



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

DESCRIPCIÓN DEL CICLO DE VIDA E HISTOLOGÍA DE ALGUNOS DÍPTEROS DE INTERÉS FORENSE

TESIS

Que para obtener el título de

B I Ó L O G A

PRESENTA

GUERRERO BRAVO CLAUDIA PAOLA

DIRECTOR DE TESIS

M.C. VILLEDA CALLEJAS MARIA DEL PILAR



Los Reyes Iztacala, Tlalnepanitla, Estado de México. 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi madre, por el gran amor y la devoción que me tienes a mi tu única hija, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por haberme formado como una mujer de bien. Gracias por ayudarme a convertirme en la persona que soy hoy en día y por ser la mujer que me dio la vida...

A mi tía Elena quiero expresarte mi mas profundo agradecimiento por estar siempre presente, por el amor incondicional, tus sabios consejos y apoyo constante han sido un regalo invaluable que siempre llevaré en mi corazón...

A mis queridos abuelitos maternos, quienes ya no están físicamente con nosotros, pero cuyo amor y apoyo, a través de sus enseñanzas, valores y ejemplo de sacrificio, han dejado una huella indeleble en mi corazón y en mi camino hacia mi vida académica.

A mi novio, quiero dedicarle este agradecimiento por haber sido mi apoyo emocional incondicional, mi confidente, por el amor y el cariño que me das. Gracias por creer en mi incluso cuando yo dudaba de mis propias capacidades. Tus palabras de aliento me dieron fuerza para perseverar y alcanzar esta meta. Te amo y agradezco por ser mi mayor motivación.

A la Maestra María del Pilar, le agradezco su dedicación a mi proyecto, su compromiso con mi éxito académico ha sido verdaderamente inspiradores. Sus consejos expertos su orientación y su animo constante han sido un faro en mi vida. Gracias por su paciencia infinita y su disposición para responder todas mis preguntas y preocupaciones, por mas pequeñas que fueran. Su interés genuino en mi desarrollo académico y su aliento constante han hecho de este proceso no solo educativo, sino también gratificante a nivel personal. Este logro no habría sido posible sin su orientación experta y su generosidad de espíritu, y espero que este trabajo sea un testimonio de nuestra colaboración fructífera.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a los distinguidos profesores que generosamente dedicaron su tiempo y expertise para revisar y evaluar mi tesis. Al Profesor Ángel Lara, Maestra Ana Lilia Muñoz, Profesor Osvaldo Cervantes y a la Profesora Daleth Guedea. Su dedicación y compromiso con la excelencia académica han sido una inspiración para mí. Agradezco profundamente su disposición para revisar mi trabajo con atención y proporcionar valiosos comentarios y sugerencias que contribuyeron significativamente a su calidad final. Su amplitud y profundidad de conocimientos en sus respectivas áreas de especialización han enriquecido enormemente mi investigación. Estoy sinceramente agradecida por su contribución a mi formación académica y por su generosidad al compartir su conocimiento conmigo.

A mis demás Maestras, Maestros y Profesores que estuvieron a lo largo de mi carrera universitaria, les agradezco el haber compartido sus conocimientos, son fuentes de inspiración y motivación para mi vida académica. Los valoro demasiado. Siempre llevare un hermoso recuerdo de las clases y practicas de campo que lleve con ustedes. Eternamente tendrán mi admiración y respeto.

A mis amig@s, compañer@s de carrera y a todos los demás que han estado a mi lado durante este viaje académico, les estoy profundamente agradecido. Por su apoyo moral, palabras de aliento y colaboración han hecho que esta travesía sea mas llevadera y significativa. Siempre recordare los buenos momento en la escuela y el Espacio Lúdico, todos esos instantes que ya no volverán, pero siempre vivirán en la memoria.

*“Nada es imposible para el que lucha”
-Maestro Roshi, Dragon Ball. Akira Toriyama*

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
Características taxonómicas	6
Características de los dípteros	7
Familias	9
CICLO DE VIDA	12
ANTECEDENTES	14
ÁREA DE ESTUDIO	15
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVOS PARTICULARES	17
MATERIALES Y MÉTODO	18
CICLO DE VIDA	20
TÉCNICA HISTOLÓGICA DE DÍPTEROS	21
RESULTADOS	22
ESPECIES REGISTRADAS EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO	22
Características de las especies encontradas en las áreas de estudio	25
Comparación de los sitios de muestreo	27
Cerro de Moctezuma, Naucalpan.....	28
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Tlalnepantla.....	32
Análisis Numéricos Cerro de Moctezuma	34
Análisis Numéricos FESI	35
ANALISIS DE PEARSON Y SPEARMAN	38
CICLO DE VIDA	43
HISTOLOGÍA	46
DISCUSIÓN	58
CONCLUSIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	63
ANEXO 1	69
ANEXO 2	70
ANEXO 3	70
ANEXO 4	70
ANEXO 5	71
ANEXO 6	71
ANEXO 7	72

RESUMEN

La importancia de los dípteros en la entomología forense es fundamental ya que son de los primeros organismos en abordar un cuerpo en descomposición, de tal manera es indispensable su estudio para el intervalo post mortem en el ámbito médico legal. Esta tesis investiga algunos dípteros de interés forense localizados en la zona de muestreo del cerro de Moctezuma en Naucalpan y en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) en Tlalnepantla, Estado de México. Por medio de trampas McPhail modificadas y cebadas con carne de cerdo, las trampas fueron distribuidas al azar y en zonas boscosas de dichas áreas de muestreo. Se registraron 9 especies en total; *Lucilia sericata*, *Sarcophaga haemorrhoidalis*, *Calliphora vicina*, *Musca domestica*, *Chrysomya megacephala*, presentes en ambas zonas de muestreo; *Calliphora latifrons*, se localizó en FESI y *Lucilia caesar*, *Lucilia eximia* y *Chrysomya rufifacies*, en la localidad el cerro de Moctezuma en Naucalpan. De dichas especies se obtuvieron en ciclo de vida de 3 de ellas; *Sarcophaga haemorrhoidalis* con larviposición en el cebo y una duración en el estado larval de 262 horas, en pupa con un lapso de 480-528 horas teniendo un ciclo total en 839 horas. *Chrysomya rufifacies* en su estado o (fase) de huevo tuvo una duración de 24 horas, en larva 270 y en pupa 456 horas teniendo una duración de 739 horas en total. *Lucilia sericata* tuvo una duración en el estadio de preoviposición y huevo de 24 horas cada uno, mientras que en la etapa de larva 325 horas y en pupa 432 horas, siendo en total 805 horas. Así mismo se realizó la histología de 5 especies para conocer sus estructuras internas; *Lucilia sericata*, los cortes histológicos fueron transversal y longitudinal, también en estado larval cortes transversales observando las estructuras internas. *Calliphora vicina*, se hicieron cortes histológicos de forma longitudinal y transversal observando el acomodo celular interno, y de la misma manera se hicieron cortes transversales en el estado larval de dicha especie. *Chrysomya megacephala*, solo se realizó corte transversal observando estructuras internas de la cabeza y abdomen. *Calliphora latifrons* su corte fue transversal y se observó en el tórax estructuras internas musculares, así como tubo digestivo y cutícula, para esta especie se realizó corte longitudinal en el estado larval, contemplando en esqueleto cefalofaríngeo y musculatura. *Sarcophaga haemorrhoidalis* en su corte transversal se observaron estructuras internas en cabeza, tórax y abdomen. Considerando que no hay diferencias significativas internas entre los organismos.

INTRODUCCIÓN

La entomología forense es la disciplina que estudia a los insectos en la interpretación de indicios en investigaciones legales. Esta especialidad se basa en el estudio de la biología de las especies en cuestión, su tasa de desarrollo, los patrones de sucesión y su ciclo de vida con la relación de los procesos cadavéricos en descomposición. Por lo tanto, tiene como propósito conocer los insectos asociados a los cadáveres (Guarin-Vargas, 2005).

Las moscas (Insecta: Diptera), son de gran interés biológico forense, importantes para participar activamente en la descomposición de cadáveres que llegan atraídas al cuerpo por la sangre y utilizan el cuerpo del cadáver para ovipositar (Aballay *et al.*, 2008). Algunos dípteros representan un interés particular para las investigaciones forenses por sus hábitos necrófagos, por la gran capacidad y eficiencia biológica para adaptarse a diversos ecosistemas, además de presentar una amplia distribución geográfica y capacidad reproductiva. Las familias de los dípteros que se asocian a este proceso de descomposición de carroña se encuentran Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae y Phoridae (Gautreau, 2007).

Las larvas de moscas pueden proveer información de las condiciones experimentadas por el cuerpo después de la muerte (Donovan *et al.*, 2006). Dentro de los grupos de dípteros que colonizan cadáveres se encuentran los sarcófagos y califóridos (siendo estos últimos los primeros en llegar), que son atraídos a la carroña bajo casi todas las condiciones incluyendo lugares soleados, en sombra, secos, húmedo interiores y exteriores; pueden ser encontrados asociados con cadáveres durante los estados de descomposición tanto tempranos como tardíos (Byrd y Castner, 2010).

Una rama importante para el conocimiento en investigaciones entomológicas a nivel microscópico es la histología, la cual es primordial para el conocimiento de la morfología de los artrópodos; es indispensable para comprender su fisiología, evolución y taxonomía. En la entomología los procesos histológicos usados son muy

amplios, que van desde observaciones macroscópicas hasta estudio de los cromosomas (Villalobos *et al.*, 2011).

Es preciso señalar que en México el estudio histológico de dípteros no ha sido tan extenso, a pesar de que la clase Insecta tiene una gran diferencia en hábitos alimenticios y morfológicos (Villeda, 2008).

Características taxonómicas

El orden Diptera es un grupo monofilético que se originó a partir, probablemente, de mecópteros (moscas escorpión) primitivos hace unos 250 millones de años (Triásico). A partir de ahí hasta la actualidad, el orden ha evolucionado de manera sorprendente (es el segundo grupo en número de especies de seres vivos después de los coleópteros); Sin embargo, la sistemática interna del orden no está aclarada totalmente de manera satisfactoria (Baez & Santos, 1975).

El orden Diptera se ha dividido tradicionalmente en dos subórdenes: Nematocera y Brachycera. La diferencia entre ambos grupos, de una manera rápida y fácil, es que los Nematocera incluye dípteros con antenas largas y formadas por muchos segmentos y los Brachycera incluyen dípteros con antenas cortas y con pocos segmentos. Estudios recientes han demostrado que los Nematocera son un grupo parafilético, mientras que los Brachycera son monofiléticos. Por ello, recientemente, los Nematocera se han dividido en varios infra órdenes, que incluso han llegado a elevarse a subórdenes, alterando así las categorías taxonómicas inferiores, tanto del propio grupo como las de los Brachycera. Sin embargo, actualmente, no existe una total unanimidad sobre tales propuestas. Por lo tanto, por una cuestión de tradición y para simplificar al máximo se ha utilizado la división tradicional en dos subórdenes (Nematocera y Brachycera) (Baez & Santos, 1975).

Características de los dípteros

Existen aproximadamente 150,000 especies descritas a nivel mundial dentro del orden diptera. (Yeates & Wiegmann, 2005). A la fecha, se ha estimado que este grupo pudiera estar representado por alrededor de 30,000 especies en México, estimación obtenida indirectamente a partir del número de especies que se cree existen a nivel mundial y considerando que México posee aproximadamente el 10% de la biodiversidad mundial.

Son generalmente de tamaño pequeño, van desde un milímetro de largo hasta pocos centímetros, aunque algunas moscas pueden alcanzar los siete centímetros. Su cuerpo se encuentra dividido, como en todos los insectos, en cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es grande y móvil. En ésta se encuentran las antenas (que pueden ser de varios tipos, por ejemplo; aristadas, filiformes, entre otras); los ojos compuestos, que suelen ocupar gran parte de la cabeza, y el aparato bucal, el cual está adaptado para succionar líquidos. Del tórax salen un par de alas membranosas (mesotórax) que utilizan para volar y un par de alas modificadas, llamadas “halterios” o “balancines” (metatórax) que les sirven para el equilibrio durante el vuelo. El abdomen es algo pronunciado y tiene en su extremo los órganos sexuales. (Figura 1) (Figura 1.1).

Durante su ciclo de vida, los miembros de este grupo atraviesan varias etapas. En este proceso conocido como “metamorfosis” pasan de huevo a larva, después a pupa y finalmente a adultos conocidos también con el nombre de imago, etapa en la cual adquieren las características con las que los reconocemos (CONABIO, 2019).

Sin embargo, en este orden destacan tres familias de interés forense: Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae.

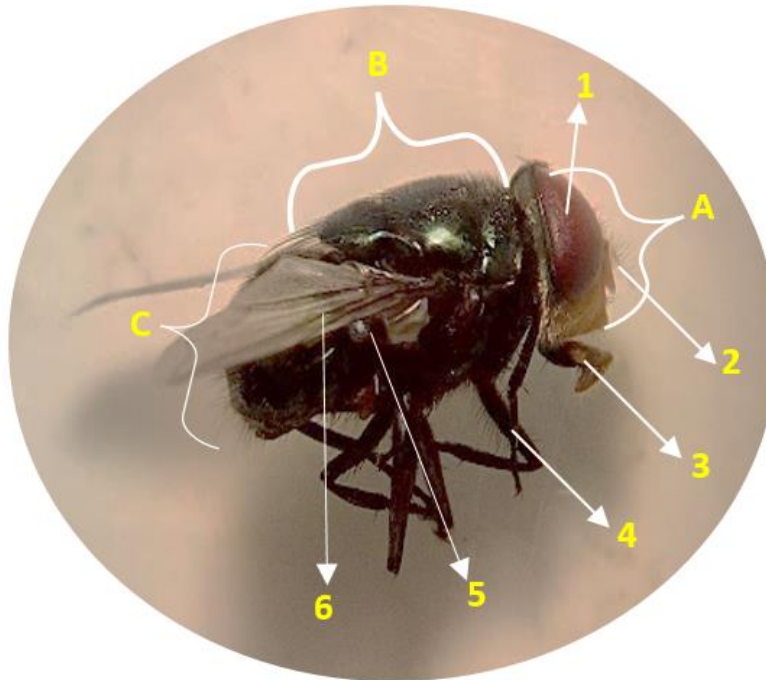


Figura 1. Morfología de un díptero. A) Cabeza. B) Tórax. C) Abdomen. 1) Ojo compuesto. 2) Antenas. 3) Aparato bucal. 4) Pata anterior. 5) Halterios o Balancines. 6) Ala.

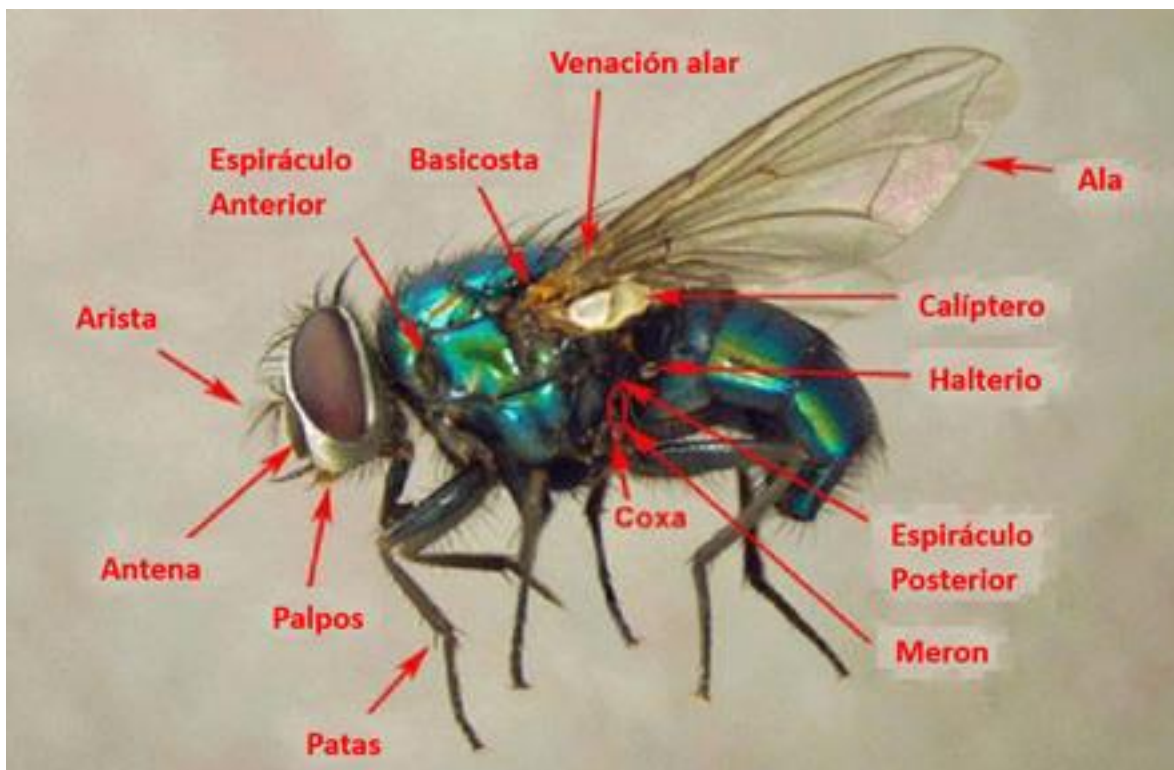


Figura 1.1. Anatomía de los dípteros. Imagen tomada del Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad del Norte de Kentucky, modificado por Guerrero Bravo; otras características útiles para su determinación.

Familias

Calliphoridae

Dentro de esta familia se encuentran los géneros *Lucilia* (Figura 2), *Calliphora*, *Cochliomyia* y *Chrysomya* que son de los más importantes en entomología forense. Son moscas más o menos robustas de tamaño mediano; miden de 4 a 16 mm. La mayoría de las especies tienen colores metálicos brillantes (azul, verde, bronce y negro), algunos géneros, sin embargo, pueden tener color mate u opaco (*Pollenia*, *Opsodexia*). Esta familia suele confundirse con algunos múscidos de color brillante o con taquínidos de colores metálicos; los califóridos no metálicos a su vez se pueden confundir con algunos múscidos, sarcófagidos o taquinidos.

La mayoría de las especies de esta familia son ovíparas. Ovipositan sobre materia orgánica en descomposición, como carne, pescado, animales en descomposición; algunas son atraídas por excremento lo cual los hace vectores de patógenos; otras incluso ovipositan sobre animales vivos que como *Cochliomyia ominivorax* y *Lucilia cuprina*, lo que da como resultado miasis. Las moscas de esta familia se encuentran entre los primeros insectos que localizan y colonizan restos humanos. En diversos estudios, se ha registrado el arribo de éstos a tan solo minutos de haber sido expuestos restos a la colonización de insectos. El ovipositor telescópico de las hembras les facilita colocar sus huevos en diversas zonas del cuerpo de un cadáver, principalmente en orificios naturales como la nariz, boca y pabellón auricular. Las larvas de especies como *L. sericata*, *L. eximia*, *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya rufifacies*, *C. albiceps* y *Calliphora vicina* son las más abundantes en los primeros estadios de descomposición de un cadáver.



Figura 2. Díptero de importancia forense *L. sericata*. A) generalmente exhiben brillantes colores metálicos

Sarcophagidae

Moscas robustas, en su mayoría de color gris y sin brillo. De 2.5 a 18 mm de largo. El género *Sarcophaga* (Figura 3) es el mejor representado en cuanto a fauna cadavérica se refiere.

Todos los sarcófagidos retienen a sus huevos en el útero y depositan larvas de primer instar donde se alimentarán el resto de su ciclo. Las larvas de los sarcófagidos poseen una gran diversidad de hábitos alimenticios a diferencia de otros calyptros. Muchos son parásitos de otros artrópodos, mientras que otros son coprófagos, necrófagos, depredadores, o sarcosaprófagos, incluso algunas larvas son acuáticas como las del género *Fletcherimyia*. De manera general, los adultos de esta familia llegan al cadáver después de los califóridos. Se sabe que pueden volar en condiciones ambientales adversas, lo que les da ventaja cuando de arribar a un cadáver se trata.



Figura 3. Díptero de importancia forense *Sarcophaga haemorrhoidalis*. A) Presentan el pronoto con rayas longitudinales negro y gris.

Muscidae

Moscas delgadas o robustas, usualmente con sedas fuertes, de colores apagados, negro, blanco, gris, ocasionalmente azul o verde metálico; alas usualmente sin manchas. Miden de 2 a 14 mm. Un gran número de especies de múscidos son consideradas plagas de importancia tanto en humanos como en granjas. La mosca doméstica es considerada como una de las principales diseminadoras de enfermedades que afectan al ser humano como la tifoidea, ántrax y disentería. Los hábitos alimenticios son variados, material vegetal en descomposición, polen, estiércol, excremento y hasta sangre. Los múscidos son considerados de importancia forense por su relación estrecha a hábitats urbanos; se dice que arriban al cuerpo después de los califóridos y sarcófagidos. Las larvas se alimentan directamente de restos, algunas especies pueden ser depredadoras de huevos y otras larvas, en muchos casos, esta característica suele afectar la composición faunística de la entomofauna cadavérica. Los géneros *Hydrotaea*, *Musca* (Figura 4) y *Synthesiomyia* son los mejor representados en casos forenses (Flores, 2020).



Figura 4. Díptero de importancia forense *Musca domestica*. A) Calípteros cubren los halterios bien desarrollados

CICLO DE VIDA

El interés práctico de las especies de dípteros forenses es que tienen distintas formas en su ciclo biológico (Figura 5) pasando por una metamorfosis completa de cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto (Blanchard, 1854).

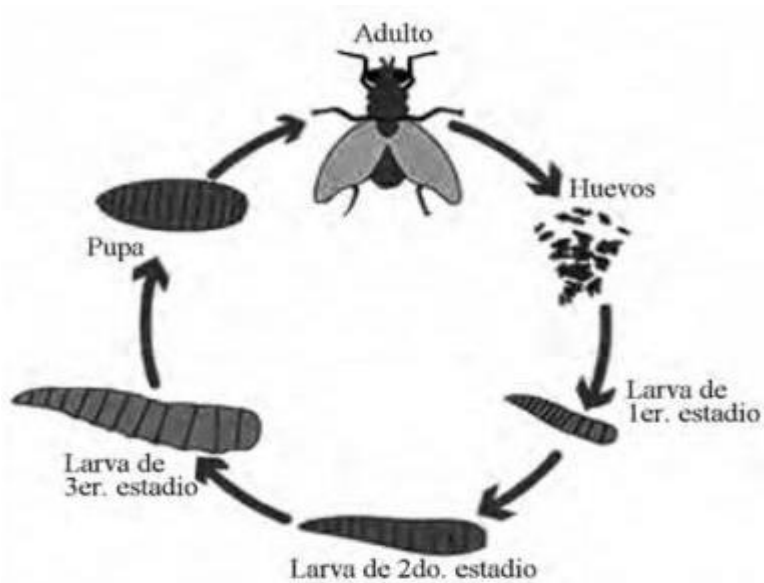


Figura 5. Ciclo de vida de dípteros, diversas etapas de su metamorfosis. Imagen tomada de Producción animal¹

Huevo: Es la primera etapa del ciclo biológico y puede ser de diversos tamaños y formas como óvalo o elíptico, cuyos extremos están redondeados. Su tamaño no llega a superar 1 milímetro de longitud, pero se encuentran casos donde llegan a medir hasta 2 milímetros.

Los huevos de algunos dípteros están cubiertos de un corion o capa externa, y en algunas ocasiones puede presentar una variedad de ornamentos. El corion es segregado por el epitelio folicular y está formado por varias capas, una cerosa de muy poco espesor que reduce la pérdida de agua del huevo. Debajo del corion se encuentra la membrana vitelina que es producida por el mismo huevo, los huevos generalmente contienen una gran cantidad de vitelo nutritivo. En el corion se hallan una serie de poros o micropilos que son canales a través de los cuales se difunde el oxígeno en el huevo (Mazzuferi, 1997).

Larva: Durante esta etapa el insecto se alimenta para crecer y acumular reservas para la vida adulta y la reproducción. Las larvas presentan un aspecto vermiforme y de color crema. Su tamaño varía dependiendo del estadio en que se encuentre, como se observa en la figura 5, consta de tres estadios. Es la etapa más prolongada y complicada de todos los dípteros mientras que la vida de los adultos es mucho más corta.

