



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**EFFECTO DE LOS ORGANOFOSFORADOS EN EL TIEMPO DE
DESARROLLO DE LA ENTOMOFAUNA NECRÓFAGA.**

TESIS

QUE PRESENTA PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

RAMA

TOXICOLOGÍA

M. en C. F. HAYDÉE MARTÍNEZ RUVALCABA

COMITÉ TUTORAL

DR. FERNANDO JARAMILLO JUÁREZ.
DR. FRANCISCO ANÍBAL POSADAS DEL RÍO.
DRA. ILIANA ERNESTINA MEDINA RAMÍREZ.

AGUASCALIENTES, AGS., NOVIEMBRE DE 2009.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente a Dios por la fortaleza y espíritu que me dio para poder concluir mi objetivo ya que es fácil empezar pero no terminar.

A todos los miembros de mi familia por su apoyo incondicional.

Al Dr. Fernando Jaramillo Juárez por darme su apoyo, su tiempo, sus conocimientos a lo largo de estos 3 años de desarrollo profesional y por las revisiones realizadas al presente trabajo.

Al Dr. Francisco Aníbal Posadas del Río, por sus conocimientos, consejos, apoyo a lo largo del desarrollo de este proyecto y por las revisiones y recomendaciones para el presente trabajo.

A la Dra. Iliana Ernestina Medina Ramírez, por sus consejos, sus conocimientos y su apoyo brindado en las revisiones para la conclusión del presente trabajo.

Al M. en C. Jaime Escoto Rocha, por darme su tiempo, conocimiento de los insectos y revisión de todas y cada una de las versiones del presente trabajo.

A la Lic. en C. Naturales María Luisa Rodríguez Vázquez, por el apoyo técnico en el desarrollo de la investigación, por sus conocimientos, por acompañarme en las colectas, por sus consejos y su apoyo incondicional.

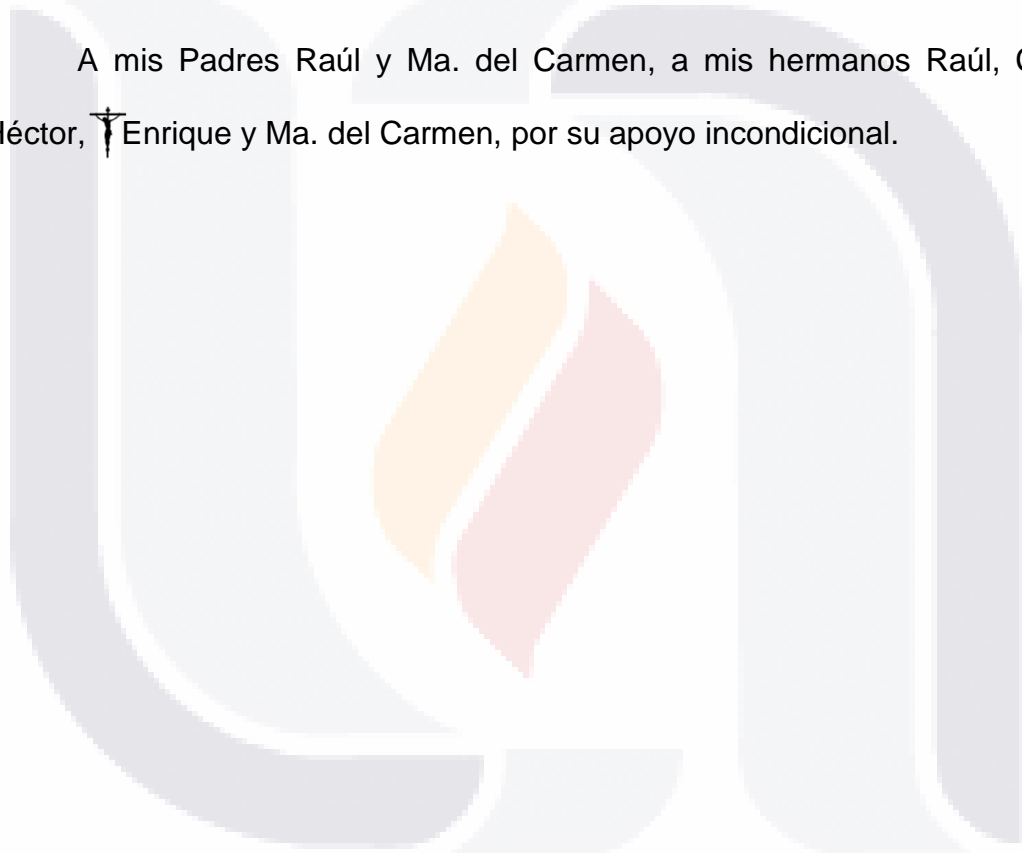
A todos mis Maestros por los conocimientos y bases que me dieron en sus cátedras y fuera de ellas a lo largo del Doctorado.

DEDICATORIAS.

A mi Marido Jorge Enrique por su comprensión, por acompañarme en las colectas, por su apoyo y ayuda técnica en la realización del presente trabajo.

A mis Hijos Haydée Montserrat y Jorge Eduardo, por acompañarme en las colectas, por su comprensión y apoyo.

A mis Padres Raúl y Ma. del Carmen, a mis hermanos Raúl, Carlos, Héctor, † Enrique y Ma. del Carmen, por su apoyo incondicional.





Asociación Farmacéutica Mexicana, A.C.
Nicolás San Juan No. 1511 Colonia del Valle
Delegación Benito Juárez C.P. 03100
México, D.F.
Tel: 9183-2060 Fax: 5688-4564
www.afmac.org.mx

Expediente: 291

México, D.F. a 4 de septiembre de 2009

M. en C. Haydée Martínez Ruvalcaba
Centro de Ciencias Básicas, UAA,
Presente.

Estimada Maestra Martínez:

Tengo el agrado de comunicarle que el artículo intitulado:

**“ESTUDIO COMPARATIVO PRELIMINAR DE LA SUCESIÓN DE INSECTOS
NECRÓFAGOS EN *Sus scrofa* CON PARATIÓN METÁLICO, EN TRES
PERIODOS ESTACIONALES”**

de los autores Haydee Martínez R, Fernando Jaramillo J, Jaime Escoto R,
María Luisa Rodríguez V, Francisco A. Posadas R, Iliana Ernestina Medina R.,
ha sido aceptado por el Comité evaluador de la *Revista Mexicana de Ciencias
Farmacéuticas* para ser publicado en el volumen 40 número 3 del año en curso.

Esperando contar nuevamente con material de su autoría, quedo de usted.

A t e n t a m e n t e

Por la Superación Técnica y Científica

Dra. Ma. Estela Meléndez Camargo
Editora



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DR. FRANCISO J. ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS.
PRESENTE.

Estimado Señor Decano:

Nos permitimos comunicarle que después haber analizado el trabajo de tesis doctoral "*Efecto de los organofosforados en el tiempo de desarrollo de la entomofauna necrófaga*", realizado por la M. en C. Haydée Martínez Ruvalcaba, estudiante de la Primera Generación del programa de Doctorado en Ciencias Biológicas (modalidad tradicional), consideramos que el trabajo:

- 1) Reúne los requisitos de una tesis de Doctorado en Ciencias.
- 2) Genera información en el área de la Toxicología Forense.

Por ello, y dado que este trabajo cumple con el requisito establecido en el Artículo 162-Inciso III del Reglamento General de Docencia de la UAA, damos nuestro voto aprobatorio para que la persona antes citada continúe con los trámites necesarios que le permitan presentar su examen de grado.


Aprovechamos este conducto para saludarlo cordialmente.

ATENTAMENTE


Aguascalientes, Ags., a 14 de octubre del 2009.

"SE LUMEN PROFERRE"

COMITÉ TUTORAL


DR. FERNANDO JARAMILLO JUÁREZ.


DRA. ILIANA ERNESTINA MEDINA RAMÍREZ.


DR. FRANCISCO ANÍBAL POSADAS DEL RÍO.

c.c.p.- Interesado.

c.c.p.- Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
Centro de Ciencias Básicas



**M. en C. HAYDEÉ MARTÍNEZ RUVALCABA
ALUMNO (A) DEL DOCTORADO EN
CIENCIAS BIOLÓGICAS
P R E S E N T E .**

Estimado (a) Alumno (a) Martínez:

Por medio de este conducto me permito comunicar a Usted que habiendo recibido los votos aprobatorios de los revisores de su trabajo de tesis titulado: **“Efecto de los organofosforados en el tiempo de desarrollo de la entomofauna necrófaga”**, hago de su conocimiento que puede imprimir dicho documento y continuar con los trámites para la presentación de su examen de grado.

Sin otro particular me permito saludarle muy afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

Aguascalientes, Ags., 23 de octubre de 2009

“LUMEN PROFERRE”

EL DECANO

pa

DR. FRANCISCO JAVIER ÁLVAREZ RODRÍGUEZ





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

**DR. FRANCISCO JAVIER ÁLVAREZ RODRÍGUEZ,
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS,
P R E S E N T E.**

Por medio de este conducto y de la manera más atenta le informo que ya leí el trabajo de tesis intitulado **EFFECTO DE LOS ORGANOFOSFORADOS EN EL TIEMPO DE DESARROLLO DE LA ENTOMOFAUNA NECRÓFAGA**, y manifiesto que estoy de acuerdo con los lineamientos del mismo.

Sin más por el momento, me despido de Usted enviándole un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E.
Aguascalientes, Ags; 22 de octubre de 2009.

**DR. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
SINODAL EXTERNO.**

c. c. p. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

**DR. FRANCISCO JAVIER ÁLVAREZ RODRÍGUEZ,
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS,
P R E S E N T E.**

Por medio de este conducto y de la manera más atenta le informo que ya leí el trabajo de tesis intitulado **EFFECTO DE LOS ORGANOFOSFORADOS EN EL TIEMPO DE DESARROLLO DE LA ENTOMOFAUNA NECRÓFAGA**, y manifiesto que estoy de acuerdo con los lineamientos del mismo.

Sin más por el momento, me despido de Usted enviándole un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E.
Aguascalientes, Ags; 22 de octubre de 2009.

**DR. FELIPE TAFOYA RANGEL.
SINODAL EXTERNO.**

c. c. p. Archivo.

RESUMEN.

En los cadáveres momificados, en los esqueletos o en los cuerpos con avanzado estado de descomposición, las muestras tradicionales como sangre, orina o los órganos internos, usualmente no están disponibles para recuperar o cuantificar las drogas responsables de la muerte del individuo. La Entomotoxicología estudia las drogas presentes en los insectos que se alimentan de la carroña e investiga los efectos de las sustancias tóxicas en el desarrollo de los mismos. Los insectos que integran la fauna cadavérica pertenecen normalmente a los órdenes Diptera, Coleóptera, Lepidóptera y Acari de la clase Arachnida (orden Acari). Los insectos encontrados en la escena de un crimen, permiten a los investigadores determinar el intervalo post mortem, es decir, el tiempo transcurrido desde que un individuo murió hasta el momento en que se encontró el cadáver; también sirven como auxiliares para determinar la causa de la muerte. Homicidios y suicidios son los tipos de muerte violenta que más atañe a la entomología forense. En este contexto, los plaguicidas han sido empleados para producir intoxicaciones agudas y la muerte de seres humanos. Los principales agentes de intoxicación entre los plaguicidas son los insecticidas, ya sea los empleados en la agricultura o los de uso doméstico. Los objetivos de este trabajo fueron: conocer la secuencia de aparición de las especies de la entomofauna necrófaga en *Sus scrofa*, para correlacionarla con el tiempo de muerte; determinar el tiempo de desarrollo de las principales especies de insectos necrófagos en restos de *Sus scrofa*, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa; identificar el efecto de este plaguicida sobre el tiempo de desarrollo de la entomofauna necrófaga;

finalmente, identificar la presencia del paratión metílico en la sangre de los cerdos intoxicados y en las larvas de dípteros.

Se utilizaron 6 cerdos de 15 a 20 Kg., de peso corporal: Controles (n=3) y Tratados (n=3). A los cerdos tratados, se les administró una dosis letal de paratión metílico (66.0 mg /kg, i. v). Los animales controles fueron sacrificados de acuerdo a la NOM-033-ZOO-1995. Los cerdos se colocaron sobre el suelo en la zona poniente de Ciudad Universitaria y, a partir de ese momento y por los siguientes 20 días, se revisaron las muestras cotidianamente entre las 14 y las 16 horas. Se colectaron larvas de moscas y moscas adultas desde que comenzaron a aparecer y también se colectaron escarabajos adultos y se colocaron en frascos con alcohol al 70% para preservarlos. Se colectaron muestras de larvas vivas y se colocaron en frascos con alcohol etílico absoluto para la determinación cualitativa del plaguicida aplicado. Además se colectaron larvas vivas para llevarlas a la cámara bioclimática. La determinación del paratión metílico en la sangre y en las larvas se realizó por cromatografía de gas-líquido. Los resultados de este trabajo demuestran que la sucesión de especies de insectos necrófagos en cadáveres de cerdos intoxicados con paratión metílico fue semejante a la de los cerdos controles. Se identificaron Dípteros, de las familias: Calliphoridae (*Cochliomyia macellaria*, *Cynomya cadaverina*, *Lucilia illustris*, *Lucilia sericata*, *Chrysomya rufifacies* y *Lucilia cuprina*), Muscidae (*Hidrotaea leucostoma*, *Stomoxys calcitrans*), Piophilidae (*Piophila casei*) y Sarcophagidae (*Sarcophaga haemorrhoidalis*). También se identificaron Coleópteros de las familias: Histeridae (*Pachylopus fraternus*), Staphylinidae (*Platydracus tomentosus*), Cleridae (*Necrobia rufipes*) (DeGeer), Dermestidae (*Dermestes ater*) (DeGeer), Scarabaeidae (*Canthon viridis*),

Silphidae (*Thanatophilus truncatus*), Nitidulidae (*Osmosita colon*) y Trogidae (*Trox suberosus*). Finalmente, en el plasma de los cerdos intoxicados con paratión metílico, así como en las larvas recolectadas se detectó la presencia del plaguicida.



M. en C. F. Haydée Martínez Puvalcaba

Tesis Doctoral en Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Índice

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TEMAS	PÁGINA
Agradecimientos	i
Dedicatorias	ii
Cartas de Aceptación del artículo	iii
Carta del Comité Tutorial	iv
Cartas de liberación del Decano	v
Cartas de Sinodales Externos	vi
Resumen	viii
Índice	xi
Índice de contenido	xii
Capítulo I	1
Introducción	2
Capítulo II	20
Justificación	21
Capítulo III	29
Objetivos	30
Objetivo General	30
Objetivos Particulares	30
Capítulo IV	31
Metodología	32
Descripción del área de estudio	32
Flora	33
Fauna	33
Materiales y Métodos	33
Actividades de laboratorio	35
Capítulo V	36
Resultados	37
Capítulo VI	49
Caracteres Generales de las principales especies de Dípteros y Coleópteros	50
Orden Diptera	50

Orden Coleptera	59
Capítulo VII	69
Discusión	70
Capítulo VIII	72
Conclusiones	73
Capítulo IX	75
Agradecimientos	76
Capítulo X	77
Glosario	78
Capítulo XI	87
Bibliografía	88



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo I

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

1.- INTRODUCCIÓN.

La Entomología es la disciplina de las Ciencias Biológicas que estudia los insectos y los Entomólogos son los profesionales que se ocupan de generar el conocimiento sobre el grupo. En el mundo existen muchos entomólogos dedicados a observar, coleccionar, criar y experimentar con insectos. Las investigaciones de los entomólogos interactúan con diversas disciplinas de la biología, incluyendo evolución, ecología, medio ambiente, anatomía, fisiología, bioquímica y genética, entre otras. Los insectos se estudian por muchas razones: su ecología y gran diversidad han hecho que dominen muchas de las cadenas alimenticias y posean la mayor riqueza de especies. Existen diversas especializaciones en los insectos en cuanto al tipo de alimentación, ya que se pueden alimentar de los cuerpos en proceso de descomposición de mamíferos, de plantas, de hongos, de otros insectos, de mamíferos vivos, de animales y de plantas acuáticas (Gullan y Cranston, 1994). Los insectos proporcionan un invaluable servicio como carroñeros; además, colaboran controlando a las poblaciones de insectos dañinos para las plantas; de igual manera, han sido útiles en la medicina y en la investigación científica, y siempre se les ha considerado como animales interesantes a lo largo de la vida (Borror *et al.*, 1992).

El grupo de insectos que se alimenta de cadáveres de humanos y animales es estudiado por la Entomología Forense. Los insectos que integran la fauna cadavérica pertenecen normalmente a los órdenes Diptera, Coleoptera, Lepidóptera y de la clase Arachnida, el orden Acari (Gisbert, 2001).

Los insectos encontrados en la escena de un crimen, permiten a los investigadores determinar el intervalo post mortem, es decir, el tiempo transcurrido desde que un individuo murió hasta el momento en que se encontró el cadáver; así como también sirven para auxiliar en la determinación de la causa de la muerte (Catts y Haskell, 1990).

En ocasiones, estos artrópodos también pueden proporcionar datos sobre el lugar donde ocurrió la muerte, permitiendo determinar su localización geográfica original y, por tanto, si el cuerpo ha sido trasladado desde la misma, ya que los insectos presentes han de ser asociados a sus hábitats naturales tanto geográficos como estacionales (Castillo, 2002).

Los estudios experimentales de Redi (1668), que sirvieron para refutar la hipótesis de la generación espontánea, marcan involuntariamente el inicio de la Entomología Forense como ciencia. Con este experimento se inicia el conocimiento de los insectos que desarrollan su ciclo vital sobre restos (Catts y Haskell, 1990).

Emanuel Orfila, en su obra "Traité de Médecine Légale" publicada en 1848, enumera los insectos que parecen alimentarse de los cadáveres y que depositan sus huevos sobre la superficie de ellos, aunque sin sistematizar su aparición, como habría de hacerlo, casi medio siglo más tarde, Jean Pierre Megnin (Bonnet, 1980).

