

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**Universidad de El Salvador**  
*Hacia la libertad por la cultura*

**MOSCAS NECRÓFAGAS (DÍPTERA: SARCOPHAGIDAE Y  
CALLIPHORIDAE) DE IMPORTANCIA FORENSE EN SISTEMAS  
AGRÍCOLAS CAFETALEROS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:  
**CÉSAR DANIEL GIRÓN SEGOVIA.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
**LICENCIADO EN BIOLOGÍA.**

CIUDAD UNIVERSITARIA. SAN SALVADOR. JUNIO 2020.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**Universidad de El Salvador**  
*Hacia la libertad por la cultura*

**MOSCAS NECRÓFAGAS (DÍPTERA: SARCOPHAGIDAE Y  
CALLIPHORIDAE) DE IMPORTANCIA FORENSE EN SISTEMAS  
AGRÍCOLAS CAFETALEROS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:  
**CÉSAR DANIEL GIRÓN SEGOVIA.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
**LICENCIADO EN BIOLOGÍA.**

DOCENTE ASESOR:

M.Sc. JOSÉ NILTON MENJÍVAR FUENTES.

CIUDAD UNIVERSITARIA. SAN SALVADOR. JUNIO 2020.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**MOSCAS NECRÓFAGAS (DÍPTERA: SARCOPHAGIDAE Y  
CALLIPHORIDAE) DE IMPORTANCIA FORENSE EN SISTEMAS  
AGRÍCOLAS CAFETALEROS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

**CÉSAR DANIEL GIRÓN SEGOVIA.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA.**

TRIBUNAL CALIFICADOR:

M.SD. MARTHA NOHEMÍ MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

LIC. JOSÉ NAPOLEÓN CANJURA LÓPEZ

M.SC. JOSÉ NILTON MENJÍVAR FUENTES

CIUDAD UNIVERSITARIA. SAN SALVADOR. JUNIO 2020.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:  
MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS**

**VICERRECTOR ACADÉMICO:  
DOCTOR RAUL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ**

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:  
INGENIERO JUAN ROSA QUINTANILLA**

**SECRETARIO GENERAL:  
LICENCIADO FRANCISCO ALARCÓN**

**FISCAL:  
LICENCIADO RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
DECANO  
LICENCIADO MAURICIO HERNÁN LOVO**

**VICEDECANO:  
LICENCIADA ZOILA VIRGINIA GUERRERO**

**SECRETARIO  
LICENCIADO JAIME HUMBERTO SALINAS ESPINOZA**

**DIRECTORA INTERINA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA:  
M. Sc. ANA MARTA ZETINO CALDERÓN**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO 2020.**

## **DEDICATORIA.**

A mi Familia.

A mis compañeros de campo

A Delfina Benítez.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios por darme salud y la perseverancia.

A mi familia por el apoyo, en especial a mi madre (Sonia Segovia) que patrocinó esta investigación y mi carrera. A mi abuelo (Jorge Segovia) por fomentarme la lectura desde pequeño.

A mis maestros el Ing. José Miguel Sermeño por incluirme, apoyarme y brindarme un laboratorio para trabajar esta investigación. Al Lic. Jorge Santamaría por sembrar la disciplina en mí. Lic. Miguel Moreno por inspirarme en hacer esta investigación.

A todo aquel que creyó en mí y los que no también, ya que como sea fue inspiración para seguir adelante.

A Yamileth Alvanés por su apoyo incondicional en todas las investigaciones que realizamos.

A mi equipo Megasoma: Enrique Posada, Enrique Maldonado, Julio Aguilera, Sergio Vázquez, Rafael el Panadero y Walter Madrid.

A mi equipo LEV por ser amigos quienes siempre te apoyan.

A la chelita que me dio la inspiración y las ganas de ser mejor científico.

A Linn Manuel por inspirar con su obra mis noches de escritura de esta.

A todas las moscas que se sacrificaron en pro de la ciencia.

## CONTENIDO.

1.	RESUMEN.....	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
3.	OBJETIVOS.....	3
<b>3.1</b>	<b>General.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2</b>	<b>Específicos.....</b>	<b>3</b>
4.	MARCO TEORICO.....	4
<b>4.1</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Modos Operandi delictivo en El Salvador.....</b>	<b>6</b>
<b>4.2</b>	<b>Entomología Forense.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Efectos de la geografía.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Agrosistemas cafetaleros.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Escenas de crimen abiertas.....</b>	<b>8</b>
<b>4.3</b>	<b>Biomodelos.....</b>	<b>8</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Tiempos de descomposición de un cadáver.....</b>	<b>9</b>
<b>4.4</b>	<b>Insectos que invaden los cadáveres.....</b>	<b>10</b>
<b>4.5</b>	<b>Importancia de los insectos necrófagos en el ecosistema.....</b>	<b>10</b>
<b>4.6</b>	<b>Dípteras con importancia Forense.....</b>	<b>11</b>
<b>4.6.1</b>	<b>¿Que son los dípteras?.....</b>	<b>12</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Sarcophagidae.....</b>	<b>13</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Calliphoridae.....</b>	<b>14</b>
<b>4.6.4</b>	<b>Identificación taxonómica.....</b>	<b>15</b>
5	METODOLOGIA.....	16
<b>5.1</b>	<b>Sitio de Estudio.....</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>Fase de Campo.....</b>	<b>16</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Descripción de los puntos de muestreo.....</b>	<b>17</b>
<b>5.3</b>	<b>Fase de Laboratorio.....</b>	<b>20</b>
<b>5.4</b>	<b>Identificación de Especies.....</b>	<b>21</b>
<b>5.5</b>	<b>Fase de Análisis de Datos.....</b>	<b>21</b>
6	RESULTADOS.....	22
<b>6.1</b>	<b>Registro de Temperatura del estudio.....</b>	<b>22</b>
<b>6.2</b>	<b>Registro de especímenes colectados.....</b>	<b>22</b>

6.3	<b>Comparación de recolectas de trampas de aire y suelo.</b>	24
6.4	<b>Especímenes por fecha de muestreo.</b>	25
6.4.1	<b>Registro de Adultos.</b>	26
6.4.2	<b>Registro de larvas.</b>	27
6.5	<b>Índices Ecológicos.</b>	30
6.5.1	<b>Índice de diversidad de Margalef.</b>	30
6.5.2	<b>Índices de Shannon y Simpson</b>	30
6.5.3	<b>Índice de Chao.</b>	32
6.5.4	<b>Curva de acumulación.</b>	33
6.6	<b>Otros organismos de interés forense.</b>	33
7	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.</b>	34
7.1	<b>Diagnósticos de especies con importancia Forense reportadas.</b>	34
7.1.1	<b>Familia Calliphoridae.</b>	34
7.1.2	<i>Lucilia cuprina.</i>	34
7.1.3	<i>Lucilia eximia.</i>	34
7.1.4	<i>Mesembriella bicolor.</i>	35
7.1.5	<i>Sarcophaga crassipalpis.</i>	35
7.1.6	<i>Sarcophaga rufficornis.</i>	35
7.2	<b>Análisis de densidad en los puntos de muestreo.</b>	36
7.3	<b>Diagnóstico de ciclos larvales.</b>	36
7.4	<b>Diagnóstico de índices ecológicos.</b>	36
8.	<b>CONCLUSIONES.</b>	37
9.	<b>RECOMENDACIONES.</b>	38
10.	<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.</b>	39
11.	<b>ANEXOS.</b>	45



## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Puntos de cementerios clandestinos de El Salvador, entre los años 2016-2018. ....	7
Figura 2. Calliphoridae presentes en la descomposición de carne de cerdo ( <i>Sus scrofa domestica</i> ) .....	9
Figura 3. Tiempos de Descomposición de un cadáver y las brigadas de insectos que intervienen, de izquierda a derecha, fresco, hinchado, descomposición y Resto. Fuente: Periódico de Colombia septiembre 2015.....	9
Figura 4. Partes de un díptera (fuente infovisual).....	13
Figura 5. Sarcophagidae, su familia destaca por sus tres franjas negras en su tórax superior.....	14
Figura 6. Calliphoridae, destaca por sus colores metálicos que van desde el verde hasta el azul y en algunas ocasiones esta coloración es opaca. ....	15
Figura 7. Larva de Calliphoridae estadio L3, en donde se pueden observar sus espiráculos característicos. ....	15
Figura 8. Localización del Eco parque El Espino en la zona Norte de la Capital de El Salvador. ....	16
Figura 9. Selección de puntos de muestreo, en el eco-parque el Espino.....	17
Figura 10. Esquemas de topografía de los puntos de muestro, con información de nombre de clave, orientación geográfica, pendiente, altura en metros sobre el nivel de mar, y Coordenadas geográficas. ....	18
Figura 11. Trampa de cajon, para la captura de larvas. ....	19
Figura 12. Revision para la toma de datos de larvas de la trampa de cajon. ....	19
Figura 13. Trampa colgante para la captura de adultos.....	19
Figura 14 Captura de moscas (adultas) de la trampa colgante.....	19
Figura 15. Identificación de Adultos en Laboratorio de Entomología de Vectores (LEV-CENSALUD).....	20
Figura 16. Temperatura para Finca El Espino, Santa Tecla.. ....	22
Figura 17. Abundancia de las especies en función de la frecuencia.....	23
Figura 18. Porcentaje de organismos por especie observada. ....	24
Figura 19. Registro fotográfico de las especies de Sarcophagidae y Calliphoridae. ....	26
Figura 20. Larvas L3 y sus espiráculos de las diferentes Calliphoridae y Sarcophagidae que colonizaron los cebos.....	27
Figura 21. Matriz plot de los ciclos larvales de Sarcophagidos y Calliphoridos de importancia forense.....	28
Figura 22. Representación gráfica de estadios larvales estimados en horas de desarrollo.....	29
Figura 23. Valoraciones de los puntos de recolecta por el índice de Simpson. ....	31
Figura 24. Índice de Shannon por punto de muestro.....	32
Figura 25.. Curva de Acumulación de las especies presentes frente al tiempo de esfuerzo para la captura de individuos.....	33

## INDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1. Familias de la Clase Insecta con importancia forense en El Salvador. (Girón 2017).</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 2. Sucesión de dípteras en carne expuesta (Smith 1973).</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 3. Visitas de colecta marcadas en color verde.</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 4. Cotejo de los diferentes especímenes recolectados.</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 5. Especies de Calliphoridae y Sarcophagidae recolectados por fecha de recolecta.</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 6. Tiempo de desarrollo de cuatro especies de Calliphoridae y Sarcophagidae de importancia forense.</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 7. Tiempos larvales en horas para la homogenización de tiempos de desarrollo.</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 8. Especies por punto de recolecta.</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 9. Índices de Shannon y Simpson.</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 10. Estimador de Riqueza de Chao.</b>	<b>32</b>

## 1. RESUMEN.

Los insectos son utilizados en la entomología forense principalmente para la estima del intervalo post-mortem en fases tempranas de la descomposición. Los primeros organismos en colonizar estos microsistemas que se forman son los dípteros y es que luego de 72 horas es notable la presencia de larvas de estos insectos.

Un cadáver es un ecosistema totalmente dinámico donde abundan las interacciones multi-específicas, la cantidad de interacciones que es posible encontrar en un ecosistema es muchas veces tan variable según el ecosistema (Altitud, sombra, humedad relativa, vegetación), sinantropía de las especies (tolerancia a ambientes antropogénicos), temperatura según la época del año (para ecosistemas con cuatro estaciones).

El diseño experimental, se basó en la recolecta de dípteros con importancia forense a través de dos trampas, una aérea para la captura de adultos, y una trampa de cajón para la colonización de las larvas de los dípteros, representando una importancia forense cuando los adultos llegan a colonizar el cebo y colocan sus larvas para su desarrollo.

El estudio se enfocó en determinar la presencia de familias Calliphoridae y Sarcophagidae, estimando su importancia forense en sistemas agrícolas cafetaleros, de los que se recolectaron un total de 592 individuos, repartidos en 10 especies, y 4 subfamilias: Calliphorinae (5), Mesembrenellinae (1), Crhysominae (1) y Sarcophaginae (3).

De las 10 especies solo 5 colonizaron los cebos por lo que se estimó el tiempo de desarrollo larval a 29°C: *Lucilia cuprina* 192 h, *Lucilia eximia* 288 h, *Mesembriella bicolor* 312 h, *Sarcophaga crassipalpis* 360 h, *Sarcophaga rufficornis* 384 h. De los cinco especímenes con importancia forense *M. bicolor* posee una densidad poblacional mayor y debido a su asinantropía es un espécimen que solo lo encontraremos en este tipo de ecosistema.

## 2. INTRODUCCIÓN.

Esta investigación surge de la necesidad de actualizar la metodología de análisis *post-mortem* en las investigaciones criminales de nuestro país, ya que el conocimiento de ciclos larvales y de moscas presentes puede realizar la estimación en menor tiempo y con mayor confiabilidad que la patología clásica.

En El Salvador se dan alrededor de 8.5 casos de escena abierta diarios para el año 2018 y con un total de 74 escenas de cementerios en sitios de amplia cobertura vegetal para el año 2017-2018, donde muchos de estos casos presentan dos características, la primera que se da en sistemas agrícolas cafetaleros y la segunda que se presentan evidencias particulares con insectos, estas evidencias son descartadas o no son tomadas en cuenta en peritajes forenses ya que no hay estudios de la fauna local y de sus ciclos de vida.

Los díptera son los primeros organismos de varias brigadas de insectos en llegar a una escena del crimen, debido a su gran movilidad y receptores químicos (cadaverina). Estas colonizan el cadáver y realizan su ciclo de vida en él, a diferencia de otros insectos que solo son visitantes del recurso u oportunistas que ven en el microsistema mayor probabilidad de captura de alimento, por lo que es importante conocer que organismos se relacionan en estos microsistemas.

Para el diseño experimental se utilizó dos tipos de trampa en un sistema agrícola cafetalero en la zona central de El Salvador, en época lluviosa ya que en esta época existe un repunte de densidad poblacional de los insectos.

Las zonas cafetaleras representan un sitio de importancia forense ya que en estos sistemas se realizan muchos actos delictivos, y son escenas de crimen abierta, en donde intervienen insectos, mamíferos pequeños, hongos y bacterias.

### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1 General.**

- Determinar las especies de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae con importancia forense que se encuentran presentes en sistemas agrícolas cafetaleros.

#### **3.2 Específicos.**

- Identificar los especímenes adultos recolectados de Sarcophagidae y Calliphoridae mediante claves taxonómicas pertenecientes a las primeras dos brigadas de sucesión.
- Establecer a través del uso de trampas de colonización la importancia forense de Calliphoridae y Sarcophagidae.
- Estimar los distintos tiempos de estadio larval de Calliphoridae y Sarcophagidae colectados que posean importancia forense.
- Valorar la riqueza de especies de Calliphoridae y Sarcophagidae necrófagas en el sistema agrícola cafetalero.

#### 4. MARCO TEORICO.

##### 4.1 Antecedentes.

El primer caso registrado de un esclarecimiento de crimen usando insectos fue en China en el Siglo XIII, cerca de un cultivo de arroz ocurrió un asesinato por apuñalamiento, el investigador pidió a todos los trabajadores que colocaran sus herramientas de trabajo en el suelo, luego de un tiempo se observó que moscas verdes y azules se dirigían a una sola herramienta, debido a que esta presentaba trazas de sangre que no eran visibles (Benecke 1998).