Pupa: Transcurre en un envoltorio cilíndrico. Puede presentar diversas formas cuya superficie externa puede representar espinas o ser correosa. En esta etapa la pupa se va oscureciendo gradualmente a medida que la pupa madura, hasta adquirir un intenso color marrón oscuro. Los dípteros en desarrollo de su interior tienen una estructura en la cabeza que se infla y presiona la capa de la pupa que termina abriéndose.

Adulto: Es la etapa más corta ya que no suelen vivir mucho y cuya única función es aparearse. Su tiempo de vida depende del entorno que los rodea Desde horas hasta unos pocos meses. (Tolrá, 2015)

ANTECEDENTES

Los primeros registros de entomología forense los data Castner (2001), donde explica acerca de un investigador chino Sung Tzú el cual averiguó un homicidio con ayuda de moscas. Junto con los estudios en entomología forense y de acuerdo con Jerson y Miller (2001), indican que se necesita un conocimiento detallado de las especies necrófagas y de los cambios que suceden en su ciclo de vida para poder establecer un cálculo más certero del Intervalo Postmortem.

En Latinoamérica el número de homicidios aumenta y Bogotá es la tercera ciudad de Colombia en estos delitos (Acero, 2011), por lo tanto, despierta el interés para el estudio en entomología forense (Segura *et al.*, 2011).

Los trabajos realizados por Flores-Pérez (2005), sobre investigación de entomofauna cadavérica en el Estado de México, aporta que las especies de importancia médico legal que destacan son pertenecientes a la familia Calliphoridae como, *Chrysomya rufifacies*, *Lucilia eximia*, *Calliphora latifrons*.

Posteriormente Whitworth (2006) señala que la importancia de las moscas de interés forense ha incrementado recientemente.

Molina-Chávez y colaboradores (2011), realizaron investigaciones dentro del ámbito de la entomología forense, asociada con cadáveres de humanos, en la determinación de los dípteros, se identificaron 27 especies, las cuales son pertenecientes a las familias Calliphoridae, Muscidae, y Sarcophagidae.

Consecutivamente los estudios realizados por Pereda-Breceda *et al.* (2012) realizan una comparación en la entomofauna necrófaga descomponedora en tres tipos de vertebrados en la Región de Nombre de Dios Durango, México, en este trabajo se realizó observación y monitoreo de insectos necrófilos en una tortuga, una gallina y un perro observando que en el mamífero tenía una mayor abundancia siendo la familia Calliphoridae la más representativa.

ÁREA DE ESTUDIO

La primera área de estudio fue en el Cerro de Moctezuma Naucalpan, en el Estado de México, ubicado en la Zona Metropolitana del Valle de México, (ZMVM) (Figura 6) con las siguientes coordenadas (N 19° 29' 12.48'', O 99° 15' 20.16''). Este sitio es un área natural protegida por parte del Instituto de Antropología e Historia. En él cuenta con vestigios arqueológicos de los periodos de Preclásico y Posclásico.

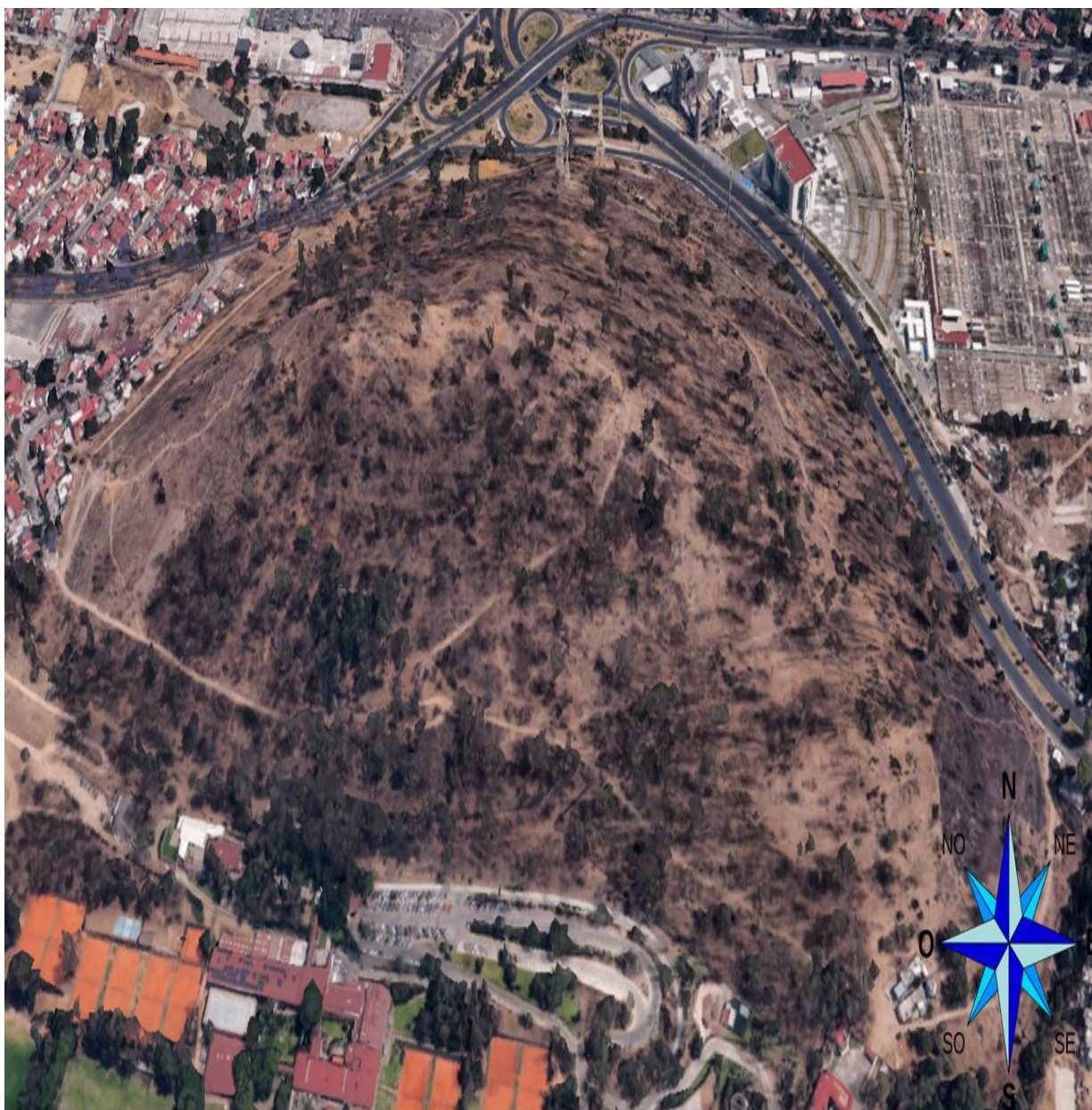


Figura 6. Mapa de la zona de muestreo, Cerro de Moctezuma, Naucalpan.

El segundo sitio en donde se realizó el estudio fue en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, (Figura 7) de igual manera en el Estado de México. Ubicado en Av. de los Barrios Número 1. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla. En coordenadas N 19° 31' 32", O 99° 11' 10".



Figura 7. Segundo Sitio de Muestreo FESI, UNAM.

OBJETIVO GENERAL

Conocer la diversidad de dípteros de interés forense, en dos zonas de estudio del Estado de México, Cerro de Moctezuma y de la FES Iztacala; así como obtener la histología de algunas especies en estado adulto.

OBJETIVOS PARTICULARES

Conocer los ciclos de vida de algunas especies, en la zona de estudio de FES Iztacala y del Cerro de Moctezuma.

Comparar la presencia y ausencia de las especies encontradas en FES Iztacala y Cerro de Moctezuma.

Describir la histología de algunas especies de dípteros adultos de interés forense.

MATERIALES Y MÉTODO

En el Cerro de Moctezuma se colocaron 10 trampas McPhail modificadas y distribuidas al azar en la zona de estudio, esta actividad se realizó de la siguiente manera, se cuadrículo la zona de muestreo y mediante números aleatorios se definió el área donde se colocó cada trampa cebada con carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*) (Figura 8).

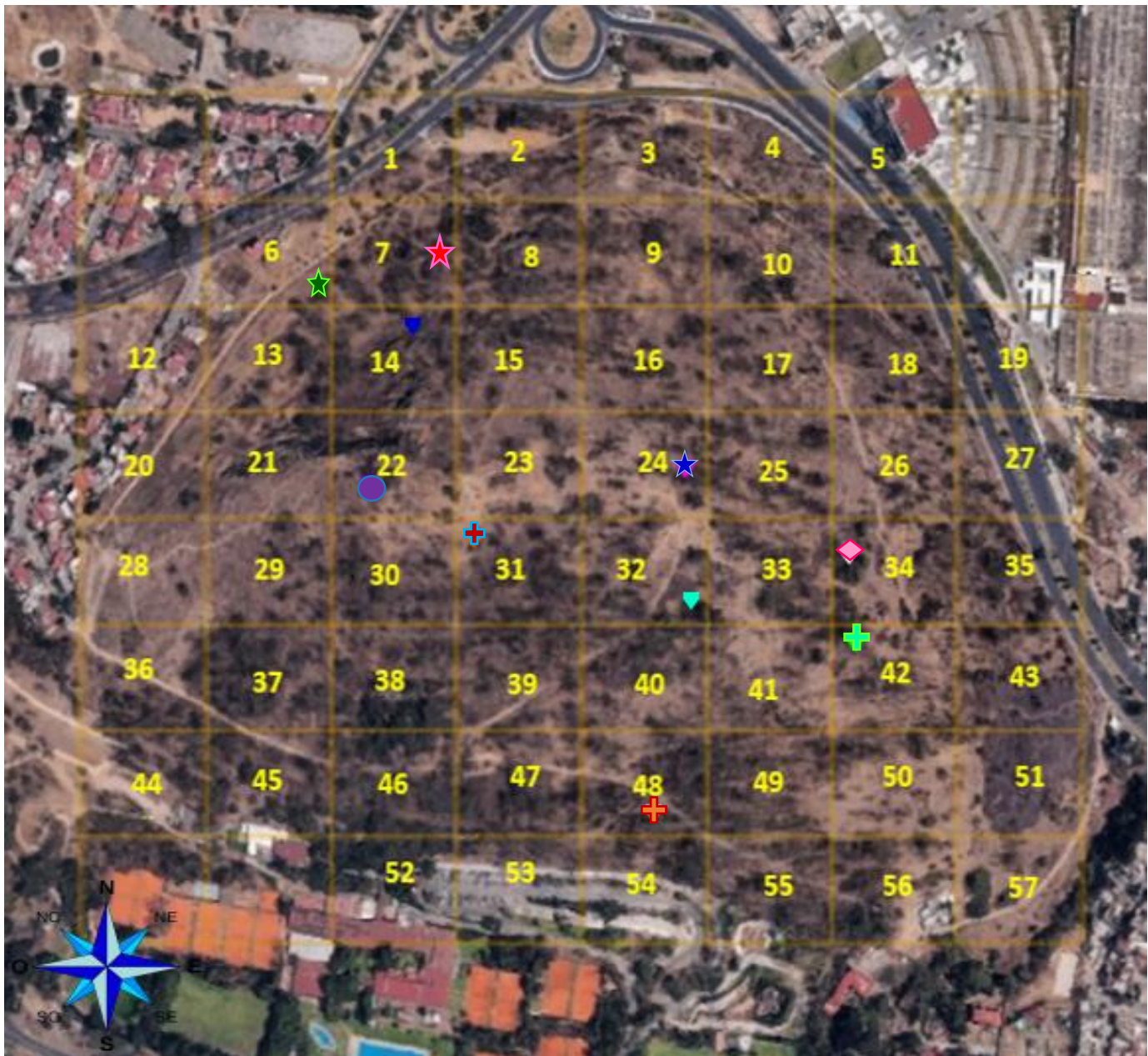


Figura 8. Mapa de la zona de muestreo cuadrículada y ubicación de la colocación de trampas McPhail, señaladas con un marcador de forma y color; ★ Trampa 1, ★ Trampa 2, ▼ Trampa 3, ● Trampa 4, + Trampa 5, ★ Trampa 6, ▼ Trampa 7, ◆ Trampa 8, + Trampa 9, + Trampa 10.

En la Facultad de Estudios Superiores Iztacala se distribuyeron 10 trampas en las áreas verdes arboladas (Figura 9).

El cebo utilizado fue carne de cerdo (*S. domestica*), por su parecido tan cercano con el cuerpo humano; las trampas se revisaron semanalmente durante un ciclo anual, con la finalidad de cambiar el cebo cada 7 días o en su defecto para evitar la deshidratación se le aplicó aceite de oliva a la carne (Valdés, 2009), este procedimiento se repitió en el lapso de un año (septiembre 2018 - agosto 2019).

Las trampas se prepararon utilizando recipientes de plástico de 15 cm de profundidad por 10 cm de diámetro (Figura 10), las cuales se recortaron a manera de ventanas para permitir el ingreso de los dípteros; se colocó el cebo al centro del recipiente y se cubrió con una media de nylon, para facilitar la obtención de los organismos adultos y que estos no abandonaran la trampa, determinando el momento en forma visual (Figura 11).



Figura 9. FES Iztacala, las formas de estrella de colores, señalan donde se colocaron las trampas durante el muestreo; ★ Trampa 1, ★ Trampa 2, ★ Trampa 3, ★ Trampa 4, ★ Trampa 5, ★ Trampa 6, ★ Trampa 7, ★ Trampa 8, ★ Trampa 9, ★ Trampa 10.



Figura 10. Trampa modificada McPhail con cebo en su interior



Figura 11. Adultos recolectados en una trampa

Los ejemplares adultos colectados se dividieron en 2 grupos: uno de ellos para su posterior determinación taxonómica sacrificándolos en congelación y el otro para el trabajo histológico. Las claves que se utilizaron fueron las de Vélez-Wolff (2008) y Whitworth (2010). Para obtener el ciclo de vida se utilizaron las larvas encontradas en las trampas.

CICLO DE VIDA

Se elaboraron cámaras para el desarrollo larval en recipientes de plástico de un área de 20 cm por 15 cm en la cuales se colocó el mismo cebo de las trampas; los recipientes de plástico fueron divididos para colocar en un lado aserrín con la finalidad de que las larvas tengan un lugar fresco y seco para entrar en estado de pupa y observar así su ciclo de vida (Figura 12).

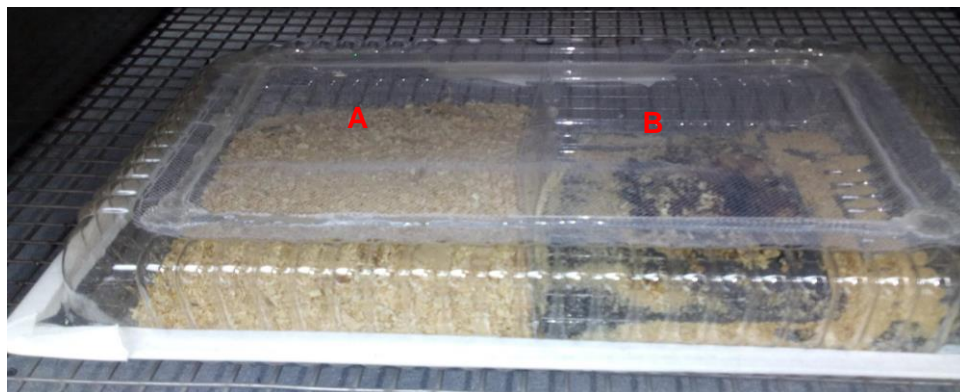


Figura 12. Recipiente de plástico con aserrín (A) y cebo (B), para la observación de los estadios larvales.

TÉCNICA HISTOLÓGICA DE DÍPTEROS

Los organismos seleccionados para el estudio histológico (adultos y larvas) se fijaron en Bouin el cual es un compuesto utilizado en la histología (ácido pícrico, ácido acético y formaldehído) lo que permite una tinción nuclear más nítida (Bancroft, 2008), durante 24 horas, posterior a este lapso de tiempo, se realizaron lavados con agua corriente (durante 24 horas) concluyendo con lavados con alcohol al 70%, y exponiendo al microondas durante 20 segundos, continuando con la deshidratación en alcoholes al 80%, 90% y absoluto, 15 ml en cada uno, durante 3 minutos.

Siguiente a esto se incorporaron en Paraplast a una temperatura de 56°C en una estufa Memmert UFE500.

Posteriormente cuando los organismos incluidos en el Paraplast ya no flotaban se sacaron de la estufa para su enfriamiento y realizar bloques y ser procesados por el microtomo (Jacinto *et al.*, 2017).

Para efectuar los cortes histológicos, se utilizó un microtomo marca América Óptica. A un rango de 7 - 12 micras, teniendo en cuenta la delicadeza del tejido. Dichos cortes se colocaron en una fuente en baño María con grenetina histológica, y así permitir una mejor fijación al ser capturados por los portaobjetos. Para finalizar la histología, se llevó a cabo la técnica de tinción de los adultos, con el método de Hematoxilina - Eosina (Fischer *et al.*, 2008). Continuando con la técnica de tinción de Luna (1968) Anexo 1.


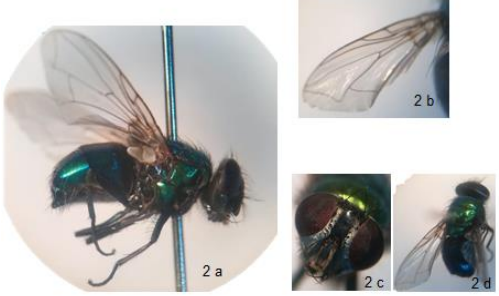
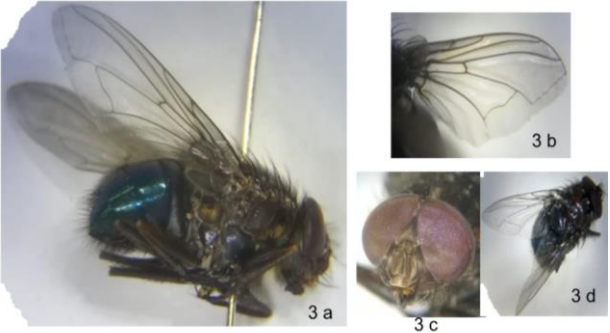
Las laminillas obtenidas fueron observadas e interpretadas con ayuda de un microscopio óptico digital Marca Motic para su posterior toma de fotografías y edición.

Para el análisis de los resultados de campo se utilizaron métodos estadísticos como ANOVA, y la correlación de Pearson y Spearman.

RESULTADOS

ESPECIES REGISTRADAS EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO

Los adultos identificados de interés forense fueron 9 especies de las familias: Calliphoridae (7), Sarcophagidae (1), Muscidae (1) (Figura 13).

FAMILIA	ESPECIE	IMAGEN
Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i> (Meigen 1826)	
	<i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Calliphora vicina</i> (Robineau - Desvoidy, 1830)	














	<p><i>Chrysomya rufifacies</i></p> <p>(Macquart, 1842)</p>	 
	<p><i>Chrysomya megacephala</i></p> <p>(Fabricius, 1794)</p>	  
	<p><i>Lucilia eximia</i></p> <p>(Wiedemann, 1819)</p>	 
	<p><i>Calliphora latifrons</i></p> <p>(Hough, 1899)</p>	 
<p>Sarcophagidae</p>	<p><i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i></p> <p>(Fallén, 1817)</p>	   



Figura 13. Especies registradas en la zona de estudio. 1a) *Lucilia sericata* en vista lateral. 1b) Venación del ala derecha. 2a) *Lucilia caesar* en vista lateral. 2b) Venación del ala derecha. 2c) Vista frontal del rostro y posición de los ojos. 2d) Vista dorsal. 3a) *Calliphora vicina* en vista lateral. 3b) Venación del ala derecha. 3c) Vista frontal del rostro y posición de los ojos. 3d) Vista dorsal. 4a) Vista dorsal de *Chrysomya rufifacies*. 4b) Vista de la venación del ala derecha. 5a) *Chrysomya megacephala* en vista dorsal, 5b) Acercamiento de la posición de los ojos y las antenas. 5c) Vista de la venación del ala derecha. 6a) *Lucilia eximia* en vista lateral, 6b) Vista de la venación del ala derecha. 7a) Vista dorsal de *Calliphora latifrons*. 7b) Acercamiento a la posición de los ojos. 8a) *Sarcophaga haemorrhoidalis* en vista lateral. 8b) Venación del ala izquierda. 8c) Vista frontal del rostro y posición de los ojos. 8d) Vista dorsal. 9a) *Musca domestica* en vista lateral.

En la siguiente Figura 14 se describen las características más sobresalientes de las especies de dípteros encontrados en las zonas de muestreo; FESI y Cerro de Moctezuma.

Características de las especies encontradas en las áreas de estudio

Especie	Característica	Área de estudio en donde se localizó.
<p><i>Lucilia sericata</i> (Meigen 1826)</p>	<p>La más conocida de las numerosas especies de moscas verde botella. Es de 10-14 mm de largo, ligeramente más grande que una mosca doméstica, y tiene coloración brillante, metálica, azul-verde u oro con marcas negras. Tiene cerdas (setas) cortas y escasas de color negro en el tórax. Las alas son transparentes con venas marrón claro; las patas y antenas son negras (Figuroa 2006).</p>	<p>FESI Cerro de Moctezuma</p>
<p><i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)</p>	<p><i>Lucilia caesar</i> es miembro de la familia de moscas Calliphoridae comúnmente conocida como moscas azules (Picard, 2018). <i>L. caesar</i> se conoce comúnmente como la botella verde común, aunque este nombre también puede referirse a <i>L. sericata</i>.</p>	<p>Cerro de Moctezuma</p>
<p><i>Calliphora vicina</i> (Robineau - Desvoidy, 1830)</p>	<p><i>Calliphora vicina</i> es conocida como mosca botella azul debido a la coloración gris azulada metálica de su tórax y abdomen. La mosca botella azul mide aproximadamente 10-11 mm de largo.</p>	<p>FESI Cerro de Moctezuma</p>
<p><i>Chrysomya rufifacies</i> (Macquart, 1842)</p>	<p>Adulto azul metálico, a verde brillante; una dilatación genal pálida; vestidura del espiráculo torácico anterior pálido; adulto mide 6–12 mm de longitud; una ampolla mayor con setas erectas rígidas; primero y segundo tergitos abdominales con una banda oscura, y tercero y cuarto tergito con un margen negro posterior; espiráculo torácico anterior pálido o blanco; tres franjas torácicas pronotales débiles (pronóticas) no fácilmente visibles.</p>	<p>Cerro de Moctezuma</p>
<p><i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)</p>	<p>Los adultos son azul verdoso metálico en su tórax y abdomen; gena amarilla; las larvas varían en tamaño según el instar y son más gruesas hacia la parte trasera; ojos grandes y rojos, los de los machos están muy juntos y los de las hembras más separados; cercos del macho más largos que el de las hembras (Reigada, 2006).</p>	<p>FESI Cerro de Moctezuma</p>

<p><i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann, 1819)</p>	<p>Parte frontal de la cabeza rojiza oscura, con filas frontales de diez setas aproximadamente; macho con una separación de ojos un poco mayor al diámetro del ocelo central; una fila de setas postoculares; el parafacial y la gena de color naranja o rojizo oscuro; antenas cafés y pueden presentar manchas amarillas; tórax usualmente verde-azulado metálico; puede presentar una línea delgada de pelosidad blancuzca en la parte anterior del escutelo; dos setas acrosticales postsuturales; espiráculos anteriores y posteriores oscuros; alas hialinas (pueden presentar una ligera tinción café en la base); tégula y basicota café o negra; calípteros son en general blancos, aunque el calíptero inferior suele presentar un ligero color café en algunos machos, y presentar el borde exterior de color claro, ya sea blanco o amarillo; patas oscuras cafés o negras (Morales, 2014).</p>	<p>Cerro de Moctezuma</p>
<p><i>Calliphora latifrons</i> (Hough, 1899)</p>	<p>Esta mosca se adhiere a un ambiente y ecosistema particular que tiene distribuciones geográficas limitadas en América del Norte. Abdomen generalmente azulado metálico (Whitworth, 2006).</p>	<p>FESI</p>
<p><i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i> (Fallén, 1817)</p>	<p>Género de moscas de buen tamaño, grisáceas, con rayas más oscuras en el tórax y puntos cuadrados oscuros y claros en el abdomen; la mayoría con los ojos compuestos rojos conspicuos, más separados en las hembras que en los machos; las hembras en promedio son más grandes que los machos; como es típico en esta familia, es muy difícil distinguir a las especies por su apariencia externa.</p>	<p>FESI Cerro de Moctezuma</p>
<p><i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)</p>	<p>Es la mosca más común y habitual; los adultos pueden llegar a medir 5-8 mm de longitud y 13 a 15 mm de envergadura alar. Tiene tórax gris, con cuatro líneas longitudinales oscuras en el dorso; la parte inferior del abdomen es amarilla o anaranjada, ocasionalmente transparente a los lados y con una banda central oscura que se ensancha y cubre los últimos segmentos abdominales cubiertos de vellos; ojos compuestos rojos; hembras son un poco más grandes que los machos y con un espacio mayor entre sus ojos.</p>	<p>FESI Cerro de Moctezuma</p>

Figura 14. Características de las especies de dípteros encontradas en las zonas de muestreo

Comparación de los sitios de muestreo

Cabe mencionar que las especies de *Lucilia sericata*, *Sarcophaga haemorrhoidalis*, *Chrysomya megacephala* y *Calliphora vicina* son organismos que se encontraron en ambas zonas de muestreo, tanto en el Cerro de Moctezuma como en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. La especie *Calliphora latifrons*, se encontró únicamente en la FES Iztacala. Y las especies *Lucilia caesar*, *Lucilia eximia* y *Chrysomya rufifacies* en el Cerro de Moctezuma. (Figura 15)

Se realizó una tabla donde se pueden comparar las especies encontradas en ambos lugares.

