtener una visión general sobre un fenómeno o problema que ha sido poco estudiado, busca identificar posibles variables que podrían ser objetos de estudio en el futuro. Por otro lado, el alcance descriptivo se centra en proporcionar información minuciosa sobre un fenómeno o problema específico, su objetivo es detallar con exactitud las características y variables asociadas al tema de estudio (Carballo, 2023).

Se ha optado por un diseño experimental, ya que se decidió utilizar carne de cerdo doméstico en un área específica de la ciudad de Manta, donde se recolectaron muestras de larvas, pupas y adultos de dípteros que se desarrollaron de forma natural con la finalidad de establecer la relación entre las condiciones ambientales y el ritmo del desarrollo larval.



Se abordó un alcance exploratorio – descriptivo, ya que se busca identificar las variables que influyen en el desarrollo larval de dípteros. Además, describir las especies de dípteros y detallar la relación entre el desarrollo larval y el intervalo post mortem.

### **3.3 Delimitación de la investigación**

Este proceso implica definir con precisión el ámbito específico de nuestro estudio, delimitando claramente su extensión y estableciendo sus fronteras, incluyendo las características geográficas relevantes. Es decir, se trata de transformar una problemática de investigación amplia y compleja en un objeto de estudio concreto y manejable (Moreno, 2021).

Este estudio se llevó a cabo durante un periodo de 11 días, del 19 al 29 de junio de 2024 en un terreno vacío en el barrio “Divino Niño” de la ciudad de Manta provincia de Manabí, las coordenadas geográficas de la zona eran 0°57'54.5"S 80°41' 07.8"W, contando con un clima árido cálido de 25.5°C en promedio. Un área completamente sin vegetación, con características de bosque seco.

### **3.4 Población**

Grupo completo de individuos u objetos que son de interés para una investigación específica (López, 2021).

La población de interés se refirió a todos los dípteros que podían colonizar un cadáver en descomposición en la ciudad de Manta, principalmente se enfocó en las especies pertenecientes a la familia Calliphoridae (moscas verdes y azules), la familia Sarcophagidae (moscas de la carne), la familia Muscidae (moscas domésticas y similares) y otras familias de dípteros necrófagos presentes en la región.

### 3.5 Muestra de la Investigación

Es un subconjunto o parte de la población en que se llevará a cabo la investigación, enfocándose en lo que se va a estudiar (López, 2021).

La muestra seleccionada consistió en los dípteros de las moscas que se encontraron en el cadáver del cerdo, en este caso son pertenecientes a la “Familia Calliphoridae y a la Familia Sarcophagidae”, que se analizaron para determinar el intervalo de tiempo post mortem.

En este experimento, las muestras recolectadas del cadáver del cerdo se colocaron en envases plásticos y posteriormente se examinaron con el fin de identificar las especies de dípteros y obtener datos precisos sobre el desarrollo larval en las condiciones ambientales de Manta.

### 3.6 Materiales e Instrumentos

Para llevar a cabo el experimento de este estudio, se requiere de materiales e instrumentos que faciliten la interacción del investigador con el área de trabajo, en los cuales se detallan a continuación:

#### Materiales:

Son utilizados por los investigadores, pues en una investigación se requieren de hechos notables para la comprobación de dicho suceso (Universidad Tlaxcala, 2021).

Y en esta investigación se utilizaron los siguientes:

- Un cerdo doméstico
- Larvas, pupas y dípteros adultos que se desarrollen naturalmente.
- Terreno seleccionado en Manta

Instrumentos:

Son las herramientas y métodos que un investigador tiene a su disposición para examinar y analizar problemas y fenómenos específicos (Lama, 2021).