Desde el Siglo XVIII, hasta nuestra época, se ha trabajado en crear una herramienta más eficiente de auxilio en la criminología, el primer paso en la formalización de este recurso forense fue la búsqueda de los biomodelos adecuados para realizar la estandarización, destacando a *Sus scrofa domestica* (cerdo) con 20 kilos, dentro de una jaula con rejillas de maya que permite la entrada y salida de los insectos, negando el acceso al cebo de mamíferos y aves carroñeras (Smith 1986), desde entonces se estudia la composición y patrones de sucesiones para asociar la entomofauna con el proceso de descomposición de cadáveres que se hacen de relevancia para la entomología forense (Catts y Goff 1992).

La entomología forense realiza la estimación post-mortem en dos metodologías, la primera a través del cálculo de los ciclos larvales de moscas que se encuentren presentes, la segunda metodología de estimación observa y estima a través de las brigadas de insectos que están presentes al momento del levantamiento de la escena del crimen (Wolff 2001). La primera metodología es útil para casos en los que el cadáver tiene más de 4 días, pero no pasa de 20 días, mientras que la segunda metodología es útil para casos de entre 10 días y 120 días (Wolff 1999).

Todos los países que cuentan ya con estudios de entomología forense (Colombia, México, EEUU) poseen en común con la realización y actualización de diversos tipos de investigación en los que destacan los inventarios nacionales de insectos necrófagos (Arnoldos et al 2004), guías taxonómicas de los díptera con mayor importancia (Wolff et al. 2016), destacando la familia Calliphoridae (Amat et al 2008), Sarcophagidae (Buenaventura et al 2009) y Muscidae (Patitucci 2010), se estudia también la estimación de distribución geográfica de los insectos necrófagos con importancia forense (Amat y Wolff 2007), incluyendo muchas otras variables en la distribución como la temperatura (Remedios et al 2016) y otros factores biogeoclimáticos como lo son la laltitud, longitud, radiación solar, humedad relativa, tipo de vegetación (MacGregor 1999 b).

De la región tropical Colombia es uno de los países Americanos con mayor número de casos de estudio relacionados a la entomología forense (Wolff 1999), incluyendo en su sistema judicial acusatorio, protocolos de cadena de custodia (Wolff 2016), Argentina también posee

grandes aportes a la herramienta en el estudio de casos, donde los insectos aportan al esclarecimiento del crimen, creando protocolos experimentales para las investigaciones referentes a la entomología forense, aplicadas por su cuerpo técnico de investigadores forenses (Arnaldos et al 2001; Centeno y Salazar 2014), a su vez México conforma un laboratorio especializado en entomología forense, en conjunto con la Procuraduría General de Distrito (Molina 2009).

Pape (1996, y Méndez 2002, *et al* 2004) y Wolff (1999, *et al* 2001, 2010, 2016) referentes regionales de las dípteras con importancia forense orienta sus trabajos enfocados a Sarcophagidos y Calliphoridae, realizando investigaciones de taxonomía, distribución y ciclos de vida para la región Neotropical.

En la actualidad muchos son los países que presentan grandes avances en la herramienta de la entomología forense como esclarecedora de crímenes, en ellos se incluyen protocolos de muestreos en escenas del crimen en relación a la recogida de evidencia de insectos (Arriortua y Villegas 2014) y de conservación de cadena de custodia (Hernán 2014) elementos básicos e importantes para que una investigación no se contamine (Romero 2018).

Nuestra región centroamericana, presenta poca información sobre insectos necrófagos y nula información acerca de su uso en casos criminales, García (2006) y Velázquez (2015) en Guatemala proponen la necesidad de la aplicación de la entomología forense para esclarecer casos criminales, pero después de su propuesta no se conocen avances acerca del tema en dicho país.

En El Salvador Menjivar (2013) habla sobre la importancia de esta herramienta en nuestro método técnico científico forense, pero su investigación queda a nivel de órdenes de la clase insecta siendo muy amplia, Girón (2017) profundiza la investigación demostrando cuales son las familias en 4 ecosistemas del país presentes, evaluando cuales familias son más importantes en las primeras brigadas de descomposición, basado en estos resultados se estima el crecimiento larval de cuatro familias de dípteras con importancia forense, describiendo los estadios de Sarcophagidae, Muscidae, Calliphoridae y Fannidae de nuestra región (Girón y Alvanés 2018b), tiempo después se evaluó el efecto de la temperatura en Sarcophagidae observando como los ciclos larvales de esta familia se ve afectada según la temperatura del clima (Girón y Alvanés 2018a).

Es importante conocer las especies de interés forense propias de nuestra región, el conocimiento de su distribución altitudinal y geográfica, reconocer las diferencias de especies en cada uno de los ecosistemas que nuestro país presenta y que son de importancia ecológica y criminalística.

### **4.1.1 Modos Operandi delictivo en El Salvador.**

Para la mejor comprensión de los conceptos que mencionaremos a continuación describiremos a la criminalística como una de las ramas de la criminología, mientras que criminalística se encarga del hecho exacto, ya que intenta averiguar o dar respuesta a interrogantes como quien o como ha cometido el delito.

El *modos-operandi* de pandillas no solo buscan interés económico, sino también desarrollar una cultura propia con valores, hábitos y costumbres, donde la delincuencia es una cotidianidad. Las pandillas presentan una filosofía cultural propia en la que cada una de los aspirantes a miembro de la clica debe adoptar en su vida, entre las características que podemos mencionar tenemos: no robar a los propios integrantes del grupo, no consumir crack, no soplar o contar los secretos ni retirarse del grupo, una vez miembro no se pueden retirar de ninguna manera, a su vez los aspirantes deben de pasar muchas experiencias de admisión, pruebas en las que se pone a prueba el compromiso de los aspirantes a pertenecer y ser leal a la pandilla (Dudley y Silva 2013.)

Esta iniciación de la deshumanización consta de tortura y desmembramiento de otras personas mientras siguen con vida, ser parte de asesinatos y cómplices en otros eventos sanguinarios.

Estas organizaciones delictivas buscan sitios alejados y donde ellos puedan tener el control de dominio y para poder fugarse si algún inconveniente sucede, es por eso que prefieren sitios con poco paso peatonal y abundante vegetación como los agrosistemas cafetaleros, cañales y bosques cumplen estas condiciones para estas organizaciones. Se elaboró un mapeo mayores incidencias de cementerios clandestinos que representan escenas de crimen abiertas, en donde podemos encontrar que la mayoría de estas escenas se encuentran en agrosistemas cafetaleros (57%) (Girón 2019). Para el año 2017-2018 se registran 74 fosas clandestinas, pozos, fosas sépticas a nivel nacional según la Fiscalía de la Republica de El Salvador (Figura 1).

Estos sitios son zonas de tortura y desmembramiento de personas (Ticas 2017). A través de experiencias que ponen a prueba a los aspirantes a la organización criminal provocando la deshumanización, donde se debe de perder el respeto por la vida ajena. Esto se logra en eventos de tortura donde todo el grupo es cómplice (Ticas 2017).



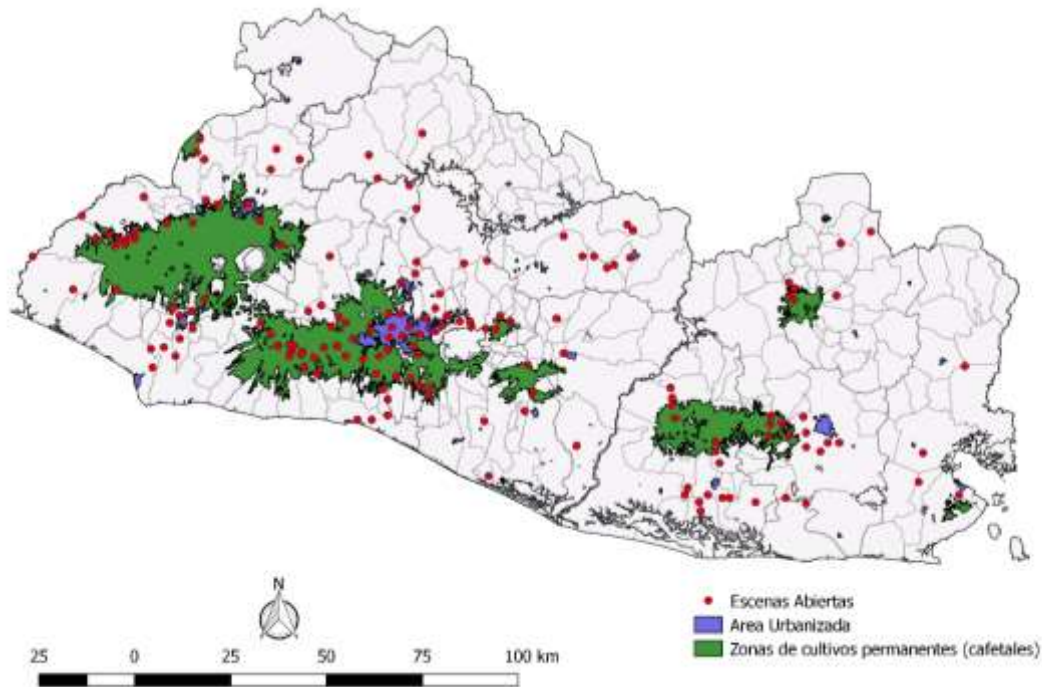


Figura 1. Puntos de cementerios clandestinos de El Salvador, entre los años 2016-2018 (Girón 2019).

## 4.2 Entomología Forense.

La entomología forense es una herramienta que permite conocer en una escena del crimen abierta el intervalo post-mortem de un cadáver, instrumento usado cuando la estimación post-mortem convencional no puede estimar los plazos post-mortem, debido a la alta descomposición del cadáver u otro factor ambiental, la entomología forense usa dos metodologías de trabajo, cada una útil en diferentes escenarios, la primera utiliza el conocimiento de los ciclos larvales y densidad de algunos dípteros para poder estimar el tiempo post-mortem, esta metodología es útil en casos de 2 a 21 días, la segunda metodología es usada a partir de 14 días a 5 meses, donde a través de la diversidad de insectos presente en el cadáver se estima por medio de las brigadas de sucesión de insectos cual es el tiempo que coincide con esa brigada (Wolf *et al* 2001).

La diversidad de insectos en distintas brigadas responde a diferentes atractivos químicos que libera el cadáver en su degradación, como lo son alcoholes, ácidos acéticos, lácticos, alifáticos, y productos amoniacales (Capo *et al* 2004).

### 4.2.1 Efectos de la geografía.

La zona geográfica influye en la sucesión de especies en los cadáveres, definidos por tipos de suelo, tipo de vegetación, clima, por recursos alimenticios, provocando diferencias notables en la presencia de diversas especies (Anderson 2001). Así como la descomposición de los cadáveres difiere según las condiciones biogeoclimáticas, orográficas, faunísticas y de flora (MacGregor 1999a. 1999b).

### **4.2.2 Agrosistemas cafetaleros.**

En el país los agrosistemas de cafetal comprenden 160,945 hectáreas, de las cuales el 95% esta cultivado bajo sombra con diversas especies de árboles (CSC 2009; PROCAFE 2010a). Distribuyéndose en los estratos altitudinales de bajío de 500 a 800msnm, media altura de 800 a 1,200msnm y estricta altura a más de 1,200msnm (PROCAFE 2009). Con relación a la diversidad biológica, los agrosistemas poseen una mayor cantidad cuando en estos se disminuye o se veta el uso de agroquímicos (Altieri y Nichols 205).

Las condiciones físico-químicas que presentan los cafetales son temperatura entre 20°C y 25°C, precipitación pluvial entre los 1,200 y 1,800mm por año distribuidos en 5 ó 6 meses, humedad relativa entre 65% y 85%, con velocidad del viento de suave a moderado (5 a 15 km/h) y suelo de textura Franca; pero, se puede adaptar a suelos Franco Arcilloso y Franco Arenoso, con profundidad efectiva mínima de 50 cm y una capa de 20 cm de horizonte orgánico, con pH óptimo de 5.5 a 6.5., en suelos de pendiente suave (5-12%) y los de pendiente moderada (más de 12 a 25%); sin embargo, en El Salvador, se cultiva en suelos con pendientes que van de moderadas a muy pronunciadas (entre 25 y 60%) (PROCAFE 2010).

### **4.2.3 Escenas de crimen abiertas.**

Esta categoría de las escenas de crimen es utilizada para catalogar todas aquellas donde el clima y el medio ambiente, afectan directamente la escena del delito, estas condiciones son de las más difíciles de poder procesar, debido a la gran cantidad de variables que pueden influir en el hecho, entre ellas acidez del suelo y humedad del suelo, humedad relativa ambiental, exposición del cuerpo al sol o lluvia, acción de artrópodos u otros organismos (Ferllini 1994).

### **4.3 Biomodelos.**

Los biomodelos son de real importancia para definir si un espécimen presenta importancia forense o no, existiendo una gran variedad de bioensayos, en los que podemos destacar: ratas de laboratorio (Liria 2016), Carne de res (Núñez y Liria 2014) hígados de pollo, Carne de Cerdo (Rodríguez y Bass1983).

Los necrófagos se presentan una vez el biomodelo comienza la descomposición en la fase de autólisis (muerte y descomposición de la pared celular) y la putrefacción, atrayendo a diversos necrófagos por el olor de gases desprendidos en el proceso de degradación de los principios inmediatos (glúcidos, lípidos, etc.), gases como amoníaco (NH<sub>3</sub>) ácido sulfúrico (SH<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>) y anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), los necrófagos solo aceleran la desintegración y putrefacción del biomodelo (Serrano 2018; Timms 1994).

Los biomodelos más usados para el estudio de la entomología forense es el uso de la carne de *Sus scrofa domestica*, debido a que este posee características de descomposición similar a la del humano (Figura 2) y posee otras características en común como lo son su abundancia de pelo, composición química, textura y fisiología (Wolff 1999).



Figura 2. Calliphoridae presentes en la descomposición de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*)

### 4.3.1 Tiempos de descomposición de un cadáver.

Los tiempos de descomposición de un cadáver son clave para la atracción de los insectos, ya que cada uno de estos posee un hábito alimenticio particular, por lo que algunos insectos se presentan al inicio de la descomposición (Figura 3), pero ya no se encuentra al final.

Los tiempos de descomposición catalogados más clásicos tenemos las categorías: fresca, fermentación butírica o hinchado, fermentación caseica o descomposición, fermentación amoniacal o descomposición avanzada, momificación (Capo *et al* 2004). Cada una de estas fases es característica por los sucesos químicos de descomposición que ocurren.

En la Etapa fresca de descomposición, se detienen los intercambios de ATP (moneda de intercambio energético que se da en la respiración celular), así como la oxigenación de las células, esta etapa dura alrededor de 2 a 6 horas. En la etapa de fermentación butírica es la etapa en donde comienza a descomponerse la grasa, esto permite una mayor liberación de componentes químicos como la *mortína* y la *cadaverina*, compuestos tóxicos que atraen a los insectos necrófagos.



Figura 3. Tiempos de Descomposición de un cadáver y las brigadas de insectos que intervienen, de izquierda a derecha, fresco, hinchado, descomposición y Resto. Fuente: Periódico de Colombia septiembre 2015.

#### **4.4 Insectos que invaden los cadáveres.**

Los insectos son de los organismos más diversos en la tierra, pudiéndose encontrar en casi cualquier hábitat conocido, estos poseen un tegumento endurecido y con miembros articulados, su cuerpo está dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. Poseen grandes cualidades entre ellas podemos destacar: su habilidad de vuelo, su gran adaptabilidad, su resistencia a la desecación, su respiración traqueal, algunos presentan metamorfosis (Zumbado y Azofeifa 2018). Esta última importante para que tanto como el estadio larval como el adulto no compitan por el mismo recurso alimenticio (Minelli et al 2013).

Son vitales para la descomposición, mantienen el ciclo de nutrientes, el suelo saludable, el crecimiento de las plantas y el funcionamiento de los ecosistemas (Galante y García 1997).