Se realizó el estudio de análisis numérico de las especies en presencia y ausencia.

	Cerro de Moctezuma	FESI
<i>Lucilia sericata</i>	✓	✓
<i>Lucilia caesar</i>	✓	✗
<i>Lucilia eximia</i>	✓	✗
<i>Chrysomya rufifacies</i>	✓	✗
<i>Chrysomya megacephala</i>	✓	✓
<i>Calliphora latifrons</i>	✗	✓
<i>Calliphora vicina</i>	✓	✓
<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	✓	✓
<i>Musca domestica</i>	✓	✓

Figura 15. Especies encontradas en comparativa de los dos sitios de muestreo. Representando con ✓ las especies encontradas en la zona de muestreo, ✗ representa las especies que no se encontraron en la zona de muestreo.

Cerro de Moctezuma, Naucalpan

Para conocer la diversidad de dípteros de interés forense en la zona de muestreo del Cerro de Moctezuma a lo largo de un año, se realizó una gráfica con el número total de individuos 516. Con relación a los meses que se hizo el estudio: septiembre del 2018 hasta agosto del 2019 (Figura 16); en el mes de septiembre 2018 con 78 organismos; octubre 2018 con 61; noviembre 2018 con 49; diciembre 2018 con 31; enero 2019 con 25; febrero con 39; marzo 2019 con 15; siendo el mes con menor número de organismos, en abril 2019 con 20; mayo 2019 con 51; junio 2019 con 34; julio 2019 con 48 y agosto 2019 con 65.

Representando con un icono de fuego (🔥) en el mes en que se presentó un incendio forestal (marzo del 2019) Cerro de Moctezuma (Figura 17), el cual afectó algunas zonas en donde se encontraban las trampas (Figura 18).

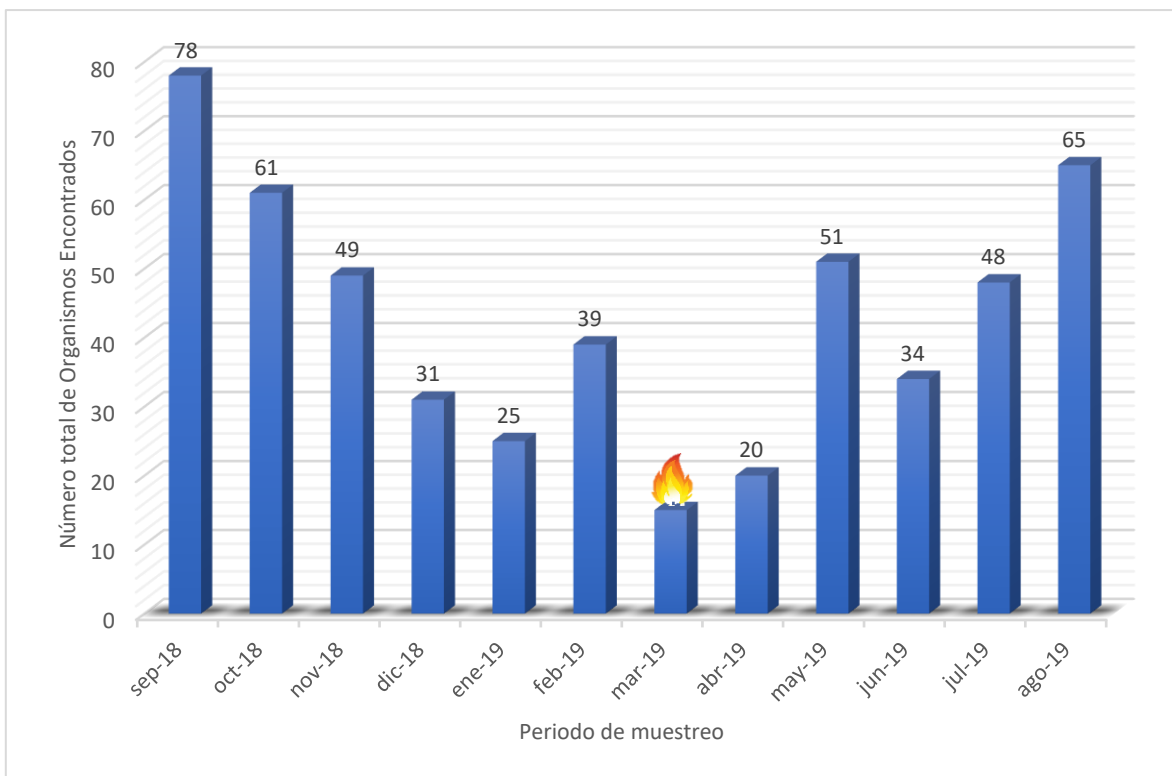


Figura 16. Número total de Especies encontradas en el periodo de septiembre 2018 – agosto 2019, representando con el icono de 🔥 en el mes de marzo 2019 donde hubo un incendio forestal.



Figura 17. Cerro de Moctezuma Naucalpan. Comparativa en una zona de muestreo en el mes de septiembre del 2018 y tras el incendio forestal en marzo del 2019.



Figura 18 Trampa colocada en el Cerro de Moctezuma en septiembre del 2018 (izquierda), Trampa quemada en el mismo sitio después del incendio forestal en marzo del 2019.

La trampa con mayor número de organismos durante el mes de septiembre fue la dos debido ya que la vegetación fue más abundante donde fue colocada (Figura 19)

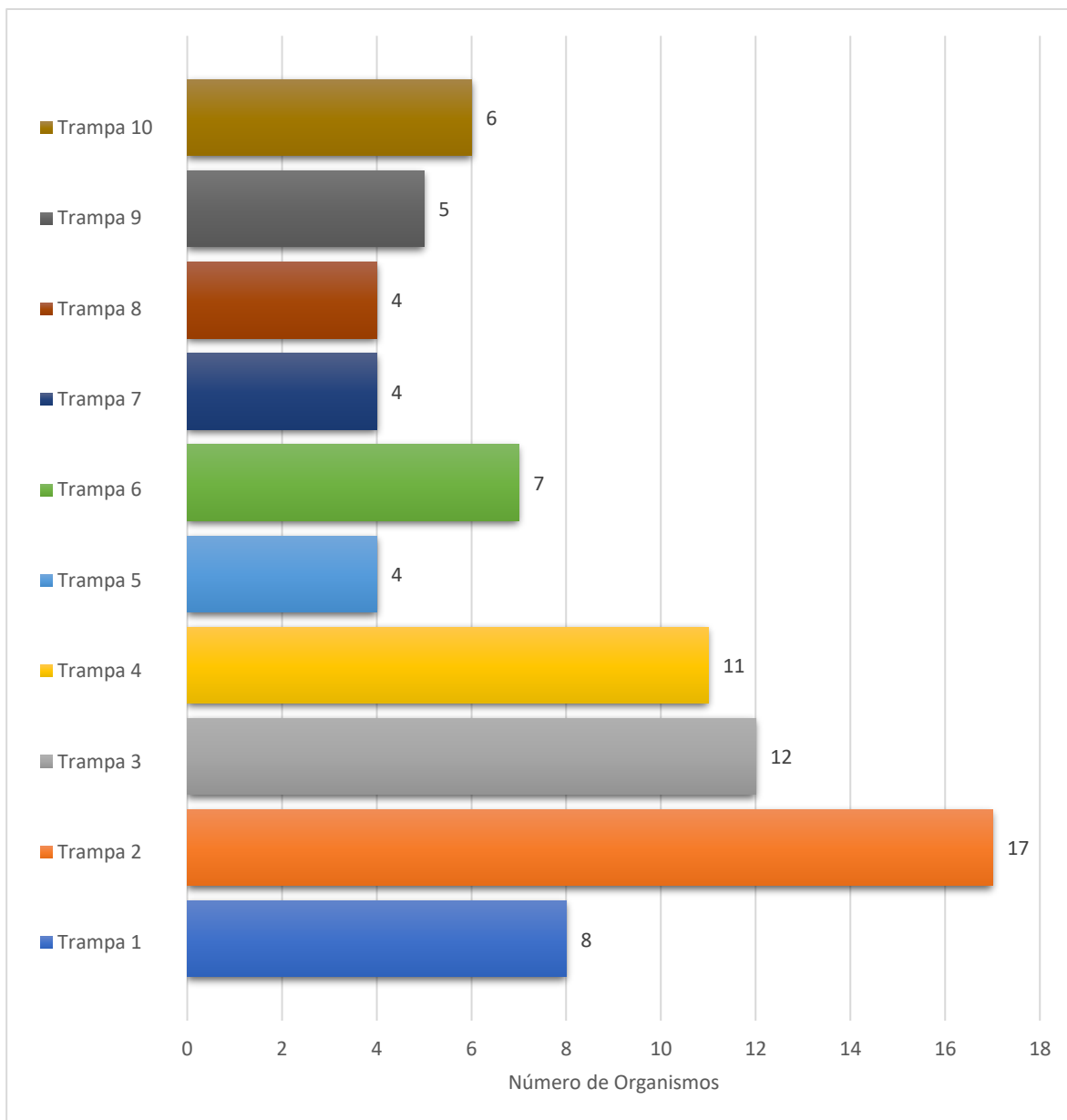


Figura 19. Abundancia de las especies encontradas en las 10 trampas colocadas al azar en el Cerro de Moctezuma.

La especie más abundante durante el periodo de septiembre a octubre 2018, fue *Lucilia sericata* con un total de 79 organismos colectados, *Lucilia caesar* con 50, *Chrysomya rufifacies* 31, *Lucilia eximia* con 22, *Sarcophaga haemorrhoidalis* 15, *Musca domestica* 13, *Chrysomya megacephala* 10. *Calliphora vicina* fue la especie con un menor número de organismos ya que presentó solo 6 (Figura 20).

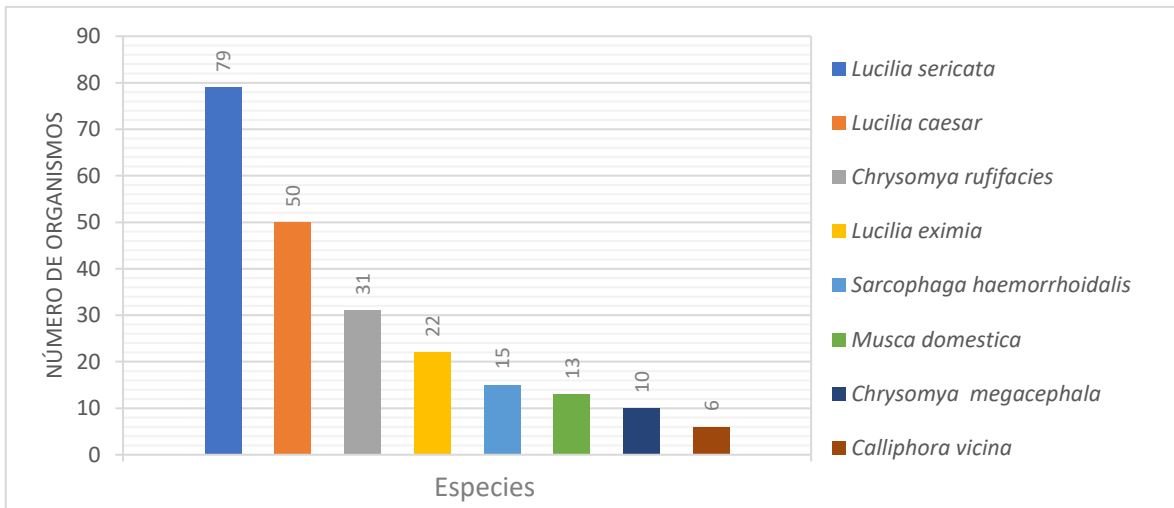


Figura 20. Número de organismos por especie, colectadas en 10 trampas de septiembre y octubre 2018 en el Cerro de Moctezuma.

Con respecto a los datos anteriores se muestra que la familia más representada según su número de especies fue Calliphoridae con 198 organismos, la familia Sarcophagidae y Muscidae presentaron 15 y 13 organismos respectivamente (Figura 22).

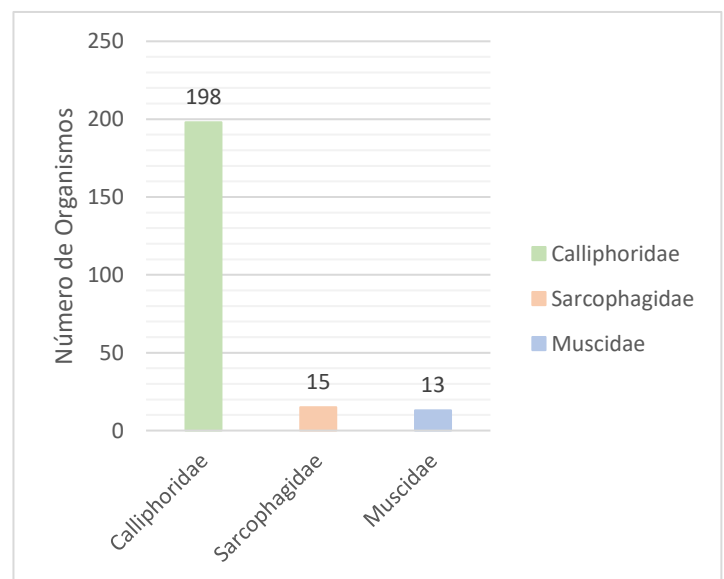


Figura 22. Especies totales representadas por familia en el Cerro de Moctezuma.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Tlalnepantla

Durante el periodo de estudio en la zona de muestreo de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, se obtuvieron 732 organismos observando que el mes más abundante corresponde a junio del 2019 (Figura 23). Del total de organismos se determinaron 5 especies: *Lucilia sericata* con 323, *Sarcophaga haemorrhoidalis* 157, *Chrysomya megacephala* 94, *Calliphora latifrons* 71, *Calliphora vicina* 58 y *Musca domestica* 26 (Figura 24).

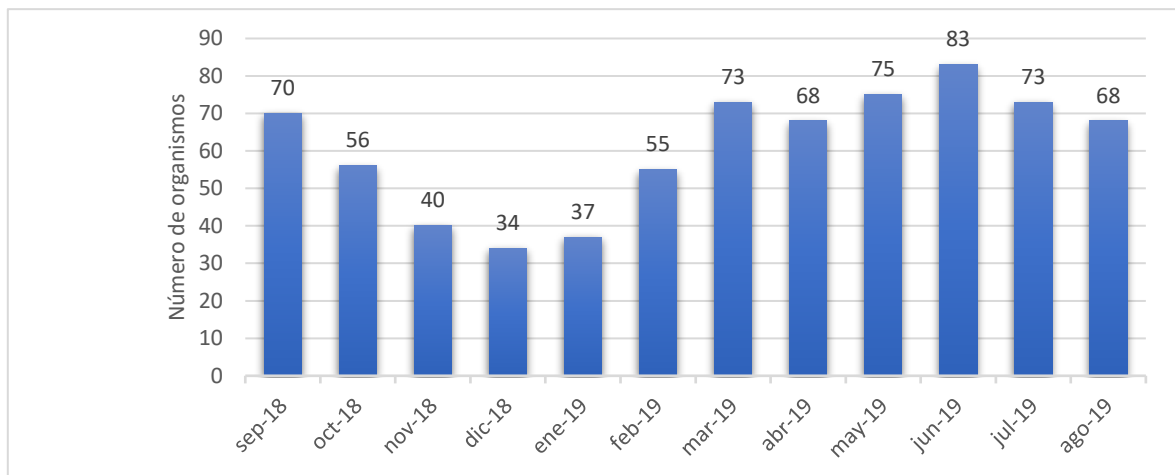


Figura 23. Abundancia en las trampas distribuidas en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala en el periodo de septiembre del 2018 – agosto 2019.

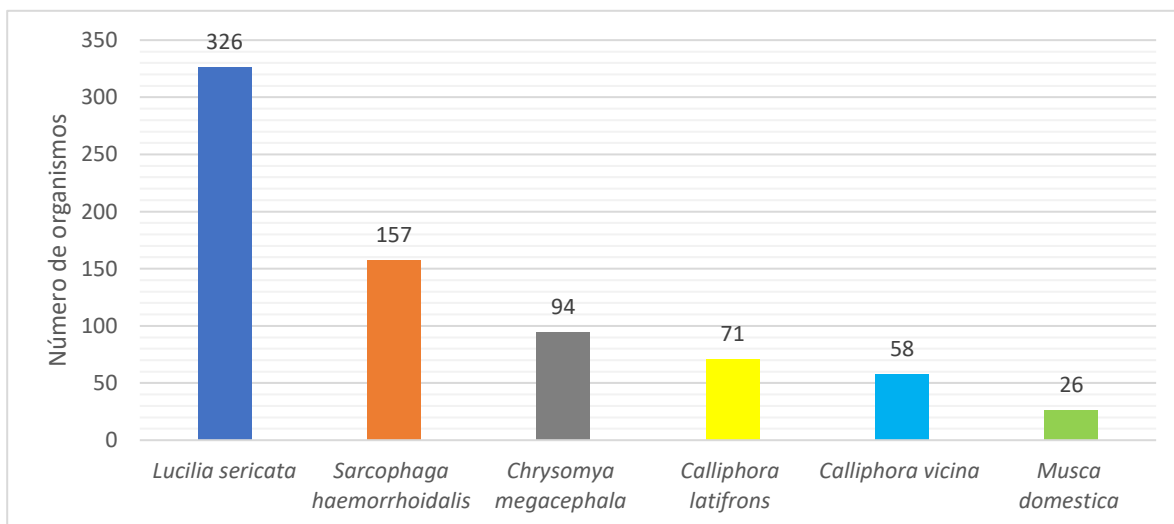


Figura 24. Número de organismos por especie en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Aunado a los datos anteriores la familia más representativa es Calliphoridae con 549 individuos, seguida de Sarcophagidae 157 y Muscidae 26 (Figura 25).

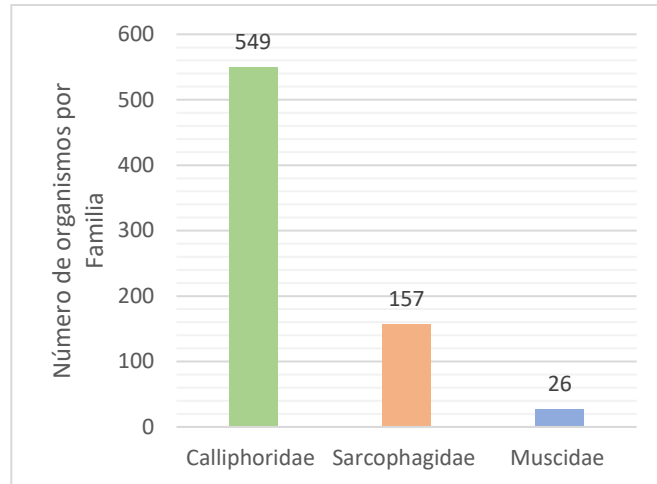


Figura 25. Organismos totales Representados por familias en la FES Iztacala.

Teniendo en cuenta los meses de marzo y abril del 2019 que son los meses con mayor número de organismos recolectados en la FES Iztacala, se realizó una gráfica en donde se observa la distribución de la abundancia de los organismos por trampa siendo la número cinco la más representada (31) por estar en la zona más arbolada de la FESI (Figura 26).

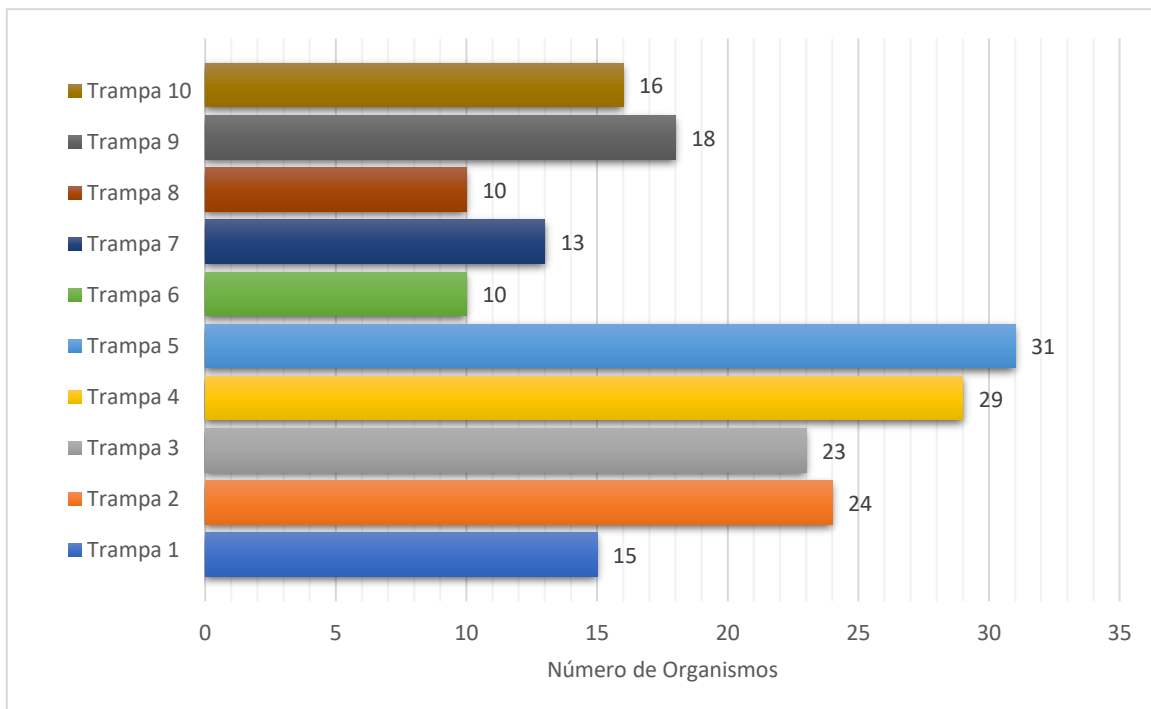


Figura 26. Distribución de organismos por trampa durante los meses de marzo – abril del 2019 en la FES Iztacala.

Análisis Numéricos Cerro de Moctezuma

Para realizar el análisis en el Cerro de Moctezuma, se observa que en el tiempo de muestreo se obtuvieron 516 organismos en total, de los cuales correspondieron a *Lucilia sericata* 136, *Lucilia caesar* 83, *Sarcophaga haemorrhoidalis* con 69, *Chrysomya megacephala* 56, *Chrysomya rufifacies* 51, *Musca domestica* 43, *Lucilia eximia* 42 y *Calliphora vicina* 36.