Bergeret (d' Arbois), en 1855, consideraba que era posible aplicar "las leyes del desarrollo de los insectos" que se encuentran sobre los cadáveres para determinar aproximadamente el momento en que ocurrió la muerte, a

propósito de un infanticidio, pero no profundizó más en esta temática en la que se encontraba bien encaminado (Bonnet, 1980).

Los primeros estudios de Bergeret, en 1855, y los de Orfila y Redi, sirvieron de punto de partida a Brouardel para solicitar el concurso de Megnin, quién los amplió y sistematizó, aunque falseándolos en su afán de presentar un esquema preciso. Aunque hay que ser conscientes de la amplia variabilidad de los datos que los entomólogos proporcionan y, por tanto, de los errores que pueden cometerse en el cálculo de la fecha de muerte, debe de prestárseles atención porque, a veces, son las únicas evidencias disponibles y pueden proporcionar información valiosa en el esclarecimiento de los hechos. El saber si un cadáver se inhumó de modo inmediato o no, si se trasladó de un lugar a otro, la época del año en que ocurrió la muerte, etc., puede ser de importancia trascendental (Gisbert, 2001).

Fue en 1878 cuando Bergeret aplicó el método entomológico para determinar la época de la muerte de recién nacidos y Jean Pierre Megnin, en 1883 y 1889 en Francia, publicó una serie de artículos relacionados con entomología medicocriminal (La Faune des Cadavres, publicada en 1894) y realizó también el primer estudio armónico sobre el proceso de descomposición de un cadáver (Catts y Haskell, 1990).

En los primeros instantes que siguen a la muerte, y a veces ya en la agonía, ciertos insectos acuden a poner sus huevos sobre los cadáveres, eligiendo determinadas partes del cuerpo, como la hendidura palpebral, comisura de los labios, abertura vulvar, etc. Una vez inhumado el cadáver, se encuentra sustraído a la acción de nuevos insectos, pero entonces es presa de

las larvas nacidas de los huevos depositados antes de la inhumación, que se alimentan del cuerpo en el féretro. Si el cadáver permanece al aire libre, intervienen sin cesar nuevos insectos, que por sí solos o mediante sus larvas, lo colonizan y devoran hasta hacer desaparecer por completo sus partes blandas (Gisbert, 2001).

La sucesión cadavérica está delimitada por los cambios naturales que sufre el cuerpo después de la muerte: la temperatura disminuye, se destruye la masa muscular (autólisis), se producen una serie de procesos de fermentación en los cuales se produce amoníaco (NH_3), ácido sulfúrico (H_2S) bióxido de carbono (CO_2) y nitrógeno (N_2). Los insectos necrófagos aparecen al comienzo de la autólisis y la putrefacción, dependiendo de la estación del año y las particularidades del cadáver (Smith, 1986).

Megnin asignaba a toda agrupación de insectos que contribuyen a la desintegración del cadáver, en un período determinado, con el nombre de cuadrilla de obreros de la muerte. Según este autor, los insectos de los distintos grupos no se presentan a la vez en un mismo cadáver sino que se suceden unos a otros, siendo cada grupo atraído por una etapa especial de la fermentación cadavérica, encargándose de ciertas partes de la faena de la desintegración, a la que no se puede proceder hasta que las cuadrillas que lo precedieron han terminado su cometido. Las especies que componen cada grupo pueden variar con la región, clima, estación del año, etc., pero, dentro de unas condiciones más o menos concretas, la composición de la cuadrilla es constante y característica en los distintos periodos (Gisbert, 2001).

Megnín identificó 8 cuadrillas o escenarios del cadáver (Gisbert, 2001). En la primera cuadrilla, (período de agonía y cadáver reciente) aparecen dípteros como *Musca domestica*, *Curtonevra* (= *Muscina*) *stabulans*, *Calliphora vomitoria* y *Anthomya* (= *Calliphora*) *vicina*. En la segunda cuadrilla (putrefacción gaseosa) continúan apareciendo dípteros como *Lucilia caesar*, *Sarcophaga carnaria*, *Sarcophaga arvensis* y *Sarcophaga laticrus*. En la tercera cuadrilla (putrefacción butírica de grasa acidificada) están presentes coleópteros como *Dermestes lardarius*, *Dermestes frischii*, *Dermestes undulatus* y lepidópteros como *Aglossa pinguinalis*. En la cuarta cuadrilla (putrefacción butírica y gaseosa de grasas de proteínas acidificadas) hay dípteros como *Piophilina casei*, *Piophilina petasionis* y *Anthomya vicina* y coleópteros como *Necrobia ruficollis*, *Necrobia coeruleus*, *Necrobia rufipes* y *Necrobia violaceus*. En la quinta cuadrilla (putrefacción amoniacal) continúan apareciendo dípteros como *Tyreophora cynophila*, *Tyreophora furcata*, *Tyreophora anthropophaga*, *Ophyra cadaverina*, *Ophyra leucostoma*, *Phora aterrima* y coleópteros como *Necrophorus humator*, *Silpha littoralis*, *Silpha obscura*, *Hister cadaverinus* y *Saprinus rotundatus*. En la sexta cuadrilla (desección y momificación cadavérica) están los ácaros como *Serrator amphibius*, *Serrator necrophagus*, *Tiroglyphus siro*, *Tiroglyphus farine*, *Tiroglyphus entomophagus*, *Tiroglyphus siculus*, *Tiroglyphus myophagus*, *Tiroglyphus urophurus*, *Carpoglyphus* sp. *Caepophagus echinopus*, *Glyciphagus cursor*, *Glyciphagus spinipes*, *Uropoda numularia* y *Trachynotus cadaverinus*. En la séptima cuadrilla (reducción de los tejidos desecados, incluso pelos) están presentes coleópteros como *Attagenus peilii*, *Anthrenus museorum* y microlepidópteros como *Aglossa cuprelis* y *Tiniola biseliella*. En la

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

octava cuadrilla (destrucción de los residuos humanos y de las cuadrillas precedentes) intervienen coleópteros como *Tenebrio molitor*, *Tenebrio obscurus* y *Ptinus brunneus* (Gisbert, 2001). Lacassagne (1906), complementa el trabajo de Megnin, determinando los intervalos de tiempo empleados por las diferentes cuadrillas (Bonnet, 1980).

En 1986, los investigadores norteamericanos Wayne D. Lord y Stevenson de la División de Laboratorio de la Oficina Federal de Investigación (FBI), clasificaron a la Entomología Forense en tres categorías: la Entomología Urbana, la Entomología de Productos Almacenados y la Entomología Medicolegal. Ésta última, llamada también Entomología Médicocriminal, que está encaminada a determinar el intervalo post mortem, es decir el tiempo transcurrido desde que el individuo murió hasta el momento en que se encontró el cadáver, y la causa de la muerte (Catts y Haskell, 1990).

Los artrópodos que participan en la descomposición de los tejidos y los fluidos del cadáver son extremadamente variables, no todos participan activamente en la consumación y la descomposición. En 1992 Catts y Goff dividieron en 4 grupos estos roles ecológicos:

a) Necrófagos.- Consumen activamente los tejidos del cuerpo.

Este grupo incluye a los órdenes Diptera y Coleoptera, cuyos estadios y sus edades son instrumentos para la determinación del intervalo postmortem (PMI).

b) Omnívoros.- Son aquellos artrópodos que consumen el tejido corporal y también presentan depredación sobre algunos artrópodos asociados al cuerpo, por ejemplo de Hymenoptera las

hormigas y las avispas y de Coleóptera algunos escarabajos. Si las poblaciones de omnívoros aumenta a niveles suficientes, esto puede significar una afectación de la velocidad con la cual el cadáver es descompuesto, por ejemplo una gran cantidad de hormigas puede causar un decremento de la población de larvas y por lo tanto un proceso de descomposición más lento.

c) Parásitos y Depredadores.- Representados por los miembros del orden Coleoptera como las familias *Silphidae*, *Staphylinidae* e *Histeridae*, y del orden Diptera como Calliphoridae, Hymenoptera y una gran cantidad de ácaros del Orden Acari.

d) Incidentales.- Son aquellos grupos de artrópodos que incluyen a los insectos que están asociados con el cadáver porque éste representa un medio ambiente similar al considerado como su hábitat natural (húmedo y rotativo). Representantes de esta división son los Collembola, Araneae y Scolopendromorpha.

La sucesión de artrópodos representa el ordenamiento progresivo de los artrópodos que habitan o utilizan restos de materia orgánica en descomposición. El progreso de invasión de los artrópodos en un cuerpo es razonablemente predecible y tiene una gran importancia en las investigaciones criminales, donde la presencia o ausencia de familias de un artrópodo puede ser un instrumento que determine el intervalo postmortem. El 85% de los artrópodos encontrados son insectos. Durante la descomposición se presentan dramáticos cambios físicos y biológicos. Cada uno de los estados de descomposición es atractivo a diferentes grupos de artrópodos

sarcosaprófagos, primariamente insectos. Algunos son atraídos directamente por el cuerpo, el cual es utilizado como alimento y como medio para la oviposición, mientras otras especies son atraídas por la gran agregación de otros insectos, los que los usan como recurso alimenticio (Byrd and Castner, 2001).

Para poder estimar la fecha del deceso es necesario partir de los datos entomológicos; se debe observar a la fauna adulta presente en el lugar donde se encontró el cuerpo y hacer la aproximación de acuerdo al patrón de sucesión de los artrópodos (para las condiciones imperantes en la región). Lo siguiente es realizar el análisis del estado del desarrollo de larvas y pupas, correlacionarlos con las tablas de desarrollo vs el tiempo transcurrido desde la oviposición. En todos los casos, el conocimiento del estado de descomposición del cadáver, las condiciones donde se encontraba el cuerpo y las condiciones ambientales imperantes en el lugar, resultan de fundamental importancia, pues son las variables que pueden cambiar por defecto o por exceso (Maldonado, 1996).

Cuando el individuo muere, los primeros en aparecer en escena son insectos de las familias Calliphoridae “moscas verdes” y Sarcophagidae “moscas de la carne” (orden Diptera). Ponen sus huevos en los orificios naturales del cuerpo, como ojos, nariz, boca y oídos. Si el cadáver está desnudo, depositan los huevos en los orificios genital y anal. En caso de violación o muerte por arma de fuego o arma blanca, los huevos serán colocados en las laceraciones, en los órganos genitales y en las heridas. Una vez que eclosionan los huevos, las larvas se introducen en el cuerpo, buscando

las vísceras, músculos estriados, lisos y tejidos blandos en general (Ochoa, 1998).

Las larvas no pupan dentro del cuerpo del sujeto. Una vez que termina su desarrollo larval lo abandonan y continúan su metamorfosis lejos del cadáver. Todo este proceso dura aproximadamente una semana, tiempo durante el cual puede llegar otro tipo de insectos o fauna asociada, es decir aquellos insectos que habitan en los alrededores y cuya diversidad está marcada por las características del lugar donde se encuentre el cuerpo. Estos invertebrados son atraídos por los líquidos y gases formados en el proceso de putrefacción. En este grupo se encuentran las arañas, ácaros, hormigas y mariposas, entre otros. Al final del proceso de descomposición llegan insectos del orden Coleoptera, principalmente escarabajos, encargados de raspar los huesos y dejarlos limpios. Lo único que queda casi intacto son los tejidos con queratina, es decir, las uñas y el cabello (Ochoa, 1998).

El orden coleóptera es el más grande ya que contiene una tercera parte de todas las especies de insectos que existe, con aproximadamente 300,000 especies y descritas 30,000 de estas especies se encuentran aproximadamente en América del Norte. Este orden tiene una gran importancia económica. Los escarabajos adultos tienen un aparato masticador y la mayoría tiene la habilidad de volar. Los miembros de este orden se caracterizan porque poseen unas alas duras que los protegen las cuales tienen el nombre de élitros, estas alas protegen las alas posteriores membranosas usadas para el vuelo. Sus hábitos alimenticios varían enormemente. Ellos pueden ser depredadores, aquellos que se alimentan de la basura, o bien de los vegetales y algunos

pueden ser parásitos. Las larvas varían ampliamente en su apariencia. Los escarabajos pueden destruir las plantas, infestar los alimentos almacenados, y tienen una actividad muy importante en el proceso de descomposición de la materia orgánica en los basureros y participando en el proceso de descomposición de los cadáveres y, algunas especies sirven como polinizadores de plantas (Byrd y Castner, 2001).

Para obtener datos precisos a través de la entomología forense es indispensable conocer la fauna de insectos del área, su biología y distribución. Si se presentan cambios en la biología de los invertebrados, éstos pueden indicar características especiales del cadáver, como envenenamiento o sobredosis, entre otros. "En estos casos se da un cambio en el comportamiento de los insectos, como aumento en la mortalidad de la población o disminución en la reproducción de los adultos". Por otra parte, si la víctima ingirió durante su vida algún medicamento, consumió drogas alucinógenas o fue alcohólica, el proceso de descomposición se hace más lento pues se altera el ciclo biológico del insecto (Ochoa, 1998).

En este contexto las comparaciones directas entre cadáveres de animales y de seres humanos son relativamente escasas, de modo que los investigadores han encontrado que el animal que más se aproxima a los patrones de descomposición de una persona adulta es el cerdo doméstico de aproximadamente 23 Kg. de peso (Goff, 2002).

Diferentes animales han sido utilizados en los estudios de descomposición: sapos, lagartos, aves, ratones, cobayos, ardillas, conejos, perros, gatos, cerdos (lechones de 1 a 1.5 Kg.); incluso modelos menos

convencionales como impalas y elefantes (Maldonado, 1996). La mayoría de los trabajos utilizan mamífero de talla mediana por su más fácil manejo, ya que muchos procesos de descomposición cadavérica y sucesión de artrópodos implican, por ejemplo, el pesado del cadáver para medir cambios en la biomasa a lo largo del tiempo. Los animales pequeños o medianos proveen además una ventaja extra, que es la conclusión de la experiencia en un tiempo razonablemente corto de 4 a 8 semanas (Maldonado, 1996).

Respecto a diversos trabajos de investigación realizados, Vargas (1999) estudió la distribución y morfología de moscas califóridas (Diptera: Calliphoridae) adultas e inmaduras de importancia forense en Costa Rica, y describe una relación de las especies de califóridos encontrados en Costa Rica y trata aspectos morfológicos para llegar a su plena identificación y coadyuvar en la solución de casos legales.

Castillo (2002) describe a los desintegradores de cadáveres (insectos necrófagos) como unos colonizadores secuenciales muy influenciados por las condiciones ambientales. Goff (2002) realizó un interesante trabajo comparando la tasa de descomposición y el patrón de sucesión de artrópodos en cadáveres pequeños (lechones de 8 Kg.) y mediano – grandes (cerdos de 15 Kg. de peso), sin encontrar diferencias significativas en el patrón de sucesión de artrópodos.

En el trabajo denominado Sucesión de la Entomofauna Cadavérica y Ciclos de Vida de las primeras especies colonizadoras, utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa*) en la Sabana de Bogotá de Camacho, (2003), se menciona que las 5 familias más abundantes de dípteros fueron

Muscidae, Calliphoridae, Silphidae, Sepsidae y Sphaeroceridae además se determinó que las familias de dípteros con importancia forense para la Sabana de Bogotá son Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Anthomyiidae, Phoridae, Dolichopodidae, Sphaeroceridae, Sepsidae y las familias de coleópteros con importancia forense fueron Silphidae, Staphylinidae, Histeridae. También se menciona que *Calliphora* sp., fué la primera especie colonizadora de cerdo blanco (*Sus scrofa*).

Cómo se puede apreciar, los estudios sobre entomofauna han ido en aumento y, hoy en día, en países como Estados Unidos, Inglaterra, Francia, España, Alemania y Latinoamérica comienzan a generar información importante que coadyuvará a la solución de casos legales, que afortunadamente cada vez son menos, los que o no se han resuelto o han quedado en un ámbito de duda.

Homicidios y suicidios son el tipo de muerte que mas atañe a la entomología forense. Al respecto, los plaguicidas han sido empleados como agentes nocivos para producir intoxicaciones agudas e incluso la muerte de seres humanos. Existen diversos tipos de plaguicidas que se clasifican según el tipo de organismo que se desea controlar, la familia de compuestos químicos a la que pertenecen o en relación a su toxicidad aguda. De acuerdo con su función, tenemos a los siguientes grupos: insecticidas y acaricidas, fungicidas, nematocidas, rodenticidas y herbicidas (Cremlin, 1985). Los principales agentes de intoxicación entre los plaguicidas son los insecticidas, ya sean los empleados en la agricultura, de uso doméstico o los utilizados en lugares públicos. Los plaguicidas producen efectos secundarios inevitables. Su uso

continuo y a gran escala ocasiona daños a corto y a largo plazo en la salud de la población expuesta, conduce a la aparición y proliferación de plagas resistentes, causa problemas ambientales (contaminación de suelos y aguas), favorece la exclusión de insectos útiles, de aves y de otras especies y causa contaminación de las cadenas alimentarias (Henao, 1991).

A nivel mundial, se han documentado aproximadamente 3 millones de intoxicaciones agudas anualmente, producidas por los plaguicidas en los seres humanos, existiendo una elevada cantidad de casos no reportados y alrededor de 220,000 muertes. Además de las intoxicaciones agudas, se pueden presentar intoxicaciones crónicas producidas por el consumo repetido de plaguicidas en bajas dosis (Klaasen, 2001).

La mayoría de estos decesos ocurre por la exposición a compuestos organofosforados, organoclorados y al fosforo de aluminio (Goel, 2007). En México, se ha reportado que debido a las intoxicaciones por xenobióticos anualmente fallecen 1,400 personas (72 % de los casos son accidentales y 28 % corresponden a suicidios). Aunque la intoxicación por medicamentos es el método más usado en los intentos de suicidio, la mayor letalidad es producida por la ingestión de plaguicidas (Pimentel et al, 2005). En este contexto, conviene señalar que en el estado de Aguascalientes, México, los suicidios han aumentado de manera muy preocupante: entre los años 2000 a 2008 ocurrieron 24, de los cuales 16 fueron por plaguicidas organofosforados; el rango de edad de las personas que se suicidaron fue de 20 a 71 años (Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes, 2009).