En un medio terrestre, los insectos, específicamente, los dípteros suelen conformar el grupo más abundante en la sucesión, pero las familias dominantes son distintas y el tiempo de sucesión varía dependiendo de la disposición del cadáver (Olea 2017).

Así en los primeros estadios de descomposición de los cadáveres encontramos familias de insectos como Formicidae, Vespidae, Muscidae, Calliphoridae y Sarcophagidae, una brigada después encontramos Staphilinidae, Sarcophagidae, Calliphoridae. En las etapas de momificación de los cadáveres encontramos la brigada de momificación en donde las familias de Tenebrionidae, Blattodea, Acaridae se encargan de la degradación final de la materia en descomposición (Tabla 1).

#### **4.5 Importancia de los insectos necrófagos en el ecosistema.**

En cualquier medio natural o semi-natural existen básicamente tres tipos de organismos: productores, consumidores y descomponedores. La correcta interacción de esos tres tipos de organismos depende del buen funcionamiento del ecosistema. El proceso de descomposición es uno de los acontecimientos más importante en el funcionamiento de los ecosistemas (Putman 1983).

Los descomponedores son llamados según el tipo de material que descomponen, en este caso describiremos a los necrófagos, organismos que degradan material orgánico como piel y músculos, de este modo la materia orgánica sintetizada por los productores y consumidores pasa a otros niveles de organismos a través de las redes tróficas, utilizando toda la energía no utilizada por los consumidores y productores (Galante 1997).

Tabla 1. Familias de la Clase Insecta con importancia forense en El Salvador. (Girón 2017).

Brigada de sucesión	Etapa de degradación	Ordenes dominantes	Familias representativas de la etapa
Primera	Lividez cadavérica Rigidez	Dípteras, Hymenopteras	Muscidae, Calliphoridae, Vespidae, Formicidae.
Segunda	Fase putrefacción Gaseosa	Dípteras, Coleópteras, Hymenopteras	Cleridae , Muscidae, Calliphoridae, Scarabaeidae, Staphylinidae
Tercera	Fase Putrefacción butírica	Dípteras, Coleopteras, Colleombolas	Sarcophagidae.
Cuarta	Grasa y proteínas acidificadas	Dípteras, Coleopteras	Silphidae, Hiateridae, Trogidae
Quinta	Putrefacción amoniacal	Dípteras.	Piophilidae , Fannidae
Sexta	Desecación y momificación cadavérica	Dermápteras, Blattaria, Coleopteras.	Tenebronidae, Formicidae
Séptima	Reducción de tejidos incluso pelos	Coleópteras	Scarabeidae, Tenebronidae
Octava	Destrucción de residuos	Coleopteras Acarinae	Dermestidae, Cleridae

#### 4.6 Dípteras con importancia Forense.

Las dípteras son los primeros organismos en aparecer en una escena del crimen, esto es debido a su gran capacidad de traslado y a su eficiente receptor químico de la cadaverina, compuesto químico tóxico que expulsan los cadáveres (Capo *et al* 2004). Diferentes especies de dípteros invaden los cadáveres el cual se le denomina como procesos de sucesión (Chandler 2010), ya que según el estado de descomposición de un cadáver es la brigada que estará presente en el cadáver (Tabla 2).

Tabla 2. Sucesión de dípteras en carne expuesta (Smith 1973).

Brigada	Fauna	Estado de la Carne
1°	Calliphora (Calliphoridae) Musca (Muscidae), Muscina (Muscidae)	Fresco
2°	Sarcophaga (Sarcophagidae), Lucilia (Calliphoridae), Cymona (Calliphoridae)	Hinchado. Aumento del mal olor
3°	Abundantes Coleoptera y Lepidoptera	Rancio
4°	Piophilidae Madiza (Milichidae), Fannidae, Drosophidae, Sphaeroceridae, Eristalis (Syrphidae) Teichomyza (Ephydriidae).	Descomposición butírica
5°	Hydrotaea (Muscidae), Phoridae, Thyreophorinae (Piophilidae).	Fermentación Amoniaca

Entre los dípteras con importancia forense tenemos dos familias que destacan por estar en la mayoría de las brigadas de descomposición, entre ellas tenemos a las Calliphoridae, Sarcophagidae, dos familias que poseen ciclos de vida particulares y de gran importancia para la entomología forense (Pape 1996).

#### 4.6.1 ¿Que son los dípteras?

Es un grupo monofilético, su cuerpo está dividido en tres partes, cabeza, tórax y abdomen (Figura 4), su característica principal es que estas solo poseen un par de alas que le da su nombre característico (Di=dos y ptera=alas), sin embargo esta característica se encuentra en otras especies de homópteras y efímeras, por lo que la verdadera característica principal de los díptera es la transformación de sus alas posteriores (metatorácicas) en unos órganos llamados halterios o balancines, que no se utilizan para volar sino más bien para mantener la estabilidad mientras vuelan, sin embargo solo ocho especies de la familia Braulidae no presentan esta característica por que estas se han adaptado a la vida parasitaria por lo que no necesitan de alas (Tojeira 2015).

El aparato bucal suele ser chupador, o succionador, teniendo evoluciones propias, siendo en algunas ocasiones corto o largo.

#### MORFOLOGIA DE UNA MOSCA (vista dorsal)

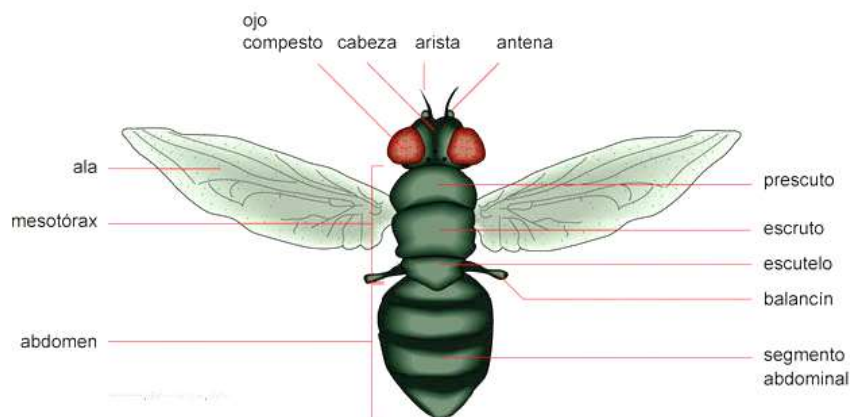


Figura 4. Partes de un díptera (fuente infovisual)

Algunas moscas tienen características claves para ser utilizadas por la ciencia forense, la primera es su tipo alimenticio en estadio larval, donde se aprovecha este comportamiento biológico para estimar los tiempos larvales de crecimiento. Además, que presentan otras características como su poder desplazarse hacia el olor detectado que emana los cadáveres, su pequeño tamaño les permite tener acceso a muchos sitios que otros organismos no logran acceder, además su capacidad de vuelo y de desplazamiento le permite movilizarse a grandes distancias en tiempos relativamente cortos (Tojeira 2015).

#### 4.6.2 Sarcophagidae.

La familia Sarcophagidae cuenta con 3000 especies que se distribuyen ampliamente distribuidos por todo el día (Pape 1996) se subdivide en tres subfamilias: Paramacronychiinae, Miltograminae y Sarcophaginae. La subfamilia Paramacronychiinae es una subfamilia bastante pequeña y se encuentra limitada a las regiones Neártica y Paleártica; está representada por una sola especie en el norte de la región Neotropical en las Islas Galápagos (Pape 1996). La subfamilia Miltograminae es diversa en el viejo mundo y en su mayoría son cleptoparásitas de abejas y avispas solitarias. Por otro lado, la subfamilia Sarcophaginae parece haber tenido gran parte de su diversificación en el nuevo mundo y mayormente presentan hábitos de vida saprófagos, principalmente como coprófagos (Olea 2017).

La familia es considerada por Pape (1996) como la más importante, debido a que en esta familia encontramos el larviviparismo, característica propia de esta familia, que hace que las hembras coloquen larvas y no huevos, siendo beneficiosos para las larvas de Sarcophagidae, no deben esperar la maduración del huevo, quien por lo general es de 1 a 2 días, y así aprovechan más el recurso en el que se desenvuelven, esto les permite a estas larvas crecer muchísimo más que a las otras larvas necrófagas, siendo de un tamaño de alrededor de 21 mm, los adultos de la familia se caracterizan por poseer un tamaño de 25 mm y poseer 3 franjas negras en su tórax superior (Figura 5) (Buenaventura *et al* 2009).

Su capacidad de vuelo es superior a la de Calliphoridae, pudiendo recorrer distancias más largas para la búsqueda de recurso (Pape 2002), puede llegar a tener alrededor de 24 generaciones por año en El Salvador (Giron y Alvanés 2018b).



Figura 5. Sarcophagidae, su familia destaca por sus tres franjas negras en su tórax superior.

Los adultos de la familia se caracterizan por tener un color gris con tres rayas negras longitudinales superiores en el tórax, poseen un tamaño considerable, y su diversidad de familias no es tan grande como los Calliphoridae, su nombre común es conocido como “Mosca carnera”, reflejando el hecho de que muchas especies de esta familia se desarrollan en carroña, algunas especies de hecho consumen la carne de animales vivos en estado necrótico (Marshall 2012), teniendo en cuenta estos tienen una gran importancia en la estimación post-mortem debido a el larviviparismo que presenta (Mellu 2016).

#### **4.6.3 Calliphoridae.**

Por su gran diversidad de especies son consideradas las dípteras de mayor importancia en la Entomología Forense, cada una de las especies presentan peculiaridades únicas en el crecimiento de sus ciclos larval, se caracterizan por un color verde metálico (Figura 6), presentan un ciclo de vida de alrededor de 21 a 35 días, sus hábitos alimenticios varían en la familia, pero varias son carroñeras lo que le hace de gran importancia para la estimación post-mortem (Flores y Wolff 2009).

Estas son robustas midiendo de entre 4 a 16 mm de longitud, presentando la cabeza más ancha que alta, su frente no es prominente, con antenas de aristas plumosa (Wolff 2010).

La familia Calliphoridae tiene importancia ecológica, médica y sanitaria, debido a su preferencia por heces, basura orgánica y carne en descomposición (Mariluis y Mulieri 2005), de donde adquieren gran cantidad de patógenos como virus, bacterias, hongos, protozoos y helmintos (Ferreira y Barbola 1998, Förster et al. 2007) que causan más de 65 enfermedades en humanos y animales (Greenberg 1971, 1973).



El género más importante y diverso en el grupo es *Calliphora* quien se distribuye desde el norte hasta el sur a nivel mundial.



Figura 6. Calliphoridae, destaca por sus colores metálicos que van desde el verde hasta el azul y en algunas ocasiones esta coloración es opaca.

#### 4.6.4 Identificación taxonómica.

La identificación de los Calliphoridae y los Sarcophagidae requiere una metodología particular para los estadios larvales, en donde basta con la observación de los espiráculos inferiores y superiores para la estimación del estadio larval en el que se encuentre (Figura 7), existiendo 4 categorías, L1, L2, L3 y fase pupa, cada uno de los estadios posee características en su alimentación que le permiten a la mosca adquirir nutrientes para poder pasar a la fase de pupa y poder realizar la metamorfosis con éxito (Amat y Wolff 2008).



Figura 7. Larva de Calliphoridae estadio L3, en donde se pueden observar sus espiráculos característicos.

En las Calliphoridae la identificación de las especies se debe realizar por medio de la extracción de sus mandíbulas larvales, y a través de Morfometría se puede estimar que tipo de especie es, esta técnica es debido a que por morfología larval simple es muy difícil poder identificar la especie (Flores y Wolff 2009).

Las larvas de Calliphoridae son vermiformes, acéfalas, su extremo anterior aguzado posee las estructuras bucales llamadas “esqueleto cefalofaríngeo”, mientras que su extremo posterior es truncado, formado por un disco más o menos cóncavo y rodeado por cuatro a seis pares de tubérculos cónicos. En el centro de este disco se encuentran dos espiráculos posteriores (útiles para la respiración), cada uno de ellos con aberturas espiraculares que suelen utilizarse como caracteres diagnósticos en larvas maduras (L3) (Greenberg y Szyska 1984).

## 5 METODOLOGIA.

### 5.1 Sitio de Estudio.

El estudio se realizó en el Eco-parque El Espino, localizado en las faldas del volcán de San Salvador, con aproximadamente 129 manzanas de terreno donde predomina la vegetación de cafetal de sombra, con coordenadas N 13°69'46" y O -89°25'05" (Figura 8) se encuentra a una altura de 800 y 1400 msnm, posee grandes extensiones de cafetal, acompañado con árboles que brindan sombra como lo son Llama del bosque (*Sphatodea companulata*), Pito extranjero (*Erythrina berteroana*), entre otros. Posee una temperatura promedio que varía de 23 a 27 ° C (Duarte 2012).

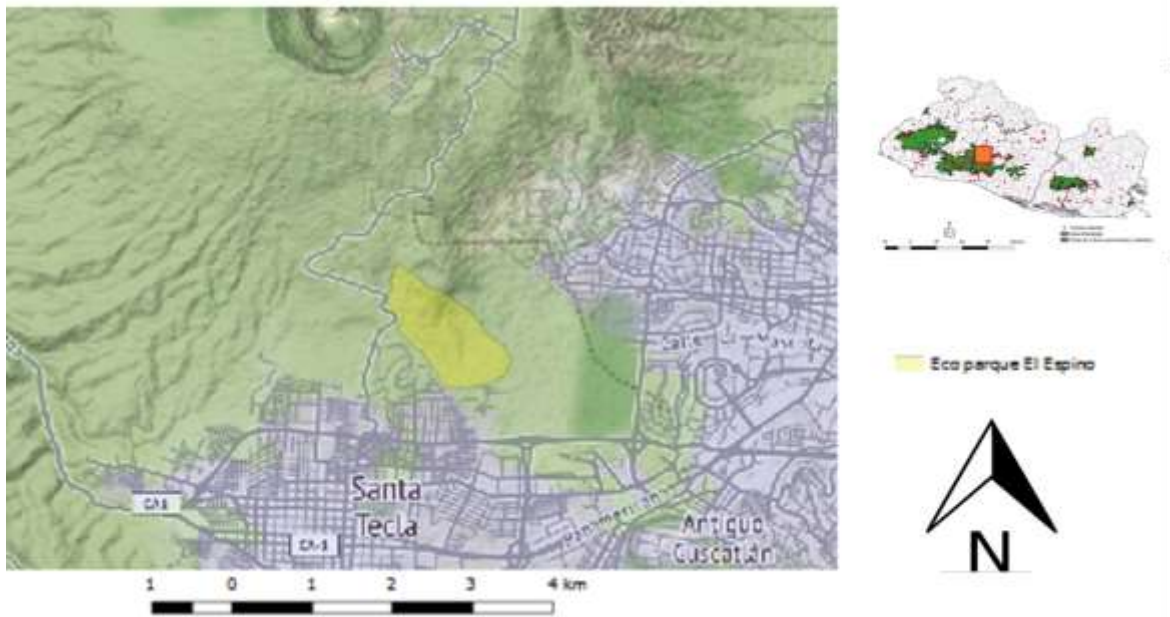


Figura 8. Localización del Eco parque El Espino en la zona Norte de la Capital de El Salvador. (Fuente propia)

### 5.2 Fase de Campo.

La fase de campo se realizó en época lluviosa en el mes de junio, ya que en esta época ocurre un repunte de la densidad poblacional de insectos, colocando 5 puntos de colecta, utilizando por punto dos trampas, los puntos de muestreo fueron seleccionados al azar, mediante la herramienta de QGIS, con las especificaciones de una distancia de 200 m entre cada uno de los puntos.