Observando que *L. sericata* estuvo presente en mayor número el mes de septiembre 2018 y menos abundante en marzo del 2019. *L. caesar*, siguió en abundancia siendo en los meses de septiembre 2018 y junio 2019. La menos abundante fue *C. vicina* estableciéndose de forma constante en enero, febrero y marzo del 2019. (Figura 32).

Para el Análisis de Varianza (Anexo 4, Figura 33) los valores que se tomaron en cuenta fueron el número de organismos por especies encontradas de la Figura 34. De acuerdo con los resultados no hubo una diferencia significativa se obtuvo $F=1.73$ y una probabilidad de 0.07902.

En la siguiente grafica se tomó en cuenta los meses de muestreo en el Cerro de Moctezuma en comparación a las especies encontradas.

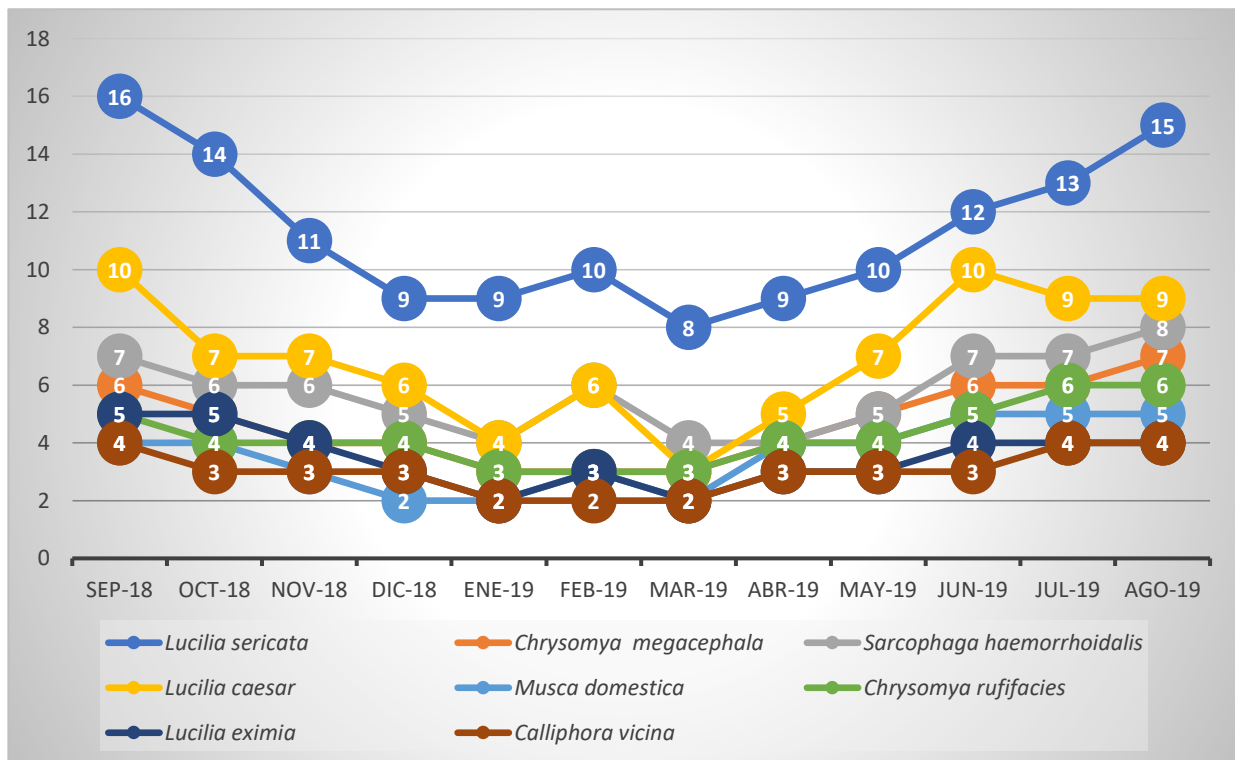


Figura 32. Número de organismos de cada especie por mes, durante el tiempo de muestreo de septiembre 2018 – agosto 2019. Con una probabilidad de 0.07902 en el ANOVA.

Tiempo de muestreo Especies encontradas	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	TOTAL, de organismos	PORCENTAJE %
<i>Lucilia sericata</i>	16	14	11	9	9	10	8	9	10	12	13	15	136	26%
<i>Chrysomya megacephala</i>	6	5	4	4	3	3	3	4	5	6	6	7	56	11%
<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	7	6	6	5	4	6	4	4	5	7	7	8	69	13%
<i>Lucilia caesar</i>	10	7	7	6	4	6	3	5	7	10	9	9	83	16%
<i>Musca domestica</i>	4	4	3	2	2	3	2	4	4	5	5	5	43	8%
<i>Chrysomya rufifacies</i>	5	4	4	4	3	3	3	4	4	5	6	6	51	10%
<i>Lucilia eximia</i>	5	5	4	3	2	3	2	3	3	4	4	4	42	8%
<i>Calliphora vicina</i>	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	4	4	36	7%
	57	48	42	36	29	36	27	36	41	52	54	58	516	100%

Figura 33. Tiempo de muestreo en comparación con los organismos por especies encontradas de sep-18 a agos-19. En el Cerro de Moctezuma Naucalpan. Junto con el total de organismos y el porcentaje de cada especie.

De igual manera en el cerro de Moctezuma se realizó el índice de similitud (Anexo 5, Figura 35) y el gráfico de Bray Curtis (Figura 36). Observando que en los meses de mayo y julio hay mayor índice de similitud en comparación entre la presencia de especies y el mes, observa un grupo principal donde los meses similares están abril, mayo, junio, julio 2019, el siguiente grupo formado por los meses septiembre, noviembre y diciembre 2018, un tercer grupo fue de octubre 2018 y febrero 2019, como último grupo enero y marzo del 2019.

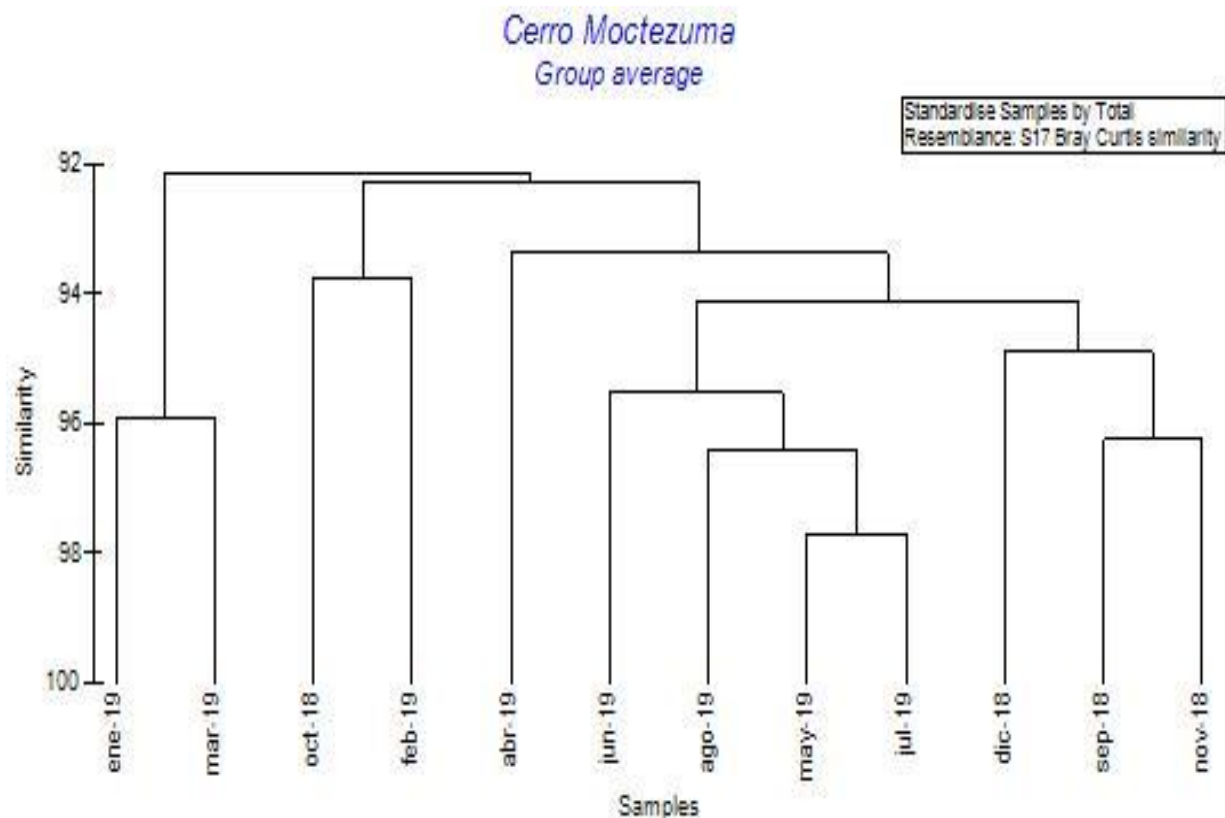


Figura 36. Similitud entre los meses de muestreo, representado en una gráfica de Bray-Curtis, en el Cerro de Moctezuma.

Análisis Numéricos FESI

Los análisis numéricos utilizados fueron ANOVA, Pearson y Spearman.

Esto para comparar ambas zonas de estudio y ver la abundancia de los organismos encontrados. Con respecto a los meses de estudio se observa que *L. sericata* fue la mejor representada, siendo más abundante en los meses de marzo y junio del 2019, siguiendo la especie de *S. haemorrhoidalis* en los meses de marzo y junio. La especie menos abundante fue *M. domestica*, pero se mantuvo su presencia en forma constante en el mes de septiembre del 2018 y en mayo, junio, julio y agosto del 2019. Con base en esto se realizó un ANOVA (Anexo 2, Figura 27) dando como resultado una $F = 60.83$ y una probabilidad de 2.1955 lo cual nos indica una diferencia significativa (Figura 28 y Figura 29).

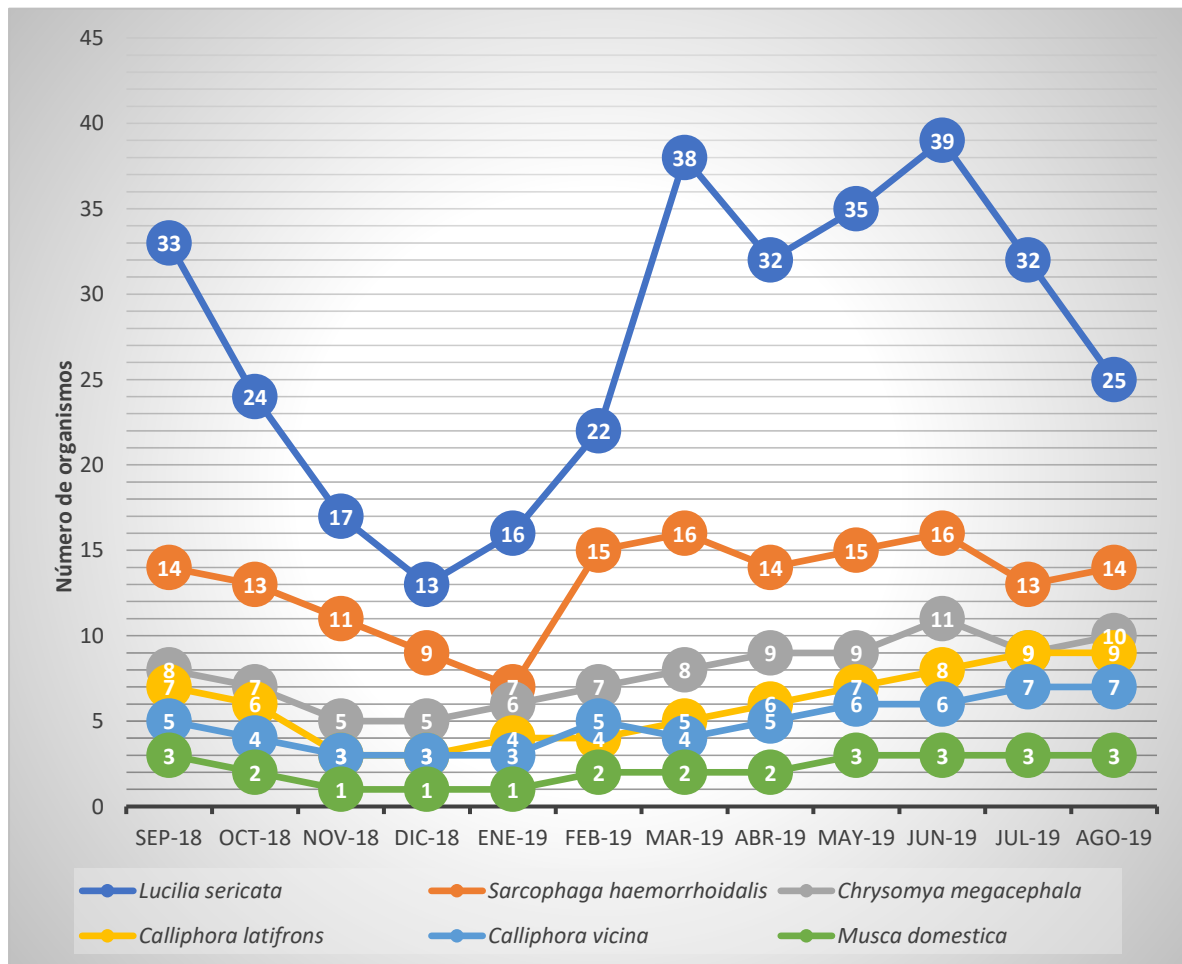


Figura 28. Número de organismos de cada especie por mes, durante el tiempo de muestreo de septiembre 2018 – agosto 2019. En la FESI. La probabilidad que arroja el Análisis de Varianza fue $P = 2.1955$.

<div style="text-align: right;">Tiempo de muestreo</div> <div style="text-align: left;">Especies encontradas</div>	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	TOTAL, de organismos	PORCENTAJE (%)
<i>Lucilia sericata</i>	33	24	17	13	16	22	38	32	35	39	32	25	326	45%
<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	14	13	11	9	7	15	16	14	15	16	13	14	157	21%
<i>Chrysomya megacephala</i>	8	7	5	5	6	7	8	9	9	11	9	10	94	13%
<i>Calliphora latifrons</i>	7	6	3	3	4	4	5	6	7	8	9	9	71	10%
<i>Calliphora vicina</i>	5	4	3	3	3	5	4	5	6	6	7	7	58	8%
<i>Musca domestica</i>	3	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	26	4%
	70	56	40	34	37	55	73	68	75	83	73	68	732	100%

Figura 29. Tiempo de muestreo en comparación con las especies encontradas de sep-18 a agos-19 en la FESI. Junto con el total de organismos y el porcentaje de cada especie.

Para observar la similitud entre los meses del estudio se utilizó el programa PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research), (Anexo 3, Figura 30) el cual consiste en analizar un conjunto de datos de especies por muestras. Dichos datos se representaron en una gráfica de Bray-Curtis. La similitud en los meses de muestreo está dividida en tres siendo el primer grupo, enero 2019, noviembre y diciembre 2018, el segundo grupo julio, mayo, septiembre 2018, abril, marzo y junio, y el tercer grupo es febrero, octubre y agosto del 2019 (Figura 31).

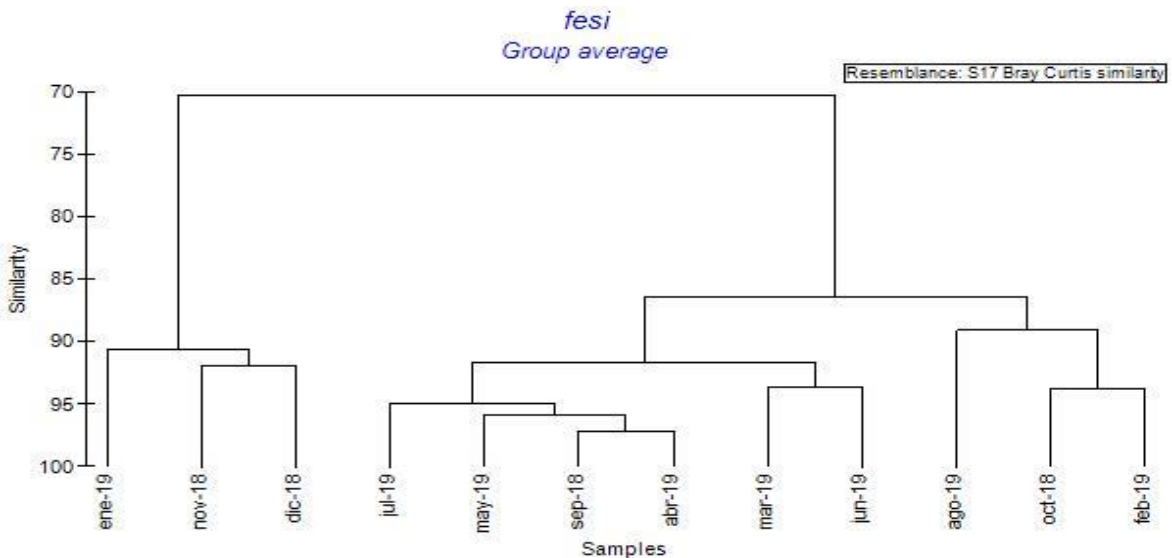


Figura 31. Similitud entre los meses de muestreo, representado en una gráfica de Bray-Curtis, en la FESI.

ANALISIS DE PEARSON Y SPEARMAN

Los resultados del coeficiente de Pearson y Spearman para Tlalnepantla y Nezahualcóyotl se realizaron con el programa Python (versión 3.12.1) [1], del mismo modo se utilizó Google Colab [2]. Para comparar las temperaturas máximas y mínimas entre ambas zonas de estudio.

En este caso el coeficiente de Pearson para la zona de Tlalnepantla indica un valor de 0.599 lo que indica una correlación positiva moderada, dicho esto, que a medida que la temperatura aumenta, la otra zona también tiende a aumentar, pero no de manera perfecta. Para la zona de Naucalpan el resultado del coeficiente fue 0.645 reflejando una correlación positiva mayor que en Tlalnepantla. Teniendo en cuenta que el valor de 1 indica una correlación positiva perfecta (Anexo 6, Figura 37).

Para los resultados del coeficiente de correlación de Spearman y P-valor, sobre la relación de las dos zonas comparadas es 0.994, lo que significa que es un resultado alto cercano a 1, señalando una correlación positiva fuerte entre las dos zonas. Mientras que P-valor es $4.65e-23$ lo que indica un valor extremadamente bajo. Por consiguiente, se deriva que hay una correlación positiva fuerte y estadísticamente significativa entre las dos zonas (Anexo 7, Figura. 38).

Los valores de temperatura fueron proporcionados por la Red Meteorológica del Estado de México. Al igual que la Corporación Weather Spark© [3]. Por lo que se compararon ambos sitios de muestro en Tlalnepantla (FESI) y Naucalpan (Cerro de Moctezuma), en temperatura fue semejante en los dos municipios debido a su cercanía geográfica (Figura 39.), también en los gráficos obtenidos por y la Corporación Weather Spark©, se observa que los meses más cálidos estuvieron presentes en los meses de marzo, abril, mayo a mediados de junio del 2019 muy semejantes en los dos municipios (Figura 40), precipitación (Figura 41).

TEMPERATURA MÁXIMA Y MINIMA PROMEDIO

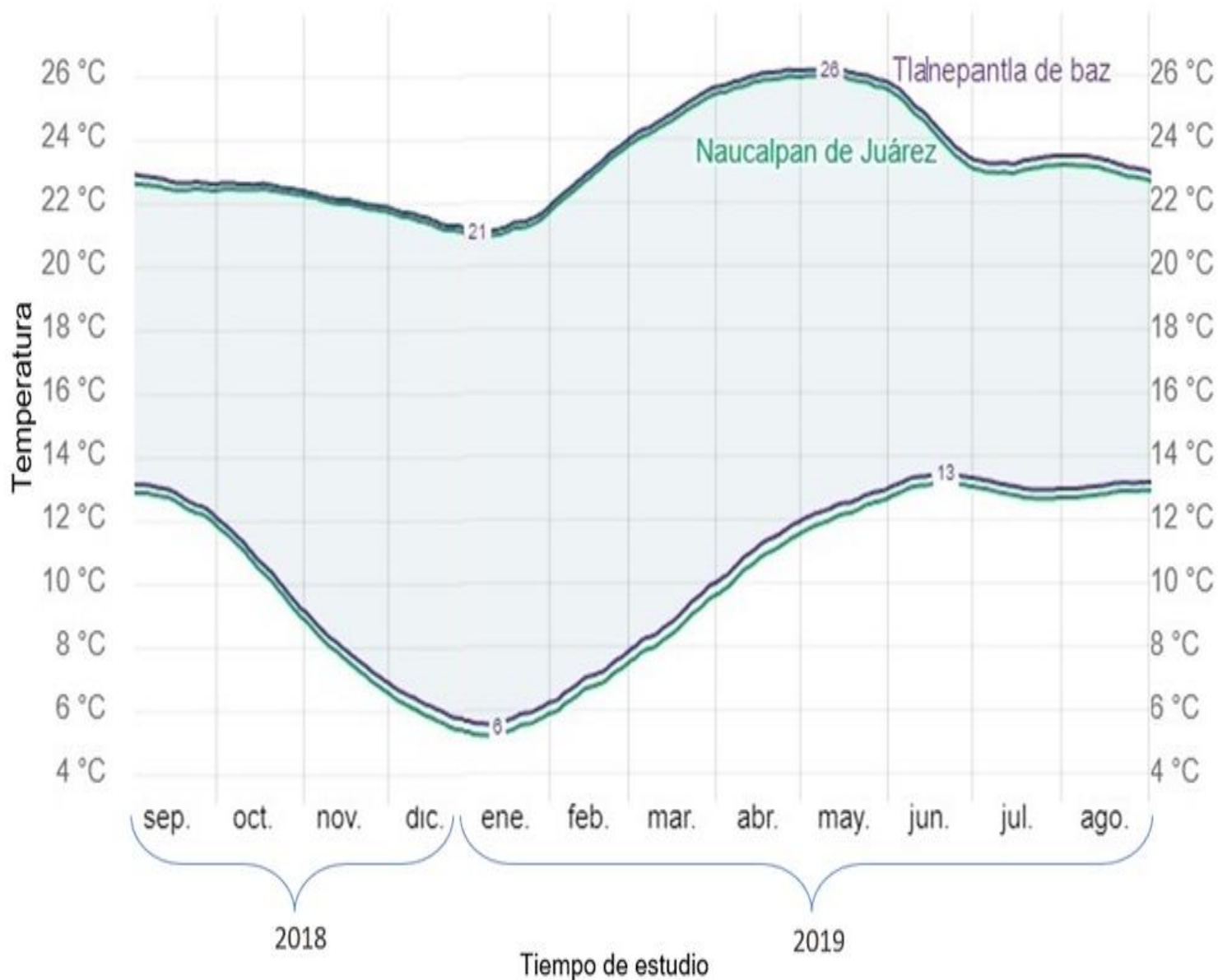



Figura 39. Temperatura máxima y mínima promedio. En color morado Tlalnepantla (FESI), en color verde Naucalpan (Cerro de Moctezuma). Gráfico proporcionado por ©WeatherSpark.com

Con respecto a la precipitación en los dos municipios se mantienen muy semejantes, siendo en septiembre del 2018 y en junio y julio del 2019 los meses más lluviosos (120 a 150 mm).

Para poder observar la abundancia de los organismos en ambas zonas de muestreo con respecto a la precipitación se realizó una gráfica (Figura 41) en donde se observa la interacción de ambas zonas de muestreo, con el número de organismos por mes.

Con base a las curvas de precipitación se estableció 2 temporadas al año una de lluvias y una de secas. Observando una variación temporal de las precipitaciones con periodos distintos de lluvias intensas seguido de fases más secas. Siendo los meses con menos precipitación noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril, en contraste con los meses con más lluvias que van desde el mes de mayo hasta septiembre del mismo año. Cabe mencionar que se representa en la Gráfica 14, con el icono de fuego  el mes en donde ocurrió un gran incendio, en el Cerro de Moctezuma Naucalpan. No obstante, a este siniestro al siguiente mes se obtuvo presencia de organismos, correspondiendo a la familia Calliphoridae; muy seguramente ubicando a los vertebrados fallecidos en tal fuego.