Y en esta investigación se utilizaron los siguientes:

- Trampas para moscas.
- Pinzas entomológicas de recolección.
- Envases plásticos con tapa (100ml)
- Envases de vidrio con tapa (250ml)
- Cámara
- Alcohol etílico al 70%
- Jaula de protección
- Termómetro digital
- Caja de guantes de látex
- Mascarillas

### 3.7 Método Empleado

#### 3.7.1 Método Empírico

Es una aproximación a la adquisición de conocimientos que se fundamenta en la observación directa y la experiencia práctica. Considera la observación como el punto inicial para la generación de hipótesis y una vez formuladas, estas hipótesis deben ser sometidas a un proceso de verificación a través de experimentos controlados. Por lo tanto, el siguiente estudio se describió mediante la observación y la medición:

El día miércoles 19 de junio de 2024, alrededor de las 8:00 a.m., con una temperatura ambiental de 23°C, en un terreno de la ciudad de Manta se colocó un cerdo doméstico que había muerto por asfixia, en una jaula de alambre y se dejó al aire libre para su posterior análisis. Como resultado del primer día, se observó el acercamiento de hormigas pero no se registró ningún tipo de presencia de dípteros. *(Ver imagen 1)*

Transcurridas las 24 horas, el jueves 20 de junio a las 8:24 a.m., con una temperatura ambiental que se mantuvo en 23°C, no se observó ningún cambio visible en el cerdo, sin embargo, en ese momento apareció el primer díptero, identificado como una mosca verde "Familia Calliphoridae". *(Ver imágenes 2, 3, 4 y 5)*

El viernes 21 de junio a las 8:53 a.m., con una temperatura ambiental de 23°C, el cerdo pasó al Periodo Enfisematoso (hinchazón) y se observó una mayor presencia de moscas, incluyendo las moscas de la carne "Familia Sarcophagidae". *(Ver imagen 6)*

Transcurridas las 10: 58 a.m., del día sábado 22 de junio, con una temperatura ambiental de 25 °C, el cerdo continuaba hinchado en el "Periodo Enfisematoso", pero presentaba una mayor coloración en la zona abdominal de tono violáceo y rojizo. Se observó una mayor presencia de moscas de las especies descritas anteriormente, concentradas en la cavidad bucal, aunque no se percibió mal olor. *(Ver imagen 7)*

El domingo 23 de junio a las 12:23 p.m., con una temperatura ambiental de 27°C, el cerdo seguía hinchado pero en estado más avanzado. Se observó la presencia de hormigas y moscas tanto verdes como de carne, pertenecientes a la “Familia Calliphoridae” y a la “Familia Sarcophagidae”. Aún no se percibía un olor fuerte. (*Ver imagen 8*)

El día lunes 24 de junio a las 15:20 p.m., el cerdo paso al “Periodo Colicuativo” en el cual, a medida que avanzaba la putrefacción, presentó una cavidad corporal a la altura de la cabeza, donde las partes blandas se transformaron en esqueléticas. (*Ver imágenes 9 y 10*)

El día martes 25 de junio y miércoles 26 de junio a las 11:00 a.m. Se procedió a la recolección de muestras de las larvas, tales como las pupas, huevos y larvas en estadios juveniles y adultos del orden díptero, que ya presentaba el cadáver en descomposición avanzada. (*Ver imágenes 11, 12*)

El día jueves 27 al sábado 29 de junio. Se identificó las especies de dípteros recolectados, se observó el desarrollo larval en condiciones controladas de temperatura y se registró el tiempo de desarrollo de cada estadio larval. (*Ver imágenes 13 y 14*)

### **3.8 Procesamiento y análisis de la información**

Una vez hechas las anotaciones de las condiciones ambientales, se procedió a la recolección de insectos voladores mediante la utilización de trampas adhesivas que fueron colocados aproximadamente a un metro del cadáver.

Posteriormente, se tomaron las muestras de dípteros mediante el uso de una pinza entomológica, estas fueron recolectadas alrededor y en distintas partes del cuerpo del cerdo en descomposición, tales como en la cabeza, extremidades, ano y abdomen que eran donde estaban agrupadas para su alimentación.

Las larvas se separaron dependiendo de las características físicas visiblemente significativas, tales como el tamaño o el color. Una vez separadas, se colocaron las larvas en

frascos individuales dependiendo su estadio, en los cuales se conservaron vivas y se les colocó sustrato alimenticio.