La Entomotoxicología estudia los xenobióticos presentes en los insectos que se alimentan de carroña e investiga los efectos de las sustancias tóxicas en el desarrollo de los mismos (Amendt, 2004). Por ello, un exhaustivo análisis toxicológico de los especímenes, después de la muerte de un individuo, puede ser crucial para el establecimiento de las causas de la muerte.

Ahora bien, en los cadáveres momificados, los restos esqueletizados o en los cuerpos con avanzado estado de descomposición, las muestras tradicionales como sangre, orina o los órganos internos, usualmente no están disponibles para recuperar o cuantificar xenobióticos, ya que son seriamente afectados por la descomposición de los tejidos. En estos casos, la evidencia entomológica puede representar una fuente de información toxicológica muy útil y adecuada para determinar el tiempo transcurrido desde que un individuo murió hasta el momento en que se encontró el cadáver; además, puede auxiliar en la determinación de la causa de la muerte con poca interferencia por la descomposición del cadáver (Catts y Haskell, 1990; Campobasso, 2001). Cuando un cuerpo es localizado a las pocas horas de la defunción y se sospecha de los xenobióticos que condujeron a la muerte de la persona, existen procedimientos estandarizados para investigar estas sustancias. Sin embargo, cuando se encuentra un cuerpo en estado avanzado de descomposición, no hay tejidos adecuados o fluidos que se puedan utilizar para realizar estos análisis. En estas circunstancias, es posible detectar la presencia de los agentes tóxicos en las larvas y en los puparios (Pounder, 1991; Hedouin et al., 1999; Goff y Lord, 2001).

Al respecto la Toxicología forense es la rama de la Toxicología que se apoya en la patología y la medicina forense para establecer las causas de la muerte con propósitos médico legales, en incidentes en los cuales se sospecha de un crimen (Gisbert, 2001).

El paratión-metílico es un insecticida organofosforado relativamente insoluble en agua y soluble en la mayoría de los disolventes orgánicos. Está formulado como concentrado emulsionable y controla a los insectos chupadores y masticadores que ocasionan pérdidas en los cultivos. En los roedores su DL_{50} oscila entre 3-35 mg/kg, vía oral (WHO, 1993). Es absorbido rápidamente por diferentes vías de exposición (oral, dérmica e inhalatoria) y se distribuye en todos los tejidos corporales. Se biotransforma principalmente en el hígado y la conversión de metilparatión a metilparaoxón (metabolito tóxico) se realiza en pocos minutos. En este proceso intervienen reacciones de oxidación, hidrólisis y conjugación con el glutatión reducido o GSH (Kramer y Ho, 2002; WHO, 1993).

La toxicidad aguda producida por el paratión metílico se debe a la inhibición en el organismo de la acetilcolinesterasa, lo que produce acumulación de acetilcolina en las sinapsis colinérgicas. Este proceso involucra la fosforilación del grupo hidroxilo de la serina localizada en el sitio activo de las colinesterasas, lo que establece un enlace covalente entre la molécula del insecticida y estas enzimas (Wilson, 1996). Debido a ello, el funcionamiento de las glándulas, músculos y del sistema nervioso son afectados. Los efectos generales resultantes de la acumulación de acetilcolina son la potenciación de la actividad parasimpática postganglionar, la despolarización persistente del

músculo esquelético y la estimulación inicial de las células del sistema nervioso central, seguida por depresión de las mismas (Taylor, 1991; Kramer y Ho, 2002). El paratión metílico y, en general, los compuestos organofosforados causan intoxicaciones agudas graves y son los insecticidas que provocan mayor número de defunciones. En las intoxicaciones agudas, las acciones y efectos nocivos se clasifican en función del tipo de receptor que es estimulado por la acetilcolina (muscarínico y nicotínico). La muerte ocurre por paro respiratorio, el cual es la consecuencia del bloqueo del centro respiratorio, el broncoespasmo y la parálisis de los músculos respiratorios (Chang, 1991; Eyer et al, 2003).

Efectos agudos adversos del paratión metílico en el humano: en contacto con la piel y ojos, puede causar quemaduras. Es un potente inhibidor de la acetilcolinesterasa. Dependiendo de la severidad de la intoxicación, puede presentarse en ojos: dificultad de acomodación, epifora, hiperemia conjuntival, miosis y visión borrosa; en mucosas: hiperemia, rinorrea, broncorrea, cianosis, disnea, dolor torácico, tos y sibilancias así como anorexia, cólicos, diarrea, náuseas, sialorrea y vómito; también bradicardia, bloqueo cardíaco; disuria e incontinencia urinaria; al igual que diaforesis, cefalea, hipertensión pasajera, mareo, palidez, calambres, debilidad generalizada, fasciculaciones, mialgias y parálisis flácida; también ansiedad, ataxia, Babinski positivo, confusión, depresión, convulsiones, depresión de los centros respiratorio y circulatorio, somnolencia, perturbación mental, coma y muerte.

Los efectos crónicos que se han reportado para los organofosforados son: disminución de la actividad de la colinesterasa (que puede dar lugar a un

cuadro de intoxicación similar al de una intoxicación aguda), dificultades de memoria y concentración, desorientación, depresiones severas, irritabilidad, dificultad para el discurso, tiempos de reacción retardados, pesadillas e insomnio. Pruebas neuropsiquiátricas y electroencefalogramas anormales pueden persistir por varios meses después de una exposición aguda que se ha asociado con la aparición de neuropatía periférica retardada. En animales de experimentación se ha encontrado sobrevivencia reducida y bajo peso después del destete e incremento en los mortinatos, al igual que supresión del crecimiento fetal y de la formación del hueso en la descendencia que sobrevivió al experimento. Experimentalmente, se ha reportado que el paratión-metílico altera la estructura de la cromatina y el tamaño del ADN de los espermatozoides maduros de ratones machos adultos, expuestos a dosis variables de este plaguicida (3-20 mg/kg, vía intraperitoneal), a los 7 o 28 días después del tratamiento. Los autores del trabajo sugieren la participación del estrés oxidativo en el daño anteriormente descrito y un riesgo potencial para los descendientes de los animales expuestos al paratión-metílico (Piña-Guzmán et al, 2006).

Se considera un posible teratógeno humano (Ficha técnica paratión metílico, registro cas No. 298-00-0).

El paratión metílico se usó mucho como insecticida a causa de su baja volatilidad y su estabilidad en solución acuosa. El paratión es poco activo para inhibir a la acetilcolinesterasa in vitro y el paraoxón (metabolito) es mucho más activo. La sustitución del azufre por oxígeno se efectúa predominantemente en el hígado por las oxigenasas de función mixta. Esta reacción ocurre también en

el insecto, a veces con mayor eficiencia. Al parecer, el paratión ha causado más casos de intoxicación accidental y muerte que cualquier otro compuesto organofosforado (Bowman y Rand, 1985).



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo II

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

2.- JUSTIFICACIÓN

Los análisis cuidadosos de la comunidad de insectos que se encuentran en un cuerpo en proceso de descomposición, combinado con el conocimiento de la biología del insecto, ecología y las condiciones medioambientales locales, pueden proporcionar valiosas observaciones forenses como: la estimación del tiempo de muerte, el movimiento de los restos después de la muerte, revelar lesiones antemortem y la presencia de xenobióticos.

La exactitud de las estimaciones entomológicas en las muertes que involucran la intoxicación narcótica o por otros xenobióticos ha sido objeto de debate en años recientes. Cuando se presentan cambios en la biología de los invertebrados, éstos pueden indicar características especiales del cadáver, como envenenamiento o sobredosis de fármacos, entre otros. En estos casos se presentan cambios en las poblaciones de los insectos como: aumento en la mortalidad de la población, retraso en el desarrollo de las larvas o disminución en la reproducción de los adultos. Además, si la víctima consumió durante su vida algún fármaco, agente tóxico o droga, el proceso de descomposición del cadáver se hace más lento, ya que se altera el ciclo biológico de los insectos (Catts y Haskell, 1990).

Al respecto, se ha estudiado el efecto de la ingestión antemortem de etanol en cerdos *Sus scrofa*, en base al patrón de sucesión de insectos y el desarrollo del díptero *Phormia regina*, se describió que, en las larvas de *Phormia regina* que se alimentaron de los restos de cerdo tratados con etanol, se alargó el estadio de pupa, a diferencia de las larvas que se alimentaron de restos de en el cerdo no tratado con etanol (Kimberly, 2005). A su vez, como

ya se señaló, la muerte como resultado de la intoxicación con un plaguicida organofosforado, usualmente es detectada por el análisis de los fluidos y los tejidos corporales en donde se distribuye la sustancia tóxica. Este procedimiento presenta una dificultad particular cuando los restos se encuentran en estado avanzado de descomposición. Por otra parte, en el cadáver de un humano con avanzado estado de descomposición, en el que la causa de la muerte fue el malatión, se encontraron dos especies de larvas de moscas en los restos del cadáver: *Chrysomya megacephala* (Fabricius) y *Chrysomya rufifacies* (Macquart). Las larvas se analizaron y se detectó en ellas la presencia del malatión (Gunatilake y Goff, 1989).

Debe señalarse que las comparaciones directas entre cadáveres de animales y de seres humanos son relativamente escasas. En estos trabajos generalmente se utilizan mamíferos de talla mediana, por su fácil manipulación, ya que algunos trabajos de descomposición cadavérica y sucesión de artrópodos implican, por ejemplo, el pesado del cadáver para medir cambios en la biomasa a lo largo del tiempo.

En años recientes, el interés se ha enfocado también en el uso potencial de los insectos que frecuentan la carroña como especímenes toxicológicos alternativos, en situaciones en donde tradicionalmente se utilizan fuentes comunes de un tóxico, como sangre, orina o los tejidos y que por alguna circunstancia no están disponibles o no son convenientes para el análisis. El uso de larvas de moscas antropófagas como especímenes toxicológicos alternos está bien documentado en la entomología y la literatura de ciencia forense.

El descubrimiento de varias toxinas y sustancias controladas en los insectos que se encuentran en los restos humanos en descomposición ha contribuido a la valoración de la causa y forma de muerte (Byrd y Castner, 2001).

Recientemente, algunos autores han contribuido al desarrollo de la entomotoxicología forense (Goff et al. 1989; Hedouin et al. 1999, Jason 1991, Gunatilake y Goff, 1989, Catts y Haskell, 1990, Kimberly, 2005, etc). Detallando el descubrimiento de toxinas y sustancias controladas en los insectos y restos queratinizados recuperados de las víctimas en estado de descomposición. En estos informes, los artrópodos recuperados generalmente se homogeneizaron y se procesaron de manera similar a los tejidos y fluidos tradicionales, y fueron sometidos a técnicas de extracción de xenobióticos, desarrolladas para el análisis de tejidos como el pelo y las uñas. Sin embargo se requiere realizar más investigaciones relacionadas con los mecanismos y efectos de los xenobióticos sobre los insectos que se alimentan de la carroña, para ampliar el potencial forense de la entomotoxicología.

Los estudios en los que se utilizan artrópodos que se alimentan de la carroña son muestras toxicológicas alternativas y la influencia de las toxinas y los contaminantes presentes en el tejido cadavérico sobre el desarrollo de los estadios inmaduros de los insectos que se alimentan de estas sustancias, es el campo de acción de la entomotoxicología. Al respecto suicidios y homicidios son los casos en que se pueden encontrar involucrados los plaguicidas, debido a su elevada toxicidad (Lombera, 1994). En este contexto, se debe señalar que la toxicidad de los plaguicidas es aguda cuando se ingiere una cantidad

relativamente alta de alguno de estos compuestos; o crónica, si ingresan en el organismo cantidades pequeñas durante largo tiempo.

Todos los insecticidas que se utilizan en la actualidad son neurotóxicos, además de a las plagas, pueden afectar a los seres humanos y a los animales domésticos y silvestres. La magnitud de la dosis ingerida determina la intensidad de los efectos biológicos producidos por estas sustancias.

Por todo lo anteriormente expuesto, los insectos y otros artrópodos demuestran ser herramientas valiosas en la investigación de homicidios, suicidios y otras muertes de humanos desatendidos (ancianos, menesterosos, etc.). Además de las aplicaciones reconocidas en la estimación del intervalo de muerte, la reagrupación de restos y la evaluación de las lesiones antemortem, los insectos también pueden servir como elementos confiables alternativos para los análisis toxicológicos, en ausencia de tejidos y fluidos del cuerpo normalmente muestreados para estos propósitos. En los casos de cuerpos en descomposición y/o restos en donde permanece el esqueleto, los análisis de insectos que se alimentan de carroña pueden representar las fuentes cualitativas más exactas de información toxicológica. Por ello, la entomotoxicología puede llegar a ser una herramienta valiosa para la ciencia forense y se requieren investigaciones detalladas para subrayar el potencial completo de esta disciplina.

En la República Mexicana y particularmente para el estado de Aguascalientes, los estudios, enfocados hacia la entomología forense son recientes, tal es el caso de los trabajos realizados por Escoto *et al.* (1991;

2000; 2001 y 2003); los cuales ya mencionan algunas familias con importancia forense.

Es importante mencionar que hay cuatro antecedentes específicos sobre este tema para el estado de Aguascalientes, el primero presentado en la sección estudiantil del XXXIV Congreso Nacional de Entomología por De la Barrera (1999), relativo a los insectos degradadores importantes para el establecimiento del tiempo de muerte en vertebrados. En este trabajo se describe la identificación de insectos de los órdenes: Diptera, Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera; de estos, los dos primeros se encuentran directamente asociados con la descomposición del cuerpo. El orden Diptera presentó 9 familias, de las cuales Calliphoridae y Muscidae son las más representativas en los primeros días de descomposición, mientras que las familias Tachinidae y Drosophilidae aparecieron en los últimos días y no presentaron una actividad muy marcada en la descomposición. El orden Coleóptera, presentó 5 familias, de las cuales Silphidae y Chrysomelidae son las más importantes en cuanto a su participación en la descomposición activa del cuerpo, primero alimentándose de las larvas de dípteros y, cuando éstas tienden a desaparecer, desintegrando el tejido óseo del animal. Este antecedente, a pesar de ser un estudio preliminar, aporta datos importantes sobre el proceso de descomposición y la participación de los insectos en el mismo, aunque fue realizado utilizando el género *Canis*.

El segundo antecedente es el trabajo denominado Entomofauna Necrófaga en la Ciudad de Aguascalientes durante el periodo estacional de primavera 2004, realizado por Martínez (2004), en este trabajo se identificaron

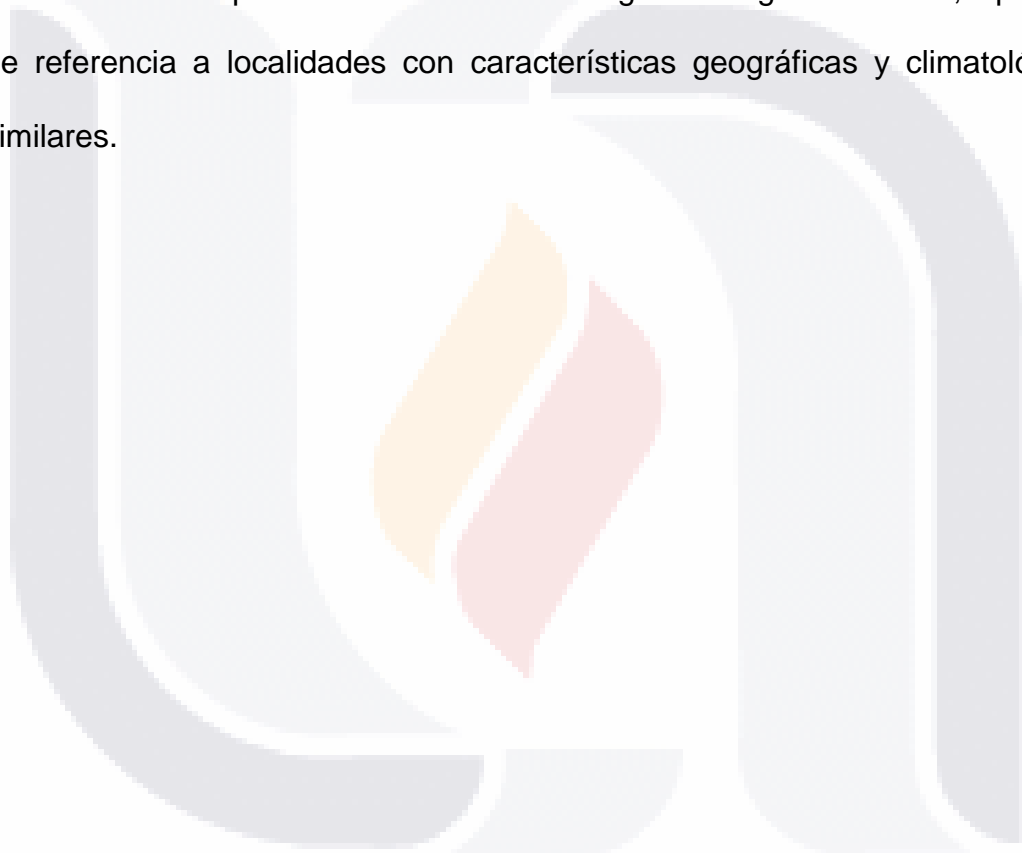
25 especies de insectos pertenecientes a los órdenes Dermaptera, Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera y Diptera. Las 25 especies identificadas se ubican en 14 familias y 23 géneros. Para el orden Diptera estuvieron presentes especies de las familias Bombyliidae, Calliphoridae, Muscidae, Phoridae y Sarcophagidae. La familia Calliphoridae fue la primera en arribar a los cuerpos y está representada por las especies *Phaenicia sericata*, *Lucilia eximia*, *Phaenicia cuprina* y *Cynomya cadaverina*. La familia Calliphoridae fue una de las más representativas en cuanto al número de individuos ya que fueron los individuos que se observaron permanecieron más tiempo sobre el cadáver. Del orden Coleoptera estuvieron presentes especies de las familias Cleridae, Dermestidae, Histeridae y Staphylinidae. En la familia Staphylinidae destacó la especie *Creophilus maxillosus* por su actividad depredadora de larvas de moscas y porque se encontró en el cadáver después de unas horas de la muerte, así como en estados avanzados de la descomposición. Las especies de la familia Dermestidae como *Dermestes ater*, son importantes porque participan en la fase del período colicuativo hasta la reducción esquelética.