Para esto se elaboró una división por cuadrícula a través del programa de QGIS con una medida 125 x 125 metros por cada una de las celdas de la cuadrícula, representando 125 m<sup>2</sup> (Figura 9) el programa seleccionó 5 punto que cumplieran todas las condiciones, por su accesibilidad para los investigadores como su inaccesibilidad de los visitantes del parque. Estas cuadrículas sirven para evitar la pseudo-replicación en el estudio.

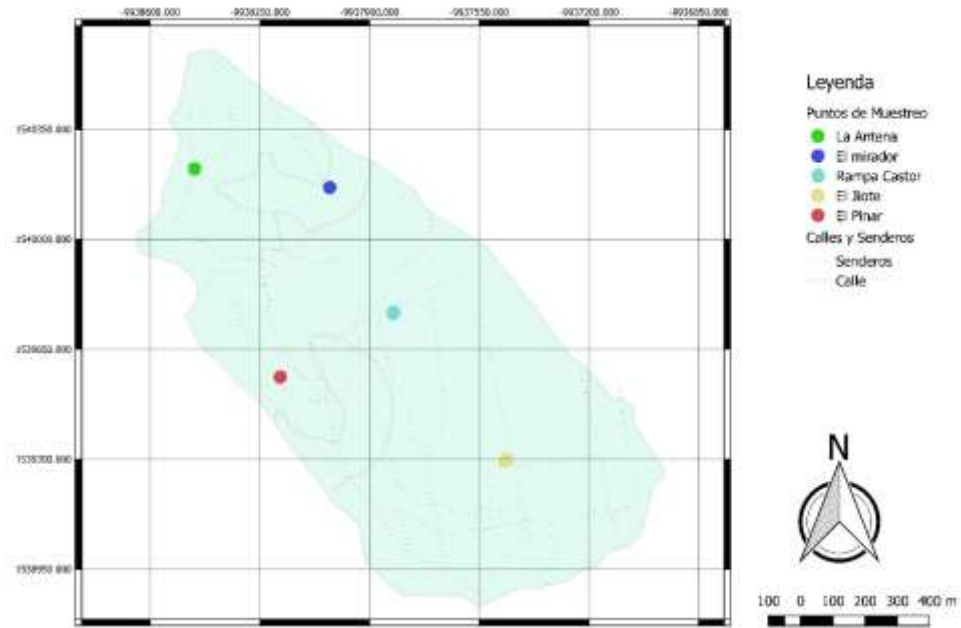


Figura 9. Selección de puntos de muestreo, en el eco-parque el Espino.

### 5.2.1 Descripción de los puntos de muestreo.

Los puntos de muestreo se ubicaron en sitios de difícil acceso para evitar que se destruyeran las trampas por causas antropogénicas. Todos los sitios presentan alta pendiente, así como abundante sombra (Figura 10). Los puntos de estudio se distribuyen desde los 950 hasta los 1200 msnm.

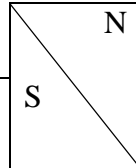
La pendiente de los sitios también se caracterizó por poseer un alta pendiente que ronda de 33° hasta los 43°, todos los puntos de muestreo presentaron arboles de sombra en su cercanía.



Punto 1: La Antena.

Pendiente: 44°. 1218 msnm

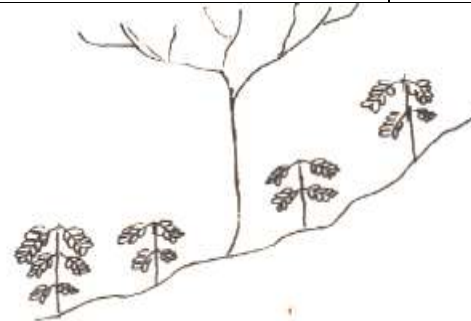
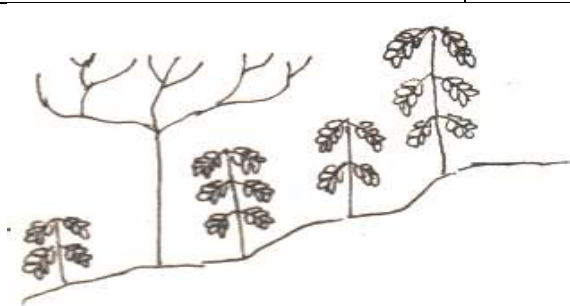
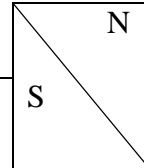
Coordenadas: 13°42'17.90"N  
89°16'40.10"W



Punto 2: El Mirador 2

Pendiente: 24°. 1152 msnm

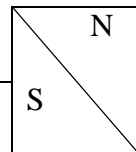
Coordenadas: 13°42'42.94"N  
89°16'25.60"W



Punto 3: Rampa El Castor

Pendiente: 13°. 1116 msnm

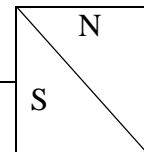
Coordenadas: 13°42'1.80"N  
89°16'27.80"W



Punto 4: El Jiote

Pendiente: 35°. 1040 msnm

Coordenadas: 13°41'51.40"N  
89°16'29.60"W



Punto 5. La Vueltona.

Pendiente: 33°. 950 msnm

Coordenadas: 13°41'58.10"N  
89°16'38.80"W

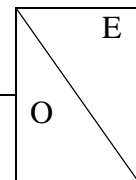


Figura 10. Esquemas de topografía de los puntos de muestro, con información de nombre de clave, orientación geográfica, pendiente, altura en metros sobre el nivel de mar, y Coordenadas geográficas.

Se utilizó como cebo para la atracción de Calliphoridae y Sarcophagidae necrófagos un kilo de cebo de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) por punto de muestreo, debido a que esta presenta una degradación similar a la del humano, por lo que la atracción de los Calliphoridae y Sarcophagidae está asegurada (Catts y Goff 1992).

Se utilizaron dos tipos de trampa por muestra para la colecta de los díptera, la primera trampa de cajón (Figura 11), la cual fue utilizada para la colecta de larvas en L1, debido a que esta trampa es más expuesta el cebo duró alrededor de 40 días. La trampa Colgante fue la segunda trampa utilizada (Figura 12) la cual cumplía la función de atrapar a individuos adultos para su posterior colecta.

Luego de la activación de las trampas se realizó el recolectas de datos basado en la metodología de Arriortua et al (2014), en la cual se coloca un código a cada una de las muestras recolectadas distinguiendo en el código punto, día, Numero de especies, cantidad colectada de recolecta. Así se recolecto las larvas encontradas en la trampa de cajón (Figura 13) usando la misma metodología con la trampa aérea, colectando Sarcophagidos y Calliphoridos adultos (Figura14).



Figura 11. Trampa de cajón, para la captura de larvas.



Figura 12. Revision para la toma de datos de larvas de la trampa de cajón.



Figura 13. Trampa colgante para la captura de adultos.



Figura 14 Captura de moscas (adultas) de la trampa colgante.

Los días de observación se realizaron colecta directa los primeros tres días luego se tomaron datos dos veces a la semana hasta cubrir la llegada de la segunda brigada de descomposición, con observaciones y colectas dos veces por semana partir de la segunda semana de estudio (Tabla 3), donde se tomaron datos de estadio larval con mayor presencia, densidad en la

trampa de adultos, especies presentes, temperatura, condición climática y alguna observación a destacar durante la muestra. Completando un total de 12 viajes de campo de colecta. Fechas de muestreo desde el 11 de junio- 20 de Julio.

Tabla 3. Visitas de colecta marcadas en color verde.

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40		

En cada día de observación se identificó larvas presentes, y se colectaron 5 larvas de la misma especie por punto de muestreo, 2 para identificación taxonómica y 3 para colección. Estas muestras fueron depositadas en la colección del Museo de Historia Natural de El Salvador (MUNHES).

### 5.3 Fase de Laboratorio.

Esta fase se realizó en la Universidad de El Salvador, en el Laboratorio de Entomología de Vectores (LEV) de CENSALUD en el Laboratorio de Insectos Acuáticos (LIA) de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Las larvas recolectadas en campo se colocaron por 2 minutos en agua hervida, para evitar la descomposición y preservarla para realizar la estimación larval de cada una de las especies, posteriormente se colocaron en viales con alcohol al 80%, con su debida identificación para su conservación.

La identificación de especies se realizó en el Laboratorio de Entomología de Vectores de CENSALUD, capturando imágenes de cada uno de las especies, observando estructuras taxonómicas según lo indicaban las guías especializadas para cada una de las sub-familias encontradas. Para la captura de imágenes se usó un estéreomicroscopio Leica modelo LASEZ con aumento de 3.5 (Figura 15) usando el programa propio de la cámara llamado AmScope 3.7.



Figura 15. Identificación de Adultos en Laboratorio de Entomología de Vectores (LEV-CENSALUD)

La cría de las larvas se realizó en el Laboratorio de Insectos Acuáticos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, almacenando las larvas y llevándoles al estadio adulto en cajas Bug-droom. para poder identificar el espécimen, mientras que el control de ciclo larval se dio exclusivamente en campo a temperatura ambiente.

#### **5.4 Identificación de Especies.**

La clasificación de las familias e identificación de especies se realizó utilizando guías taxonómicas especializadas, en las que tenemos Clave ilustrada para la identificación de los géneros y especies de Calliphoridos de Colombia (Amat *et al* 2008), Revisión de Especies Neotropicales de *Lucilia sp* (Whitmore *et al* 2014), Identificación morfológica de *Lucilia* y otros híbridos (Williams y Villet 2014). Y para Sarcophagidos las guías utilizadas fueron: Sarcophagidae de importancia en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. (Buenaventura *et al* 2009).

#### **5.5 Fase de Análisis de Datos.**

Luego de haber concluido la fase de campo y de laboratorio se procede al análisis de datos donde se realizaron análisis de todos los puntos de muestreados con los datos de densidades poblacionales a través del tiempo de muestreo. Se utilizó una matriz plot en el programa Past, para representar el tiempo de crecimiento larval de los diversos géneros con importancia forense colectadas.

Se analizó la cantidad y porcentaje de especies colectadas en todos los puntos de muestreo, también se analizó la acumulación de especies por zona de colecta. Para poder observar la acumulación de especies a través de los muestreos y de cuál es el espécimen con mayor densidad poblacional. También se realizó una comparación de las familias encontradas en las diferentes trampas, esto para poder observar que especie coloniza el microsistema de los cebos y que por esos motivos posee una importancia forense.

Los datos de los tiempos larvales se homogenizaron a horas para observar mejor su desarrollo hasta adulto. Con los datos obtenidos aplicando el método de las trampas, se realizaron análisis de índices de biodiversidad entre los que tenemos: Simpson para poder observar si existe dominancia en las especies encontradas, el índice de Shannon para indicar un rango de diversidad de especies en el sitio y el índice de Margalef para indicar la riqueza específica de especies, estos índices se calcularon utilizando el programa PAST ver 3.17.

Se estimó la curva de acumulación, índice con simplicidad metodológica que brinda evidencias para dar fiabilidad al tiempo de esfuerzo de los muestreos, permitiendo su posterior comparación con futuros inventarios empleando distintos tiempos de esfuerzo, (Jiménez y Hortal 2003), también se valorara el índice de Chaos, el cual nos permite estimar el número de especies de la comunidad basado en el número de especies raras de la muestra.

## 6 RESULTADOS.

### 6.1 Registro de Temperatura del estudio.

Para las fechas de estudio se registraron a nivel nacional temperaturas más altas ocurridas a nivel mundial, pero los agrosistemas cafetaleros lograron mantener una temperatura considerablemente más fresca que en la zona urbana, con 3°C menos con los datos de temperatura de ciudad (Figura 16).

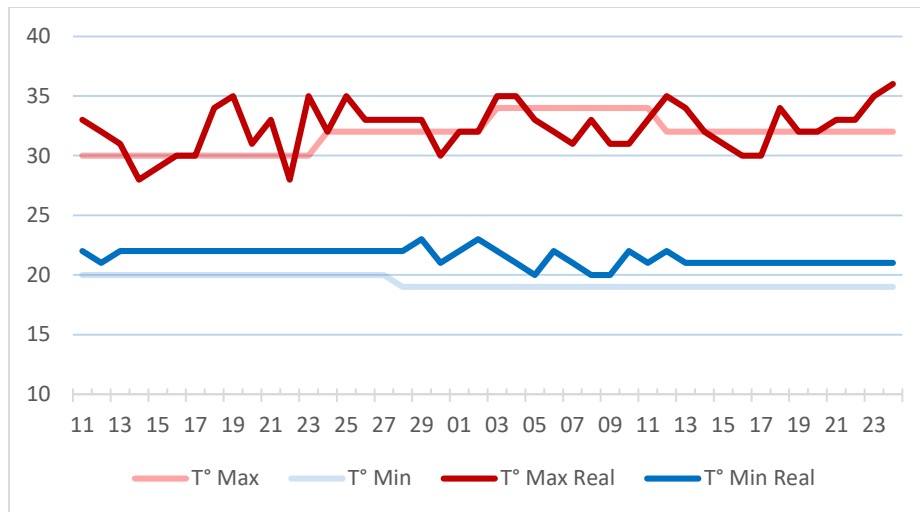


Figura 16. Temperatura para Finca El Espino, Santa Tecla. Entre las fechas de 11 junio a 26 de julio del 2019.

Fuente: <https://weather.com>

La temperatura promedio en ciudad fue de 32°C para los días de estudio, mientras que en el sitio de estudio (agrosistema de sombra) su temperatura fue de 29°C, con 2°C más de los que reporta Duarte (2012) para los agrosistemas cafetaleros.

### 6.2 Registro de especímenes colectados.

Se obtuvieron un total de 592 organismos repartidos taxonómicamente en 7 especies de Calliphoridae, divididos en 3 subfamilias, Calliphorinae (5), Mesembrenellinae (1) y Chrysominae (1) con un total de 480 organismos para las familias. Mientras que la familia Sarcophagidae se obtuvo una sola subfamilia: Sarcophaginae con 3 especies representadas y 112 organismos (Tabla 4).



Tabla 4. Familias de Calliphoridae y Sarcophagidae en sistemas agrícolas cafetaleros.

Familia	Subfamilia	Nombre científico	Cantidad	Porcentaje
Calliphoridae	Calliphorinae	<i>Lucilia pulvurulenta</i>	10	2%
		<i>Lucilia sericata</i>	14	2%
		<i>Lucilia cuprina</i>	185	31%
		<i>Lucilia ilustris</i>	5	1%
		<i>Lucilia eximia</i>	4	1%
	Chrysomyinae	<i>Chrysoma megacephala</i>	12	2%
	Mesembrenellinae	<i>Mesembriella bicolor</i>	250	42%
Sarcophagidae	Sarcophaginae	<i>Sarcophaga rufficornis</i>	35	6%
		<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	61	10%
		<i>Peckia intermutans</i>	16	3%
TOTAL			592	100%

Las abundancias de las especies en relación a su frecuencia muestran que las más abundantes fueron *M. bicolor* y *L. cuprina* mientras que las especies menos abundantes son *L. eximia* y *L. ilustris* (Figura 17).