Aunado a lo anterior es relevante destacar, que el número de organismos tendió a aumentar, esto respecto a los meses con mayor precipitación, lo cual contrasta a los meses donde hubo una menor cantidad pluvial, la disminución del número de organismos.

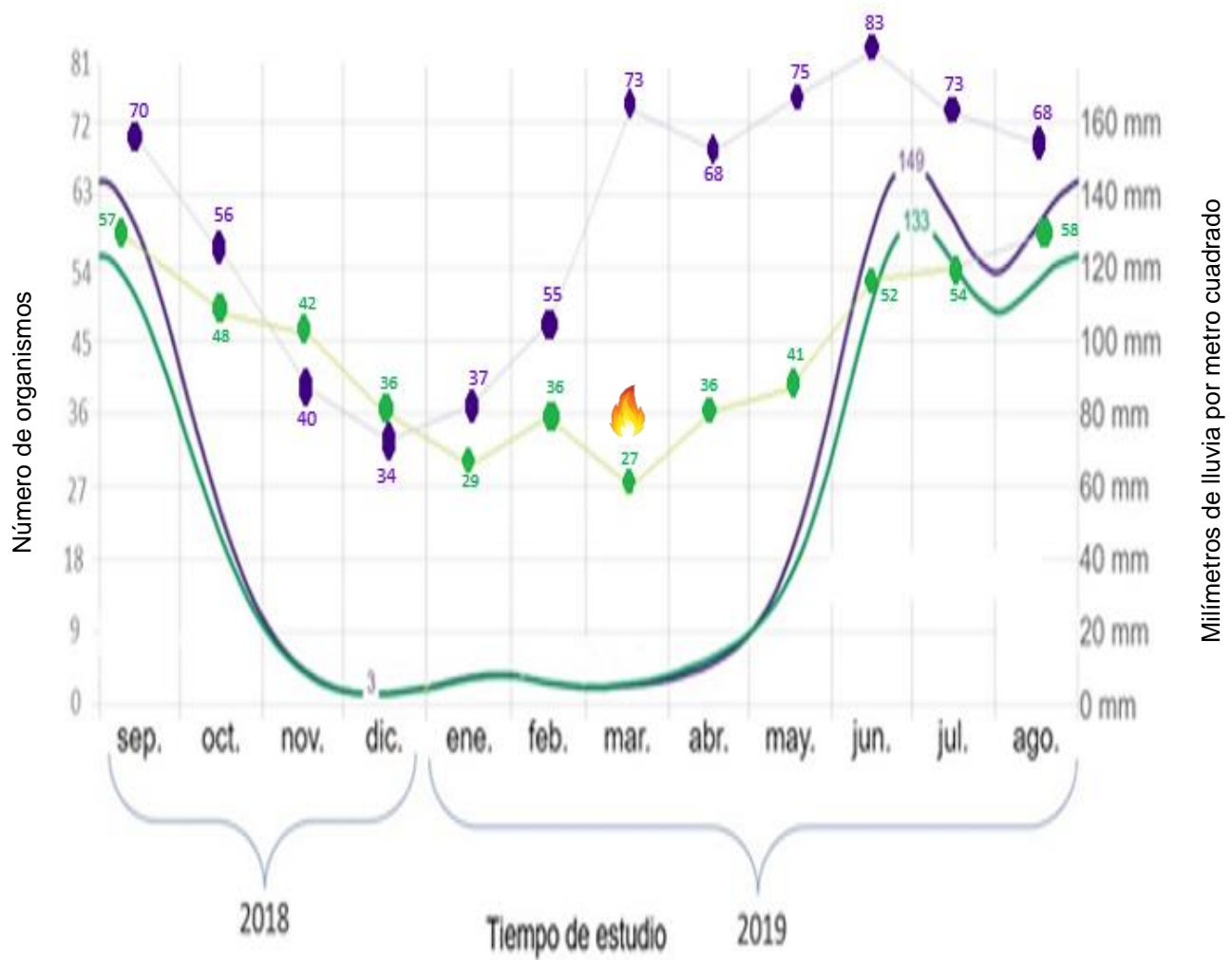


Figura 41. Precipitación de lluvia mensual promedio, durante el periodo de septiembre 2018 – agosto 2019. En color morado Tlalnepantla (FESI), en color verde Naucalpan. (Cerro de Moctezuma). En comparación a el número de organismos por mes en color verde el Cerro de Moctezuma en color morado la FESI. Se agrego el icono de fuego (🔥), representando el mes donde hubo el percance del incendio en el Cerro de Moctezuma Naucalpan.

CICLO DE VIDA

Teniendo en cuenta que diferentes especies de dípteros tienen diferentes patrones estacionales, esto ayuda a conocer factores como la estación del año en que se encontraron restos, ya que la importancia del estudio de dípteros de interés forense es principal en la estimación del intervalo post mortem (IPM) ya que el tiempo transcurrido desde la muerte de un organismo hasta su descubrimiento puede dar un aproximado de la defunción.

El ciclo de vida de los dípteros es corto, desarrollándose rápidamente e invadiendo un cadáver, los insectos cadavéricos que colonizan un cuerpo tienden a llegar a diferentes etapas en el proceso de descomposición, siendo los dípteros los primeros en llegar teniendo diferentes estadios de desarrollo, pueden ser utilizados determinando la edad de las larvas, estimando cuanto tiempo ha pasado desde la oviposición (en algunos casos), dependiendo de los factores ambientales. Tomando en consideración la variabilidad estacional y basándose en los datos de precipitación de lluvia mensual y temperatura a lo largo del período de estudio se observaron las etapas de desarrollo de los organismos hasta los adultos emergentes (Figura 42). El cebo que se obtuvo de las trampas (octubre) se colocó en cámaras de desarrollo larval observando sus diferentes estadios de desarrollo.

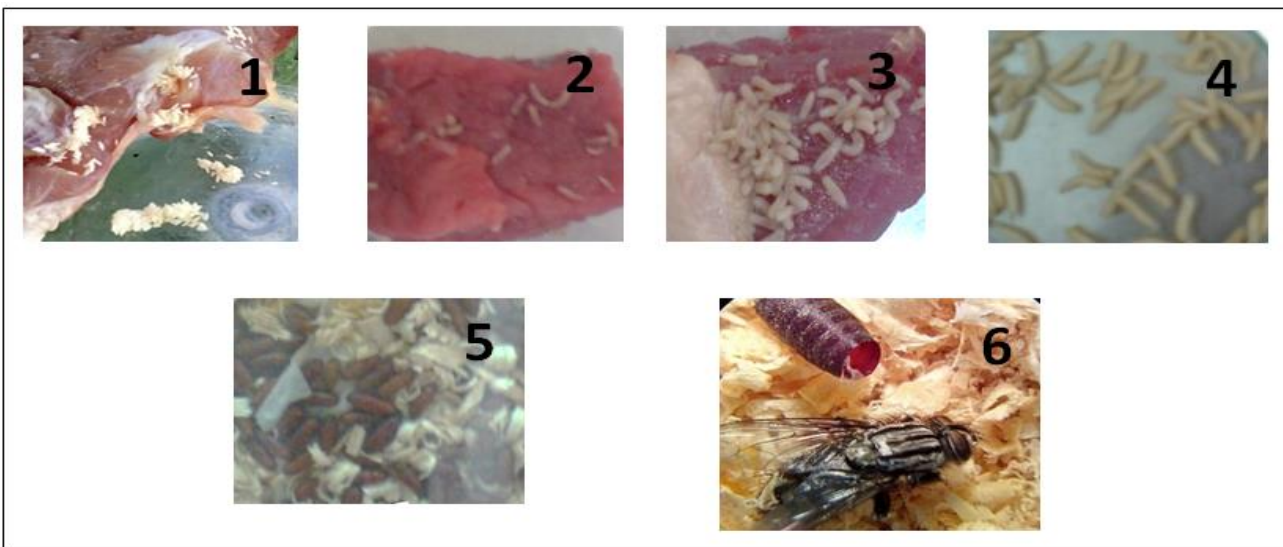


Figura 42. Ciclo de vida de *Sarcophaga haemorrhoidalis*. 1) Huevo-Larviposición, 2) Larva I, 3) Larva II, 4) Larva III, 5) Pupas, 6) Adulto emergente de pupa.

Se obtuvo el registro de 3 especies con su ciclo de vida completo): *Lucilia sericata* (Figura 43), *Chrysomya rufifacies* (Figura 44) y *Sarcophaga haemorrhoidalis*, donde se logró observar las diferentes etapas de desarrollo.

Los ciclos de vida de estas tres especies tienen una duración semejante *C. rufifacies*, 32 días; *L. sericata* 33 y *S. haemorrhoidalis* 34: es importante mencionar que esta última presenta larviposición.

Se observa que el tiempo que duro el estado de pupa fue mayor en *S. haemorrhoidalis* (480-528) con respecto a las otras dos especies (Figura 45).

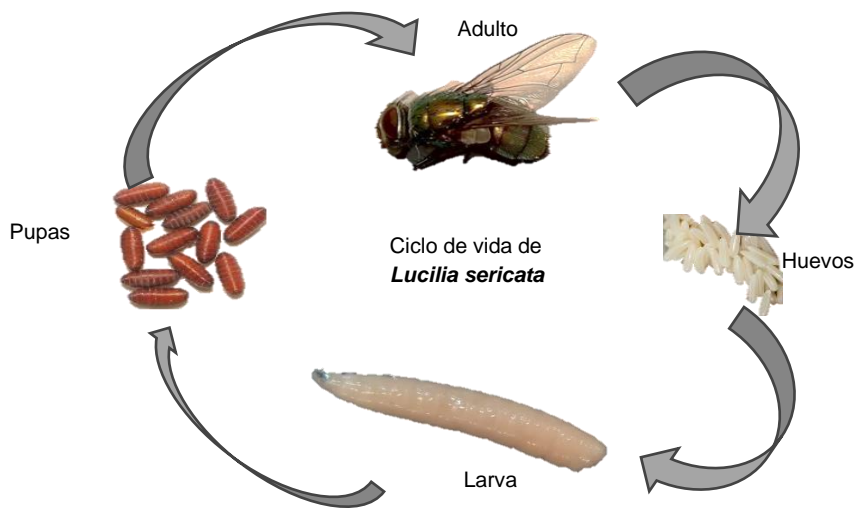


Figura 43. Ciclo de vida de *Lucilia sericata*.

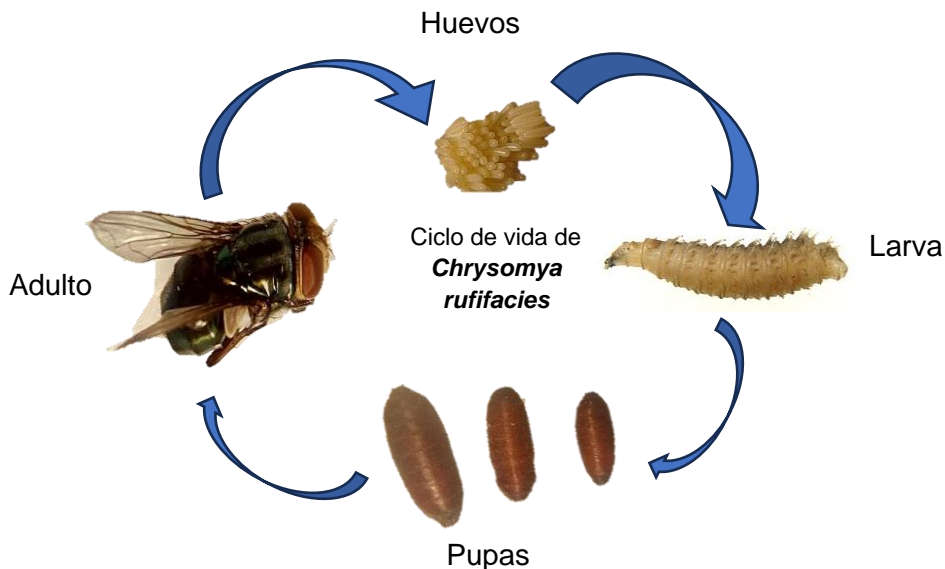


Figura 44. Ciclo de vida de *Chrysomya rufifacies*.

	Tiempo en horas					Total, en días
Fase Especies	Pre-oviposición	Huevo	Larva	Pupa	Tiempo en horas total	
<i>Lucilia sericata</i>	24	23-24	325	432	805	33
<i>Chrysomya rufifacies</i>	17-19	24	270	456	769	32
<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	Larviposición		262	480-528	839	34

Figura 45. Tiempo en horas en cada fase de desarrollo de los dípteros emergentes.

El ciclo de vida de los dípteros y la histología están vinculados en la medida en que la histología proporciona una herramienta para estudiar y comprender los diferentes estadios de desarrollo en el ciclo de vida de estos insectos. Esta comprensión detallada es fundamental en la entomología forense para obtener información adicional sobre las circunstancias que rodean la muerte en un contexto forense. La histología de dípteros de interés forense es un medio útil en el ámbito de la entomología forense, por este medio se puede comprender la identificación de las fases de desarrollo y el reconocimiento de las especies. Diferentes especies de dípteros de interés forense pueden tener características histológicas distintivas. De igual manera el estudio de la histología permite examinar las características morfológicas y anatómicas de las larvas y adultos de dípteros a nivel microscópico. Esto es especialmente útil para identificar características específicas de una especie y para diferenciar de otras estrechamente relacionadas. Así como el análisis de los tejidos internos de las larvas y adultos, puede dar información sobre las condiciones ambientales en las que se desarrollaron. La combinación de la entomología forense y la histología mejora la precisión y la confiabilidad de la evidencia en investigaciones criminales y procedimientos judiciales.

HISTOLOGÍA

Con la idea de tener mayor conocimiento de las especies, se realizó la histología de: *Lucilia sericata*, *Sarcophaga haemorrhoidalis*, *Chrysomya megacephala*, *Calliphora latifrons*, *Calliphora vicina*; en estado adulto y en algunos casos también como estado larval del último estadio, los cortes realizados fueron longitudinal y transversal.

Lucilia sericata

Se realizó la histología en corte transversal, en donde inicialmente se observan las estructuras internas de la cabeza, las cuales consisten en el aparato ocular y la cavidad bucal (CB), esto en un aumento de 4x, donde se observa el ojo compuesto (OC) y los palpos maxilares (PM).

En un aumento de 10x se observa la córnea (C), el cono cristalino (CC), así como las células de la omátide, el rabdómero (Rb), la membrana basal (MB) y el nervio óptico (NO). En 40x se aprecia la córnea, el cono cristalino y las células que componen la faceta (F) (Figura 46).

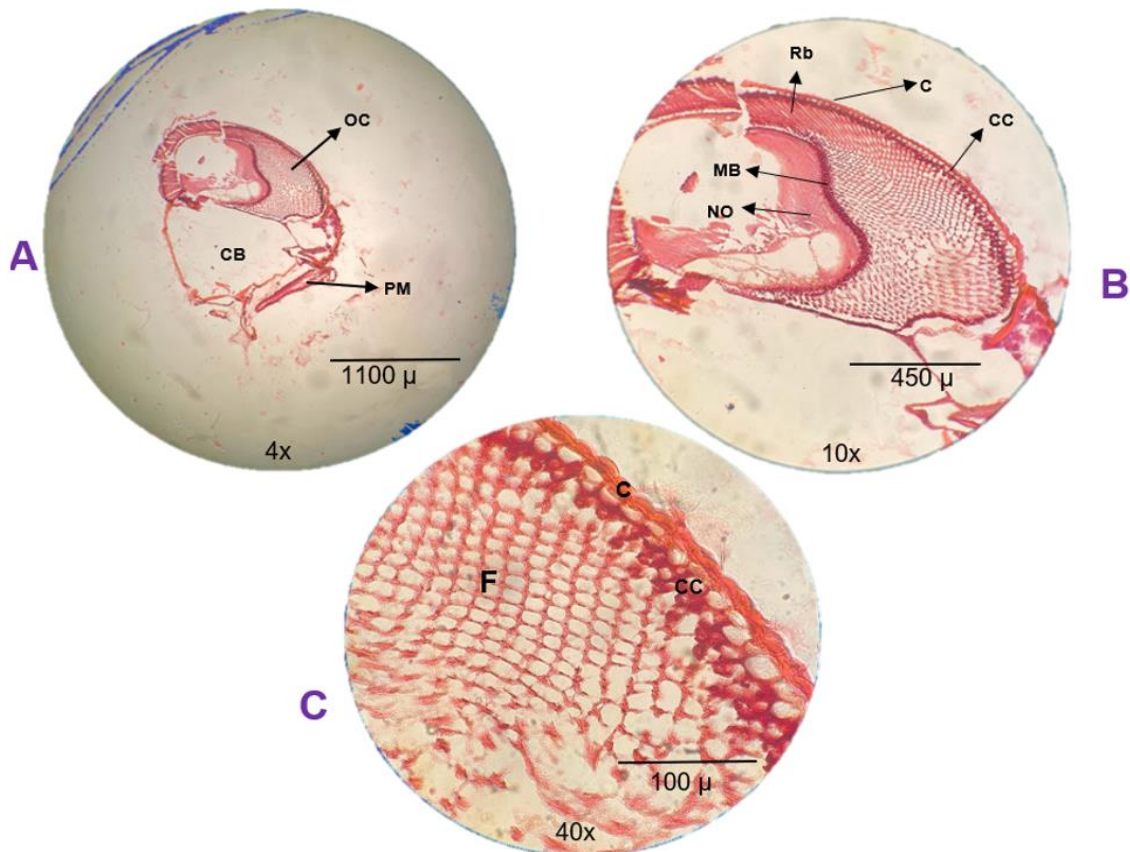


Figura 46. Corte transversal de *Lucilia sericata*, a 7 μ , en región de la cabeza, observado con microscopio óptico: (A) **OC**: Ojo compuesto, **PM**: Palpos Maxilares, **CB**: Cavidad Bucal, (B) **Rb**: Rábdom, **C**: Cornea, **CC**: Cono Cristalino, **MB**: Membrana Basal, **NO**: Nervio Óptico, (C) **C**: Cornea, **CC**: Cono Cristalino, **F**: Faceta.

En la parte torácica de *Lucilia sericata*, se percibe parte del tubo digestivo contorneado (TDC) en un aumento de 4x. La musculatura alar (M), tráqueas (T), son las más representativas en esta área a 10x, las células enzimáticas (CE) y musculares (CM), se pueden percibir en 40x, así como también el lumen (L) en su parte más interna, eso observado en un microscopio óptico (Figura 47).

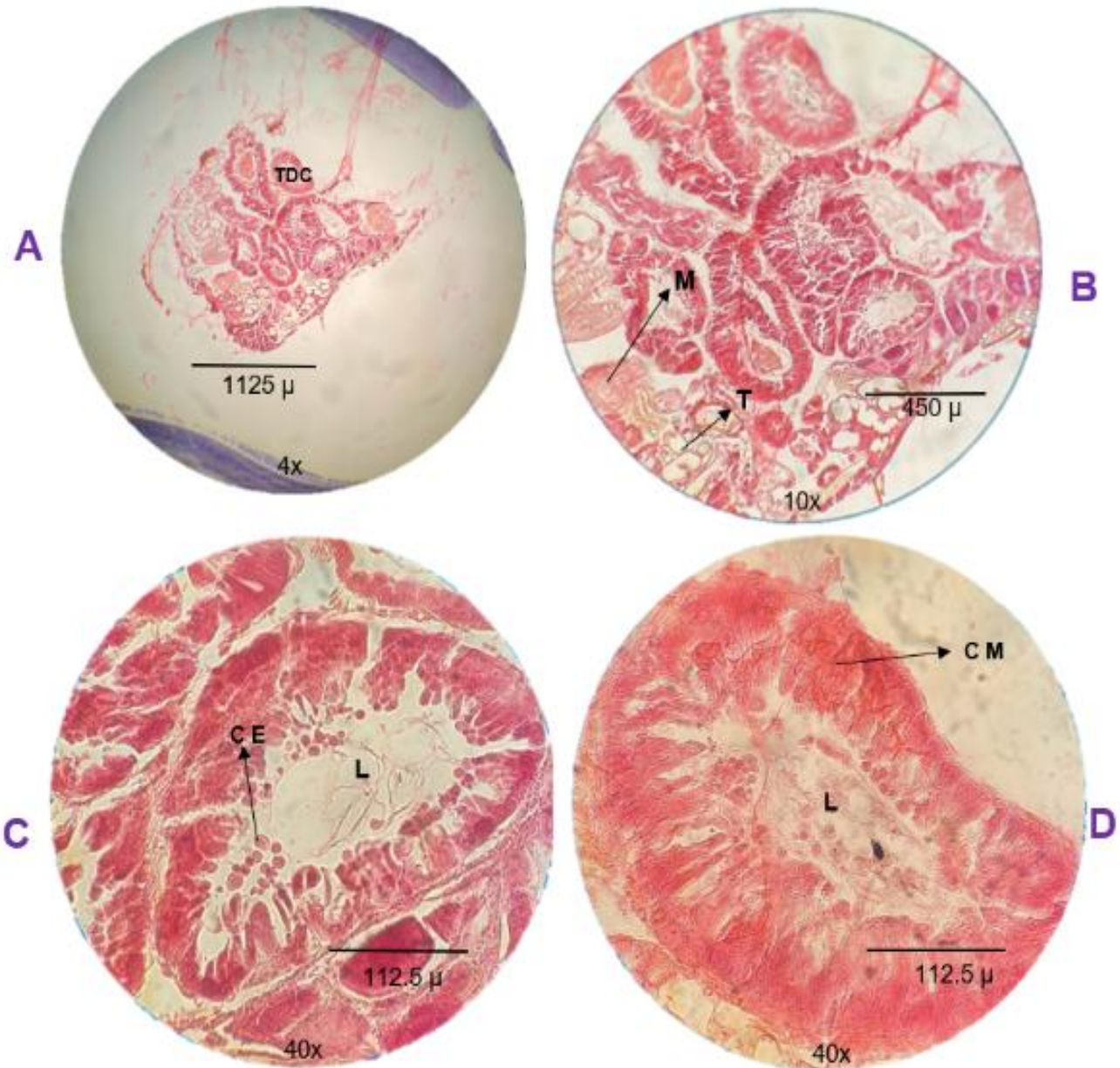


Figura 47. Cortes histológicos de *Lucilia sericata*, a 7 μ, en corte transversal, área torácica; con microscopio óptico. (A) **TDC**: Tubo Digestivo Contorneado visto a 4x, (B) **M**: Musculatura, (**T**): Tráqueas, en 10x; (C) **CE**: Células Epiteliales, **L**: Lumen; en 40x (D): **CM**: Células Musculares; en 40x.

Los cortes longitudinalmente de *Lucilia sericata*, se muestra el organismo completo, percatándose la cabeza el tórax y abdomen (Figura 48).