El tercer antecedente se presentó en el VII Congreso Latinoamericano de Entomología, XLII Congreso de la SME (Sociedad Mexicana de Entomología) desarrollado en Acapulco, Gro por González (2007), el cual se tituló Insectos necrófagos en restos de cinco tipos de vertebrados durante primavera en la Ciudad de Aguascalientes, en este trabajo se registraron 44 géneros distribuidos en 19 de 22 familias identificadas de los órdenes Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera y Dermaptera. Los órdenes Diptera y Coleoptera participaron de manera importante en el proceso de descomposición y los órdenes Hymenoptera, Hemiptera y Dermaptera tuvieron

una participación incidental pero considerable por su abundancia sobre los restos. Los principales géneros que participaron fueron: *Allopiophila*, *Protopiophila* (ambos de *Piophilidae*), *Cinderella* (*Heleomyzidae*), *Musca* (*Muscidae*), *Chloroprocta*, *Phaenicia* (ambos de *Calliphoridae*), *Sarcophaga* y *Sarcophagula* (ambos de *Sarcophagidae*) del orden *Diptera*; *Thanatophilus* (*Silphidae*), *Aphodius* (*Scarabaeidae*), *Saprinus* (*Histeridae*), *Dermestes* (*Dermestidae*) y *Necrobia* (*Cleridae*) del orden *Coleoptera*; y *Aphaenogaster*, *Pogonomyrmex*, *Proceratium* y *Solenopsis* (todos de la familia *Formicidae*) del orden *Hymenoptera*.

El cuarto estudio denominado “El Malatión y su influencia en la aparición de la entomofauna cadavérica del cerdo”, desarrollado por Ponce de León, (2008), en la cual los resultados obtenidos muestran que el malatión no erradicó la fauna cadavérica, que el ciclo de vida de los dípteros en el lugar del experimento se completo en seis días y en cámara de cría ocupó de seis a trece días. La sucesión biológica se dio de manera normal al arribar al cadáver especies necrófagas, depredadoras, parásitas y omnívoras; las especies de dípteros que arribaron al cadáver pertenecieron a las familias *Calliphoridae*, *Muscidae*, *Piophilidae* y *Sarcophagidae* y los coleópteros a las familias *Dermestidae*, *Histeridae*, *Cleridae* y *Silphidae*. Las primeras especies de dípteros en arribar al cadáver fueron *Lucilia illustris*, *Lucilia cuprina*, *Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria* y *Phormia regina*. A continuación arribaron especies de dípteros como: *Calliphora vicina*, *Stomoxys calcitrans* y *Sarcophaga haemorrhoidalis*. Finalmente se presentaron dípteros como: *Musca domestica* y *Piophila casei*.

Para obtener datos precisos relacionados con la muerte de un individuo, a través de la entomología forense, es indispensable conocer la fauna de los insectos del área en la que ocurrió el deceso, su biología y su distribución. La información generada en este trabajo contribuye a caracterizar los parámetros anteriores en un punto geográfico del Estado de Aguascalientes, México; sin embargo, es necesario seguir realizando investigaciones de esta índole para establecer un Mapa Entomoforense de la región de Aguascalientes, que sirva de referencia a localidades con características geográficas y climatológicas, similares.



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo III

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

3.- OBJETIVOS.

A) GENERAL

❖ Identificar el efecto del paratión metílico sobre el tiempo de desarrollo de la entomofauna necrófaga en cerdos (*Sus scrofa*) intoxicados con este plaguicida.

B) PARTICULARES.

❖ Conocer la secuencia de aparición de las especies de la entomofauna necrófaga en *Sus scrofa* intoxicado con paratión metílico, para correlacionarla con el tiempo de muerte.

❖ Determinar el tiempo de desarrollo de las principales especies de insectos necrófagos en restos de *Sus scrofa* con paratión metílico bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa.

❖ Identificar la presencia del paratión metílico en sangre de cerdos (*Sus scrofa*) intoxicados con este compuesto.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo IV

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

4.- METODOLOGÍA.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Este trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Aguascalientes, ubicada entre los 21° 53' de latitud norte y los 102° 18' de longitud oeste a 1,870 msnm (metros sobre el nivel del mar) (INEGI, 2000).

El Estado de Aguascalientes se encuentra ubicado en el centro de México; colinda al norte, noreste y oeste con Zacatecas; al sureste y sur con Jalisco. Es una entidad federativa de la República Mexicana con una superficie de 5,589 km², que representa el 0.3 por ciento de la superficie del país (INEGI-DGG,1999). La división política está representada por once municipios: Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San José de Gracia, Tepezalá, San Francisco de los Romo y El Llano.

Las principales elevaciones que se presentan en la entidad son: Sierra Fría (3,050 msnm), Sierra del Laurel (2,760 msnm), cerro del Mirador (2,700 msnm), cerro de La Calavera 2,660 msnm), Sierra de Asientos (2,650 msnm), cerro de San Juan (2,530 msnm), cerro de Juan el Grande (2,500 msnm), cerro del Picacho (2,420 msnm) y cerro de los Gallos (2,340 msnm).

Los climas que se presentan en la región en el transcurso del año son: templado semiseco en el 82 por ciento de la superficie, el templado subhúmedo con lluvias en verano, y semiseco semicálido en el resto del territorio, con temperaturas promedio anuales entre 17 y 20°C.

Con el apoyo del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos (INIFAP) se obtuvieron los datos climáticos de los meses en los que se realizó

el estudio, para la Estación de la Universidad que está ubicada en una Latitud de 21° 54' 0.34" y Longitud de 102° 19' 07.8".

Flora

Como es típico de las regiones áridas y semiáridas, Aguascalientes, presenta en más de la mitad de su territorio una cubierta vegetal de tipo arbustivo. En la montaña: encino, pino y cedro; en los valles: matorral espinoso, cardón, duraznillo, palma, sotol, huizache y mezquite (De la Cerda y Siqueiros, 1984).

Fauna

En la montaña: puma, venado de cola blanca, jabalí de collar, gato montés y ardilla; en los valles: lobo, coyote, zorra gris, mapache, liebre, codorniz pinta, lechuza, paloma y águila (De la Riva, H. G. 1989).

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS.

La utilización del biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa*) desnudo de 15 a 20 kg., obedece a que se asemeja al ser humano en cantidad de vello, tamaño del torso, fauna intestinal, hábitos alimenticios y procesos de descomposición (Goff y Flynn 1991; Shean et al. 1993; Anderson y VanLaerhoven 1996; Komar y Beattie 1998).

Los cerdos (lechones) fueron obtenidos de la Granja Porcícola Vi- Lobos y cumplieron con los requisitos de alimentación y cuidados adecuados. Se utilizaron 6 cerdos machos (3 controles y 3 tratados), de 15 a 20 kg de peso corporal. Los animales tratados fueron aturdidos con descarga eléctrica (Norma

Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres) y posteriormente recibieron una dosis letal de paratión metílico en las instalaciones del Bioterio de la UAA.

Inmediatamente después de la muerte, se obtuvieron muestras de sangre arterial y los animales se introdujeron en bolsas de plástico para cubrirlos adecuadamente. En el área poniente de ciudad universitaria (Fig 1), se instalaron las jaulas de protección dentro de las cuales se colocaron los cadáveres de los cerdos. Se fijaron rótulos de advertencia y se efectuó la medición de la temperatura afuera, dentro y en el piso de la jaula y bajo el cadáver. La ubicación geográfica del punto donde se colocaron las muestras se realizó utilizando un geoposicionador marca Trex H-Garmin.

A partir de este momento y por los siguientes 20 días se revisaron las muestras cotidianamente entre las 14 y las 16 hrs. Se colectaron muestras de larvas y adultos de dípteros y en cuanto comenzaron a aparecer y se elaboró un archivo videográfico de todo el proceso. De las larvas que se encontraron, se tomaron muestras vivas y se colocaron en frascos con alcohol de 96° para la identificación cualitativa del plaguicida. Además, se colectaron muestras de larvas vivas para trasladarlas a la cámara bioclimática, las cuales se colocaron en terrarios con hígado de cerdo, agua y una etiqueta de identificación con el número de larvas que contenía cada terrario, número de muestra (cerdo) y la fecha de la colecta. A continuación, se verificó la temperatura y humedad de la cámara bioclimática, para llevar un registro de estos datos. Cuando las larvas se transformaron en pupas, se registró el número de esas pupas que se

transformaron en moscas adultas y el tiempo transcurrido para llegar a ese estado.

4.3 ACTIVIDADES EN LABORATORIO.

Conforme se fueron colectando los especímenes, se ubicaron en un área del laboratorio de la Colección Zoológica previamente destinada para ese fin. Cuando se tuvo la totalidad de los especímenes, se revisaron utilizando un microscopio estereoscópico siguiendo las dicotomías de las claves taxonómicas que nos permitieron su identificación; tomando como principales referencias las de Borrór *et al.* (1992); Dillon y Dillon (1972); Byrd y Castner (2001); Hall (1948); McAlpine y Peterson. (1981) y Smith (1986), entre otras.

Al término del proceso taxonómico, se registraron las especies identificadas, para obtener un listado de las mismas presentes en el área y poder proceder a la integración y análisis de los resultados. La Cámara Bioclimática estuvo programada para tener ciclos de 11 h de luz y 13 h de obscuridad, en la cual la temperatura relativa osciló entre los 25.4°C +/- 3.5°C; la humedad relativa osciló entre los 55.2% +/-10 %.

Finalmente para identificar y cuantificar el plaguicida en las muestras de sangre así como en las larvas se utilizó el método descrito por Jaramillo *et al.* (1990).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo V

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

5.- RESULTADOS

Se revisaron en total 797 Dípteros, de los cuales: 353 pertenecen a la Familia Calliphoridae (*Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria*, *Cynomya cadaverina*, *Lucilia illustris*, *Lucilia cuprina*, *Chrysomya rufifacies*), 338 son de la Familia Muscidae (*Hidrotea leucostoma* y *Stomoxys calcitrans*), 93 de la Familia Piophilidae (*Piophila casei*) y 13 de la Familia Sarcophagidae (*Sarcophaga haemorrhoidalis*).

También se obtuvieron 296 ejemplares de escarabajos, de los cuales 113 son de la Familia Histeridae (*Saprinus assimilis* (Paykull, 1811) , *Pachylopus fraternus*), 66 de la familia Staphylinidae (*Creophilus maxillosus* (Linnaeus, 1758) y *Platydracus tomentosus* (Thomson, 1858)), 63 de la Familia Cleridae (*Necrobia rufipes*) (DeGeer), 40 de la Familia Dermestidae (*Dermestes ater*) (DeGeer), ocho de la familia Scarabaeidae (*Canthon viridis*) (Palisot De Beauvois, 1885), siete de la Familia Silphidae (*Thanatophilus truncatus* (Gravenhorst, 1802)), uno de la Familia Nitidulidae (*Osmosita colon* (Linnaeus)) y uno de la Familia Trogidae (*Trox suberosus*) (Fabricius, 1775).

De los 797 dípteros recolectados en los tres periodos estacionales, se recolectaron 296 ejemplares de *Stomoxys calcitrans*, 271 de *Lucilia sericata*, 83 de *Piophila casei*, 43 de *Lucilia cuprina*, 42 de *Hidrotaea leucostoma*, 18 de *Cynomya cadaverina*, 15 de *Cochliomyia macellaria*, 13 de *Sarcophaga haemorrhoidalis*, 5 de *Chrysomya rufifacies* y 1 ejemplar de *Lucilia illustris* (cuadro 1).

Cuadro 1.- Familias, géneros y especies de Diptera encontrados en restos de *Sus scrofa*.

CERDO	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	CANTIDAD
1	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>	24
	Muscidae	<i>Hidrotea</i>	<i>Hidrotea leucostoma</i>	1
		<i>Stomoxys</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i>	6
2	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	5
		<i>Cynomya</i>	<i>Cynomya cadaverina</i>	8
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia illustris</i>	1
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>	66
	Muscidae	<i>Hidrotea</i>	<i>Hidrotea leucostoma</i>	10
		<i>Stomoxys</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i>	12
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i>	<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	12
3	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	2
		<i>Cynomya</i>	<i>Cynomya cadaverina</i>	5
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia cuprina</i>	7
			<i>Lucilia sericata</i>	134
	Muscidae	<i>Hidrotaea</i>	<i>Hidrotaea leucostoma</i>	22
		<i>Stomoxys</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i>	70
	Piophilidae	<i>Piophila</i>	<i>Piophila casei</i>	35
4	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	5
		<i>Cynomya</i>	<i>Cynomya cadaverina</i>	5
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia cuprina</i>	14
			<i>Lucilia sericata</i>	35
	Muscidae	<i>Hidrotaea</i>	<i>Hidrotaea leucostoma</i>	5
		<i>Stomoxys</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i>	44
	Piophilidae	<i>Piophila</i>	<i>Piophila casei</i>	19
5	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	2
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia cuprina</i>	10
			<i>Lucilia sericata</i>	12
	<i>Chrysomya</i>	<i>Chrysomya rufifacies</i>	5	
	Muscidae	<i>Hidrotaea</i>	<i>Hidrotaea leucostoma</i>	2
		<i>Stomoxys</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i>	97
Piophilidae	<i>Piophila</i>	<i>Piophila casei</i>	22	
6	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	1
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia cuprina</i>	12
	Muscidae	<i>Hidrotaea</i>	<i>Hidrotaea leucostoma</i>	2
		<i>Stomoxys</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i>	67
	Piophilidae	<i>Piophila</i>	<i>Piophila casei</i>	17
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i>	<i>Sarcophaga haemorrhoidalis</i>	1

También se recolectaron larvas en los restos de *Sus scrofa* y se colocaron en la cámara bioclimática para que completaran su desarrollo de larva a adulto, el cual en promedio fue de 9 días para las especies de moscas antes mencionadas.

Las moscas que nacieron en la cámara de cría pertenecen a las familias: Calliphoridae, con *Lucilia sericata* (373 ejemplares) y *Cochliomyia macellaria* (96 ejemplares), y de Muscidae solamente *Stomoxys calcitrans* (1 ejemplar) (cuadro 2).

Cuadro 2.- Familias, géneros y especies de Diptera nacidas bajo condiciones de laboratorio

CERDO	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	CANTIDAD
1	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>	20
2	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	5
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>	25
	Muscidae	<i>Stomoxys</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i>	1
3	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	78
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>	28
4	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia macellaria</i>	13
		<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>	50
5	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>	164
6	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia sericata</i>	86

En este estudio se recolectaron 296 coleópteros en los restos de *Sus scrofa* los cuales aparecen frecuentemente asociados a los cadáveres ya que se alimentan de carroña o de los artrópodos que se localizan en el medio cadavérico, de los cuales son 80 de *Saprinus assimilis*, 34 de *Pachylopus fraternus*, 26 de *Creophilus maxillosus*, 40 de *Plathydracus tomentosus*, 63 de *Necrobia rufipes* (DeGeer), 40 de *Dermestes ater* (DeGeer), 8 de *Canthon viridis*, 3 de *Thanatophilus truncatus*, 1 de *Osmosita colon* y 1 de *Trox suberosus* (cuadro 3).

Cuadro 3.- Familias, géneros y especies de Coleópteros encontrados en los restos de *Sus scrofa*.

CERDO	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	CANTIDAD
1	Cleridae	<i>Necrobia</i>	<i>Necrobia rufipes</i>	16
	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes ater</i>	2
	Histeridae	<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus assimilis</i>	5
2	Cleridae	<i>Necrobia</i>	<i>Necrobia rufipes</i>	25
	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes ater</i>	16
	Histeridae	<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus assimilis</i>	22
3	Cleridae	<i>Necrobia</i>	<i>Necrobia rufipes</i>	4
	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes ater</i>	2
	Histeridae	<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus assimilis</i>	31
	Nitidulidae	<i>Osmosita</i>	<i>Osmosita colon</i>	1
	Staphylinidae	<i>Creophilus</i>	<i>Creophilus maxillosus</i>	9
<i>Platydracus</i>		<i>Platydracus tomentosus</i>	15	
4	Cleridae	<i>Necrobia</i>	<i>Necrobia rufipes</i>	11
	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes ater</i>	2
	Histeridae	<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus assimilis</i>	25
	Staphylinidae	<i>Creophilus</i>	<i>Creophilus maxillosus</i>	11
	Silphidae	<i>Thanatophilus</i>	<i>Thanatophilus truncatus</i>	1
5	Cleridae	<i>Necrobia</i>	<i>Necrobia rufipes</i>	4
	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes ater</i>	1
	Histeridae	<i>Pachylopus</i>	<i>Pachylopus fraternus</i>	19
		<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus assimilis</i>	6
	Scarabaeidae	<i>Canthon</i>	<i>Canthon viridis</i>	3
	Staphylinidae	<i>Creophilus</i>	<i>Creophilus maxillosus</i>	7
		<i>Platydracus</i>	<i>Platydracus tomentosus</i>	14
Silphidae	<i>Thanatophilus</i>	<i>Thanatophilus truncatus</i>	2	
6	Cleridae	<i>Necrobia</i>	<i>Necrobia rufipes</i>	3
	Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes ater</i>	17
	Histeridae	<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus assimilis</i>	3
		<i>Saprinus</i>	Larvas <i>Saprinus</i>	2
	Scarabaeidae	<i>Canthon</i>	<i>Canthon viridis</i>	5
	Staphylinidae	<i>Creophilus</i>	<i>Creophilus maxillosus</i>	10
	Silphidae	<i>Thanatophilus</i>	<i>Thanatophilus truncatus</i>	1
Trogidae	<i>Trox</i>	<i>Trox suberosus</i>	1	

Para la identificación del paratión metílico en las muestras de larvas por Cromatografía de Gases, se utilizó la metodología descrita por Jaramillo et al. (1990), y a continuación se muestra un cromatograma del estándar del plaguicida, el cual se utilizó durante el desarrollo del proyecto como valor de referencia (control) podemos observar en el cromatograma una flecha en donde se señala la ubicación del pico, que indica la detección del organofosforado en la muestra de larvas y se señala también que el tiempo que transcurre después de la inyección de la muestra hasta que el pico de concentración del analito alcanza el detector es de 10.342 minutos (tiempo de retención) (figura 1).