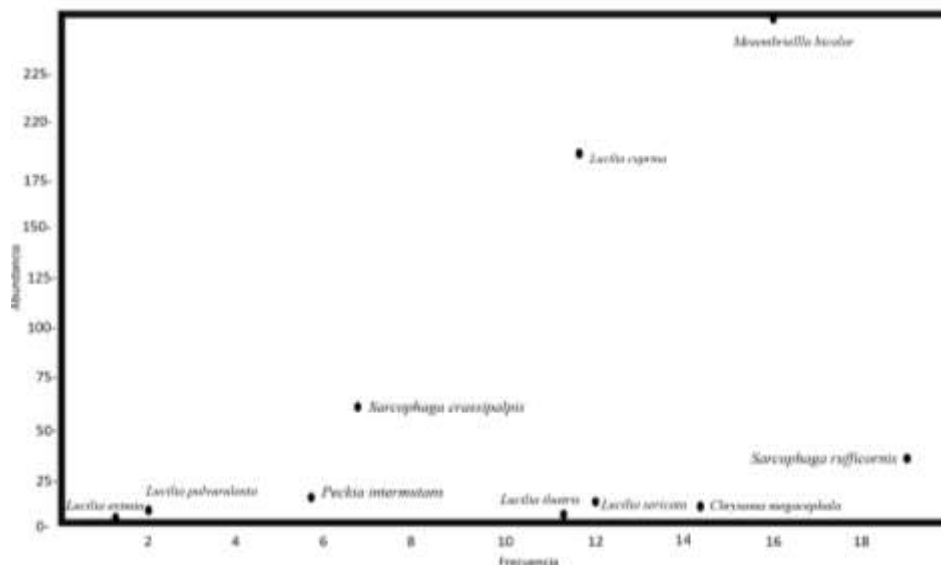


Figura 17. Abundancia de las especies en función de la frecuencia.

Se obtienen 10 especies con un total de 592 organismos (Figura 18), *M. bicolor* es la especie que más organismos reporta con 40% (250), seguido por *L. cuprina* con 32% (185) y en tercer lugar *S. crassipalpis* con 11% (61), el 17% restante está representado por otras 7 especies.

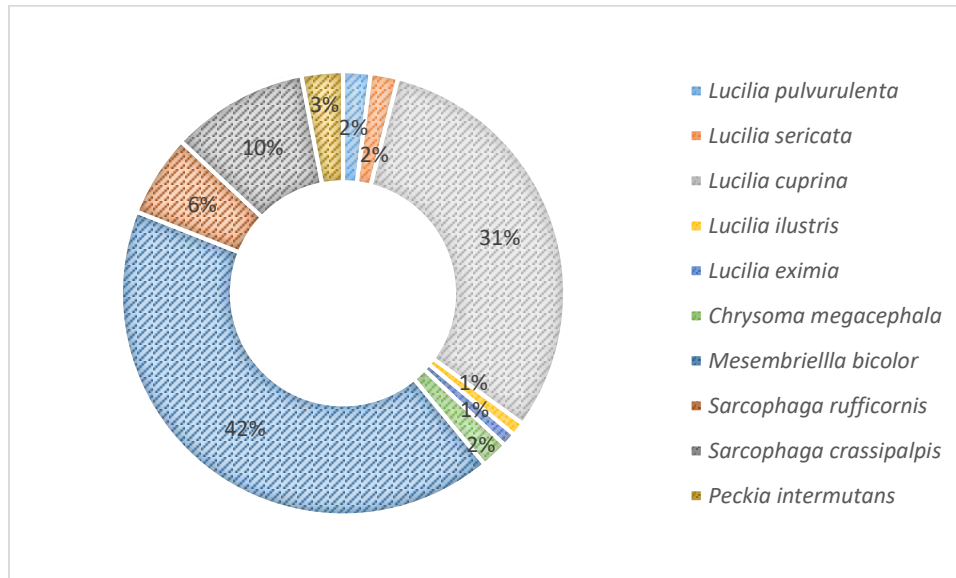


Figura 18. Porcentaje de organismos por especie observada.

### 6.3 Comparación de recolectas de trampas de aire y suelo.

En las trampas se recolectaron diferentes especímenes de Sarcophagidae y Calliphoridae, ya que no todos los especímenes colonizan el cebo de la trampa para larvas, y la trampa para adultos facilitaba la captura de especímenes adultos (Tabla 5). Podemos observar que las especies *L. cuprina*, *M. bicolor*, *S. rufficornis* y *S. crassipalpis* poseen importancia forense por colonizar los cebos.

Tabla 4. Cotejo de los diferentes especímenes recolectados.

Familia	Subfamilia	Especies	Adultos	Larvas
Calliphoridae	Calliphorinae	<i>L. pulvurulenta</i>	X	-
		<i>L. sericata</i>	X	-
		<i>L. cuprina</i>	X	X
		<i>L. ilustris</i>	X	-
		<i>L. eximia</i>	X	X
	Chrysomyinae	<i>C. megacephala</i>	X	-
	Mesembrenellinae	<i>M. bicolor</i>	X	X
Sarcophagidae	Sarcophaginae	<i>S. rufficornis</i>	X	X
		<i>S. crassipalpis</i>	X	X
		<i>P. intermutans</i>	X	-

## 6.4 Especímenes por fecha de muestreo.

Se realizaron un total de 11 muestreos, en los cuales se colectaron los individuos en ambas trampas de muestreo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), también se identificaron otros individuos recolectados e identificados de otras familias de la clase insecta (Anexo 1 y 2).

Tabla 5. Especies de Calliphoridae y Sarcophagidae recolectados por fecha de recolecta.

Familia	Especie	Junio							Julio				Total
		12	13	17	20	23	26	29	3	8	12	15	
Calliphoridae	<i>L. pulvurulenta</i>	1	1	2	2	1	2	1	0	0	0	0	10
	<i>L. sericata</i>	0	0	0	0	0	4	4	2	4	0	0	14
	<i>L. cuprina</i>	0	0	16	26	24	21	21	14	17	21	25	185
	<i>L. illustris</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	5
	<i>L. eximia</i>	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	4
	<i>C. megacephala</i>	0	0	0	0	0	3	2	3	2	1	1	12
	<i>M. bicolor</i>	12	34	29	35	32	34	32	19	7	9	7	250
Sarcophagidae	<i>S. rufficornis</i>	0	0	7	6	5	9	8	0	0	0	0	35
	<i>S. crassipalpis</i>	21	4	6	7	8	5	6	3	1	0	0	61
	<i>P. intermutans</i>	0	0	0	0	0	3	4	2	4	1	2	16

Podemos observar que solo *M. bicolor* está presente en todas las recolectas de muestreo, otras especies como *L. sericata*, *L. illustris*, *L. eximia*, *C. megacephala*, *P. intermutans* se hacen presentes cuando ya está avanzada la fase de descomposición.

### 6.4.1 Registro de Adultos.

Se obtuvo un total de 10 especies distintas, realizándose un registro fotográfico de las mismas (Figura 19).

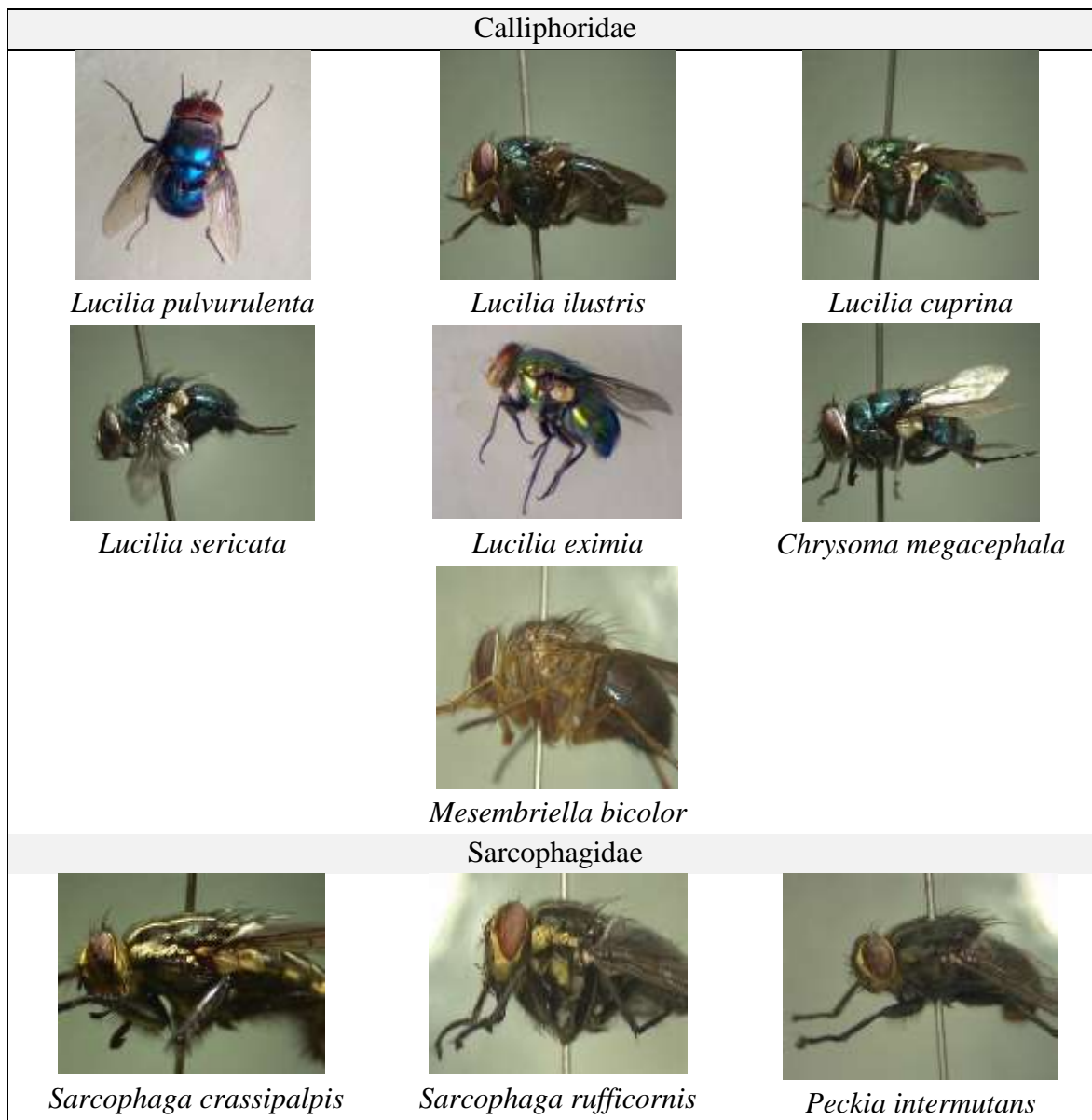


Figura 19. Registro fotográfico de las especies de Sarcophagidae y Calliphoridae.

### 6.4.2 Registro de larvas.

También se realizaron tomas fotográficas a las especies que colonizaron los cebos, llevando un registro de los estadios larvales de *L. cuprina*, *M. bicolor*, *S. rufficornis*, *S. crassipalpis*, y *L. eximia*, quienes colonizaron la trampa terrestre para larvas. En cada una se destacan los espiráculos que se sirven para determinar los estadios larvales en L3 (Figura 20).



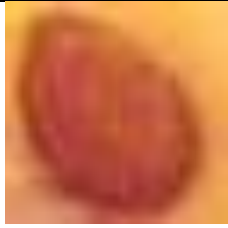


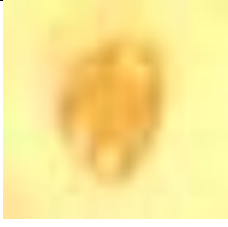


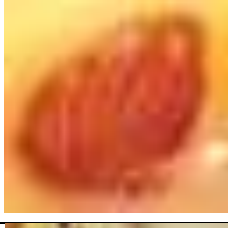


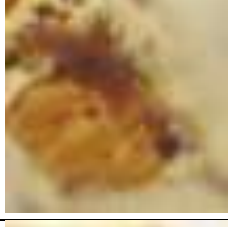



Nombre científico		Fotografía macro	Espiráculos	Acercamiento de espiráculos en etapa L3
Calliphoridae	<i>L. Cuprina</i>			
	<i>L. eximia</i>			
	<i>M. bicolor</i>			
Sarcophagidae	<i>S. crassipalpis</i>			
	<i>S. rufficornis</i>			

Figura 20. Larvas L3 y sus espiráculos de las diferentes Calliphoridae y Sarcophagidae que colonizaron los cebos.

La trampa para larvas obtuvo menor cantidad de organismos colonizadores frente a la cantidad de especies que visitaron las trampas; los Calliphoridos que colonizaron son: *L. cuprina*, *L. eximia*, *M. bicolor*, mientras que los Sarcophagidos que colonizaron: *S. rufficornis*, *S. crassipalpis* (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 6. Tiempo de desarrollo de cuatro especies de Calliphoridae y Sarcophagidae de importancia forense.

Especies	Observación de desarrollo larval en días.																
	2	3	4	6	8	10	12	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
<i>L. cuprina</i>			L1	L2	L2	L3	L3	L3	L3	P	P	A					
<i>L. eximia</i>				L1	L1	L2	L2	L3	L3	L3	L3	P	P	P	P	A	
<i>M. bicolor</i>	L1	L1	L2	L2	L3	L3	L3	L3	P	P	P	P	P	A			
<i>S. crassipalpis</i>	L1	L1	L1	L1	L2	L3	L3	L3	L3	L3	P	P	P	P	P	A	
<i>S. rufficornis</i>		L1	L1	L2	L2	L2	L3	L3	L3	L3	L3	P	P	P	P	P	A

L1, L2, L3 = estadios larvales; P = pupa; A= adulto.

Las primeras larvas en aparecer pertenecen a *M. bicolor* y *S. crassipalpis* (Figura 21), con un tamaño de 4 mm, por lo que su colecta e identificación en los cebos fue más fácil, a medida el tiempo transcurría examinando los cebos con más cuidado, ya que para esta etapa las larvas buscan la parte baja para refugiarse dentro de la carne y mantener la temperatura constante y disminuir la perturbación física.

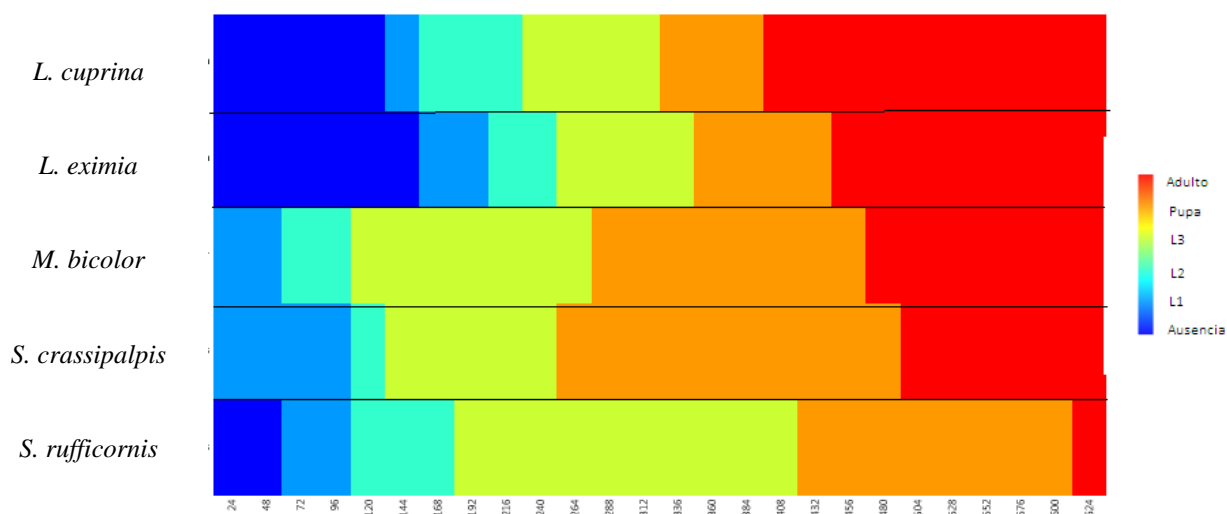


Figura 21. Matriz plot de los ciclos larvales de Sarcophagidos y Calliphoridos de importancia forense.