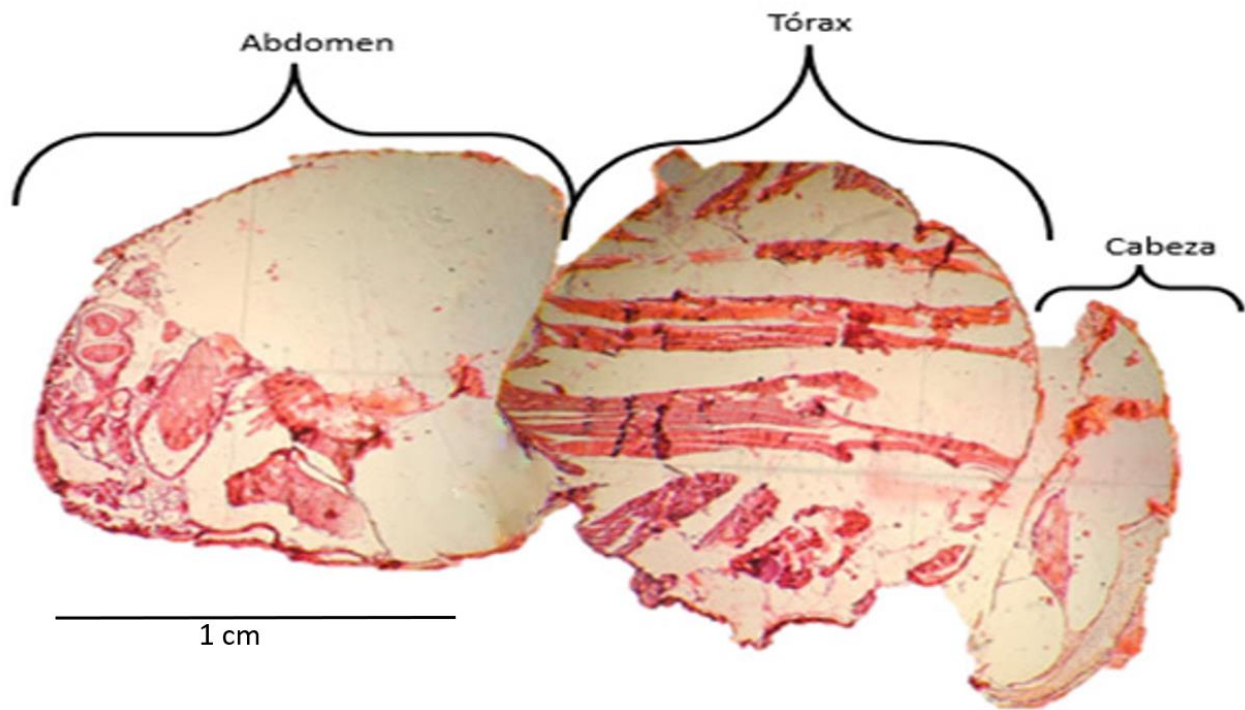


Figura 48. Corte longitudinal de, *Lucilia sericata*, a 7 μ , vista en un microscopio óptico, seccionado a cabeza, tórax y abdomen.

Se observa en el microscopio de Epifluorescencia y Contraste de Fases, estructuras como la córnea (C), cono cristalino (CC), células de la retina (CR), rabdómero (R), la membrana basal (MB) y nervio óptico (NO); en un aumento de 40x. Dentro de la parte cefálica, también se percata la presencia de ocelos (Oce), cerebro (Ce), y musculatura (M), en 10x ; en la parte posterior del organismo, se miran las gónadas (G) en un aumento de 40x, así como tráqueas (T) y en su parte exterior la cutícula (C) (Figura 49).

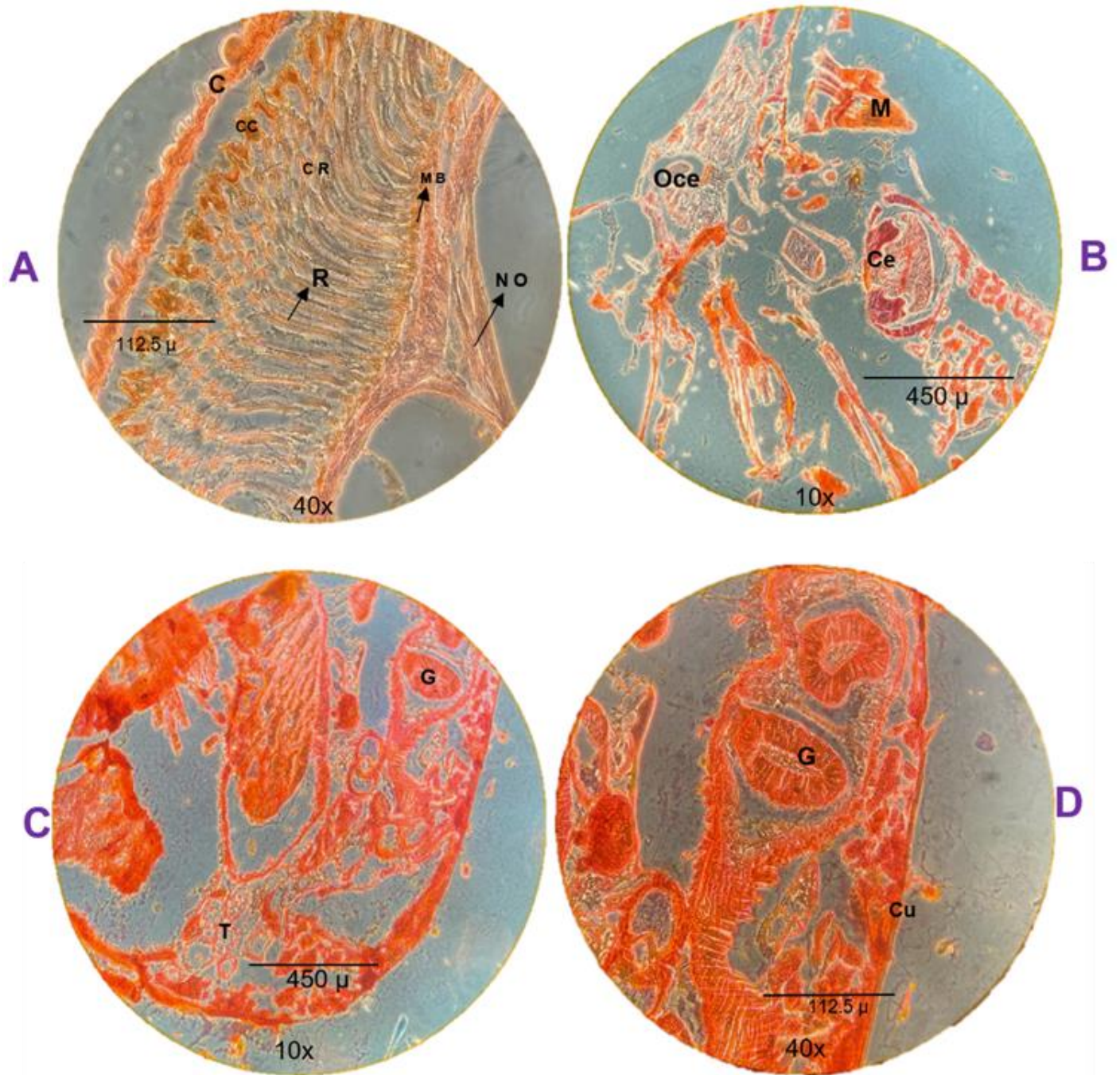


Figura 49. Corte longitudinal de 7 μ *Lucilia sericata*, región cefálica en microscopio de contraste de Fases; (A) **C**: córnea, **CC**: cono cristalino, **CR**: células de la retina, **R**: rabdómero, **MB**: membrana basal, **NO**: nervio óptico. (B) **GC**: ganglio cerebral, **M**: musculatura. (C) **T**: tráqueas (D) **G**: gónadas, **Cu**: cutícula.

En un aumento de 4x en la parte cefálica se observa el ojo compuesto (OC), en la parte torácica del organismo se percibe la musculatura alar (MA) (Figura 50).

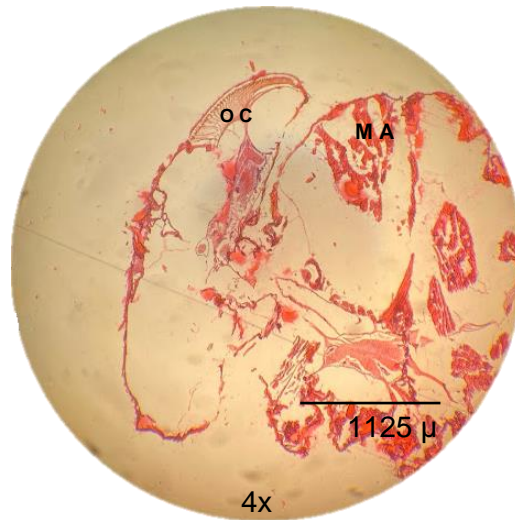


Figura 50. *Lucilia sericata*, corte longitudinal de 7 μ , en área cefálica y torácica. En un aumento de 4x. Vista en Microscopio óptico. **OC**: ojo compuesto. **MA**: musculatura alar.

Se realizó cortes histológicos de larva de *Lucilia sericata* observada en Microscopio de Contraste de Fases (Figura 51), en 20x donde se observan paquetes musculares (PM), y alimento en el lumen intestinal (AL) y cuerpos grasos (CG). Mientras que en 40x se percibe tráqueas (T), cutícula (Cu) y las setas (S) en su exterior.

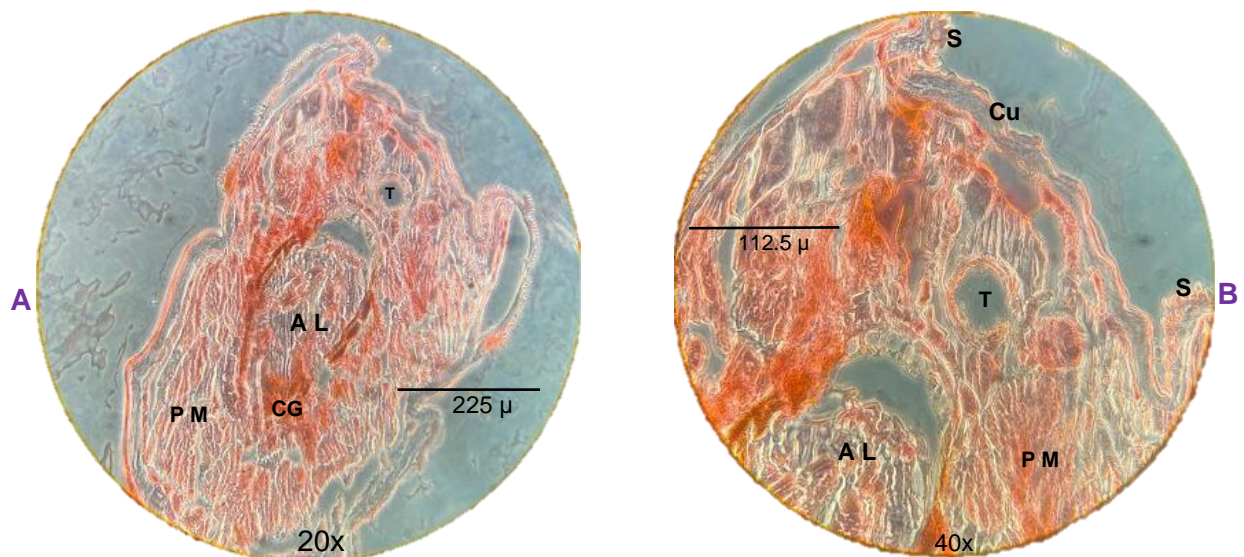


Figura 51. Corte transversal de *Lucilia sericata*, a 7 μ . Vista en microscopio de Contraste de Fases. (A) **T**: tráqueas, **AL**: alimento en el lumen intestinal, **PM**: paquetes musculares. (B) **S**: setas, **Cu**: cutícula.

Calliphora vicina

Para esta especie se realizaron 3 cortes histológicos los cuales son: longitudinal, transversal y del estadio larval de forma transversal. Se observa el organismo completo con los segmentos bien definidos en cabeza, tórax y abdomen en un corte longitudinal (Figura 52).

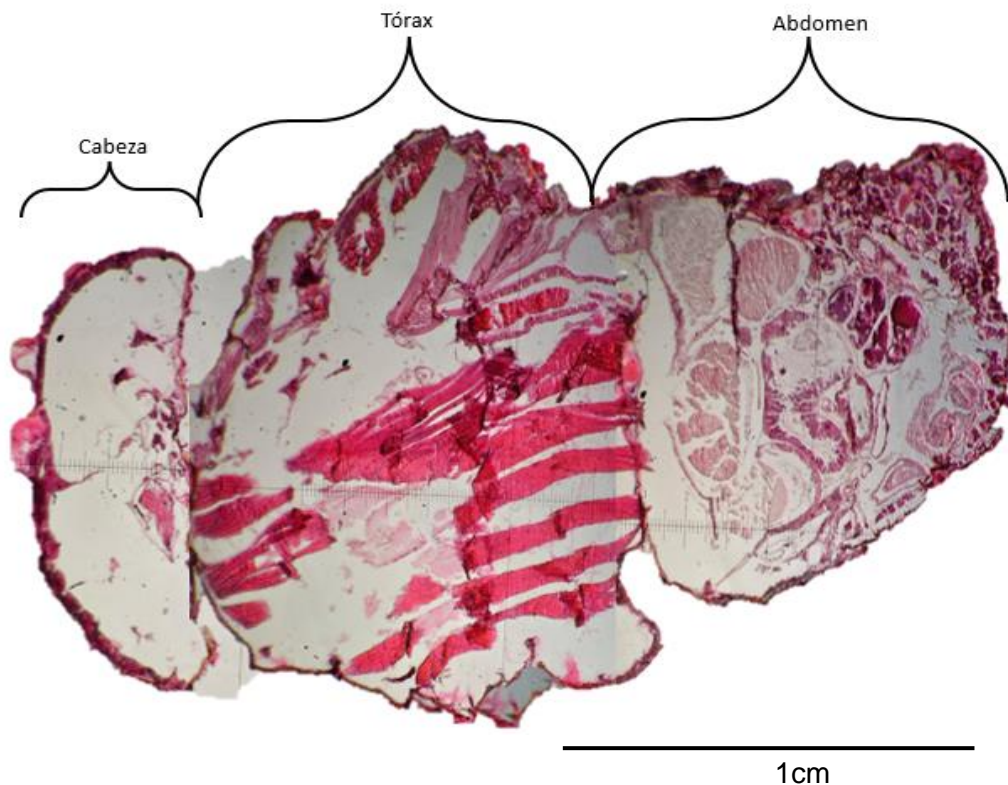


Figura 52. Corte Longitudinal de *Calliphora vicina*, a 7 μ , se secciona en Cabeza, Tórax y Abdomen, observado en Microscopio Óptico.

Los cortes transversales de *Calliphora vicina* se observa en la parte cefálica, los palpos (P) y el aparato bucal (AB), musculatura en sus extremos (M) y cavidad bucal (CB), esto en un aumento de 10x. Figura 53 B, en su interior se perciben sedas (S) y vellosidades; así como Glándulas salivales (GS). Esto en un Microscopio de contraste de fases. Cabe mencionar que las proyecciones de la cavidad bucal se proyectan en el interior de esta. Esto se percibe en la Figura 53 C, donde también se mira la probóscide (P), y el labelo (L).

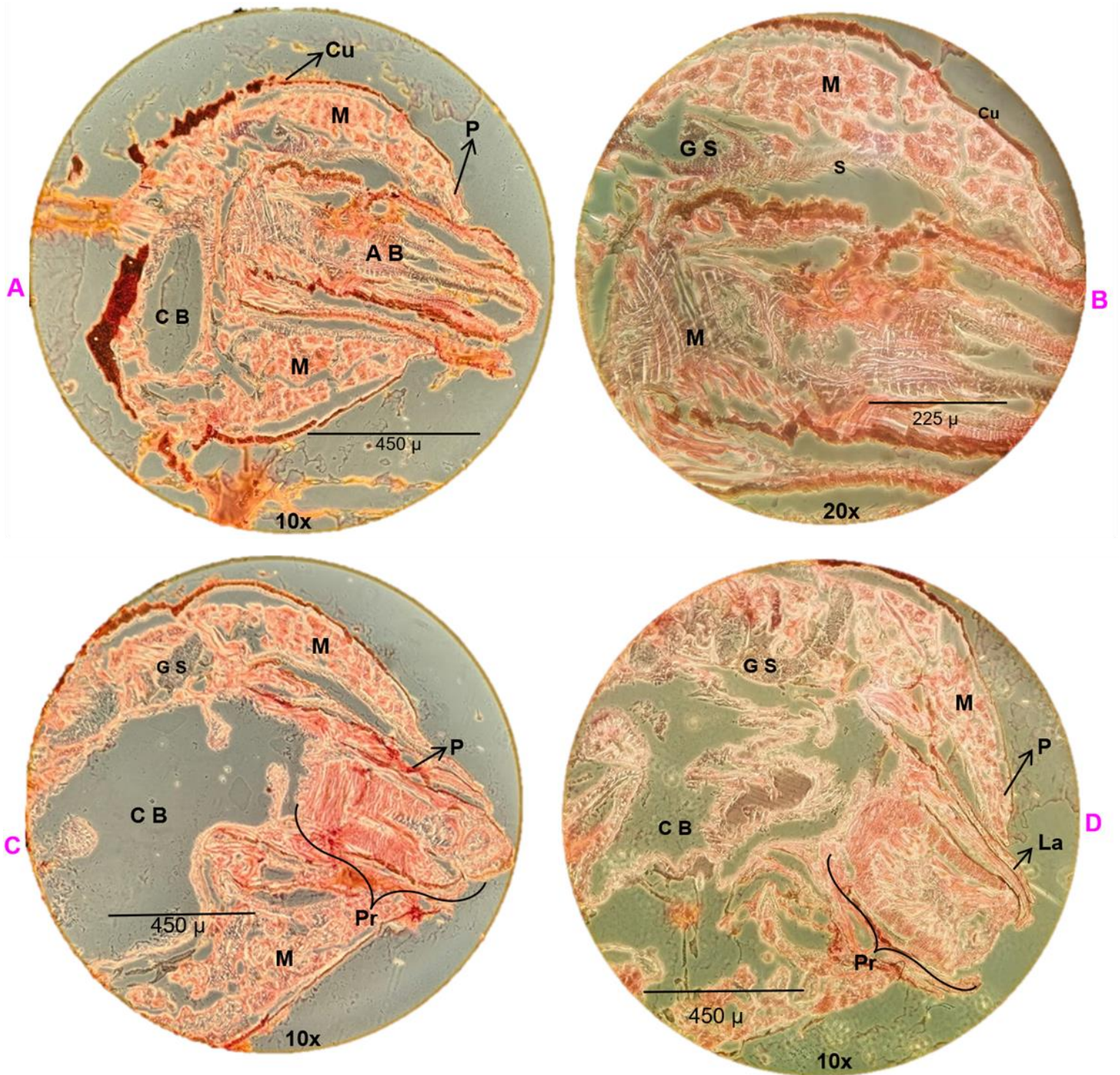


Figura 53 Corte transversal de *Calliphora vicina*. A 7 μ . Observado en Microscopio de contraste de Fases. (A) **Cu**: cutícula, **M**: musculatura, **P**: palpos, **AB**: aparato bucal, **CB**: cavidad bucal. (B) **S**: setas. En un aumento de 20x. (C) **Pr**: probóscide. (D) **La**: labelo.

En la parte del protórax de *Calliphora vicina* en Contraste de Fases, se observan bien delimitada las glándulas salivales (GS), en la parte posterior de la probóscide la musculatura interna (M) (Figura 54). Así como túbulos de Malpighi (TM), y tráqueas (T).

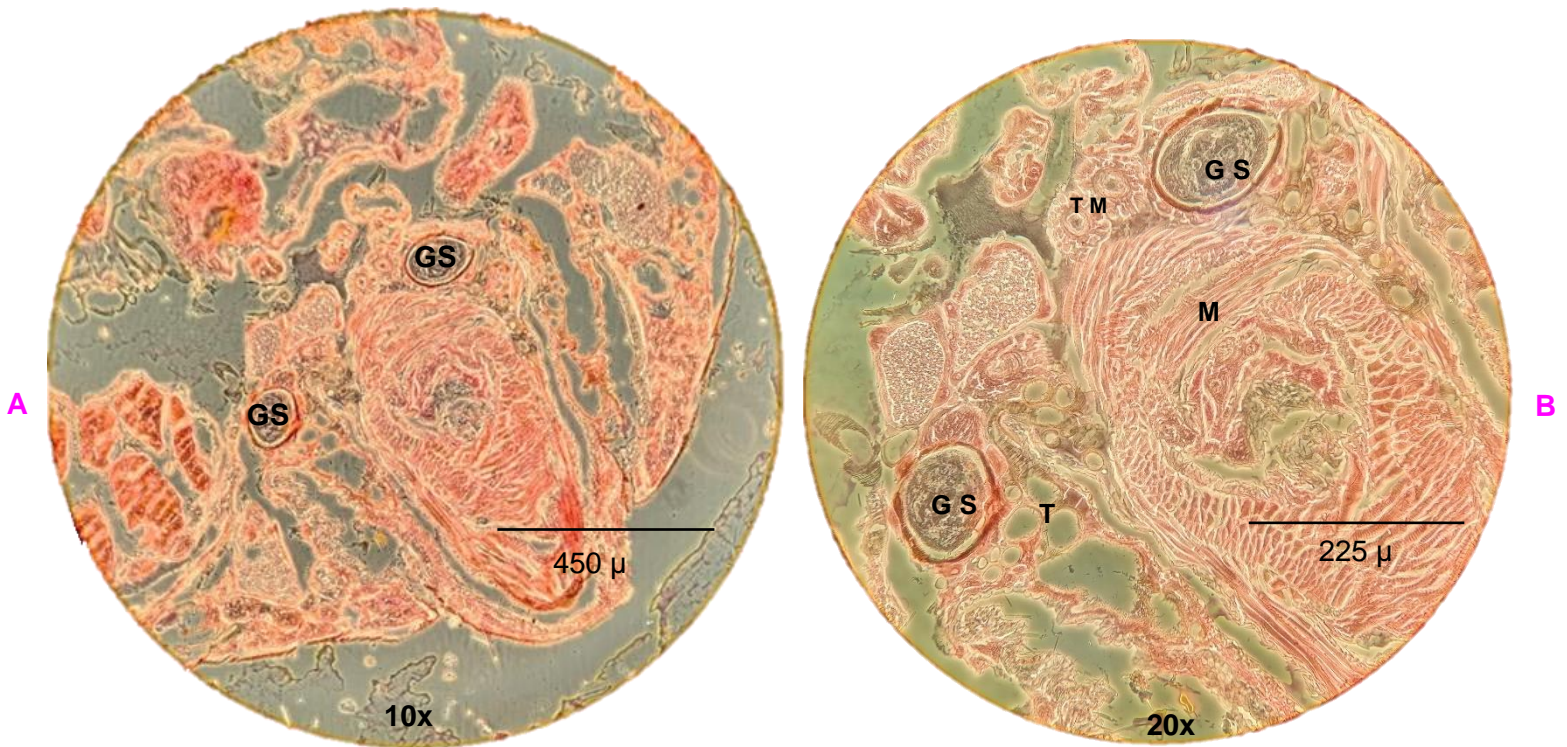


Figura 54. Corte transversal de *Calliphora vicina*, a $7\ \mu$, observada en Microscopio de Contraste de Fases, en parte posterior de la cabeza. (A) **GS**: glándulas salivales, a 10x; (B) **M**: musculatura, **TM**: túbulos de Malpighi, **T**: tráqueas, esto en un aumento de 20x.

La parte torácica de *Calliphora vicina*, se percibe la musculatura de las alas (MA), así como parte del sistema digestivo, en el tubo digestivo contorneado (TDC), y tráqueas (T), en la periferia de percata la cutícula, visto en contraste de fases a 10x (Figura 55).

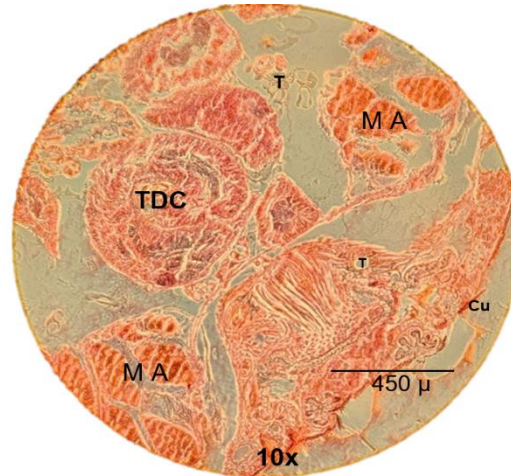


Figura 55. Corte transversal de *Calliphora vicina* a 7 μ , Observado en Microscopio de Contraste de Fases.
MA: musculatura alar, **TDC:** tubo digestivo contorneado, **T:** tráqueas, **C:** cutícula.

Se realizó un corte transversal de larva de *Calliphora vicina* (Figura 56) debido a la fragilidad del organismo, se observan paquetes musculares internos (M), y el tubo digestivo (TD) en su interior, esto en un aumento de 10x, de la misma manera se observó en 100x el tubo digestivo (TD), en su contorno las células epiteliales contorneando (CE) y cuerpo graso (CG).