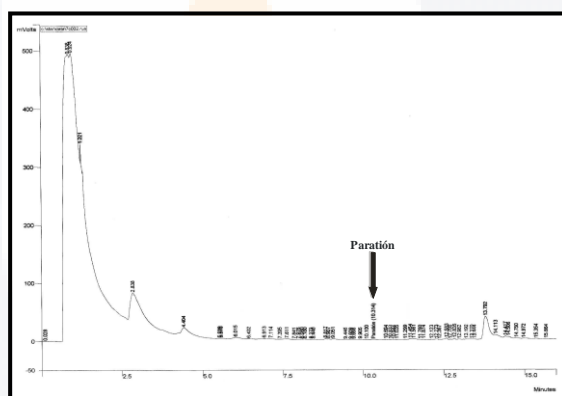


Figura 1. Cromatograma del estándar de paratión metílico. La flecha señala la presencia del plaguicida. El tiempo de retención fue de 10.342 minutos.

Respecto a los análisis efectuados en el plasma de los cerdos intoxicados con paratión metílico se realizó la identificación del mismo por medio de la cromatografía de gases. Se ilustra un cromatograma típico del plasma de un cerdo intoxicado, con el pico correspondiente al paratión-metílico (figura 2).

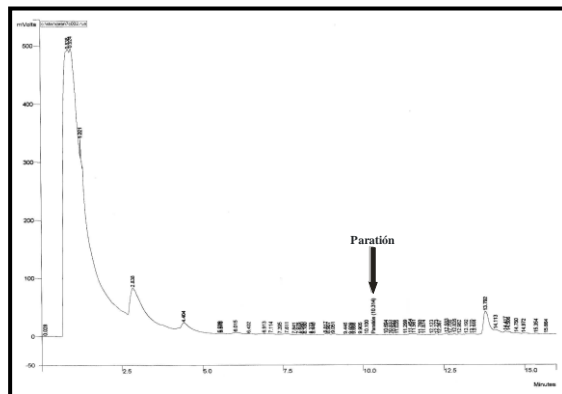


Figura 2. Cromatograma del plasma de un cerdo intoxicado con paratión metílico. La flecha señala la presencia del plaguicida.

Para identificar la presencia del paratión metílico en una muestra de larvas de dípteros se utilizó la metodología descrita por Jaramillo et al (1990), y en el siguiente cromatograma se demuestra la presencia del paratión metílico en una muestra de las larvas colectadas. La flecha señala la presencia del organofosforado en la muestra analizada (figura 3).

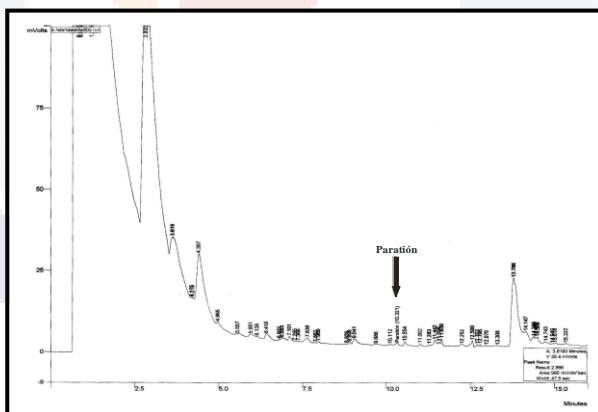


Figura 3. Cromatograma donde se manifiesta la presencia del paratión metílico en una muestra de las larvas colectadas.

Al obtener los cromatogramas, en todos los casos el tiempo de retención del plaguicida en promedio fue de 10.342 minutos.

Finalmente, es importante señalar que el paratión metílico retrasó, por 24 horas, el tiempo de desarrollo de la entomofauna necrófaga en los restos de *Sus scrofa* y la aparición de las moscas sobre el cadáver.

Otro aspecto importante en el estudio fue conocer si al intoxicar a los cerdos con el paratión metílico la sucesión de insectos sufría alguna alteración, específicamente los dípteros, ya que la sucesión de especies en un cuerpo sigue un orden determinado dependiendo de las condiciones del cadáver y de las variables ambientales y geográficas (Early y Goff 1986; Anderson y Van Laerhoven 1996; Byrd y Castner 2001). A continuación se presentan los análisis que se realizaron de la sucesión de los insectos necrófagos en las tres estaciones del año, teniendo como referencia los cerdos controles (sin intoxicar).

Tabla 1. Precipitación, temperatura y humedad relativa que se prevaleció en el periodo estacional de primavera.

Total	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)			Humedad relativa
		Máxima	Mínima	Promedio	Promedio (%)
	29.80	31.20	13.41	22.50	35.59
	Acumulado mensual	Promedio de datos durante el muestreo.			

TAXON	DIAS																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Calliphoridae	■																
Muscidae	■																
Cleridae	■																
Dermestidae	■																
Histeridae	■																

Figura 4. Sucesión de insectos necrófagos en el cerdo control durante el periodo estacional de primavera.

TAXON	DIAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Calliphoridae																		
Muscidae																		
Sarcophagidae																		
Cleridae																		
Dermestidae																		
Histeridae																		

Figura 5. Sucesión de insectos necrófagos en el cerdo intoxicado con paratión metílico durante el periodo estacional de primavera.

En primavera el proceso de descomposición tuvo una duración de 17 días, la temperatura promedio fue de 22.5°C y la humedad relativa promedio de 39.59% (tabla 1), lo cual favoreció la rápida descomposición del cadáver y el arribo de los dípteros y los coleópteros. En el cerdo 1 (control) y en el 2 (intoxicado con paratión metílico) encontramos a las mismas familias de dípteros con la excepción de la familia Sarcophagidae la cual encontramos solamente en el cerdo 2; Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae son las familias que primero llegan a la carroña (fig 4 y 5), como lo mencionan Camacho (2003), Ochoa (1998), Martínez (2004), Ponce (2008), Byrd y Castner (2001), Smith (1986), Vargas (1999), Castillo (2002) y De la Barrera (1999). Calliphoridae y Muscidae, estuvieron presentes pocos días en el cerdo 1 a diferencia de cerdo 2 en el cual Calliphoridae, Muscidae así como Sarcophagidae fueron encontradas en los 17 días que duró el proceso. Con respecto a los coleópteros se presentaron las mismas familias (fig 4 y 5). La familia Cleridae que son depredadores se presentaron en 13 de los 17 días, Dermestidae permaneció los días 6 a 14 e Histeridae solo se encontró en los

días 5 y 6. En el cerdo 2 Cleridae, Dermestidae e Histeridae se presentaron en la carroña durante los días 4 a 17 (se alimentan de los tejidos secos).

Tabla 2. Precipitación, Temperatura y Humedad relativa para el periodo estacional de otoño.

Total	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)			Humedad relativa
		Máxima	Mínimo	Promedio	Promedio (%)
	11.80	24.32	13.07	18.05	69.95
	Acumulado mensual	Promedios de datos durante el muestreo			

TAXON	DIAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Calliphoridae	██████████											
Muscidae			██████████									
Piophilidae				██████████								
Cleridae					██████████							
Dermestidae							██████					
Histeridae		██										
Scarabaeidae	██████████											
Staphylinidae	██											

Figura 6. Sucesión de insectos necrófagos en el cerdo control durante el periodo estacional de otoño.

TAXON	DIAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Muscidae	██											
Calliphoridae	██											
Piophilidae					██████████							
Cleridae							██████████					
Dermestidae				██████████								
Histeridae		██										
Nitidulidae								██				
Scarabaeidae	██████											
Staphylinidae	██											

Figura 7. Sucesión de insectos necrófagos en el cerdo intoxicado con paratión metílico durante el periodo estacional de otoño.

En otoño, la temperatura promedio fue de 18.5°C y la humedad relativa promedio de 69.95% (Tabla 2). En este periodo, el proceso de descomposición de los cadáveres duró solamente 11 días. En los cerdos 3 (control) y 4 (intoxicado con paratión metílico) se presentaron las mismas familias de dípteros (Calliphoridae, Muscidae y Piophilidae) las cuales se reportan en la literatura (Camacho 2003, Ochoa 1998, Martínez 2004, Ponce 2008, Byrd y Castner 2001, Smith, 1986; Vargas, 1999; Castillo, 2002, De la Barrera 1999), como las primeras moscas que arriban a la carroña. Con respecto a los coleópteros se presentaron las mismas familias (fig. 6 y 7) con excepción de Nitidulidae, la cual apareció solamente en el cerdo 4. Calliphoridae y Muscidae estuvieron presentes pocos días en el animal control (5 y 7 días respectivamente), mientras que en el cerdo 4 ambas familias se encontraron durante 11 días. Con relación a los coleópteros, en el cerdo 4 Cleridae se presentó durante los días 4 a 11, Dermestidae permaneció los días 8 y 9 e Histeridae se encontró durante los días 2 a 11. En el cerdo 4, el tiempo de permanencia de los coleópteros fue: Cleridae (cuatro días), Dermestidae (cinco días) e Histeridae (nueve días) (figuras 6 y 7). De los coleópteros capturados, Dermestidae, Histeridae, Nitidulidae, Scarabaeidae y Staphylinidae, son insectos que se alimentan de los tejidos ricos en proteína de la carroña de vertebrados lo que concuerda con lo señalado por Catts (1992), Goff (1992) y Smith (1986).

En el verano, la temperatura promedio fue de 19.40°C y la humedad relativa promedio de 74.98%, lo cual favoreció la rápida descomposición del cadáver y el arribo de dípteros y coleópteros (tabla 3). En esta estación el proceso de descomposición tuvo una duración de 11 días. En los cerdos 5 (control) y 6 (intoxicado con paratión metílico) se presentaron las mismas familias de dípteros, con excepción de Sarcophagidae que solo se presentó en el cerdo 5; en este el tiempo de permanencia de los insectos fue: Calliphoridae (nueve días), Muscidae (diez días) y Piophilidae (7 días), mientras que Sarcophagidae se presentó solamente el segundo día. A su vez en el cerdo 6 estas familias permanecieron durante 11 días (figuras 8 y 9). Respecto a los coleópteros, también se presentaron las mismas familias: Cleridae y Silphidae (depredadores), Dermestidae, Histeridae, Scarabaeidae y Staphylinidae (necrófagos). Al respecto, en el cerdo 5, Cleridae se presentó durante los días 6 a 10, Dermestidae se permaneció los días 6 a 7 e Histeridae se encontró durante los días 4 a 10 y Trogidae solo se presentó en el día 10. A su vez, en el cerdo 6, el tiempo de permanencia de los insectos fue: Cleridae y Dermestidae (siete días), así como Histeridae (nueve días) (figuras 8 y 9).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo VI

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

6.- CARACTERES GENERALES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE DÍPTEROS Y COLEÓPTEROS

➤ ORDEN DIPTERA

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Calliphoridae

GENERO : *Chysomya*

ESPECIE: *Chysomya rufifacies* (Macquart)



NOMBRE COMÚN: Mosca de la larva pilosa, espinosa o mosca ovejera.

CARACTERÍSTICAS: Cuerpo corpulento sólido y son de color verde–azul brillante. El adulto mide de 4 a 9 mm. Los segmentos de la región terminal del abdomen tienen coloraciones que van del púrpura oscuro al azul. Remigio con vellosidades, caliptras de color claro en la hembra y de color más oscuro en el macho (no café intenso), caliptras con vellosidades, escudo con seta intra alar, espiráculo anterior de color blanco, ojos del macho separados por una distancia mayor al diámetro del ocelo central, vellosidades en la vitta, la gena y el parafacial, vellosidades blancas en la gena y cuerpo color verde con tonalidades amarillas o naranjas, son otros de sus caracteres distintivos. Las larvas de esta especie son fácilmente distinguibles por la presencia de espinas a lo largo del cuerpo, practican el canibalismo. La mosca de la larva espinosa es nativa de Australia, de los trópicos de las regiones asiáticas. Su ciclo vital tiene una duración de huevo a adulto de 23 días (25° C y 80% de humedad relativa), con 24 horas de huevo, 10 días de larva y 12 días de pupa. Esta especie es de las primeras en llegar a la carroña. Fue introducida en el

continente americano en 1981 y actualmente está reportada en U. S. A, Costa Rica y México.

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Calliphoridae

GENERO: *Cochliomyia*

ESPECIE: *Cochliomyia macellaria*

(Fabricius)



NOMBRE COMÚN: mosca del gusano tornillo

CARACTERÍSTICAS: Los adultos son de color verde metálico con tonalidades en azul y tienen tres bandas longitudinales de color verde oscuro en la superficie dorsal del tórax (entre la base de las alas). Estas bandas o líneas no se extienden hasta el abdomen. Observándolos más de cerca, la cabeza tiene tonalidades en color naranja y el color de las patas del adulto puede presentar varias tonalidades en café a café oscuro. Velloidades en el remigio, el escudo posee menos de 2 setas intra alares y 3 líneas longitudinales negras, palpos filiformes, abdomen con manchas blancas conspicuas en cada lado de los terguitos terminales (macho), serie de finas setas amarillas en el parafacial (hembra), basicosta de color amarillo o naranja, cuerpo color verde o azul metálico, ocasionalmente en tonos dorados, son otros de sus caracteres distintivos. Los adultos miden de 6 a 9 mm. En las larvas se observa visiblemente los espiráculos posteriores, localizados al final del cuerpo de la larva. Estas especies son muy abundantes en todo el Nuevo Mundo, pueden encontrarse desde los trópicos y subtrópicos del Nuevo Mundo desde el sur de

Canadá hasta Argentina, incluyendo las Islas Galápagos. Su distribución parece estar determinada principalmente por la precipitación y la humedad (Vargas, 1999).

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Calliphoridae

GENERO: *Cynomya*

ESPECIE: *Cynomya cadaverina* (Robineau-Desvoidy, 1830).



NOMBRE COMÚN: mosca de tonalidades azul botella.

CARACTERÍSTICAS: La mosca con tonalidades azul botella es una especie grande con el tórax de color azul a azul oscuro y cubierto con un polvo plateado, lo que causa que en ocasiones se observe de color gris. El abdomen tiene tonalidades en azul. Presenta tres bandas oscuras en el dorso detrás de la cabeza. El adulto mide de 9 a 14 mm. El ciclo de vida puede ser de 17 a 19 días dependiendo de la temperatura. Estas especies son atraídas por la carroña y la materia fecal. Son más abundantes durante los meses de primavera y verano, durante el invierno suelen encontrarse en forma abundante en las casas. Los adultos vuelan despacio y son fácilmente capturados cuando se realizan las colectas en la escena de la muerte. Las larvas son comúnmente encontradas en la carroña durante los estados avanzados de descomposición, y los adultos normalmente no se encuentran en los restos frescos. Estas especies se localizan en la región Neártica. Es la que más comúnmente se encuentra en el norte de Estados Unidos y en el sur de Canadá, pero puede ser encontrada ocasionalmente hasta el sur de Texas y el norte de Florida.

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Muscidae

GENERO: *Hydrotaea*

ESPECIE: *Hydrotaea leucostoma*

(Wiedemann, 1817).



NOMBRE COMÚN: Mosca negra de la basura.

CARACTERÍSTICAS: Los adultos se localizan en cadáveres con más de 10 días de fallecidos. Son muy importantes para establecer el intervalo postmortem. *Hydrotaea* es de importancia forense, en la salud pública y en la economía. Los machos miden de 6.5 a 8.5 mm y la hembras de 5.75 a 7.5 mm. Las tonalidades van de castaño muy ligero al negro azulado con los ojos grandes, rojos y antena plumosa. Estas moscas prefieren las áreas con materia orgánica en proceso de fermentación, en el excremento, o descomponiendo a los cadáveres. Las larvas son depredadoras de otras larvas de moscas. Se ha demostrado que son transmisoras de enfermedades y causantes de miasis. Se localiza en la mayoría de las regiones del mundo, pero prefiere las regiones calurosas, se localizan en la proximidad del excremento en los meses de verano y junto a los animales

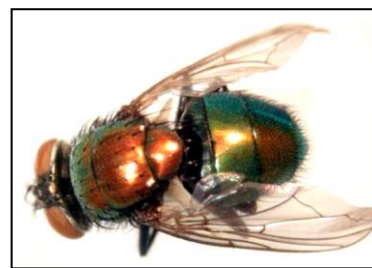
ORDEN: Díptera

FAMILIA: Calliphoridae

GENERO: *Lucilia*

ESPECIE: *Lucilia cuprina* (*Phaenicia cuprina*=

Phaenicia pallescens). (Wiedemann, 1830).



NOMBRE COMÚN: Mosca australiana de las ovejas o mosca color bronce botella.

CARACTERÍSTICAS: Las moscas color bronce botella miden de 6 a 8 mm de longitud y son de color metálico con tonalidades de amarillo a verde a un color cobre oscuro, puede tener tintes verdes, en la parte frontal del femoral son de color verde metálico. Sus adultos pueden preferir tanto excremento como la carroña, aunque también se pueden encontrar en frutos caídos. Son abundantes en de primavera a otoño. Es posible encontrarlas cerca de las zonas habitacionales y pueden ingresar rápidamente a los hogares. Se conoce que pueden ocasionar miasis tanto en humanos como en animales. Esta especie se localiza en Australia, África y América, en donde se localizan en la parte suroeste. En algunas ocasiones se observan brillantes en el piso o en la vegetación en las proximidades de la fuente de alimentación y cuando son molestadas inmediatamente retoman el vuelo, lo que dificulta la colecta. Esta especie se localiza en Australia, África y América, en donde se localizan en la parte suroeste.

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Calliphoridae

GENERO: *Lucilia*

ESPECIE: *Lucilia sericata* (Meigen, 1826).