Estos frascos fueron sellados con una tela fina que permitía el ingreso del aire y prevenía el ingreso de algún insecto, cada uno de los envases plásticos fue etiquetado con la fecha y hora de la recolección, así como también la fase de desarrollo en la que se encontraba la larva.

Durante el periodo de recolección se determinaron los fenómenos de descomposición y las diversas características que se produjeron durante el tiempo, las cuales se asociaron con cada una de las etapas de descomposición del cadáver. Se observó minuciosamente bajo condiciones controladas de temperatura, el periodo de tiempo que llevó el desarrollo de los individuos en sus diferentes estadios para proceder a hacer la respectiva comparación del intervalo de tiempo post mortem.

#### **IV CAPITULO**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para establecer la relación del intervalo de tiempo post mortem con el tiempo del desarrollo larval, primero se colocó una carnada, en este caso fue un cerdo doméstico, en un ambiente controlado de la ciudad de Manta, provincia de Manabí, en un terreno vacío en el barrio "Divino Niño".

La zona contaba con un clima cálido, con características de bosque seco completamente sin vegetación y para atraer a los dípteros necrófagos se instaló una jaula de alambre para proteger al cadáver de carroñeros más grandes. En lo cual, el primer día se observó el acercamiento de hormigas pero no de dípteros, el segundo día apareció el primer díptero identificado como una mosca verde y a partir del tercer día, se observó una mayor presencia de moscas, incluyendo especies de las Familia Sarcophagidae y Calliphoridae.

Posteriormente, se realizó una toma de muestras de dípteros y sus larvas que se fueron posicionando alrededor y dentro del cadáver del cerdo, se realizaron observaciones diarias durante 11 días, del 19 al 29 de junio de 2024. Se utilizaron trampas adhesivas colocadas a un metro del cadáver para recolectar especies de moscas y se tomaron muestras con pinzas entomológicas de diferentes partes del cuerpo del cerdo.

Se registró la temperatura ambiental diariamente y las larvas se separaron según sus características físicas y se colocaron en frascos individuales con sustrato alimenticio, manteniendo la humedad alta y la temperatura ambiente, sellando los frascos con material de tela que permitía el ingreso del aire.

Se registraron temperaturas que oscilaron entre 21°C y 32°C, durante el periodo de estudio se observaron diferentes etapas de descomposición del cadáver, incluyendo el periodo enfisematoso y el periodo colicuativo. Se recolectaron muestras de diferentes especies de moscas y sus larvas en varios estadios de desarrollo.



Finalmente, se identificaron las especies de dípteros recolectados, controlando el tiempo del desarrollo larval para relacionarlos con el intervalo de tiempo post mortem, se examinaron las muestras para identificar las especies, observando el desarrollo de las larvas en condiciones controladas de temperatura y registrando el tiempo de desarrollo de cada estadio larval.

Las larvas sobrevivientes en los diferentes estadios fueron fijadas en solución de alcohol etílico al 70 % para así realizar la toma de medidas de cada una para el registro de resultados. Así mismo, los adultos que emergieron fueron colocados en recipientes aparte, manteniéndolos en refrigeración durante varios minutos, con el objetivo de facilitar su manipulación para el registro y clasificación de los mismos.

Como resultado, se pudo identificar que la primera familia de moscas en llegar al cadáver fue la Familia Calliphoridae, que posteriormente fue acompañada por la familia Sarcophagidae. Se estableció una línea de tiempo del desarrollo larval para cada especie identificada.

Se observó que diferentes especies aparecieron en distintos momentos del proceso de descomposición, se relacionó el estadio de desarrollo larval con el tiempo transcurrido desde la colocación del cadáver, permitiendo estimar el intervalo de tiempo post mortem.