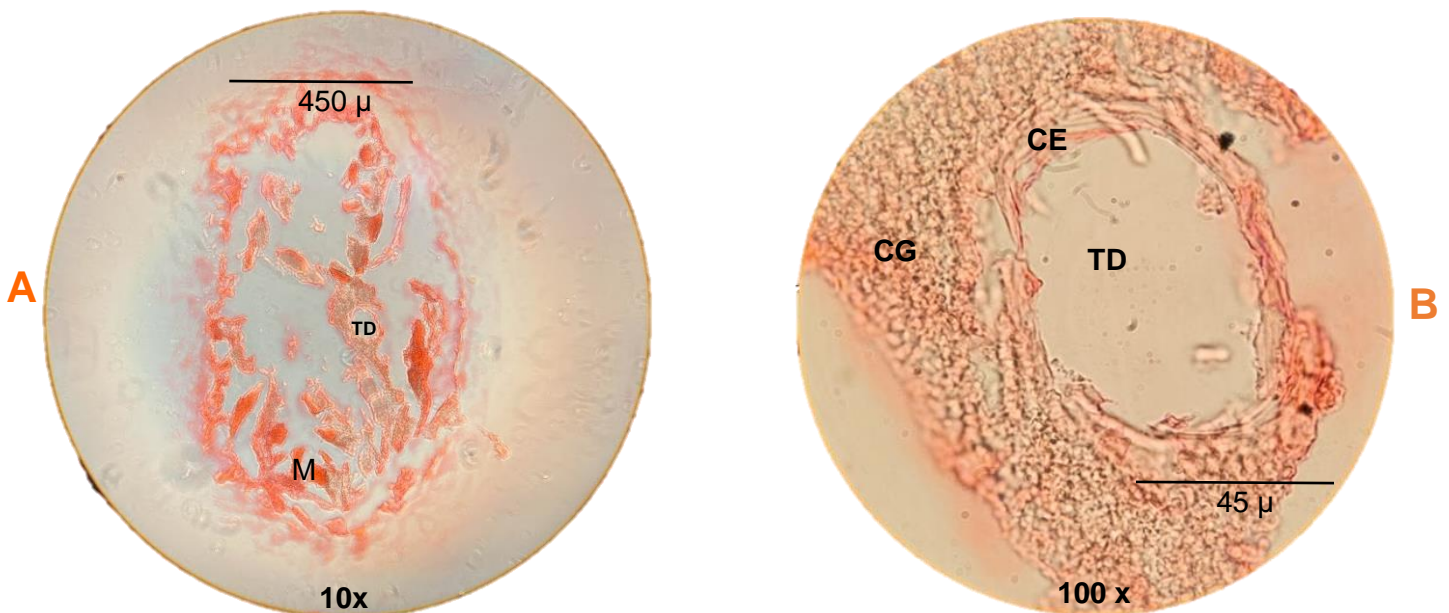


Figura 56. Corte transversal de Larva de *Calliphora vicina*, a 7 μ , en un aumento de 10 x. (A) **TD:** Tubo Digestivo, **M:** Musculatura. En un aumento de 100x (B) **CE:** Células Epiteliales, **CG:** Cuerpo Graso. Observado en un Microscopio Óptico.

Chrysomya megacephala

Para esta especie se realizó un corte transversal. Donde se observan el ojo compuesto (OC), con la córnea (C) en la parte exterior, el nervio óptico (NO), ganglio cerebral (GC), protocerebro (Prc), visto en un aumento de 20 x se percibe el rabdomero (Rb) y la facetas (Figura 57).

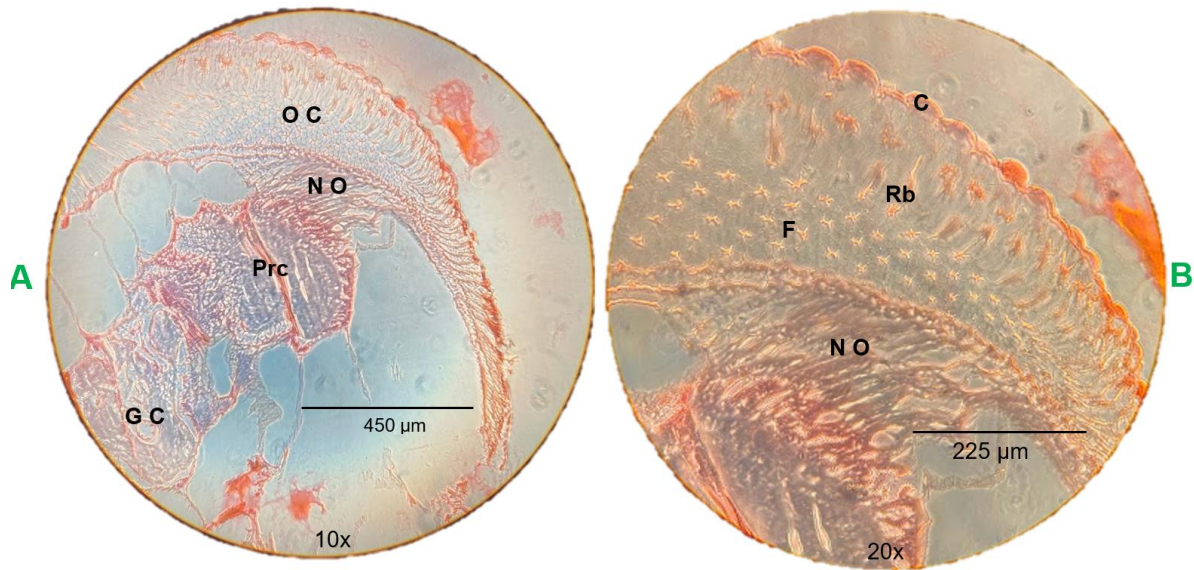


Figura 57. Corte Transversal de *Chrysomya megacephala*, en contraste de fases a 10x. (A) OC: ojo compuesto, NO: nervio óptico, Prc: protocerebro, GC: ganglio cerebral. (B) C: córnea, Rb: rabdomero, NO: nervio óptico.

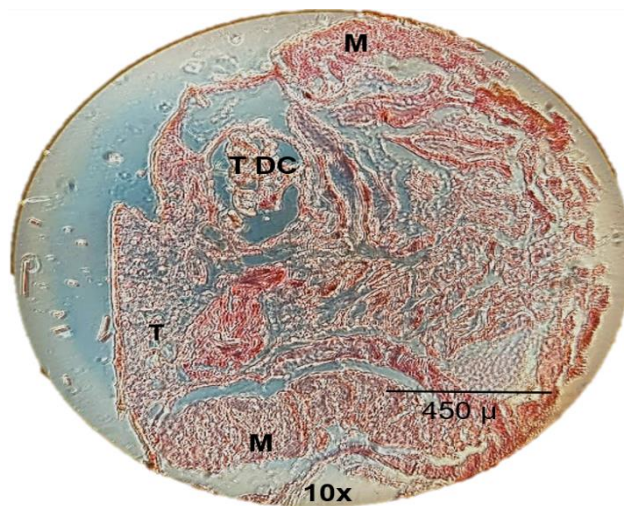


Figura 58. Corte transversal de *Chrysomya megacephala*, vista en microscopio de contraste de Fases a 10x. M: Musculatura, TD: Tubo Digestivo, T: Tráqueas.

Calliphora latifrons

Se realizó un corte transversal *Calliphora latifrons*, en adulto (Figura 59) donde en el Tórax se aprecian las reminiscencias de los apéndices que fueron retirados al momento de la fijación previa a la histología. Así como musculatura (M), el tubo digestivo (TD) y la cutícula (Cu).

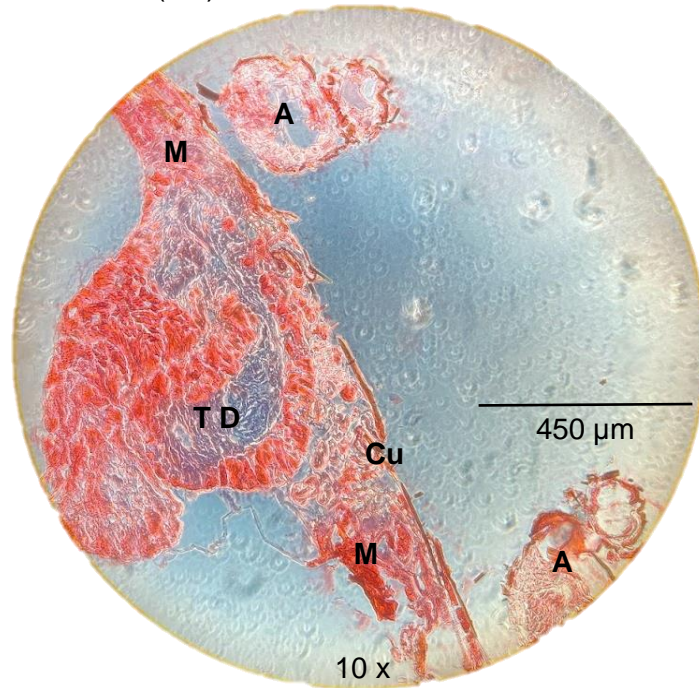


Figura 59. Corte transversal en adulto de *Calliphora latifrons*, **A**: apéndices, **M**: musculatura, **C**: Cutícula, **TD**: tubo digestivo.

De igual manera se realizó un corte larva de *Calliphora latifrons* (Figura 60) donde se observa en la parte anterior de la larva; el esqueleto cefalofaríngeo (Es Cf), los ganchos bucales, musculatura (M), delimitado por la cutícula (C).

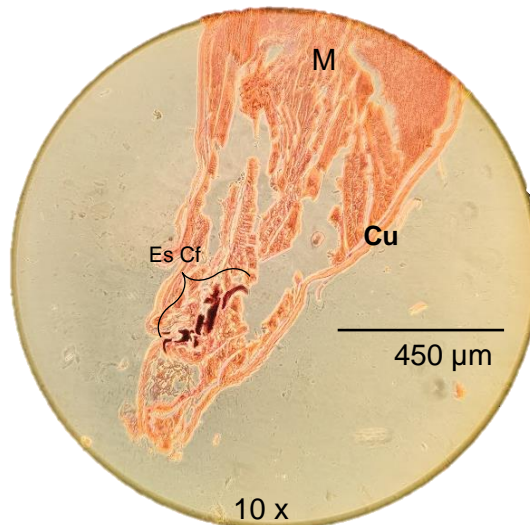


Figura 60. Corte longitudinal de larva de *Calliphora latifrons*, vista en un aumento de 10x en microscopio óptico. **M**: musculatura, **Es Cf**: esqueleto cefalofaríngeo, **C**: cutícula.

Sarcophaga haemorrhoidalis

Para este organismo se realizó un corte transversal (Figura 61), en donde se nota en la parte anterior cefálica, (A) el ojo compuesto (OC), y al interior el nervio óptico (NO), así como el ganglio cerebral (GC). En la parte torácica (B), principalmente se encuentran las musculaturas alares (M) y tráqueas (T). Mientras que, en la sección abdominal, se percibe delimitado con su cutícula (C), en el interior el tubo digestivo contorneado (TDC), y las gónadas (G), de esta manera, tráqueas a lo largo del organismo (T) y túbulos de Malpighi (TM), esto visto en un microscopio de Contraste de Fases a 10x.

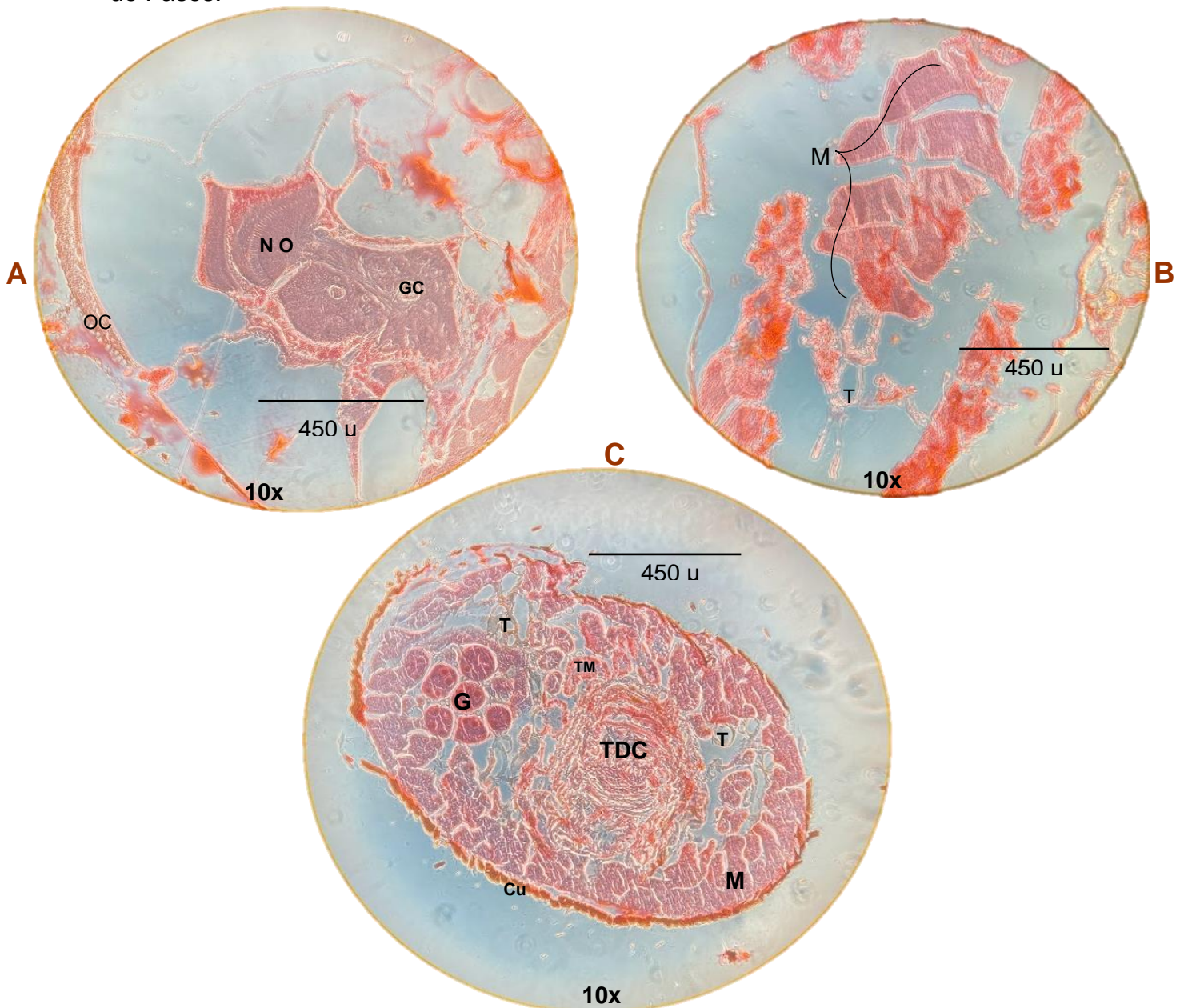


Figura 61. Corte transversal de *Sarcophaga haemorrhoidalis*, vista en un Microscopio de Contraste de Fases a 10x; (A). Parte Cefálica, **OC**: ojo compuesto, **NO**: nervio óptico, **GC**: ganglio cerebral. (B) Parte Torácica, **M**: musculatura, **T**: tráqueas. (C) Parte Abdominal, **G**: gónadas, **T**: tráqueas, **TM**: túbulos de Malpighi. **TDC**: tubo digestivo contorneado. **M**: musculatura. **Cu**: cutícula.

DISCUSIÓN

La abundancia de los dípteros en particular de la familia Calliphoridae, ha sido reportada en múltiples estudios de interés forense como lo comenta Liria en 2006. En el presente estudio en ambas zonas de muestreo (FESI y Cerro de Moctezuma) se presentó dicha familia, estos individuos forman parte de las primeras oleadas de la sucesión. Dichos organismos llegan atraídos por el olor de gases desprendidos en el proceso de degradación posterior a la putrefacción del cadáver. (Liria, 2006). Conforme a los resultados *Lucilia sericata* fue una de las especies con mayor abundancia teniendo un 26% del total de los organismos encontrados en el Cerro de Moctezuma (Naucalpan) y un 45% en los individuos totales colectados en la FESI (Tlalnepantla), lo que concuerda con los estudios realizados por Battán y colaboradores en 2016, siendo una de las especies más abundantes en ambientes urbanos.

Arnaldos en 2012, realizó una investigación donde señala a *L. caesar* como la especie que estuvo presente en el verano del mismo año, con mayor abundancia de especímenes, esto representa una similitud con los resultados obtenidos ya que esta especie de igual manera fue una de las más abundantes en la zona del Cerro de Moctezuma, teniendo un 16% del total de las especies, resultando así que la época de verano se presentó un mayor número de organismos.

Por otro lado, *Chrysomya rufifacies* en la localidad de estudio del Cerro de Moctezuma tuvo una abundancia del 10% del total de organismos, lo que representa un total de 51 individuos; la baja cantidad de organismos se debe a que esta especie suele ser más dominante en épocas cálidas mientras que la temporada en donde se colectó, la temperatura cualitativamente fue más fría: Siendo el mismo comportamiento observado en *Ch. megacephala*, que igualmente al ser una especie que se encuentra poco abundante, puede estar presente durante todas las épocas del año (Shewell, 1987). Es importante señalar que tanto *Ch. rufifacies* como *Ch. megacephala* son especies introducidas (Byrd y Castner, 2010). La primera originaria de Australia y la segunda es muy bien conocida como la mosca oriental de la letrina, originaria de las regiones de Australasia, Paleartico y Oriental, así como de las islas sudafricanas y Afrotropicales (Smith, 1986) a diferencia de estas, la

mayoría de las especies de *Lucilia* son nativas de la zona biogeográfica, del Neártico.

Mientras tanto dentro de los sarcófagidos presentes en el estudio de las ciencias forenses la familia Sarcophagidae es la más abundante. Dicha familia contiene a las moscas más grandes, cabe mencionar que ésta comprende 2,200 especies incluidas en 51 géneros (Pape *et al.*, 2011). De todas estas especies solo *Sarcophaga haemorrhoidalis* fue el organismo registrado de esta familia en las dos localidades del Estado de México, esto debido a que es la especie con mayor distribución en la zona que comprende a la región neártica, esto según García-Espinoza y Valdés-Perezgasga (2012).

Una de las especies que se encontró en ambas zonas de estudio es *Calliphora vicina*, teniendo en el cerro de Moctezuma el 7% de los organismos totales, mientras que en la FESI se obtuvo un 8%, la presencia en ambas zonas es debido a que puede colonizar hábitats urbanos, suburbanos y rurales, así como áreas cercanas a cuerpos de agua, bosques o entornos agrícolas. Teniendo en cuenta que los lugares de muestreo fueron idóneos para su distribución. Lo que concuerda con los estudios de Whitworth en 2009, mencionando que esta especie podría relacionarse a la actividad humana, debido a la disposición inadecuada de residuos orgánicos, animales muertos o la presencia de las condiciones propicias para la cría de estos organismos.

Por otro lado, *Lucilia eximia* al igual que *Lucilia caesar*, es una de las especies que solo se localizó en el cerro de Moctezuma teniendo un 8% de organismos totales en el área. Mientras que *Lucilia caesar* tuvo un 16% de los individuos totales. Considerando que al igual que las especies de este mismo género, son de los primeros organismos en colonizar un cuerpo humano o de otro animal, tomando en cuenta lo dicho por Garcés y colaboradores en 2021. Cabe destacar que *L. caesar* es la segunda especie más abundante en la zona del cerro de Moctezuma, después de *L. sericata* siendo estos organismos más abundantes durante la época de verano y en climas más cálidos, concordando con los resultados conseguidos por Bordas en 2009.

Así mismo, *Calliphora latifrons*, una de las especies que solo se encontró en el área de estudio de la FESI en Tlalnepantla, teniendo un 10% del total de organismos, su presencia coincide con el estudio de Villeda en 2015, donde su distribución es en la misma región del sitio de muestreo.

Por último, *Musca domestica*, se encontró en ambas zonas, teniendo en porcentaje el menor número de organismos registrados; 8% para Naucalpan en el cerro de Moctezuma y 4% en Tlalnepantla en la FESI. La distribución de este organismo es amplia debido a que esta especie está estrechamente relacionada con hábitats humanos y es un organismo adaptable a una variedad de climas, considerando que los rangos de temperatura para desarrollarse van de 20 a 30°C lo que corresponde a Meraz y colaboradores en 2019.

El conocimiento del ciclo de vida de los dípteros como se ha mencionado es de suma importancia para el IPM (Intervalo Post Mortem) da una estimación del deceso de algún individuo (Amendt *et al.* 2007).

En referencia al ciclo de vida obtenido de *S. haemorrhoidalis*, este fue completo con mayor número en horas (839) es decir 34 días en total desde la larvoposición hasta la emergencia del adulto. Se compararon los datos obtenidos con los de Miranda Gallando en 2013, teniendo afinidad respecto a que en menor temperatura requiere mayor tiempo de desarrollo, esto con relación a la duración en el estadio larval. Mientras en el desarrollo de pupa el tiempo es similar en proporción a las horas, teniendo una variación de uno a dos días de diferencia estando dentro del promedio. Otra especie documentada en los resultados en cuanto al ciclo de vida es *L. sericata*, en consideración al tiempo de preoviposición y huevo, es el mismo reportado por Pinilla y colaboradores en 2010, siendo las mismas horas. En cuanto a la duración del estadio larval, los días en comparación varían ya que conforme a los datos obtenidos se tuvo una duración de 325 horas (13 días), en donde se mantuvo el cebo constante y no hubo cambios en su ingesta, esto podría estar relacionado ya que, no teniendo más disposición en la alimentación, reflejo más duración en ese estado de desarrollo; con respecto al estado de pupa y adulto el lapso es similar, siendo semejante a lo reportado por el autor antes mencionado.

Ch. rufifacies su ciclo de vida completo tuvo una duración de 739 horas (32 días), correspondiendo a lo reportado por García-Espinoza en 2012, ya que los tiempos del desarrollo larvario y pupa son semejantes en proporción.

En alusión a la histología, se realizaron cortes histológicos de 5 especies de dos géneros los cuales son: *Calliphora* y *Sarcophaga*, las especies en cuestión: *L. sericata*, *C. vicina*, *Ch. megacephala*, *C. latifrons* y *S. haemorrhoidalis*, en estado adulto.

L. sericata, en la parte cefálica en el corte transversal se puede apreciar, los palpos, el ojo compuesto y la cavidad bucal, considerando los esquemas vistos por Stanley en 1998, donde se observan semejanzas en la organización de los tejidos. Siendo consistente en el acomodo principal de la córnea por debajo el cono cristalino y el rabdomero donde se ve delimitada la membrana basal y el nervio óptico, dicho acomodo de la histología es consistente con el reportado por Jacinto 2016. En el corte longitudinal de *L. sericata*, el acomodo de la musculatura alar es semejante al de *C. vicina*, ya que ambas están de forma horizontal y teniendo en sus extremos del tórax un acomodo de forma oblicua, cabe mencionar que hay diferencias en la organización interna del abdomen, pues esto depende del momento de alimentación previa a la fijación del organismo.

En *L. sericata* se presenta una cavidad hueca en el abdomen, en cambio en *C. vicina* se logran apreciar más estructuras internas, debido probablemente al proceso de fijación, previo a los cortes histológicos.

Respecto a *C. megacephala* en la parte cefálica, se observan las mismas estructuras reportadas por Jacinto 2016, como el ojo compuesto, los nervios ópticos y parte del protocerebro; es relevante destacar que en el presente trabajo se analizan las estructuras bajo el microscopio de contraste de fases con lo cual ayuda a contemplar una organización en los tejidos más detallada.

C. latifrons al igual que *C. vicina*, en la parte del tórax en ambas especies se puede distinguir el tubo digestivo contorneado, así como parte de la musculatura. Al igual que *Ch. megacephala* en la parte del abdomen se muestra estos tejidos de la misma forma que se perciben las tráqueas.