Se evaluó el desarrollo larval de las especies por horas de desarrollo, para así tener una comparación homogénea de los tiempos larvales de todas las especies, ya que algunas aparecen con la carne en etapa de descomposición fresca y otras se hacen presentes en etapa de putrefacción gaseosa (Tabla 7).

Tabla 7. Tiempos larvales en horas para la homogenización de tiempos de desarrollo.

	L1	L2	L3	Pupa	Total
<i>L. cuprina</i>	24	48	72	48	192 h
<i>L. eximia</i>	48	48	96	96	288 h
<i>M. bicolor</i>	48	48	96	120	312 h
<i>S. crassipalpis</i>	96	24	120	120	360 h
<i>S. rufficornis</i>	48	72	120	120	384 h

Se estima que *L. cuprina* posee el ciclo larval más corto desarrollándose en 192 horas, siendo los primeros adultos en emerger, con alrededor de 9 días para completar su desarrollo larval, del otro lado *S. rufficornis* presenta un desarrollo larval más largo, siendo de 384 horas.

Las temperaturas registradas que fueron más elevadas en las épocas del estudio influyeron en la aceleración de los ciclos larvales a temperatura ambiente similar con los resultados de MacGregor (1999a, 1999b), ya que todas las especies reportadas en este trabajo poseen una tabla de vida más corta en horas para completar su desarrollo larval (Figura 22).

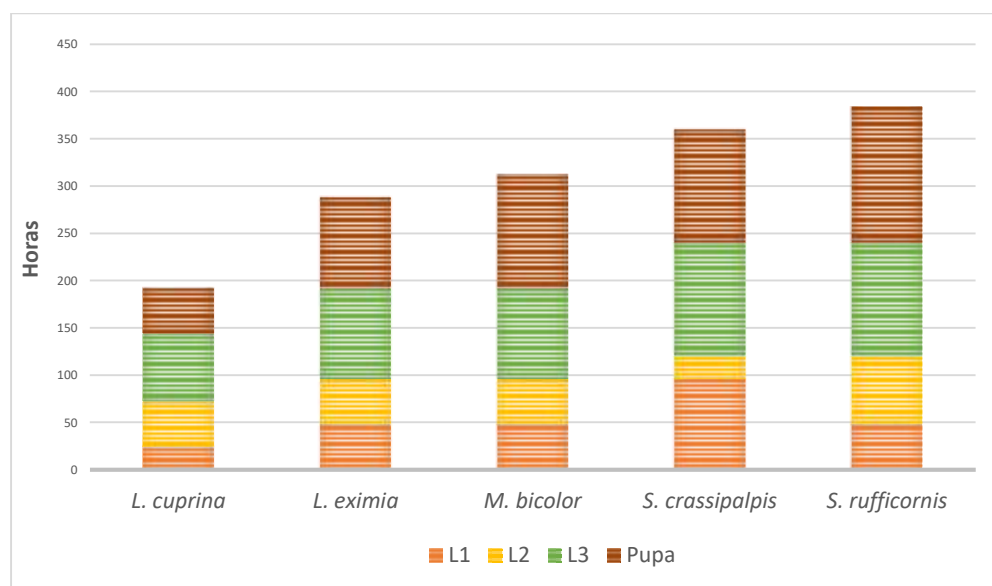


Figura 22. Representación gráfica de estadios larvales estimados en horas de desarrollo.

## 6.5 Índices Ecológicos.

Las especies por punto de recolecta exponen que “La Antena” presenta mayor densidad de organismos siendo *M. bicolor* la que encabeza esta cantidad, el siguiente punto con mayor número de individuos es “El Pinar”, está situada 250 metros del asentamiento urbano más cercano (Tabla 8).

Tabla 8. Especies por punto de recolecta.

Especies	Punto 1 La Antena	Punto 2 El mirador 2	Punto 3 Rampa el Castor	Punto 4 El Jiote	Punto 5 El pinar
<i>L. pulvurulenta</i>	0	1	0	7	2
<i>L. sericata</i>	0	1	0	3	10
<i>L. cuprina</i>	84	17	32	29	23
<i>L. illustris</i>	0	1	1	1	2
<i>L. eximia</i>	1	0	2	0	1
<i>C. megacephala</i>	1	1	0	9	1
<i>M. bicolor</i>	103	24	33	26	64
<i>S. rufficornis</i>	0	9	11	8	7
<i>S. crassipalpis</i>	26	4	16	6	9
<i>P. intermutans</i>	0	0	4	5	7
<b>Especies acumuladas</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Total</b>	<b>215</b>	<b>58</b>	<b>99</b>	<b>94</b>	<b>126</b>

Las especies acumuladas por sitio reflejan que el punto “El Pinar” a 1200 msnm presenta mayor cantidad de especies, contrario al punto “La antena” con solo 5 especies.

### 6.5.1 Índice de diversidad de Margalef.

Se evalúa la riqueza de especies ya que transforma el número de especies a una igualdad. Suponiendo que existe una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos.

S: número total de especies = 10

N: número total de individuos = 592

$$D_{mg} = S - 1 / \ln(N)$$

$$D_{mg} = 10 - 1 / \ln(592)$$

$$D_{mg} = 3.24$$

Midiendo la proporción de cada especie en el total de especies de la comunidad según los datos del índice de diversidad de Margalef.

### 6.5.2 Índices de Shannon y Simpson

Los índices miden conjuntamente la abundancia relativa y equitatividad de cada especie en el total de especies. Simpson muestra un valor de 0.71, lo que indica una alta dominancia y que los agrosistemas cafetaleros poseen una zona poco diversa para los Calliphoridos y



Sarcophagidae. Según el índice de Shannon que es 1.53 (en escala de 1 a 6) representa que la diversidad de Calliphoridae y Sarcophagidae posee una riqueza baja (Tabla 9).

Tabla 9. Índices de Shannon y Simpson.

Especie	Abundancia	Porcentaje de dominancia	LN Abundancia Real	Shannon	Simpson
<i>L. pulvurulenta</i>	10	0.017482517	-4.0465539	0.07074395	0.00030564
<i>L. sericata</i>	14	0.024475524	-3.71008166	0.09080619	0.00059905
<i>L. cuprina</i>	185	0.323426573	-1.12878317	0.36507847	0.10460475
<i>L. illustris</i>	5	0.008741259	-4.73970108	0.04143095	7.641E-05
<i>L. eximia</i>	4	0.006993007	-4.96284463	0.03470521	4.8902E-05
<i>C. megacephala</i>	12	0.020979021	-3.86423234	0.08106781	0.00044012
<i>M. bicolor</i>	250	0.402097902	-0.91105968	0.36633519	0.16168272
<i>S. rufficornis</i>	35	0.061188811	-2.79379093	0.17094875	0.00374407
<i>S. crassipalpis</i>	61	0.106643357	-2.23826513	0.23869611	0.01137281
<i>P. intermutans</i>	16	0.027972028	-3.57655027	0.10004336	0.00078243
<b>TOTAL</b>	<b>592</b>	<b>1</b>		<b>1.53</b>	<b>0.29</b>
				<b>Inversa</b>	<b>0.70</b>

Al evaluar el índice de Simpson por punto de muestro obtenemos “La Antena” (0.60), “El Mirador” (0.71), “La Rampa” (0.74), “El Jote” (0.75), “El Pinar” (0.69), que el punto “El Jote” posee mayor valoración, y la menor valoración la presenta el punto “La Antena” (Figura 23)

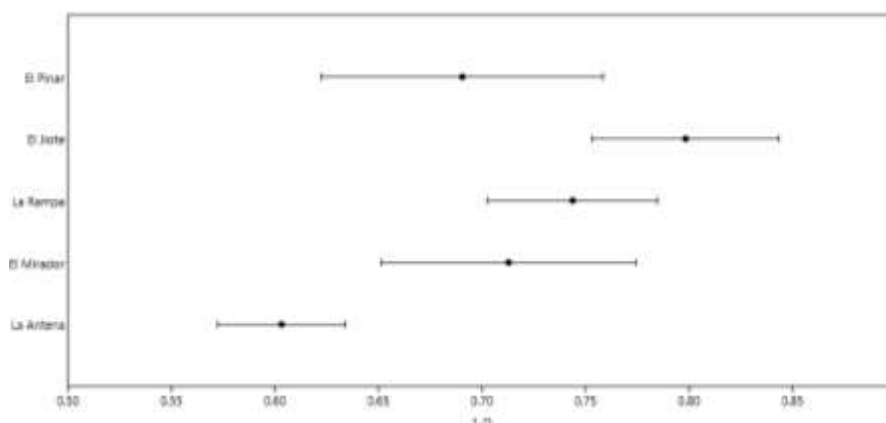


Figura 23. Valoraciones de los puntos de recolecta por el índice de Simpson.

Los datos para el índice de Shannon (Figura 24) por punto de muestro obtenemos “La Antena” (1.02), “El Mirador” (1.47), “La Rampa” (1.52), “El Jote” (1.83), “El Pinar” (1.57).

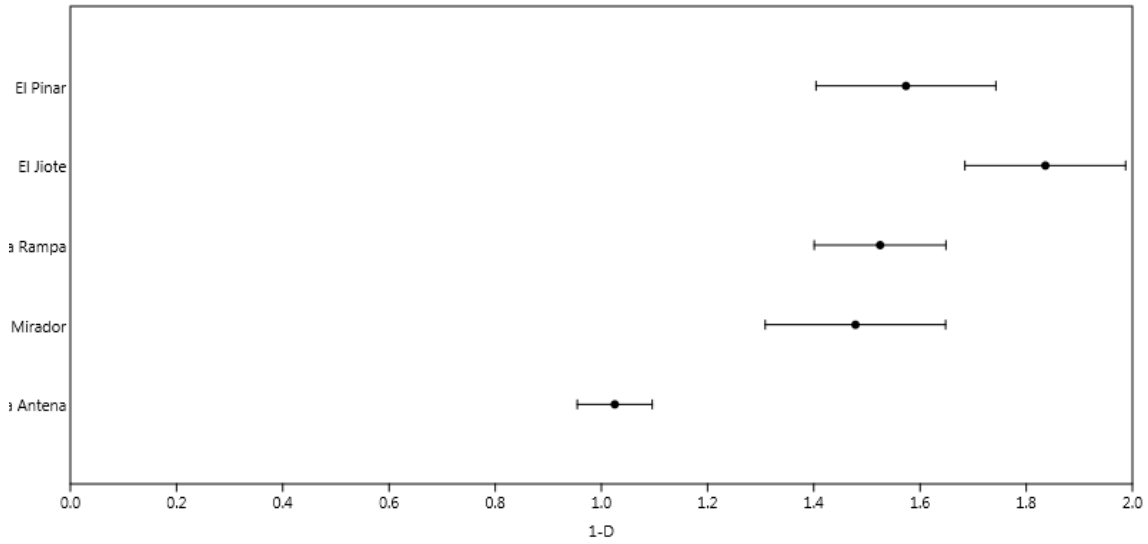


Figura 24. Índice de Shannon por punto de muestro.

### 6.5.3 Índice de Chao.

El estimador de riqueza Chao (Tabla 10), establece que para el punto del “El Mirador” deben existir 14 especies, reportándose 8 de ellas, mientras que los demás puntos no representan una estimación superior significativa de las que se reportan.

Tabla 10. Estimador de Riqueza de Chao.

	La Antena	El Mirador	Rampa Castor	El Jiote	El Pinar
Especies Acumuladas	6	8	8	9	10
Chao -1	6.5	14	7	9	10.33

#### 6.5.4 Curva de acumulación.

Se observa que la tendencia en la curva de acumulación de especies alcanzó un valor asintótico lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para ser representativo pero no se descarta la posibilidad de que aun puedan encontrarse otras especies (Figura 25).

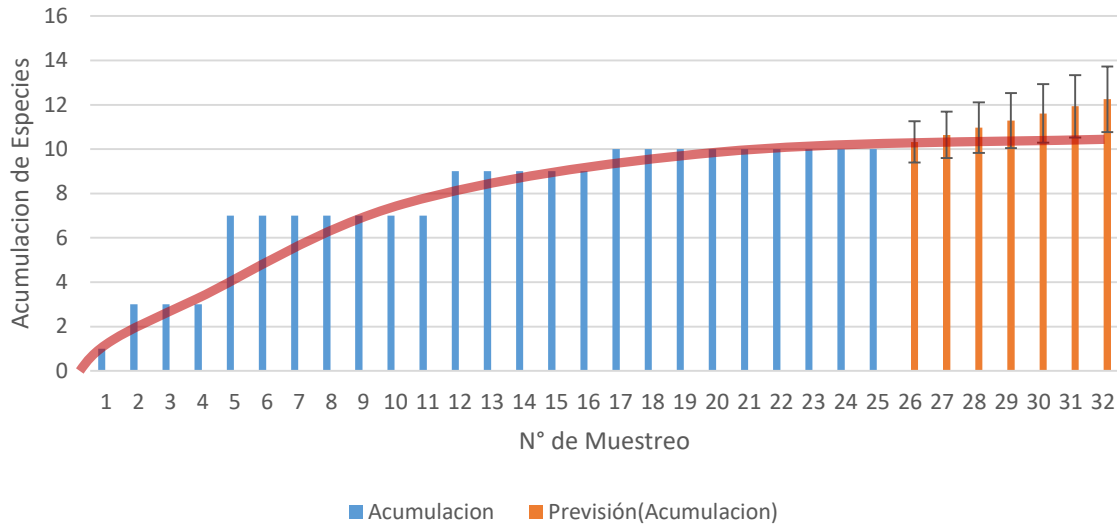


Figura 25. Curva de Acumulación de las especies presentes frente al tiempo de esfuerzo para la captura de individuos.

#### 6.6 Otros organismos de interés forense.

Las presencias de otros individuos presentes en las primeras dos brigadas causaron competencia directa por el recurso, los coleópteros Histeridae y Staphylinidae fueron dos organismos quienes poseían una densidad poblacional considerable en la segunda brigada, al aumentar estos su población, superaban a la población de larvas de Calliphoridae y Sarcophagidae evidenciándose la sucesión de la brigada (Anexo 6).

Los primeros días de estudio se tuvo la presencia de *Crematogaster scutellaris* (Formicidae) y vespídos (Himenópteros sin identificar), ambos con comportamiento territorial sobre los cebos (“La Antena” y “El Mirador”), tanto que los *C. scutellaris* colaboraron en colonia para enterrar el cebo terrestre, por lo que se procedió a lavar la carne y cambiarla de sitio lejos de la colonia, y los Vespidae alejaban a los adultos de Calliphoridae, pero ambos sucesos no perturbaron la toma de datos, ya que avanzada la descomposición y entrada la fase de putrefacción gaseosa, ambos perdieron el interés en la carne, estos sucesos solo interrumpieron en una de las trampas en cada uno de los puntos.

## 7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 7.1 Diagnósticos de especies con importancia Forense reportadas.

#### 7.1.1 Familia Calliphoridae.

Género que se caracteriza por su color verde metálico, con tonalidades cobres opacas o verde brillante, la GBIF reporta al género en varios sitios de Centroamérica, siendo Costa Rica la que presenta más reportes.

El género más importante y diverso de la familia Calliphoridae es *Calliphora* sp. (Wolf y Velez 2007), pero curiosamente no se reporta ninguna en el agrosistema, siendo el más importante el género *Lucilia* sp, Ya que se encontraron 5 especies del género en esta investigación.

#### 7.1.2 *Lucilia cuprina*.

Presenta una distribución Neotropical. (Pape et al 2004). Registrada entre los 1500 a 2600 msnm, en el que disminuimos el rango de presencia a partir de los 950 msnm. Pero esto explica por qué esta especie es más abundante en el punto “La Antena”, ya que es el sitio de muestro más alto.