**Tabla 1**

**Datos climáticos durante el desarrollo larval**

Parametros	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11
Temperatura máxima	27°C	25°C	30°C	29°C	27°C	28°C	27°C	27°C	27°C	28°C	28°C
Temperatura mínima	22°C	21°C	21°C	22°C	21°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C
Temperatura promedio	24,5°C	23°C	25,5°C	25,5°C	24°C	25°C	24,5°C	24,5°C	24,5°C	25°C	25°C

**Nota:** En esta tabla se muestran los datos climáticos durante el desarrollo larval. Elaboración propia (2024).

#### 4.1 Descripción general de la duración de los estadios larvales

Como resultado, se obtuvo el ciclo larval de 2 familias distintas de dípteros de importancia forense en Ecuador, la familia Calliphoridae presentó un ciclo larval desde la puesta de huevos hasta que los adultos emergieron un total de 11 días, mientras que la familia Sarcophagidae tuvo una maduración larval de 209 horas y un desarrollo de pupas de 145 horas.

Esta diferencia entre los tiempos de desarrollo larval en cada una de las familias de dípteros, se debió a que estas eran especies propias para la ciudad de Manta, lo cual por la variabilidad climática y otros factores como la longitud y latitud, fueron significativas en los tiempos de su metamorfosis.

**Tabla 2**

#### Tiempo de desarrollo en horas de la familia Sarcophagidae y Calliphoridae

DURACIÓN (HORAS)					
	HUEVO	ESTADÍO 1	ESTADÍO 2	ESTADÍO 3	PUPA
DESARROLLO LARVAL SARCOPHAGIDAE	18	21	20	150	145
DESARROLLO LARVAL CALLIPHORIDAE	16	23	22	47	178

**Nota:** Cuadro del tiempo de desarrollo en horas de la familia Sarcophagidae y Calliphoridae.

*Elaboración propia (2024).*

#### Primer Estadio larval

En la familia Calliphoridae la duración de la primera etapa fue de aproximadamente 23 horas. En la familia Sarcophagidae la duración fue de 21 horas.

#### Segundo Estadio larval

En la familia Calliphoridae la duración de segundo instar es de aproximadamente 22 horas.

En la familia Sarcophagidae el segundo estadio larval tiene una duración de aproximadamente 20 horas.

### Tercer Estadio Larval

En los insectos pertenecientes a la familia Calliphoridae, se observó un cambio de comportamiento después de que las larvas alcanzaron su segundo estadio de desarrollo, en este punto las larvas cesan su alimentación y se desplazan hacia el suelo para enterrarse, perdiendo algunas la movilidad y un cambio en su coloración, tornándose más oscuras. Esta fase de desarrollo tuvo una duración de 47 horas.

En la familia Sarcophagidae en el tercer estadio larval ocurre un proceso similar, el cual dejan de alimentarse perdiendo su movilidad en la cual termina esta fase en la formación de pupas durando alrededor de 150 horas.

### Etapa Pupa

La etapa de la pupa tiene una duración de entre 140 horas a 170 horas, la cual comienza en la formación de la pupa y termina cuando se rompe esta envoltura y el insecto sale de la misma.

## 4.2 Descripción General del tamaño de las larvas

Como resultado de la investigación, se obtuvo una diferencia importante en el tamaño de las larvas de las familias Calliphoridae y la Sarcophagidae en cada uno de sus estadios larvales.

**Tabla 3**

### Tamaño en milímetros de las Familias Sarcophagidae y Calliphoridae

TAMAÑO (MILIMETRO)				
	ESTADÍO 1	ESTADÍO 2	ESTADÍO 3	PUPA
FAMILIA SARCOPHAGIDAE	2 mm	10 mm	16 mm	10 mm
FAMILIA CALLIPHORIDAE	2 mm	9 mm	14 mm	8 mm

**Nota:** Cuadro comparativo del tamaño en milímetros de las Familias Sarcophagidae y Calliphoridae en sus diferentes etapas larvales. Elaboración propia (2024).

En el primer estadio larval ambas familias tienen un tamaño similar de 2 mm. Durante el desarrollo del segundo estadio larval se logra identificar significativamente las diferencias, ya que la familia Sarcophagidae llegan a obtener un longitud de hasta 10 mm siendo mayor que la familia Calliphoridae, así mismo en el tercer estadio logra desarrollarse hasta un máximo de 16 mm a comparación que tiene una longitud menor. En la etapa de pupa llegan a medir desde los 7 mm hasta los 10 mm. Estas diferencias en el desarrollo larval, cuando se combinaron la temperatura, permitieron una estimación más precisa del intervalo post mortem en la ciudad de Manta.