NOMBRE COMÚN: Mosca voladora

(zumbadora) de las ovejas.



CARACTERÍSTICAS: Los adultos de las moscas voladoras de las ovejas miden de 6 a 9 mm de longitud. Estas moscas tienen colores metálicos

brillantes con tonalidades que van del azul al verde, del amarillo al verde, verdes o bronce dorado. El tórax presenta en la parte dorsal tres surcos grandes en forma transversal, en la parte frontal del fémur puede ser de color negro o azul claro y estos caracteres usualmente se utilizan en la identificación. Las larvas de estas especies se desarrollan satisfactoriamente en una gran variedad de sustratos alimenticios, pero es mejor el desarrollo en la carroña. Estas especies son una de las que más rápidamente llegan a los restos y la oviposición tiene lugar en pocas horas después de ocurrida la muerte. Los adultos prefieren los restos localizados en espacios abiertos y con luz brillante del sol, también pueden depositar sus huevos en los cuerpos que se ubican en espacios sombreados. Hay reportes de que estas especies se anticipan a la muerte y ovipositan en las heridas. También hay reportes en los cuales se indica que las larvas se desarrollan más rápidamente sobre la carroña en descomposición. Las larvas de *L. sericata* se han utilizado para eliminar el tejido necrótico de las heridas. Históricamente estas especies se encuentran distribuidas en la región Holártica, pero ahora son casi de distribución cosmopolita.

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Calliphoridae

GENERO: *Lucilia*

ESPECIE: *Lucilia illustris* (Meigen, 1826).

NOMBRE COMÚN: Mosca verde botella.

CARACTERÍSTICAS: Los adultos miden aproximadamente de 6 a 8 mm de longitud. El tórax y el abdomen tienen tonalidades verdes y azules mientras que



las patas son negras. Los adultos son atraídos rápidamente por la carroña fresca, pero pueden ser colectados ocasionalmente sobre el excremento. Esta especie es una de las que comúnmente recibe el nombre de mosca verde botella. La larva se alimenta tanto de la materia fecal como de la carroña, pero es más común que se alimente de la carroña. *L. illustris* se encuentra distribuida en toda la región Holártica. En Norteamérica es una de las especies más comunes desde México hasta el sur de Canadá y hasta la región media del oeste. Se consideran estas especies como de clima caliente y son más abundantes en zonas boscosas durante los meses de verano

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Piophilidae

GENERO: *Piophila*

ESPECIE: *Piophila casei* (Linnaeus, 1758).



NOMBRE COMÚN: Mosca del queso o mosca saltadora.

CARACTERÍSTICAS: Son moscas pequeñas de 2.5 a 4.5 mm, tienen el cuerpo de color negro y las patas de color amarillo, se ha observado que prefieren la obscuridad y las áreas sombreadas y colocan sus alas extendidas hacia su parte posterior cuando descansan. Los adultos son negros con tintes bronceados en el tórax. Los ojos son café-rojizos y tienen alas ligeramente iridiscentes que se mantienen planas sobre el cuerpo, cuando están descansando. La larva de esta mosca es una plaga importante del queso y la carne. Los huevos se depositan en la superficie del queso podrido o con moho, o en la carne que está ligeramente podrida. Las pequeñas larvas tienden a reunirse y alimentarse en un lugar. Se pueden mover a través de movimientos

peristálticos del cuerpo como las larvas de otras moscas y también a través de movimientos repentinos del cuerpo que pueden hacer que éstas salten hasta 25 cm, por lo que su nombre común es "saltador". Cuando son maduras, las larvas dejan el material alimenticio y buscan un lugar oscuro y seco para convertirse en pupas. La mosca saltadora es de distribución cosmopolita por lo que se localiza en todo el mundo.

ORDEN: Díptera

FAMILIA: Sarcophagidae

GENERO: *Sarcophaga*

ESPECIE: *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallén, 1816).

NOMBRE COMÚN: Mosca de la carne de cola roja.

CARACTERÍSTICAS: Es una mosca grande de 8 a 14 mm de longitud. Estas moscas son muy similares a las moscas de la familia *Muscidae*. Aunque son grandes la parte terminal de su abdomen es de color rojo y actualmente se conoce que es el genital externo. De ahí el nombre de mosca de la carne de cola roja, lo cual indica que es una característica en común con otras especies de la familia Sarcophagidae. El cuerpo es negro pero tiene un polvo gris el cual le da la apariencia de que son grises. Presenta tres bandas longitudinales en el tórax entre las bases de las alas. Estas bandas no continúan hasta el abdomen, el cual presenta un patrón como tablero de ajedrez con cuadros grises y negros. Los adultos son atraídos por la carne es descomposición y el excremento, las hembras depositan sus larvas frecuentemente en los intersticios de cuerpos humanos durante los meses de verano, son



cosmopolitas. Larva cilíndrica, con extremidad posterior trunca. Requiere de 10 a 12 días para llegar a pupa y en 24 a 48 horas de ocurrida la muerte ya están presentes. Esta especie puede infectar los tractos digestivos de animales vivos, particularmente mamíferos. La mosca de la carne de cola roja es de distribución cosmopolita, se encuentra en todo el mundo. Los investigadores las encuentran asociadas a los restos humanos en Estados Unidos y Canadá.



➤ **ORDEN COLEOPTERA**

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Scarabaeidae

GENERO: *Canthon*

ESPECIE: *Canthon viridis* (Palisot De Beauvois, 1885)

NOMBRE COMÚN: Escarabajo rodador.

CARACTERÍSTICAS: Los escarabeidos (Scarabaeidae) son una de las grandes familias de coleópteros con casi 30,000 especies descritas. Su tamaño oscila entre 2 y 180 mm. Tienen antenas lameladas de 8 a 11 segmentos; los machos de algunas especies tienen cuernos en el pronoto o en la cabeza. El abdomen tiene seis esternitos visibles. Es un escarabajo con el cuerpo ovalado, puede ser de color verde cobrizo muy brillante, el clípeo está bidentado, el pronoto transversal es convexo y los lados curvados, la base redondeada y el disco con puntos muy finos, los élitros aplanados y con estrías obsoletas, el protórax baja hacia los lados y la metatibia ligeramente curvada. Los adultos y las larvas se alimentan de excremento, carroña, piel y plumas. Esta especie de escarabajo se puede encontrar desde el sur de Canadá hasta Argentina.



ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Staphylinidae

GENERO: *Creophilus*

ESPECIE: *Creophilus maxillosus*



(Linnaeus, 1758)

NOMBRE COMÚN: Escarabajo que camina por el pelo.

CARACTERÍSTICAS: Los adultos pueden tener una longitud de 12 a 18 mm, todos ellos tienen el cuerpo negro y cubierto con parches de pelos amarillos pálidos. Los adultos tienen los ojos grandes y sus mandíbulas se cierran en la parte delantera de la cabeza y pueden provocar una dolorosa mordida si no se manejan adecuadamente. Los élitros están típicamente acortados, dejando al descubierto parte del abdomen. Las antenas están formadas de 11 segmentos. El desarrollo de huevos está alrededor de 4 días, larva 14 días, y pupa 16 días. Los huevos miden de 2 a 3 mm de color blanco y emerge la larva aproximadamente a los 3 días (dependiendo de la temperatura). La fase larval dura alrededor de 14 días. La pupa mide alrededor de 11 mm en los últimos 16 días. La estimación de la duración total del ciclo de vida de *Creophilus maxillosus* dura 37 días. El cuerpo es muy delgado y tienen el caminar típico de los escarabajos. Parece que estuvieran divididos en 4 secciones. Ambos los adultos y las larvas son depredadores de las moscas. La mayoría de las especies son alargadas y con tegumento blando. Las alas están bien desarrolladas y son buenos voladores. Los adultos pueden ser localizados en los restos humanos después de unas horas de la muerte así como en los estados avanzados de la descomposición. Cuando se sienten amenazados o son molestados, curvan su abdomen hacia adentro y hacia delante de su

cabeza para picar. Aunque no piquen, pueden emitir un olor extraño a manera de mecanismo de defensa. La mayoría son carnívoros o carroñeros, pero también hay especies saprófagas (materia vegetal en descomposición) y fitófagas (polen, flores, algas, etc.). Estas especies se localizan a lo largo de todo el este de Estados Unidos.

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Dermestidae

GENERO: *Dermestes*

ESPECIE: *Dermestes ater* (De Geer, 1774)



NOMBRE COMÚN: Escarabajo negro de la despensa o escarabajo del incinerador

CARACTERÍSTICAS: Los élitros son de color negro a café claro y tiene pelos dispersos de color amarillo. Estas especies presentan una característica distintiva en el patrón ventral ya que tiene coloraciones amarillas y no blancas. Los derméstidos (Dermestidae) son una familia de coleópteros polívoros con unas 1,000 especies descritas, algunas de las cuales son plagas de productos humanos, como pieles, alfombras, etc. Su tamaño oscila entre 1 y 10 mm de longitud. La cabeza está inclinada hacia abajo y es solo parcialmente visible desde arriba; poseen un ocelo en la frente (excepto los Dermestidae); antenas con un número variable de segmentos según los grupos, terminadas en una maza formada por uno o varios artejos. Pronoto tan ancho como la base de los élitros. Alas bien desarrolladas. Patas cortas, con cinco artejos en los tarsos. El

escarabajo negro de la despensa es de distribución cosmopolita y tiene una apariencia similar a *D. maculatus*, pero los élitros no son aserrados.

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Cleridae

GENERO: Necrobia

ESPECIE: *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775).



NOMBRE COMÚN: Escarabajo de patas rojas o gorgojo de la copra y del jamón.

CARACTERÍSTICAS: Este escarabajo es pequeño mide de 3 a 7 mm de longitud. Es fácilmente reconocido por su color azul metálico del cuerpo y las patas de color rojo. La larva tiene colores muy brillantes con manchitas púrpuras en el cuerpo y tonalidades café rojizas en la cabeza y cola. El nombre común se origino de los hábitos que tienen estas especies de infestar los alimentos embutidos. Los adultos y las larvas son depredadores de las moscas y de sus huevos, en algunas ocasiones pueden alimentarse de carroña. Son comúnmente encontrados en todo el año a nivel mundial, en los cuerpos humanos que se localizan fuera de las habitaciones durante los estados secos de descomposición, pero la colonización ocurre usualmente mucho tiempo después. Los adultos vuelan lento y comúnmente corren después de volar. A pesar de su pequeño tamaño y de ser pocos individuos, poseen movimientos muy rápidos que los hacen difíciles de recolectar, aunque ellos no vuelen continuamente. Estas especies son de distribución mundial.

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Nitidulidae

GENERO: *Osmosita*

ESPECIE: *Osmosita colon* (Linnaeus)

NOMBRE COMÚN: Escarabajo de la savia.



CARACTERÍSTICAS: Los escarabajos de la familia Nitidulidae son pequeños, de alrededor de 2 a 6mm. Generalmente de color opaco con antenas con engrosamiento al final. Son oblongos, ovales o achatados. Algunos tienen bandas o manchas rojas o amarillas. El margen del pronoto tiene coloraciones amarillentas, los élitros con dos o tres manchas amarillentas, en la parte media de la porción basal, la fascia presenta un color amarillento cerca del ápice, unido por un pequeño segmento, el pronoto claramente transversal, presenta protuberancias rugosas y muy marcadas, los élitros aplanados y los ápices separados y redondeados, exponiendo solo el pigidio. Se alimentan generalmente de materia vegetal en descomposición, carroña, frutas pasadas de maduro y savia y son considerados plagas. Unos pocos son depredadores. Esta especie se encuentra distribuida mundialmente.

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Histeridae

GENERO: *Pachylopus*

ESPECIE: *Pachylopus fraternus*



NOMBRE COMÚN: Escarabajo payaso.

CARACTERÍSTICAS: Son coleópteros polífagos, que miden de 1 a 15 mm. Son básicamente depredadores de larvas de insectos. Tienen el cuerpo corto y compacto, con tegumento muy duro. De color negro. La cabeza está retraída en el protórax. Las antenas son cortas acodadas y provistas de una maza terminal formada por la dilatación de los tres últimos artejos. Los élitros más cortos que el abdomen, dejando al descubierto el pigidio. Las patas son cortas, robustas y espinosas, las alas están bien desarrolladas. Tanto las larvas como los adultos son depredadores de larvas de otros insectos, a las que con frecuencia buscan en la carroña y el estiércol, los que excavan con sus fuertes patas. Diversas especies están asociadas a árboles muertos y otros materiales vegetales en descomposición; otras viven como comensales en hormigueros. Los adultos, cuando son molestados, entran en un estado de rigidez replegando fuertemente las patas contra en cuerpo.

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Staphylinidae

GENERO: Platydracus

ESPECIE: *Platydracus tomentosus* (Thomson, 1858).



NOMBRE COMÚN: Escarabajo vagabundo.

CARACTERÍSTICAS: Los estafilínidos (Staphylinidae) son una de las grandes familias de coleópteros polífagos con unas 50,000 especies descritas (casi tantas como vertebrados). Su tamaño oscila entre 0,5 y 50 mm, aunque la

mayoría miden entre 2 y 10 mm. La mayoría de las especies son alargadas y con tegumento blando. Los élitros están típicamente acortados, dejando al descubierto parte del abdomen. Las alas están bien desarrolladas y son buenos voladores. Los estafilínidos ocupan una gran diversidad de hábitats: hojarasca, hongos, corteza de árboles, carroña, madrigueras de mamíferos, nidos de aves, nidos de insectos sociales (hormigas, avispas, abejas, termitas), cuevas, vegetación, flores, etc. La mayoría son carnívoros o carroñeros, pero también hay especies saprófagas (materia vegetal en descomposición) y fitófagas (polen, flores, algas, etc.). Muchos segregan sustancias malolientes e irritantes para repeler a sus enemigos. Los estafilínidos tienen un importante papel en los ecosistemas, tanto actuando como presas, como manteniendo el equilibrio de poblaciones de otros insectos, a los que depredan (larvas de dípteros, caracoles, etc.). Se distribuyen mundialmente.

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Silphidae

GENERO: Thanatophilus

ESPECIE: Thanatophilus truncatus

(Gravenhorst, 1802).

NOMBRE COMÚN: Escarabajo carroñero negro o enterrador.

CARACTERÍSTICAS: Los sílfidos (Silphidae) son una familia de coleópteros polípagos con más de 300 especies descritas. Su tamaño oscila entre 4 y 40 mm. Poseen el cuerpo aplanado, de color negro, a veces con manchas amarillentas o rojas, y el tegumento es blando. Antenas cortas terminadas en



una maza. La mayoría de las especies se alimentan de carroña y son conocidos como "escarabajos enterradores". Tanto las larvas como los adultos viven mayoritariamente en cadáveres de animales, aunque hay especies asociadas a vegetales en descomposición y excrementos, y otras son depredadoras. Se distribuyen mundialmente.

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Histeridae

GENERO: Saprinus

ESPECIE: Saprinus assimilis (Paykull, 1811).



NOMBRE COMÚN: Escarabajo payaso o bufón.

CARACTERÍSTICAS: Cuerpo ovalado amplio, con tonalidades de color negro, pronoto impreso cerca de los ángulos anteriores, los laterales fuertemente punteados, la base presenta pocos puntos y una impresión que se distingue en la parte frontal del escutelo. Los élitros se encuentran fuertemente punteados en la región del tercio apical, la primera estría se extiende hasta $\frac{3}{4}$ partes del vértice, la segunda, la tercera y la cuarta gradualmente se van acortando y finalizan en los puntos marcados. La cuarta se une a la sutura de la base, presentan una depresión en la sutura basal pero no llega hasta el vértice, presentan una estría oblicua humeral indistinta, no se encuentra unido internamente en la región subhumeral, el cual presenta puntos hasta el vértice. El propigidio se observa fuerte transversalmente y presenta una gran cantidad de finos puntos, que desaparecen en el tercio basal, el pigidio es ligeramente

mas largo que ancho, los dos tercios de la región basal se encuentran fuertemente punteados, cerca del tercio apical desaparecen los puntos a excepción de cinco puntos localizados a cada lado, presenta una depresión marginal a cada lado que se extiende del tercio apical al vértice. Pueden medir de 4 a 5.5 mm. Esta especie es común en carroña fresca y sobre reptiles. Las especies Hister se encuentran en cadáveres desde la etapa de hinchazón hasta los estados secos del proceso de descomposición. Los adultos y las larvas se alimentan principalmente de noche de carroña, de las masas de larvas y de otros huevos de insectos. Los adultos vuelan bien y corren velozmente. Cuando son perturbados, ellos estiran sus patas y antenas apretándolas hacia el cuerpo inmovilizándolos como si estuvieran muertos. Debido a lo anterior en ocasiones no son colectados. Los histéridos pueden ser localizados alrededor del mundo en variados hábitats, en Norte América, América Central, Europa, Asia y Australia.