Posee una alta sinantropia asociada a ambientes urbanos (Wolff y Vélez 2007). Suelen atraerse con cebos de carroña ya que solo se le captura en estos tipos de cebos (Montoya et al 2009). Uno de los indicadores taxonómicos para identificar la especie es el número de setas en el escutelo y es que *L. cuprina* tiende a poseer menor cantidad de Setas detrás de la post sutura del escutelo, en comparación con *L. sericata* (Anexo 3)

En etapa larval llega a medir 2mm (L1), 4 mm (L2) y 5 mm (L3), en etapa pupal mide 6 mm y en la adulta mide de 6 a 9 mm, su ciclo larval varia de los 18 a 40 días, dependiendo de la disponibilidad y cantidad de alimento así como de la temperatura (Pinilla et al 2010, kotzé et al 2015), comparado con los reportes de esta investigación su ciclo se completa en  $8 \pm 5$  días, es la especie más rápida en desarrollo, donde la ola de calor de la fecha de estudio pudo influir en su aceleración de desarrollo larval.

#### 7.1.3 *Lucilia eximia*.

Su periodo de incubación de huevo (12 horas) a L1, L2 y L3 (96 horas) y pupa (120 horas) tienen un total de 228 horas en total (Capote et al 2014), en nuestra investigación los tiempos de desarrollo larval reportados fueron de  $288 \pm 48$  horas, siendo notablemente mayores a los estimados por Capote (et al 2014). A pesar que *L. eximia* fue una especie evasiva en la colecta de los muestreos, colonizo los cebos.

#### 7.1.4 *Mesembriella bicolor*.

Perteneciente a la subfamilia Mesembrinellinae quienes son exclusivos de la región Neotropical, reportada desde el norte de México hasta Argentina con un tamaño más grande que los demás Calliphoridae de 10 mm a 15 mm. Reportada para Costa Rica y Colombia (Anexo 4), con esta investigación se reporta en El Salvador, desde los 900 hasta los 1300 msnm.

Es una especie con asinantropia (Nouterva 1963, Amat 2018), encontrándose siempre lejos de asentamientos humanos, esta a su vez asociado a su vez como uno de los principales descomponedores en estos sistemas. Su Asinantropia fue comprobada como lo describe Amat (2018) que esta especie es representativa de los Agrosistemas de cafetal.

Es la especie más abundante en todos los puntos de muestreo, disminuyendo en sitios cercanos a asentamientos humanos. Esta característica hace de particular interés esta especie, para conocer si un cadáver de ciudad estuvo en estos agrosistemas primero.

Los tiempos de desarrollo larval reportados son de  $312 \pm 50$  horas para completar su desarrollo larval completo. Siendo la fase de pupa la que más horas lleva en completarse después de la L3, en campo son una de las larvas más grandes y distinguibles a simple vista.

#### 7.1.5 *Sarcophaga crassipalpis*.

Posee una coloración característica de los Sarcophagidos (Pape y Mendez 2002). Sus larvas en estadio L3 posee un tamaño de 8 mm, y adulto puede llegar a medir  $6 \pm 3$  mm, siendo relativamente más grande en estadio L3 que en estadio adulto.

*S. crassipalpis* posee un ciclo larval de 360 h a 29°C, teniendo un aumento considerable de 25 horas de lo que se estima en otros estudios (Ren et al 2018), lo que representa un día completo de maduración mas.

#### 7.1.6 *Sarcophaga rufficornis*.

Es el Sarcophagidae con mayor cantidad de individuos recolectados en el agrosistema de cafetal. Con un tamaño relativamente más grande que *S. crassipalpis*, en adulto llega a medir 9 a 10 mm, con abundantes setas por todo el cuerpo, al alcanzar el estadio larval L3 posee una coloración marrón peculiar que aumenta a medida pasa a pupa.

Esta investigación estima que su ciclo larval se completa en 384 h a 29°C, siendo la especie en esta investigación que más tardó en completar su ciclo larval, no se encontraron otras estimaciones de su ciclo larval.

### **7.2 Análisis de densidad en los puntos de muestreo.**

La especie más representada en el agrosistema es *M. bicolor* con una mayor densidad poblacional en todos los puntos de muestreo con un 40% de presencia de todos los organismos contabilizados.

Los cebos pasaron a la brigada de sucesión 3 y 4 en un lapso de 22 a 26 días, el punto de muestreo 2 presenta menor cantidad de individuos de Calliphoridae y Sarcophagidae ya que presento mayor cantidad de especies como competencia, ya sea Histeridae, Staphylinidae y Vespidae (Hymenoptera).

los Histeridae se registraban como miembros de la cuarta brigada (Girón 2017), pero en esta investigación se observó que pertenecen a la brigada tres en conjunto de Staphylinidae, estos últimos son reportados para la brigada dos, y según nuestra observación se evidenciaron en la brigada dos, pero son más densamente poblados en la brigada tres.

### **7.3 Diagnóstico de ciclos larvales.**

En esta investigación se observa que los Calliphoridae poseen un ciclo larval menor que los Sarcophagidae, con de 50 horas más (con una aproximación de dos días) para que se desarrolle el Calliphoridae que más tarda hasta el Sarcophagidae que más rápido se desarrolla, es por esa razón que los Sarcophagidae realizan larviviparismo (Pape 1996) para aprovechar los recursos teniendo en cuenta su lento desarrollo larval.

También se pudo observar el larviviparismo de parte de *M. bicolor* (Calliphoridae), no siendo esta característica exclusiva de Sarcophagidos. Se debe tener en cuenta que *M. bicolor* es la Calliphoridae que más tarda en completar su desarrollo larval, y que es la especie más frecuente en el agrosistema estudiado.

### **7.4 Diagnóstico de índices ecológicos.**

En el agrosistema cafetal de mediana altura con 900 msnm a 1300 msnm presentan un índice de biodiversidad representativo, con datos de Simpson de 0.71, Shannon 1.53 y Margalef de 3.24.

Los índices biológicos son bajos para una familia que resulta ser muy diversa, pero según el índice de Chao, estima que en el sitio se deben encontrar 14 especies para el sitio “El Mirador”, exponiendo solamente 8, en los otros puntos se reporta igual o más especies de los Calculado por el estimador de Chao.

La curva de acumulación muestra que el esfuerzo y número de puntos de recolecta fueron necesarios para representar a las especies presentes en agrosistemas cafetaleros, coincidiendo con la predicción de chao en que hay 6 especies potenciales para encontrar.

## 8. CONCLUSIONES.

Las moscas necrófagas como se les conoce comúnmente a algunos representantes de Calliphoridae y Sarcophagidae del Agrosistema cafetal de sombra y mediana altura es de 10 especies agrupadas en 4 sub-familias. De los cuales se observaron un total de 592 organismos, capturados en un total de 10 trampas y 5 puntos de muestreo.

Los Calliphoridos y Sarcophagidos pertenecientes a la primera brigada son: *Lucilia pulvurulenta*, *Lucilia cuprina*, *Mesembriella bicolor*, *Sarcophaga crassipalpis* y *Sarcophaga rufficornis*. Para la segunda brigada los que poseen mayor importancia son: *Lucilia eximia*, *Lucilia eximia*, *Lucilia illustris*, *Chrysoma megacephala* y *Peckia intermutan*.

De los 10 especímenes dípteros necrófagos encontrados en esta investigación 5 poseen mayor importancia forense al colonizar los cebos, permitiendo poder calcular el tiempo *post-mortem* de cadáveres a través del estimado de los ciclos larvales de estas 5 especies.

Los tiempos estimados para las cinco especies con mayor importancia forense son *L. cuprina* 192±8 h, *L. eximia* 288±12, *M. bicolor* 312±17.5 h, *S. crassipalpis* 360±20 h. y *S. rufficornis* 384±26 todos a 29°C± 3.

Los índices ecológicos demuestran que la diversidad de especies de Calliphoridae y Sarcophagidae en los agrosistemas cafetaleros es relativamente baja, Los índices de Simpson en todos los sitios de muestreo son similares, representando que efectivamente el agrosistema representa una cobertura vegetal y abundancia de especímenes similares a lo largo de todo el agrosistema.

Podemos estar seguros que los esfuerzos para conocer las moscas necrófagas de importancia forense en el agrosistema fueron necesarios.

## 9. RECOMENDACIONES.

En el área de investigación, se recomienda realizar distintos estudios de los Sarcophagidos y Calliphoridos a distintas temperaturas, teniendo equipo indicado para poder desarrollar y tener el control de variables para ver cómo cambian los tiempos de desarrollo larval de las distintas especies.

Metodológicamente recomiendo que antes de hacer un estudio de brigadas más profundo y extenso, se realicen estudios de la fauna necrófaga, identificando que familias en particular son de mayor interés, ya que es mejor realizar investigaciones específicas que generalistas, sobre todo para nuestros ecosistemas neotropicales.

También se debe de seguir usando biomodelos de *Sus scrofa domestica*, ya que estos poseen una degradación similar a la del humano, biomodelos como vísceras de pollo o res, traen distintos resultados.

La familia Muscidae presenta una importancia forense similar a la de Calliphoridae y Sarcophagidae, pero estos poseen una sinantropia distinta a estos, por lo que se debe de usar en estudios de entomología forense de ciudad.

Familias de coleópteros como Staphylinidos e Histeridos presentan una gran importancia forense también, por lo que se recomienda un estudio de estas familias, sobre sus roles ecológicos y ciclos de vida.



## 10. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

- Altieri, M. A, y Nicholls, C. L. 2005. Agroecology and the search for a truly sustainable agricultura. United Nations Environment Program. Pgs: 31-38. (En línea). <http://www.agroeco.org/doc/agroecology-englPNUMA.pdf>
- Altunar P. 2013. Dípteros Sarcosaprofagos y Coprófagos de otoño e invierno en Torreon, Coahuila.". [Tesis de grado licenciatura. No publicada]. [México: Universidad Autónoma Agraria] 95 pág.
- Amat E, Medina C, Morales R. 2018. Rapid Assessment for carrion-feeding flies in an anthropogenic landscape of the Colombian andes. Poster. Tecnológico de Antioquia. Institucion Universitaria. Medellin Colombia.
- Amat E. Wolff M. 2007. New records of *Blepharicnema splendens* (Calliphoridae: Calliphorinae, Luciliini) from Colombia. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina gica. Argentina.* Vol 66. Pag. 187-190.
- Amat E. Wolff M. Vélez M. 2008. Clave Ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de Califoridos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. *Caldasia.* 30 (1): 231-244 pag.
- Anderson G. 2001. Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. *Florida.* Vol. 5: 143–175 pp.
- Arnaldos M. Romera E. García J. Luna A. 2001. Protocolo para la recogida, conservación y remisión de muestras entomológicas en casos forenses. *Cuadernos de Medicina Forense. España.* N°25, pag 65-74.
- Arnaldos M. Romera E. Presa J. Luna A. García M. 2004. Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Penninsul. *Int J Legal Med* 118: 197–205 pag.
- Arriortua M. Villegas A. Martinez A. Saloña M. 2014. Protocolo de actuación para la recogida y registro de muestras entomológicas en una investigación pericial forense. *Eguzkilore Número 28. San Sebastián:12.* 275-285 pág.
- Begoña I. 2015. Sucesión de la entomofauna cadavérica en un medio montañoso del Sureste de la Península Ibérica.[Tesis de Doctorado] [España]: Universidad de Murcia. 294 pág.
- Benecke M. 2001. A brief history forensic entomology. *Forensic Science International.* 120: 2-14.
- Berrios W. 2017. Caracterización sociocultural en torno a los cementerios clandestinos y fosas clandestinas en El Salvador. [Tesis de Grado no publicada Para optar al título de Lic. En Antropología]. Universidad Tecnológica de El Salvador. San Salvador. 276 pág.
- Bréthes J. 1907. Catálogo de los dípteros de la Republica de Plata. *Anales de Museo Nacional de Buenos Aires* 16: 277-305
- Buenaventura E. Camacho G. García E. Wolff M. 2009. Sarcophagidae (Díptera) de importancia en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. *Revista Colombiana de Entomología. Sección Medica.* 35 (2): 189-196
- Byrd. Castener. 2001. Insect of Forensic Importance. *Forensic Entomology, the utility of arthropods in legal investigations.* ISBN 0-8493-8120-7 USA. 43pag
- Capo M. Peinado M. Mateos J. Anadon J. 2004. Entomofauna Cadavérica establecida al aire libre. *Medicina Belear. Vol. 19. núm. 2. Madrid. España* 29-39

- Capote T. Arcaya E. Velazquez Y. 2014. Primer registro de *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) (Diptera: Calliphoridae) asociada con *Stapelia gigantea* L. (Apocynaceae) en Venezuela. *Entomotropica*. Vol 29 (1): 53-56
- Carvalho J. y Mellu P. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomología* 52: 390-406.
- Catts. Goff 1992. Forensic entomology in Criminal Investigations. *Acta medicinae legalis et socialis Lisboa*. Vol. 38. 253-273.
- Centeno N. Salazar L. 2014. La utilización de un modelo experimental porcino en la investigación de un homicidio. *Boletín de la Sociedad Entomológica Argentina* 3 N°25 (1). ISSN 1666-4612 pág. 4-6
- Chandler P. 2010. *A Dipterists Handbook's*. The Amateur Entomologist. Vol 15. Cravitz. England. 525 pag.
- Chávez W. Elías M. Henríquez N. 2011. Arqueología Forense en la identificación de restos humanos, como parte de una técnica realizada para la investigación del delito. [Tesis de grado no publicada. Para optar Psicólogo]. [San Salvador. SV] Universidad de El Salvador. 155 pág.
- Coto H. 2018. Logros Gabinete de Seguridad. El Salvador: Ministerio de Seguridad Publica Reporte No.: 12. 12 Pág.
- Cruz L. Erazo G. Quinteros R. 2017. Trauma y efectos psicosociales en víctimas secundarias del delito de homicidios, desapariciones y cementerios clandestinos". [Tesis de Grado Psicología. No publicada]. [San Salvador. SV]. Universidad de El Salvador.
- CSC (Consejo Salvadoreño del café). 2009. El cultivo del café en El Salvador (En línea). Pp. 13. Pagina Web consultada en septiembre 2010.
- Duarte J. 2012. Estudio hidrológico Área Natural Protegida El Espino- Bosque los Pericos. *Salvanatura*. San Salvador. 117 pág.
- Elizondo J. Troyo A. Calderon O. Determinación del intervalo post mortem mínimo (IPM) basado en un modelo de acumulación térmica con una cepa de *Lucilia eximia* (Diptera: Calliphoridae) de Costa Rica. *Revista Biomedica*. Costa Rica. Volumen 30 Número 2. 64-69
- Ferlini R. 1994. Determinación del tiempo de muerte en cadáveres putrefactos, momificados y saponificados. *Medicina Legal de Costa Rica*, Vol. N°10, N°2, pág. 17-21.
- Flores E. Wolff M. 2009. Descripción y Clave de los Estadios Inmaduros de las Principales Especies de Calliphoridae (Diptera) de Importancia Forense en Colombia. *Neotropical Entomology*. 38 (3). 418-429
- Fremdt H, Amendt J. 2014. Species composition of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) and flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) through space and time. *Forensic Sci Int.*; 236:1-9
- Galante E. García M. 1997. Detritívoros Coprófagos y Necrófagos. *Los Artrópodos y el Hombre*. Sociedad Aragonesa de Entomología. Zaragoza. 96 Pág.
- García J. 2006. Necesidad de la aplicación de la entomología forense dentro del proceso penal guatemalteco. Tesis de grado. Universidad de San Carlos. [Tesis no publicada]. [Guatemala: GT].
- Girón D. 2017. Familias de la clase insecta con importancia forense en El Salvador. Congreso de Ingeniería y Arquitectura. CONIA. UCA. San Salvador, El Salvador. En Publicación revista Minerva. 7 Pág.