## V CONCLUSIONES

- La utilización de un cerdo doméstico como carnada demostró ser un método efectivo para atraer una variedad de dípteros necrófagos en un terreno vacío en el barrio “Divino niño” de la ciudad de Manta, provincia de Manabí. Se observó una sucesión de colonización por diferentes especies de dípteros, comenzando con la aparición de moscas verdes de la familia Calliphoridae en las primeras 24 horas, seguidas por la familia de las moscas de la familia Sarcophagidae en los días siguientes, proporcionando una base sólida para establecer una línea de tiempo inicial en la estimación del intervalo post mortem en los diferentes estados de descomposición.
- La metodología empleada para la toma de muestras, utilizando trampas adhesivas y la recolección con pinzas entomológicas, permitió la obtención de muestras de las principales familias de dípteros necrófagos presentes en la zona de estudio. Se reveló la presencia de especies pertenecientes a las familias Calliphoridae siendo las más abundantes en colonizar el cadáver que la familia Sarcophagidae, con diferencias notables en el tamaño de las larvas y en cada uno de sus estadios larvales, determinando la importancia de una identificación precisa para una estimación del intervalo post mortem.
- El seguimiento detallado del desarrollo larval de las especies de dípteros identificadas de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae, reveló patrones de crecimiento distintivos que variaron con el tiempo transcurrido desde la muerte del cerdo doméstico. Se observaron diferencias en las tasas de crecimiento y los tamaños de las larvas, con la familia Sarcophagidae alcanzando tamaños mayores desde 2mm hasta 16 mm de longitud en su tercer estadio larval, fue la segunda en colonizar el cerdo doméstico, siendo la familia con mayor tiempo de desarrollo larval. En comparación con la familia Calliphoridae con un tamaño desde los 2 mm hasta un máximo de 14 mm. Estas diferencias en el desarrollo larval, cuando se combinaron la

temperatura, permitieron una estimación más precisa del intervalo post mortem en la ciudad de Manta.

## VI RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones similares en la ciudad de Manta durante diferentes épocas del año, que tenga características similares para determinar si el desarrollo larval de dípteros necrófagos sucede solo en la ciudad o si se podrá mejorar la precisión de las estimaciones del intervalo post mortem en diversas condiciones ambientales.
- Dado que la temperatura desempeñó un papel crucial en la estimación del intervalo post mortem en este estudio, se sugiere llevar a cabo estudios más detallados sobre cómo las variaciones de temperatura influyen en el desarrollo de las larvas de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae.
- Se recomienda elaborar una guía detallada de identificación de las especies de dípteros necrófagos específicas de la ciudad de Manta, esta surge de las diferencias observadas en el tamaño y desarrollo de las larvas de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae durante el estudio. La guía podría incluir descripciones precisas de los estadios larvales, sus medidas y características distintivas, lo que facilitará una identificación más precisa en futuras investigaciones forenses.

## VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayón, M. R. (4 de junio de 2019). Biología Forense. Obtenido de <https://www.derechopenalened.com/libros/biologia-forense.pdf#page=92>
- Barreto, N. (2020). Vida y diversidad entomológica. XXXVII Congreso sociedad colombiana de entomología, 219 - 224.
- Bustos, G. (2022). La Entomología Forense Aplicada Como Data De Muerte En La Investigación Criminal. Bogotá, Colombia.
- Campos, P. (2019). Estudio de Entomofauna de díptera y coleóptera asociada a cadáveres de cerdo en una área rural del estado de Yucatán, México [Tesis de Maestría en Ciencias] Institución de Enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas.
- Carballo, D. B. (13 de marzo de 2023). *Definiendo el alcance de una investigación: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa*. Obtenido de [https://pensamientodesistemasaplicado.blogspot.com/2013/03/definiendo-el-alcance-de-una.html#:~:text=1\)%20Estudio%20exploratorio%3A%20informaci%C3%B3n%20general,dimensiones%20\(variables\)%20con%20precisi%C3%B3n](https://pensamientodesistemasaplicado.blogspot.com/2013/03/definiendo-el-alcance-de-una.html#:~:text=1)%20Estudio%20exploratorio%3A%20informaci%C3%B3n%20general,dimensiones%20(variables)%20con%20precisi%C3%B3n).
- Chacón, D. C. (24 de junio de 2020). Revisión del efecto de sustancias de consumo habitual sobre el ciclo de vida de dípteros sarcosaprofagos y su interpretación en procesos policiales. [https://accesoabierto.uh.cu/files/original/2156118/Castaneda\\_Chacón\\_Damian\\_2020.pdf](https://accesoabierto.uh.cu/files/original/2156118/Castaneda_Chacón_Damian_2020.pdf)
- Córdova, C. I. (2019). La entomología forense en Latinoamérica. Revista avft, 2-3.
- Crimen, E. F. (23 de Julio de 2021). Revista Azul. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727225009.pdf>
- Díaz, C. E. (16 de febrero de 2020). La Entomología. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/559/55969798023/55969798023.pdf>

- Donoso, D. (25 de junio de 2019). Casos sin resolver y la Entomología Forense en Ecuador. [https://www.researchgate.net/profile/David-Donoso-4/publication/278785573\\_Casos\\_sin\\_resolver\\_y\\_la\\_Entomologia\\_Forense\\_en\\_Ecuador/links/5585df0f08aef58c039eea27/Casos-sin-resolver-y-la-Entomologia-Forense-en-Ecuador.pdf](https://www.researchgate.net/profile/David-Donoso-4/publication/278785573_Casos_sin_resolver_y_la_Entomologia_Forense_en_Ecuador/links/5585df0f08aef58c039eea27/Casos-sin-resolver-y-la-Entomologia-Forense-en-Ecuador.pdf)
- Elizondo, J., Troyo, A., & Calderón, Ó. (2019). Determinación del intervalo post mortem (IPM) basado en un modelo de acumulación térmica con una cepa de *Lucilia eximia* (Díptera: Calliphoridae) de Costa Rica. Costa Rica.
- Espinoza, C., Verdugo, A., Saquipay, H., Cindy, V., Ganan, J., Karen, F., . . . Morales, A. (16 de febrero de 2020). La entomología forense en Latinoamérica.
- Etece, E. (17 de junio de 2024). *Método cuantitativo*. <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/>
- García, A., Moreno, E., Barragán, A., Cáceres, V., Sánchez, F., & Donoso, A. (noviembre de 2020). Evidencias entomológicas al servicio de la justicia: Protocolo de actuación enmarcado en la legislación de Ecuador. Ecuador.
- Infante, J. C. (27 de octubre de 2020). Entomología Forense. [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Infante-Cabezon/publication/344897874\\_Entomologia\\_forense/links/5f97d702299bf1b53e498e64/Entomologia-forense.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Infante-Cabezon/publication/344897874_Entomologia_forense/links/5f97d702299bf1b53e498e64/Entomologia-forense.pdf)
- Infante, J., & Francisco, S. (2020). Entomología forense [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Infante-Cabezon/publication/344897874\\_Entomologia\\_forense/links/5f97d702299bf1b53e498e64/Entomologia-forense.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Infante-Cabezon/publication/344897874_Entomologia_forense/links/5f97d702299bf1b53e498e64/Entomologia-forense.pdf)
- Lama, A. d. (27 de junio de 2021). *Los instrumentos de la investigación científica*. [https://www.redalyc.org/journal/5709/570969250014/html/#:~:text=Comp%C3%A1re%20con%3A%20%E2%80%9CLos%20instrumentos%20de,%E2%80%9D%20\(Concepto%2C%202021\).](https://www.redalyc.org/journal/5709/570969250014/html/#:~:text=Comp%C3%A1re%20con%3A%20%E2%80%9CLos%20instrumentos%20de,%E2%80%9D%20(Concepto%2C%202021).)
- Lema, H. (2022). El debido Proceso y la Criminalística. [https://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista\\_Scientific/article/view/691/1359](https://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/691/1359)