CONCLUSIONES

Se determinaron 9 especies correspondientes a 3 familias: Calliphoridae (*Lucilia sericata*, *Lucilia caesar*, *Lucilia eximia*, *Calliphora vicina*, *Chrysomya rufifacies*, *Chrysomya megacephala*, *Calliphora latifrons*) Sarcophagidae (*Sarcophaga haemorrhoidalis*) y Muscidae (*Musca domestica*).

Se obtuvo el ciclo de vida de 3 especies; *S. haemorrhoidalis* en el estadio larval de 262 horas en pupa de 480-528 horas teniendo un periodo total desde la larviposición hasta la emergencia del adulto de 839 horas o 34 días. *C. rufifacies*, en el lapso de pre-oviposición 17-19 horas, huevo 24 horas, larva 270 horas y pupa 456 horas teniendo un total de 769 horas o 32 días. *L. sericata* en la duración de huevo estuvo 24 horas en el estadio larval 325 horas y en pupa 432 horas, teniendo un total de duración en su ciclo de vida de 805 horas o 33 días. Durante el tiempo en el desarrollo larval de las especies hasta la emergencia de los adultos los tiempos en su desarrollo fueron durante la apoca de frio.

Tener una diferencia en los tiempos de colecta de los organismos ayuda para poder establecer más el lapso de sucesión del intervalo después de la muerte dentro del ámbito forense. Esto debido a que las muestras se tomaron a lo largo de un periodo anual con temporalidades de lluvias y secas. Así como también observando la presencia de las especies después de un siniestro.

La histología de las especies de *L. sericata* y *C. vicina* en el corte longitudinal se concluye en semejanza en el acomodo muscular en el área torácica, así como de las estructuras internas del organismo, destacando la presencia de tráqueas a lo largo de los individuos. Mientras que en las especies *Ch. megacephala*, *C. latifrons* y *S. haemorrhoidalis*, en sus cortes transversales se observó que la anatomía interna no hay diferencias significativas entre ellas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Python Software Foundation. Python Language Reference, versión 3.12.1.

Disponible en: <https://www.python.org/doc/> (Fecha de acceso: 18 de diciembre,2023).

[2] Google Colaboratory. (2023). Coeficiente de Pearson y Sperman. URL:

https://colab.research.google.com/drive/1Lwx61QjiKGsErlonn0NHqiG_PNBi5Usy#scrollTo=heyMMrYo3AHO (Fecha de acceso: 23 de enero de 2024).

[3] Weather Spark. (2023). URL: <https://es.weatherspark.com/> (Fecha de acceso: 23 de enero de 2024).

1. Aballay, F. H. H, Murua A. F., Acosta J. C. y Centeno N. (2008). Primer registro de artropodofauna cadavérica en sustratos humanos y animales en San Juan Argentina, Rev.Soc. Entomología Argentina. 67(3-4):154-163.
2. Acero AP. Descripción del Comportamiento del Homicidio. Colombia, (2010). Forensis 2011; 12 (1): 17-55.
3. Amendt, J., Campobasso, C. P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H. N., & Hall, M. J. (2007). Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. International Journal of Legal Medicine, 121(2), 90-104.
4. Arnaldos, M. I. C., (2012). Importancia de los estudios de la fauna sarcosaprófaga. Aplicación a la práctica forense. Ciencia forense 8:63-82.
5. Baez, M., & Santos-Pinto, E. (1975). Dípteros de Canarias. I: Calliphoridae. *Vieraea*, 5(1-2), 1-22.
6. Bancroft, J. D. (2008). Teoría y práctica de las técnicas de histología (6 ed.). China: Churchill Livingstone Elsevier. pág. 72.
7. Battán-Horenstein, Moira, Bellis, Laura M., & Gleiser, Raquel M. (2016). Diversidad de Muello necrófago (Diptera: Calliphoridae) de importancia médica y veterinaria en ambientes urbanos de Córdoba (Argentina). *Caldasia*, 38 (1), 183-195. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57837>
8. Blanchard, E. (1852). Orden IX. Dípteros. *Historia física y política de Chile. Zoología*, 7, 327-468.

9. Bordas, M. I. S., Pellitero, J. M., & Martín, B. D. (2009). Fenología de califóridos (Diptera, Calliphoridae) en la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV). *Ciencia Forense*, 9(2010), 93-104.
10. Byrd, H. J. and J. L. Castner. (2010). Insect of forensic importance. En: Byrd y Castner (Eds.) *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Second edition. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 681 pp.
11. Castner J. L., (2001). *General Entomology and Arthropod Biology*. en: *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations* (L). Edit. Byrd JH, Castner JL. CRC Press. LLC. E.U.A. 2001. pp. 1-17.
12. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). viernes 19 de diciembre, del 2008 [22 de noviembre del 2019]. Disponible en web:
<<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/biosecuridad/doctos/biosecuridad.html>>
13. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad del Norte de Kentucky. <https://www.nku.edu/~dahlem/ForensicFlyKey/flyanatomy.htm>
14. Donovan, S. E., M. J. R. Hall, B. D. Turner, and C. B. Moncrieff. (2006). Larval growth rates of the blowfly, *Calliphora vicina*, over a range of temperatures. *Medical and Veterinary Entomology*, 20(1): 196-114.
15. Figueroa, L., Uherek, F., Yusef, P., López, L., & Flores, J. (2006). Experiencia de terapia larval en pacientes con úlceras crónicas. *Parasitología latinoamericana*, 61(3-4), 160-164.
16. Fischer, AH, Jacobson, KA, Rose, J. & Zeller, R. (2008). Tinción con hematoxilina y eosina de tejidos y secciones celulares. *Protocolos de Cold Spring Harbor*, 2008 (5), pdb-prot4986.
17. Flores-Pérez L. R. F. M. Pérez- Villegas, S. G. Guiza-Rodríguez. (2005). Aportaciones a la biología de insectos sarcoprofagos asociados a la descomposición cadavérica. Universidad Autónoma de Chapingo., México. *Revista de Entomología Mexicana*. pp.: 1737-1741.

18. Flores, P. R., (2020). Sucesión de entomofauna cadavérica, utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa L.*) Colegio de Postgraduados. Universidad de Murcia, España. Instituto de Ecología A.C.
19. Garcés, P. A., Rosa, M. B., Portillo, O. J., Ross, I. I., Jiménez, C. O., Moreno, C. M., & Ochoa, I. (2021). comparación de las principales moscas necrófagas atraídas por hígados humanos en estado de descomposición, expuestos a diferentes intervalos de tiempo, en un área urbana de la provincia de Panamá. *Tecnociencia*, 23(1), 26-49.
20. García-Espinoza F. y M. T. Valdés-Perezgasga. (2012). Listados de los géneros de la familia Sarcophagidae (Diptera) asociados a la carroña en Torreón Coahuila. *Entomología Mexicana*. 2:897-901.
21. García-Espinoza, F., Valdés Perezgasga, M. T., Sánchez Ramos, F. J., Yusef Vanegas, S. Z., & Quintero Martínez, M. T. (2012). Desarrollo larval y requerimientos calóricos de *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) durante primavera y verano en Torreón, Coahuila. *Acta zoológica mexicana*, 28(1), 172-184.
22. Gautreau, S. (2007). Diptera larvae infestation of leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) nests on Gandoca Beach, Costa Rica. M. Sc. Thesis Faculty of Graduate Studies. University of Guelph. Ontario, Canada. 101 pp.
23. Guarín, V. E. G. (2005). Insectos de importancia forense asociados a la descomposición cadavérica de cerdo *Sus scrofa* expuesto al sol, sombra total y sombra parcial, en Mayagüez, Puerto Rico. Tesis de maestría en biología Universidad de Puerto Rico recinto universitario de Mayagüez.
24. Jacinto Estanes, L., & Villeda Callejas, M., & Barrera Escorcía, H., & Lara Vázquez, Á., & Guedea Fernández, D., & Cervantes Zamudio, O. (2017). Histología de ojos en Califóridos (Calliphoridae: Diptera). *Revista de Zoología*, (28), 1-8.
25. Jacinto Estanes. (2016). Estudio de dípteros de interés forense en dos localidades del Estado de México. Tesis de Licenciatura para obtener el grado de Biólogo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000746183/3/0746183.pdf>

26. Jerson, L. M., and R. H. Miller (2001). Estimating filth (Diptera: Calliphoridae) development in carrion in Guar. *Micronesica*, 34:11-25.
27. Liria Salazar, J. (2006). Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo-Venezuela. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 23(1), 33-38.
28. Luna. (1968). *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. Mc-Graw Hill. State United of America: 32-46p.
29. Mazzuferi, V.; S. Avalos. (1997). *Metamorfosis de Insectos*. Serie Didáctica. Cuadernillo 2. Cátedra Zoología Agrícola. Fac. de Cs. Agrop. U.N.C.
30. Miranda Gallardo, Blanca Estela. (2013). "Efecto de la temperatura sobre el ciclo de desarrollo de *Sarcophaga haemorrhoidalis* (fallen) (diptera: sarcophagidae) bajo condiciones de laboratorio". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/331435>
31. Molina-Chávez Humberto, Nava- Hernández Manuel, Luy-Quijada Jesús, Miranda-Gallardo Blanca, Gutiérrez-Rodríguez Samuel, Galindo-Miranda Nora. (2011) Distribución de dípteros asociados con las fases de degradación cadavérica de humanos en el Distrito Federal. Laboratorio de Entomología Forense. Coordinación General de Servicios Periciales, PGJDF. Ciudad de México. *Revista de Entomología Mexicana*. vol. 12 tomo 2 pp.:1749-1755.
32. Morales, Montero Roberto. (2014). *Elaboración de una clave taxonómica para adultos y larvas de las especies de los géneros Lucilia y Hemilucilia (Diptera: Calliphoridae) de Costa Rica*. Tesis para optar por el grado académico de Licenciado en Biología con énfasis en Zoología. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Costa Rica. pp: 27
33. Pape, T., Blagodero, V., y Mostovski, M. B. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. En *animal biodiversity: an outline of higher- level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa* 3148: 222-229.

34. Pereda-Breceda V., Martínez-Nevárez L., Barrios-Irigoyen R. Hernández-Páez S., Hernández-Fernández R., y Viggers-Carrasco M. (2012). Comparación de la entomofauna necrófaga descomponedora en tres tipos de vertebrados en la región de nombre de dios, Durango, México. *Revista Entomología Mexicana* vol. 11 tomo 1 pp.: 476-546.
35. Picard, C. J.; Wells, J. D.; Ulliyot, A.; Rognes, K. (2018). "Amplified fragment length polymorphism analysis supports the valid separate species status of *Lucilia caesar* and *L. illustris* (Diptera: Calliphoridae)". *Forensic Sciences Research*. 3 (1): 60–64.
36. Pinilla, T., Acuña, Y., Cortes, D., Díaz, A., Segura, A., & Bello, F. J. (2010). Características del ciclo biológico de *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae) sobre dietas diferentes. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 13(2), 153-161.
37. Producción Animal Control Integrado de Moscas: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/97-control_moscas.pdf Web
38. Reigada, C., y Godoy, WAC. (2006). Densidad de larvas, temperatura y aspectos biológicos de *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 58 (4), 562-566. <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352006000400018>
39. Segura NA, Bonilla MA, Usaquén W, Bello F. (2011). Entomofauna resource distribution associated with pig cadavers in Bogotá DC. *Medical and Veterinary Entomology*, 25: 46-52.
40. Shewell, G. E. (1987). Calliphoridae. En J. F. McAlpine (Ed). *Manual of Nearctic Diptera*. Ottawa, CA., Biosystematics Research Center, Research Branch Agriculture Canada, 2:1133-1145.
41. Smith, K. G. V. (1986). *A manual of forensic entomology*. Oxford: University Printing House, 205 p.
42. Stanley, C. (1998). Compound Eyes. En Wiley-Liss, Inc., *Microscopic Anatomy of Invertebrates*. (volume 11B: pp.423-445)
43. Tolrá. (2015). http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_63.pdf

44. Valdés P., M. T. (2009). Estudio inicial de insectos sobre carroña de cerdo en un área semidesértica de Coahuila. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. 218 pp.
45. Vélez, M. C.; Wolff, M. (2008). Rearing five species of Diptera (Calliphoridae) of forensic importance in Colombia in semi controlled field conditions. *Papéis Avulsos de Zoologia* 48 (6): 41-47.
46. Villalobos A., Agudelo J. C. y Arrieta P. D. M. (2011). Histología de *Apis mellifera* linnaeus, 1758 (Hymenoptera) como aporte entomológico* parte i: regiones corporales, organización anatómica e integume. *Boletín científico centro de museos museo de Historianissn 0123 - 3068 bol.cient.mus.hist.nat.* 14 (2): 201 – 214.
47. Villeda C. M. P.; Barrera E. H; Lara V. J. A; Ruiz P. P. (2008). Histología del tubo digestivo de *Dythemisvelox* (Libellulidae: Odonata) *Revista de Zoología*, núm. 19, pp. 1-6 Universidad Nacional Autónoma de México Tlalnepantla, México.
48. Whitworth, T. (2006). Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of México. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 108(3): 689-725.
49. Whitworth, T. (2009). Claves para las especies de mosca azul (Diptera Calliphoridae) de América, norte de México. En *Entomología Forense* (págs. 581-625).
50. Yeates, D. K., & Wiegmann, B. M. (2005). Phylogeny and evolution of Diptera: recent insights and new perspectives. *The evolutionary biology of flies*, 14-44.

ANEXO 1

Técnica de Hematoxilina y Eosina

1. Se colocó en xilol por 5 min.
2. se cambió de xilol por 5 min.
Se realizó cambios en alcoholes, para hidratar el tejido.
3. Alcohol etílico absoluto (varios baños).
4. Alcohol etílico al 96% durante 3 minutos.
5. Alcohol etílico al 96% durante 3 minutos.
6. Alcohol etílico al 80% durante 3 minutos.
7. Alcohol etílico al 70% durante 3 minutos.
8. Cambiar a agua por 3 minutos.

Para el proceso de tinción

9. Teñir con hematoxilina de Harris de 5 a 7 min para la tinción nuclear.
(Solución colorante alcohólica, saturada. Marca HYCEL. Reactivos Químicos)
10. Lavar en agua para eliminar el exceso de colorante.
11. Pasar en alcohol ácido hasta notar cambio de color.
12. Lavar en agua.
13. Pasar por agua amoniacal hasta virar azul.
14. Lavar en agua.
15. Teñir con eosina de 3 a 5 minutos para la tinción citoplasmática. (Solución colorante para citología)
16. Colocar en alcohol etílico al 96% por 30 segundos.
17. Poner en alcohol etílico absoluto por 3 minutos.
18. Poner en alcohol etílico absoluto por 5 minutos.
19. Dejar en xilol y hacer 2 cambios por 5 minutos cada uno.

Montar con resina sintética (Entellan[®] medio de montaje rápido para microscopia).

ANEXO 2

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4961.5	5	992.3	60.8377	2.19556E-23	2.353808958
Dentro de los grupos	1076.5	66	16.31060606			
Total	6038	71				

Figura 27. Análisis de Varianza de la FESI.

ANEXO 3

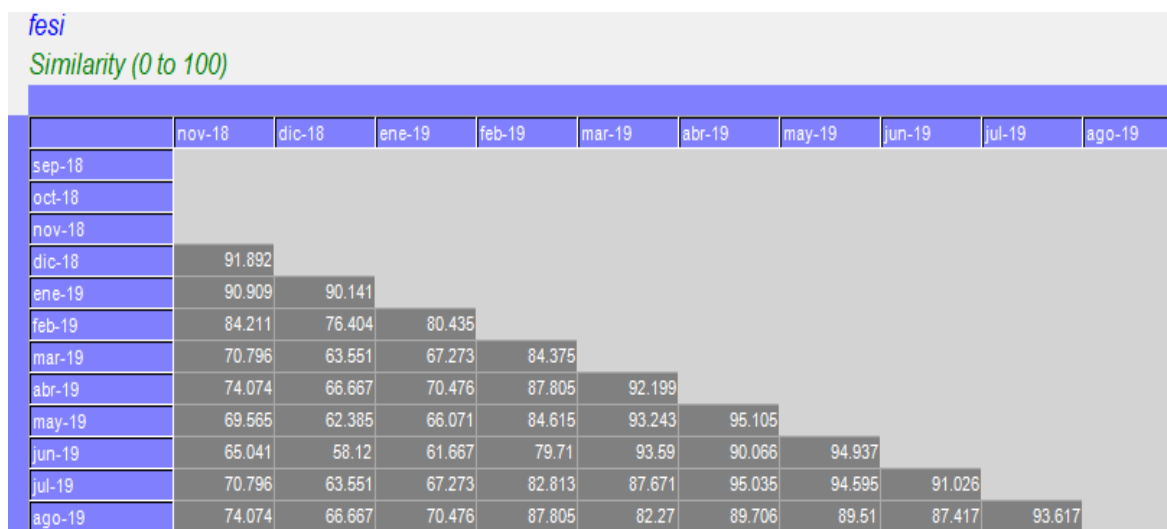


Figura 30. Captura de pantalla del programa "PRIMER 6", donde se muestra la similitud en los meses de muestreo, de la FESI.

ANEXO 4

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	156.5	11	14.2272727	1.73705074	0.07902799	1.904539
Dentro de los grupos	688	84	8.19047619			
Total	844.5	95				

Figura 33. Análisis de Varianza Cerro de Moctezuma.

ANEXO 5

Cerro Moctezuma
Similarity (0 to 100)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1												
S2		91.429										
S3		84.848	93.333									
S4		77.419	85.714	92.308								
S5		67.442	75.325	81.69	89.231							
S6		77.419	85.714	92.308	91.667	89.231						
S7		64.286	72	78.261	85.714	96.429	85.714					
S8		77.419	85.714	89.744	94.444	89.231	88.889	85.714				
S9		83.673	92.135	93.976	93.506	82.857	90.909	79.412	93.506			
S10		93.578	90	89.362	81.818	71.605	81.818	68.354	81.818	88.172		
S11		93.694	90.196	87.5	80	69.88	80	66.667	80	86.316	96.226	
S12		93.913	88.679	84	76.596	66.667	76.596	63.529	76.596	82.828	92.727	96.429

Figura 35. Captura de pantalla programa "PRIMER 6", donde se muestra la similitud en los meses de muestreo, del cerro de Moctezuma.

ANEXO 6

```
+ Código + Texto
RAM
Disco
Colab AI
Haz doble clic (o pulsa Intro) para editar

import pandas as pd
import numpy as np

# Datos proporcionados
datos = {
    'Zona1': [(23, 13), (22, 11), (22, 8), (21, 7), (21, 7), (23, 8), (25, 10), (26, 12), (26, 13), (24, 14), (23, 13), (23, 13)],
    'Zona2': [(23, 13), (23, 11), (22, 8), (22, 7), (22, 7), (23, 8), (25, 10), (26, 12), (26, 13), (25, 14), (24, 13), (23, 13)]
}

# Crea un DataFrame con los datos
df = pd.DataFrame(datos)

# Extrae las coordenadas X e Y para cada zona
zona1_x, zona1_y = zip(*df['Zona1'])
zona2_x, zona2_y = zip(*df['Zona2'])

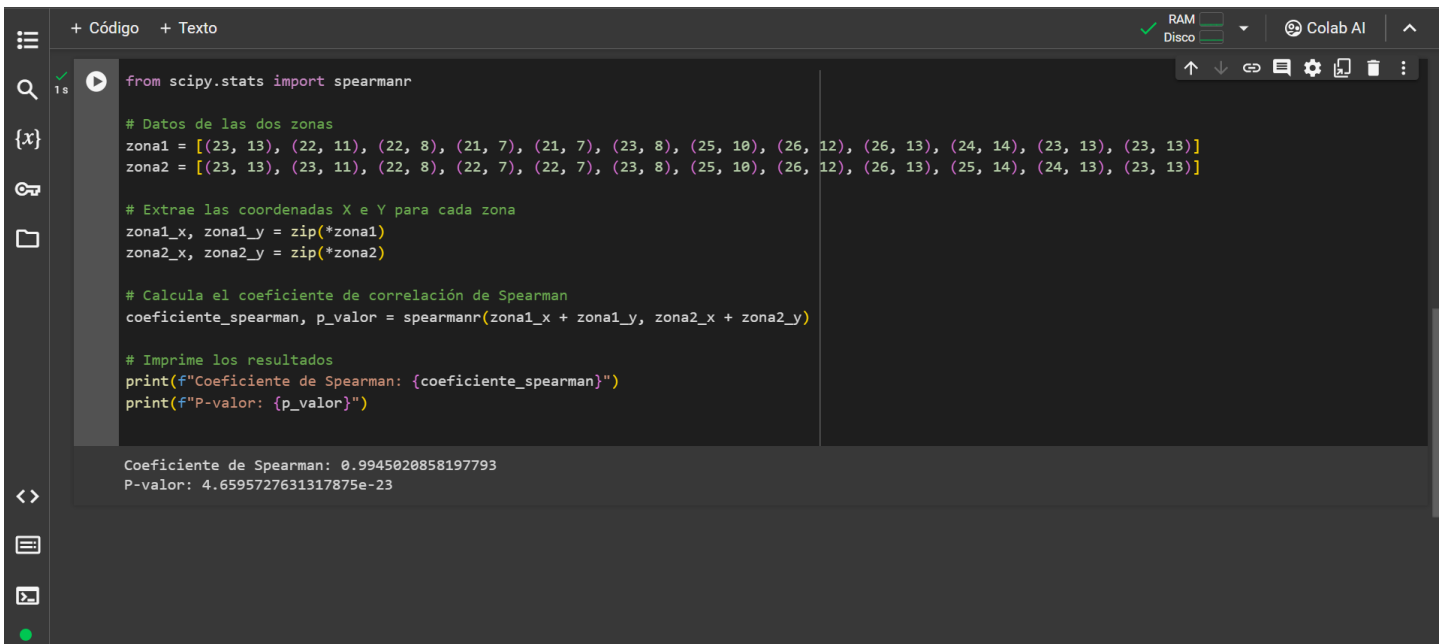
# Calcula el coeficiente de correlación de Pearson para cada zona
correlacion_zona1 = np.corrcoef(zona1_x, zona1_y)[0, 1]
correlacion_zona2 = np.corrcoef(zona2_x, zona2_y)[0, 1]

print(f"Coeficiente de Correlación de Pearson para Zona 1: {correlacion_zona1}")
print(f"Coeficiente de Correlación de Pearson para Zona 2: {correlacion_zona2}")

Coeficiente de Correlación de Pearson para Zona 1: 0.5999322196645536
Coeficiente de Correlación de Pearson para Zona 2: 0.6456287699907644
```

Figura 37. Captura de pantalla del programa Google Colaboratory. Análisis de datos del Coeficiente de Correlación de Pearson, temperatura entre las zonas de Tlanepantla (Zona 1) y Naucalpan (Zona 2).

ANEXO 7



```
+ Código + Texto
RAM
Disco
Colab AI
↑ ↓ ↻ ⚙️ 📄 🗑️ ⋮

1 s
▶ from scipy.stats import spearmanr

# Datos de las dos zonas
zona1 = [(23, 13), (22, 11), (22, 8), (21, 7), (21, 7), (23, 8), (25, 10), (26, 12), (26, 13), (24, 14), (23, 13), (23, 13)]
zona2 = [(23, 13), (23, 11), (22, 8), (22, 7), (22, 7), (23, 8), (25, 10), (26, 12), (26, 13), (25, 14), (24, 13), (23, 13)]

# Extrae las coordenadas X e Y para cada zona
zona1_x, zona1_y = zip(*zona1)
zona2_x, zona2_y = zip(*zona2)

# Calcula el coeficiente de correlación de Spearman
coeficiente_spearman, p_valor = spearmanr(zona1_x + zona1_y, zona2_x + zona2_y)

# Imprime los resultados
print(f"Coeficiente de Spearman: {coeficiente_spearman}")
print(f"P-valor: {p_valor}")

Coeficiente de Spearman: 0.9945020858197793
P-valor: 4.6595727631317875e-23
```

Figura 38. Captura de pantalla de programa Google Colaboratory. Análisis de datos del Coeficiente de correlación de Spearman y P-valor, comparación de zonas de muestreo. Zona 1 (Tlanepantla) y Zona 2 (Naucalpan).