ORDEN: Coleóptera

FAMILIA: Trogidae

GENERO: Trox

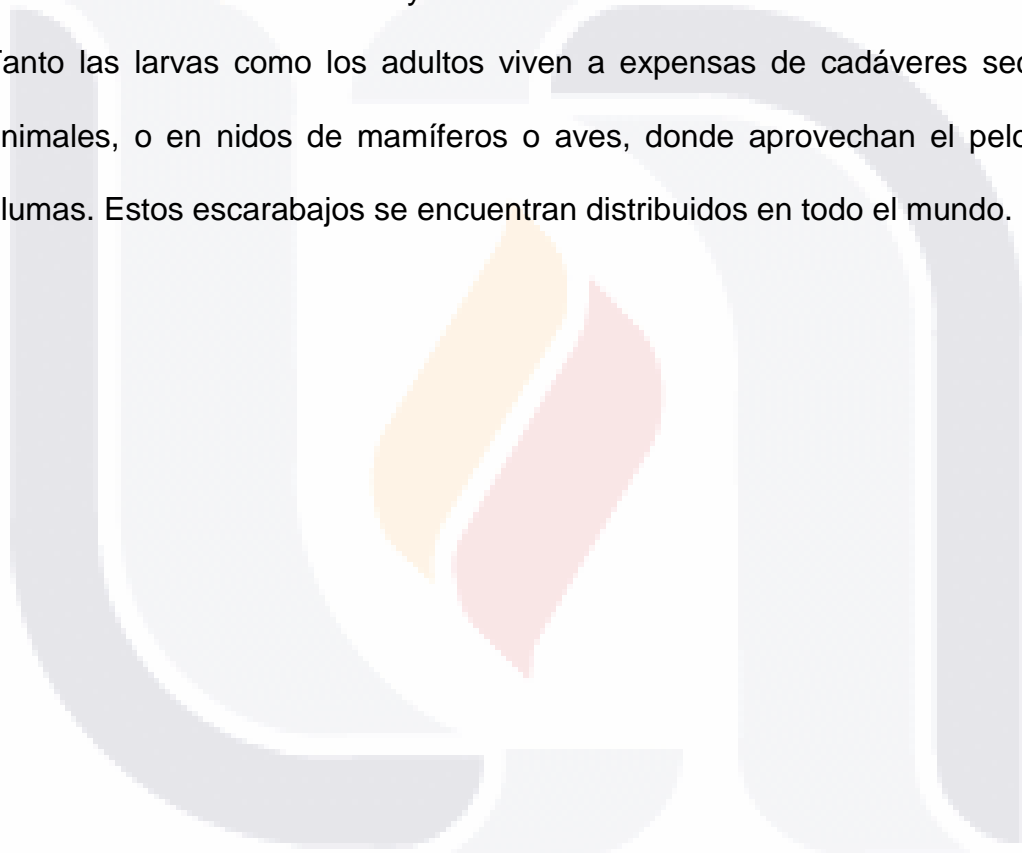
ESPECIE: Trox suberosus (Fabricius, 1775).

NOMBRE COMÚN: Escarabajo que se oculta en el cuero o piel.



CARACTERÍSTICAS: Los adultos miden aproximadamente de 0.25 cm a 0.70 cm de largo y presentan crestas y protuberancias a lo largo del cuerpo. Esta familia de escarabajos se caracteriza por la presencia en sus especies de un

clípeo amplio, cubriendo dorsalmente las piezas bucales. El pigidio se encuentra cubierto por los élitros y las tibias posteriores presentan dos espolones apicales. La forma del cuerpo es algo alargada y ovalada con gran cantidad de tubérculos irregulares, dándoles aspecto de un grano de tierra. Son de color negro brillante o café oscuro y pueden ser difíciles de observar ya que pueden estar cubiertos de tierra o desechos. Estos escarabajos son los últimos en arribar al cadáver y usualmente se encuentran en los restos secos. Tanto las larvas como los adultos viven a expensas de cadáveres secos de animales, o en nidos de mamíferos o aves, donde aprovechan el pelo y las plumas. Estos escarabajos se encuentran distribuidos en todo el mundo.



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo VII

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

7.- DISCUSIÓN.

En el presente estudio se identificaron dos órdenes de importancia forense como son: Diptera y Coleoptera. Del orden Diptera se presentaron 4 familias de las cuales 3 son las más representativas en el proceso de descomposición de un cuerpo como lo mencionan Byrd y Castner, 2001; Smith, 1986; Vargas, 1999; Castillo, 2002, De la Barrera 1999, Martínez 2004, González 2007 y Ponce 2008. Del orden Coleoptera se presentaron 9 familias de las cuales 8 son representativas en el proceso de descomposición de un cuerpo de acuerdo a lo que señalan los mismos autores.

Respecto a los factores medioambientales se observa que en el periodo de primavera en el cual la temperatura fue de 22.5°C y la humedad relativa promedio de 35.59% el proceso de descomposición duró 17 días mientras que, en el otoño con una temperatura de 18.5°C y una humedad relativa promedio de 69.95% y en el verano con una temperatura promedio de 19.40°C y una humedad relativa promedio de 74.98% ocuparon 11 días. Una temperatura cercana a los 20°C y una humedad relativa alta favorecen una rápida descomposición del cadáver. Lo anterior concuerda con lo registrado por otros autores (Camacho 2003, Ochoa 1998, Martínez 2004, Ponce 2008, Byrd y Castner 2001, Smith, 1986; Vargas, 1999; Castillo, 2002, De la Barrera 1999).

El ciclo de vida de las larvas que se mantuvieron en la cámara bioclimática hasta que se desarrollaron en moscas adultas fue en promedio de 9 días, a diferencia de 13 días que reporta Ponce (2007) y Martínez (2004).

Los datos de nuestro estudio indican que el paratión metílico retrasó 24 horas el desarrollo de la entomofauna necrófaga en los cerdos utilizados.

La secuencia de aparición de los insectos necrófagos no se modificó. Esto puede estar relacionado con la inmadurez de las enzimas larvianas que biodegradan xenobióticos, con la resistencia a los compuesto organofosforados y carbamatos, fenómeno que ha sido descrito por Bull (1992) y Oakeshott et al. (2005), y con la degradación de los plaguicidas ocasionada por factores ambientales (fotólisis, hidrólisis, potencial redox, etc.). Al respecto, se ha reportado que la hidrólisis microbiana del paratión metílico son procesos importantes que se desarrollan en los suelos y en los sedimentos (Adhya et al; (1981) y Adhya et al; (1987).

El tiempo de permanencia de algunos insectos (Calliphoridae, Muscidae e Histeridae) se incrementó, aunque los miembros de la familia Cleridae no presentaron modificaciones en este parámetro. En este contexto, experimentalmente se ha demostrado que la presencia de algunos fármacos o toxinas en los tejidos en descomposición alterna la velocidad de desarrollo de las larvas de las moscas, como lo señala Goff et al; (1991). Además, ha sido reportado por Leclercq y Vaillant (1992) que en los cadáveres de humanos que fueron asesinados e inyectados con arsenito de plomo, las larvas de las moscas colonizadoras aparecieron en etapas muy tempranas del proceso de descomposición de los restos.

Finalmente, es pertinente señalar que las diferencias cuantitativas en la velocidad de descomposición de los cadáveres se relacionan también con los cambios de temperatura y humedad los cuales son factores extrínsecos que afectan este proceso e influyen sobre la presencia y el tiempo de permanencia de los insectos como lo señalan Catts y Haskell (1997).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo VIII

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

8. - CONCLUSIONES.

- En esta investigación se identificaron 25 especies ubicadas en 17 géneros, 12 familias y dos órdenes con importancia forense (Diptera y Coleoptera).
- Del orden Diptera se presentaron 4 familias, Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae y Piophilidae, de las cuales 3 (Calliphoridae, Sarcophagidae y Piophilidae), son las más representativas en el proceso de descomposición de un cuerpo.
- Del orden Coleoptera se presentaron 9 familias, Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Silphidae, Carabidae, Trogidae, de las cuales 8 son representativas de las últimas fases del proceso de descomposición de un cuerpo.
- Del orden Diptera se reconocieron 11 especies de importancia forense; mientras que del orden Coleoptera se identificaron 13 especies, de las cuales 10 son de importancia forense.
- Las principales especies de la Familia Calliphoridae fueron: *Lucilia sericata*, *Cochliomyia macellaria*, *Cynomya cadaverina*, *Lucilia illustris*, *Lucilia cuprina*, *Chrysomya rufifacies*; de la Familia Muscidae: *Hidrotaea leucostoma* y *Stomoxys calcitrans*; de la Familia Piophilidae: *Piophila casei* y de la Familia Sarcophagidae: *Sarcophaga haemorrhoidalis*.
- Las principales especies de la Familia Histeridae: *Saprinus assimilis* y *Pachylopus fraternus*; de la Familia Staphylinidae: *Creophilus maxillosus* y *Plathydracus tomentosus*; de la Familia Cleridae: *Necrobia rufipes*; (DeGeer); de la Familia Dermestidae: *Dermestes ater* (DeGeer), de la

Familia Scarabaeidae: *Canthon viridis*; de la Familia Silphidae: *Thanatophilus truncatus*; de la Familia Nitidulidae: *Osmosita colon* y de la Familia Trogidae: *Trox suberosus*.

- El tiempo en el cual se completó el ciclo biológico desde larvas a adultos de dípteros, en la cámara bioclimática, fue en promedio de 9 días en las muestras de los 6 cerdos, en la cual la temperatura relativa osciló entre los 25.4°C +/- 3.5°C; la humedad relativa osciló entre los 55.2% +/-10 %.
- El paratión metílico retrasó 24 horas el desarrollo de la entomofauna necrófaga en los cerdos (*Sus scrofa*) utilizados.
- En las muestras de plasma sanguíneo de los cerdos y en los homogeneizados de las larvas se obtuvo la identificación cualitativa del paratión metílico en las larvas.
- La secuencia de aparición de los insectos necrófagos no se modificó en el presente estudio.
- El presente trabajo contribuye de manera importante al conocimiento de los insectos necrófagos del estado de Aguascalientes y a la conformación del mapa entomológico forense del mismo.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo IX

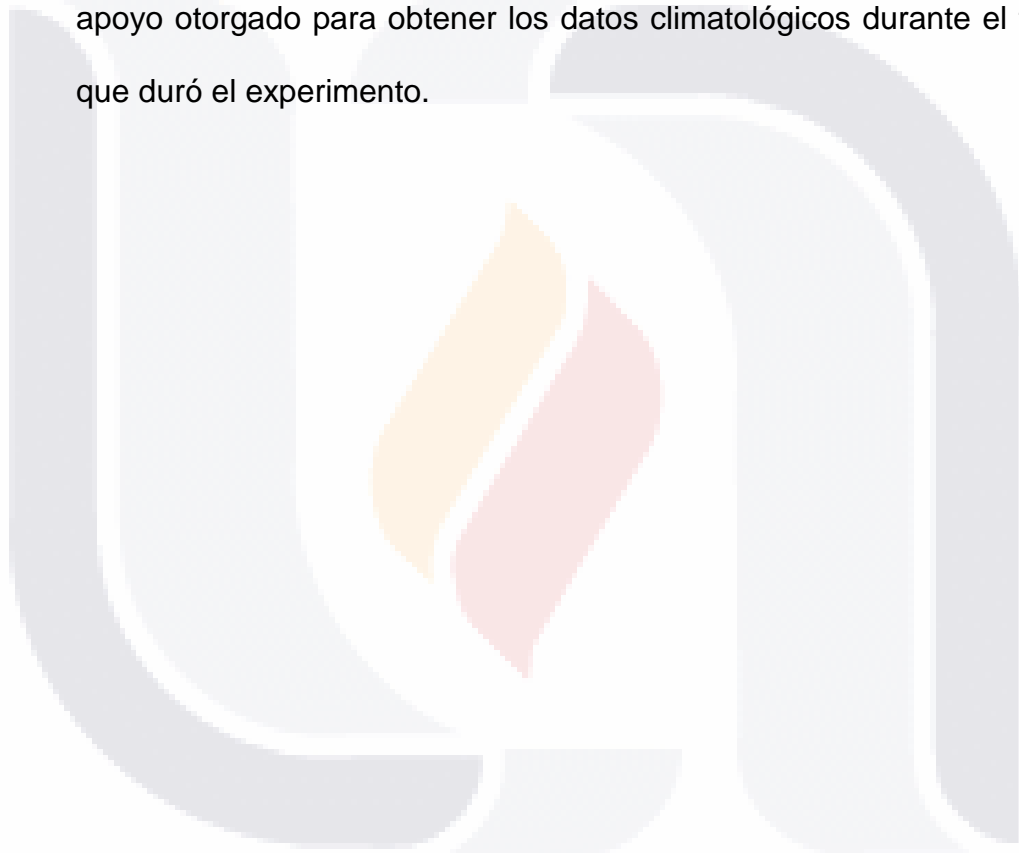
TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

9.- AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes por todas las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

Al M. en C. Jaime Escoto Rocha por el tiempo dedicado a la revisión de este manuscrito y de los artículos que redactamos.

Al Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos – INIFAP, por el apoyo otorgado para obtener los datos climatológicos durante el tiempo que duró el experimento.



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo X

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

10. - GLOSARIO.

Acaricida: Es un pesticida que se utiliza para matar o eliminar, controlar, repeler, o atenuar la presencia de acción de los ácaros, en cualquier medio.

Acetilcolina: Importante químico en el cuerpo, que tiene funciones fisiológicas, como la neurotransmisión de impulsos eléctricos. A través de las sinapsis nerviosas. (ACh), es un compuesto orgánico, es un neurotransmisor (el primero en ser identificado) por Otto Loewi. La acetilcolina está ampliamente distribuida en el sistema nervioso central y en el sistema nervioso periférico, su función, al igual que otros neurotransmisores, es mediar en la actividad sináptica del sistema nervioso.

Altitud: Es la distancia vertical a un origen determinado, considerando como nivel cero, para el que se suele tomar el nivel medio del mar. Es la distancia de un punto de la tierra respecto del nivel de la mar, llamada elevación sobre el nivel medio del mar.

Anorexia: Proviene del griego a / an (negación), orégo (tender, apetecer). Es un síntoma frecuente en multitud de enfermedades y situaciones fisiológicas consistente en la disminución del apetito, lo que puede conducir a una disminución de la ingesta de alimentos.

Apical: Situado en el ápice o en la porción opuesta a la base.

Ápice: Este término expresa el extremo superior o punta (del latín *ápex*, con el mismo significado).

Artejo: Pieza o segmento de los apéndices de los artrópodos.

Artrópoda: Animales que tienen las patas formadas de varios segmentos y que están articuladas.

Ataxia: Del griego “a” que significa “negativo” o “sin” y “taxia” que significa “orden”, es un síntoma o enfermedad que se caracteriza por provocar la descoordinación en el movimiento de las partes del cuerpo de los humanos o de los animales. Esta descoordinación puede afectar a los dedos y manos, a los brazos y piernas, al cuerpo, al habla, a los movimientos oculares, al mecanismo de tragado, etc.

Babinski positivo: La presencia del reflejo de Babinski indica daños a las vías nerviosas que conectan la médula espinal y el cerebro (fascículo corticoespinal). Debido a que este fascículo se presenta tanto en el lado derecho como en el izquierdo, el reflejo de Babinski puede ocurrir en uno o en ambos lados. Es una respuesta que ocurre cuando el dedo gordo del pie se flexiona hacia la parte superior del pie y los otros dedos se abren en abanico después de que la planta del pie haya sido frotada firmemente. Dicho reflejo es normal en niños pequeños, pero es anormal después de los 2 años de edad.

Basicosta: En dípteros, la segunda escama lisa y bien definida situada en la base del ala.

Bradycardia: Es el descenso del ritmo cardiaco. Se considera bradicardia a una frecuencia cardiaca inferior a 60 ppm (pulsaciones por minuto) en reposo.

Broncoespasmo: Es el estrechamiento de la luz bronquial como consecuencia de la contracción de la musculatura de los bronquios, lo causa dificultades al respirar. También se puede definir como espasmos en los bronquios que impiden el paso de aire hacia los pulmones. Casi siempre generan pitos o sibilancias, disnea, dolor en el tórax o tos al inhalar aire.

Broncorrea: Secreción excesiva y expectoración de moco bronquial, a veces purulento.

Caliptra: Escama membranosa que presentan las moscas arriba de los halterios o balancines.

Carroña: Es carne corrompida. La carne de animales muertos que sirve de alimento a ciertos animales carroñeros que se alimentan de cadáveres.

Cianosis: Es la coloración azulada de piel, mucosas y lechos ungueales, usualmente debida a la existencia de por lo menos, 5gr de hemoglobina reducida en la sangre circulante o de pigmentos hemoglobínicos anómalos en los hematíes o glóbulos rojos.

Clypeo (Clípeo): Área de la cabeza situada inmediatamente debajo de la frente, a la cual se le une el labro.

Coleoptera: Coleópteros o escarabajos, son un orden de insectos con unas 350,000 especies descritas.

Depredador: Animal que captura y devora sus presas, consumiendo cierto número de éstas durante su vida.

Diaforesis: Es la excesiva sudoración profusa que puede ser normal (fisiológica), resultado de la actividad física, una respuesta emocional,

una temperatura ambiental alta, síntoma de una enfermedad subyacente o efectos crónicos de las anfetaminas (patológica).

Diptera: Los dípteros son un orden de insectos caracterizados porque sus alas posteriores se han reducido a halterios, es decir, que poseen sólo dos alas membranosas y no cuatro como el resto de los insectos. De ahí proviene su nombre que quiere decir dos alas. El segundo par de alas, está convertido en balancines o halterios que funcionan como giróscopos, usados para controlar la dirección durante el vuelo.

Disnea: Es la dificultad respiratoria o falta de aire.

Disuria: Es la micción difícil, dolorosa e incompleta de la orina.

DL₅₀: Dosis letal media, Dosis, calculada estadísticamente, de un agente químico o físico (radiación) que se espera que mate a 50% de los organismos de una población bajo un conjunto de condiciones definidas.

Droga: Cualquier sustancia que cuando es absorbida por organismos puede modificarles una o más de sus funciones. Sinónimo de fármaco.

Élitros: Son las alas anteriores, modificadas por endurecimiento (esclerotización), de ciertos órdenes de insectos como los coleópteros, los heterópteros y en general los hemípteros. También llamados hemiélitros.

Entomotoxicología: Estudia los xenobióticos presentes en los insectos que se alimentan de carroña e investiga los efectos de las sustancias tóxicas en el desarrollo de los mismos.

Epifora: Es el exceso de lagrima en el ojo. Exceso que puede ser por demasiada secreción, o por obstrucción del conducto nasolagrimal.

Esclerito (Gr. eskleros=duro): Parte del tegumento limitada por susturas.

Escudo: Placa quitinosa en los segmentos de las larvas; generalmente bien definida en el dorso del protórax.

Escutelo: (L. scutum=escudo): Esclerito tergal posterior al escudo.

Espiráculo: Abertura por la cual penetra y sale el aire que requiere el insecto para satisfacer sus funciones respiratorias.

Estadio: Intervalo entre una y otra muda en insectos metábolos.

Esternito: Arcada ventral de cada anillo o segmento.

Fasciculaciones: Movimientos musculares por grupos de fibras, con apariencia de “saco de gusanos”.