- López, P. L. (24 de marzo de 2021). *Población, Muestra y muestreo*.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=a\)%20Poblaci%C3%B3n.,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22.](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=a)%20Poblaci%C3%B3n.,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22.)
- Lozano, J. D. (20 de octubre de 2019). Entomología Morfología y Fisiología de los insectos.  
<https://estrategiasreproductivasinvertebrados.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/02/entomologc3ada.pdf>
- Merino, A. (junio de 2020). Desarrollo larval de Entomofauna de importancia forense en un bosque seco de la costa ecuatoriana. Guayaquil: Ecuador.
- Moreno, E. (27 de marzo de 2021). *Delimitación del problema*. <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/delimitacion-del-problema-de.html>
- Mosquera, A. M. (01 de junio de 2020). Desarrollo larval de Entomofauna de importancia forense en un bosque seco de la costa ecuatoriana.  
[file:///C:/Users/DELL/Downloads/mosquera-andrea%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/mosquera-andrea%20(1).pdf)
- Muñoz, M., & Mendoza, M. (2022). El reloj forense. Estudio de la llegada de dípteros y formación de larvas en cabeza de cerdo expuesto al aire libre en el distrito de Cañazas, un lenguaje forense para la determinación del tanatocronodiagnóstico en cadáveres.
- Ortiz, I. M. (14 de diciembre de 2019). Dípteros necrófagos asociados a la descomposición de cerdo doméstico y su importancia para determinar el intervalo post mortem en caso de sobredosis de diazepam.  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/df7f4c2f-4bb4-4000-9f11-be446a83f338/content>
- Pastrana, Y. R. (marzo de 02 de 2022). Técnicas para la Recolección de Evidencia Entomológica de Interés Forense para la Determinación del Intervalo Postmortem.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/288215123.pdf>

- Pérez, L. (04 de junio de 2021). Introducción a la entomología agrícola y a la apicultura. <https://eac.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/11/Apunte-Introd-a-la-Entom-e-Insectos.pdf>
- Sánchez, M. (2021). La importancia del indicio entomológico en el área forense. Ecuador. [Tesis de Técnico en Criminalística y Ciencias Forenses]Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología.
- Tlaxcala, U. a. (4 de junio de 2021). *Material experimental*. Obtenido de <https://carlos5328.wixsite.com/misitio-1/material-experimental>
- Vanegas, Y. (24 de julio de 2021). Entomología forense: los insectos en la escena del crimen. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3217/3217272225009.pdf>
- Vargas, G. B. (4 de enero de 2022). La Entomología Forense Aplicada Como Data De Muerte En La Investigación Criminal. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/23091/ENSAYO%20entomologia%20forense.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vera, A. (2021). Sucesión de entomofauna de interés criminalista en modelo experimental de *Cavia porcellus*. <http://iaes.edu.ve/iaespro/ojs/index.php/bmsa/article/view/274>

## VIII ANEXOS

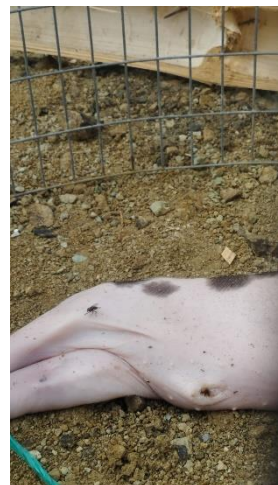
### Anexo 1

*Imagen 1: cadáver del cerdo doméstico.*



### Anexo 2

*Imágenes 2, 3, 4 y 5: Llegada de los primeros dípteros.*



**Anexo 3**

*Imágenes 6, 7 y 8: Periodo Enfisematoso.*



*Imágenes 9 y 10: Periodo Colicuativo.*



**Anexo 4**

*Imágenes 11, 12 ,13 y 14:* Recolección e identificación de las muestras de las larvas, tales como las pupas, huevos y larvas en estadios juveniles y adultos del orden díptero.