- Girón D. Alvanés Y. 2018 a. Efectos del Cambio Climático en Sarcophagidae. Mesoamericana. Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Volumen 24 (2) noviembre 2018. Panamá.
- Girón D. Alvanés Y. 2018 b. Ciclos larvales de Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae y Phannidae con importancia Forense en El Salvador. Congreso de Ingeniería y Arquitectura (CONIA). I edición, UCA ediciones. El Salvador. 41-45 pág.
- Greenberg B. Szyska S. 1984. Immature stages and biology of fifteen species of Peruvian Calliphoridae (Diptera). *Annals of the Entomological Society of America* 77: 488-517.
- Guarín E. 2005. Insectos de importancia forense asociados a la descomposición cadavérica del cerdo *Sus domesticus*, expuesto al sol, sombra total y sombra parcial, en Mayangüez, Puerto Rico. Tesis de grado Maestro en Ciencias. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayangüez. Mayangüez, Puerto Rico. 136 p
- Hernán F. 2014. La ciencia básica aplicada a la entomología forense: estimación de intervalo post-mortem en cadáver humano utilizando datos experimentales. *Sociedad Entomológica Argentina*. N°25(1) ISSN 1666-4612.
- Hernández J. Reyes J. Villalta A. Quintanilla G. Platero E. Avelada J. Henríquez O. Arévalo V. Layda H. 2011. Manual de Procesamiento de la Escena del delito. Fiscalía General de la Republica de El Salvador. San Salvador. UCA editores. 98 pág.
- Jiménez A. Hortal J. 2003. Las curvas de Acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Vol. 8. España. Pág. 151- 161
- Kotzé Z. Villet<sup>2</sup> M. Weldon<sup>1</sup> C. 2015 Effect of temperature on development of the blowfly, *Lucilia cuprina* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) outhern African Forensic Entomology Research Laboratory, Department of Zoology & Entomology, Rhodes University, PO Box 94, Grahamstown 6140, South Africa. 140 pg.
- Liria J. 2016. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo- Venezuela. *Rev Perú medica Exp. Salud Publica*. 23 (1). Perú. Pág. 33-38
- Lucilia* (Wiedemann, 1819) y *Sarcophaga* in GBIF Secretariat. 2017. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omej> accessed via GBIF.org on 2019-06-25.
- MacGregor D. M. 1999a. Decomposition of pig carrion in Southeast Queensland, Australia, during summer. 51st American Academy of Forensic Sciences Annual Meeting. Orlando, FL.
- MacGregor D. M. 1999b. Decomposition of pig carrion in Southeast Queensland, Australia, during winter. 51st American Academy of Forensic Sciences Annual Meeting. Orlando, FL.
- Magaña C. Andara C. Contreras J. Coronado A. Guerrero E. Herrera M. Jiménez M. Liendo C. Limongi J. Liria J. 2006. Estudio preliminar de la fauna de insectos asociada a cadáveres en Maracay, . *Entomotropica*. Vol. 21, No. 1 (2006). ISSN 1317-5262, pp. 53-59
- Marshall S. 2012. *Flies: The Natural History and Diversity of Diptera* (Inglés) 1st ed. Edición Firefly Books. Buffalo New York; Richmond Hill, Ontario. 616 pp
- Mellu P. Wolff M. 2016. Family Sarcophagidae. *Zootaxa*. N°4122. 884-903
- Menjivar A. 2013. El uso de los insectos en investigaciones criminales. *Bioma*, 1(3), 24-25.
- Minelli A. Boxshall G. Fusco G. 2013. *Arthropod Biology and Evolution*. Molecules, Development, Morphology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 530 pag.

- Molina H. 2009. Conformación del laboratorio de entomología forense en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal. [Tesis de Grado, para aspirar a Biólogo]. Universidad Autónoma de México, departamento de Biología. 66 pág.
- Montoya A. Sanchez J. Wolff M. 2009. Sinantropía de Calliphoridae (díptera) del municipio La Pintada, Antioquia – Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 35 (1): 73-82
- Nouterva P. 1963. Synanthropy of blowflies (Dipt., Calliphoridae) in Finland. *Annales Entomologici Fennici* 29: 1-49.
- Núñez R. Salazar J. 2014. Sucesión de la entomofauna cadavérica a partir de un biomodelo con vísceras de res. *Salus*. vol. 18, núm. 2. Venezuela. pp. 35-39
- Olea M. 2017. Estructura de comunidades de dípteros caliptrados saprófagos (Diptera: Calyptratae) en áreas urbanizadas y naturales en la Patagonia Septentrional [Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo] [España:Esp]. 150 pág.
- Oliviera-C. Mello-P. 2004. Application of forensic entomology to estimate of 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): 33-39
- Pape T. 1996. Catalogue of the Sarcophagidae of the world (Insecta: Diptera). *Memoirs of Entomology, International* 8: 558 pág.
- Pape T. Wolff M. Amat E. 2004. Los Califoridos, Estridos, Rinofóridos y Sarcófágidos (Diptera: Calliphoridae, Oestridae, Rhinophoridae, Sarcophagidae) de Colombia. *Biota Colombiana*. 5 (2) ISSN: 0124-5376 Colombia 201-208
- Pape T. y Méndez J. 2002. A new species of *Sarcophagtiopsis* Hall, 1933 from Panama (Diptera: Sarcophagidae). *Annals of Zoology* 52: 339-342.
- Pape T.; Wolff, M.; Amat, E. 2004. Los Califórinos, Éstridos, Rinofórinos y Sarcófágidos (Diptera: Calliphoridae, Oestridae, Rhinophoridae, Sarcophagidae) de Colombia. *Biota Colombiana* 5 (2): 201-208
- Pasquerault. 2006. Los muestreos entomológicos: de la escena del crimen a la peritación. *Ciencias Forense*. 8: 39–55
- Pinilla T. Acuña Y. Cortes B. Diaz A. Segura A. Bellos F. 2010. Características del ciclo Biológico de *Lucilia sericata* (Meigen 1826) (Diptera: Calliphoridae) sobre dietas diferentes. *Rev. EDCA Act y Div. Científica* 13 (2): 153-161
- PROCAFE (Fundación Salvadoreña para Investigaciones del café). 2010. Diagnóstico de la caficultura 2009. Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C. A enero de 2010. Pp. 33.
- PROCAFE (Fundación Salvadoreña para Investigaciones del café). 2009. La caficultura la mayor reserva forestal de El Salvador una barrera contra el cambio climático (en línea). <http://www.procafe.com.sv/menu/publicafe/CaficulturaReservaForestal.pdf>
- Remedios M. Castro M. Morelli E. 2016. Artropodofauna cadavérica sobre modelos experimentales porcinos *Sus Scrofa*, 1758 (Mamalia: Artiodactyla) en cuatro periodos estacionales. *Entomología Mexicana*. Vol. 1758. Pág. 550-560.
- Ren L, Shang Y, Chen W, Meng F, Cai J, Zhu G, Chen L, Wang Y, Deng J. Guo Y. 2018: A brief review of forensically important flesh flies (Diptera: Sarcophagidae), *Forensic Sciences Research*, DOI: 10.1080/20961790.2018.1432099
- Rivera M. 2016 Capacitación de investigación Criminal. Curso de Investigación criminal. Fiscalía General de la Republica. Escuela de Capacitación Fiscal. Junio.
- Rodríguez W. Bass W. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. *Journal of Forensic Sciences*, 28: 423-432

- Romero A. 2018. Ponencia magistral sobre la Importancia de la autopsia médico legal en el proceso Jurídico. Instituto de Medicina legal de El Salvador. Junio. Universidad de El Salvador.
- Shewell G. 1987. Calliphoridae,; J. McAlpine (ed.). Manual of Neartic Diptera (Vol. 2). Ottawa, Ontario, Canada: Research Branch Agriculture Canada, Monograph No.28, 675-1307.
- Smith K. 1986. A Manual Entomology Forensic. I edition. Department of entomology. London. 102 pág.
- Ticas I. 2017. Modos Operandi. II Congreso Internacional de Criminalística y Criminología. “Las Ciencias Forenses y su Aporte a la Investigación”. San Salvador. El Salvador. Noviembre. Universidad de El Salvador.
- Timms R. 1994. Determinación del tiempo de muerte en cadáveres putrefactos, momificados y saponificados. Medicina Legal de Costa Rica, 10(2), 17-21.
- Tojeira M. Hjorth A. Orden Diptera, Clase insecta. Revista IDE@ - SEA, nº 63 (30-06-2015): 1–22
- Tomberlyn J. y Sanford M. 2012. Forensic Entomology and Wilde methods and Applications. John Wiley & Sons, Ltd. Developments in forensic science. USA. ISBN 978-0-470-66258-8 (cloth) – ISBN 978-0-470-66259-5 405 pág.
- Vairo, K. Caneparo M. Correa C. Preti D. 2017. Can Sarcophagidae (Diptera) be the most important entomological evidence at a death scene? *Microcerella halli* as a forensic indicator. Rev. Brasil. Entomol. 154: 1-2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2017.06.004>.
- Valenciano M. 2018. La química de los fenómenos cadavéricos. Gaceta internacional de ciencias forenses. no 29, p. 57-70.
- Velázquez K. 2015. Necesidad de la aplicación de la Entomología Forense, como herramienta para establecer la muerte de una persona en Guatemala. [Tesis de Grado, para optar al grado de Licenciada en Investigación Criminal y Forense]. [No publicada]. Universidad Rafael Zaldívar. Huehuetenango [Guatemala: GT]. 176 pág.
- Whitmore D. Pape T. Cerretti P. 2013. Phylogeny of Heteronychia: the largest lineage of Sarcophaga (Diptera: Sarcophagidae) Zoological Journal of the Linnean Society, 169, 604–639.
- Whitworth T. 2014. A revisión of the Neotropical species of *Lucila* Robineau-Dosvoidy (Diptera;Calliphoridae. Zootaxa 3810: 1-76
- Williams K. Villet H. 2014. Morphological identification of *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* and their hybrids (Diptera, Calliphoridae). ZooKeys 420: 69–85 (2014) doi: 10.3897/zookeys.420.7645
- Wolff M. 1999. Primeros estudios de entomología forense en Medellín: Presentación de algunos casos. Universidad de Antioquia. Departamento de Biología. Colombia. 12: 25-31.
- Wolff M. 2010. Los Calliphoridae (Diptera). Boletín del museo entomológico. Francisco Gallegos. Vol 2. Número 2. 6 pág.
- Wolff M. 2016. La entomología Forense en Colombia. La Investigación criminal un compromiso con el país. XVII Simposio Internacional de Investigación Criminal. Realizado en Colombia. Policía Nacional de Colombia.
- Wolff M. Uribe A. Ortiz A. Duque P. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. Forensic Sci Int.:7 pág.

- Wolff M. Vélez M. 2007. Calliphoridae (Diptera): de importancia forense en Colombia, anotaciones sobre su comportamiento y distribución. Memorias XXXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología 88-98 p
- Zumbado, M. y Azofeifa D. 2018. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 pp

## 11. ANEXOS.

Anexo 1. Total de especies recolectadas en los sitios de recolecta.

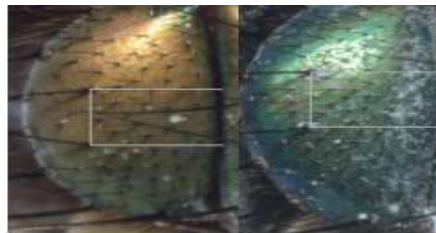
Orden	Familia	Géneros	Numero
Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia pulvurulenta</i>	10
		<i>Mesembriella bicolor</i>	230
		<i>Lucilia sericata</i>	14
		<i>Chrysoma megacephala</i>	12
		<i>Lucilia cuprina</i>	185
		<i>Lucilia ilustris</i>	5
		<i>Lucilia eximia</i>	4
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga rufficornis</i>	35
		<i>Sarcophaga crassipalpis</i>	61
		<i>Peckia intermutans</i>	2
	Tephritidae	<i>Urophora Stylata</i>	262
	Phoridae		1
	Micropezidae	<i>Micropeza corrigiolata</i>	41
	Muscidae	<i>Sp1</i>	8
<i>Sp2</i>		153	
Hymenopteros	<i>Meliponidae</i>		48
	<i>Symphitadae</i>		100
	<i>Vespidae</i>		5
	Formicidae	<i>Crematogaster scutellaris</i>	1
Coleopteros	<i>Heasteridae</i>		135
	<i>Sthaphilinidae sp1</i>		36
	<i>Sthaphilinidae sp2</i>		175
	<i>Licidae</i>		12
	<i>Paedetini</i>		92
<i>Orthoptera</i>	<i>Grillidae</i>		6
Lepidoptera	<i>Erebidae</i>		3
	<i>Sphingidae</i>		2
Arenae	<i>Salticidae</i>	<i>Sp1</i>	1
		<i>Sp2</i>	1
		<b>Total</b>	<b>1640</b>

Anexo 2. Índices de biodiversidad.

Total de Especies	Simpson	Shannon
29	0.90	0.87



Anexo 3. Mapa de distribución de familia Calliphoridae. Para Sur de México, Centro América y norte de Colombia. (GBIF 2019)



Anexo 4. Número de setas en la post-sutura del escutelo *L. cuprina* (izquierda) y *L. sericata* (derecha) (Imagen de Williams y Villet 2014 ).

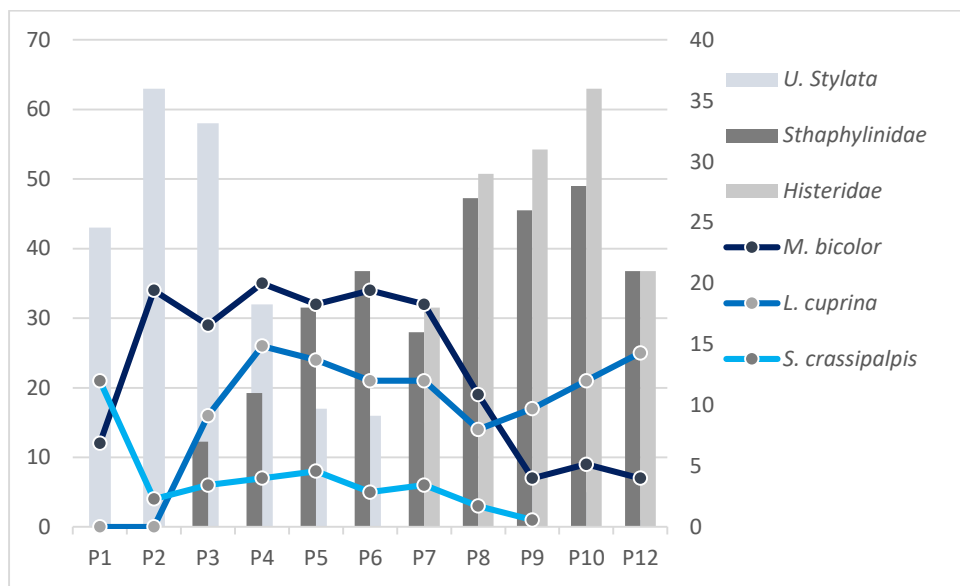


Anexo 5. Distribución de *M. bicolor* Para Sur de México, Centro América y norte de Colombia. (GBIF 2019)





Anexo 2. Distribución de la Familia Sarcophagidae Para Sur de México, Centro América y norte de Colombia. (GBIF 2019).



Anexo 3. Comparación los tres especímenes de interés con mayor cantidad de organismos frente a otros tres especies de otros taxas.