Fungicida: Sustancia usada para eliminar hongos.

Gena: Área lateral que queda por debajo y detrás de los ojos.

Geoposicionador: El Global Positioning System (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global (más conocido con las siglas GPS, aunque su nombre correcto es NAVSTAR-GPS1) es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros, usando GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros.

Herbicida: Es un producto fitosanitario utilizado para matar plantas indeseables.

Hiperemia: Es un aumento en la irrigación

Hiperemia: Es el aumento en la irrigación de un órgano o tejido.

Homicidio: El homicidio es un delito que consiste en matar a otra persona.

Etimológicamente se descompone en homo (hombre) y *cidium*, derivado de *caedere*, matar.

Incidentales: Son aquellos grupos de artrópodos que incluyen a los que están asociados con el cadáver porque este representa un medio ambiente similar al considerado como su hábitat natural (húmedo y rotativo). Representantes de esta división son los Collembola, Araneae y Scolopendromorpha.

Inhumación: Proviene del latín “*in*” en y “*humus*” tierra, es la acción de enterrar a un cadáver.

Insecticida: Sustancia usada para destruir insectos, en cualquiera de sus formas (huevos, larvas, etc); más general: plaguicida, más específico: ovicida, larvicida.

Insectos: Son animales invertebrados, del phylum de los artrópodos.

Larva: Son las fases juveniles de los insectos

Latitud: Es la distancia angular entre el ecuador y un punto determinado del planeta.

Metamorfosis: Cambios que sufren los insectos en el transcurso de su desarrollo hasta convertirse en adultos.

Miasis: (Gr. Myia=mosca): Enfermedad o daño causado por larvas de moscas.

Miosis: Es la contracción de la pupila generada por una variedad de condiciones, incluyendo ciertos fármacos o sustancias químicas.

Mortinatos: Es el niño nacido muerto.

Necrófagos: Son los seres que se alimentan de cadáveres. La palabra deriva del griego *nekros* significa cuerpo muerto y *phagos* comer.

Nematicida: Cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se use para eliminar nematodos que viven en la tierra, el agua, las plantas o partes de éstas.

Omnívoros: Los animales omnívoros (del latín *omnis*, “todo” y *vorus* “que come”) son aquellos cuyo sistema digestivo es capaz de digerir tanto carnes como vegetales.

Organoclorados: Es un compuesto químico orgánico, es decir, compuesto por un esqueleto de átomos de carbono, en el cual, algunos de los átomos de hidrógeno unidos al carbono, han sido reemplazados por átomos de cloro.

Organofosforados: Los organofosforados son un grupo de químicos usados como plaguicidas artificiales aplicados para controlar las poblaciones plagas de insectos.

Oviposición: Es la expulsión de huevos por parte de la hembra.

Palpo: Extensión sensorial, fina, parecida a una pata, de las piezas bucales

Parafacial: Parte anterior del área que rodea los ojos a la altura del flagelómero.

Pigidio: Parte posterior del cuerpo o caparazón de los crustáceos y de algunos otros artrópodos, como los insectos y de los extintos trilobites. En él está contenido el ano y, en las hembras, el oviscapto. Está compuesto por la unión de varios segmentos, en los que a veces se incluye una cola, y están separados de los segmentos torácicos por una articulación. En Coleoptera, los segmentos terminales del abdomen no cubiertos por los élitros.

Plaguicida: En sentido estricto, sustancia que mata plagas; en el uso corriente, cualquier sustancia que se utiliza para controlar, evitar o destruir plagas animales, microbianas o vegetales; más específico: fungicida, herbicida, insecticida.

Pronoto: Parte anterior superior del tórax

Protórax: Primer segmento torácico de los insectos unidos a la cabeza.

Pupa: Estado intermedio entre la larva y el adulto en los insectos de metamorfosis completa, en la cual cesa la actividad y tiene lugar la transformación.

Puparios: Cubierta externa endurecida de la pupa correspondiente a la última piel de la larva.

Remigio: Parte anterior del ala, accionada por los músculos motores; es rígida.

Rodenticida: Es un pesticida que se utiliza para matar o eliminar, controlar, prevenir, repeler o atenuar la presencia o acción de los roedores, en cualquier medio.

Seta: Macrotrico, cerda.

Sialorrea: Producción excesiva de saliva.

Suicidio: Del latín *sui caedere*, “matar a uno mismo” es el acto de quitarse la propia vida.

Tegumento: Del latín *integumentum* = protección, es con frecuencia el sistema orgánico más extenso de un animal, ya que lo cubre por completo, tanto externamente, como numerosas cavidades internas. Su función es separar, proteger e informar al animal del medio que lo rodea; en ocasiones actúa también como exoesqueleto.

Tiempo de retención: Es el tiempo que transcurre después de la inyección de la muestra hasta que el pico de concentración del analito alcanza el detector.

Tóxico: Cualquier agente químico o físico capaz de producir un efecto adverso para la salud. Todos los agentes físicos y químicos son tóxicos potenciales, ya que su acción depende de la dosis y de las circunstancias individuales y ambientales.

Toxicología: Disciplina científica dedicada al estudio del peligro actual o potencial presentado por los efectos nocivos de las sustancias químicas sobre los organismos vivos y ecosistemas, de las relaciones.

Saprófago: Que se alimenta de materias en estado de descomposición.

Xenobiótico: En sentido estricto, cualquier sustancia que interactúa con un organismo y que no es uno de sus componentes naturales. Sinónimo sustancia exógena, sustancia extraña.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



Capítulo XI

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

11.- BIBLIOGRAFÍA.

- Amendt, J. Zehner, R. 2004. Forensic Entomology. Naturwissenschaften. Frankfurt, Germany 91:51-65.
- Anderson, G. S. & Vanlaerhoven 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 41(4): 617-625.
- Adhya T. K., Barik S., Sethuanthan N. 1981. Stability of commercial formulation of fenitrothion, methyl parathion and parathion in anaerobic soils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 29:90-93.
- Adhya T. K., Barik S., Sethuanthan N. 1987. Persistence and biodegradation of selected organophosphorus insecticides in flooded versus non-flooded soils. Biology and Fertility Soils, 4:36-40.
- Bonnet. E. F. P. 1980. Medicina Legal. Segunda Edición, López Libreros Editores. Buenos Aires, Argentina. 1927pp.
- Borror, J. D, Triplehorn, A. C and Johnson. F. N. 1992. An Introduction to the Study of Insects. Saunders College Publishing. 852 pp.
- Bowman W. C., Rand M. J. 1985. Farmacología Bases bioquímicas y patológicas. Aplicaciones Clínicas. Segunda Edición, Interamericana. México D. F. 2000 pp.
- Bull D. L. 1992. Target site and enzyme changes associated with selection of subcolonies of a multiresistant house fly strain with methyl parathion or permethrin. Pesticide Biochemistry and Physiology, 42(3):211-226.

- Byrd, H. J., Castner, L. J., 2001. Forensic Entomology, The Utility of Arthropods in Legal Investigations, Edit C R C Press, Mouth Mouse Florida.
- Camacho. C. G. P. 2003. Sucesión de la Entomofauna Cadavérica y Ciclos de Vida de las Primeras Especies Colonizadoras, utilizando como Biomodelo Cerdo Blanco (*Sus scrofa*) en la Sabana de Bogotá. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia 148 pp.
- Campobasso, C. P., Introna, F., 2001. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist role. Forensic Science International; 120(1) pp. 132-139.
- Castillo, M. M. 2002. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España). Primera Edición, Monografías Sociedad Entomológica Aragonesa. 94 pp.
- Castner. J. L. 2000. Photographic Atlas of Entomology and Guide To Insect Identification, Feline Press, Gainesville, FL., U. S. A.
- Catts, E.P., Goff, M.L., 1992. Forensic Entomology in criminal investigations. Annual Reviews of Entomology, 37: 253-272
- Catts, E. P. Haskell NH. 1990. Entomology and Death a Procedural Guide, Joyce's Print Shop, Inc., Clemson, South Carolina. pp 182.
- Catts E. P. Haskell N. H. 1997. Entomology and Death a Procedural Guide, Joyce's Print Shop, Inc., Clemson, South Carolina. pp 182.

- Chang F. 1991. Neurophysiological concomitants of soman- induce respiratory depression in awake, behaving guinea pigs. *Toxicol Appl Pharmacol*, 102: 309-314.
- Cremllyn R. 1985. *Plaguicidas Modernos y su Acción Bioquímica*. Editorial Limusa, México, 356 pp.
- De la Barrera, E. D. 1999. Insectos Degradadores Importantes para el Establecimiento del Tiempo de Muerte En Vertebrados. XXXIV Congreso Nacional de Entomología. Sección Estudiantil. Aguascalientes, Ags, 679 pp.
- De la Cerda, M. Siqueiros, M. 1984. Estudio Ecológico y Florístico del Estado de Aguascalientes. Programa de Investigaciones Biológicas. Serie Flora y Fauna de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México, 107 pp.
- De la Riva, H. G. 1989. La Mastofauna en Aguascalientes (zona semiárida). Universidad Autónoma de Aguascalientes., Centro de Ciencias B
- Dillon. S. E. and Dillon S. L. 1972. *A Manual of Common Beetles of Eastern North America*, Dover Publications, Inc., New York, Volume 1 y 2. 434, 894 pp.
- Early, M. G. & M. L. Goff. 1986. Arthropod sucesion patterns in exposed carrion on the Island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA. *J. Med. Entomol.*, 23(5): 520-531.
- Escoto, R. J. 1991. Estudio de la Entomofauna del Orden Coleoptera en el Estado de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia. U. A. A. No. 3*: 29-30.

- Escoto R. J. Cruz, G. H. J. Delgado S. L y De Erice E. V. Z. 2000. Biodiversidad de Hemípteros del estado de Aguascalientes. Investigación y Ciencia. U. A. A. No. 21: 2-7.
- Escoto, R. J., Cruz, G. H. J. y Delgado, S. L. 2001. Biodiversidad de Himenópteros del estado de Aguascalientes. Investigación y Ciencia. U. A. A. No 24: 20-27.
- Escoto, R. J., De Erice, Z. E. V. y Delgado, S. L. 2003. Homópteros de la Colección Entomológica del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Investigación y Ciencia. U.A.A. No 29: 11-16.
- Eyer F et al. 2003. Human parathion poisoning. A toxicokinetic analysis. Toxicology Review, 22 (3): 143-163.
- Flores M. J. A., Agraz G. A. A. 1983. Ganado Porcino, Cría, Explotación, Enfermedades e Industrialización, 3 Edición, Limusa, México, 3-8.
- Gaviño, G., Juárez, C. L. y Figueroa, H. H. 2002. Técnicas Selectas Biológicas de Laboratorio y de Campo, Limusa, México, 251 pp.
- Goel A., Aggarwal P. 2007. Pesticide poisoning. National Medical Journal of India, 20(4):182-191.
- González E. A. E. 2007 VII Congreso Latinoamericano de Entomología, XLII Congreso de la SME (Sociedad Mexicana de Entomología), Insectos necrófagos en restos de cinco tipos de vertebrados durante primavera en la Ciudad de Aguascalientes. Acapulco Guerrero, México.

- Gisbert, C. J. A., 2001, *Medicina Legal y Toxicología*, 5 Edición, Editorial Masson, Barcelona España, 203-204.
- Goff ML, Flynn M 1991. Determination of postmortem interval by arthropod succession: A case study from the Hawaiian islands. *JFSCA* 36: 607-614.
- Goff M. L., Brown W. A., Hewadikaram K. A., Omori A. 1991. Effect of heroin in decomposing tissues on the development rate of *Boettcherisca peregrine* (Diptera: Sarcophagidae) and implications to the estimation of postmortem intervals using arthropod development patterns. *Journal of Forensic Sciences*, 36:537-42.
- Goff, M. L. and Lord, W. D. 2001. *Entomotoxicology: Insects as Toxicological Indicators and the Impact of Drugs and Toxins on Insect Development*. In: Byrd, J. H. and Castner, J. L. 2000. *Forensic Entomology*. Boca Raton, FL. CRC Press. 331-340 pp.
- Goff, M. L. 2002, *El testimonio de las moscas. Cómo las moscas ayudan a resolver crímenes*, Alba Editorial, s.l.u. Barcelona, España. 267 pp
- Gullan, P. J., Cranston P. S., 1994, *The Insects An Outline of Entomology*, Chapman and may, London. 491 pp.
- Guntilake, K. and Goff, M. L. 1989. Detection of organophosphate poisoning in a putrefying body by analyzing arthropod larvae. *J. Forensic Sci.*, 34: 714-716
- Hall, D. G. 1948. *The blowflies of North America*. Baltimore, MD: The Thomas Say Foundation, Monumental Printing Co, pp 477.

- Hedouin, V., Bourel, B., Becart, A., Tournel, G., Deveaux, M., Goff, M. L. and Gosset, D. 1999. Determination of drugs levels in larvae of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carcasses containing morphine. *Journal of Forensic Sciences* 44, 77-79.
- Henao H. S. y Corey O. G., 1991. Plaguicidas Inhibidores de las Colinesterasas, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, México, pp. 1- 26.
- Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes. 2009. Sistema Epidemiológico y Estadístico de Defunciones. ISEA-Aguascalientes, Ags., México.
- Jaramillo, F., Reyes, J. L. 1990. Intrauterine Exposure to Paratión Its Disposition Rate in Postnatal Life, *Biol Neonate*, 57:200-206.
- Kimberly L. T., Richard D. F., Carlyle C. B., Kevin P., and George S. B., 2005, Effects of Antemortem Ingestion of Ethanol on Insect Successional Patterns and Development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae), *Journal of Medical Entomology* 42(3):481-489.
- Klaasen Curtis D y Watkins III John B, 2001. Manual de Toxicología, Edit. Mc Graw Hill, 1ª Edición. Cap 22, 615- 658.
- Komar, D. & P. Beattie. 1998. Postmortem insect activity may mimic perimortem sexual assault clothing patterns. *Journal of Forensic Sciences*, Philadelphia, 43: 792-796.
- Kramer R. E, Ho I. K. 2002. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of methyl parathion. *Chinese Medical Journal*, 65(5): 187-199.

- Leclercq M., Vaillant F. 1992. Forensic Entomology: An original case. *Annals de la Société Entomologique de France*, 28(1):3-8.
- Lombera González G., 1994. Los plaguicidas en México: Un Problema de Salud Publica. *Boletín de Morbilidad y Mortalidad (SSA)*, Vol. 1, 15: 1-5.
- Martínez. R. H., 2004. Entomofauna Necrófaga en la Ciudad de Aguascalientes durante el periodo estacional de primavera 2004, presentado como tesis de Maestría en Ciencias Forenses
- McAlpine. J. F., Peterson. B. V., Shewell. G. E., Teskey. H. J., Vockeroth. J. R. Wood. D. M., 1981, *Manual of Nearctic Diptera*, Biosystematics Research Institute, Ottawa Ontario., Research Branch, Agriculture Canada Volume 1 y 2. 673, 1322 pp.
- Maldonado. A. M., 1996. Breve revisión de los métodos de investigación en entomología forense. Monografía del curso de Entomología Forense dictado por la Dra. A. Oliva (Ph. D. Biología, UBA). FCEyN (UBA). 12 pag. (http://entomologiaforense.8m.com/mono96_mm.pdf).
- Metcalf. C. L, Flint. W. P., 1962, *Insectos Destructivos e Insectos útiles, sus costumbres y su control*. Compañía Editorial Continental, S. A. México.
- Oakeshott. J. G., Devonshire A. L., Claudianos C., Sutherland T. D., Horne I., Campbell P. M., Ollis D. L. Russell R. J. 2005. Comparing the organophosphorus and carbamate insecticide resistance mutations in cholin-and carboxyl-esterases. *Chemico Biological Interactions*, 157-158:269-275.

- Ochoa. O. Adriana María., 1998. Insectos dan pistas para muertes misteriosas. Agencia AUPEC.
- Pimentel R. L., Gámiz W. A., Olvera S. R., Silva R. R. 2005. Panorama epidemiológico de las intoxicaciones en México. *Medicina Interna de México*, 21:123-132.
- Piña-Guzman B, Solis-Heredia MJ, Rojas-García AE, Urióstegui-Acosta M, Quintanilla-Vega B. 2006. Genetic Damage caused by methyl-parathion in mouse spermatozoa is related to oxidative stress. *Toxicology Applied Pharmacology*, 216 (2): 216-224.
- Ponce de León., A. O. 2008. El Malatión y su influencia en la aparición de la entomofauna cadavérica del cerdo presentado como tesis de Maestría en Criminalística,
- Pounder, D. J. 1991. Forensic entomotoxicology. *Journal of the Forensic Science Society* 31, 469-472.
- Rubio, M. R., 2001, *Artrópodos de Interés Médico y Veterinario*, Encuadernaciones Modernas e Impresos, México. 3 - 4.
- Shean, B. S., L. Messinger & M. Papworth. 1993. Observation of differential decomposition on sun exposer v. shaded pig. Carrion in Coastal Washington State . *J. Foernsic Sci.* 38: 938-949.
- Smith. K. G. V., 1986, *A Manual of Forensic Entomology*, Department of Entomology British Museum (Natural History), Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press, Ithaca, New York. pp 205.

- Taylor Palmer. 1991. Agentes anticolinesterásicos. En Goodman y Gilman. Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica, Octava Edición, Editorial Médica Panamericana, Cap 7, pp 143-160.
- Vargas. A. E., 1991, Medicina Forense y Deontología Médica. Editorial Trillas, pp 1062.
- Vargas. F. J. F., 1999, Distribución y morfología e Inmaduros de moscas califóridas, (Diptera: Calliphoridae) de importancia forense en Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Costa Rica.
- Waliszewski Stefan y Pardío Sedas V., 1992. Plaguicidas en México. Ciencia y Desarrollo, 105: 139-144.
- WHO. 1993. Environmental Health Criteria, Vol 145 pp 244.
- Wilson I. B. 1996. The inhibition and reactivation of acetylcholinesterase. Ann NY Acad Sci, 135:177-183.